

HCC2D

HCC2D Code Specification

Version 0.9.0 — Draft

Last updated: 24 May 2026

By Marco Querini

This document contains the full specification in five languages:

1. English
2. Español
3. Italiano
4. 日本語
5. 简体中文

About this document

This publication contains the **HCC2D Code Specification, Version 0.9.0 (Draft)**, presented in five languages. Each language section is a complete, standalone translation of the specification. The technical content is identical across all sections.

In the event of any discrepancy between translations, the **English** section shall be considered authoritative.

Languages included

1. **English**
2. **Español** (Spanish)
3. **Italiano** (Italian)
4. 日本語 (Japanese)
5. 简体中文 (Simplified Chinese)

About the specification

The HCC2D Code Specification defines the *hcc2d4* (four-color) and *hcc2d8* (eight-color) two-dimensional barcode formats. It covers symbol geometry, color encoding, payload framing, codeword organization, bit-plane extraction, mask selection, and the Color Palette Pattern border.

The specification builds on the QR Code / ISO/IEC 18004 square-matrix infrastructure for finder patterns, alignment patterns, timing patterns, format information, version information, masking, and Reed-Solomon error correction, and defines the complete HCC2D-specific delta on top of that foundation.

QR Code is a registered trademark of DENSO WAVE INCORPORATED in Japan and in other countries. HCC2D is not sponsored, endorsed, or affiliated with DENSO WAVE INCORPORATED. The structural elements defined in QR Code / ISO/IEC 18004 — including finder patterns, alignment patterns, timing patterns, format information, version information, and masking — are used herein as elements of a public technical standard. This document describes only the HCC2D-specific elements of the format and intentionally does not restate those elements.

Status

This is a **draft** specification. Its content may change before Version 1.0.

License and copyright

Copyright © 2010–2026 Marco Querini. All rights reserved.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-ND 4.0). You are free to share and redistribute this document in any medium or format, provided you give appropriate credit and do not distribute modified versions. Implementing conforming software is fully permitted and does not constitute a derivative work.

HCC2D Code Specification

Version 0.9.0 — Draft

Last updated: 24 May 2026

Origin and Publications

The foundational elements of the HCC2D color barcode format were first defined in Marco Querini's Master's thesis (A.A. 2009/2010), discussed on July 23, 2010, *Analisi e progettazione di codici bidimensionali ad alta capacità. Sviluppo del lettore per gli ambienti desktop e mobile* (Analysis and design of high-capacity two-dimensional codes. Development of the reader for desktop and mobile environments), under the supervision of Prof. Giuseppe F. Italiano.

This specification is fully compatible with codes originally generated as described in the 2010 thesis, prior to the format being named HCC2D.

Earlier conference publications related to this format appeared in September 2010 and September 2013 (respectively, “High capacity colored two dimensional codes” and “Color classifiers for 2D color barcodes”); the journal papers listed below are extended peer-reviewed versions of those conference papers.

The name "HCC2D" was introduced, and the format was subsequently described and its properties further analyzed, in the earlier conference publications and in the following peer-reviewed journal publications:

- Querini, M. and Italiano, G. F. (2014). *Reliability and Data Density in High Capacity Color Barcodes*. Special Issue of the Computer Science and Information Systems (ComSIS) Journal, 11(4), 1595-1615.
- Querini, M., Grillo, A., Lentini, A. and Italiano, G. F. (2011). *2D Color Barcodes for Mobile Phones*. Special Issue of the International Journal of Computer Science & Applications (IJCSA), 8(1), 136-155.

This document is a standalone technical specification of the HCC2D format.

This specification document was written by Marco Querini.

This specification may change before version 1.0.

License and Copyright

Copyright © 2010-2026 Marco Querini. All rights reserved.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-ND 4.0).

To view a copy of this license, visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

You are free to share, copy, and redistribute this specification document in any medium or format for any purpose, even commercially, provided that you give appropriate credit to the original author and do not distribute modified versions of the text. Implementing software, hardware, or systems that conform to the technical requirements defined in this specification is fully permitted and does not constitute a derivative work of this document.

This specification is openly published. Official HCC2D software implementations are distributed under separate proprietary terms.

This specification is provided "as is", without warranty of any kind. The author makes no representations or warranties regarding the accuracy, completeness, or fitness for any particular purpose of the information contained herein.

HCC2D™ is an unregistered trademark.

Table of Contents

Introduction

1. Scope

1.1 Terms and Acronyms

1.2 High-Level Structure

2. Conformance Basis

3. Encoding Parameters

4. Symbol Geometry

5. Color Indices and Default Palettes

5.1 HCC2D4 — Color Palette Model 1 — Definition

5.2 HCC2D8 — Color Palette Model 1 — Definition

5.3 Color Palette Model 1 — Design Rationale

5.4 HCC2D4 — Color Palette Model 2 — Definition

5.5 HCC2D8 — Color Palette Model 2 — Definition

5.6 Color Palette Model 2 — Design Rationale

5.7 Color Palette Model Classification

5.8 Palette Override

5.9 Recommended Luminance Ordering for Customized Palettes

6. Payload Framing

7. Version Selection

8. HCC2D Codeword Organization

9. Plane Construction

9.1 HCC2D4 — Two planes

9.2 HCC2D8 — Three planes

10. Mask Selection

11. Inner-Matrix Construction

12. Function Module Coloring

13. Color Palette Pattern

13.1 Color Palette Pattern period

13.2 Exact Color Palette Pattern color formulas

13.3 Color Palette Pattern replicas by mode

13.4 Decoder-facing interpretation

14. Rendered Output Coordinates

14.1 Module coordinates

14.2 Quiet zone

14.3 Image size in pixels

15. Decoder-Relevant Structural Rules

15.1 HCC2D count field

- 15.2 Plane order
- 15.3 Common mask
- 16. Encoding Procedure
- 17. Optional HCC2DF Payload Wrapper
 - 17.1 HCC2DF byte layout
 - 17.2 Filename constraints
 - 17.3 Compression rule
 - 17.4 Scope relationship to HCC2D
- 18. Implementation Recommendations
- 19. Explicit HCC2D4 Parameter Table
- 20. Explicit HCC2D8 Parameter Table
- 21. Publishing Note
- Annex A — Illustrative Examples

Introduction

HCC2D is a color two-dimensional barcode format. It reuses the square-matrix structure of QR Code while defining its own HCC2D-specific rules for color encoding, payload framing, symbol border semantics, version capacities, and codeword organization. In particular, HCC2D reuses finder-pattern, alignment-pattern, timing-pattern, format-information, version-information, mask formulas, and Reed-Solomon error-correction behavior that is compatible with QR Code / ISO/IEC 18004:2006, except where this specification explicitly defines different behavior.

QR Code is a registered trademark of DENSO WAVE INCORPORATED in Japan and in other countries. HCC2D is not sponsored, endorsed, or affiliated with DENSO WAVE INCORPORATED. The structural elements defined in QR Code / ISO/IEC 18004:2006 — including finder patterns, alignment patterns, timing patterns, format information, version information, and masking — are used herein as elements of a public technical standard. This document describes only the HCC2D-specific elements of the format and intentionally does not restate those elements.

HCC2D is not an alternative to QR Code but an extension of it. An HCC2D decoder must also be a QR Code reader. In practical terms, an HCC2D decoder is fundamentally a standard QR Code decoder with additional functionality for recognizing and decoding colored modules. It uses the standard QR Code detection phase to detect the symbol structure. After detection and before payload decoding, the decoder determines whether to follow the standard QR Code decoding path, in which modules are interpreted as black-and-white modules, or the HCC2D decoding path, in which modules are interpreted as 4-

color or 8-color modules. This choice is made by checking whether the HCC2D Color Palette Patterns are present on the perimeter of the symbol. If the Color Palette Patterns are not present, the decoder decodes the symbol as a standard QR Code. If the Color Palette Patterns are present, the decoder decodes the symbol as an HCC2D code according to the applicable HCC2D color rules. An HCC2D encoder produces symbols that share the same structural foundation as QR Code and must be able to encode both QR Code and HCC2D code.

This document specifies the HCC2D four-color and HCC2D eight-color code formats.

1. Scope

This document covers:

- `hcc2d4` : 4-color HCC2D
- `hcc2d8` : 8-color HCC2D

This specification defines:

- square symbols only
- versions `1..40`
- error-correction levels `L, M, Q, H`
- byte-mode payload encoding only

This specification defines HCC2D payload framing using one BYTE segment.

1.1 Terms and Acronyms

- Color Palette Pattern: the outer border of an HCC2D code containing the cyclic sequence of palette colors, serving as a color legend
- `EC` : error correction
- `EC level` : error-correction level
- `ECPB` : error-correction codewords per block
- `MSB` : most significant bit
- `LSB` : least significant bit
- `RS` : Reed-Solomon
- `RGB` : red, green, blue
- `ISO/IEC` : International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission

Matrix terms:

- `module` : one logical square cell of the symbol

- **inner grid or inner matrix**: the reused QR-compatible $N \times N$ matrix before the HCC2D border is added
- **full symbol**: the $N+2$ square produced after adding the HCC2D border
- **function module**: a non-data module belonging to finder, alignment, timing, format, or version structures
- **data module**: a module whose state is determined by the encoded payload and error-correction bitstream
- **plane**: one binary matrix extracted from the final interleaved bitstream

1.2 High-Level Structure

At a high level, HCC2D encoding proceeds as follows:

1. frame the payload as one BYTE-mode segment
2. choose the version and error-correction level
3. generate data codewords, error-correction codewords, and the final interleaved bitstream
4. split that final bitstream into two or three binary planes
5. build one QR-compatible inner matrix per plane using one shared mask pattern
6. combine plane bits into color indices for data modules
7. render function modules in black and white
8. add the HCC2D Color Palette Pattern border

HCC2D does not run a separate error-correction process per plane. One combined bitstream is produced first, and plane extraction happens only afterward.

2. Conformance Basis

A conforming implementation produces codes decodable by the official HCC2D Decoder, available on [Google Play](#), [Huawei AppGallery](#), and the [App Store](#).

An implementation that claims conformance to this specification shall combine:

1. an HCC2D-specific layer defined by this document; and
2. a reused square-matrix coding layer whose behavior is compatible with QR Code / ISO/IEC 18004:2006 for all reused parts.

For interoperability with existing HCC2D decoders, the reused layer shall provide at least:

- Model-2-style square versions 1..40
- error-correction levels L, M, Q, H

- finder-pattern placement
- alignment-pattern placement from the coordinates listed in the HCC2D tables
- timing-pattern placement
- format-information generation and placement
- version-information generation and placement where applicable
- BYTE-mode data placement order in the inner matrix
- mask formulas for mask indices 0..7
- mask-penalty evaluation compatible with QR Code / ISO/IEC 18004:2006, except for the HCC2D-specific rule using the inverted plane 0 only in section 10
- Reed-Solomon parity generation and codeword interleaving compatible with QR Code / ISO/IEC 18004:2006, except for the HCC2D-specific total codeword counts and block multiplicities defined in sections 19 and 20

Therefore:

- this specification is not fully standalone
- an implementation that already has those reused QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible behaviors can implement interoperable HCC2D symbol generation from this specification
- an implementation that has this specification together with the QR Code specification for the reused parts has the information needed to implement interoperable HCC2D symbol generation

In practical terms, HCC2D is not a replacement for QR-style square-matrix construction. It is a color-capacity and framing layer built on top of a reused QR-compatible inner symbol. Therefore the normative HCC2D differences are concentrated in:

- payload framing
- total codeword capacities and block multiplicities
- bit-plane extraction and color interpretation
- input selection for the data masking algorithm: inverted plane 0 only
- function-module rendering rule
- HCC2D outer border semantics

A format or symbol may be referred to as HCC2D only if it conforms to this specification. Use of the name HCC2D to describe a non-conformant format or symbol is misleading and not sanctioned by this specification.

3. Encoding Parameters

A conforming HCC2D symbol-generation process is parameterized by at least these logical values:

- `payload`: required, non-empty byte array
- `mode`: `hcc2d4` or `hcc2d8`
- `ec_level`: one of `L`, `M`, `Q`, `H`
- `version`: `0` means auto-select; otherwise `1..40`
- `scale`: pixels per module for raster rendering, if raster output is produced
- `quiet_zone`: modules of white margin around the rendered symbol, if raster output is produced
- `palette_rgb`: optional RGB override

The first four parameters affect the logical HCC2D symbol. The last three affect visual rendering only.

Default values, user-interface behavior, and command-line conventions are outside the scope of this specification.

Additional parameter notes:

- `payload` is interpreted strictly as raw bytes
- this specification does not define text transcoding, multi-segment optimization, numeric mode, or alphanumeric mode
- `mode` determines the number of planes and the palette family
- `ec_level` selects the normative table row within the chosen version
- `version` controls capacity, inner dimension, alignment coordinates, and block structure
- `scale`, `quiet_zone`, and `palette_rgb` do not change the encoded logical bitstream

4. Symbol Geometry

For both HCC2D modes, version `v` uses an inner square grid of dimension:

$$N = 17 + 4*v$$

Examples:

- version `1` → `21 × 21`
- version `10` → `57 × 57`
- version `40` → `177 × 177`

The inner grid reuses finder-pattern, alignment-pattern, timing-pattern, format-information, and version-information structures that follow QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible rules.

HCC2D then adds its own one-module outer border on all four sides:

- inner dimension = N
- full dimension = $N + 2$

This HCC2D-specific outer border is the Color Palette Pattern.

The distinction between inner grid and full symbol is normative:

- all reused QR-compatible placement logic operates on the inner $N \times N$ matrix
- the HCC2D Color Palette Pattern sits outside that inner matrix
- rendering and raster output use the full $N + 2$ dimension

Therefore, whenever this document refers to function patterns, data placement, masking, or version geometry, those rules apply first to the inner matrix, and only afterward is the HCC2D border added.

5. Color Indices and Default Palettes

This section defines the color index bit layout for HCC2D4 and HCC2D8, the two standard Color Palette Models (Model 1 for screen display and Model 2 for print), the classification of palette models, and the rules for palette customization.

5.1 HCC2D4 — Color Palette Model 1 — Definition

HCC2D4 codes with Color Palette Model 1 shall use the following colors for palette indices 0..3. Luminance is approximate, computed as $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$.

Table 1 — HCC2D4 Color Palette, Model 1 (Screen)

Index	Color	RGB	Luminance (Y)
0	black	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	red	RGB(220, 0, 0)	≈ 66
2	cyan	RGB(0, 200, 220)	≈ 142
3	white	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

Color index bit layout:

- bit 1 = MSB plane
- bit 0 = LSB plane

Therefore:

- 00 → 0 → black
- 01 → 1 → red
- 10 → 2 → cyan
- 11 → 3 → white

The ordering is logical, not merely visual. Index 0 is the dark anchor and index 3 is the white anchor of the four-color family.

5.2 HCC2D8 — Color Palette Model 1 — Definition

HCC2D8 codes with Color Palette Model 1 shall use the following colors for palette indices 0..7. Luminance is approximate, computed as $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$.

Table 2 — HCC2D8 Color Palette, Model 1 (Screen)

Index	Color	RGB	Luminance (Y)
0	black	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	dark red	RGB(200, 0, 0)	≈ 60
2	dark green	RGB(0, 130, 0)	≈ 76
3	dark navy	RGB(0, 60, 180)	≈ 56
4	light cyan	RGB(0, 215, 235)	≈ 153
5	light yellow	RGB(255, 220, 50)	≈ 211
6	light magenta	RGB(255, 130, 230)	≈ 179
7	white	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

Color index bit layout:

- bit 2 = plane 0 / MSB plane
- bit 1 = plane 1
- bit 0 = plane 2 / LSB plane

Therefore the color index equals the 3-bit value formed from the three plane bits.

Again, the ordering is logical. Index 0 is the dark anchor and index 7 is the white anchor of the eight-color family.

5.3 Color Palette Model 1 – Design Rationale

The RGB values of Color Palette Model 1 (defined in sections 5.1 and 5.2) were deliberately chosen to avoid the extremes of the sRGB gamut, where different display profiles and hardware color gamuts diverge most. The decoder samples the Color Palette Pattern at runtime on the actual display screen — which may be sRGB, wide-gamut, AMOLED, or LCD, and is almost certainly uncalibrated. Near-boundary channel values (close to 0 or 255) are rendered differently across display types; by capping active channels at 200–220 rather than 255, the palette colors land in the interior of the sRGB gamut where different screens agree more reliably on the perceived color. This reduces cross-display color drift and improves the stability of color sampling during decoding.

This RGB capping choice also produces a luminance distribution consistent with the ordering requirement of section 5.9. For HCC2D8 (section 5.2), indices 0–3 (black, dark red, dark green, dark navy) all fall below the luminance midpoint ($Y < 128$), while indices 4–7 (light cyan, light yellow, light magenta, white) all fall above it ($Y > 128$). The gap between index 3 (dark navy, $Y \approx 56$) and index 4 (light cyan, $Y \approx 153$) is approximately 97 luminance units.

Color Palette Model 1 is the screen-validated baseline. It makes no claim to being optimal for print.

5.4 HCC2D4 – Color Palette Model 2 – Definition

For HCC2D4, all intermediate colors are single-ink. Yellow is excluded because it provides insufficient contrast with white paper:

Table 3 — HCC2D4 Color Palette, Model 2 (Print)

Index	Color	RGB	Ink Channels	Luminance (Y)
0	black	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	magenta	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
2	cyan	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
3	white	RGB(255, 255, 255)	no ink (paper)	≈ 255

5.5 HCC2D8 – Color Palette Model 2 – Definition

For HCC2D8, the palette exhausts all three single-ink CMYK primaries and their three binary full-saturation combinations. No three-ink combination is used:

Table 4 — HCC2D8 Color Palette, Model 2 (Print)

Index	Color	RGB	Ink Channels	Luminance (Y)
0	black	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	blue	RGB(0, 0, 255)	C + M (100%)	≈ 29
2	red	RGB(255, 0, 0)	M + Y (100%)	≈ 76
3	magenta	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
4	green	RGB(0, 255, 0)	C + Y (100%)	≈ 150
5	cyan	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
6	yellow	RGB(255, 255, 0)	Y	≈ 226
7	white	RGB(255, 255, 255)	no ink (paper)	≈ 255

5.6 Color Palette Model 2 — Design Rationale

Color Palette Model 2 is the print-optimized palette, defined for both HCC2D4 and HCC2D8. For print, the problem differs from screens: ink gamut, paper white point, and lighting conditions during scanning introduce different sources of variability. Color Palette Model 2 is built on the principle of minimizing the number of ink channels per module color. Single-ink colors are maximally stable across printers; each additional ink channel introduces dot gain interactions that vary with printer, paper, and ink density.

Both Color Palette Model 2 palettes satisfy the dark/light ordering of section 5.9. For HCC2D8, the split is particularly clear: indices 0-3 (black, blue, red, magenta) all fall below the luminance midpoint ($Y < 128$), while indices 4-7 (green, cyan, yellow, white) all fall above it ($Y > 128$), with a gap of approximately 45 luminance units between index 3 (magenta, $Y \approx 105$) and index 4 (green, $Y \approx 150$).

5.7 Color Palette Model Classification

HCC2D codes are classified by their color palette as follows. The model number is a property of the palette, not of the code format; the decoder is palette-agnostic.

- **Color Palette Model 1:** codes that use the exact default palette defined in sections 5.1 and 5.2. This is the standard, fully interoperable palette. Color Palette Model 1 has been validated to work well when codes are displayed on screens (computer monitors, smartphones, and similar devices). Any implementation that claims HCC2D conformance without further qualification implies Color Palette Model 1.
- **Color Palette Model 2:** codes that use the print-optimized palette defined in sections 5.4 and 5.5, covering both HCC2D4 and HCC2D8. Designed for print-and-scan workflows.

- **Invalid palette:** a palette that does not have black at index 0 or white at the last index. Codes using such a palette are not valid HCC2D codes. Conforming encoders shall reject such configurations (see section 5.8).
- **Non-standard / experimental palette:** a palette that keeps black at index 0 and white at the last index but uses different intermediate colors. Codes produced with such a palette may or may not be decodable, depending on how chromatically distinct the chosen colors are. The encoding implementation bears sole responsibility for any codes that fail to decode.

Color palette model numbers are assigned exclusively by this specification. Additional color palette models (Color Palette Model 3 and so on) may be defined in future versions of this specification as other color combinations are experimentally validated to perform well in specific use cases, such as computer-to-phone scanning or phone-to-phone scanning.

Palette modifications should be limited to experimental use. For production use, Color Palette Model 1 should be used when codes are to be displayed on screens (computer monitors, smartphones, and similar devices); Color Palette Model 2 should be used when codes must be printed.

Implementations that produce codes with a non-standard palette shall explicitly disclose this to their users, stating that the codes use a non-standard palette and may not be decodable by all HCC2D decoders.

5.8 Palette Override

The first palette entry and the last palette entry are normative anchors and shall not be changed:

- for `hcc2d4`, index 0 shall remain black and index 3 shall remain white
- for `hcc2d8`, index 0 shall remain black and index 7 shall remain white

Therefore:

- in `hcc2d4`, only indices 1 and 2 may be customized
- in `hcc2d8`, only indices 1 through 6 may be customized

When a palette override is provided:

- 4-color mode requires exactly 12 bytes ($4 * 3$)
- 8-color mode requires exactly 24 bytes ($8 * 3$)
- the byte layout is still the full palette in palette-index order, then RGB component order
- however, conforming encoders shall reject overrides whose first entry is not black or whose last entry is not white

Byte order is palette-entry order, then RGB component order:

- HCC2D4: R0 G0 B0 R1 G1 B1 R2 G2 B2 R3 G3 B3
- HCC2D8: R0 G0 B0 ... R7 G7 B7

Normative anchor values:

- `hcc2d4`: R0 G0 B0 = 0 0 0 and R3 G3 B3 = 255 255 255
- `hcc2d8`: R0 G0 B0 = 0 0 0 and R7 G7 B7 = 255 255 255

The symbol logic uses indices only. Custom RGB values do not affect codewords, bitstream construction, version selection, mask selection, or matrix layout, but they do affect rendered appearance.

Equivalently, HCC2D first determines a logical color index for each module and only then maps that index to an RGB triple for rendering.

5.9 Recommended Luminance Ordering for Customized Palettes

This subsection is advisory.

When a customized palette is used, implementations should preserve a darker lower half and a lighter upper half. This recommendation is motivated by the HCC2D mask-selection rule defined later in this specification.

HCC2D mask selection is not performed on the final full-color rendered symbol. Instead, mask selection is performed on a binary proxy derived from one bit-plane only:

- only plane 0 participates in mask selection
- for `hcc2d4`, plane 0 is the color most-significant bit
- for `hcc2d8`, plane 0 is the color most-significant bit (bit 2)
- that one plane is extracted from the final interleaved bitstream
- that plane is then inverted
- the reused QR-compatible mask penalty rules are evaluated on that inverted single-plane proxy

Therefore, only one bit per module directly influences mask choice.

This has an important practical consequence. The mask is chosen using QR-style binary penalty rules, but the final HCC2D symbol is a multi-color symbol. For the QR-style mask-selection process to remain meaningful for HCC2D, the binary proxy used for mask choice should still correlate reasonably well with the apparent darkness structure of the final rendered symbol.

That correlation is improved when lower palette indices are darker and higher palette indices are lighter. In that arrangement, the single plane used for mask selection still acts as a useful coarse approximation of how dark-versus-light regions are distributed in the final HCC2D symbol.

Therefore, palette customization should preserve a rendered luminance ordering in which the lower half is darker overall and the upper half is lighter overall, consistent with the logical significance ordering of the color indices.

In practical terms:

- lower palette indices should correspond to darker colors
- higher palette indices should correspond to lighter colors
- the first entry shall remain black
- the last entry shall remain white

Recommended ordering for `hcc2d4`:

- index `0` shall be black
- index `1` should be visually darker than index `2`
- index `3` shall be white
- as a 4-color family-level guideline, indices `0` and `1` should form the darker half of the palette and indices `2` and `3` should form the lighter half

Recommended ordering for `hcc2d8`:

- index `0` shall be black
- index `7` shall be white
- indices `1`, `2`, and `3` should fall in the darker half of the palette
- indices `4`, `5`, and `6` should fall in the lighter half of the palette
- as an 8-color family-level guideline, indices `0` through `3` should be darker overall than indices `4` through `7`

This recommendation does not change symbol logic, because HCC2D uses palette indices rather than luminance values when constructing the symbol. A palette that violates the recommended darker-lower / lighter-upper balance may still produce decodable symbols. However, doing so weakens the intended relationship between:

- the proxy used during mask selection
- the apparent darkness distribution of the final rendered symbol
- the visual stability of the customized palette across different scanning conditions

If that dark-versus-light balance is preserved, the reused QR-style mask rules remain a reasonable and useful heuristic for HCC2D as well.

If that balance is not preserved:

- the encoder may still generate valid symbols
- decoders may still successfully decode those symbols
- but the selected mask is then optimized for the binary QR-style proxy rather than for a final color arrangement whose perceived darkness follows the same structure

In that case, mask selection still works in the narrow sense that a mask is chosen and the resulting symbol may remain decodable, but the QR-style penalty model becomes less representative of the visual properties of the actual HCC2D symbol.

For that reason, a customized palette should preserve darker colors in the lower indices and lighter colors in the higher indices.

6. Payload Framing

HCC2D payload framing uses one BYTE segment.

- segment marker bits: `0100`
- count field width: 16 bits in both HCC2D modes, for all versions
- count value: payload length in bytes
- payload bytes: appended verbatim, 8 bits each, most-significant bit first

The logical payload bitstream before termination is:

```
0100 || byte_count_16 || payload_bytes
```

Termination bits, byte alignment, pad bytes, Reed-Solomon parity generation, and final interleaving follow QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible rules, except where this specification explicitly defines HCC2D-specific behavior.

Important consequences of this framing rule:

- the count field is always sixteen bits for HCC2D, regardless of version
- the count value is a byte count, not a bit count and not a character count
- the payload bytes are appended verbatim in most-significant-bit-first order
- this specification defines exactly one BYTE segment per HCC2D symbol

7. Version Selection

If a version is explicitly specified, it shall be used only if the payload fits.

If automatic version selection is used, the smallest fitting version shall be selected.

For a given HCC2D mode, version, and error-correction level:

- `total_codewords`, `data_codewords`, `ec_codewords`, and block layout are given by the explicit HCC2D tables in sections 19 and 20
- a payload fits iff its framed bitstream can be terminated and padded into exactly `data_codewords` bytes

For this purpose, the framed bitstream length before termination is:

$$4 + 16 + 8 * \text{payload_length}$$

where `4` is the BYTE mode indicator and `16` is the HCC2D byte-count field width.

A payload fits when that framed bitstream can be:

1. optionally terminated by up to four zero bits
2. padded with zero bits to the next byte boundary
3. padded with alternating pad bytes until the exact data-codeword capacity is reached

without exceeding the available data-codeword count for the selected mode, version, and error-correction level.

8. HCC2D Codeword Organization

The HCC2D parameter tables in sections 19 and 20 are normative.

Error-correction structure follows ISO/IEC 18004:2006-compatible rules, except where this specification explicitly defines HCC2D-specific behavior.

Each table row gives:

- `dim`: inner dimension
- `align`: alignment-pattern center coordinates
- `total`: total codewords
- `data`: data codewords
- `ec`: error-correction codewords
- `ecpb`: error-correction codewords per block
- `blocks`: block multiplicities and data codewords per block

Those values fully determine the HCC2D codeword organization for each version and level.

For `hcc2d4`, the total codeword count for each version and level is exactly twice the corresponding reused QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible base structure.

For `hcc2d8`, the total codeword count for each version and level is exactly three times the corresponding reused QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible base structure.

More precisely:

- `hcc2d4` keeps the reused QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible codewords-per-block values and doubles the block multiplicities
- `hcc2d8` keeps the reused QR Code / ISO/IEC 18004:2006-compatible codewords-per-block values and triples the block multiplicities

This is the mechanism by which HCC2D increases total bit capacity while continuing to use reused QR-compatible Reed-Solomon procedures.

9. Plane Construction

Let the final interleaved codeword bitstream be `B`.

Plane construction is performed only after:

- data codewords have been formed
- error-correction codewords have been generated
- final interleaving has been completed

HCC2D does not create separate error-correction streams per plane. Instead, one combined final bitstream is produced first and then split by stride into planes.

9.1 HCC2D4 — Two planes

`hcc2d4` uses two planes.

Plane extraction is by bit deinterleaving from the final bitstream:

- plane 0 takes bits at positions `0, 2, 4, ...`
- plane 1 takes bits at positions `1, 3, 5, ...`

Plane 0 is the MSB plane. Plane 1 is the LSB plane.

Data module color index:

```
color = (plane0_bit << 1) | plane1_bit
```

Equivalently, if the final interleaved bitstream is `B[0], B[1], B[2], ...`, then symbol module colors are driven by bit pairs:

```
(B[0], B[1]), (B[2], B[3]), (B[4], B[5]), ...
```

9.2 HCC2D8 — Three planes

`hcc2d8` uses three planes.

Plane extraction is:

- plane 0 takes bits at positions 0, 3, 6, ...
- plane 1 takes bits at positions 1, 4, 7, ...
- plane 2 takes bits at positions 2, 5, 8, ...

Plane 0 is the MSB plane. Plane 2 is the LSB plane.

Data module color index:

```
color = (plane0_bit << 2) | (plane1_bit << 1) | plane2_bit
```

Equivalently, if the final interleaved bitstream is $B[0]$, $B[1]$, $B[2]$, ..., then symbol module colors are driven by bit triples:

```
(B[0], B[1], B[2]), (B[3], B[4], B[5]), (B[6], B[7], B[8]), ...
```

The plane order is normative and shall not be permuted. In `hcc2d4`, plane 0 is the most-significant bit and plane 1 is the least-significant bit. In `hcc2d8`, plane 0 is bit 2, plane 1 is bit 1, and plane 2 is bit 0.

10. Mask Selection

A single mask pattern in 0..7 shall be used for all planes of a symbol.

Mask selection follows ISO/IEC 18004:2006-compatible rules, except where this specification explicitly defines HCC2D-specific behavior.

HCC2D-specific behavior for candidate evaluation:

- build a proxy bitstream from plane 0 only
- invert every bit of that plane-0 stream
- use that inverted stream for mask-penalty evaluation

Mask selection procedure:

1. for each candidate mask index in 0..7, apply that mask to the inverted plane-0 bitstream and build a candidate inner matrix from it
2. compute the mask penalty on that candidate matrix
3. select the mask index with minimum penalty

Tie-breaking is by first minimum encountered, i.e. lowest mask index.

Once the winning mask index is chosen, that one index shall be reused for every plane of the symbol. HCC2D does not choose different mask patterns for different planes.

11. Inner-Matrix Construction

Each plane is converted into an inner matrix using the chosen version and the chosen common mask pattern.

Important: all planes use the same function pattern geometry, the same version, the same format bits, and the same mask index. They differ only in data bits.

This document does not restate the reused finder-pattern, alignment-pattern, timing-pattern, format-information, version-information, Reed-Solomon, or mask formulas in full.

Thus, inner-matrix construction for HCC2D can be understood as repeated QR-compatible matrix construction over the same geometry, once per plane, with only the plane bitstream changing from one pass to the next.

12. Function Module Coloring

For `hcc2d4` and `hcc2d8`, data modules use the multi-plane color mapping described above, but function modules are rendered only in black and white:

- if plane 0 at that function-module coordinate is `1`, render black
- otherwise render white

In practice this is safe because function modules are identical across all planes.

This rule applies to all reused structural modules in the inner matrix, including finder patterns, alignment patterns, timing patterns, format information, and version information where applicable.

13. Color Palette Pattern

The Color Palette Pattern must be implemented exactly as specified: decoders sample its modules to reconstruct the color palette. A decoder has no prior knowledge of the palette colors, except that the first entry is black and the last is white. The Color Palette Pattern is therefore necessary for decoding.

Let the inner dimension be `N`.

The HCC2D border sits one module outside the inner grid:

- top border row is at logical row `-1`
- bottom border row is at logical row `N`
- left border column is at logical column `-1`
- right border column is at logical column `N`

The HCC2D code shifts those logical coordinates by +1 in both axes, producing a $(N+2) \times (N+2)$ grid.

The Color Palette Pattern is a structural part of HCC2D, not optional ornamentation. Its geometry and color-index order are part of the format definition.

13.1 Color Palette Pattern period

- `hcc2d4`: period $P = 4$
- `hcc2d8`: period $P = 8$

The active spans on each edge cycle through all P palette indices repeatedly. The exact formula for each edge, including the starting index and cycling direction, is given in section 13.2.

The cycle is defined in terms of logical palette indices, not literal RGB values.

13.2 Exact Color Palette Pattern color formulas

Let `row` and `col` be logical coordinates in the border coordinate system described above.

The Color Palette Pattern border shall use these exact rules:

1. Top edge: if `row == -1` and $8 \leq \text{col} < N - 8$, then `color = (col - 8) mod P`
2. Bottom edge: if `row == N` and $8 \leq \text{col} < N$, then `color = (col - 8) mod P`
3. Left edge: if `col == -1`, let `start = N - 9`. If $8 \leq \text{row} \leq \text{start}$, then `color = (start - row) mod P`
4. Right edge: if `col == N` and $8 \leq \text{row} < N$, then `color = (row - 8) mod P`
5. All remaining border cells: `color = P - 1`

This means the non-cycling border cells, including corners and excluded spans near the finder patterns, are always the highest palette index:

- `3` for HCC2D4 → white
- `7` for HCC2D8 → white

13.3 Color Palette Pattern replicas by mode

Not all border modules carry palette colors. Modules at the corners and near the finder patterns are fixed white (`color = P - 1`, as defined in section 13.2). The length of the segment that cyclically replicates the palette colors on each edge is:

- top edge: $N - 16$ modules
- bottom edge: $N - 8$ modules
- left edge: $N - 16$ modules
- right edge: $N - 8$ modules

For HCC2D8 ($P = 8$), the same lengths apply.

The exact sequence per edge — including starting index and direction — is determined by the formulas in section 13.2. The top, bottom, and right edges increment with their scan coordinate. On the left edge the palette index decreases with increasing row; the exact starting index at each version is given by the formula in section 13.2.

13.4 Decoder-facing interpretation

The decoder samples these strips to recover palette statistics. Therefore the border is part of the symbol format, not merely a decoration.

Any implementation that changes the span geometry, cycling direction, or fallback white cells of the Color Palette Pattern would generate a non-conformant symbol.

14. Rendered Output Coordinates

This section defines raster rendering of a logical HCC2D symbol. The logical symbol is fully defined without fixing any particular pixel size.

14.1 Module coordinates

For HCC2D modes:

- full module grid size = $N + 2$
- inner module (x, y) maps to rendered module $(x + 1, y + 1)$

14.2 Quiet zone

The rasterized image adds `quiet_zone` modules of background color on all four sides.

Background color index:

- HCC2D4: 3 (white)
- HCC2D8: 7 (white)

14.3 Image size in pixels

Let F be the full module dimension:

$$F = N + 2$$

Then:

- image width = $(F + 2 * \text{quiet_zone}) * \text{scale}$
- image height = same

Each logical module is rasterized as a `scale × scale` solid-color square.

For HCC2D symbols, the quiet zone uses the highest palette index:

- 3 for `hcc2d4`
- 7 for `hcc2d8`

Under the default palettes, this corresponds to white.

15. Decoder-Relevant Structural Rules

15.1 HCC2D count field

The BYTE count field is 16 bits in both HCC2D modes.

15.2 Plane order

For 4-color HCC2D:

- plane 0 is the color MSB
- plane 1 is the color LSB

For 8-color HCC2D:

- plane 0 is the color MSB (bit 2)
- plane 1 is bit 1
- plane 2 is the color LSB (bit 0)

15.3 Common mask

All planes must use the same mask pattern.

These rules are decoder-relevant because a decoder that assumes QR-style variable BYTE count-field widths, a different plane significance order, or independent per-plane masks would not correctly interpret a conforming HCC2D symbol.

16. Encoding Procedure

A conforming HCC2D encoding procedure shall perform the following steps:

1. Validate inputs.
2. Select symbol family (`hcc2d4` or `hcc2d8`).
3. Select error-correction level (`L/M/Q/H`).
4. Choose version: use the explicitly specified version if it fits; otherwise, when automatic selection is used, choose the smallest fitting version.
5. Build logical payload bitstream: `0100 || byte_count_16 || payload_bytes`

6. Determine family-specific capacity and block layout from the explicit HCC2D table for the chosen mode, version, and level.
7. Apply termination and pad bytes.
8. Generate parity and interleave codewords using the reused error-correction structure.
9. Split the final bitstream into 2 or 3 planes by strided extraction.
10. Select one common mask index: for HCC2D modes, evaluate penalties using inverted plane 0 only.
11. Build one inner matrix per plane using the common version, EC level, and mask.
12. Render data modules:
 - HCC2D4: color index from 2 plane bits
 - HCC2D8: color index from 3 plane bits
13. Render function modules as black/white from plane 0.
14. Add the exact one-module Color Palette Pattern border using the coordinate formulas in section 13.
15. Add white quiet zone.
16. Rasterize modules into pixels if a raster image output is needed.

The order of operations matters. In particular:

- error correction and interleaving occur before plane extraction
- mask selection occurs once and is shared by all planes
- inner-matrix construction occurs before the Color Palette Pattern border is added
- the quiet zone is outside the full HCC2D symbol and is not part of the logical payload structure

17. Optional HCC2DF Payload Wrapper

This section does not define the HCC2D code itself.

It defines an optional payload-wrapper format, `HCC2DF`, that may be used before HCC2D symbol encoding when the application wants to carry a filename together with file content. When used, the HCC2DF byte stream becomes the payload defined in sections 3, 6, and 16 of this specification.

`HCC2DF` is an application-level wrapper layered on top of HCC2D payload bytes. It is not part of the HCC2D symbol geometry or color logic.

17.1 HCC2DF byte layout

The HCC2DF payload bytes are:

1. ASCII magic: "HCC2DF" → 6 bytes
2. wrapper version byte: 0x01
3. compression flag byte:
 - 0x00 = raw content
 - 0x01 = zlib-compressed content
4. filename length: 1 byte
5. filename bytes: UTF-8, exactly filename_length bytes
6. content bytes: raw file bytes or compressed file bytes

No checksum field, footer, or nested metadata structure is defined by this wrapper.

17.2 Filename constraints

- filename must be non-empty
- filename must be at most 127 UTF-8 bytes
- filename must not contain /
- filename must not contain \

17.3 Compression rule

If compression is attempted, the content is compressed using zlib `compress2(..., Z_DEFAULT_COMPRESSION)`.

Compression should be used only if all of the following are true:

- compression succeeds
- original file size is at least 128 bytes
- compressed size is strictly less than 90% of original size

Otherwise raw file bytes should be stored and the compression flag should be 0x00.

The 128-byte minimum reflects the fixed overhead that zlib compression always introduces. The zlib wrapper alone adds 6 bytes (2-byte header + 4-byte Adler-32 checksum). On top of that, deflate block headers add further overhead: a stored block adds 5 bytes, and a dynamic Huffman block adds the code table description, which can be 20–50 bytes for small inputs — giving a realistic total overhead of around 36 bytes. To see why 128 bytes is the right threshold, consider the two cases:

- **64-byte input:** budget to pass 90% rule = $64 \times 0.9 - 36 = 21.6$ bytes left for actual data — the content must compress to ~34%, achievable only for highly repetitive sequences.
- **128-byte input:** budget = $128 \times 0.9 - 36 = 79$ bytes left for actual data — the content must compress to ~62%, which is realistic for typical text, JSON, or URLs.

Below 128 bytes the overhead consumes so much of the available budget that compression is unlikely to produce a meaningful result for any real-world payload.

This rule prefers compression only when it gives a clear size benefit. Implementations may use a different threshold (e.g. 95%) but this is not recommended: a higher threshold means compressing data that saves only a few percent of space, which is not a meaningful benefit — storing the raw bytes is simpler and the result may be practically almost the same size. In any case, implementations that deviate from this recommendation will still produce codes decodable by the official HCC2D Decoder, as long as the compression flag and the content remain coherent: if the flag is `0x01` the content must be valid zlib-compressed data; if the flag is `0x00` the content must be the raw bytes.

17.4 Scope relationship to HCC2D

HCC2DF is an optional wrapper carried inside HCC2D payload bytes. It is not part of the HCC2D code structure, color encoding, codeword organization, or symbol geometry.

18. Implementation Recommendations

The following are advisory recommendations for implementors. They are not normative requirements of this specification. Normative requirements elsewhere in this specification are expressed using the terms "shall" and "shall not"; this section uses "should" and "should not" for advisory guidance.

Recommended error-correction level: For HCC2D codes, levels **Q** or **M** should be used. Level L should not be used for general use. Level H provides maximum robustness at the cost of significantly reduced payload capacity.

Recommended mode: For production use, **hcc2d4** should be used. **hcc2d8** offers greater payload capacity but requires more chromatically consistent display and scanning conditions.

Print and production quality: For printed production-use codes:

- A lossless output format (PNG, SVG, or PDF) should be used. Lossy formats such as JPEG introduce compression artifacts that corrupt module colors.
- Each module should be rendered as a solid color block; halftoning should not be used.
- The aspect ratio should not be stretched, squeezed, or distorted.
- Blur, antialiasing, and resampling should not be applied after rasterization.
- The module size should be at least 0.5 mm ([GS1 target X-dimension for QR Code](#)), or preferably around 1 mm for improved reliability. Smaller modules reduce color differentiation during decoding.

19. Explicit HCC2D4 Parameter Table

The following values are the HCC2D4 version parameters. They are the complete HCC2D4 totals and block layouts.

Table field meanings:

- `Vn`: HCC2D version number.
- `dim`: inner symbol dimension in modules, excluding the one-module HCC2D Color Palette Pattern border.
- `align`: alignment-pattern center coordinates on the inner grid. An empty list means that no alignment patterns are present.
- `L`, `M`, `Q`, `H`: error-correction levels.
- `total`: total number of codewords in the symbol for that version and error-correction level.
- `data`: total number of data codewords in the symbol for that version and error-correction level.
- `ec`: total number of error-correction codewords in the symbol for that version and error-correction level.
- `ecpb`: error-correction codewords per block.
- `blocks=a x b`: `a` Reed-Solomon blocks, each carrying `b` data codewords and `ecpb` error-correction codewords.
- `blocks=a x b, c x d`: two block groups; the first has `a` blocks of `b` data codewords each, and the second has `c` blocks of `d` data codewords each. Every block in both groups carries the same `ecpb` error-correction codewords.

Worked example:

```
V1 dim=21 align=[]
L: total=52 data=38 ec=14 ecpb=7 blocks=2 x 19
```

means:

- version `1`
- inner grid `21 x 21`
- no alignment patterns
- at error-correction level `L`
- `52` total codewords in the symbol
- `38` data codewords
- `14` error-correction codewords
- `2` Reed-Solomon blocks

- each block contains 19 data codewords and 7 error-correction codewords

The HCC2D8 table below uses exactly the same field meanings.

Table 5 — HCC2D4 Version Parameters

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	52	38	14	7	2 × 19
			M	52	32	20	10	2 × 16
			Q	52	26	26	13	2 × 13
			H	52	18	34	17	2 × 9
V2	25	6, 18	L	88	68	20	10	2 × 34
			M	88	56	32	16	2 × 28
			Q	88	44	44	22	2 × 22
			H	88	32	56	28	2 × 16
V3	29	6, 22	L	140	110	30	15	2 × 55
			M	140	88	52	26	2 × 44
			Q	140	68	72	18	4 × 17
			H	140	52	88	22	4 × 13
V4	33	6, 26	L	200	160	40	20	2 × 80
			M	200	128	72	18	4 × 32
			Q	200	96	104	26	4 × 24
			H	200	72	128	16	8 × 9
V5	37	6, 30	L	268	216	52	26	2 × 108
			M	268	172	96	24	4 × 43
			Q	268	124	144	18	4 × 15, 4 × 16
			H	268	92	176	22	4 × 11, 4 × 12
V6	41	6, 34	L	344	272	72	18	4 × 68
			M	344	216	128	16	8 × 27
			Q	344	152	192	24	8 × 19
			H	344	120	224	28	8 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	392	312	80	20	4 × 78
			M	392	248	144	18	8 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	392	176	216	18	4 × 14, 8 × 15
			H	392	132	260	26	8 × 13, 2 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	484	388	96	24	4 × 97
			M	484	308	176	22	4 × 38, 4 × 39
			Q	484	220	264	22	8 × 18, 4 × 19
			H	484	172	312	26	8 × 14, 4 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	584	464	120	30	4 × 116
			M	584	364	220	22	6 × 36, 4 × 37
			Q	584	264	320	20	8 × 16, 8 × 17
			H	584	200	384	24	8 × 12, 8 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	692	548	144	18	4 × 68, 4 × 69
			M	692	432	260	26	8 × 43, 2 × 44
			Q	692	308	384	24	12 × 19, 4 × 20
			H	692	244	448	28	12 × 15, 4 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	808	648	160	20	8 × 81
			M	808	508	300	30	2 × 50, 8 × 51
			Q	808	360	448	28	8 × 22, 8 × 23
			H	808	280	528	24	6 × 12, 16 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	932	740	192	24	4 × 92, 4 × 93
			M	932	580	352	22	12 × 36, 4 × 37
			Q	932	412	520	26	8 × 20, 12 × 21
			H	932	316	616	28	14 × 14, 8 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1064	856	208	26	8 × 107
			M	1064	668	396	22	16 × 37, 2 × 38
			Q	1064	488	576	24	16 × 20, 8 × 21
			H	1064	360	704	22	24 × 11, 8 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1162	922	240	30	6 × 115, 2 × 116

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	1162	730	432	24	8 × 40, 10 × 41
			Q	1162	522	640	20	22 × 16, 10 × 17
			H	1162	394	768	24	22 × 12, 10 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1310	1046	264	22	10 × 87, 2 × 88
			M	1310	830	480	24	10 × 41, 10 × 42
			Q	1310	590	720	30	10 × 24, 14 × 25
			H	1310	446	864	24	22 × 12, 14 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	1466	1178	288	24	10 × 98, 2 × 99
			M	1466	906	560	28	14 × 45, 6 × 46
			Q	1466	650	816	24	30 × 19, 4 × 20
			H	1466	506	960	30	6 × 15, 26 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	1630	1294	336	28	2 × 107, 10 × 108
			M	1630	1014	616	28	20 × 46, 2 × 47
			Q	1630	734	896	28	2 × 22, 30 × 23
			H	1630	566	1064	28	4 × 14, 34 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	1802	1442	360	30	10 × 120, 2 × 121
			M	1802	1126	676	26	18 × 43, 8 × 44
			Q	1802	794	1008	28	34 × 22, 2 × 23
			H	1802	626	1176	28	4 × 14, 38 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	1982	1590	392	28	6 × 113, 8 × 114
			M	1982	1254	728	26	6 × 44, 22 × 45
			Q	1982	890	1092	26	34 × 21, 8 × 22
			H	1982	682	1300	26	18 × 13, 32 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	2170	1722	448	28	6 × 107, 10 × 108
			M	2170	1338	832	26	6 × 41, 26 × 42

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	2170	970	1200	30	30 × 24, 10 × 25
			H	2170	770	1400	28	30 × 15, 20 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	2312	1864	448	28	8 × 116, 8 × 117
			M	2312	1428	884	26	34 × 42
			Q	2312	1024	1288	28	34 × 22, 12 × 23
			H	2312	812	1500	30	38 × 16, 12 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	2516	2012	504	28	4 × 111, 14 × 112
			M	2516	1564	952	28	34 × 46
			Q	2516	1136	1380	30	14 × 24, 32 × 25
			H	2516	884	1632	24	68 × 13
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	2728	2188	540	30	8 × 121, 10 × 122
			M	2728	1720	1008	28	8 × 47, 28 × 48
			Q	2728	1228	1500	30	22 × 24, 28 × 25
			H	2728	928	1800	30	32 × 15, 28 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	2948	2348	600	30	12 × 117, 8 × 118
			M	2948	1828	1120	28	12 × 45, 28 × 46
			Q	2948	1328	1620	30	22 × 24, 32 × 25
			H	2948	1028	1920	30	60 × 16, 4 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	3176	2552	624	26	16 × 106, 8 × 107
			M	3176	2000	1176	28	16 × 47, 26 × 48
			Q	3176	1436	1740	30	14 × 24, 44 × 25
			H	3176	1076	2100	30	44 × 15, 26 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	3412	2740	672	28	20 × 114, 4 × 115
			M	3412	2124	1288	28	38 × 46, 8 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	3412	1508	1904	28	56 × 22, 12 × 23
			H	3412	1192	2220	30	66 × 16, 8 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	3656	2936	720	30	16 × 122, 8 × 123
			M	3656	2256	1400	28	44 × 45, 6 × 46
			Q	3656	1616	2040	30	16 × 23, 52 × 24
			H	3656	1256	2400	30	24 × 15, 56 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	3842	3062	780	30	6 × 117, 20 × 118
			M	3842	2386	1456	28	6 × 45, 46 × 46
			Q	3842	1742	2100	30	8 × 24, 62 × 25
			H	3842	1322	2520	30	22 × 15, 62 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	4102	3262	840	30	14 × 116, 14 × 117
			M	4102	2534	1568	28	42 × 45, 14 × 46
			Q	4102	1822	2280	30	2 × 23, 74 × 24
			H	4102	1402	2700	30	38 × 15, 52 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	4370	3470	900	30	10 × 115, 20 × 116
			M	4370	2746	1624	28	38 × 47, 20 × 48
			Q	4370	1970	2400	30	30 × 24, 50 × 25
			H	4370	1490	2880	30	46 × 15, 50 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	4646	3686	960	30	26 × 115, 6 × 116
			M	4646	2910	1736	28	4 × 46, 58 × 47
			Q	4646	2066	2580	30	84 × 24, 2 × 25
			H	4646	1586	3060	30	46 × 15, 56 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	4930	3910	1020	30	34 × 115
			M	4930	3082	1848	28	20 × 46, 46 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	4930	2230	2700	30	20 × 24, 70 × 25
			H	4930	1690	3240	30	38 × 15, 70 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	5222	4142	1080	30	34 × 115, 2 × 116
			M	5222	3262	1960	28	28 × 46, 42 × 47
			Q	5222	2342	2880	30	58 × 24, 38 × 25
			H	5222	1802	3420	30	22 × 15, 92 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	5522	4382	1140	30	26 × 115, 12 × 116
			M	5522	3450	2072	28	28 × 46, 46 × 47
			Q	5522	2462	3060	30	88 × 24, 14 × 25
			H	5522	1922	3600	30	118 × 16, 2 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	5752	4612	1140	30	24 × 121, 14 × 122
			M	5752	3624	2128	28	24 × 47, 52 × 48
			Q	5752	2572	3180	30	78 × 24, 28 × 25
			H	5752	1972	3780	30	44 × 15, 82 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	6068	4868	1200	30	12 × 121, 28 × 122
			M	6068	3828	2240	28	12 × 47, 68 × 48
			Q	6068	2708	3360	30	92 × 24, 20 × 25
			H	6068	2108	3960	30	4 × 15, 128 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	6392	5132	1260	30	34 × 122, 8 × 123
			M	6392	3984	2408	28	58 × 46, 28 × 47
			Q	6392	2852	3540	30	98 × 24, 20 × 25
			H	6392	2192	4200	30	48 × 15, 92 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	6724	5404	1320	30	8 × 122, 36 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	6724	4204	2520	28	26 × 46, 64 × 47
			Q	6724	3004	3720	30	96 × 24, 28 × 25
			H	6724	2284	4440	30	84 × 15, 64 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	7064	5624	1440	30	40 × 117, 8 × 118
			M	7064	4432	2632	28	80 × 47, 14 × 48
			Q	7064	3164	3900	30	86 × 24, 44 × 25
			H	7064	2444	4620	30	20 × 15, 134 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	7412	5912	1500	30	38 × 118, 12 × 119
			M	7412	4668	2744	28	36 × 47, 62 × 48
			Q	7412	3332	4080	30	68 × 24, 68 × 25
			H	7412	2552	4860	30	40 × 15, 122 × 16

Parameters derived from QR Code (ISO/IEC 18004:2006) by applying the HCC2D color encoding multiplier.

20. Explicit HCC2D8 Parameter Table

The following values are the HCC2D8 version parameters. They are the complete HCC2D8 totals and block layouts.

Table 6 — HCC2D8 Version Parameters

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	78	57	21	7	3 × 19
			M	78	48	30	10	3 × 16
			Q	78	39	39	13	3 × 13
			H	78	27	51	17	3 × 9
V2	25	6, 18	L	132	102	30	10	3 × 34
			M	132	84	48	16	3 × 28
			Q	132	66	66	22	3 × 22
			H	132	48	84	28	3 × 16
V3	29	6, 22	L	210	165	45	15	3 × 55
			M	210	132	78	26	3 × 44
			Q	210	102	108	18	6 × 17
			H	210	78	132	22	6 × 13
V4	33	6, 26	L	300	240	60	20	3 × 80
			M	300	192	108	18	6 × 32
			Q	300	144	156	26	6 × 24
			H	300	108	192	16	12 × 9
V5	37	6, 30	L	402	324	78	26	3 × 108
			M	402	258	144	24	6 × 43
			Q	402	186	216	18	6 × 15, 6 × 16
			H	402	138	264	22	6 × 11, 6 × 12
V6	41	6, 34	L	516	408	108	18	6 × 68
			M	516	324	192	16	12 × 27
			Q	516	228	288	24	12 × 19
			H	516	180	336	28	12 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	588	468	120	20	6 × 78
			M	588	372	216	18	12 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	588	264	324	18	6 × 14, 12 × 15
			H	588	198	390	26	12 × 13, 3 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	726	582	144	24	6 × 97
			M	726	462	264	22	6 × 38, 6 × 39
			Q	726	330	396	22	12 × 18, 6 × 19
			H	726	258	468	26	12 × 14, 6 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	876	696	180	30	6 × 116
			M	876	546	330	22	9 × 36, 6 × 37
			Q	876	396	480	20	12 × 16, 12 × 17
			H	876	300	576	24	12 × 12, 12 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	1038	822	216	18	6 × 68, 6 × 69
			M	1038	648	390	26	12 × 43, 3 × 44
			Q	1038	462	576	24	18 × 19, 6 × 20
			H	1038	366	672	28	18 × 15, 6 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	1212	972	240	20	12 × 81
			M	1212	762	450	30	3 × 50, 12 × 51
			Q	1212	540	672	28	12 × 22, 12 × 23
			H	1212	420	792	24	9 × 12, 24 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	1398	1110	288	24	6 × 92, 6 × 93
			M	1398	870	528	22	18 × 36, 6 × 37
			Q	1398	618	780	26	12 × 20, 18 × 21
			H	1398	474	924	28	21 × 14, 12 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1596	1284	312	26	12 × 107
			M	1596	1002	594	22	24 × 37, 3 × 38

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	1596	732	864	24	24 × 20, 12 × 21
			H	1596	540	1056	22	36 × 11, 12 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1743	1383	360	30	9 × 115, 3 × 116
			M	1743	1095	648	24	12 × 40, 15 × 41
			Q	1743	783	960	20	33 × 16, 15 × 17
			H	1743	591	1152	24	33 × 12, 15 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1965	1569	396	22	15 × 87, 3 × 88
			M	1965	1245	720	24	15 × 41, 15 × 42
			Q	1965	885	1080	30	15 × 24, 21 × 25
			H	1965	669	1296	24	33 × 12, 21 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	2199	1767	432	24	15 × 98, 3 × 99
			M	2199	1359	840	28	21 × 45, 9 × 46
			Q	2199	975	1224	24	45 × 19, 6 × 20
			H	2199	759	1440	30	9 × 15, 39 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	2445	1941	504	28	3 × 107, 15 × 108
			M	2445	1521	924	28	30 × 46, 3 × 47
			Q	2445	1101	1344	28	3 × 22, 45 × 23
			H	2445	849	1596	28	6 × 14, 51 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	2703	2163	540	30	15 × 120, 3 × 121

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	2703	1689	1014	26	27 × 43, 12 × 44
			Q	2703	1191	1512	28	51 × 22, 3 × 23
			H	2703	939	1764	28	6 × 14, 57 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	2973	2385	588	28	9 × 113, 12 × 114
			M	2973	1881	1092	26	9 × 44, 33 × 45
			Q	2973	1335	1638	26	51 × 21, 12 × 22
			H	2973	1023	1950	26	27 × 13, 48 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	3255	2583	672	28	9 × 107, 15 × 108
			M	3255	2007	1248	26	9 × 41, 39 × 42
			Q	3255	1455	1800	30	45 × 24, 15 × 25
			H	3255	1155	2100	28	45 × 15, 30 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	3468	2796	672	28	12 × 116, 12 × 117
			M	3468	2142	1326	26	51 × 42
			Q	3468	1536	1932	28	51 × 22, 18 × 23
			H	3468	1218	2250	30	57 × 16, 18 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	3774	3018	756	28	6 × 111, 21 × 112
			M	3774	2346	1428	28	51 × 46
			Q	3774	1704	2070	30	21 × 24, 48 × 25
			H	3774	1326	2448	24	102 × 13

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	4092	3282	810	30	12 × 121, 15 × 122
			M	4092	2580	1512	28	12 × 47, 42 × 48
			Q	4092	1842	2250	30	33 × 24, 42 × 25
			H	4092	1392	2700	30	48 × 15, 42 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	4422	3522	900	30	18 × 117, 12 × 118
			M	4422	2742	1680	28	18 × 45, 42 × 46
			Q	4422	1992	2430	30	33 × 24, 48 × 25
			H	4422	1542	2880	30	90 × 16, 6 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	4764	3828	936	26	24 × 106, 12 × 107
			M	4764	3000	1764	28	24 × 47, 39 × 48
			Q	4764	2154	2610	30	21 × 24, 66 × 25
			H	4764	1614	3150	30	66 × 15, 39 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	5118	4110	1008	28	30 × 114, 6 × 115
			M	5118	3186	1932	28	57 × 46, 12 × 47
			Q	5118	2262	2856	28	84 × 22, 18 × 23
			H	5118	1788	3330	30	99 × 16, 12 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	5484	4404	1080	30	24 × 122, 12 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	5484	3384	2100	28	66 × 45, 9 × 46
			Q	5484	2424	3060	30	24 × 23, 78 × 24
			H	5484	1884	3600	30	36 × 15, 84 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	5763	4593	1170	30	9 × 117, 30 × 118
			M	5763	3579	2184	28	9 × 45, 69 × 46
			Q	5763	2613	3150	30	12 × 24, 93 × 25
			H	5763	1983	3780	30	33 × 15, 93 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	6153	4893	1260	30	21 × 116, 21 × 117
			M	6153	3801	2352	28	63 × 45, 21 × 46
			Q	6153	2733	3420	30	3 × 23, 111 × 24
			H	6153	2103	4050	30	57 × 15, 78 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	6555	5205	1350	30	15 × 115, 30 × 116
			M	6555	4119	2436	28	57 × 47, 30 × 48
			Q	6555	2955	3600	30	45 × 24, 75 × 25
			H	6555	2235	4320	30	69 × 15, 75 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	6969	5529	1440	30	39 × 115, 9 × 116
			M	6969	4365	2604	28	6 × 46, 87 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	6969	3099	3870	30	126 × 24, 3 × 25
			H	6969	2379	4590	30	69 × 15, 84 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	7395	5865	1530	30	51 × 115
			M	7395	4623	2772	28	30 × 46, 69 × 47
			Q	7395	3345	4050	30	30 × 24, 105 × 25
			H	7395	2535	4860	30	57 × 15, 105 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	7833	6213	1620	30	51 × 115, 3 × 116
			M	7833	4893	2940	28	42 × 46, 63 × 47
			Q	7833	3513	4320	30	87 × 24, 57 × 25
			H	7833	2703	5130	30	33 × 15, 138 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	8283	6573	1710	30	39 × 115, 18 × 116
			M	8283	5175	3108	28	42 × 46, 69 × 47
			Q	8283	3693	4590	30	132 × 24, 21 × 25
			H	8283	2883	5400	30	177 × 16, 3 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	8628	6918	1710	30	36 × 121, 21 × 122
			M	8628	5436	3192	28	36 × 47, 78 × 48
			Q	8628	3858	4770	30	117 × 24, 42 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	8628	2958	5670	30	66 × 15, 123 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	9102	7302	1800	30	18 × 121, 42 × 122
			M	9102	5742	3360	28	18 × 47, 102 × 48
			Q	9102	4062	5040	30	138 × 24, 30 × 25
			H	9102	3162	5940	30	6 × 15, 192 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	9588	7698	1890	30	51 × 122, 12 × 123
			M	9588	5976	3612	28	87 × 46, 42 × 47
			Q	9588	4278	5310	30	147 × 24, 30 × 25
			H	9588	3288	6300	30	72 × 15, 138 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	10086	8106	1980	30	12 × 122, 54 × 123
			M	10086	6306	3780	28	39 × 46, 96 × 47
			Q	10086	4506	5580	30	144 × 24, 42 × 25
			H	10086	3426	6660	30	126 × 15, 96 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	10596	8436	2160	30	60 × 117, 12 × 118
			M	10596	6648	3948	28	120 × 47, 21 × 48
			Q	10596	4746	5850	30	129 × 24, 66 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	10596	3666	6930	30	30 × 15, 201 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	11118	8868	2250	30	57 × 118, 18 × 119
			M	11118	7002	4116	28	54 × 47, 93 × 48
			Q	11118	4998	6120	30	102 × 24, 102 × 25
			H	11118	3828	7290	30	60 × 15, 183 × 16

Parameters derived from QR Code (ISO/IEC 18004:2006) by applying the HCC2D color encoding multiplier.

21. Publishing Note

This specification intentionally does not republish finder-pattern, alignment-pattern, timing-pattern, error-correction, or mask-rule content associated with QR Code. For reused parts, it states only that they follow the same structures used by QR Code, or ISO/IEC 18004:2006-compatible structures, and then fully specifies the HCC2D-specific parts and HCC2D parameter tables.

Accordingly, this document should be read as:

- complete for HCC2D-specific behavior
- intentionally non-exhaustive to avoid republishing QR Code component information
- normative together with the QR Code specification, for the definition of the QR Code components reused by HCC2D

Annex A — Illustrative Examples

The following symbols are HCC2D-compliant barcodes generated according to this specification. Each symbol is scannable with the official HCC2D Decoder app. The figures are rendered at 0.80 mm per module. This corresponds to the physical size on the printed page when the PDF version of this specification is printed at 100% scale on paper.



Figure 1 — HCC2D4, Color Palette Model 1 (Screen), EC level Q, version 4, 79 bytes, byte mode, uncompressed



Figure 2 — HCC2D4, Color Palette Model 2 (Print), EC level Q, version 4, 78 bytes, byte mode, uncompressed



Figure 3 — HCC2D8, Color Palette Model 1 (Screen), EC level Q, version 3, 79 bytes, byte mode, uncompressed



Figure 4 — HCC2D8, Color Palette Model 2 (Print), EC level Q, version 3, 78 bytes, byte mode, uncompressed

The following symbols encode *Tintern Abbey* by William Wordsworth (6,900 bytes, zlib-compressed HCC2DF container), demonstrating HCC2D capacity for long-form text.

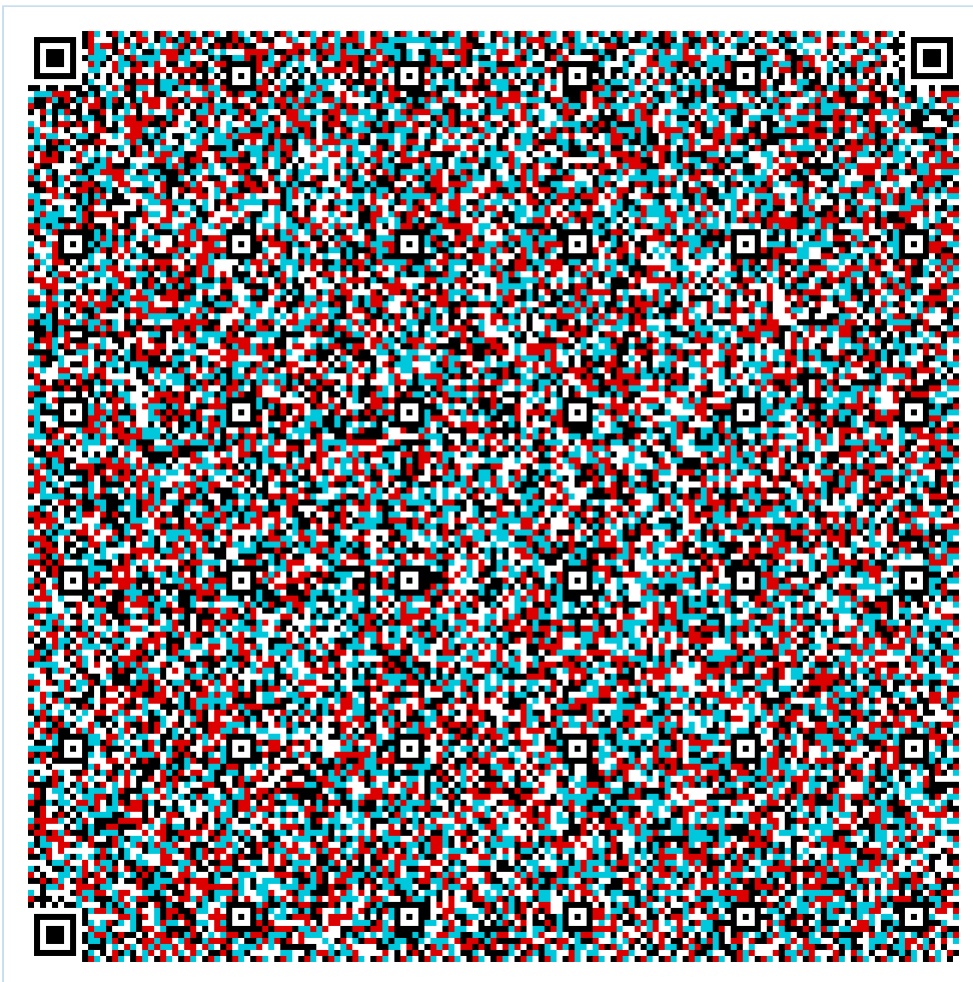


Figure 5 — HCC2D4, Color Palette Model 1 (Screen), EC level M, version 34, raw text 6,900 bytes, zlib 3,283 bytes, HCC2DF header 37 bytes, HCC2DF total 3,320 bytes. Reliably decoding a high-version HCC2D code such as version 34 requires a camera of at least 12 megapixels with autofocus, available on the majority of medium to high-end smartphones.

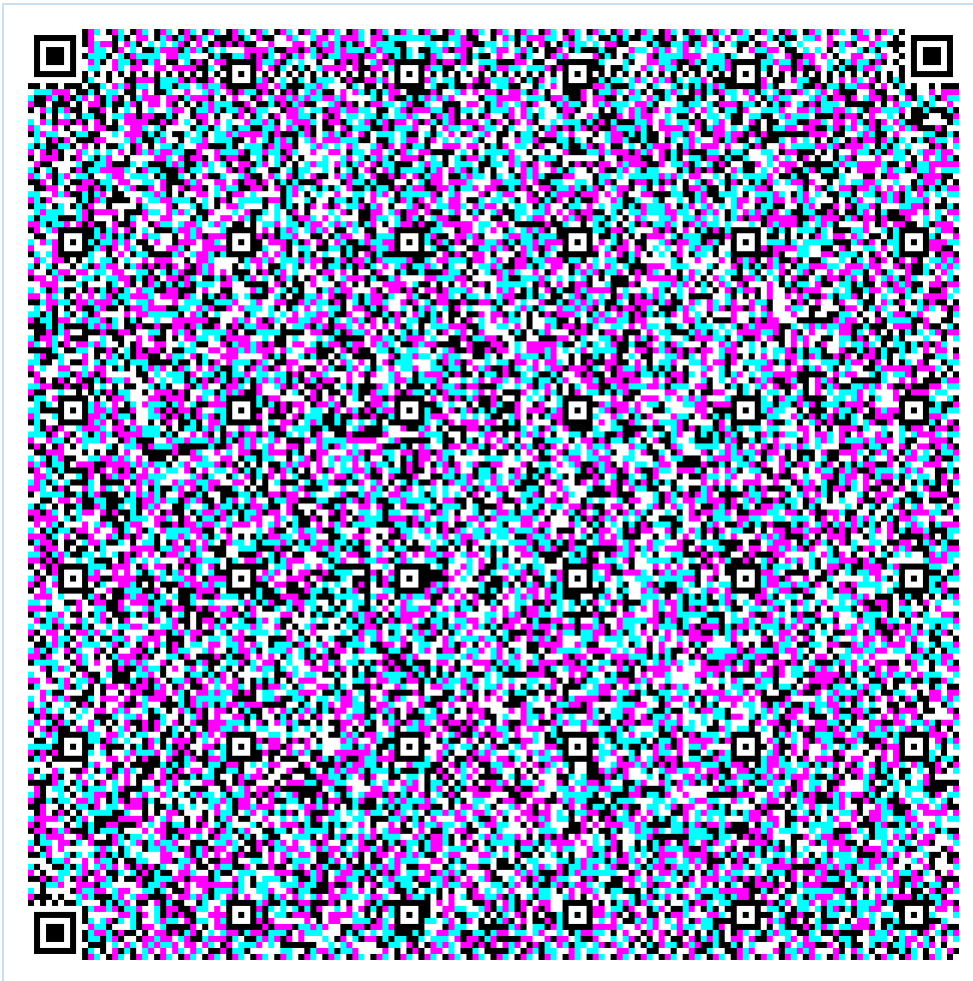


Figure 6 — HCC2D4, Color Palette Model 2 (Print), EC level M, version 34, raw text 6,900 bytes, zlib 3,283 bytes, HCC2DF header 37 bytes, HCC2DF total 3,320 bytes. Reliably decoding a high-version HCC2D code such as version 34 requires a camera of at least 12 megapixels with autofocus, available on the majority of medium to high-end smartphones.

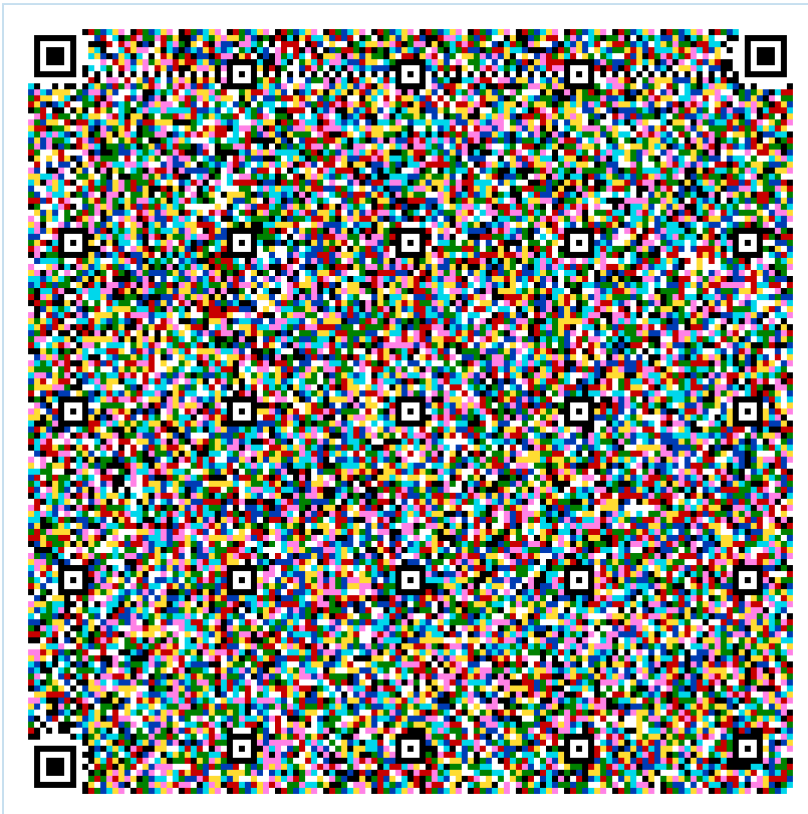


Figure 7 — HCC2D8, Color Palette Model 1 (Screen), EC level M, version 27, raw text 6,900 bytes, zlib 3,283 bytes, HCC2DF header 37 bytes, HCC2DF total 3,320 bytes. Reliably decoding a high-version HCC2D code such as version 27 requires a camera of at least 12 megapixels with autofocus, available on the majority of medium to high-end smartphones.

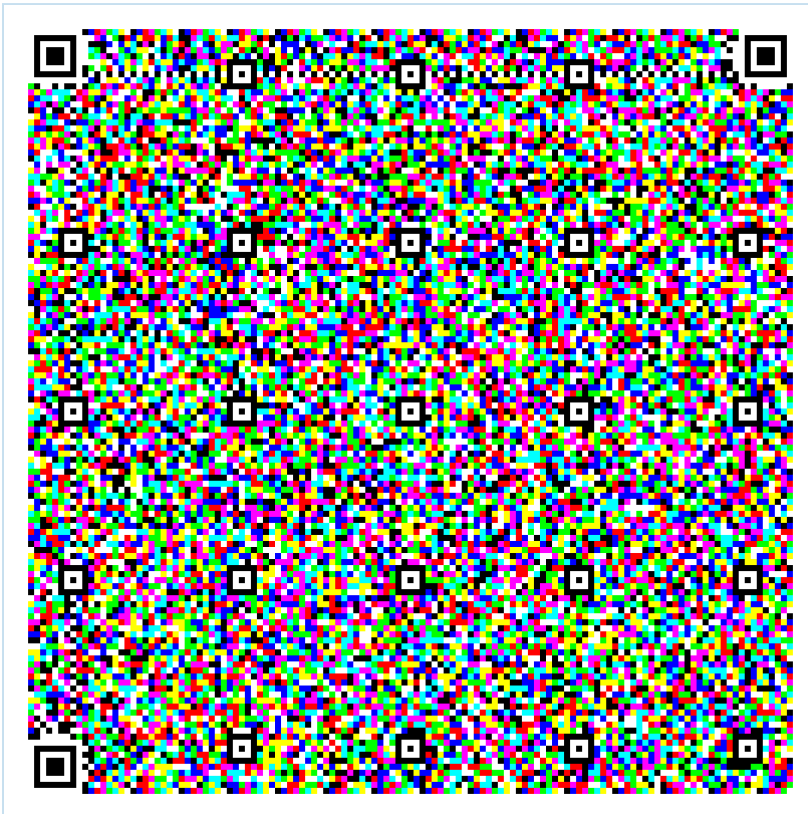


Figure 8 — HCC2D8, Color Palette Model 2 (Print), EC level M, version 27, raw text 6,900 bytes, zlib 3,283 bytes, HCC2DF header 37 bytes, HCC2DF total 3,320 bytes. Reliably decoding a high-version HCC2D code such as version 27 requires a camera of at least 12 megapixels with autofocus, available on the majority of medium to high-end smartphones.

— End of Specification —

Especificación del código HCC2D

Versión 0.9.0 — Borrador

Última actualización: 24 de mayo de 2026

Origen y publicaciones

Los elementos fundamentales del formato de código de barras de color HCC2D se definieron por primera vez en la tesis de Laurea Specialistica de Marco Querini (A.A. 2009/2010), defendida el 23 de julio de 2010, *Analisi e progettazione di codici bidimensionali ad alta capacità. Sviluppo del lettore per gli ambienti desktop e mobile* (Análisis y diseño de códigos bidimensionales de alta capacidad. Desarrollo del lector para entornos de escritorio y móviles), bajo la supervisión del Prof. Giuseppe F. Italiano.

Esta especificación es totalmente compatible con los códigos generados originalmente según la descripción de la tesis de 2010, antes de que el formato recibiera el nombre HCC2D.

Las publicaciones previas en congresos relacionadas con este formato aparecieron en septiembre de 2010 y septiembre de 2013 (respectivamente, “High capacity colored two dimensional codes” y “Color classifiers for 2D color barcodes”); los artículos de revista que se enumeran a continuación son versiones ampliadas y revisadas por pares de esas publicaciones en congresos.

El nombre «HCC2D» fue introducido, y el formato fue posteriormente descrito y sus propiedades analizadas con mayor profundidad, en las publicaciones previas en congresos y en las siguientes publicaciones científicas revisadas por pares:

- Querini, M. e Italiano, G. F. (2014). *Reliability and Data Density in High Capacity Color Barcodes*. Número especial de la revista Computer Science and Information Systems (ComSIS), 11(4), 1595-1615.
- Querini, M., Grillo, A., Lentini, A. e Italiano, G. F. (2011). *2D Color Barcodes for Mobile Phones*. Número especial del International Journal of Computer Science & Applications (IJCSA), 8(1), 136-155.

Este documento es una especificación técnica autónoma del formato HCC2D.

Este documento de especificación fue escrito por Marco Querini.

Esta especificación puede cambiar antes de la versión 1.0.

Licencia y derechos de autor

Copyright © 2010-2026 Marco Querini. Todos los derechos reservados.

Esta obra está licenciada bajo una Licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-ND 4.0).

Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

Eres libre de compartir, copiar y redistribuir este documento de especificación en cualquier medio o formato, para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que des el crédito apropiado al autor original y no distribuyas versiones modificadas del texto. La implementación de software, hardware o sistemas que cumplan con los requisitos técnicos definidos en esta especificación está completamente permitida y no constituye una obra derivada de este documento.

Esta especificación se publica abiertamente. Las implementaciones oficiales de software HCC2D se distribuyen bajo términos propietarios separados.

Esta especificación se proporciona "tal cual", sin garantía de ningún tipo. El autor no ofrece ninguna declaración ni garantía respecto a la exactitud, integridad o idoneidad para un fin determinado de la información aquí contenida.

HCC2D™ es una marca no registrada.

Índice

Introducción

1. Alcance

1.1 Términos y acrónimos

1.2 Estructura de alto nivel

2. Base de conformidad

3. Parámetros de codificación

4. Geometría del símbolo

5. Índices de color y paletas predeterminadas

5.1 HCC2D4 — Paleta de Colores Modelo 1 — Definición

5.2 HCC2D8 — Paleta de Colores Modelo 1 — Definición

5.3 Paleta de Colores Modelo 1 — Justificación del diseño

5.4 HCC2D4 — Paleta de Colores Modelo 2 — Definición

5.5 HCC2D8 — Paleta de Colores Modelo 2 — Definición

5.6 Paleta de Colores Modelo 2 — Justificación del diseño

5.7 Clasificación de Modelos de Paleta de Colores

5.8 Anulación de paleta

5.9 Ordenamiento de luminancia recomendado para paletas personalizadas

6. Enmarcado de carga útil

7. Selección de versión

8. Organización de codewords HCC2D

9. Construcción de planos

9.1 HCC2D4 — Dos planos

9.2 HCC2D8 — Tres planos

10. Mask selection

11. Construcción de la matriz interna

12. Coloración de módulos de función

13. Color Palette Pattern

13.1 Período del Color Palette Pattern

13.2 Fórmulas exactas para los colores del Color Palette Pattern

13.3 Réplicas del Color Palette Pattern por modo

13.4 Interpretación para el decodificador

14. Coordenadas de salida renderizada

14.1 Coordenadas de módulo

14.2 Zona de silencio

14.3 Tamaño de imagen en píxeles

15. Reglas estructurales relevantes para el decodificador

15.1 Campo de conteo HCC2D

- 15.2 Orden de planos
- 15.3 Máscara común
- 16. Procedimiento de codificación
- 17. Envoltura de carga útil HCC2DF opcional
 - 17.1 Diseño de bytes HCC2DF
 - 17.2 Restricciones del nombre de archivo
 - 17.3 Regla de compresión
 - 17.4 Relación de alcance con HCC2D
- 18. Recomendaciones de implementación
- 19. Tabla de parámetros HCC2D4 explícita
- 20. Tabla de parámetros HCC2D8 explícita
- 21. Nota de publicación
- Anexo A — Ejemplos ilustrativos

Introducción

HCC2D es un formato de código de barras bidimensional a color. Reutiliza la estructura de matriz cuadrada del código QR Code mientras define sus propias reglas específicas de HCC2D para la codificación de color, el enmarcado de carga útil, la semántica del borde del símbolo, las capacidades de versión y la organización de codewords. En particular, HCC2D reutiliza el finder pattern, el alignment pattern, el timing pattern, la información de formato, la información de versión, las mask formulas y el comportamiento de corrección de errores Reed-Solomon compatible con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, excepto donde esta especificación define explícitamente un comportamiento diferente.

QR Code es una marca registrada de DENSO WAVE INCORPORATED en Japón y en otros países. HCC2D no está patrocinado, respaldado ni afiliado a DENSO WAVE INCORPORATED. Los elementos estructurales definidos en QR Code / ISO/IEC 18004:2006 — incluidos los finder patterns, alignment patterns, timing patterns, format information, version information y masking — se utilizan aquí como elementos de un estándar técnico público. Este documento describe únicamente los elementos específicos de HCC2D del formato y deliberadamente no reitera esos elementos.

HCC2D no es una alternativa al código QR sino una extensión del mismo. Un decoder HCC2D también debe ser un lector de códigos QR. En términos prácticos, un decoder HCC2D es fundamentalmente un decoder estándar de códigos QR con funcionalidad adicional para reconocer y decodificar módulos de colores. Utiliza la fase estándar de detección de QR Code para detectar la estructura del símbolo. Después de la detección y antes de la decodificación del payload, el decoder determina si debe seguir la ruta

estándar de decodificación de QR Code, en la que los módulos se interpretan como módulos en blanco y negro, o la ruta de decodificación HCC2D, en la que los módulos se interpretan como módulos de 4 colores o de 8 colores. Esta elección se realiza comprobando si los Color Palette Patterns de HCC2D están presentes en el perímetro del símbolo. Si los Color Palette Patterns no están presentes, el decoder decodifica el símbolo como un QR Code estándar. Si los Color Palette Patterns están presentes, el decoder decodifica el símbolo como un código HCC2D conforme a las reglas de color HCC2D aplicables. Un encoder HCC2D produce símbolos que comparten la misma base estructural que el código QR y debe ser capaz de codificar tanto códigos QR como códigos HCC2D.

Este documento especifica los formatos de código HCC2D de cuatro colores y HCC2D de ocho colores.

1. Alcance

Este documento cubre:

- `hcc2d4`: HCC2D de 4 colores
- `hcc2d8`: HCC2D de 8 colores

Esta especificación define:

- símbolos cuadrados únicamente
- versiones 1..40
- niveles de corrección de errores L, M, Q, H
- codificación de carga útil solo en modo byte

Esta especificación define el enmarcado de carga útil HCC2D usando un segmento BYTE.

1.1 Términos y acrónimos

- Color Palette Pattern: el borde exterior de un código HCC2D que contiene la secuencia cíclica de colores de la paleta y que sirve como leyenda de colores
- EC: corrección de errores
- EC level: nivel de corrección de errores
- ECPB: error-correction codewords per block
- MSB: bit más significativo
- LSB: bit menos significativo
- RS: Reed-Solomon
- RGB: rojo, verde, azul

- ISO/IEC : Organización Internacional de Normalización / Comisión Electrotécnica Internacional

Términos de matriz:

- `module` : una celda cuadrada lógica del símbolo
- `inner grid` o `inner matrix` : la matriz $N \times N$ reutilizada compatible con QR antes de añadir el borde HCC2D
- `full symbol` : el cuadrado $N+2$ producido tras añadir el borde HCC2D
- `function module` : un módulo que no es de datos perteneciente a las estructuras de buscador, alineación, temporización, formato o versión
- `data module` : un módulo cuyo estado está determinado por la carga útil codificada y el flujo de bits de corrección de errores
- `plane` : una matriz binaria extraída del flujo de bits interpolado final

1.2 Estructura de alto nivel

A alto nivel, la codificación HCC2D procede de la siguiente manera:

1. enmarcar la carga útil como un segmento en modo BYTE
2. elegir la versión y el nivel de corrección de errores
3. generar data codewords, error-correction codewords y el flujo de bits interpolado final
4. dividir ese flujo de bits final en dos o tres planos binarios
5. construir una matriz interna compatible con QR por plano usando un mask pattern compartido
6. combinar los bits de plano en índices de color para los módulos de datos
7. renderizar los módulos de función en blanco y negro
8. añadir el borde Color Palette Pattern de HCC2D

HCC2D no ejecuta un proceso de corrección de errores separado por plano. Primero se produce un flujo de bits combinado, y la extracción de planos ocurre solo después.

2. Base de conformidad

Una implementación conforme produce códigos decodificables por el HCC2D Decoder oficial, disponible en [Google Play](#), [Huawei AppGallery](#) y la [App Store](#).

Una implementación que declare conformidad con esta especificación deberá combinar:

1. una capa específica de HCC2D definida por este documento; y
2. una capa de codificación de matriz cuadrada reutilizada cuyo comportamiento sea compatible con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 para todas las partes reutilizadas.

Para la interoperabilidad con los decodificadores HCC2D existentes, la capa reutilizada deberá proporcionar al menos:

- versiones cuadradas de tipo Model-2 1..40
- niveles de corrección de errores L, M, Q, H
- ubicación del finder pattern
- ubicación del alignment pattern a partir de las coordenadas indicadas en las tablas HCC2D
- ubicación del timing pattern
- generación y ubicación de la información de formato
- generación y ubicación de la información de versión donde corresponda
- orden de ubicación de datos en modo BYTE en la matriz interna
- mask formulas para los mask indices 0..7
- evaluación de mask penalty compatible con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, excepto por la regla específica de HCC2D que usa solo el plano 0 invertido en la sección 10
- generación de paridad Reed-Solomon e intercalado de codewords compatible con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, excepto por los recuentos totales de codewords y multiplicidades de bloques específicos de HCC2D definidos en las secciones 19 y 20

Por lo tanto:

- esta especificación no es completamente autónoma
- una implementación que ya tenga esos comportamientos reutilizados compatibles con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 puede implementar la generación de símbolos HCC2D interoperables a partir de esta especificación
- una implementación que tenga esta especificación junto con la especificación QR Code para las partes reutilizadas tiene la información necesaria para implementar la generación de símbolos HCC2D interoperables

En términos prácticos, HCC2D no es un sustituto de la construcción de matrices cuadradas de estilo QR. Es una capa de capacidad de color y enmarcado construida sobre un símbolo interno reutilizado compatible con QR. Por lo tanto, las diferencias normativas de HCC2D se concentran en:

- enmarcado de carga útil
- capacidades totales de codewords y multiplicidades de bloques
- extracción de planos de bits e interpretación de color
- selección del input para el algoritmo de data masking: solo el plano 0 invertido
- regla de renderizado de módulos de función
- semántica del borde exterior de HCC2D

Un formato o símbolo solo puede denominarse HCC2D si cumple con esta especificación. El uso del nombre HCC2D para describir un formato o símbolo no conforme es engañoso y no está autorizado por esta especificación.

3. Parámetros de codificación

Un proceso de generación de símbolo HCC2D conforme está parametrizado por al menos estos valores lógicos:

- `payload`: obligatorio, arreglo de bytes no vacío
- `mode`: `hcc2d4` o `hcc2d8`
- `ec_level`: uno de `L`, `M`, `Q`, `H`
- `version`: `0` significa selección automática; de lo contrario `1..40`
- `scale`: píxeles por módulo para renderizado raster, si se produce salida raster
- `quiet_zone`: módulos de margen blanco alrededor del símbolo renderizado, si se produce salida raster
- `palette_rgb`: anulación RGB opcional

Los primeros cuatro parámetros afectan al símbolo HCC2D lógico. Los últimos tres afectan solo al renderizado visual.

Los valores predeterminados, el comportamiento de la interfaz de usuario y las convenciones de línea de comandos están fuera del alcance de esta especificación.

Notas adicionales sobre parámetros:

- `payload` se interpreta estrictamente como bytes crudos
- esta especificación no define transcodificación de texto, optimización multi-segmento, modo numérico ni modo alfanumérico
- `mode` determina el número de planos y la familia de paleta
- `ec_level` selecciona la fila de tabla normativa dentro de la versión elegida
- `version` controla la capacidad, la dimensión interior, las coordenadas de alineación y la estructura de bloques
- `scale`, `quiet_zone` y `palette_rgb` no cambian el flujo de bits lógico codificado

4. Geometría del símbolo

Para ambos modos HCC2D, la versión `v` utiliza una cuadrícula cuadrada interior de dimensión:

$$N = 17 + 4*v$$

Ejemplos:

- versión 1 → 21×21
- versión 10 → 57×57
- versión 40 → 177×177

La cuadrícula interior reutiliza las estructuras de finder pattern, alignment pattern, timing pattern, información de formato e información de versión que siguen reglas compatibles con QR Code / ISO/IEC 18004:2006.

HCC2D añade después su propio borde exterior de un módulo en los cuatro lados:

- dimensión interior = N
- dimensión completa = $N + 2$

Este borde exterior específico de HCC2D es el Color Palette Pattern.

La distinción entre cuadrícula interior y símbolo completo es normativa:

- toda la lógica de posicionamiento reutilizada compatible con QR opera sobre la matriz interior $N \times N$
- el Color Palette Pattern de HCC2D se sitúa fuera de esa matriz interior
- el renderizado y la salida raster utilizan la dimensión completa $N + 2$

Por lo tanto, cuando este documento se refiere a patrones de función, posicionamiento de datos, masking o geometría de versión, esas reglas se aplican primero a la matriz interior, y solo después se añade el borde HCC2D.

5. Índices de color y paletas predeterminadas

Esta sección define el diseño de bits del índice de color para HCC2D4 y HCC2D8, los dos Modelos de Paleta de Colores estándar (Modelo 1 para visualización en pantalla y Modelo 2 para impresión), la clasificación de los modelos de paleta, y las reglas para la personalización de la paleta.

5.1 HCC2D4 — Paleta de Colores Modelo 1 — Definición

Los códigos HCC2D4 con Paleta de Colores Modelo 1 deberán usar los siguientes colores para los índices de paleta 0..3. La luminancia es aproximada, calculada como $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$.

Tabla 1 — Paleta de colores HCC2D4, Modelo 1 (Pantalla)

Índice	Color	RGB	Luminancia (Y)
0	negro	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	rojo	RGB(220, 0, 0)	≈ 66
2	cian	RGB(0, 200, 220)	≈ 142
3	blanco	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

Disposición de bits del índice de color:

- bit 1 = plano MSB
- bit 0 = plano LSB

Por lo tanto:

- 00 → 0 → negro
- 01 → 1 → rojo
- 10 → 2 → cian
- 11 → 3 → blanco

El ordenamiento es lógico, no meramente visual. El índice 0 es el ancla oscura y el índice 3 es el ancla blanca de la familia de cuatro colores.

5.2 HCC2D8 — Paleta de Colores Modelo 1 — Definición

Los códigos HCC2D8 con Paleta de Colores Modelo 1 deberán usar los siguientes colores para los índices de paleta 0..7. La luminancia es aproximada, calculada como $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$.

Tabla 2 — Paleta de colores HCC2D8, Modelo 1 (Pantalla)

Índice	Color	RGB	Luminancia (Y)
0	negro	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	rojo oscuro	RGB(200, 0, 0)	≈ 60
2	verde oscuro	RGB(0, 130, 0)	≈ 76
3	azul marino oscuro	RGB(0, 60, 180)	≈ 56
4	cian claro	RGB(0, 215, 235)	≈ 153
5	amarillo claro	RGB(255, 220, 50)	≈ 211
6	magenta claro	RGB(255, 130, 230)	≈ 179
7	blanco	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

Disposición de bits del índice de color:

- bit 2 = plano 0 / plano MSB
- bit 1 = plano 1
- bit 0 = plano 2 / plano LSB

Por lo tanto, el índice de color es igual al valor de 3 bits formado por los tres bits de plano.

Nuevamente, el ordenamiento es lógico. El índice 0 es el ancla oscura y el índice 7 es el ancla blanca de la familia de ocho colores.

5.3 Paleta de Colores Modelo 1 — Justificación del diseño

Los valores RGB de la Paleta de Colores Modelo 1 (definida en las secciones 5.1 y 5.2) fueron elegidos deliberadamente para evitar los extremos del gamut sRGB, donde los perfiles de pantalla y los gamuts hardware divergen más. El decodificador muestrea el Color Palette Pattern en tiempo real sobre la pantalla real — que puede ser sRGB, de gama amplia, AMOLED o LCD, y casi con certeza no está calibrada. Los valores de canal próximos a los límites (cercanos a 0 o 255) se reproducen de forma diferente según el tipo de pantalla; al limitar los canales activos a 200–220 en lugar de 255, los colores de la paleta se sitúan en el interior del gamut sRGB, donde las diferentes pantallas coinciden de forma más fiable en el color percibido. Esto reduce la desviación de color entre pantallas y mejora la estabilidad del muestreo de colores durante la decodificación.

Esta elección de limitación de canales RGB también produce una distribución de luminancia coherente con el requisito de ordenamiento de la sección 5.9. Para HCC2D8 (sección 5.2), los índices 0–3 (negro, rojo oscuro, verde oscuro, azul marino oscuro) caen todos por debajo del punto medio de luminancia ($Y < 128$), mientras que los índices 4–7 (cian claro, amarillo claro, magenta claro, blanco) caen todos por encima ($Y > 128$). La diferencia entre el índice 3 (azul marino oscuro, $Y \approx 56$) y el índice 4 (cian claro, $Y \approx 153$) es de aproximadamente 97 unidades de luminancia.

La Paleta de Colores Modelo 1 es la línea de base validada para pantallas. No pretende ser óptima para impresión.

5.4 HCC2D4 — Paleta de Colores Modelo 2 — Definición

Para HCC2D4, todos los colores intermedios son de un solo canal. El amarillo se excluye por proporcionar contraste insuficiente con el papel blanco:

Tabla 3 — Paleta de colores HCC2D4, Modelo 2 (Impresión)

Índice	Color	RGB	Canales de tinta	Luminancia (Y)
0	negro	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	magenta	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
2	cian	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
3	blanco	RGB(255, 255, 255)	sin tinta (papel)	≈ 255

5.5 HCC2D8 — Paleta de Colores Modelo 2 — Definición

Para HCC2D8, la paleta cubre los tres primarios CMYK de canal único y sus tres combinaciones binarias a saturación completa. No se utiliza ninguna combinación de tres canales:

Tabla 4 — Paleta de colores HCC2D8, Modelo 2 (Impresión)

Índice	Color	RGB	Canales de tinta	Luminancia (Y)
0	negro	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	azul	RGB(0, 0, 255)	C + M (100%)	≈ 29
2	rojo	RGB(255, 0, 0)	M + Y (100%)	≈ 76
3	magenta	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
4	verde	RGB(0, 255, 0)	C + Y (100%)	≈ 150
5	cian	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
6	amarillo	RGB(255, 255, 0)	Y	≈ 226
7	blanco	RGB(255, 255, 255)	sin tinta (papel)	≈ 255

5.6 Paleta de Colores Modelo 2 — Justificación del diseño

La Paleta de Colores Modelo 2 es la paleta optimizada para impresión, definida para HCC2D4 y HCC2D8. Para la impresión, el problema es diferente al de las pantallas: el gamut de la tinta, el punto de blanco del papel y las condiciones de iluminación durante el escaneo introducen fuentes de variabilidad distintas. La Paleta de Colores Modelo 2 se basa en el principio de minimizar el número de canales de tinta por color de módulo. Los colores de un solo canal son los más estables entre impresoras; cada canal adicional introduce interacciones de ganancia de punto que varían según la impresora, el papel y la densidad de tinta.

Ambas paletas de la Paleta de Colores Modelo 2 cumplen el ordenamiento oscuro/claro de la sección 5.9. Para HCC2D8, la separación es especialmente clara: los índices 0–3 (negro, azul, rojo, magenta) caen todos por debajo del punto medio de luminancia ($Y < 128$), mientras que los índices 4–7 (verde, cian, amarillo, blanco) caen todos por encima ($Y > 128$), con una diferencia de aproximadamente 45 unidades de luminancia entre el índice 3 (magenta, $Y \approx 105$) y el índice 4 (verde, $Y \approx 150$).

5.7 Clasificación de Modelos de Paleta de Colores

Los códigos HCC2D se clasifican según su paleta de colores de la siguiente manera. El número de modelo es una propiedad de la paleta, no del formato del código; el decodificador es agnóstico a la paleta.

- **Paleta de colores Modelo 1:** códigos que usan la paleta predeterminada exacta definida en las secciones 5.1 y 5.2. Esta es la paleta estándar e interoperable. La Paleta de colores Modelo 1 ha sido validada para funcionar bien cuando los códigos se muestran en pantallas (monitores de ordenador, teléfonos inteligentes y dispositivos similares). Cualquier implementación que declare conformidad HCC2D sin más calificaciones implica la Paleta de colores Modelo 1.
- **Paleta de Colores Modelo 2:** códigos que utilizan la paleta optimizada para impresión definida en las secciones 5.4 y 5.5, disponible para HCC2D4 y HCC2D8. Diseñada para flujos de trabajo de impresión y escaneo.
- **Paleta inválida:** una paleta que no tiene negro en el índice 0 o blanco en el último índice. Los códigos que usan tal paleta no son códigos HCC2D válidos. Los codificadores conformes deberán rechazar estas configuraciones (ver sección 5.8).
- **Paleta no estándar / experimental:** una paleta que mantiene negro en el índice 0 y blanco en el último índice, pero usa colores intermedios diferentes. Los códigos producidos con tal paleta pueden o no ser decodificables, dependiendo de cuán cromáticamente distintos sean los colores elegidos. La implementación de codificación asume la responsabilidad exclusiva de cualquier código que no se pueda decodificar.

Los números de modelo de paleta de colores son asignados exclusivamente por esta especificación. En versiones futuras de esta especificación pueden definirse modelos de paleta de colores adicionales (Paleta de colores Modelo 3 y sucesivos) a medida que otras combinaciones de colores sean validadas experimentalmente para funcionar bien en casos de uso específicos, como la lectura de ordenador a teléfono o de teléfono a teléfono.

Las modificaciones de paleta deberían limitarse a uso experimental. Para uso en producción, la Paleta de colores Modelo 1 debería usarse cuando los códigos vayan a mostrarse en pantallas (monitores de ordenador, teléfonos inteligentes y dispositivos

similares); la Paleta de colores Modelo 2 debería usarse cuando los códigos deban imprimirse.

Las implementaciones que produzcan códigos con una paleta no estándar deberán comunicarlo explícitamente a sus usuarios, indicando que los códigos usan una paleta no estándar y pueden no ser decodificables por todos los decodificadores HCC2D.

5.8 Anulación de paleta

La primera entrada de paleta y la última son anclas normativas y no deben modificarse:

- para `hcc2d4`, el índice `0` debe permanecer negro y el índice `3` debe permanecer blanco
- para `hcc2d8`, el índice `0` debe permanecer negro y el índice `7` debe permanecer blanco

Por lo tanto:

- en `hcc2d4`, solo los índices `1` y `2` pueden personalizarse
- en `hcc2d8`, solo los índices `1` a `6` pueden personalizarse

Cuando se proporciona una anulación de paleta:

- el modo de 4 colores requiere exactamente `12` bytes (`4 * 3`)
- el modo de 8 colores requiere exactamente `24` bytes (`8 * 3`)
- la disposición de bytes es la paleta completa en orden de índice de paleta, luego en orden de componente RGB
- sin embargo, los codificadores conformes deberán rechazar anulaciones cuya primera entrada no sea negro o cuya última entrada no sea blanco

El orden de bytes es por orden de entrada de paleta, luego por orden de componente RGB:

- HCC2D4: `R0 G0 B0 R1 G1 B1 R2 G2 B2 R3 G3 B3`
- HCC2D8: `R0 G0 B0 ... R7 G7 B7`

Valores de ancla normativos:

- `hcc2d4`: `R0 G0 B0 = 0 0 0` y `R3 G3 B3 = 255 255 255`
- `hcc2d8`: `R0 G0 B0 = 0 0 0` y `R7 G7 B7 = 255 255 255`

La lógica del símbolo usa solo índices. Los valores RGB personalizados no afectan las codewords, la construcción del flujo de bits, la selección de versión, la mask selection ni la disposición de la matriz, pero sí afectan la apariencia renderizada.

Equivalentemente, HCC2D determina primero un índice de color lógico para cada módulo y solo entonces asigna ese índice a una terna RGB para el renderizado.

5.9 Ordenamiento de luminancia recomendado para paletas personalizadas

Esta subsección es informativa.

Cuando se usa una paleta personalizada, las implementaciones deberían preservar una mitad inferior más oscura y una mitad superior más clara. Esta recomendación está motivada por la mask selection rule de HCC2D definida más adelante en esta especificación.

La mask selection de HCC2D no se realiza sobre el símbolo final renderizado en color completo. En cambio, se realiza sobre un proxy binario derivado de un solo plano de bits:

- solo el plano 0 participa en la mask selection
- para `hcc2d4`, el plano 0 es el bit más significativo del color
- para `hcc2d8`, el plano 0 es el bit más significativo del color (bit 2)
- ese plano se extrae del flujo de bits entrelazado final
- ese plano se invierte
- las QR-compatible mask penalty rules se evalúan sobre ese proxy invertido de un solo plano

Por lo tanto, solo un bit por módulo influye directamente en la mask choice.

Esto tiene una consecuencia práctica importante. La máscara se elige usando reglas de penalización binaria al estilo QR, pero el símbolo HCC2D final es un símbolo multicolor. Para que el proceso de mask selection al estilo QR siga siendo significativo para HCC2D, el proxy binario utilizado para la mask choice debería seguir correlacionando razonablemente bien con la estructura de oscuridad aparente del símbolo renderizado final.

Esa correlación mejora cuando los índices de paleta inferiores son más oscuros y los índices superiores son más claros. En esa disposición, el plano único utilizado para la mask selection aún actúa como una aproximación gruesa útil de cómo se distribuyen las regiones oscuras versus claras en el símbolo HCC2D final.

Por lo tanto, la personalización de paleta debería preservar un ordenamiento de luminancia renderizada en el que la mitad inferior permanezca más oscura en general y la mitad superior más clara en general, coherente con el ordenamiento de significado lógico de los índices de color.

En términos prácticos:

- los índices de paleta inferiores deberían corresponder a colores más oscuros
- los índices de paleta superiores deberían corresponder a colores más claros
- la primera entrada deberá permanecer negra

- la última entrada deberá permanecer blanca

Ordenamiento recomendado para `hcc2d4` :

- el índice `0` deberá ser negro
- el índice `1` debería ser visualmente más oscuro que el índice `2`
- el índice `3` deberá ser blanco
- como pauta general de la familia de 4 colores, los índices `0` y `1` deberían formar la mitad más oscura de la paleta y los índices `2` y `3` la mitad más clara

Ordenamiento recomendado para `hcc2d8` :

- el índice `0` deberá ser negro
- el índice `7` deberá ser blanco
- los índices `1`, `2` y `3` deberían permanecer en la mitad más oscura de la paleta
- los índices `4`, `5` y `6` deberían permanecer en la mitad más clara de la paleta
- como pauta general de la familia de 8 colores, los índices `0` a `3` deberían ser más oscuros en general que los índices `4` a `7`

Esta recomendación no cambia la lógica del símbolo, ya que HCC2D usa índices de paleta en lugar de valores de luminancia al construir el símbolo. Una paleta que viole el equilibrio recomendado oscuro-inferior / claro-superior puede seguir produciendo símbolos decodificables. Sin embargo, al hacerlo se debilita la relación prevista entre:

- el proxy utilizado durante la mask selection
- la distribución de oscuridad aparente del símbolo renderizado final
- la estabilidad visual de la paleta personalizada en diferentes condiciones de escaneo

Si se preserva ese equilibrio oscuro-versus-claro, las mask rules al estilo QR reutilizadas siguen siendo una heurística razonable y útil para HCC2D también.

Si ese equilibrio no se preserva:

- el codificador puede seguir generando símbolos válidos
- los decodificadores pueden seguir decodificando esos símbolos con éxito
- pero la máscara seleccionada queda entonces optimizada para el proxy binario al estilo QR en lugar de para una disposición de colores final cuya oscuridad percibida sigue la misma estructura

En ese caso, la mask selection aún funciona en el sentido estricto de que se elige una máscara y el símbolo resultante puede seguir siendo decodificable, pero el modelo de penalización al estilo QR se vuelve menos representativo de las propiedades visuales del símbolo HCC2D real.

Por esa razón, una paleta personalizada debería preservar colores más oscuros en los índices inferiores y colores más claros en los índices superiores.

6. Enmarcado de carga útil

El enmarcado de carga útil HCC2D usa un segmento BYTE.

- bits de marcador de segmento: `0100`
- ancho del campo de conteo: `16` bits en ambos modos HCC2D, para todas las versiones
- valor de conteo: longitud de la carga útil en bytes
- bytes de carga útil: añadidos literalmente, `8` bits cada uno, bit más significativo primero

El flujo de bits de carga útil lógico antes de la terminación es:

```
0100 || byte_count_16 || payload_bytes
```

Los bits de terminación, la alineación de bytes, los bytes de relleno, la generación de paridad Reed-Solomon y el entrelazado final siguen reglas compatibles con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, excepto donde esta especificación define explícitamente un comportamiento específico de HCC2D.

Consecuencias importantes de esta regla de enmarcado:

- el campo de conteo siempre tiene dieciséis bits para HCC2D, independientemente de la versión
- el valor de conteo es un recuento de bytes, no de bits ni de caracteres
- los bytes de carga útil se añaden literalmente en orden de bit más significativo primero
- esta especificación define exactamente un segmento BYTE por símbolo HCC2D

7. Selección de versión

Si se especifica explícitamente una versión, se usará solo si la carga útil cabe.

Si se usa la selección automática de versión, se seleccionará la versión más pequeña que quepa.

Para un modo, versión y nivel de corrección de errores HCC2D dados:

- `total_codewords`, `data_codewords`, `ec_codewords` y la distribución de bloques se obtienen de las tablas explícitas HCC2D en las secciones 19 y 20
- una carga útil cabe si y solo si su flujo de bits enmarcado puede terminarse y rellenarse hasta exactamente `data_codewords` bytes

Para este propósito, la longitud del flujo de bits enmarcado antes de la terminación es:

$$4 + 16 + 8 * \text{payload_length}$$

donde 4 es el indicador de modo BYTE y 16 es el ancho del campo de recuento de bytes HCC2D.

Una carga útil cabe cuando ese flujo de bits enmarcado puede:

1. terminarse opcionalmente con hasta cuatro bits cero
2. rellenarse con bits cero hasta el siguiente límite de byte
3. rellenarse con bytes de relleno alternos hasta alcanzar exactamente la capacidad de data codewords

sin superar el recuento de data codewords disponibles para el modo, versión y nivel de corrección de errores seleccionados.

8. Organización de codewords HCC2D

Las tablas de parámetros HCC2D en las secciones 19 y 20 son normativas.

La estructura de corrección de errores sigue reglas compatibles con ISO/IEC 18004:2006, excepto donde esta especificación define explícitamente un comportamiento específico de HCC2D.

Cada fila de la tabla proporciona:

- `dim`: dimensión interior
- `align`: coordenadas centrales del alignment pattern
- `total`: total codewords
- `data`: data codewords
- `ec`: error-correction codewords
- `ecpb`: error-correction codewords per block
- `blocks`: multiplicidades de bloques y data codewords por bloque

Esos valores determinan completamente la organización de codewords HCC2D para cada versión y nivel.

Para `hcc2d4`, el recuento total de codewords para cada versión y nivel es exactamente el doble de la estructura base compatible con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 correspondiente.

Para `hcc2d8`, el recuento total de codewords para cada versión y nivel es exactamente el triple de la estructura base compatible con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 correspondiente.

Más precisamente:

- `hcc2d4` mantiene los valores de codewords per block compatibles con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 reutilizados y duplica las multiplicidades de bloques
- `hcc2d8` mantiene los valores de codewords per block compatibles con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 reutilizados y triplica las multiplicidades de bloques

Este es el mecanismo por el cual HCC2D aumenta la capacidad total de bits mientras continúa usando los procedimientos Reed-Solomon compatibles con QR reutilizados.

9. Construcción de planos

Sea `B` el flujo de bits final de codewords entrelazadas.

La construcción de planos se realiza solo después de:

- haber formado las data codewords
- haber generado las error-correction codewords
- haber completado el entrelazado final

HCC2D no crea flujos de corrección de errores separados por plano. En cambio, primero se produce un flujo de bits combinado final y luego se divide por paso en planos.

9.1 HCC2D4 — Dos planos

`hcc2d4` usa dos planos.

La extracción de planos se realiza por desentrelazado de bits del flujo de bits final:

- el plano 0 toma bits en las posiciones `0, 2, 4, ...`
- el plano 1 toma bits en las posiciones `1, 3, 5, ...`

El plano 0 es el plano MSB. El plano 1 es el plano LSB.

Índice de color del módulo de datos:

```
color = (plane0_bit << 1) | plane1_bit
```

Equivalentemente, si el flujo de bits final entrelazado es `B[0], B[1], B[2], ...`, los colores de los módulos del símbolo se determinan por pares de bits:

```
(B[0], B[1]), (B[2], B[3]), (B[4], B[5]), ...
```

9.2 HCC2D8 — Tres planos

`hcc2d8` usa tres planos.

La extracción de planos es:

- el plano 0 toma bits en las posiciones 0, 3, 6, ...
- el plano 1 toma bits en las posiciones 1, 4, 7, ...
- el plano 2 toma bits en las posiciones 2, 5, 8, ...

El plano 0 es el plano MSB. El plano 2 es el plano LSB.

Índice de color del módulo de datos:

```
color = (plane0_bit << 2) | (plane1_bit << 1) | plane2_bit
```

Equivalentemente, si el flujo de bits final entrelazado es $B[0], B[1], B[2], \dots$, los colores de los módulos del símbolo se determinan por triplete de bits:

```
(B[0], B[1], B[2]), (B[3], B[4], B[5]), (B[6], B[7], B[8]), ...
```

El orden de planos es normativo y no deberá permutarse. En `hcc2d4`, el plano 0 es el bit más significativo y el plano 1 es el bit menos significativo. En `hcc2d8`, el plano 0 es el bit 2, el plano 1 es el bit 1 y el plano 2 es el bit 0.

10. Mask selection

Se deberá usar un único mask pattern en `0..7` para todos los planos de un símbolo.

La mask selection sigue reglas compatibles con ISO/IEC 18004:2006, excepto donde esta especificación define explícitamente un comportamiento específico de HCC2D.

Comportamiento específico de HCC2D para la evaluación de candidatos:

- construir un flujo de bits proxy solo desde el plano 0
- invertir cada bit de ese flujo del plano 0
- usar ese flujo invertido para la evaluación de mask penalty

Procedimiento de mask selection:

1. para cada mask index candidato en `0..7`, aplicar esa mask al flujo del plano 0 invertido y construir una matriz interior candidata a partir de él
2. calcular la mask penalty sobre esa matriz candidata
3. seleccionar el mask index con penalización mínima

La resolución de empates es por el primer mínimo encontrado, es decir, el mask index más bajo.

Una vez elegido el mask index ganador, ese único índice deberá reutilizarse para cada plano del símbolo. HCC2D no elige mask patterns diferentes para planos diferentes.

11. Construcción de la matriz interna

Cada plano se convierte en una matriz interna usando la versión elegida y el mask pattern común elegido.

Importante: todos los planos usan la misma geometría de patrón de función, la misma versión, los mismos bits de formato y el mismo mask index. Solo difieren en los bits de datos.

Este documento no vuelve a exponer en su totalidad las fórmulas reutilizadas de finder pattern, alignment pattern, timing pattern, información de formato, información de versión, Reed-Solomon ni las mask rules.

Así, la construcción de la matriz interior para HCC2D puede entenderse como una construcción de matriz compatible con QR repetida sobre la misma geometría, una vez por plano, con solo el flujo de bits de plano cambiando de una pasada a la siguiente.

12. Coloración de módulos de función

Para `hcc2d4` y `hcc2d8`, los módulos de datos usan el mapeo de colores multiplano descrito anteriormente, pero los módulos de función se renderizan solo en blanco y negro:

- si el plano 0 en esa coordenada de módulo de función es `1`, renderizar negro
- de lo contrario renderizar blanco

En la práctica esto es seguro porque los módulos de función son idénticos en todos los planos.

Esta regla se aplica a todos los módulos estructurales reutilizados en la matriz interior, incluidos los finder pattern, los alignment pattern, los timing pattern, la información de formato y la información de versión donde corresponda.

13. Color Palette Pattern

El Color Palette Pattern debe implementarse exactamente como se especifica: los decodificadores muestrean sus módulos para reconstruir la paleta de colores. El decodificador no conoce a priori los colores de la paleta, salvo que el primero es negro y el último es blanco. El Color Palette Pattern es por tanto necesario para la decodificación.

Sea la dimensión interior `N`.

El borde HCC2D se sitúa un módulo fuera de la cuadrícula interior:

- la fila de borde superior está en la fila lógica `-1`
- la fila de borde inferior está en la fila lógica `N`

- la columna de borde izquierda está en la columna lógica `-1`
- la columna de borde derecha está en la columna lógica `N`

El código HCC2D desplaza esas coordenadas lógicas en `+1` en ambos ejes, produciendo una cuadrícula de $(N+2) \times (N+2)$.

El Color Palette Pattern es una parte estructural de HCC2D, no una decoración opcional. Su geometría y el orden de índices de color son parte de la definición del formato.

13.1 Período del Color Palette Pattern

- `hcc2d4`: período $P = 4$
- `hcc2d8`: período $P = 8$

Los tramos activos en cada borde recorren todos los índices de paleta P repetidamente. La fórmula exacta para cada borde, incluido el índice inicial y la dirección de ciclo, se da en la sección 13.2.

El ciclo se define en términos de índices de paleta lógicos, no de valores RGB literales.

13.2 Fórmulas exactas para los colores del Color Palette Pattern

Sean `row` y `col` coordenadas lógicas en el sistema de coordenadas de borde descrito anteriormente.

El borde Color Palette Pattern deberá usar estas reglas exactas:

1. Borde superior: si `row == -1` y $8 \leq \text{col} < N - 8$, entonces `color = (col - 8) mod P`
2. Borde inferior: si `row == N` y $8 \leq \text{col} < N$, entonces `color = (col - 8) mod P`
3. Borde izquierdo: si `col == -1`, sea `start = N - 9`. Si $8 \leq \text{row} \leq \text{start}$, entonces `color = (start - row) mod P`
4. Borde derecho: si `col == N` y $8 \leq \text{row} < N$, entonces `color = (row - 8) mod P`
5. Todas las celdas de borde restantes: `color = P - 1`

Esto significa que las celdas de borde no cíclicas, incluidas las esquinas y los tramos excluidos cerca de los finder pattern, son siempre el índice de paleta más alto:

- `3` para HCC2D4 → blanco
- `7` para HCC2D8 → blanco

13.3 Réplicas del Color Palette Pattern por modo

No todos los módulos del borde llevan los colores de paleta. Los módulos en las esquinas y cerca de los finder pattern son blancos fijos (`color = P - 1`, como se define en la sección 13.2). La longitud del segmento que replica cíclicamente los colores de paleta en cada lado es:

- lado superior: $N - 16$ módulos
- lado inferior: $N - 8$ módulos
- lado izquierdo: $N - 16$ módulos
- lado derecho: $N - 8$ módulos

Para HCC2D8 ($P = 8$), se aplican las mismas longitudes.

La secuencia exacta por lado —incluido el índice inicial y la dirección— está determinada por las fórmulas de la sección 13.2. Los lados superior, inferior y derecho se incrementan con su coordenada de barrido. En el lado izquierdo el índice de palette decrece con el aumento de la fila; el índice inicial exacto en cada versión viene dado por la fórmula de la sección 13.2.

13.4 Interpretación para el decodificador

El decodificador muestrea estas tiras para recuperar las estadísticas de paleta. Por lo tanto, el borde es parte del formato del símbolo, no meramente una decoración.

Cualquier implementación que cambie la geometría del tramo, la dirección de ciclo o las celdas blancas de reserva del Color Palette Pattern generaría un símbolo no conforme.

14. Coordenadas de salida renderizada

Esta sección define el renderizado raster de un símbolo HCC2D lógico. El símbolo lógico está completamente definido sin fijar ningún tamaño de píxel particular.

14.1 Coordenadas de módulo

Para los modos HCC2D:

- tamaño total de la cuadrícula de módulos = $N + 2$
- el módulo interior (x, y) se asigna al módulo renderizado $(x + 1, y + 1)$

14.2 Zona de silencio

La imagen rasterizada añade `quiet_zone` módulos de color de fondo en los cuatro lados.

Índice de color de fondo:

- HCC2D4: 3 (blanco)
- HCC2D8: 7 (blanco)

14.3 Tamaño de imagen en píxeles

Sea F la dimensión completa de módulos:

$$F = N + 2$$

Entonces:

- ancho de imagen = $(F + 2 * \text{quiet_zone}) * \text{scale}$
- alto de imagen = igual

Cada módulo lógico se rasteriza como un cuadrado de color sólido de $\text{scale} \times \text{scale}$.

Para los símbolos HCC2D, la zona de silencio usa el índice de paleta más alto:

- 3 para `hcc2d4`
- 7 para `hcc2d8`

Con las paletas predeterminadas, esto corresponde a blanco.

15. Reglas estructurales relevantes para el decodificador

15.1 Campo de conteo HCC2D

El campo de conteo BYTE es de 16 bits en ambos modos HCC2D.

15.2 Orden de planos

Para HCC2D de 4 colores:

- el plano 0 es el MSB del color
- el plano 1 es el LSB del color

Para HCC2D de 8 colores:

- el plano 0 es el bit más significativo del color (bit 2)
- el plano 1 es el bit 1
- el plano 2 es el bit menos significativo del color (bit 0)

15.3 Máscara común

Todos los planos deben usar el mismo mask pattern.

Estas reglas son relevantes para el decodificador porque un decodificador que asuma anchos de campo de conteo BYTE variables al estilo QR, un orden de significancia de planos diferente o máscaras independientes por plano no interpretaría correctamente un símbolo HCC2D conforme.

16. Procedimiento de codificación

Un procedimiento de codificación HCC2D conforme deberá realizar los siguientes pasos:

1. Validar entradas.

2. Seleccionar familia de símbolos (`hcc2d4` o `hcc2d8`).
3. Seleccionar nivel de corrección de errores (`L/M/Q/H`).
4. Elegir versión: usar la versión explícitamente especificada si cabe; de lo contrario, cuando se usa la selección automática, elegir la versión más pequeña que quepa.
5. Construir el flujo de bits de carga útil lógico: `0100 || byte_count_16 || payload_bytes`
6. Determinar la capacidad específica de la familia y la distribución de bloques desde la tabla HCC2D explícita para el modo, versión y nivel elegidos.
7. Aplicar terminación y bytes de relleno.
8. Generar paridad e intercalar codewords usando la estructura de corrección de errores reutilizada.
9. Dividir el flujo de bits final en 2 o 3 planos por extracción escalonada.
10. Seleccionar un mask index común: para los modos HCC2D, evaluar penalizaciones usando solo el plano 0 invertido.
11. Construir una matriz interna por plano usando la versión común, el nivel EC y la máscara.
12. Renderizar módulos de datos:
 - HCC2D4: índice de color de 2 bits (un bit por plano)
 - HCC2D8: índice de color de 3 bits (un bit por plano)
13. Renderizar módulos de función como negro/blanco desde el plano 0.
14. Añadir el borde Color Palette Pattern exacto de un módulo usando las fórmulas de coordenadas de la sección 13.
15. Añadir zona de silencio blanca.
16. Rasterizar módulos en píxeles si se necesita salida de imagen raster.

El orden de las operaciones importa. En particular:

- la corrección de errores y el entrelazado ocurren antes de la extracción de planos
- la mask selection ocurre una vez y es compartida por todos los planos
- la construcción de la matriz interior ocurre antes de añadir el borde Color Palette Pattern
- la zona de silencio está fuera del símbolo HCC2D completo y no es parte de la estructura lógica de la carga útil

17. Envoltura de carga útil HCC2DF opcional

Esta sección no define el propio código HCC2D.

Define un formato de envoltura de carga útil opcional, `HCC2DF`, que puede usarse antes de la codificación del símbolo `HCC2D` cuando la aplicación quiere transportar un nombre de archivo junto con el contenido del archivo. Cuando se usa, el flujo de bytes `HCC2DF` se convierte en la carga útil definida en las secciones 3, 6 y 16 de esta especificación.

`HCC2DF` es una envoltura a nivel de aplicación superpuesta sobre los bytes de carga útil `HCC2D`. No forma parte de la geometría del símbolo `HCC2D` ni de la lógica de color.

17.1 Diseño de bytes `HCC2DF`

Los bytes de carga útil `HCC2DF` son:

1. magic ASCII: `"HCC2DF"` → 6 bytes
2. byte de versión de envoltura: `0x01`
3. byte de indicador de compresión:
 - `0x00` = contenido sin comprimir
 - `0x01` = contenido comprimido con `zlib`
4. longitud del nombre de archivo: 1 byte
5. bytes del nombre de archivo: UTF-8, exactamente `filename_length` bytes
6. bytes de contenido: bytes de archivo crudos o bytes de archivo comprimidos

Esta envoltura no define ningún campo de suma de verificación, pie de página ni estructura de metadatos anidada.

17.2 Restricciones del nombre de archivo

- el nombre de archivo no debe estar vacío
- el nombre de archivo no debe superar los 127 bytes UTF-8
- el nombre de archivo no debe contener `/`
- el nombre de archivo no debe contener `\`

17.3 Regla de compresión

Si se intenta la compresión, el contenido se comprime usando `zlib compress2(..., Z_DEFAULT_COMPRESSION)`.

La compresión debería usarse solo si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- la compresión tiene éxito
- el tamaño del archivo original es de al menos 128 bytes
- el tamaño comprimido es estrictamente menor que el 90% del tamaño original

De lo contrario, deberían almacenarse los bytes del archivo crudos y el indicador de compresión debería ser `0x00`.

El mínimo de 128 bytes refleja el overhead fijo que introduce siempre la compresión zlib. El wrapper zlib añade 6 bytes (2 de cabecera + 4 del checksum Adler-32). Además, los encabezados de bloque deflate añaden más overhead: un bloque almacenado añade 5 bytes, y un bloque Huffman dinámico añade la descripción de la tabla de códigos, que puede ser de 20 a 50 bytes para entradas pequeñas — dando un overhead total realista de unos 36 bytes. Para ver por qué 128 bytes es el umbral correcto, considérense estos dos casos:

- **Entrada de 64 bytes:** margen para superar el 90% = $64 \times 0,9 - 36 = 21,6$ bytes para los datos reales — el contenido debe comprimirse al ~34%, alcanzable solo para secuencias muy repetitivas.
- **Entrada de 128 bytes:** margen = $128 \times 0,9 - 36 = 79$ bytes para los datos reales — el contenido debe comprimirse al ~62%, lo cual es realista para texto, JSON o URLs típicos.

Por debajo de 128 bytes el overhead consume una parte tan grande del margen disponible que es improbable que la compresión produzca un resultado significativo para cualquier payload real.

Esta regla prefiere la compresión solo cuando proporciona un claro beneficio de tamaño. Las implementaciones pueden usar un umbral diferente (p. ej. 95%), pero no se recomienda: un umbral más alto implica comprimir datos que solo ahorran unos pocos puntos porcentuales de espacio, lo cual no supone un beneficio significativo: almacenar los bytes crudos es más simple y el resultado puede tener prácticamente casi el mismo tamaño. En cualquier caso, las implementaciones que se desvíen de esta recomendación seguirán produciendo códigos decodificables por el HCC2D Decoder oficial, siempre que el indicador de compresión y el contenido sean coherentes: si el indicador es `0x01` el contenido debe ser datos zlib válidos; si es `0x00` el contenido debe ser los bytes crudos.

17.4 Relación de alcance con HCC2D

HCC2DF es una envoltura opcional transportada dentro de los bytes de carga útil HCC2D. No forma parte de la estructura del código HCC2D, la codificación de color, la organización de codewords ni la geometría del símbolo.

18. Recomendaciones de implementación

Las siguientes son recomendaciones orientativas para los implementadores. No son requisitos normativos de esta especificación. Los requisitos normativos en el resto de esta especificación se expresan con los términos "deberá" y "no deberá"; esta sección usa "debería" y "no debería" para orientación orientativa.

Nivel de corrección de errores recomendado: Para los códigos HCC2D, deberían usarse los niveles **Q** o **M**. El nivel L no debería usarse para uso general. El nivel H ofrece la máxima robustez a costa de una capacidad de carga útil significativamente reducida.

Modo recomendado: Para uso en producción, debería usarse **hcc2d4**. **hcc2d8** ofrece mayor capacidad de carga útil, pero requiere condiciones de visualización y escaneo cromáticamente más consistentes.

Calidad de impresión y producción: Para códigos impresos de uso en producción:

- Debería usarse un formato de salida sin pérdida (PNG, SVG o PDF). Los formatos con pérdida como JPEG introducen artefactos de compresión que corrompen los colores de los módulos.
- Cada módulo debería renderizarse como un bloque de color sólido; no debería usarse semitono (halftoning).
- La relación de aspecto no debería estirarse, comprimirse ni distorsionarse.
- No deberían aplicarse desenfoque, suavizado ni remuestreo después de la rasterización.
- El tamaño de módulo debería ser de al menos 0,5 mm ([dimensión X objetivo de GS1 para QR Code](#)), o preferiblemente alrededor de 1 mm para mayor fiabilidad. Los módulos más pequeños reducen la diferenciación de colores durante la decodificación.

19. Tabla de parámetros HCC2D4 explícita

Los siguientes valores son los parámetros de versión HCC2D4. Son los totales completos HCC2D4 y las distribuciones de bloques.

Significado de los campos de la tabla:

- **V_n**: número de versión HCC2D.
- **dim**: dimensión interior del símbolo en módulos, excluyendo el borde Color Palette Pattern de un módulo de HCC2D.
- **align**: coordenadas centrales del alignment pattern en la cuadrícula interior. Una lista vacía significa que no hay alignment pattern.
- **L, M, Q, H**: niveles de corrección de errores.
- **total**: número total de codewords en el símbolo para esa versión y nivel de corrección de errores.
- **data**: número total de data codewords en el símbolo para esa versión y nivel de corrección de errores.

- `ec`: número total de error-correction codewords en el símbolo para esa versión y nivel de corrección de errores.
- `ecpb`: error-correction codewords per block.
- `blocks=a x b`: `a` bloques Reed-Solomon, cada uno transportando `b` data codewords y `ecpb` error-correction codewords.
- `blocks=a x b, c x d`: dos grupos de bloques; el primero tiene `a` bloques de `b` data codewords cada uno, y el segundo tiene `c` bloques de `d` data codewords cada uno. Cada bloque de ambos grupos lleva las mismas `ecpb` error-correction codewords.

Ejemplo trabajado:

```
V1 dim=21 align=[]
L: total=52 data=38 ec=14 ecpb=7 blocks=2 x 19
```

significa:

- versión 1
- cuadrícula interior `21 x 21`
- sin alignment pattern
- en nivel de corrección de errores L
- 52 total codewords en el símbolo
- 38 data codewords
- 14 error-correction codewords
- 2 bloques Reed-Solomon
- cada bloque contiene 19 data codewords y 7 error-correction codewords

La tabla HCC2D8 a continuación usa exactamente los mismos significados de campo.

Tabla 5 — Parámetros de versión HCC2D4

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	52	38	14	7	2 × 19
			M	52	32	20	10	2 × 16
			Q	52	26	26	13	2 × 13
			H	52	18	34	17	2 × 9
V2	25	6, 18	L	88	68	20	10	2 × 34
			M	88	56	32	16	2 × 28
			Q	88	44	44	22	2 × 22
			H	88	32	56	28	2 × 16
V3	29	6, 22	L	140	110	30	15	2 × 55
			M	140	88	52	26	2 × 44
			Q	140	68	72	18	4 × 17
			H	140	52	88	22	4 × 13
V4	33	6, 26	L	200	160	40	20	2 × 80
			M	200	128	72	18	4 × 32
			Q	200	96	104	26	4 × 24
			H	200	72	128	16	8 × 9
V5	37	6, 30	L	268	216	52	26	2 × 108
			M	268	172	96	24	4 × 43
			Q	268	124	144	18	4 × 15, 4 × 16
			H	268	92	176	22	4 × 11, 4 × 12
V6	41	6, 34	L	344	272	72	18	4 × 68
			M	344	216	128	16	8 × 27
			Q	344	152	192	24	8 × 19
			H	344	120	224	28	8 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	392	312	80	20	4 × 78
			M	392	248	144	18	8 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	392	176	216	18	4 × 14, 8 × 15
			H	392	132	260	26	8 × 13, 2 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	484	388	96	24	4 × 97
			M	484	308	176	22	4 × 38, 4 × 39
			Q	484	220	264	22	8 × 18, 4 × 19
			H	484	172	312	26	8 × 14, 4 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	584	464	120	30	4 × 116
			M	584	364	220	22	6 × 36, 4 × 37
			Q	584	264	320	20	8 × 16, 8 × 17
			H	584	200	384	24	8 × 12, 8 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	692	548	144	18	4 × 68, 4 × 69
			M	692	432	260	26	8 × 43, 2 × 44
			Q	692	308	384	24	12 × 19, 4 × 20
			H	692	244	448	28	12 × 15, 4 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	808	648	160	20	8 × 81
			M	808	508	300	30	2 × 50, 8 × 51
			Q	808	360	448	28	8 × 22, 8 × 23
			H	808	280	528	24	6 × 12, 16 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	932	740	192	24	4 × 92, 4 × 93
			M	932	580	352	22	12 × 36, 4 × 37
			Q	932	412	520	26	8 × 20, 12 × 21
			H	932	316	616	28	14 × 14, 8 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1064	856	208	26	8 × 107
			M	1064	668	396	22	16 × 37, 2 × 38
			Q	1064	488	576	24	16 × 20, 8 × 21
			H	1064	360	704	22	24 × 11, 8 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1162	922	240	30	6 × 115, 2 × 116

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	1162	730	432	24	8 × 40, 10 × 41
			Q	1162	522	640	20	22 × 16, 10 × 17
			H	1162	394	768	24	22 × 12, 10 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1310	1046	264	22	10 × 87, 2 × 88
			M	1310	830	480	24	10 × 41, 10 × 42
			Q	1310	590	720	30	10 × 24, 14 × 25
			H	1310	446	864	24	22 × 12, 14 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	1466	1178	288	24	10 × 98, 2 × 99
			M	1466	906	560	28	14 × 45, 6 × 46
			Q	1466	650	816	24	30 × 19, 4 × 20
			H	1466	506	960	30	6 × 15, 26 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	1630	1294	336	28	2 × 107, 10 × 108
			M	1630	1014	616	28	20 × 46, 2 × 47
			Q	1630	734	896	28	2 × 22, 30 × 23
			H	1630	566	1064	28	4 × 14, 34 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	1802	1442	360	30	10 × 120, 2 × 121
			M	1802	1126	676	26	18 × 43, 8 × 44
			Q	1802	794	1008	28	34 × 22, 2 × 23
			H	1802	626	1176	28	4 × 14, 38 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	1982	1590	392	28	6 × 113, 8 × 114
			M	1982	1254	728	26	6 × 44, 22 × 45
			Q	1982	890	1092	26	34 × 21, 8 × 22
			H	1982	682	1300	26	18 × 13, 32 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	2170	1722	448	28	6 × 107, 10 × 108
			M	2170	1338	832	26	6 × 41, 26 × 42

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	2170	970	1200	30	30 × 24, 10 × 25
			H	2170	770	1400	28	30 × 15, 20 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	2312	1864	448	28	8 × 116, 8 × 117
			M	2312	1428	884	26	34 × 42
			Q	2312	1024	1288	28	34 × 22, 12 × 23
			H	2312	812	1500	30	38 × 16, 12 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	2516	2012	504	28	4 × 111, 14 × 112
			M	2516	1564	952	28	34 × 46
			Q	2516	1136	1380	30	14 × 24, 32 × 25
			H	2516	884	1632	24	68 × 13
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	2728	2188	540	30	8 × 121, 10 × 122
			M	2728	1720	1008	28	8 × 47, 28 × 48
			Q	2728	1228	1500	30	22 × 24, 28 × 25
			H	2728	928	1800	30	32 × 15, 28 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	2948	2348	600	30	12 × 117, 8 × 118
			M	2948	1828	1120	28	12 × 45, 28 × 46
			Q	2948	1328	1620	30	22 × 24, 32 × 25
			H	2948	1028	1920	30	60 × 16, 4 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	3176	2552	624	26	16 × 106, 8 × 107
			M	3176	2000	1176	28	16 × 47, 26 × 48
			Q	3176	1436	1740	30	14 × 24, 44 × 25
			H	3176	1076	2100	30	44 × 15, 26 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	3412	2740	672	28	20 × 114, 4 × 115
			M	3412	2124	1288	28	38 × 46, 8 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	3412	1508	1904	28	56 × 22, 12 × 23
			H	3412	1192	2220	30	66 × 16, 8 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	3656	2936	720	30	16 × 122, 8 × 123
			M	3656	2256	1400	28	44 × 45, 6 × 46
			Q	3656	1616	2040	30	16 × 23, 52 × 24
			H	3656	1256	2400	30	24 × 15, 56 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	3842	3062	780	30	6 × 117, 20 × 118
			M	3842	2386	1456	28	6 × 45, 46 × 46
			Q	3842	1742	2100	30	8 × 24, 62 × 25
			H	3842	1322	2520	30	22 × 15, 62 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	4102	3262	840	30	14 × 116, 14 × 117
			M	4102	2534	1568	28	42 × 45, 14 × 46
			Q	4102	1822	2280	30	2 × 23, 74 × 24
			H	4102	1402	2700	30	38 × 15, 52 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	4370	3470	900	30	10 × 115, 20 × 116
			M	4370	2746	1624	28	38 × 47, 20 × 48
			Q	4370	1970	2400	30	30 × 24, 50 × 25
			H	4370	1490	2880	30	46 × 15, 50 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	4646	3686	960	30	26 × 115, 6 × 116
			M	4646	2910	1736	28	4 × 46, 58 × 47
			Q	4646	2066	2580	30	84 × 24, 2 × 25
			H	4646	1586	3060	30	46 × 15, 56 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	4930	3910	1020	30	34 × 115
			M	4930	3082	1848	28	20 × 46, 46 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	4930	2230	2700	30	20 × 24, 70 × 25
			H	4930	1690	3240	30	38 × 15, 70 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	5222	4142	1080	30	34 × 115, 2 × 116
			M	5222	3262	1960	28	28 × 46, 42 × 47
			Q	5222	2342	2880	30	58 × 24, 38 × 25
			H	5222	1802	3420	30	22 × 15, 92 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	5522	4382	1140	30	26 × 115, 12 × 116
			M	5522	3450	2072	28	28 × 46, 46 × 47
			Q	5522	2462	3060	30	88 × 24, 14 × 25
			H	5522	1922	3600	30	118 × 16, 2 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	5752	4612	1140	30	24 × 121, 14 × 122
			M	5752	3624	2128	28	24 × 47, 52 × 48
			Q	5752	2572	3180	30	78 × 24, 28 × 25
			H	5752	1972	3780	30	44 × 15, 82 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	6068	4868	1200	30	12 × 121, 28 × 122
			M	6068	3828	2240	28	12 × 47, 68 × 48
			Q	6068	2708	3360	30	92 × 24, 20 × 25
			H	6068	2108	3960	30	4 × 15, 128 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	6392	5132	1260	30	34 × 122, 8 × 123
			M	6392	3984	2408	28	58 × 46, 28 × 47
			Q	6392	2852	3540	30	98 × 24, 20 × 25
			H	6392	2192	4200	30	48 × 15, 92 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	6724	5404	1320	30	8 × 122, 36 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	6724	4204	2520	28	26 × 46, 64 × 47
			Q	6724	3004	3720	30	96 × 24, 28 × 25
			H	6724	2284	4440	30	84 × 15, 64 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	7064	5624	1440	30	40 × 117, 8 × 118
			M	7064	4432	2632	28	80 × 47, 14 × 48
			Q	7064	3164	3900	30	86 × 24, 44 × 25
			H	7064	2444	4620	30	20 × 15, 134 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	7412	5912	1500	30	38 × 118, 12 × 119
			M	7412	4668	2744	28	36 × 47, 62 × 48
			Q	7412	3332	4080	30	68 × 24, 68 × 25
			H	7412	2552	4860	30	40 × 15, 122 × 16

Parámetros derivados del código QR (ISO/IEC 18004:2006) mediante la aplicación del multiplicador de codificación de color HCC2D.

20. Tabla de parámetros HCC2D8 explícita

Los siguientes valores son los parámetros de versión HCC2D8. Son los totales completos HCC2D8 y las distribuciones de bloques.

Tabla 6 — Parámetros de versión HCC2D8

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	78	57	21	7	3 × 19
			M	78	48	30	10	3 × 16
			Q	78	39	39	13	3 × 13
			H	78	27	51	17	3 × 9
V2	25	6, 18	L	132	102	30	10	3 × 34
			M	132	84	48	16	3 × 28
			Q	132	66	66	22	3 × 22
			H	132	48	84	28	3 × 16
V3	29	6, 22	L	210	165	45	15	3 × 55
			M	210	132	78	26	3 × 44
			Q	210	102	108	18	6 × 17
			H	210	78	132	22	6 × 13
V4	33	6, 26	L	300	240	60	20	3 × 80
			M	300	192	108	18	6 × 32
			Q	300	144	156	26	6 × 24
			H	300	108	192	16	12 × 9
V5	37	6, 30	L	402	324	78	26	3 × 108
			M	402	258	144	24	6 × 43
			Q	402	186	216	18	6 × 15, 6 × 16
			H	402	138	264	22	6 × 11, 6 × 12
V6	41	6, 34	L	516	408	108	18	6 × 68
			M	516	324	192	16	12 × 27
			Q	516	228	288	24	12 × 19
			H	516	180	336	28	12 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	588	468	120	20	6 × 78
			M	588	372	216	18	12 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	588	264	324	18	6 × 14, 12 × 15
			H	588	198	390	26	12 × 13, 3 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	726	582	144	24	6 × 97
			M	726	462	264	22	6 × 38, 6 × 39
			Q	726	330	396	22	12 × 18, 6 × 19
			H	726	258	468	26	12 × 14, 6 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	876	696	180	30	6 × 116
			M	876	546	330	22	9 × 36, 6 × 37
			Q	876	396	480	20	12 × 16, 12 × 17
			H	876	300	576	24	12 × 12, 12 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	1038	822	216	18	6 × 68, 6 × 69
			M	1038	648	390	26	12 × 43, 3 × 44
			Q	1038	462	576	24	18 × 19, 6 × 20
			H	1038	366	672	28	18 × 15, 6 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	1212	972	240	20	12 × 81
			M	1212	762	450	30	3 × 50, 12 × 51
			Q	1212	540	672	28	12 × 22, 12 × 23
			H	1212	420	792	24	9 × 12, 24 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	1398	1110	288	24	6 × 92, 6 × 93
			M	1398	870	528	22	18 × 36, 6 × 37
			Q	1398	618	780	26	12 × 20, 18 × 21
			H	1398	474	924	28	21 × 14, 12 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1596	1284	312	26	12 × 107
			M	1596	1002	594	22	24 × 37, 3 × 38

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	1596	732	864	24	24 × 20, 12 × 21
			H	1596	540	1056	22	36 × 11, 12 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1743	1383	360	30	9 × 115, 3 × 116
			M	1743	1095	648	24	12 × 40, 15 × 41
			Q	1743	783	960	20	33 × 16, 15 × 17
			H	1743	591	1152	24	33 × 12, 15 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1965	1569	396	22	15 × 87, 3 × 88
			M	1965	1245	720	24	15 × 41, 15 × 42
			Q	1965	885	1080	30	15 × 24, 21 × 25
			H	1965	669	1296	24	33 × 12, 21 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	2199	1767	432	24	15 × 98, 3 × 99
			M	2199	1359	840	28	21 × 45, 9 × 46
			Q	2199	975	1224	24	45 × 19, 6 × 20
			H	2199	759	1440	30	9 × 15, 39 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	2445	1941	504	28	3 × 107, 15 × 108
			M	2445	1521	924	28	30 × 46, 3 × 47
			Q	2445	1101	1344	28	3 × 22, 45 × 23
			H	2445	849	1596	28	6 × 14, 51 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	2703	2163	540	30	15 × 120, 3 × 121

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	2703	1689	1014	26	27 × 43, 12 × 44
			Q	2703	1191	1512	28	51 × 22, 3 × 23
			H	2703	939	1764	28	6 × 14, 57 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	2973	2385	588	28	9 × 113, 12 × 114
			M	2973	1881	1092	26	9 × 44, 33 × 45
			Q	2973	1335	1638	26	51 × 21, 12 × 22
			H	2973	1023	1950	26	27 × 13, 48 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	3255	2583	672	28	9 × 107, 15 × 108
			M	3255	2007	1248	26	9 × 41, 39 × 42
			Q	3255	1455	1800	30	45 × 24, 15 × 25
			H	3255	1155	2100	28	45 × 15, 30 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	3468	2796	672	28	12 × 116, 12 × 117
			M	3468	2142	1326	26	51 × 42
			Q	3468	1536	1932	28	51 × 22, 18 × 23
			H	3468	1218	2250	30	57 × 16, 18 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	3774	3018	756	28	6 × 111, 21 × 112
			M	3774	2346	1428	28	51 × 46
			Q	3774	1704	2070	30	21 × 24, 48 × 25
			H	3774	1326	2448	24	102 × 13

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	4092	3282	810	30	12 × 121, 15 × 122
			M	4092	2580	1512	28	12 × 47, 42 × 48
			Q	4092	1842	2250	30	33 × 24, 42 × 25
			H	4092	1392	2700	30	48 × 15, 42 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	4422	3522	900	30	18 × 117, 12 × 118
			M	4422	2742	1680	28	18 × 45, 42 × 46
			Q	4422	1992	2430	30	33 × 24, 48 × 25
			H	4422	1542	2880	30	90 × 16, 6 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	4764	3828	936	26	24 × 106, 12 × 107
			M	4764	3000	1764	28	24 × 47, 39 × 48
			Q	4764	2154	2610	30	21 × 24, 66 × 25
			H	4764	1614	3150	30	66 × 15, 39 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	5118	4110	1008	28	30 × 114, 6 × 115
			M	5118	3186	1932	28	57 × 46, 12 × 47
			Q	5118	2262	2856	28	84 × 22, 18 × 23
			H	5118	1788	3330	30	99 × 16, 12 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	5484	4404	1080	30	24 × 122, 12 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	5484	3384	2100	28	66 × 45, 9 × 46
			Q	5484	2424	3060	30	24 × 23, 78 × 24
			H	5484	1884	3600	30	36 × 15, 84 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	5763	4593	1170	30	9 × 117, 30 × 118
			M	5763	3579	2184	28	9 × 45, 69 × 46
			Q	5763	2613	3150	30	12 × 24, 93 × 25
			H	5763	1983	3780	30	33 × 15, 93 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	6153	4893	1260	30	21 × 116, 21 × 117
			M	6153	3801	2352	28	63 × 45, 21 × 46
			Q	6153	2733	3420	30	3 × 23, 111 × 24
			H	6153	2103	4050	30	57 × 15, 78 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	6555	5205	1350	30	15 × 115, 30 × 116
			M	6555	4119	2436	28	57 × 47, 30 × 48
			Q	6555	2955	3600	30	45 × 24, 75 × 25
			H	6555	2235	4320	30	69 × 15, 75 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	6969	5529	1440	30	39 × 115, 9 × 116
			M	6969	4365	2604	28	6 × 46, 87 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	6969	3099	3870	30	126 × 24, 3 × 25
			H	6969	2379	4590	30	69 × 15, 84 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	7395	5865	1530	30	51 × 115
			M	7395	4623	2772	28	30 × 46, 69 × 47
			Q	7395	3345	4050	30	30 × 24, 105 × 25
			H	7395	2535	4860	30	57 × 15, 105 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	7833	6213	1620	30	51 × 115, 3 × 116
			M	7833	4893	2940	28	42 × 46, 63 × 47
			Q	7833	3513	4320	30	87 × 24, 57 × 25
			H	7833	2703	5130	30	33 × 15, 138 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	8283	6573	1710	30	39 × 115, 18 × 116
			M	8283	5175	3108	28	42 × 46, 69 × 47
			Q	8283	3693	4590	30	132 × 24, 21 × 25
			H	8283	2883	5400	30	177 × 16, 3 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	8628	6918	1710	30	36 × 121, 21 × 122
			M	8628	5436	3192	28	36 × 47, 78 × 48
			Q	8628	3858	4770	30	117 × 24, 42 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	8628	2958	5670	30	66 × 15, 123 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	9102	7302	1800	30	18 × 121, 42 × 122
			M	9102	5742	3360	28	18 × 47, 102 × 48
			Q	9102	4062	5040	30	138 × 24, 30 × 25
			H	9102	3162	5940	30	6 × 15, 192 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	9588	7698	1890	30	51 × 122, 12 × 123
			M	9588	5976	3612	28	87 × 46, 42 × 47
			Q	9588	4278	5310	30	147 × 24, 30 × 25
			H	9588	3288	6300	30	72 × 15, 138 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	10086	8106	1980	30	12 × 122, 54 × 123
			M	10086	6306	3780	28	39 × 46, 96 × 47
			Q	10086	4506	5580	30	144 × 24, 42 × 25
			H	10086	3426	6660	30	126 × 15, 96 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	10596	8436	2160	30	60 × 117, 12 × 118
			M	10596	6648	3948	28	120 × 47, 21 × 48
			Q	10596	4746	5850	30	129 × 24, 66 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	10596	3666	6930	30	30 × 15, 201 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	11118	8868	2250	30	57 × 118, 18 × 119
			M	11118	7002	4116	28	54 × 47, 93 × 48
			Q	11118	4998	6120	30	102 × 24, 102 × 25
			H	11118	3828	7290	30	60 × 15, 183 × 16

Parámetros derivados del código QR (ISO/IEC 18004:2006) mediante la aplicación del multiplicador de codificación de color HCC2D.

21. Nota de publicación

Esta especificación intencionalmente no republica el contenido de finder pattern, alignment pattern, timing pattern, corrección de errores o mask rules asociados con QR Code. Para las partes reutilizadas, solo indica que siguen las mismas estructuras usadas por QR Code, o estructuras compatibles con ISO/IEC 18004:2006, y luego especifica completamente las partes específicas de HCC2D y las tablas de parámetros HCC2D.

En consecuencia, este documento debe leerse como:

- completo para el comportamiento específico de HCC2D
- intencionalmente no exhaustivo para evitar republicar información relativa a componentes de los códigos QR
- normativo junto con las especificaciones de los códigos QR, para la definición de los componentes de los códigos QR reutilizados por los códigos HCC2D

Anexo A — Ejemplos ilustrativos

Los siguientes símbolos son códigos de barras HCC2D conformes a esta especificación. Cada símbolo puede ser escaneado con la aplicación oficial HCC2D Decoder. Las figuras se han renderizado a 0,80 mm por módulo. Esto corresponde al tamaño físico en la página impresa cuando la versión PDF de esta especificación se imprime al 100% en papel.



Figura 1 — HCC2D4, Paleta de Colores Modelo 1 (Pantalla), nivel EC Q, versión 4, 79 bytes, modo byte, sin compresión



Figura 2 — HCC2D4, Paleta de Colores Modelo 2 (Impresión), nivel EC Q, versión 4, 78 bytes, modo byte, sin compresión



Figura 3 — HCC2D8, Paleta de Colores Modelo 1 (Pantalla), nivel EC Q, versión 3, 79 bytes, modo byte, sin compresión



Figura 4 — HCC2D8, Paleta de Colores Modelo 2 (Impresión), nivel EC Q, versión 3, 78 bytes, modo byte, sin compresión

Los siguientes símbolos codifican *Tintern Abbey* de William Wordsworth (6.900 bytes, contenedor HCC2DF con compresión zlib), demostrando la capacidad HCC2D para textos largos.

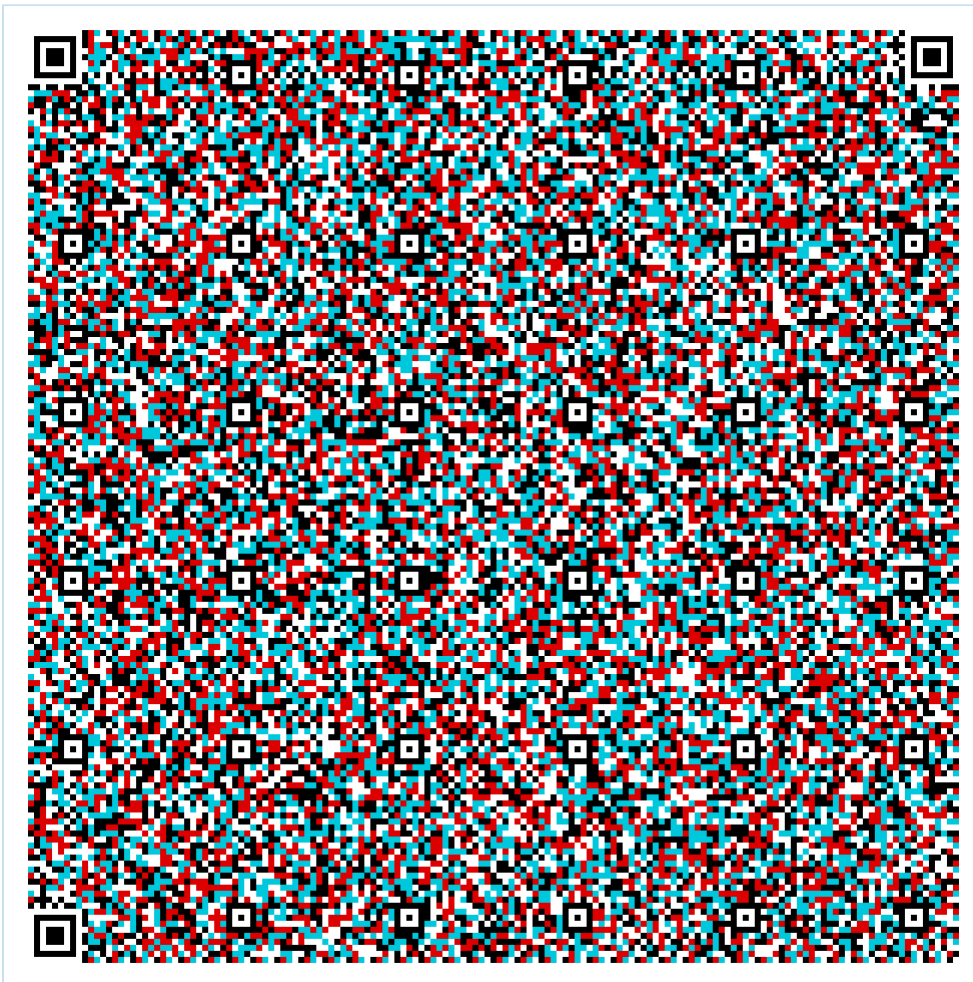


Figura 5 — HCC2D4, Paleta de Colores Modelo 1 (Pantalla), nivel EC M, versión 34, texto bruto 6.900 bytes, zlib 3.283 bytes, cabecera HCC2DF 37 bytes, HCC2DF total 3.320 bytes. La decodificación fiable de un código HCC2D de versión alta como la versión 34 requiere una

cámara de al menos 12 megapíxeles con enfoque automático, disponible en la mayoría de los smartphones de gama media-alta.

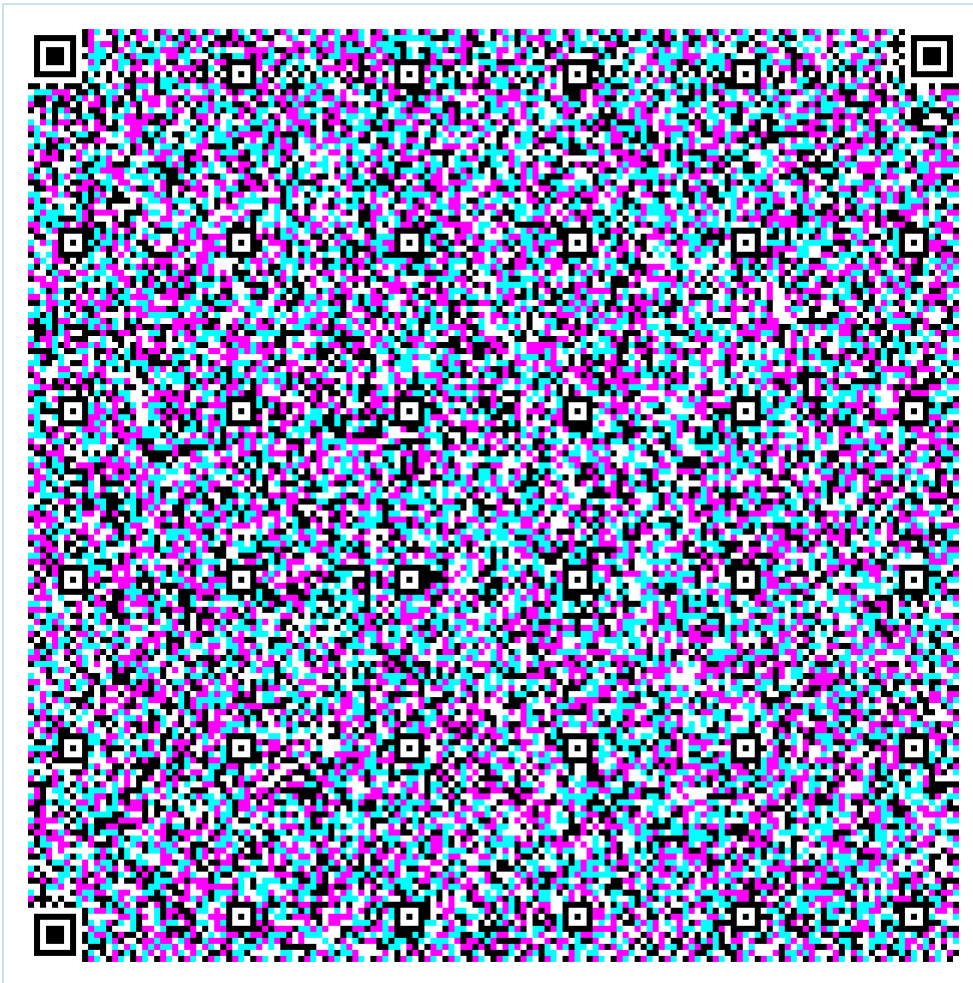


Figura 6 — HCC2D4, Paleta de Colores Modelo 2 (Impresión), nivel EC M, versión 34, texto bruto 6.900 bytes, zlib 3.283 bytes, cabecera HCC2DF 37 bytes, HCC2DF total 3.320 bytes. La decodificación fiable de un código HCC2D de versión alta como la versión 34 requiere una cámara de al menos 12 megapíxeles con enfoque automático, disponible en la mayoría de los smartphones de gama media-alta.

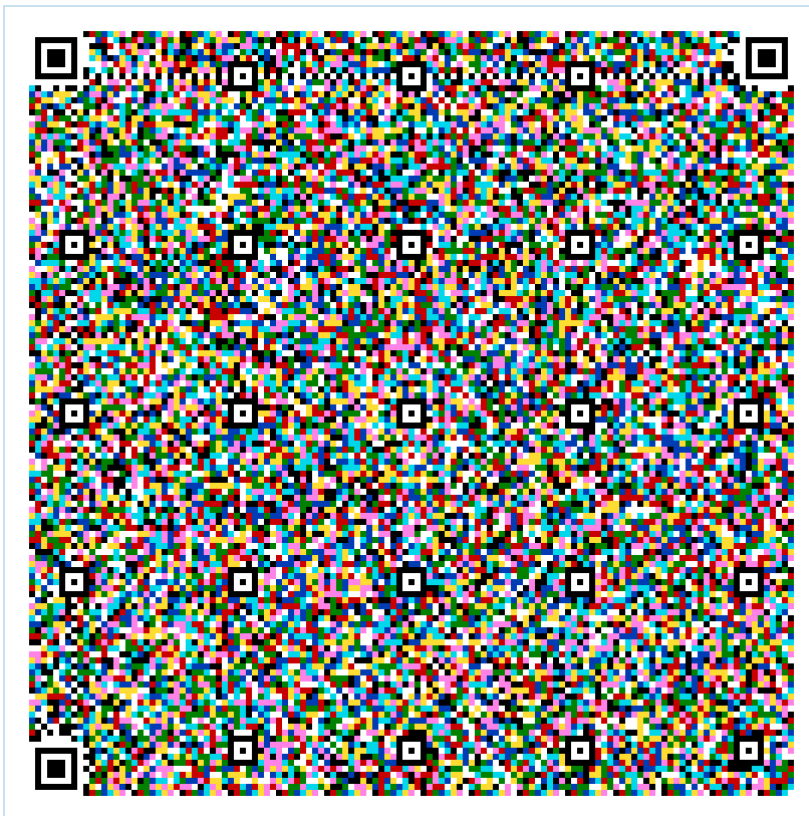


Figura 7 — HCC2D8, Paleta de Colores Modelo 1 (Pantalla), nivel EC M, versión 27, texto bruto 6.900 bytes, zlib 3.283 bytes, cabecera HCC2DF 37 bytes, HCC2DF total 3.320 bytes. La decodificación fiable de un código HCC2D de versión alta como la versión 27 requiere una cámara de al menos 12 megapíxeles con enfoque automático, disponible en la mayoría de los smartphones de gama media-alta.

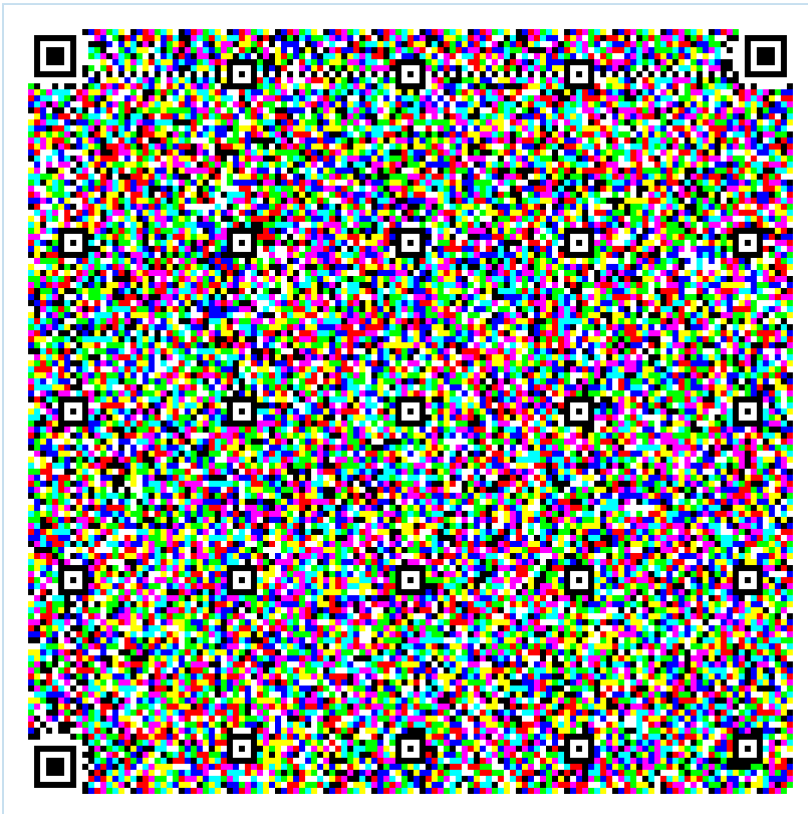


Figura 8 — HCC2D8, Paleta de Colores Modelo 2 (Impresión), nivel EC M, versión 27, texto bruto 6.900 bytes, zlib 3.283 bytes, cabecera HCC2DF 37 bytes, HCC2DF total 3.320 bytes. La decodificación fiable de un código HCC2D de versión alta como la versión 27 requiere una cámara de al menos 12 megapíxeles con enfoque automático, disponible en la mayoría de los smartphones de gama media-alta.

— Fin de la Especificación —

Specifiche del codice HCC2D

Versione 0.9.0 — Bozza

Ultimo aggiornamento: 24 maggio 2026

Origine e pubblicazioni

Gli elementi fondamentali del formato di codice a barre a colori HCC2D sono stati definiti per la prima volta nella tesi di Laurea Specialistica di Marco Querini (A.A. 2009/2010), discussa il 23 luglio 2010, *Analisi e progettazione di codici bidimensionali ad alta capacità. Sviluppo del lettore per gli ambienti desktop e mobile*, sotto la supervisione del Prof. Giuseppe F. Italiano.

Questa specifica è pienamente compatibile con i codici generati originariamente secondo la descrizione della tesi del 2010, prima che il formato venisse denominato HCC2D.

Pubblicazioni precedenti in atti di convegno relative a questo formato sono apparse nel settembre 2010 e nel settembre 2013 (rispettivamente, “High capacity colored two dimensional codes” e “Color classifiers for 2D color barcodes”); gli articoli di rivista elencati di seguito sono versioni estese e peer-reviewed di quelle pubblicazioni.

Il nome “HCC2D” è stato introdotto, e il formato è stato successivamente descritto e le sue proprietà analizzate più approfonditamente, nelle precedenti pubblicazioni in atti di convegno e nelle seguenti pubblicazioni scientifiche peer-reviewed:

- Querini, M. e Italiano, G. F. (2014). *Reliability and Data Density in High Capacity Color Barcodes*. Numero speciale della rivista *Computer Science and Information Systems (ComSIS)*, 11(4), 1595-1615.
- Querini, M., Grillo, A., Lentini, A. e Italiano, G. F. (2011). *2D Color Barcodes for Mobile Phones*. Numero speciale dell'*International Journal of Computer Science & Applications (IJCSA)*, 8(1), 136-155.

Questo documento è una specifica tecnica autonoma del formato HCC2D.

Questo documento di specifica è stato scritto da Marco Querini.

Questa specifica potrebbe cambiare prima della versione 1.0.

Licenza e copyright

Copyright © 2010-2026 Marco Querini. Tutti i diritti riservati.

Questa opera è concessa in licenza secondo i termini della Licenza Creative Commons Attribuzione-Non opere derivate 4.0 Internazionale (CC BY-ND 4.0).

Per visualizzare una copia di questa licenza, visita:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

Sei libero di condividere, copiare e ridistribuire questo documento di specifica in qualsiasi mezzo o formato, per qualsiasi scopo, anche commercialmente, a condizione di attribuire il giusto credito all'autore originale e di non distribuire versioni modificate del testo. L'implementazione di software, hardware o sistemi conformi ai requisiti tecnici definiti in questa specifica è completamente consentita e non costituisce un'opera derivata del presente documento.

Questa specifica è pubblicata apertamente. Le implementazioni software ufficiali di HCC2D sono distribuite secondo termini proprietari separati.

Questa specifica è fornita "così com'è", senza alcuna garanzia. L'autore non rilascia dichiarazioni né garanzie riguardo all'accuratezza, completezza o idoneità per uno scopo particolare delle informazioni qui contenute.

HCC2D™ è un marchio non registrato.

Indice

Introduzione

1. Ambito

1.1 Termini e acronimi

1.2 Struttura ad alto livello

2. Base di conformità

3. Parametri di codifica

4. Geometria del simbolo

5. Indici di colore e palette predefinite

5.1 HCC2D4 — Palette di Colori Modello 1 — Definizione

5.2 HCC2D8 — Palette di Colori Modello 1 — Definizione

5.3 Palette di Colori Modello 1 — Motivazione del design

5.4 HCC2D4 — Palette di Colori Modello 2 — Definizione

5.5 HCC2D8 — Palette di Colori Modello 2 — Definizione

5.6 Palette di Colori Modello 2 — Motivazione del design

5.7 Classificazione dei Modelli di Palette di Colori

5.8 Sostituzione della palette

5.9 Ordinamento di luminanza consigliato per palette personalizzate

6. Framing del payload

7. Selezione della versione

8. Organizzazione delle codewords HCC2D

9. Costruzione dei piani

9.1 HCC2D4 — Due piani

9.2 HCC2D8 — Tre piani

10. Mask selection

11. Costruzione della matrice interna

12. Colorazione dei moduli di funzione

13. Color Palette Pattern

13.1 Periodo del Color Palette Pattern

13.2 Formule esatte per i colori del Color Palette Pattern

13.3 Repliche del Color Palette Pattern per modalità

13.4 Interpretazione per il decoder

14. Coordinate di output renderizzato

14.1 Coordinate del modulo

14.2 Quiet zone

14.3 Dimensione dell'immagine in pixel

15. Regole strutturali rilevanti per il decoder

15.1 Campo di conteggio HCC2D

- 15.2 Ordine dei piani
- 15.3 Maschera comune
- 16. Procedura di codifica
- 17. Wrapper opzionale del payload HCC2DF
 - 17.1 Layout dei byte HCC2DF
 - 17.2 Vincoli del nome file
 - 17.3 Regola di compressione
 - 17.4 Relazione di ambito con HCC2D
- 18. Raccomandazioni di implementazione
- 19. Tabella dei parametri HCC2D4 esplicita
- 20. Tabella dei parametri HCC2D8 esplicita
- 21. Nota di pubblicazione
- Allegato A — Esempi illustrativi

Introduzione

HCC2D è un formato di codice a barre bidimensionale a colori. Riutilizza la struttura a matrice quadrata del QR Code definendo al contempo le proprie regole specifiche per la codifica a colori, il framing del payload, la semantica del bordo del simbolo, le capacità di versione e l'organizzazione delle codewords. In particolare, HCC2D riutilizza il finder pattern, l'alignment pattern, il timing pattern, le informazioni di formato, le informazioni di versione, le formule di data masking e il codice a correzione di errori di Reed-Solomon compatibile con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, eccetto dove questa specifica definisce esplicitamente un comportamento diverso.

QR Code è un marchio registrato di DENSO WAVE INCORPORATED in Giappone e in altri paesi. HCC2D non è sponsorizzato, approvato né affiliato a DENSO WAVE INCORPORATED. Gli elementi strutturali definiti in QR Code / ISO/IEC 18004:2006 — inclusi finder patterns, alignment patterns, timing patterns, format information, version information e masking — sono qui utilizzati come elementi di uno standard tecnico pubblico. Questo documento descrive solo gli elementi specifici di HCC2D del formato e intenzionalmente non ripubblica tali elementi.

HCC2D non è un'alternativa al codice QR ma un'estensione di esso. Un decoder HCC2D deve essere anche un lettore di codici QR. In termini pratici, un decoder HCC2D è fondamentalmente un decoder standard di codici QR con funzionalità aggiuntive per riconoscere e decodificare moduli colorati. Utilizza la fase standard di rilevamento del QR Code per rilevare la struttura del simbolo. Dopo il rilevamento e prima della decodifica del payload, il decoder determina se seguire il percorso standard di decodifica del QR

Code, nel quale i moduli sono interpretati come moduli in bianco e nero, oppure il percorso di decodifica HCC2D, nel quale i moduli sono interpretati come moduli a 4 colori o a 8 colori. Questa scelta viene effettuata verificando se i Color Palette Patterns di HCC2D sono presenti sul perimetro del simbolo. Se i Color Palette Patterns non sono presenti, il decoder decodifica il simbolo come un QR Code standard. Se i Color Palette Patterns sono presenti, il decoder decodifica il simbolo come un codice HCC2D secondo le regole di colore HCC2D applicabili. Un encoder HCC2D produce simboli che condividono la stessa base strutturale del codice QR e deve essere in grado di codificare sia codici QR sia codici HCC2D.

Questo documento specifica i formati di codice HCC2D a quattro colori e HCC2D a otto colori.

1. Ambito

Questo documento copre:

- `hcc2d4`: HCC2D a 4 colori
- `hcc2d8`: HCC2D a 8 colori

Questa specifica definisce:

- solo simboli quadrati
- versioni 1..40
- livelli di correzione degli errori L, M, Q, H
- solo codifica del payload in modalità byte

Questa specifica definisce il framing del payload HCC2D usando un segmento BYTE.

1.1 Termini e acronimi

- Color Palette Pattern: il bordo esterno di un codice HCC2D che contiene la sequenza ciclica dei colori della palette e che funge da legenda
- EC: correzione degli errori
- EC level: livello di correzione degli errori
- ECPB: error-correction codewords per block
- MSB: bit più significativo
- LSB: bit meno significativo
- RS: Reed-Solomon
- RGB: rosso, verde, blu
- ISO/IEC: Organizzazione Internazionale per la Normazione / Commissione Elettrotecnica Internazionale

Termini della matrice:

- `module`: una cella quadrata logica del simbolo
- `inner grid` o `inner matrix`: la matrice $N \times N$ riutilizzata compatibile con QR prima dell'aggiunta del bordo HCC2D
- `full symbol`: il quadrato $N+2$ prodotto dopo l'aggiunta del bordo HCC2D
- `function module`: un modulo non dati appartenente alle strutture `finder`, `alignment`, `timing`, `formato` o `versione`
- `data module`: un modulo il cui stato è determinato dal payload codificato e dal flusso di bit di correzione degli errori
- `plane`: una matrice binaria estratta dal flusso di bit interlacciato finale

1.2 Struttura ad alto livello

Ad alto livello, la codifica HCC2D procede come segue:

1. inquadrare il payload come un segmento in modalità BYTE
2. scegliere la versione e il livello di correzione degli errori
3. generare le codewords dei dati, le error-correction codewords e il flusso di bit interlacciato finale
4. dividere quel flusso di bit finale in due o tre piani binari
5. costruire una matrice interna compatibile con QR per piano usando un mask pattern condiviso
6. combinare i bit dei piani negli indici di colore per i moduli dati
7. renderizzare i moduli di funzione in bianco e nero
8. aggiungere il bordo Color Palette Pattern di HCC2D

HCC2D non esegue un processo di correzione degli errori separato per piano. Prima viene prodotto un flusso di bit combinato, e l'estrazione dei piani avviene solo dopo.

2. Base di conformità

Un'implementazione conforme produce codici decodificabili dall'HCC2D Decoder ufficiale, disponibile su [Google Play](#), [Huawei AppGallery](#) e [App Store](#).

Un'implementazione che dichiara la conformità a questa specifica deve combinare:

1. un livello specifico di HCC2D definito da questo documento; e
2. un livello di codifica a matrice quadrata riutilizzato il cui comportamento sia compatibile con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 per tutte le parti riutilizzate.

Per l'interoperabilità con i decoder HCC2D esistenti, il livello riutilizzato deve fornire almeno:

- versioni quadrate di tipo Model-2 1..40
- livelli di correzione degli errori L, M, Q, H
- posizionamento del finder pattern
- posizionamento dell'alignment pattern in base alle coordinate indicate nelle tabelle HCC2D
- posizionamento del timing pattern
- generazione e posizionamento delle informazioni di formato
- generazione e posizionamento delle informazioni di versione dove applicabile
- ordine di posizionamento dei dati in modalità BYTE nella matrice interna
- formule di data masking per i mask indices 0..7
- mask penalty evaluation compatibile con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, eccetto per la regola specifica di HCC2D che usa solo il piano 0 invertito nella sezione 10
- generazione della parità Reed-Solomon e interleaving delle codewords compatibile con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, eccetto per i conteggi totali delle codewords e le molteplicità dei blocchi specifici di HCC2D definiti nelle sezioni 19 e 20

Pertanto:

- questa specifica non è completamente autonoma
- un'implementazione che abbia già quei comportamenti riutilizzati compatibili con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 può implementare la generazione di simboli HCC2D interoperabili a partire da questa specifica
- un'implementazione che abbia questa specifica insieme alla specifica QR Code per le parti riutilizzate dispone delle informazioni necessarie per implementare la generazione di simboli HCC2D interoperabili

In termini pratici, HCC2D non è un sostituto della costruzione di matrici quadrate in stile QR. È un livello di capacità cromatica e framing costruito sopra un simbolo interno riutilizzato compatibile con QR. Pertanto, le differenze normative di HCC2D sono concentrate in:

- framing del payload
- capacità totali delle codewords e molteplicità dei blocchi
- estrazione dei piani di bit e interpretazione del colore
- selezione dell'input per l'algoritmo di data masking: solo il piano 0 invertito
- regola di rendering dei moduli di funzione
- semantica del bordo esterno di HCC2D

Un formato o simbolo può essere denominato HCC2D solo se è conforme a questa specifica. L'uso del nome HCC2D per descrivere un formato o simbolo non conforme è fuorviante e non è autorizzato da questa specifica.

3. Parametri di codifica

Un processo di generazione di simboli HCC2D conforme è parametrizzato da almeno questi valori logici:

- `payload`: obbligatorio, array di byte non vuoto
- `mode`: `hcc2d4` o `hcc2d8`
- `ec_level`: uno tra `L`, `M`, `Q`, `H`
- `version`: `0` significa selezione automatica; altrimenti `1..40`
- `scale`: pixel per modulo per il rendering raster, se viene prodotto output raster
- `quiet_zone`: moduli di margine bianco attorno al simbolo renderizzato, se viene prodotto output raster
- `palette_rgb`: sostituzione RGB opzionale

I primi quattro parametri influenzano il simbolo HCC2D logico. Gli ultimi tre influenzano solo il rendering visivo.

I valori predefiniti, il comportamento dell'interfaccia utente e le convenzioni della riga di comando esulano dall'ambito di questa specifica.

Note aggiuntive sui parametri:

- `payload` viene interpretato strettamente come byte grezzi
- questa specifica non definisce la transcodifica del testo, l'ottimizzazione multi-segmento, la modalità numerica o la modalità alfanumerica
- `mode` determina il numero di piani e la famiglia di palette
- `ec_level` seleziona la riga della tabella normativa all'interno della versione scelta
- `version` controlla la capacità, la dimensione interna, le coordinate di allineamento e la struttura dei blocchi
- `scale`, `quiet_zone` e `palette_rgb` non modificano il flusso di bit logico codificato

4. Geometria del simbolo

Per entrambe le modalità HCC2D, la versione `v` usa una griglia quadrata interna di dimensione:

$$N = 17 + 4*v$$

Esempi:

- versione 1 → 21×21
- versione 10 → 57×57
- versione 40 → 177×177

La griglia interna riutilizza le strutture di finder pattern, alignment pattern, timing pattern, informazioni di formato e informazioni di versione che seguono regole compatibili con QR Code / ISO/IEC 18004:2006.

HCC2D aggiunge quindi il proprio bordo esterno di un modulo su tutti e quattro i lati:

- dimensione interna = N
- dimensione completa = $N + 2$

Questo bordo esterno specifico di HCC2D è il Color Palette Pattern.

La distinzione tra griglia interna e simbolo completo è normativa:

- tutta la logica di posizionamento riutilizzata compatibile con QR opera sulla matrice interna $N \times N$
- il Color Palette Pattern di HCC2D si trova al di fuori di quella matrice interna
- il rendering e l'output raster utilizzano la dimensione completa $N + 2$

Pertanto, ogni volta che questo documento fa riferimento a pattern di funzione, posizionamento dei dati, masking o geometria di versione, tali regole si applicano prima alla matrice interna e solo successivamente viene aggiunto il bordo HCC2D.

5. Indici di colore e palette predefinite

Questa sezione definisce il layout dei bit dell'indice di colore per HCC2D4 e HCC2D8, i due Modelli di Palette di Colori standard (Modello 1 per la visualizzazione su schermo e Modello 2 per la stampa), la classificazione dei modelli di palette, e le regole per la personalizzazione della palette.

5.1 HCC2D4 — Palette di Colori Modello 1 — Definizione

I codici HCC2D4 con Palette di Colori Modello 1 dovranno usare i seguenti colori per gli indici di palette 0..3. La luminanza è approssimativa, calcolata come $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$.

Tabella 1 — Tavolozza colori HCC2D4, Modello 1 (Schermo)

Indice	Colore	RGB	Luminanza (Y)
0	nero	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	rosso	RGB(220, 0, 0)	≈ 66
2	ciano	RGB(0, 200, 220)	≈ 142
3	bianco	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

Layout dei bit dell'indice di colore:

- bit 1 = piano MSB
- bit 0 = piano LSB

Pertanto:

- 00 → 0 → nero
- 01 → 1 → rosso
- 10 → 2 → ciano
- 11 → 3 → bianco

L'ordinamento è logico, non meramente visivo. L'indice 0 è l'ancora scura e l'indice 3 è l'ancora bianca della famiglia a quattro colori.

5.2 HCC2D8 — Palette di Colori Modello 1 — Definizione

I codici HCC2D8 con Palette di Colori Modello 1 dovranno usare i seguenti colori per gli indici di palette 0..7. La luminanza è approssimativa, calcolata come

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B.$$

Tabella 2 — Tavolozza colori HCC2D8, Modello 1 (Schermo)

Indice	Colore	RGB	Luminanza (Y)
0	nero	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	rosso scuro	RGB(200, 0, 0)	≈ 60
2	verde scuro	RGB(0, 130, 0)	≈ 76
3	blu navy scuro	RGB(0, 60, 180)	≈ 56
4	ciano chiaro	RGB(0, 215, 235)	≈ 153
5	giallo chiaro	RGB(255, 220, 50)	≈ 211
6	magenta chiaro	RGB(255, 130, 230)	≈ 179
7	bianco	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

Layout dei bit dell'indice di colore:

- bit 2 = piano 0 / piano MSB
- bit 1 = piano 1
- bit 0 = piano 2 / piano LSB

Pertanto l'indice di colore è uguale al valore a 3 bit formato dai tre bit di piano.

Ancora una volta, l'ordinamento è logico. L'indice 0 è l'ancora scura e l'indice 7 è l'ancora bianca della famiglia a otto colori.

5.3 Palette di Colori Modello 1 — Motivazione del design

I valori RGB della Palette di Colori Modello 1 (definita nelle sezioni 5.1 e 5.2) sono stati deliberatamente scelti per evitare gli estremi del gamut sRGB, dove i profili di schermo e i gamut hardware divergono maggiormente. Il decoder campiona il Color Palette Pattern in fase di esecuzione sullo schermo reale — che può essere sRGB, wide-gamut, AMOLED o LCD, e quasi certamente non calibrato. I valori di canale prossimi ai limiti (vicini a 0 o 255) vengono riprodotti in modo diverso a seconda del tipo di schermo; limitando i canali attivi a 200–220 anziché 255, i colori della palette si collocano all'interno del gamut sRGB, dove i diversi schermi concordano in modo più affidabile sul colore percepito.

Questo riduce la deriva cromatica tra schermi e migliora la stabilità del campionamento dei colori durante la decodifica.

Questa scelta di limitazione dei canali RGB produce anche una distribuzione di luminanza coerente con il requisito di ordinamento della sezione 5.9. Per HCC2D8 (sezione 5.2), gli indici 0–3 (nero, rosso scuro, verde scuro, blu navy scuro) rientrano tutti al di sotto del punto medio di luminanza ($Y < 128$), mentre gli indici 4–7 (ciano chiaro, giallo chiaro, magenta chiaro, bianco) rientrano tutti al di sopra ($Y > 128$). Il divario tra l'indice 3 (blu navy scuro, $Y \approx 56$) e l'indice 4 (ciano chiaro, $Y \approx 153$) è di circa 97 unità di luminanza.

La Palette di Colori Modello 1 è la baseline validata per gli schermi. Non ha la pretesa di essere ottimale per la stampa.

5.4 HCC2D4 — Palette di Colori Modello 2 — Definizione

Per HCC2D4, tutti i colori intermedi sono a singolo canale. Il giallo è escluso perché offre contrasto insufficiente con la carta bianca:

Tabella 3 — Tavolozza colori HCC2D4, Modello 2 (Stampa)

Indice	Colore	RGB	Canali inchiostro	Luminanza (Y)
0	nero	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	magenta	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
2	ciano	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
3	bianco	RGB(255, 255, 255)	nessun inchiostro (carta)	≈ 255

5.5 HCC2D8 — Palette di Colori Modello 2 — Definizione

Per HCC2D8, la palette copre tutti e tre i primari CMYK a singolo canale e le loro tre combinazioni binarie a saturazione completa. Non viene usata alcuna combinazione a tre canali:

Tabella 4 — Tavolozza colori HCC2D8, Modello 2 (Stampa)

Indice	Colore	RGB	Canali inchiostro	Luminanza (Y)
0	nero	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	blu	RGB(0, 0, 255)	C + M (100%)	≈ 29
2	rosso	RGB(255, 0, 0)	M + Y (100%)	≈ 76
3	magenta	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
4	verde	RGB(0, 255, 0)	C + Y (100%)	≈ 150
5	ciano	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
6	giallo	RGB(255, 255, 0)	Y	≈ 226
7	bianco	RGB(255, 255, 255)	nessun inchiostro (carta)	≈ 255

5.6 Palette di Colori Modello 2 — Motivazione del design

La Palette di Colori Modello 2 è la palette ottimizzata per la stampa, definita per HCC2D4 e HCC2D8. Per la stampa, il problema è diverso rispetto agli schermi: il gamut dell'inchiostro, il punto di bianco della carta e le condizioni di illuminazione durante la scansione introducono fonti di variabilità differenti. La Palette di Colori Modello 2 si basa sul principio di minimizzare il numero di canali di inchiostro per colore di modulo. I colori a singolo canale sono i più stabili tra le stampanti; ogni canale aggiuntivo introduce interazioni di dot gain che variano in funzione della stampante, della carta e della densità dell'inchiostro.

Entrambe le palette della Palette di Colori Modello 2 soddisfano l'ordinamento scuro/chiaro della sezione 5.9. Per HCC2D8, la suddivisione è particolarmente netta: gli indici 0–3 (nero, blu, rosso, magenta) rientrano tutti al di sotto del punto medio di luminanza ($Y < 128$), mentre gli indici 4–7 (verde, ciano, giallo, bianco) rientrano tutti al di sopra ($Y > 128$), con un divario di circa 45 unità di luminanza tra l'indice 3 (magenta, $Y \approx 105$) e l'indice 4 (verde, $Y \approx 150$).

5.7 Classificazione dei Modelli di Palette di Colori

I codici HCC2D sono classificati in base alla palette di colori utilizzata. Il numero di modello è una proprietà della palette, non del formato del codice; il decoder è agnostico rispetto alla palette.

- **Palette di colori Modello 1:** codici che utilizzano la palette predefinita esatta definita nelle sezioni 5.1 e 5.2. Questa è la palette standard e completamente interoperabile. La Palette di colori Modello 1 è stata validata per funzionare bene quando i codici sono visualizzati su schermi (monitor di computer, smartphone e dispositivi simili). Qualsiasi implementazione che dichiari conformità HCC2D senza ulteriori qualifiche implica la Palette di colori Modello 1.
- **Palette di Colori Modello 2:** codici che utilizzano la palette ottimizzata per la stampa definita nelle sezioni 5.4 e 5.5, disponibile per HCC2D4 e HCC2D8. Progettata per flussi di lavoro di stampa e scansione.
- **Palette non valida:** una palette priva di nero all'indice 0 o di bianco all'ultimo indice. I codici prodotti con tale palette non sono codici HCC2D validi. I codificatori conformi dovranno rifiutare tali configurazioni (vedi sezione 5.8).
- **Palette non standard / sperimentale:** una palette che mantiene il nero all'indice 0 e il bianco all'ultimo indice ma usa colori intermedi diversi. I codici prodotti con tale palette possono o non possono essere decodificabili, a seconda di quanto siano cromaticamente distinti i colori scelti. L'implementazione di codifica si assume la piena responsabilità per eventuali codici che non riescono a essere decodificati.

I numeri di modello della palette di colori sono assegnati esclusivamente da questa specifica. Versioni future di questa specifica potranno definire modelli di palette di colori aggiuntivi (Palette di colori Modello 3 e successivi) man mano che altre combinazioni di colori vengano validate sperimentalmente per funzionare bene in casi d'uso specifici, come la lettura da computer a telefono o da telefono a telefono.

Le modifiche alla palette dovrebbero essere limitate a uso sperimentale. Per l'uso in produzione, la Palette di colori Modello 1 dovrebbe essere usata quando i codici devono essere visualizzati su schermi (monitor di computer, smartphone e dispositivi simili); la Palette di colori Modello 2 dovrebbe essere usata quando i codici devono essere stampati.

Le implementazioni che producono codici con una palette non standard dovranno comunicarlo esplicitamente agli utenti, indicando che i codici utilizzano una palette non standard e potrebbero non essere decodificabili da tutti i decoder HCC2D.

5.8 Sostituzione della palette

La prima voce della palette e l'ultima sono ancoraggi normativi e non devono essere modificati:

- per `hcc2d4`, l'indice `0` deve rimanere nero e l'indice `3` deve rimanere bianco
- per `hcc2d8`, l'indice `0` deve rimanere nero e l'indice `7` deve rimanere bianco

Pertanto:

- in `hcc2d4`, solo gli indici `1` e `2` possono essere personalizzati
- in `hcc2d8`, solo gli indici da `1` a `6` possono essere personalizzati

Quando viene fornita una sostituzione della palette:

- la modalità a 4 colori richiede esattamente `12` byte (`4 * 3`)
- la modalità a 8 colori richiede esattamente `24` byte (`8 * 3`)
- il layout dei byte è ancora la palette completa in ordine di indice di palette, poi in ordine di componente RGB
- tuttavia, i codificatori conformi devono rifiutare le sostituzioni la cui prima voce non è nero o la cui ultima voce non è bianco

L'ordine dei byte è per ordine di voce della palette, poi per ordine di componente RGB:

- `HCC2D4`: `R0 G0 B0 R1 G1 B1 R2 G2 B2 R3 G3 B3`
- `HCC2D8`: `R0 G0 B0 ... R7 G7 B7`

Valori di ancoraggio normativi:

- `hcc2d4`: `R0 G0 B0 = 0 0 0` e `R3 G3 B3 = 255 255 255`
- `hcc2d8`: `R0 G0 B0 = 0 0 0` e `R7 G7 B7 = 255 255 255`

La logica del simbolo usa solo gli indici. I valori RGB personalizzati non influenzano le codewords, la costruzione del flusso di bit, la selezione della versione, la mask selection o il layout della matrice, ma influenzano l'aspetto renderizzato.

In modo equivalente, HCC2D determina prima un indice di colore logico per ogni modulo e solo poi associa quell'indice a una terna RGB per il rendering.

5.9 Ordinamento di luminanza consigliato per palette personalizzate

Questa sottosezione è informativa.

Quando viene utilizzata una palette personalizzata, le implementazioni dovrebbero preservare una metà inferiore più scura e una metà superiore più chiara. Questa raccomandazione è motivata dalla mask selection rule di HCC2D definita più avanti in questa specifica.

La mask selection di HCC2D non viene eseguita sul simbolo finale renderizzato a piena risoluzione cromatica. Viene invece eseguita su un proxy binario derivato da un solo piano di bit:

- solo il piano 0 partecipa alla mask selection
- per `hcc2d4`, il piano 0 è il bit più significativo del colore
- per `hcc2d8`, il piano 0 è il bit più significativo del colore (bit 2)
- quel piano viene estratto dal flusso di bit interlacciato finale
- quel piano viene poi invertito
- le QR-compatible mask penalty rules vengono valutate su quel proxy invertito a piano singolo

Pertanto, solo un bit per modulo influenza direttamente la mask choice.

Questo ha un'importante conseguenza pratica. La maschera viene scelta usando le regole di penalità binaria in stile QR, ma il simbolo HCC2D finale è un simbolo multicolore. Perché il processo di mask selection in stile QR rimanga significativo per HCC2D, il proxy binario utilizzato per la mask choice dovrebbe ancora correlare ragionevolmente bene con la struttura di oscurità apparente del simbolo renderizzato finale.

Quella correlazione migliora quando gli indici di palette inferiori sono più scuri e gli indici superiori sono più chiari. In tale disposizione, il piano singolo utilizzato per la mask selection funge ancora da utile approssimazione grossolana di come sono distribuite le regioni scure rispetto a quelle chiare nel simbolo HCC2D finale.

Pertanto, la personalizzazione della palette dovrebbe preservare un ordinamento di luminanza renderizzata in cui la metà inferiore rimanga più scura in generale e la metà superiore più chiara in generale, coerente con l'ordinamento di significato logico degli indici di colore.

In termini pratici:

- gli indici di palette inferiori dovrebbero corrispondere a colori più scuri
- gli indici di palette superiori dovrebbero corrispondere a colori più chiari
- la prima voce deve rimanere nera
- l'ultima voce deve rimanere bianca

Ordinamento consigliato per `hcc2d4`:

- l'indice 0 deve essere nero

- l'indice 1 dovrebbe essere visivamente più scuro dell'indice 2
- l'indice 3 deve essere bianco
- come linea guida a livello della famiglia a 4 colori, gli indici 0 e 1 dovrebbero formare la metà più scura della palette e gli indici 2 e 3 la metà più chiara

Ordinamento consigliato per hcc2d8 :

- l'indice 0 deve essere nero
- l'indice 7 deve essere bianco
- gli indici 1, 2 e 3 dovrebbero rimanere nella metà più scura della palette
- gli indici 4, 5 e 6 dovrebbero rimanere nella metà più chiara della palette
- come linea guida a livello della famiglia a 8 colori, gli indici da 0 a 3 dovrebbero essere più scuri in generale degli indici da 4 a 7

Questa raccomandazione non modifica la logica del simbolo, poiché HCC2D usa gli indici di palette piuttosto che i valori di luminanza quando costruisce il simbolo. Una palette che viola il bilanciamento raccomandato più scuro in basso / più chiaro in alto può ancora produrre simboli decodificabili. Tuttavia, facendo così si indebolisce la relazione intesa tra:

- il proxy utilizzato durante la mask selection
- la distribuzione di oscurità apparente del simbolo renderizzato finale
- la stabilità visiva della palette personalizzata in diverse condizioni di scansione

Se quel bilanciamento scuro-verso-chiaro viene preservato, le mask rules in stile QR riutilizzate rimangono un'euristica ragionevole e utile anche per HCC2D.

Se quel bilanciamento non viene preservato:

- il codificatore può ancora generare simboli validi
- i decoder possono ancora decodificare con successo quei simboli
- ma la maschera selezionata viene quindi ottimizzata per il proxy binario in stile QR piuttosto che per una disposizione cromatica finale la cui oscurità percepita segue la stessa struttura

In tal caso, la mask selection funziona ancora nel senso stretto che una mask viene scelta e il simbolo risultante può rimanere decodificabile, ma il modello di penalità in stile QR diventa meno rappresentativo delle proprietà visive del simbolo HCC2D reale.

Per tale motivo, una palette personalizzata dovrebbe preservare colori più scuri negli indici inferiori e colori più chiari negli indici superiori.

6. Framing del payload

Il framing del payload HCC2D usa un segmento BYTE.

- bit del marcatore di segmento: `0100`
- larghezza del campo di conteggio: 16 bit in entrambe le modalità HCC2D, per tutte le versioni
- valore di conteggio: lunghezza del payload in byte
- byte del payload: aggiunti verbatim, 8 bit ciascuno, bit più significativo prima

Il flusso di bit del payload logico prima della terminazione è:

```
0100 || byte_count_16 || payload_bytes
```

I bit di terminazione, l'allineamento dei byte, i byte di padding, la generazione della parità Reed-Solomon e l'interleaving finale seguono regole compatibili con QR Code / ISO/IEC 18004:2006, eccetto dove questa specifica definisce esplicitamente un comportamento HCC2D diverso.

Conseguenze importanti di questa regola di framing:

- il campo di conteggio è sempre di sedici bit per HCC2D, indipendentemente dalla versione
- il valore di conteggio è un conteggio di byte, non di bit né di caratteri
- i byte del payload vengono aggiunti verbatim in ordine di bit più significativo prima
- questa specifica definisce esattamente un segmento BYTE per simbolo HCC2D

7. Selezione della versione

Se viene specificata esplicitamente una versione, sarà usata solo se il payload vi rientra.

Se viene utilizzata la selezione automatica della versione, verrà selezionata la versione minima compatibile col payload.

Per una data modalità, versione e livello di correzione degli errori HCC2D:

- `total_codewords`, `data_codewords`, `ec_codewords` e il layout dei blocchi sono forniti dalle tabelle esplicite HCC2D nelle sezioni 19 e 20
- un payload è compatibile se e solo se il suo flusso di bit inquadrato può essere terminato e riempito fino a esattamente `data_codewords` byte

A tal fine, la lunghezza del flusso di bit inquadrato prima della terminazione è:

```
4 + 16 + 8 * payload_length
```

dove 4 è l'indicatore di modalità BYTE e 16 è la larghezza del campo di conteggio byte HCC2D.

Un payload rientra nella capacità quando quel flusso di bit inquadrato può essere:

1. facoltativamente terminato con fino a quattro bit zero
2. riempito con bit zero fino al successivo limite di byte
3. riempito con byte di padding alternati fino a raggiungere esattamente la capacità di data codewords

senza superare il conteggio di data codewords disponibili per la modalità, versione e livello di correzione degli errori selezionati.

8. Organizzazione delle codewords HCC2D

Le tabelle dei parametri HCC2D nelle sezioni 19 e 20 sono normative.

La struttura di correzione degli errori segue regole compatibili con ISO/IEC 18004:2006, eccetto dove questa specifica definisce esplicitamente un comportamento specifico di HCC2D.

Ogni riga della tabella fornisce:

- `dim`: dimensione interna
- `align`: coordinate centrali dell'alignment pattern
- `total`: total codewords
- `data`: data codewords
- `ec`: error-correction codewords
- `ecpb`: error-correction codewords per block
- `blocks`: molteplicità dei blocchi e data codewords per blocco

Quei valori determinano completamente l'organizzazione delle codewords HCC2D per ogni versione e livello.

Per `hcc2d4`, il conteggio totale delle codewords per ogni versione e livello è esattamente il doppio della struttura base compatibile con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 corrispondente.

Per `hcc2d8`, il conteggio totale delle codewords per ogni versione e livello è esattamente il triplo della struttura base compatibile con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 corrispondente.

Più precisamente:

- `hcc2d4` mantiene i valori di codewords per block compatibili con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 riutilizzati e raddoppia le molteplicità dei blocchi
- `hcc2d8` mantiene i valori di codewords per block compatibili con QR Code / ISO/IEC 18004:2006 riutilizzati e triplica le molteplicità dei blocchi

Questo è il meccanismo con cui HCC2D aumenta la capacità totale di bit continuando a usare le procedure Reed-Solomon compatibili con QR riutilizzate.

9. Costruzione dei piani

Sia `B` il flusso di bit finale delle codewords interlacciate.

La costruzione dei piani viene eseguita solo dopo:

- la formazione delle data codewords
- la generazione delle error-correction codewords
- il completamento dell'interleaving finale

HCC2D non crea flussi di correzione degli errori separati per piano. Viene invece prodotto prima un flusso di bit combinato finale e poi diviso per passo in piani.

9.1 HCC2D4 — Due piani

`hcc2d4` usa due piani.

L'estrazione dei piani avviene per de-interleaving dei bit dal flusso di bit finale:

- il piano 0 prende i bit alle posizioni `0, 2, 4, ...`
- il piano 1 prende i bit alle posizioni `1, 3, 5, ...`

Il piano 0 è il piano MSB. Il piano 1 è il piano LSB.

Indice di colore del modulo dati:

```
color = (plane0_bit << 1) | plane1_bit
```

In modo equivalente, se il flusso di bit interlacciato finale è `B[0], B[1], B[2], ...`, i colori dei moduli del simbolo sono determinati da coppie di bit:

```
(B[0], B[1]), (B[2], B[3]), (B[4], B[5]), ...
```

9.2 HCC2D8 — Tre piani

`hcc2d8` usa tre piani.

L'estrazione dei piani è:

- il piano 0 prende i bit alle posizioni `0, 3, 6, ...`
- il piano 1 prende i bit alle posizioni `1, 4, 7, ...`

- il piano 2 prende i bit alle posizioni 2, 5, 8, ...

Il piano 0 è il piano MSB. Il piano 2 è il piano LSB.

Indice di colore del modulo dati:

```
color = (plane0_bit << 2) | (plane1_bit << 1) | plane2_bit
```

In modo equivalente, se il flusso di bit interlacciato finale è $B[0]$, $B[1]$, $B[2]$, ..., i colori dei moduli del simbolo sono determinati da triple di bit:

```
(B[0], B[1], B[2]), (B[3], B[4], B[5]), (B[6], B[7], B[8]), ...
```

L'ordine dei piani è normativo e non deve essere permutato. In `hcc2d4`, il piano 0 è il bit più significativo e il piano 1 è il bit meno significativo. In `hcc2d8`, il piano 0 è il bit 2, il piano 1 è il bit 1 e il piano 2 è il bit 0.

10. Mask selection

Deve essere utilizzato un unico mask pattern in `0..7` per tutti i piani di un simbolo.

La mask selection segue regole compatibili con ISO/IEC 18004:2006, eccetto dove questa specifica definisce esplicitamente un comportamento specifico di HCC2D.

Comportamento specifico di HCC2D per la valutazione dei candidati:

- costruire un flusso di bit proxy solo dal piano 0
- invertire ogni bit di quel flusso del piano 0
- usare quel flusso invertito per la mask penalty evaluation

Mask selection procedure:

1. per ogni mask index candidato in `0..7`, applicare quella mask al flusso del piano 0 invertito e costruire una matrice interna candidata da esso
2. calcolare la mask penalty su quella matrice candidata
3. selezionare il mask index con penalità minima

Il pareggio viene risolto dal primo minimo incontrato, cioè il mask index più basso.

Una volta scelto il mask index vincitore, quell'unico indice deve essere riutilizzato per ogni piano del simbolo. HCC2D non sceglie mask pattern diversi per piani diversi.

11. Costruzione della matrice interna

Ogni piano viene convertito in una matrice interna usando la versione scelta e il mask pattern comune scelto.

Importante: tutti i piani usano la stessa geometria del pattern di funzione, la stessa versione, gli stessi bit di formato e lo stesso mask index. Differiscono solo nei bit di dati.

Questo documento non riporta nella sua interezza le formule riutilizzate di finder pattern, alignment pattern, timing pattern, informazioni di formato, informazioni di versione, Reed-Solomon o formule di data masking.

Pertanto, la costruzione della matrice interna per HCC2D può essere intesa come una costruzione di matrice compatibile con QR ripetuta sulla stessa geometria, una volta per piano, con solo il flusso di bit del piano che cambia da un passaggio all'altro.

12. Colorazione dei moduli di funzione

Per `hcc2d4` e `hcc2d8`, i moduli dati usano la mappatura dei colori multi-piano descritta sopra, ma i moduli di funzione sono renderizzati solo in bianco e nero:

- se il piano 0 a quella coordinata del modulo di funzione è 1, renderizzare nero
- altrimenti renderizzare bianco

In pratica questo è sicuro perché i moduli di funzione sono identici in tutti i piani.

Questa regola si applica a tutti i moduli strutturali riutilizzati nella matrice interna, inclusi finder pattern, alignment pattern, timing pattern, informazioni di formato e informazioni di versione dove applicabile.

13. Color Palette Pattern

Il Color Palette Pattern deve essere implementato esattamente come specificato: i decoder ne campionano i moduli per ricostruire la palette di colori. Il decoder non conosce a priori i colori della palette, ad eccezione del fatto che il primo è nero e l'ultimo è bianco. Il Color Palette Pattern è quindi necessario per la decodifica.

Sia N la dimensione interna.

Il bordo HCC2D si trova un modulo all'esterno della griglia interna:

- la riga del bordo superiore si trova alla riga logica -1
- la riga del bordo inferiore si trova alla riga logica N
- la colonna del bordo sinistro si trova alla colonna logica -1
- la colonna del bordo destro si trova alla colonna logica N

Il codice HCC2D sposta quelle coordinate logiche di $+1$ in entrambi gli assi, producendo una griglia $(N+2) \times (N+2)$.

Il Color Palette Pattern è una parte strutturale di HCC2D, non un ornamento opzionale. La sua geometria e l'ordine degli indici di colore fanno parte della definizione del formato.

13.1 Periodo del Color Palette Pattern

- `hcc2d4`: periodo $P = 4$
- `hcc2d8`: periodo $P = 8$

I segmenti attivi su ogni bordo scorrono ripetutamente attraverso tutti gli indici di palette P . La formula esatta per ogni bordo, incluso l'indice iniziale e la direzione del ciclo, è fornita nella sezione 13.2.

Il ciclo è definito in termini di indici di palette logici, non di valori RGB letterali.

13.2 Formule esatte per i colori del Color Palette Pattern

Siano `row` e `col` coordinate logiche nel sistema di coordinate del bordo descritto sopra.

Il bordo Color Palette Pattern deve utilizzare queste regole esatte:

1. Bordo superiore: se `row == -1` e $8 \leq \text{col} < N - 8$, allora `color = (col - 8) mod P`
2. Bordo inferiore: se `row == N` e $8 \leq \text{col} < N$, allora `color = (col - 8) mod P`
3. Bordo sinistro: se `col == -1`, sia `start = N - 9`. Se $8 \leq \text{row} \leq \text{start}$, allora `color = (start - row) mod P`
4. Bordo destro: se `col == N` e $8 \leq \text{row} < N$, allora `color = (row - 8) mod P`
5. Tutte le celle di bordo rimanenti: `color = P - 1`

Ciò significa che le celle di bordo non ciclanti, inclusi gli angoli e i segmenti esclusi vicino ai finder pattern, sono sempre l'indice di palette più alto:

- 3 per HCC2D4 → bianco
- 7 per HCC2D8 → bianco

13.3 Repliche del Color Palette Pattern per modalità

Non tutti i moduli del bordo portano i colori della palette. I moduli agli angoli e vicino ai finder pattern sono bianchi fissi (colore = $P - 1$, come definito nella sezione 13.2). La lunghezza del segmento che replica ciclicamente i colori della palette su ciascun lato è:

- lato superiore: $N - 16$ moduli
- lato inferiore: $N - 8$ moduli
- lato sinistro: $N - 16$ moduli
- lato destro: $N - 8$ moduli

Per HCC2D8 ($P = 8$), si applicano le stesse lunghezze.

La sequenza esatta per lato — incluso l'indice iniziale e la direzione — è determinata dalle formule nella sezione 13.2. I lati superiore, inferiore e destro si incrementano con la loro coordinata di scansione. Sul lato sinistro l'indice di palette decresce all'aumentare della riga; l'indice iniziale esatto per ciascuna versione è dato dalla formula nella sezione 13.2.

13.4 Interpretazione per il decoder

Il decoder campiona queste strisce per recuperare le statistiche della palette. Pertanto il bordo fa parte del formato del simbolo, non è semplicemente una decorazione.

Qualsiasi implementazione che modifichi la geometria del segmento, la direzione del ciclo o le celle bianche di riserva del Color Palette Pattern genererebbe un simbolo non conforme.

14. Coordinate di output renderizzato

Questa sezione definisce il rendering raster di un simbolo HCC2D logico. Il simbolo logico è completamente definito senza fissare alcuna dimensione di pixel particolare.

14.1 Coordinate del modulo

Per le modalità HCC2D:

- dimensione totale della griglia di moduli = $N + 2$
- il modulo interno (x, y) si mappa sul modulo renderizzato $(x + 1, y + 1)$

14.2 Quiet zone

L'immagine rasterizzata aggiunge `quiet_zone` moduli di colore di sfondo su tutti e quattro i lati.

Indice del colore di sfondo:

- HCC2D4: 3 (bianco)
- HCC2D8: 7 (bianco)

14.3 Dimensione dell'immagine in pixel

Sia F la dimensione completa del modulo:

$$F = N + 2$$

Allora:

- larghezza immagine = $(F + 2 * \text{quiet_zone}) * \text{scale}$
- altezza immagine = uguale

Ogni modulo logico viene rasterizzato come un quadrato a colore pieno $\text{scale} \times \text{scale}$.

Per i simboli HCC2D, la quiet zone usa l'indice di palette più alto:

- 3 per `hcc2d4`
- 7 per `hcc2d8`

Con le palette predefinite, questo corrisponde al bianco.

15. Regole strutturali rilevanti per il decoder

15.1 Campo di conteggio HCC2D

Il campo di conteggio BYTE è di 16 bit in entrambe le modalità HCC2D.

15.2 Ordine dei piani

Per HCC2D a 4 colori:

- il piano 0 è il color MSB
- il piano 1 è il color LSB

Per HCC2D a 8 colori:

- il piano 0 è il bit più significativo del colore (bit 2)
- il piano 1 è il bit 1
- il piano 2 è il bit meno significativo del colore (bit 0)

15.3 Maschera comune

Tutti i piani devono usare lo stesso mask pattern.

Queste regole sono rilevanti per il decoder perché un decoder che assuma larghezze del campo di conteggio BYTE variabili in stile QR, un ordine di significatività dei piani diverso, o maschere indipendenti per piano non interpreterebbe correttamente un simbolo HCC2D conforme.

16. Procedura di codifica

Una procedura di codifica HCC2D conforme deve eseguire i seguenti passaggi:

1. Validare gli input.
2. Selezionare la famiglia di simboli (`hcc2d4` o `hcc2d8`).
3. Selezionare il livello di correzione degli errori (`L/M/Q/H`).
4. Scegliere la versione: usare la versione specificata esplicitamente se il payload vi rientra; altrimenti, quando si usa la selezione automatica, scegliere la versione minima compatibile col payload.

5. Costruire il flusso di bit del payload logico: `0100 || byte_count_16 || payload_bytes`
6. Determinare la capacità specifica della famiglia e il layout dei blocchi dalla tabella HCC2D esplicita per la modalità, versione e livello scelti.
7. Applicare la terminazione e i byte di padding.
8. Generare la parità e interlacciare le codewords usando la struttura di correzione degli errori riutilizzata.
9. Dividere il flusso di bit finale in 2 o 3 piani per estrazione a passo.
10. Selezionare un mask index comune: per le modalità HCC2D, valutare le penalità usando solo il piano 0 invertito.
11. Costruire una matrice interna per piano usando la versione comune, il livello EC e la maschera.
12. Renderizzare i moduli dati:
 - HCC2D4: indice di colore da 2 bit (un bit per piano)
 - HCC2D8: indice di colore da 3 bit (un bit per piano)
13. Renderizzare i moduli di funzione come nero/bianco dal piano 0.
14. Aggiungere l'esatto bordo Color Palette Pattern di un modulo usando le formule di coordinate della sezione 13.
15. Aggiungere la quiet zone bianca.
16. Rasterizzare i moduli in pixel se è necessario un output di immagine raster.

L'ordine delle operazioni è importante. In particolare:

- la correzione degli errori e l'interleaving avvengono prima dell'estrazione dei piani
- la mask selection avviene una volta ed è condivisa da tutti i piani
- la costruzione della matrice interna avviene prima dell'aggiunta del bordo Color Palette Pattern
- la quiet zone è al di fuori del simbolo HCC2D completo e non fa parte della struttura logica del payload

17. Wrapper opzionale del payload HCC2DF

Questa sezione non definisce il codice HCC2D stesso.

Definisce un formato wrapper del payload opzionale, `HCC2DF`, che può essere utilizzato prima della codifica del simbolo HCC2D quando l'applicazione vuole trasportare un nome file insieme al contenuto del file. Quando viene utilizzato, il flusso di byte HCC2DF diventa il payload definito nelle sezioni 3, 6 e 16 di questa specifica.

`HCC2DF` è un wrapper a livello applicativo sovrapposto ai byte del payload HCC2D. Non fa parte della geometria del simbolo HCC2D o della logica del colore.

17.1 Layout dei byte HCC2DF

I byte del payload HCC2DF sono:

1. magic ASCII: "HCC2DF" → 6 byte
2. byte della versione wrapper: 0x01
3. byte del flag di compressione:
 - 0x00 = contenuto non compresso
 - 0x01 = contenuto compresso con zlib
4. lunghezza del nome file: 1 byte
5. byte del nome file: UTF-8, esattamente `filename_length` byte
6. byte di contenuto: byte del file grezzi o byte del file compressi

Questo wrapper non definisce campi di checksum, footer né strutture di metadati annidate.

17.2 Vincoli del nome file

- il nome file non deve essere vuoto
- il nome file non deve superare i 127 byte UTF-8
- il nome file non deve contenere /
- il nome file non deve contenere \

17.3 Regola di compressione

Se viene tentata la compressione, il contenuto viene compresso usando zlib

```
compress2(..., Z_DEFAULT_COMPRESSION) .
```

La compressione dovrebbe essere usata solo se tutte le seguenti condizioni sono vere:

- la compressione ha successo
- la dimensione del file originale è di almeno 128 byte
- la dimensione compressa è strettamente inferiore al 90% della dimensione originale

Altrimenti i byte del file grezzo dovrebbero essere memorizzati e il flag di compressione dovrebbe essere 0x00.

Il minimo di 128 byte riflette l'overhead fisso che la compressione zlib introduce sempre. Il wrapper zlib aggiunge 6 byte (2 di intestazione + 4 di checksum Adler-32). Le intestazioni dei blocchi deflate aggiungono ulteriore overhead: un blocco memorizzato aggiunge 5 byte, e un blocco Huffman dinamico aggiunge la descrizione della tabella dei codici, che può essere di 20-50 byte per input piccoli — per un overhead totale realistico di circa 36 byte. Per capire perché 128 byte è la soglia giusta, si considerino i due casi:

- **Input di 64 byte:** margine per superare il 90% = $64 \times 0,9 - 36 = 21,6$ byte per i dati effettivi — il contenuto deve comprimersi al ~34%, raggiungibile solo per sequenze molto ripetitive.
- **Input di 128 byte:** margine = $128 \times 0,9 - 36 = 79$ byte per i dati effettivi — il contenuto deve comprimersi al ~62%, realistico per testo, JSON o URL tipici.

Al di sotto di 128 byte, l'overhead consuma una parte così grande del margine disponibile che la compressione difficilmente produce un risultato significativo per qualsiasi payload reale.

Questa regola preferisce la compressione solo quando fornisce un chiaro beneficio in termini di dimensione. Le implementazioni possono usare una soglia diversa (es. 95%), ma non è raccomandato: una soglia più alta significa comprimere dati che risparmiano solo pochi punti percentuali di spazio, il che non costituisce un beneficio significativo: memorizzare i byte grezzi è più semplice e il risultato può avere praticamente quasi la stessa dimensione. In ogni caso, le implementazioni che si discostano da questa raccomandazione produrranno comunque codici decodificabili dall'HCC2D Decoder ufficiale, purché il flag di compressione e il contenuto rimangano coerenti: se il flag è `0x01` il contenuto deve essere dati zlib validi; se è `0x00` il contenuto deve essere i byte grezzi.

17.4 Relazione di ambito con HCC2D

HCC2DF è un wrapper opzionale trasportato all'interno dei byte del payload HCC2D. Non fa parte della struttura del codice HCC2D, della codifica del colore, dell'organizzazione dei codewords o della geometria del simbolo.

18. Raccomandazioni di implementazione

Le seguenti sono raccomandazioni orientative per i realizzatori. Non sono requisiti normativi della presente specifica. I requisiti normativi nel resto di questa specifica sono espressi con i termini "dovrà" e "non dovrà"; questa sezione usa "dovrebbe" e "non dovrebbe" per la guida orientativa.

Livello di correzione degli errori raccomandato: Per i codici HCC2D dovrebbero essere usati i livelli **Q** o **M**. Il livello **L** non dovrebbe essere usato per uso generale. Il livello **H** offre la massima robustezza a scapito di una capacità del payload significativamente ridotta.

Modalità raccomandata: Per l'uso in produzione dovrebbe essere usato **hcc2d4**. **hcc2d8** offre una maggiore capacità del payload ma richiede condizioni di visualizzazione e scansione cromaticamente più coerenti.

Qualità di stampa e produzione: Per i codici stampati destinati all'uso in produzione:

- Dovrebbe essere usato un formato di output senza perdita (PNG, SVG o PDF). I formati con perdita come JPEG introducono artefatti di compressione che alterano i colori dei moduli.
- Ogni modulo dovrebbe essere reso come un blocco di colore solido; la retinatura (halftoning) non dovrebbe essere usata.
- Le proporzioni non dovrebbero essere stirate, compresse né distorte.
- Sfocatura, antialiasing e ricampionamento non dovrebbero essere applicati dopo la rasterizzazione.
- La dimensione del modulo dovrebbe essere di almeno 0,5 mm ([dimensione X obiettivo GS1 per QR Code](#)), o preferibilmente intorno a 1 mm per una maggiore affidabilità. I moduli più piccoli riducono la differenziazione dei colori durante la fase di decodifica.

19. Tabella dei parametri HCC2D4 esplicita

I seguenti valori sono i parametri di versione HCC2D4. Sono i totali completi HCC2D4 e i layout dei blocchi.

Significato dei campi della tabella:

- `Vn`: numero di versione HCC2D.
- `dim`: dimensione interna del simbolo in moduli, escludendo il bordo Color Palette Pattern di un modulo di HCC2D.
- `align`: coordinate centrali dell'alignment pattern sulla griglia interna. Una lista vuota significa che non sono presenti alignment pattern.
- `L`, `M`, `Q`, `H`: livelli di correzione degli errori.
- `total`: numero totale di codewords nel simbolo per quella versione e livello di correzione degli errori.
- `data`: numero totale di data codewords nel simbolo per quella versione e livello di correzione degli errori.
- `ec`: numero totale di error-correction codewords nel simbolo per quella versione e livello di correzione degli errori.
- `ecpb`: error-correction codewords per block.
- `blocks=a x b`: `a` blocchi Reed-Solomon, ciascuno contenente `b` data codewords e `ecpb` error-correction codewords.
- `blocks=a x b, c x d`: due gruppi di blocchi; il primo ha `a` blocchi di `b` data codewords ciascuno, e il secondo ha `c` blocchi di `d` data codewords ciascuno. Ogni blocco in entrambi i gruppi porta le stesse `ecpb` error-correction codewords.

Esempio pratico:

```
V1 dim=21 align=[]  
L: total=52 data=38 ec=14 ecpb=7 blocks=2 x 19
```

significa:

- versione 1
- griglia interna 21×21
- nessun alignment pattern
- al livello di correzione degli errori L
- 52 codewords totali nel simbolo
- 38 data codewords
- 14 error-correction codewords
- 2 blocchi Reed-Solomon
- ogni blocco contiene 19 data codewords e 7 error-correction codewords

La tabella HCC2D8 seguente usa esattamente gli stessi significati dei campi.

Tabella 5 — Parametri di versione HCC2D4

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	52	38	14	7	2 × 19
			M	52	32	20	10	2 × 16
			Q	52	26	26	13	2 × 13
			H	52	18	34	17	2 × 9
V2	25	6, 18	L	88	68	20	10	2 × 34
			M	88	56	32	16	2 × 28
			Q	88	44	44	22	2 × 22
			H	88	32	56	28	2 × 16
V3	29	6, 22	L	140	110	30	15	2 × 55
			M	140	88	52	26	2 × 44
			Q	140	68	72	18	4 × 17
			H	140	52	88	22	4 × 13
V4	33	6, 26	L	200	160	40	20	2 × 80
			M	200	128	72	18	4 × 32
			Q	200	96	104	26	4 × 24
			H	200	72	128	16	8 × 9
V5	37	6, 30	L	268	216	52	26	2 × 108
			M	268	172	96	24	4 × 43
			Q	268	124	144	18	4 × 15, 4 × 16
			H	268	92	176	22	4 × 11, 4 × 12
V6	41	6, 34	L	344	272	72	18	4 × 68
			M	344	216	128	16	8 × 27
			Q	344	152	192	24	8 × 19
			H	344	120	224	28	8 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	392	312	80	20	4 × 78
			M	392	248	144	18	8 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	392	176	216	18	4 × 14, 8 × 15
			H	392	132	260	26	8 × 13, 2 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	484	388	96	24	4 × 97
			M	484	308	176	22	4 × 38, 4 × 39
			Q	484	220	264	22	8 × 18, 4 × 19
			H	484	172	312	26	8 × 14, 4 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	584	464	120	30	4 × 116
			M	584	364	220	22	6 × 36, 4 × 37
			Q	584	264	320	20	8 × 16, 8 × 17
			H	584	200	384	24	8 × 12, 8 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	692	548	144	18	4 × 68, 4 × 69
			M	692	432	260	26	8 × 43, 2 × 44
			Q	692	308	384	24	12 × 19, 4 × 20
			H	692	244	448	28	12 × 15, 4 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	808	648	160	20	8 × 81
			M	808	508	300	30	2 × 50, 8 × 51
			Q	808	360	448	28	8 × 22, 8 × 23
			H	808	280	528	24	6 × 12, 16 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	932	740	192	24	4 × 92, 4 × 93
			M	932	580	352	22	12 × 36, 4 × 37
			Q	932	412	520	26	8 × 20, 12 × 21
			H	932	316	616	28	14 × 14, 8 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1064	856	208	26	8 × 107
			M	1064	668	396	22	16 × 37, 2 × 38
			Q	1064	488	576	24	16 × 20, 8 × 21
			H	1064	360	704	22	24 × 11, 8 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1162	922	240	30	6 × 115, 2 × 116

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	1162	730	432	24	8 × 40, 10 × 41
			Q	1162	522	640	20	22 × 16, 10 × 17
			H	1162	394	768	24	22 × 12, 10 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1310	1046	264	22	10 × 87, 2 × 88
			M	1310	830	480	24	10 × 41, 10 × 42
			Q	1310	590	720	30	10 × 24, 14 × 25
			H	1310	446	864	24	22 × 12, 14 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	1466	1178	288	24	10 × 98, 2 × 99
			M	1466	906	560	28	14 × 45, 6 × 46
			Q	1466	650	816	24	30 × 19, 4 × 20
			H	1466	506	960	30	6 × 15, 26 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	1630	1294	336	28	2 × 107, 10 × 108
			M	1630	1014	616	28	20 × 46, 2 × 47
			Q	1630	734	896	28	2 × 22, 30 × 23
			H	1630	566	1064	28	4 × 14, 34 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	1802	1442	360	30	10 × 120, 2 × 121
			M	1802	1126	676	26	18 × 43, 8 × 44
			Q	1802	794	1008	28	34 × 22, 2 × 23
			H	1802	626	1176	28	4 × 14, 38 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	1982	1590	392	28	6 × 113, 8 × 114
			M	1982	1254	728	26	6 × 44, 22 × 45
			Q	1982	890	1092	26	34 × 21, 8 × 22
			H	1982	682	1300	26	18 × 13, 32 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	2170	1722	448	28	6 × 107, 10 × 108
			M	2170	1338	832	26	6 × 41, 26 × 42

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	2170	970	1200	30	30 × 24, 10 × 25
			H	2170	770	1400	28	30 × 15, 20 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	2312	1864	448	28	8 × 116, 8 × 117
			M	2312	1428	884	26	34 × 42
			Q	2312	1024	1288	28	34 × 22, 12 × 23
			H	2312	812	1500	30	38 × 16, 12 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	2516	2012	504	28	4 × 111, 14 × 112
			M	2516	1564	952	28	34 × 46
			Q	2516	1136	1380	30	14 × 24, 32 × 25
			H	2516	884	1632	24	68 × 13
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	2728	2188	540	30	8 × 121, 10 × 122
			M	2728	1720	1008	28	8 × 47, 28 × 48
			Q	2728	1228	1500	30	22 × 24, 28 × 25
			H	2728	928	1800	30	32 × 15, 28 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	2948	2348	600	30	12 × 117, 8 × 118
			M	2948	1828	1120	28	12 × 45, 28 × 46
			Q	2948	1328	1620	30	22 × 24, 32 × 25
			H	2948	1028	1920	30	60 × 16, 4 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	3176	2552	624	26	16 × 106, 8 × 107
			M	3176	2000	1176	28	16 × 47, 26 × 48
			Q	3176	1436	1740	30	14 × 24, 44 × 25
			H	3176	1076	2100	30	44 × 15, 26 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	3412	2740	672	28	20 × 114, 4 × 115
			M	3412	2124	1288	28	38 × 46, 8 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	3412	1508	1904	28	56 × 22, 12 × 23
			H	3412	1192	2220	30	66 × 16, 8 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	3656	2936	720	30	16 × 122, 8 × 123
			M	3656	2256	1400	28	44 × 45, 6 × 46
			Q	3656	1616	2040	30	16 × 23, 52 × 24
			H	3656	1256	2400	30	24 × 15, 56 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	3842	3062	780	30	6 × 117, 20 × 118
			M	3842	2386	1456	28	6 × 45, 46 × 46
			Q	3842	1742	2100	30	8 × 24, 62 × 25
			H	3842	1322	2520	30	22 × 15, 62 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	4102	3262	840	30	14 × 116, 14 × 117
			M	4102	2534	1568	28	42 × 45, 14 × 46
			Q	4102	1822	2280	30	2 × 23, 74 × 24
			H	4102	1402	2700	30	38 × 15, 52 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	4370	3470	900	30	10 × 115, 20 × 116
			M	4370	2746	1624	28	38 × 47, 20 × 48
			Q	4370	1970	2400	30	30 × 24, 50 × 25
			H	4370	1490	2880	30	46 × 15, 50 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	4646	3686	960	30	26 × 115, 6 × 116
			M	4646	2910	1736	28	4 × 46, 58 × 47
			Q	4646	2066	2580	30	84 × 24, 2 × 25
			H	4646	1586	3060	30	46 × 15, 56 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	4930	3910	1020	30	34 × 115
			M	4930	3082	1848	28	20 × 46, 46 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	4930	2230	2700	30	20 × 24, 70 × 25
			H	4930	1690	3240	30	38 × 15, 70 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	5222	4142	1080	30	34 × 115, 2 × 116
			M	5222	3262	1960	28	28 × 46, 42 × 47
			Q	5222	2342	2880	30	58 × 24, 38 × 25
			H	5222	1802	3420	30	22 × 15, 92 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	5522	4382	1140	30	26 × 115, 12 × 116
			M	5522	3450	2072	28	28 × 46, 46 × 47
			Q	5522	2462	3060	30	88 × 24, 14 × 25
			H	5522	1922	3600	30	118 × 16, 2 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	5752	4612	1140	30	24 × 121, 14 × 122
			M	5752	3624	2128	28	24 × 47, 52 × 48
			Q	5752	2572	3180	30	78 × 24, 28 × 25
			H	5752	1972	3780	30	44 × 15, 82 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	6068	4868	1200	30	12 × 121, 28 × 122
			M	6068	3828	2240	28	12 × 47, 68 × 48
			Q	6068	2708	3360	30	92 × 24, 20 × 25
			H	6068	2108	3960	30	4 × 15, 128 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	6392	5132	1260	30	34 × 122, 8 × 123
			M	6392	3984	2408	28	58 × 46, 28 × 47
			Q	6392	2852	3540	30	98 × 24, 20 × 25
			H	6392	2192	4200	30	48 × 15, 92 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	6724	5404	1320	30	8 × 122, 36 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	6724	4204	2520	28	26 × 46, 64 × 47
			Q	6724	3004	3720	30	96 × 24, 28 × 25
			H	6724	2284	4440	30	84 × 15, 64 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	7064	5624	1440	30	40 × 117, 8 × 118
			M	7064	4432	2632	28	80 × 47, 14 × 48
			Q	7064	3164	3900	30	86 × 24, 44 × 25
			H	7064	2444	4620	30	20 × 15, 134 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	7412	5912	1500	30	38 × 118, 12 × 119
			M	7412	4668	2744	28	36 × 47, 62 × 48
			Q	7412	3332	4080	30	68 × 24, 68 × 25
			H	7412	2552	4860	30	40 × 15, 122 × 16

Parametri derivati dal QR Code (ISO/IEC 18004:2006) tramite l'applicazione del moltiplicatore di codifica colore HCC2D.

20. Tabella dei parametri HCC2D8 esplicita

I seguenti valori sono i parametri di versione HCC2D8. Sono i totali completi HCC2D8 e i layout dei blocchi.

Tabella 6 — Parametri di versione HCC2D8

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	78	57	21	7	3 × 19
			M	78	48	30	10	3 × 16
			Q	78	39	39	13	3 × 13
			H	78	27	51	17	3 × 9
V2	25	6, 18	L	132	102	30	10	3 × 34
			M	132	84	48	16	3 × 28
			Q	132	66	66	22	3 × 22
			H	132	48	84	28	3 × 16
V3	29	6, 22	L	210	165	45	15	3 × 55
			M	210	132	78	26	3 × 44
			Q	210	102	108	18	6 × 17
			H	210	78	132	22	6 × 13
V4	33	6, 26	L	300	240	60	20	3 × 80
			M	300	192	108	18	6 × 32
			Q	300	144	156	26	6 × 24
			H	300	108	192	16	12 × 9
V5	37	6, 30	L	402	324	78	26	3 × 108
			M	402	258	144	24	6 × 43
			Q	402	186	216	18	6 × 15, 6 × 16
			H	402	138	264	22	6 × 11, 6 × 12
V6	41	6, 34	L	516	408	108	18	6 × 68
			M	516	324	192	16	12 × 27
			Q	516	228	288	24	12 × 19
			H	516	180	336	28	12 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	588	468	120	20	6 × 78
			M	588	372	216	18	12 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	588	264	324	18	6 × 14, 12 × 15
			H	588	198	390	26	12 × 13, 3 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	726	582	144	24	6 × 97
			M	726	462	264	22	6 × 38, 6 × 39
			Q	726	330	396	22	12 × 18, 6 × 19
			H	726	258	468	26	12 × 14, 6 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	876	696	180	30	6 × 116
			M	876	546	330	22	9 × 36, 6 × 37
			Q	876	396	480	20	12 × 16, 12 × 17
			H	876	300	576	24	12 × 12, 12 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	1038	822	216	18	6 × 68, 6 × 69
			M	1038	648	390	26	12 × 43, 3 × 44
			Q	1038	462	576	24	18 × 19, 6 × 20
			H	1038	366	672	28	18 × 15, 6 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	1212	972	240	20	12 × 81
			M	1212	762	450	30	3 × 50, 12 × 51
			Q	1212	540	672	28	12 × 22, 12 × 23
			H	1212	420	792	24	9 × 12, 24 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	1398	1110	288	24	6 × 92, 6 × 93
			M	1398	870	528	22	18 × 36, 6 × 37
			Q	1398	618	780	26	12 × 20, 18 × 21
			H	1398	474	924	28	21 × 14, 12 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1596	1284	312	26	12 × 107
			M	1596	1002	594	22	24 × 37, 3 × 38

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	1596	732	864	24	24 × 20, 12 × 21
			H	1596	540	1056	22	36 × 11, 12 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1743	1383	360	30	9 × 115, 3 × 116
			M	1743	1095	648	24	12 × 40, 15 × 41
			Q	1743	783	960	20	33 × 16, 15 × 17
			H	1743	591	1152	24	33 × 12, 15 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1965	1569	396	22	15 × 87, 3 × 88
			M	1965	1245	720	24	15 × 41, 15 × 42
			Q	1965	885	1080	30	15 × 24, 21 × 25
			H	1965	669	1296	24	33 × 12, 21 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	2199	1767	432	24	15 × 98, 3 × 99
			M	2199	1359	840	28	21 × 45, 9 × 46
			Q	2199	975	1224	24	45 × 19, 6 × 20
			H	2199	759	1440	30	9 × 15, 39 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	2445	1941	504	28	3 × 107, 15 × 108
			M	2445	1521	924	28	30 × 46, 3 × 47
			Q	2445	1101	1344	28	3 × 22, 45 × 23
			H	2445	849	1596	28	6 × 14, 51 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	2703	2163	540	30	15 × 120, 3 × 121

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	2703	1689	1014	26	27 × 43, 12 × 44
			Q	2703	1191	1512	28	51 × 22, 3 × 23
			H	2703	939	1764	28	6 × 14, 57 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	2973	2385	588	28	9 × 113, 12 × 114
			M	2973	1881	1092	26	9 × 44, 33 × 45
			Q	2973	1335	1638	26	51 × 21, 12 × 22
			H	2973	1023	1950	26	27 × 13, 48 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	3255	2583	672	28	9 × 107, 15 × 108
			M	3255	2007	1248	26	9 × 41, 39 × 42
			Q	3255	1455	1800	30	45 × 24, 15 × 25
			H	3255	1155	2100	28	45 × 15, 30 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	3468	2796	672	28	12 × 116, 12 × 117
			M	3468	2142	1326	26	51 × 42
			Q	3468	1536	1932	28	51 × 22, 18 × 23
			H	3468	1218	2250	30	57 × 16, 18 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	3774	3018	756	28	6 × 111, 21 × 112
			M	3774	2346	1428	28	51 × 46
			Q	3774	1704	2070	30	21 × 24, 48 × 25
			H	3774	1326	2448	24	102 × 13

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	4092	3282	810	30	12 × 121, 15 × 122
			M	4092	2580	1512	28	12 × 47, 42 × 48
			Q	4092	1842	2250	30	33 × 24, 42 × 25
			H	4092	1392	2700	30	48 × 15, 42 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	4422	3522	900	30	18 × 117, 12 × 118
			M	4422	2742	1680	28	18 × 45, 42 × 46
			Q	4422	1992	2430	30	33 × 24, 48 × 25
			H	4422	1542	2880	30	90 × 16, 6 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	4764	3828	936	26	24 × 106, 12 × 107
			M	4764	3000	1764	28	24 × 47, 39 × 48
			Q	4764	2154	2610	30	21 × 24, 66 × 25
			H	4764	1614	3150	30	66 × 15, 39 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	5118	4110	1008	28	30 × 114, 6 × 115
			M	5118	3186	1932	28	57 × 46, 12 × 47
			Q	5118	2262	2856	28	84 × 22, 18 × 23
			H	5118	1788	3330	30	99 × 16, 12 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	5484	4404	1080	30	24 × 122, 12 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	5484	3384	2100	28	66 × 45, 9 × 46
			Q	5484	2424	3060	30	24 × 23, 78 × 24
			H	5484	1884	3600	30	36 × 15, 84 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	5763	4593	1170	30	9 × 117, 30 × 118
			M	5763	3579	2184	28	9 × 45, 69 × 46
			Q	5763	2613	3150	30	12 × 24, 93 × 25
			H	5763	1983	3780	30	33 × 15, 93 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	6153	4893	1260	30	21 × 116, 21 × 117
			M	6153	3801	2352	28	63 × 45, 21 × 46
			Q	6153	2733	3420	30	3 × 23, 111 × 24
			H	6153	2103	4050	30	57 × 15, 78 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	6555	5205	1350	30	15 × 115, 30 × 116
			M	6555	4119	2436	28	57 × 47, 30 × 48
			Q	6555	2955	3600	30	45 × 24, 75 × 25
			H	6555	2235	4320	30	69 × 15, 75 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	6969	5529	1440	30	39 × 115, 9 × 116
			M	6969	4365	2604	28	6 × 46, 87 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	6969	3099	3870	30	126 × 24, 3 × 25
			H	6969	2379	4590	30	69 × 15, 84 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	7395	5865	1530	30	51 × 115
			M	7395	4623	2772	28	30 × 46, 69 × 47
			Q	7395	3345	4050	30	30 × 24, 105 × 25
			H	7395	2535	4860	30	57 × 15, 105 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	7833	6213	1620	30	51 × 115, 3 × 116
			M	7833	4893	2940	28	42 × 46, 63 × 47
			Q	7833	3513	4320	30	87 × 24, 57 × 25
			H	7833	2703	5130	30	33 × 15, 138 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	8283	6573	1710	30	39 × 115, 18 × 116
			M	8283	5175	3108	28	42 × 46, 69 × 47
			Q	8283	3693	4590	30	132 × 24, 21 × 25
			H	8283	2883	5400	30	177 × 16, 3 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	8628	6918	1710	30	36 × 121, 21 × 122
			M	8628	5436	3192	28	36 × 47, 78 × 48
			Q	8628	3858	4770	30	117 × 24, 42 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	8628	2958	5670	30	66 × 15, 123 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	9102	7302	1800	30	18 × 121, 42 × 122
			M	9102	5742	3360	28	18 × 47, 102 × 48
			Q	9102	4062	5040	30	138 × 24, 30 × 25
			H	9102	3162	5940	30	6 × 15, 192 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	9588	7698	1890	30	51 × 122, 12 × 123
			M	9588	5976	3612	28	87 × 46, 42 × 47
			Q	9588	4278	5310	30	147 × 24, 30 × 25
			H	9588	3288	6300	30	72 × 15, 138 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	10086	8106	1980	30	12 × 122, 54 × 123
			M	10086	6306	3780	28	39 × 46, 96 × 47
			Q	10086	4506	5580	30	144 × 24, 42 × 25
			H	10086	3426	6660	30	126 × 15, 96 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	10596	8436	2160	30	60 × 117, 12 × 118
			M	10596	6648	3948	28	120 × 47, 21 × 48
			Q	10596	4746	5850	30	129 × 24, 66 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	10596	3666	6930	30	30 × 15, 201 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	11118	8868	2250	30	57 × 118, 18 × 119
			M	11118	7002	4116	28	54 × 47, 93 × 48
			Q	11118	4998	6120	30	102 × 24, 102 × 25
			H	11118	3828	7290	30	60 × 15, 183 × 16

Parametri derivati dal QR Code (ISO/IEC 18004:2006) tramite l'applicazione del moltiplicatore di codifica colore HCC2D.

21. Nota di pubblicazione

Questa specifica non ripubblica intenzionalmente il contenuto del finder pattern, alignment pattern, timing pattern, correzione degli errori o mask rules associati al QR Code. Per le parti riutilizzate, indica solo che seguono le stesse strutture usate dal QR Code, o strutture compatibili con ISO/IEC 18004:2006, e poi specifica completamente le parti specifiche di HCC2D e le tabelle dei parametri HCC2D.

Di conseguenza, questo documento deve essere letto come:

- completo per il comportamento specifico di HCC2D
- intenzionalmente non esaustivo per evitare di ripubblicare informazioni relative a componenti dei codici QR
- normativo insieme alle specifiche dei codici QR, per la definizione di quei componenti dei codici QR che vengono riutilizzati dai codici HCC2D

Allegato A — Esempi illustrativi

I seguenti simboli sono codici a barre HCC2D conformi a questa specifica. Ogni simbolo è scansionabile con l'app ufficiale HCC2D Decoder. Le figure sono renderizzate a 0,80 mm per modulo. Questo corrisponde alla dimensione fisica sulla pagina stampata quando la versione PDF di questa specifica viene stampata al 100% su carta.



Figura 1 — HCC2D4, Palette di Colori Modello 1 (Schermo), livello EC Q, versione 4, 79 byte, modalità byte, non compresso



Figura 2 — HCC2D4, Palette di Colori Modello 2 (Stampa), livello EC Q, versione 4, 78 byte, modalità byte, non compresso



Figura 3 — HCC2D8, Palette di Colori Modello 1 (Schermo), livello EC Q, versione 3, 79 byte, modalità byte, non compresso

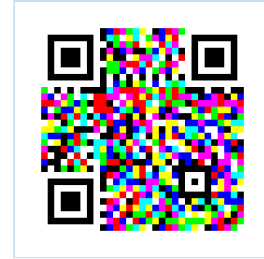


Figura 4 — HCC2D8, Palette di Colori Modello 2 (Stampa), livello EC Q, versione 3, 78 byte, modalità byte, non compresso

I seguenti simboli codificano *Tintern Abbey* di William Wordsworth (6.900 byte, contenitore HCC2DF con compressione zlib), dimostrando la capacità HCC2D per testi lunghi.

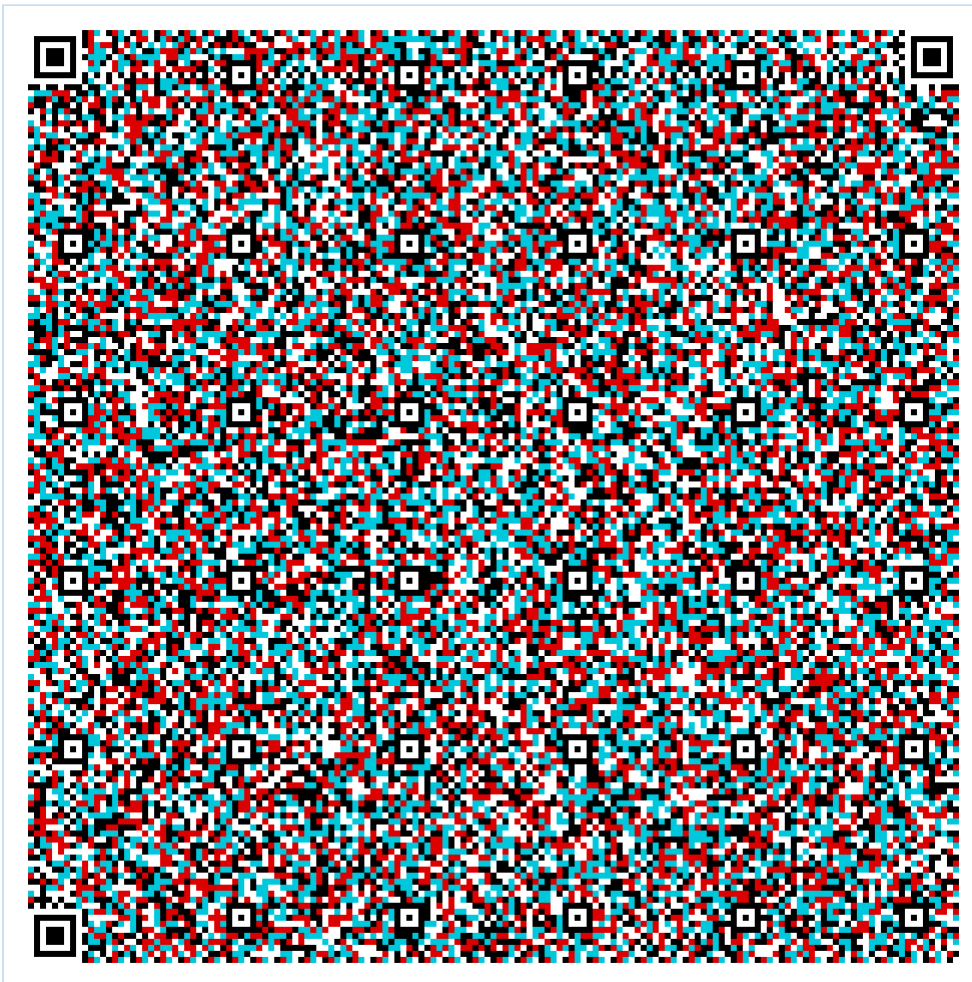


Figura 5 — HCC2D4, Palette di Colori Modello 1 (Schermo), livello EC M, versione 34, testo grezzo 6.900 byte, zlib 3.283 byte, intestazione HCC2DF 37 byte, HCC2DF totale 3.320 byte. La decodifica affidabile di un codice HCC2D ad alta versione come la versione 34 richiede una

fotocamera di almeno 12 megapixel con autofocus, disponibile sulla maggior parte degli smartphone di fascia medio-alta.

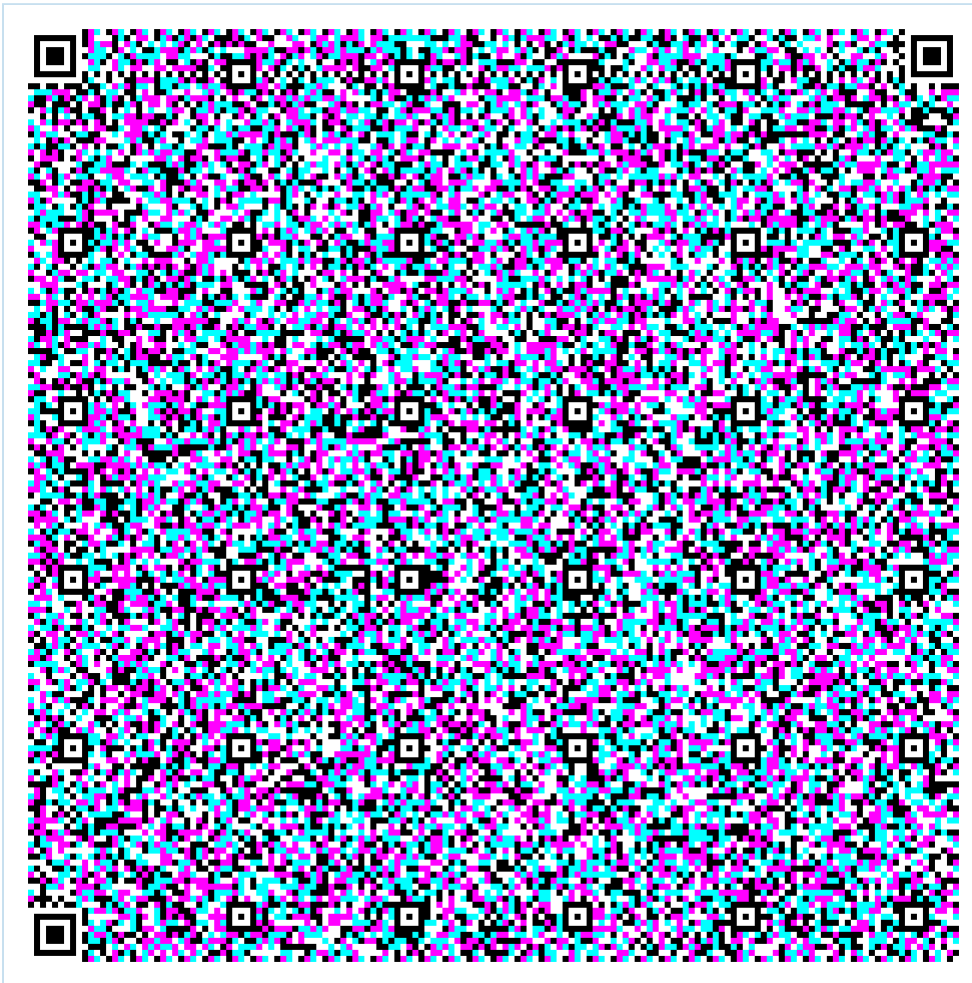


Figura 6 — HCC2D4, Palette di Colori Modello 2 (Stampa), livello EC M, versione 34, testo grezzo 6.900 byte, zlib 3.283 byte, intestazione HCC2DF 37 byte, HCC2DF totale 3.320 byte. La decodifica affidabile di un codice HCC2D ad alta versione come la versione 34 richiede una fotocamera di almeno 12 megapixel con autofocus, disponibile sulla maggior parte degli smartphone di fascia medio-alta.

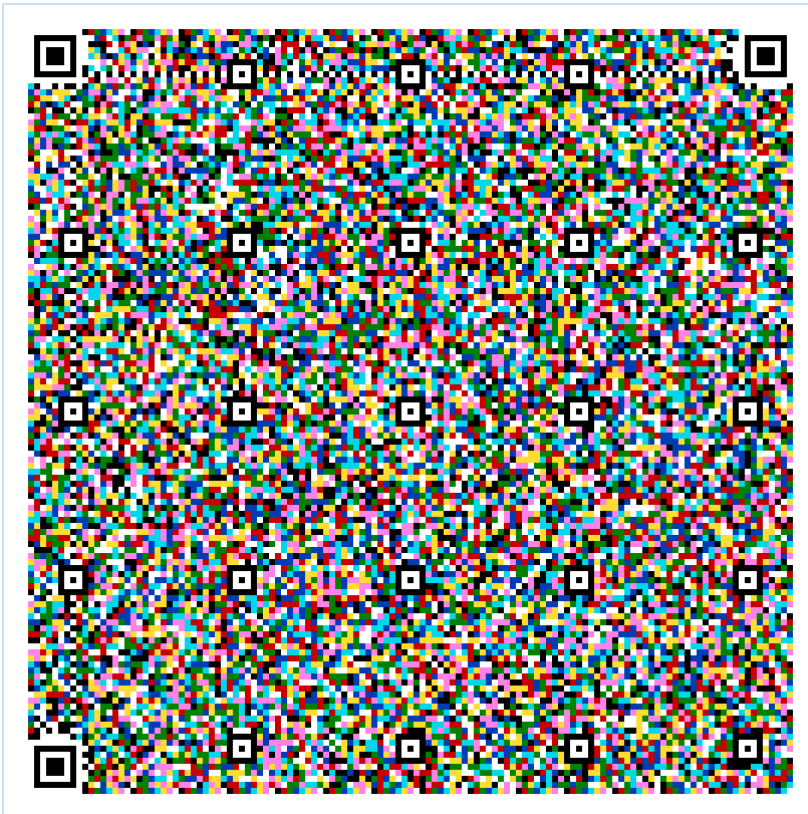


Figura 7 — HCC2D8, Palette di Colori Modello 1 (Schermo), livello EC M, versione 27, testo grezzo 6.900 byte, zlib 3.283 byte, intestazione HCC2DF 37 byte, HCC2DF totale 3.320 byte. La decodifica affidabile di un codice HCC2D ad alta versione come la versione 27 richiede una fotocamera di almeno 12 megapixel con autofocus, disponibile sulla maggior parte degli smartphone di fascia medio-alta.

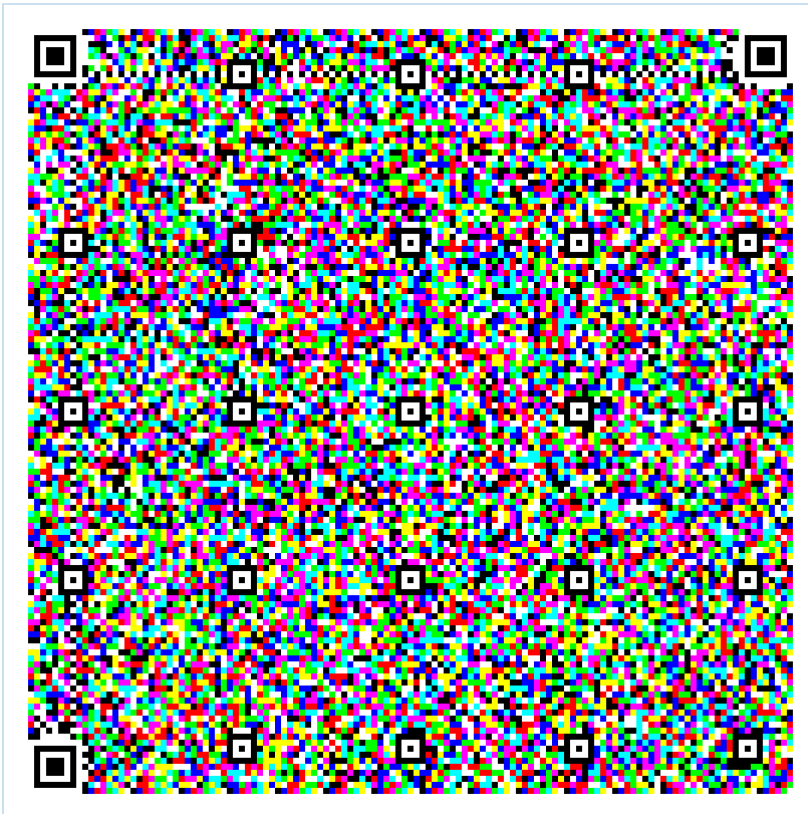


Figura 8 — HCC2D8, Palette di Colori Modello 2 (Stampa), livello EC M, versione 27, testo grezzo 6.900 byte, zlib 3.283 byte, intestazione HCC2DF 37 byte, HCC2DF totale 3.320 byte. La decodifica affidabile di un codice HCC2D ad alta versione come la versione 27 richiede una fotocamera di almeno 12 megapixel con autofocus, disponibile sulla maggior parte degli smartphone di fascia medio-alta.

— Fine della Specifica —

HCC2D コード仕様

バージョン 0.9.0 — ドラフト

最終更新日：2026年5月24日

起源と出版物

HCC2D カラーバーコード形式の基礎的な要素は、Marco Querini による Laurea Specialistica 学位論文（2009/2010年度、2010年7月23日討論）*Analisi e progettazione di codici bidimensionali ad alta capacità. Sviluppo del lettore per gli ambienti desktop e mobile*（高容量二次元コードの解析と設計。デスクトップ環境およびモバイル環境向けリーダーの開発）にて初めて定義されました。指導教員: Prof. Giuseppe F. Italiano。

本仕様は、HCC2D という名称が付けられる以前、2010年の学位論文で記述された形式に従って生成されたコードと完全に互換性があります。

この形式に関連する初期の会議論文は 2010 年 9 月および 2013 年 9 月に発表されました（それぞれ “High capacity colored two dimensional codes” と “Color classifiers for 2D color barcodes”）。以下に示す学術誌論文は、それらの拡張された査読付きバージョンです。

「HCC2D」という名称が導入され、この形式はその後、初期の会議論文および以下の査読付き学術誌論文で記述され、その特性についてもさらに分析されています：

- Querini, M. and Italiano, G. F. (2014). *Reliability and Data Density in High Capacity Color Barcodes*. Computer Science and Information Systems (ComSIS) 特集号, 11(4), 1595-1615.
- Querini, M., Grillo, A., Lentini, A. and Italiano, G. F. (2011). *2D Color Barcodes for Mobile Phones*. International Journal of Computer Science & Applications (IJCSA) 特集号, 8(1), 136-155.

この仕様書は Marco Querini が執筆しました。

この仕様はバージョン 1.0 以前に変更される可能性があります。

ライセンスおよび著作権

Copyright © 2010-2026 Marco Querini. 無断複製・転載を禁じます。

本著作物は、クリエイティブ・コモンズ 表示-改変禁止 4.0 国際ライセンス（CC BY-ND 4.0）の下でライセンスされています。

このライセンスの概要については、次の URL をご覧ください：

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

原著者への適切なクレジット表示を行い、改変版を配布しない限り、いかなる媒体・形式でも、商用目的を含む任意の目的で本仕様書を自由に共有、複製、再配布することができます。本仕様にて定義された技術要件に準拠したソフトウェア、ハードウェア、またはシステムの実装は完全に許可されており、本文書の派生著作物とはなりません。

本仕様は公開されています。HCC2D の公式ソフトウェア実装は、別個の独占的条件の下で配布されます。

本仕様は「現状のまま」提供され、いかなる種類の保証もありません。著者は、本書に含まれる情報の正確性、完全性、または特定目的への適合性について、いかなる表明または保証も行いません。

HCC2D™ (未登録商標)

目次

はじめに

1. 適用範囲

1.1 用語と略語

1.2 高レベル構造

2. 適合性の基盤

3. エンコーディングパラメーター

4. シンボルジオメトリ

5. カラーインデックスとデフォルトパレット

5.1 HCC2D4 — カラーパレット モデル 1 — 定義

5.2 HCC2D8 — カラーパレット モデル 1 — 定義

5.3 カラーパレット モデル 1 — 設計の根拠

5.4 HCC2D4 — カラーパレット モデル 2 — 定義

5.5 HCC2D8 — カラーパレット モデル 2 — 定義

5.6 カラーパレット モデル 2 — 設計の根拠

5.7 カラーパレット モデル分類

5.8 パレットオーバーライド

5.9 カスタマイズされたパレットの輝度順序の推奨事項

6. ペイロードフレーミング

7. バージョン選択

8. HCC2D コードワード構成

9. プレーン構築

9.1 HCC2D4 — 2プレーン

9.2 HCC2D8 — 3プレーン

10. マスク選択

11. 内部行列の構築

12. ファンクションモジュールの着色

13. Color Palette Pattern

13.1 Color Palette Pattern の周期

13.2 Color Palette Pattern カラー計算式

13.3 Color Palette Pattern のモード別レプリカ

13.4 デコーダー向けの解釈

14. レンダリング出力座標

14.1 モジュール座標

14.2 クワイエットゾーン

14.3 ピクセル単位の画像サイズ

15. デコーダー関連の構造ルール

15.1 HCC2D カウントフィールド

15.2	プレーン順序
15.3	共通マスク
16.	エンコーディング手順
17.	オプションの HCC2DF ペイロードラッパー
17.1	HCC2DF バイトレイアウト
17.2	ファイル名の制約
17.3	圧縮ルール
17.4	HCC2D との範囲の関係
18.	実装上の推奨事項
19.	HCC2D4 パラメーター表
20.	HCC2D8 パラメーター表
21.	発行に関する注記
	附属書A — 例示

はじめに

HCC2D はカラー二次元バーコード形式です。QR Code の正方行列構造を再利用しながら、カラーエンコーディング、ペイロードフレーミング、シンボル境界セマンティクス、バージョン容量、コードワード構成に関する独自の HCC2D 固有ルールを定義します。特に HCC2D は、ファインダーパターン、アライメントパターン、タイミングパターン、フォーマット情報、バージョン情報、マスク計算式、および Reed-Solomon 誤り訂正動作を QR Code / ISO/IEC 18004:2006 と互換性のある形で再利用します。ただし、本仕様が明示的に異なる動作を定義している箇所を除きます。

QR Code は DENSO WAVE INCORPORATED の日本およびその他の国における登録商標です。HCC2D は DENSO WAVE INCORPORATED のスポンサー、推奨、または関連はありません。QR Code / ISO/IEC 18004:2006 で定義される構造要素、すなわち finder patterns、alignment patterns、timing patterns、format information、version information、および masking は、本書では公開技術標準の要素として使用しています。本文書は HCC2D 固有の要素のみを記述し、それらの要素を意図的に再掲しません。

HCC2D は QR コードの代替ではなく、その拡張です。HCC2D デコーダーは QR コードリーダーでもなければなりません。実際には、HCC2D デコーダーは、色付きモジュールを認識してデコードするための追加機能を備えた、標準的な QR コードデコーダーそのものです。デコーダーは、標準的な QR Code の検出フェーズを用いてシンボル構造を検出します。検出後、ペイロードのデコード前に、モジュールを白黒モジュールとして解釈する標準 QR Code のデコード経路をたどるか、あるいはモジュールを 4 色または 8 色モジュールとして解釈する HCC2D のデコード経路をたどるかを判断します。この選択は、HCC2D の Color Palette Patterns がシンボルの外周上に存在するかどうかを確認することで行われます。Color Palette Patterns が存在しない場合、デコーダーはそのシンボルを標準 QR Code としてデコードします。Color Palette Patterns が存在する場合、デコーダーは適用さ

れる HCC2D のカラー規則に従って、そのシンボルを HCC2D コードとしてデコードします。HCC2D エンコーダーは QR コードと同じ構造的基盤を共有するシンボルを生成し、QR コードと HCC2D コードの両方をエンコードできる必要があります。

本文書は HCC2D 四色コードおよび HCC2D 八色コード形式を規定します。

1. 適用範囲

本文書が対象とするもの：

- `hcc2d4` : 4色 HCC2D
- `hcc2d8` : 8色 HCC2D

本仕様が定義するもの：

- 正方シンボルのみ
- バージョン 1..40
- 誤り訂正レベル L、M、Q、H
- バイトモードのペイロードエンコーディングのみ

本仕様は、一つの BYTE セグメントを使用した HCC2D ペイロードフレーミングを定義します。

1.1 用語と略語

- **Color Palette Pattern** : パレットカラーの循環シーケンスを含み、カラーレジェンドとして機能する HCC2D コードの外枠
- **EC** : 誤り訂正
- **EC level** : 誤り訂正レベル
- **ECPB** : ブロックあたりの誤り訂正コードワード数
- **MSB** : 最上位ビット
- **LSB** : 最下位ビット
- **RS** : Reed-Solomon
- **RGB** : 赤、緑、青
- **ISO/IEC** : 国際標準化機構 / 国際電気標準会議

行列用語：

- **module** : シンボルの論理的な正方セル一つ
- **inner grid** または **inner matrix** : HCC2D 境界を追加する前の QR 互換 $N \times N$ 行列
- **full symbol** : HCC2D 境界を追加した後に生成される $N+2$ の正方形
- **function module** : ファインダー、アライメント、タイミング、フォーマット、またはバージョン構造に属する非データモジュール

- `data module` : 状態がエンコードされたペイロードと誤り訂正ビットストリームによって決定されるモジュール
- `plane` : 最終インターリーブビットストリームから抽出された二値行列

1.2 高レベル構造

高レベルでは、HCC2D エンコーディングは次の手順で進みます：

1. ペイロードを一つの BYTE モードセグメントとしてフレーム化する
2. バージョンと誤り訂正レベルを選択する
3. データコードワード、誤り訂正コードワード、および最終インターリーブビットストリームを生成する
4. その最終ビットストリームを二つまたは三つの二値プレーンに分割する
5. 共有マスクパターンを使用して、プレーンごとに QR 互換の内部行列を構築する
6. プレーンビットをデータモジュールのカラーインデックスに結合する
7. ファンクションモジュールを白黒でレンダリングする
8. HCC2D の Color Palette Pattern 境界を追加する

HCC2D はプレーンごとに個別の誤り訂正処理を行いません。最初に結合されたビットストリームが生成され、プレーン抽出はその後のみ行われます。

2. 適合性の基盤

適合する実装は、公式 HCC2D Decoder でデコード可能なコードを生成します。アプリは [Google Play](#)、[Huawei AppGallery](#)、および [App Store](#) で入手できます。

本仕様への適合性を主張する実装は、以下を組み合わせなければなりません：

1. 本文書が定義する HCC2D 固有レイヤー；および
2. 再利用されるすべての部分において QR Code / ISO/IEC 18004:2006 と互換性のある再利用正方形行列コーディングレイヤー。

既存の HCC2D デコーダーとの相互運用性のため、再利用レイヤーは少なくとも以下を提供しなければなりません：

- モデル2形式の正方バージョン `1..40`
- 誤り訂正レベル `L`、`M`、`Q`、`H`
- `finder pattern` の配置
- HCC2D テーブルに記載された座標による `alignment pattern` の配置
- `timing pattern` の配置
- フォーマット情報の生成と配置
- 該当する場合のバージョン情報の生成と配置

- 内部行列における BYTE モードデータ配置順序
- mask index 0..7 の mask 計算式
- セクション10で規定する HCC2D 固有ルール（反転プレーン0のみを使用）を除き、QR Code / ISO/IEC 18004:2006 と互換性のある mask penalty 評価
- セクション19および20で定義する HCC2D 固有のコードワード総数とブロック多重度を除き、QR Code / ISO/IEC 18004:2006 と互換性のある Reed-Solomon パリティ生成とコードワードインターリーブ

したがって：

- 本仕様は完全に独立したものではありません
- 当該再利用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換の動作をすでに持つ実装は、本仕様から相互運用可能な HCC2D シンボル生成を実装できます
- 本仕様と再利用部分に関する QR Code 仕様を合わせて持つ実装は、相互運用可能な HCC2D シンボル生成を実装するのに必要な情報を持っています

実際のところ、HCC2D は QR 形式の正方行列構築の代替品ではありません。再利用された QR 互換の内部シンボルの上に構築されたカラー容量およびフレーミングレイヤーです。したがって HCC2D の規範的な差異は以下に集中しています：

- ペイロードフレーミング
- コードワード総容量とブロック多重度
- ビットプレーン抽出とカラー解釈
- データマスキングアルゴリズムへの入力選択：反転プレーン0のみ
- ファンクションモジュールレンダリングルール
- HCC2D 外枠セマンティクス

フォーマットまたはシンボルを HCC2D と呼称できるのは、本仕様に準拠している場合に限りです。非準拠のフォーマットまたはシンボルに HCC2D という名称を使用することは誤解を招くものであり、本仕様では認められていません。

3. エンコーディングパラメーター

適合する HCC2D シンボル生成プロセスは以下によってパラメーター化されます：

- payload：必須、空でないバイト配列
- mode：hcc2d4 または hcc2d8
- ec_level：L、M、Q、H のいずれか
- version：0 は自動選択を意味する；それ以外は 1..40
- scale：ラスタレンダリング用のモジュールあたりピクセル数
- quiet_zone：レンダリングされたシンボル周囲の白色マージンのモジュール数

- `palette_rgb` : オプションの RGB オーバーライド

最初の4つのパラメーターは論理的な HCC2D シンボルに影響します。残りの3つは視覚的なレンダリングにのみ影響します。

デフォルト値、ユーザーインターフェースの動作、コマンドライン規約は本仕様の範囲外です。

パラメーターに関する追加注記：

- `payload` は生バイトとして厳密に解釈されます
- 本仕様はテキストトランスコーディング、マルチセグメント最適化、数字モード、英数字モードを定義しません
- `mode` はプレーン数とパレットファミリーを決定します
- `ec_level` は選択されたバージョン内の規範的テーブル行を選択します
- `version` は容量、内部寸法、アライメント座標、およびブロック構造を制御します
- `scale`、`quiet_zone`、および `palette_rgb` はエンコードされた論理ビットストリームを変更しません

4. シンボルジオメトリ

両方の HCC2D モードにおいて、バージョン `v` は次元 $N = 17 + 4*v$ の内部正方グリッドを使用します。

例：

- バージョン1 → 21×21
- バージョン10 → 57×57
- バージョン40 → 177×177

内部グリッドは、QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換のルールに従う finder pattern、alignment pattern、timing pattern、フォーマット情報、バージョン情報の構造を再利用します。

HCC2D はその上に、四辺すべてに独自の一モジュール外枠を追加します：

- 内部寸法 = N
- 完全寸法 = $N + 2$

この HCC2D 固有の外枠が Color Palette Pattern です。

内部グリッドと完全シンボルの区別は規範的です：

- 再利用されるすべての QR 互換配置ロジックは内部 $N \times N$ 行列に対して動作します
- HCC2D Color Palette Pattern はその内部行列の外側に位置します
- レンダリングおよびラスタ出力は完全な $N + 2$ 寸法を使用します

したがって、本文書がファンクションパターン、データ配置、マスキング、またはバージョンジオメトリについて言及する場合、それらのルールはまず内部行列に適用され、その後に HCC2D 境界が追加されます。

5. カラーインデックスとデフォルトパレット

このセクションでは、HCC2D4 と HCC2D8 のカラーインデックスのビットレイアウト、2 つの標準カラーパレット モデル（モデル 1 は画面表示用、モデル 2 は印刷用）、パレット モデルの分類、およびパレットのカスタマイズルールを定義します。

5.1 HCC2D4 — カラーパレット モデル 1 — 定義

カラーパレット モデル 1 を使用した HCC2D4 コードは、パレットインデックス 0..3 に対して次の色を使用しなければなりません。輝度は近似値であり、 $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ として計算されます。

表1 — HCC2D4 カラーパレット、モデル1（スクリーン）

インデックス	色	RGB	輝度 (Y)
0	黒	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	赤	RGB(220, 0, 0)	≈ 66
2	シアン	RGB(0, 200, 220)	≈ 142
3	白	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

カラーインデックスのビットレイアウト：

- ビット 1 = MSB プレーン
- ビット 0 = LSB プレーン

したがって：

- 00 → 0 → 黒
- 01 → 1 → 赤
- 10 → 2 → シアン
- 11 → 3 → 白

このインデックス順序は論理的なものであり、単に視覚的なものではありません。インデックス 0 は暗いアンカー、インデックス 3 は4色ファミリーの白いアンカーです。

5.2 HCC2D8 — カラーパレット モデル 1 — 定義

カラーパレット モデル 1 を使用した HCC2D8 コードは、パレットインデックス 0..7 に対して次の色を使用しなければなりません。輝度は近似値であり、 $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ として計算されます。

表2 — HCC2D8 カラーパレット、モデル1 (スクリーン)

インデックス	色	RGB	輝度 (Y)
0	黒	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	ダークレッド	RGB(200, 0, 0)	≈ 60
2	ダークグリーン	RGB(0, 130, 0)	≈ 76
3	ダークネイビー	RGB(0, 60, 180)	≈ 56
4	ライトシアン	RGB(0, 215, 235)	≈ 153
5	ライトイエロー	RGB(255, 220, 50)	≈ 211
6	ライトマゼンタ	RGB(255, 130, 230)	≈ 179
7	白	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

カラーインデックスのビットレイアウト：

- ビット 2 = プレーン 0 / MSB プレーン
- ビット 1 = プレーン 1
- ビット 0 = プレーン 2 / LSB プレーン

したがってカラーインデックスは、3つのプレーンビットで形成される3ビット値と等しくなります。

同様に、このインデックス順序は論理的なものです。インデックス 0 は暗いアンカー、インデックス 7 は8色ファミリーの白いアンカーです。

5.3 カラーパレット モデル 1 — 設計の根拠

カラーパレット モデル 1 の RGB 値 (セクション 5.1 および 5.2 で定義) は、異なるディスプレイプロファイルとハードウェアカラーガマットの差異が最も大きくなる sRGB ガマットの境界付近を意図的に避けるよう選択されました。デコーダーはデコード実行時に実際のディスプレイ画面上で Color Palette Pattern をサンプリングします。その画面は sRGB、広色域、AMOLED、LCD のいずれかであり、ほぼ確実にキャリブレーションされていません。境界付近のチャンネル値 (0 または 255 に近い値) はディスプレイの種類によって異なる色として表示されます。アクティブチャンネルを 255 ではなく 200-220 に抑えることで、パレットカラーは sRGB ガマットの内部に収まり、異なる画面間で知覚される色がより確実に一致します。これにより、ディスプレイ間のカラードリフトが低減され、デコード中の色サンプリングの安定性が向上します。

この RGB チャンネル制限の選択は、セクション 5.9 の順序要件と整合する輝度分布も生み出しません。HCC2D8（セクション 5.2）では、インデックス 0-3（黒、ダークレッド、ダークグリーン、ダークネイビー）はすべて輝度の中間点未満（ $Y < 128$ ）であり、インデックス 4-7（ライトシアン、ライトイエロー、ライトマゼンタ、白）はすべて中間点超（ $Y > 128$ ）です。インデックス 3（ダークネイビー、 $Y \approx 56$ ）とインデックス 4（ライトシアン、 $Y \approx 153$ ）の差は約 97 輝度単位です。

カラーパレット モデル 1 はスクリーン用途で検証されたベースラインです。印刷に最適であることを主張するものではありません。

5.4 HCC2D4 — カラーパレット モデル 2 — 定義

HCC2D4 では、すべての中間色が単一インクチャンネルです。黄色は白い用紙との対比が不十分なため除外されています：

表3 — HCC2D4 カラーパレット、モデル2（印刷）

インデックス	色	RGB	インクチャンネル	輝度 (Y)
0	黒	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	マゼンタ	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
2	シアン	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
3	白	RGB(255, 255, 255)	インクなし（用紙）	≈ 255

5.5 HCC2D8 — カラーパレット モデル 2 — 定義

HCC2D8 では、パレットは 3 つの単一インク CMYK プライマリすべてとその 3 つの全飽和度バイナリ組み合わせを使用します。3 チャンネル組み合わせは使用しません：

表4 — HCC2D8 カラーパレット、モデル2（印刷）

インデックス	色	RGB	インクチャンネル	輝度 (Y)
0	黒	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	青	RGB(0, 0, 255)	C + M (100%)	≈ 29
2	赤	RGB(255, 0, 0)	M + Y (100%)	≈ 76
3	マゼンタ	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
4	緑	RGB(0, 255, 0)	C + Y (100%)	≈ 150
5	シアン	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
6	黄	RGB(255, 255, 0)	Y	≈ 226
7	白	RGB(255, 255, 255)	インクなし（用紙）	≈ 255

5.6 カラーパレット モデル 2 — 設計の根拠

カラーパレット モデル 2 は HCC2D4 と HCC2D8 の両方に対応した印刷最適化パレットです。印刷の場合、問題はスクリーンとは異なります：インクのカムト、用紙の白色点、スキャン時の照明条件が、それぞれ異なる変動要因をもたらします。カラーパレット モデル 2 は、モジュールカラーごとのインクチャンネル数を最小化するという原則に基づいています。単一インクチャンネルのカラーはプリンター間で最も安定しており、チャンネルが増えるごとにプリンター・用紙・インク濃度によって異なるドットゲイン相互作用が生じます。

カラーパレット モデル 2 のどちらのパレットも、セクション 5.9 の明暗順序を満たしています。

HCC2D8 では、その分割が特に明確です：インデックス 0-3（黒、青、赤、マゼンタ）はすべて輝度の中間点未満（ $Y < 128$ ）であり、インデックス 4-7（緑、シアン、黄、白）はすべて中間点超（ $Y > 128$ ）で、インデックス 3（マゼンタ、 $Y \approx 105$ ）とインデックス 4（緑、 $Y \approx 150$ ）の差は約 45 輝度単位です。

5.7 カラーパレット モデル分類

HCC2D コードはカラーパレットによって分類されます。モデル番号はパレットの属性であり、コード形式の属性ではありません。デコーダーはパレットに依存しません。

- カラーパレット モデル 1**：セクション 5.1 および 5.2 で定義された正確なデフォルトパレットを使用するコード。これが標準かつ完全に相互運用可能なパレットです。カラーパレット モデル 1 は、コードがスクリーン（コンピューターモニター、スマートフォン、類似デバイス）に表示される場合に良好に動作することが検証されています。追加の修飾なしに HCC2D 適合性を主張するすべての実装はカラーパレット モデル 1 を意味します。
- カラーパレット モデル 2**：セクション 5.4 および 5.5 で定義する印刷最適化パレットを使用するコードです（HCC2D4 と HCC2D8 の両方に対応）。印刷・スキャンワークフロー向けに設計されています。
- 無効なパレット**：インデックス 0 に黒がないか、最後のインデックスに白がないパレット。このようなパレットを使用するコードは有効な HCC2D コードではありません。適合エンコーダーはこのような設定を拒否しなければなりません（セクション 5.8 参照）。
- 非標準 / 実験的パレット**：インデックス 0 に黒、最後のインデックスに白を保持しているが、中間の色が異なるパレット。このようなパレットで生成されたコードは、選択した色がどれだけ色彩的に区別できるかによって、デコードできる場合とできない場合があります。デコードに失敗したコードについての責任は、エンコード実装が単独で負います。

カラーパレットのモデル番号は、本仕様によってのみ割り当てられます。コンピューターからスマートフォンへのスキャンやスマートフォン同士のスキャンなど、特定のユースケースで良好に動作することが実験的に検証された場合、将来のバージョンの本仕様において追加のカラーパレットモデル（カラーパレット モデル 3 以降）が定義される可能性があります。

パレットの変更は実験目的に限るべきです。本番環境での使用には、コードをスクリーン（コンピューターモニター、スマートフォン、類似デバイス）に表示する場合はカラーパレット モデル 1 を使用すべきであり、コードを印刷する必要がある場合はカラーパレット モデル 2 を使用すべきです。

非標準パレットを使用するコードを生成する実装は、コードが非標準パレットを使用しており、すべての HCC2D デコーダーでデコードできない可能性があることをユーザーに明示的に開示しなければなりません。

5.8 パレットオーバーライド

パレットの先頭エン트리と末尾エント리는規範的なアンカーであり、変更してはなりません：

- `hcc2d4` では、インデックス 0 は黒のまま、インデックス 3 は白のままではなりません
- `hcc2d8` では、インデックス 0 は黒のまま、インデックス 7 は白のままではなりません

したがって：

- `hcc2d4` では、インデックス 1 と 2 のみカスタマイズ可能
- `hcc2d8` では、インデックス 1 から 6 のみカスタマイズ可能

パレットオーバーライドが提供される場合：

- 4色モードは正確に 12 バイト ($4 * 3$) が必要です
- 8色モードは正確に 24 バイト ($8 * 3$) が必要です
- バイトレイアウトは、パレットインデックス順の完全なパレット、次にRGBコンポーネント順です
- ただし、適合エンコーダーは先頭エント리가黒でないまたは末尾エント리가白でないオーバーライドを拒否しなければなりません

バイト順序はパレットエン트리順、次にRGBコンポーネント順です：

- `HCC2D4` : `R0 G0 B0 R1 G1 B1 R2 G2 B2 R3 G3 B3`
- `HCC2D8` : `R0 G0 B0 ... R7 G7 B7`

規範的アンカー値：

- `hcc2d4` : `R0 G0 B0 = 0 0 0` および `R3 G3 B3 = 255 255 255`
- `hcc2d8` : `R0 G0 B0 = 0 0 0` および `R7 G7 B7 = 255 255 255`

シンボルロジックはインデックスのみを使用します。カスタムRGB値はcodewords、ビットストリーム構築、バージョン選択、mask selection、または行列レイアウトに影響しませんが、レンダリング外観には影響します。

等価的に言えば、HCC2D はまず各モジュールの論理的なカラーインデックスを決定し、その後そのインデックスをレンダリング用のRGBトリプルにマッピングします。

5.9 カスタマイズされたパレットの輝度順序の推奨事項

この小節は参考情報です。

カスタマイズされたパレットを使用する場合、実装は下半分が暗く上半分が明るい輝度順序を保持することを推奨します。この推奨は、後述する HCC2D の **mask selection rule** によって動機付けられています。

HCC2D の **mask selection** は、最終的なフルカラーレンダリングシンボルに対して実行されません。代わりに、1つのビットプレーンのみから導出されたバイナリプロキシに対して実行されます：

- **mask selection** に参加するのはプレーン 0 のみです
- **hcc2d4** では、プレーン 0 はカラーの最上位ビットです
- **hcc2d8** では、プレーン 0 はカラーの最上位ビット（ビット 2）です
- そのプレーンは最終インターリーブビットストリームから抽出されます
- そのプレーンは反転されます
- QR互換の **mask penalty rules** が、その反転された単一プレーンプロキシに対して評価されます

したがって、モジュールごとに1ビットのみが **mask choice** に直接影響します。

これには重要な実際的な結果があります。**mask** は QR スタイルのバイナリペナルティールールを使用して選択されますが、最終的な HCC2D シンボルはマルチカラーシンボルです。HCC2D において QR スタイルの **mask selection** プロセスが意味を持ち続けるためには、**mask choice** に使用されるバイナリプロキシが、最終レンダリングシンボルの見かけの暗さの構造と合理的な相関を持つべきです。

その相関は、下位パレットインデックスが暗く上位パレットインデックスが明るい場合に改善されます。その配置では、**mask selection** に使用される単一プレーンが、最終 HCC2D シンボルにおける暗い領域と明るい領域の分布の有用な粗い近似として機能し続けます。

したがって、パレットのカスタマイズは、下半分が全体的に暗く上半分が全体的に明るいレンダリング輝度順序を保持すべきであり、カラーインデックスの論理的な有意性順序と一致させるべきです。

実際の観点から：

- 下位パレットインデックスは暗い色に対応すべきです
- 上位パレットインデックスは明るい色に対応すべきです
- 先頭エントリは黒のままではなりません
- 末尾エントリは白のままではなりません

hcc2d4 の推奨順序：

- インデックス 0 は黒でなければなりません
- インデックス 1 はインデックス 2 より視覚的に暗くあるべきです
- インデックス 3 は白でなければなりません
- 4色ファミリーレベルのガイドラインとして、インデックス 0 と 1 はパレットの暗い半分を形成し、インデックス 2 と 3 は明るい半分を形成すべきです

hcc2d8 の推奨順序：

- インデックス 0 は黒でなければなりません
- インデックス 7 は白でなければなりません
- インデックス 1、2、3 はパレットの暗い半分にとどまるべきです
- インデックス 4、5、6 はパレットの明るい半分にとどまるべきです
- 8色ファミリーレベルのガイドラインとして、インデックス 0 から 3 は全体的にインデックス 4 から 7 より暗いべきです

この推奨はシンボルロジックを変更しません。HCC2D はシンボル構築時に輝度値ではなくパレットインデックスを使用するためです。推奨される暗い下半分/明るい上半分のバランスに違反するパレットでも、デコード可能なシンボルを生成できる場合があります。ただし、そうすることで次の間の意図された関係が弱まります：

- **mask selection** 中に使用されるプロキシ
- 最終レンダリングシンボルの見かけの暗さの分布
- さまざまなスキャン条件におけるカスタマイズされたパレットの視覚的安定性

暗い対明るいバランスが保たれていれば、再利用された QR スタイルの **mask rules** は HCC2D でも合理的かつ有用なヒューリスティックとして機能し続けます。

そのバランスが保たれていない場合：

- エンコーダーは有効なシンボルを生成できる場合があります
- デコーダーはそれらのシンボルをデコードできる場合があります
- しかし選択された **mask** は、知覚される暗さが同じ構造に従う最終的なカラー配置ではなく、QR スタイルのバイナリプロキシに対して最適化されます

その場合、**mask selection** は **mask** が選択されるという狭い意味では機能し、結果として得られるシンボルはデコード可能なままかもしれないが、QR スタイルのペナルティモデルは実際の HCC2D シンボルの視覚的特性をあまり代表しなくなります。

そのため、カスタマイズされたパレットは下位インデックスに暗い色を、上位インデックスに明るい色を保持すべきです。

6. ペイロードフレーミング

HCC2D ペイロードフレーミングは一つの BYTE セグメントを使用します：

- セグメントマーカビット：0100
- カウントフィールド幅：16 ビット（全バージョン、両モード）
- カウント値：バイト単位のペイロード長
- ペイロードバイトを MSB 先頭でそのまま付加

論理ペイロードビットストリームは次のとおりです：

```
0100 || byte_count_16 || payload_bytes
```

終端ビット、バイトアライメント、パッドバイト、Reed-Solomon パリティ生成、および最終インターリーブは、本仕様が HCC2D 固有の動作を明示的に定義している箇所を除き、QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換のルールに従います。

このフレーミングルールの重要な結果：

- カウントフィールドはバージョンに関係なく HCC2D では常に16ビットです
- カウント値はビット数でも文字数でもなく、バイト数です
- ペイロードバイトは最上位ビット先頭の順序でそのまま付加されます
- 本仕様は HCC2D シンボルごとに正確に1つの BYTE セグメントを定義します

7. バージョン選択

バージョンが明示的に指定された場合、ペイロードが収まる場合にのみ使用されます。

自動バージョン選択を使用する場合、ペイロードが収まる最小バージョンが選択されます。

特定の HCC2D モード、バージョン、誤り訂正レベルについて：

- `total_codewords`、`data_codewords`、`ec_codewords`、およびブロックレイアウトはセクション 19および20の明示的な HCC2D テーブルで与えられます
- ペイロードが収まるのは、そのフレーム化ビットストリームを終端処理してちょうど `data_codewords` バイトにパディングできる場合に限りです

この目的のために、終端処理前のフレーム化ビットストリーム長は：

```
4 + 16 + 8 * payload_length
```

ここで 4 は BYTE モードインジケータ、16 は HCC2D バイトカウントフィールド幅です。

ペイロードが収まるのは、そのフレーム化ビットストリームを以下の処理ができる場合です：

1. 任意に最大4ビットのゼロビットで終端処理
2. 次のバイト境界までゼロビットでパディング
3. 正確なデータコードワード容量に達するまで交互パッドバイトでパディング

選択されたモード、バージョン、および誤り訂正レベルで利用可能なデータコードワード数を越えることなく。

8. HCC2D コードワード構成

セクション19および20の HCC2D パラメーターテーブルは規範的です。

誤り訂正構造は、本仕様が HCC2D 固有の動作を明示的に定義している箇所を除き、ISO/IEC 18004:2006 互換のルールに従います。

各テーブル行は以下を提供します：

- `dim`：内部寸法
- `align`：alignment pattern の中心座標
- `total`：コードワード総数
- `data`：データコードワード数
- `ec`：誤り訂正コードワード数
- `ecpb`：ブロックあたりの誤り訂正コードワード数
- `blocks`：ブロック多重度とブロックあたりのデータコードワード数

これらの値が、各バージョンおよびレベルの HCC2D コードワード構成を完全に決定します。

`hcc2d4` の場合、各バージョンおよびレベルのコードワード総数は、対応する再利用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換の基本構造のちょうど 2 倍です。

`hcc2d8` の場合、各バージョンおよびレベルのコードワード総数は、対応する再利用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換の基本構造のちょうど 3 倍です。

より正確には：

- `hcc2d4` は再利用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換のブロックあたりコードワード数を維持し、ブロック多重度を 2 倍にします
- `hcc2d8` は再利用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 互換のブロックあたりコードワード数を維持し、ブロック多重度を 3 倍にします

これが、HCC2D が再利用 QR 互換の Reed-Solomon 手順を引き続き使用しながらビット容量の合計を増加させるメカニズムです。

9. プレーン構築

最終インターリーブコードワードビットストリームを **B** とします。

プレーン構築は以下の処理が完了した後にのみ実行されます：

- データコードワードが形成された後
- 誤り訂正コードワードが生成された後
- 最終インターリーブが完了した後

HCC2D はプレーンごとに個別の誤り訂正ストリームを作成しません。代わりに、まず1つの結合された最終ビットストリームが生成され、次にストライドによってプレーンに分割されます。

9.1 HCC2D4 — 2プレーン

`hcc2d4` は2つのプレーンを使用します。

プレーン抽出は最終ビットストリームからのビットデインターリーブにより行われます：

- プレーン 0 は位置 0, 2, 4, ... のビットを取ります
- プレーン 1 は位置 1, 3, 5, ... のビットを取ります

プレーン 0 は MSB プレーンです。プレーン 1 は LSB プレーンです。

データモジュールのカラーインデックス：

```
color = (plane0_bit << 1) | plane1_bit
```

等価的に、最終インターリーブビットストリームが B[0], B[1], B[2], ... の場合、シンボルモジュールの色はビットペアによって決定されます：

```
(B[0], B[1]), (B[2], B[3]), (B[4], B[5]), ...
```

9.2 HCC2D8 – 3プレーン

hcc2d8 は3つのプレーンを使用します。

プレーン抽出は以下のとおりです：

- プレーン 0 は位置 0, 3, 6, ... のビットを取ります
- プレーン 1 は位置 1, 4, 7, ... のビットを取ります
- プレーン 2 は位置 2, 5, 8, ... のビットを取ります

プレーン 0 は MSB プレーンです。プレーン 2 は LSB プレーンです。

データモジュールのカラーインデックス：

```
color = (plane0_bit << 2) | (plane1_bit << 1) | plane2_bit
```

等価的に、最終インターリーブビットストリームが B[0], B[1], B[2], ... の場合、シンボルモジュールの色はビットトリプルによって決定されます：

```
(B[0], B[1], B[2]), (B[3], B[4], B[5]), (B[6], B[7], B[8]), ...
```

プレーン順序は規範的であり、並べ替えてはなりません。hcc2d4 では、プレーン 0 が最上位ビット、プレーン 1 が最下位ビットです。hcc2d8 では、プレーン 0 がビット 2、プレーン 1 がビット 1、プレーン 2 がビット 0 です。

10. マスク選択

0..7 の中の1つの mask pattern がシンボルのすべてのプレーンに使用されます。

mask selection は、本仕様が HCC2D 固有の動作を明示的に定義している箇所を除き、ISO/IEC 18004:2006 互換のルールに従います。

候補評価における HCC2D 固有の動作：

- プレーン 0 のみからプロキシビットストリームを構築する
- そのプレーン0ストリームのすべてのビットを反転させる

- その反転されたストリームを **mask penalty** 評価に使用する

mask selection 手順：

1. 0.7 の各候補 **mask index** について、その **mask** を反転プレーン0ビットストリームに適用し、候補内部行列を構築します
2. その候補行列の **mask penalty** を計算します
3. 最小ペナルティの **mask index** を選択します

タイブレークは最初に出会った最小値、つまり最も小さい **mask index** によって行われます。

勝利した **mask index** が選択されると、その1つのインデックスがシンボルのすべてのプレーンに再利用されます。HCC2D はプレーンごとに異なる **mask pattern** を選択しません。

11. 内部行列の構築

各プレーンは、選択されたバージョンと選択された共通 **mask pattern** を使用して内部行列に変換されます。

重要：すべてのプレーンは同じファンクションパターンジオメトリ、同じバージョン、同じフォーマットビット、同じ **mask index** を使用します。データビットのみが異なります。

本文書は、再利用されている **finder pattern**、**alignment pattern**、**timing pattern**、フォーマット情報、バージョン情報、Reed-Solomon、または **mask** 計算式を完全に再掲することはしません。

したがって、HCC2D の内部行列構築は、同じジオメトリで行われる QR 互換の行列構築をプレーンごとに繰り返したものと理解できます。プレーンのビットストリームのみが各パスで変わります。

12. ファンクションモジュールの着色

hcc2d4 および **hcc2d8** では、データモジュールは上述のマルチプレーンカラーマッピングを使用しますが、ファンクションモジュールは白黒のみでレンダリングされます：

- そのファンクションモジュール座標でのプレーン 0 が 1 の場合、黒をレンダリングする
- それ以外の場合は白をレンダリングする

実際には、ファンクションモジュールはすべてのプレーンで同一であるため、これは安全です。

このルールは、**finder pattern**、**alignment pattern**、**timing pattern**、フォーマット情報、および該当する場合のバージョン情報を含む、内部行列の再利用されるすべての構造モジュールに適用されます。

13. Color Palette Pattern

Color Palette Pattern は仕様どおりに正確に実装されなければなりません。デコーダーはそのモジュールをサンプリングしてカラーパレットを再構築します。デコーダーは、先頭エントリが黒で末尾エントリが白であることを除き、パレットカラーの事前知識を持ちません。Color Palette Pattern はそのためデコードに必要です。

内部寸法を N とします。

HCC2D 境界は内部グリッドの外側に一モジュール分配置されます：

- 上端行は論理行 -1
- 下端行は論理行 N
- 左端列は論理列 -1
- 右端列は論理列 N

HCC2D コードはそれらの論理座標を両軸で $+1$ シフトし、 $(N+2) \times (N+2)$ のグリッドを生成します。

Color Palette Pattern は HCC2D の構造的な部分であり、オプションの装飾ではありません。そのジオメトリとカラーインデックス順序はフォーマット定義の一部です。

13.1 Color Palette Pattern の周期

- `hcc2d4` : 周期 $P = 4$
- `hcc2d8` : 周期 $P = 8$

各辺のアクティブなセグメントはすべての P 個のパレットインデックスを繰り返しサイクルします。各辺の正確な計算式（開始インデックスとサイクル方向を含む）はセクション13.2で示されます。

サイクルは実際の RGB 値ではなく、論理的なパレットインデックスで定義されます。

13.2 Color Palette Pattern カラー計算式

`row` および `col` を上記の境界座標系における論理座標とします。

Color Palette Pattern の境界はこれらの正確なルールを使用しなければなりません：

1. 上端： `row == -1` かつ $8 \leq col < N - 8$ の場合、 `color = (col - 8) mod P`
2. 下端： `row == N` かつ $8 \leq col < N$ の場合、 `color = (col - 8) mod P`
3. 左端： `col == -1` の場合、 `start = N - 9` とする。 $8 \leq row \leq start$ の場合、 `color = (start - row) mod P`
4. 右端： `col == N` かつ $8 \leq row < N$ の場合、 `color = (row - 8) mod P`
5. 残りのすべての境界セル： `color = P - 1`

これは、コーナーと finder pattern 近傍の除外スパンを含む非サイクル境界セルが常に最高パレットインデックスになることを意味します：

- HCC2D4 では 3 → 白
- HCC2D8 では 7 → 白

13.3 Color Palette Pattern のモード別レプリカ

すべての境界モジュールがパレットカラーを持つわけではありません。コーナーおよび `finder pattern` 近傍のモジュールは固定の白 (`color = P - 1`、セクション13.2で定義) です。各辺でパレットカラーを循環的に複製するセグメントの長さは：

- 上端：N - 16 モジュール
- 下端：N - 8 モジュール
- 左端：N - 16 モジュール
- 右端：N - 8 モジュール

HCC2D8 (`P = 8`) でも同じ長さが適用されます。

各辺の正確なシーケンス (開始インデックスと方向を含む) はセクション13.2の計算式によって決まります。上端、下端、右端はスキャン座標と共に増加します。左端ではパレットインデックスが行の増加とともに減少します。各バージョンにおける正確な開始インデックスはセクション13.2の計算式によって決まります。

13.4 デコーダー向けの解釈

デコーダーはこれらのストリップをサンプリングしてパレット統計を復元します。したがって境界はシンボルフォーマットの一部であり、単なる装飾ではありません。

Color Palette Pattern のスパンジオメトリ、サイクル方向、またはフォールバック白セルを変更する実装は非標準的のシンボルを生成します。

14. レンダリング出力座標

このセクションは論理的な HCC2D シンボルのラスタレンダリングを定義します。論理シンボルは特定のピクセルサイズを固定せずに完全に定義されます。

14.1 モジュール座標

HCC2D モードの場合：

- 完全なモジュールグリッドサイズ = `N + 2`
- 内部モジュール `(x, y)` はレンダリングモジュール `(x + 1, y + 1)` にマッピングされます

14.2 クワイエットゾーン

ラスタ化された画像は四辺すべてに `quiet_zone` モジュール分の背景色を追加します。

背景カラーインデックス：

- HCC2D4 : 3 (白)
- HCC2D8 : 7 (白)

14.3 ピクセル単位の画像サイズ

F を完全なモジュール寸法とします：

$$F = N + 2$$

そして：

- 画像幅 = $(F + 2 * \text{quiet_zone}) * \text{scale}$
- 画像高さ = 同じ

各論理モジュールは $\text{scale} \times \text{scale}$ の単色正方形としてラスタ化されます。

HCC2D シンボルでは、クワイエットゾーンは最高パレットインデックスを使用します：

- hcc2d4 では 3
- hcc2d8 では 7

デフォルトパレットでは、これは白に対応します。

15. デコーダー関連の構造ルール

15.1 HCC2D カウントフィールド

BYTE カウントフィールドは両方の HCC2D モードで 16 ビットです。

15.2 プレーン順序

4色 HCC2D の場合：

- プレーン 0 はカラー MSB
- プレーン 1 はカラー LSB

8色 HCC2D の場合：

- プレーン 0 はカラーの最上位ビット (ビット 2)
- プレーン 1 はビット 1
- プレーン 2 はカラーの最下位ビット (ビット 0)

15.3 共通マスク

すべてのプレーンは同じ mask pattern を使用しなければなりません。

これらのルールはデコーダーに関連します。QR スタイルの可変 BYTE カウントフィールド幅、異なるプレーン有意性順序、またはプレーンごとの独立したマスクを前提とするデコーダーは、適合する HCC2D シンボルを正しく解釈できないためです。

16. エンコーディング手順

適合する HCC2D エンコーディング手順は以下のステップを実行しなければなりません：

1. 入力を検証する。
2. シンボルファミリーを選択する（`hcc2d4` または `hcc2d8`）。
3. 誤り訂正レベルを選択する（L/M/Q/H）。
4. バージョンを選択する：ペイロードが収まる場合は明示的に指定されたバージョンを使用する；それ以外の場合、自動選択を使用するときは、収まる最小バージョンを選択する。
5. 論理ペイロードビットストリームを構築する：`0100 || byte_count_16 || payload_bytes`
6. 選択されたモード、バージョン、レベルの明示的な HCC2D テーブルからファミリー固有の容量とブロックレイアウトを決定する。
7. 終端とパッドバイトを適用する。
8. 再利用された誤り訂正構造を使用してパリティを生成しコードワードをインターリーブする。
9. ストライド抽出によって最終ビットストリームを 2 または 3 プレーンに分割する。
10. 一つの共通 `mask index` を選択する：HCC2D モードでは、反転プレーン0のみを使用してペナルティを評価する。
11. 共通バージョン、EC レベル、マスクを使用してプレーンごとに一つの内部行列を構築する。
12. データモジュールをレンダリングする：
 - HCC2D4：2つのプレーンビットからのカラーインデックス
 - HCC2D8：3つのプレーンビットからのカラーインデックス
13. プレーン 0 からファンクションモジュールを黒/白でレンダリングする。
14. セクション13の座標計算式を使用して正確な一モジュールの `Color Palette Pattern` 境界を追加する。
15. 白のクワイエットゾーンを追加する。
16. ラスタ画像出力が必要な場合はモジュールをピクセルにラスタ化する。

操作の順序が重要です。特に：

- 誤り訂正とインターリーブはプレーン抽出より前に行われます
- `mask selection` は一度だけ行われ、すべてのプレーンで共有されます
- 内部行列構築は `Color Palette Pattern` 境界が追加される前に行われます
- クワイエットゾーンは完全な HCC2D シンボルの外側にあり、論理ペイロード構造の一部ではありません

17. オプションの HCC2DF ペイロードラッパー

このセクションは HCC2D コード自体を定義しません。

アプリケーションがファイル名とファイルコンテンツと一緒に運びたい場合に、HCC2D シンボルエンコーディングの前に使用できるオプションのペイロードラッパー形式 `HCC2DF` を定義します。使用する場合、`HCC2DF` バイトストリームが本仕様のセクション3、6、16で定義されるペイロードになります。

`HCC2DF` は `HCC2D` ペイロードバイトの上に重なるアプリケーションレベルラッパーです。`HCC2D` シンボルジオメトリまたはカラーロジックの一部ではありません。

17.1 HCC2DF バイトレイアウト

`HCC2DF` ペイロードバイトは：

1. ASCII マジック：`"HCC2DF"` → 6バイト
2. ラッパーバージョンバイト：`0x01`
3. 圧縮フラグバイト：
 - `0x00` = 生コンテンツ
 - `0x01` = `zlib` 圧縮コンテンツ
4. ファイル名長：1バイト
5. ファイル名バイト：UTF-8、正確に `filename_length` バイト
6. コンテンツバイト：生ファイルバイトまたは圧縮ファイルバイト

このラッパーはチェックサムフィールド、フッター、またはネストされたメタデータ構造を定義しません。

17.2 ファイル名の制約

- ファイル名は空であってはなりません
- ファイル名は最大 127 UTF-8 バイトでなければなりません
- ファイル名に `/` を含んではなりません
- ファイル名に `\` を含んではなりません

17.3 圧縮ルール

圧縮を試みる場合、コンテンツは `zlib compress2(..., Z_DEFAULT_COMPRESSION)` を使用して圧縮されます。

圧縮は以下のすべてが真の場合にのみ使用することを推奨します：

- 圧縮が成功する
- 元のファイルサイズが 128 バイト以上である
- 圧縮後のサイズが元のサイズの 90% より厳密に小さい

それ以外の場合は生ファイルバイトを格納し、圧縮フラグは `0x00` とすることを推奨します。

128 バイトという最小値は、zlib 圧縮が常に導入する固定オーバーヘッドを反映しています。zlib ラッパーだけで 6 バイト (2 バイトのヘッダー + 4 バイトの Adler-32 チェックサム) が加算され、deflate ブロックヘッダーもさらにオーバーヘッドを加えます。格納ブロックは 5 バイト、動的ハフマンブロックは小さい入力で 20~50 バイトのコードテーブル記述が加わり、合計で現実的なオーバーヘッドは約 36 バイトになります。なぜ 128 バイトが適切なしきい値かを理解するために、2 つのケースを考えます：

- **64 バイトの入力**：90% ルールを通過するための余裕 = $64 \times 0.9 - 36 = 21.6$ バイト — データは ~34% まで圧縮される必要があり、非常に反復性の高いデータでのみ達成可能です。
- **128 バイトの入力**：余裕 = $128 \times 0.9 - 36 = 79$ バイト — データは ~62% まで圧縮される必要があり、一般的なテキスト、JSON、URL では現実的な値です。

128 バイト未満では、オーバーヘッドが利用可能な余裕の大部分を消費するため、実際のペイロードでしきい値を下回することはほぼ見込めません。

このルールは明確なサイズメリットがある場合にのみ圧縮を優先します。実装は別のしきい値 (例：95%) を使用することもできますが、推奨されません。しきい値を高くすると、わずかに数パーセントしか節約できないデータを圧縮することになり、意味のある効果はありません。生のバイト列をそのまま格納する方がシンプルであり、結果のサイズもほぼ変わらない可能性があります。いずれにせよ、この推奨から外れた実装であっても、圧縮フラグとコンテンツが一貫している限り、公式 HCC2D Decoder でデコード可能なコードを生成できます。フラグが `0x01` の場合はコンテンツが有効な zlib 圧縮データでなければならず、`0x00` の場合はコンテンツが生のバイト列でなければなりません。

17.4 HCC2D との範囲の関係

HCC2DF は HCC2D ペイロードバイト内に運ばれるオプションのラッパーです。HCC2D コード構造、カラーエンコーディング、コードワード構成、またはシンボルジオメトリの一部ではありません。

18. 実装上の推奨事項

以下は実装者向けの助言的な推奨事項です。本仕様の規範的要件ではありません。本仕様の他の箇所における規範的要件は「しなければなりません」および「してはなりません」という用語で表現されており、このセクションでは助言的なガイダンスとして「すべきです」および「すべきではありません」を使用します。

推奨誤り訂正レベル：HCC2D コードには、レベル **Q** または **M** を使用すべきです。レベル L は一般用途には使用すべきではありません。レベル H は最大の堅牢性を提供しますが、ペイロード容量が大幅に低下します。

推奨モード：本番環境での使用には **hcc2d4** を使用すべきです。hcc2d8 はより大きなペイロード容量を提供しますが、より色彩的に一貫した表示・スキャン環境が必要です。

印刷・本番品質：本番環境で使用する印刷コードに対しては：

- ロスレス出力形式（PNG、SVG、または PDF）を使用すべきです。JPEG などの非可逆形式は、モジュールの色を破壊する圧縮アーティファクトを生じさせます。
- 各モジュールを単色のブロックとして描画すべきです；ハーフトーンは使用すべきではありません。
- アスペクト比を伸縮または歪曲させるべきではありません。
- ラスタライズ後にぼかし、アンチエイリアス、リサンプリングを適用すべきではありません。
- モジュールサイズは少なくとも 0.5 mm（QR Code に対する GS1 目標 X 寸法）とすべきであり、可能であれば約 1 mm が望ましく、信頼性が向上します。モジュールが小さいほど、デコード処理中の色識別精度が低下します。

19. HCC2D4 パラメーター表

以下の値は HCC2D4 のバージョンパラメーターです。これらは完全な HCC2D4 のコードワード総数とブロックレイアウトです。

テーブルフィールドの意味：

- **Vn**：HCC2D バージョン番号。
- **dim**：一モジュールの HCC2D Color Palette Pattern 境界を除いた、モジュール単位の内部シンボル寸法。
- **align**：内部グリッド上の **alignment pattern** の中心座標。空リストはアライメントパターンが存在しないことを意味します。
- **L**、**M**、**Q**、**H**：誤り訂正レベル。
- **total**：そのバージョンおよび誤り訂正レベルにおけるシンボルのコードワード総数。
- **data**：そのバージョンおよび誤り訂正レベルにおけるシンボルのデータコードワード総数。
- **ec**：そのバージョンおよび誤り訂正レベルにおけるシンボルの誤り訂正コードワード総数。
- **ecpb**：ブロックあたりの誤り訂正コードワード数。
- **blocks=a x b**：**a** 個の Reed-Solomon ブロック、各ブロックは **b** 個のデータコードワードと **ecpb** 個の誤り訂正コードワードを持ちます。
- **blocks=a x b, c x d**：2グループのブロック；最初のグループは各 **b** データコードワードの **a** ブロック、2番目のグループは各 **d** データコードワードの **c** ブロック。両グループのすべてのブロックは同じ **ecpb** 個の誤り訂正コードワードを持ちます。

実行例：

```
V1 dim=21 align=[]
L: total=52 data=38 ec=14 ecpb=7 blocks=2 x 19
```

の意味：

- バージョン 1

- 内部グリッド 21 × 21
- アライメントパターンなし
- 誤り訂正レベル L
- シンボルのコードワード総数 52
- データコードワード 38
- 誤り訂正コードワード 14
- Reed-Solomon ブロック 2 個
- 各ブロックはデータコードワード 19 個と誤り訂正コードワード 7 個を含みます

以下の HCC2D8 表は全く同じフィールドの意味を使用します。

表5 — HCC2D4 バージョンパラメーター

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	52	38	14	7	2 × 19
			M	52	32	20	10	2 × 16
			Q	52	26	26	13	2 × 13
			H	52	18	34	17	2 × 9
V2	25	6, 18	L	88	68	20	10	2 × 34
			M	88	56	32	16	2 × 28
			Q	88	44	44	22	2 × 22
			H	88	32	56	28	2 × 16
V3	29	6, 22	L	140	110	30	15	2 × 55
			M	140	88	52	26	2 × 44
			Q	140	68	72	18	4 × 17
			H	140	52	88	22	4 × 13
V4	33	6, 26	L	200	160	40	20	2 × 80
			M	200	128	72	18	4 × 32
			Q	200	96	104	26	4 × 24
			H	200	72	128	16	8 × 9
V5	37	6, 30	L	268	216	52	26	2 × 108
			M	268	172	96	24	4 × 43
			Q	268	124	144	18	4 × 15, 4 × 16
			H	268	92	176	22	4 × 11, 4 × 12
V6	41	6, 34	L	344	272	72	18	4 × 68
			M	344	216	128	16	8 × 27
			Q	344	152	192	24	8 × 19
			H	344	120	224	28	8 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	392	312	80	20	4 × 78
			M	392	248	144	18	8 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	392	176	216	18	4 × 14, 8 × 15
			H	392	132	260	26	8 × 13, 2 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	484	388	96	24	4 × 97
			M	484	308	176	22	4 × 38, 4 × 39
			Q	484	220	264	22	8 × 18, 4 × 19
			H	484	172	312	26	8 × 14, 4 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	584	464	120	30	4 × 116
			M	584	364	220	22	6 × 36, 4 × 37
			Q	584	264	320	20	8 × 16, 8 × 17
			H	584	200	384	24	8 × 12, 8 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	692	548	144	18	4 × 68, 4 × 69
			M	692	432	260	26	8 × 43, 2 × 44
			Q	692	308	384	24	12 × 19, 4 × 20
			H	692	244	448	28	12 × 15, 4 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	808	648	160	20	8 × 81
			M	808	508	300	30	2 × 50, 8 × 51
			Q	808	360	448	28	8 × 22, 8 × 23
			H	808	280	528	24	6 × 12, 16 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	932	740	192	24	4 × 92, 4 × 93
			M	932	580	352	22	12 × 36, 4 × 37
			Q	932	412	520	26	8 × 20, 12 × 21
			H	932	316	616	28	14 × 14, 8 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1064	856	208	26	8 × 107
			M	1064	668	396	22	16 × 37, 2 × 38
			Q	1064	488	576	24	16 × 20, 8 × 21
			H	1064	360	704	22	24 × 11, 8 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1162	922	240	30	6 × 115, 2 × 116

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	1162	730	432	24	8 × 40, 10 × 41
			Q	1162	522	640	20	22 × 16, 10 × 17
			H	1162	394	768	24	22 × 12, 10 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1310	1046	264	22	10 × 87, 2 × 88
			M	1310	830	480	24	10 × 41, 10 × 42
			Q	1310	590	720	30	10 × 24, 14 × 25
			H	1310	446	864	24	22 × 12, 14 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	1466	1178	288	24	10 × 98, 2 × 99
			M	1466	906	560	28	14 × 45, 6 × 46
			Q	1466	650	816	24	30 × 19, 4 × 20
			H	1466	506	960	30	6 × 15, 26 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	1630	1294	336	28	2 × 107, 10 × 108
			M	1630	1014	616	28	20 × 46, 2 × 47
			Q	1630	734	896	28	2 × 22, 30 × 23
			H	1630	566	1064	28	4 × 14, 34 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	1802	1442	360	30	10 × 120, 2 × 121
			M	1802	1126	676	26	18 × 43, 8 × 44
			Q	1802	794	1008	28	34 × 22, 2 × 23
			H	1802	626	1176	28	4 × 14, 38 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	1982	1590	392	28	6 × 113, 8 × 114
			M	1982	1254	728	26	6 × 44, 22 × 45
			Q	1982	890	1092	26	34 × 21, 8 × 22
			H	1982	682	1300	26	18 × 13, 32 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	2170	1722	448	28	6 × 107, 10 × 108
			M	2170	1338	832	26	6 × 41, 26 × 42

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	2170	970	1200	30	30 × 24, 10 × 25
			H	2170	770	1400	28	30 × 15, 20 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	2312	1864	448	28	8 × 116, 8 × 117
			M	2312	1428	884	26	34 × 42
			Q	2312	1024	1288	28	34 × 22, 12 × 23
			H	2312	812	1500	30	38 × 16, 12 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	2516	2012	504	28	4 × 111, 14 × 112
			M	2516	1564	952	28	34 × 46
			Q	2516	1136	1380	30	14 × 24, 32 × 25
			H	2516	884	1632	24	68 × 13
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	2728	2188	540	30	8 × 121, 10 × 122
			M	2728	1720	1008	28	8 × 47, 28 × 48
			Q	2728	1228	1500	30	22 × 24, 28 × 25
			H	2728	928	1800	30	32 × 15, 28 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	2948	2348	600	30	12 × 117, 8 × 118
			M	2948	1828	1120	28	12 × 45, 28 × 46
			Q	2948	1328	1620	30	22 × 24, 32 × 25
			H	2948	1028	1920	30	60 × 16, 4 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	3176	2552	624	26	16 × 106, 8 × 107
			M	3176	2000	1176	28	16 × 47, 26 × 48
			Q	3176	1436	1740	30	14 × 24, 44 × 25
			H	3176	1076	2100	30	44 × 15, 26 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	3412	2740	672	28	20 × 114, 4 × 115
			M	3412	2124	1288	28	38 × 46, 8 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	3412	1508	1904	28	56 × 22, 12 × 23
			H	3412	1192	2220	30	66 × 16, 8 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	3656	2936	720	30	16 × 122, 8 × 123
			M	3656	2256	1400	28	44 × 45, 6 × 46
			Q	3656	1616	2040	30	16 × 23, 52 × 24
			H	3656	1256	2400	30	24 × 15, 56 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	3842	3062	780	30	6 × 117, 20 × 118
			M	3842	2386	1456	28	6 × 45, 46 × 46
			Q	3842	1742	2100	30	8 × 24, 62 × 25
			H	3842	1322	2520	30	22 × 15, 62 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	4102	3262	840	30	14 × 116, 14 × 117
			M	4102	2534	1568	28	42 × 45, 14 × 46
			Q	4102	1822	2280	30	2 × 23, 74 × 24
			H	4102	1402	2700	30	38 × 15, 52 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	4370	3470	900	30	10 × 115, 20 × 116
			M	4370	2746	1624	28	38 × 47, 20 × 48
			Q	4370	1970	2400	30	30 × 24, 50 × 25
			H	4370	1490	2880	30	46 × 15, 50 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	4646	3686	960	30	26 × 115, 6 × 116
			M	4646	2910	1736	28	4 × 46, 58 × 47
			Q	4646	2066	2580	30	84 × 24, 2 × 25
			H	4646	1586	3060	30	46 × 15, 56 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	4930	3910	1020	30	34 × 115
			M	4930	3082	1848	28	20 × 46, 46 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	4930	2230	2700	30	20 × 24, 70 × 25
			H	4930	1690	3240	30	38 × 15, 70 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	5222	4142	1080	30	34 × 115, 2 × 116
			M	5222	3262	1960	28	28 × 46, 42 × 47
			Q	5222	2342	2880	30	58 × 24, 38 × 25
			H	5222	1802	3420	30	22 × 15, 92 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	5522	4382	1140	30	26 × 115, 12 × 116
			M	5522	3450	2072	28	28 × 46, 46 × 47
			Q	5522	2462	3060	30	88 × 24, 14 × 25
			H	5522	1922	3600	30	118 × 16, 2 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	5752	4612	1140	30	24 × 121, 14 × 122
			M	5752	3624	2128	28	24 × 47, 52 × 48
			Q	5752	2572	3180	30	78 × 24, 28 × 25
			H	5752	1972	3780	30	44 × 15, 82 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	6068	4868	1200	30	12 × 121, 28 × 122
			M	6068	3828	2240	28	12 × 47, 68 × 48
			Q	6068	2708	3360	30	92 × 24, 20 × 25
			H	6068	2108	3960	30	4 × 15, 128 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	6392	5132	1260	30	34 × 122, 8 × 123
			M	6392	3984	2408	28	58 × 46, 28 × 47
			Q	6392	2852	3540	30	98 × 24, 20 × 25
			H	6392	2192	4200	30	48 × 15, 92 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	6724	5404	1320	30	8 × 122, 36 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	6724	4204	2520	28	26 × 46, 64 × 47
			Q	6724	3004	3720	30	96 × 24, 28 × 25
			H	6724	2284	4440	30	84 × 15, 64 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	7064	5624	1440	30	40 × 117, 8 × 118
			M	7064	4432	2632	28	80 × 47, 14 × 48
			Q	7064	3164	3900	30	86 × 24, 44 × 25
			H	7064	2444	4620	30	20 × 15, 134 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	7412	5912	1500	30	38 × 118, 12 × 119
			M	7412	4668	2744	28	36 × 47, 62 × 48
			Q	7412	3332	4080	30	68 × 24, 68 × 25
			H	7412	2552	4860	30	40 × 15, 122 × 16

これらのパラメータは、HCC2D カラー符号化乗数を適用することで QR コード (ISO/IEC 18004:2006) から導出されたものです。

20. HCC2D8 パラメーター表

以下の値は HCC2D8 のバージョンパラメーターです。これらは完全な HCC2D8 のコードワード総数とブロックレイアウトです。

表6 — HCC2D8 バージョンパラメーター

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	78	57	21	7	3 × 19
			M	78	48	30	10	3 × 16
			Q	78	39	39	13	3 × 13
			H	78	27	51	17	3 × 9
V2	25	6, 18	L	132	102	30	10	3 × 34
			M	132	84	48	16	3 × 28
			Q	132	66	66	22	3 × 22
			H	132	48	84	28	3 × 16
V3	29	6, 22	L	210	165	45	15	3 × 55
			M	210	132	78	26	3 × 44
			Q	210	102	108	18	6 × 17
			H	210	78	132	22	6 × 13
V4	33	6, 26	L	300	240	60	20	3 × 80
			M	300	192	108	18	6 × 32
			Q	300	144	156	26	6 × 24
			H	300	108	192	16	12 × 9
V5	37	6, 30	L	402	324	78	26	3 × 108
			M	402	258	144	24	6 × 43
			Q	402	186	216	18	6 × 15, 6 × 16
			H	402	138	264	22	6 × 11, 6 × 12
V6	41	6, 34	L	516	408	108	18	6 × 68
			M	516	324	192	16	12 × 27
			Q	516	228	288	24	12 × 19
			H	516	180	336	28	12 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	588	468	120	20	6 × 78
			M	588	372	216	18	12 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	588	264	324	18	6 × 14, 12 × 15
			H	588	198	390	26	12 × 13, 3 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	726	582	144	24	6 × 97
			M	726	462	264	22	6 × 38, 6 × 39
			Q	726	330	396	22	12 × 18, 6 × 19
			H	726	258	468	26	12 × 14, 6 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	876	696	180	30	6 × 116
			M	876	546	330	22	9 × 36, 6 × 37
			Q	876	396	480	20	12 × 16, 12 × 17
			H	876	300	576	24	12 × 12, 12 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	1038	822	216	18	6 × 68, 6 × 69
			M	1038	648	390	26	12 × 43, 3 × 44
			Q	1038	462	576	24	18 × 19, 6 × 20
			H	1038	366	672	28	18 × 15, 6 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	1212	972	240	20	12 × 81
			M	1212	762	450	30	3 × 50, 12 × 51
			Q	1212	540	672	28	12 × 22, 12 × 23
			H	1212	420	792	24	9 × 12, 24 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	1398	1110	288	24	6 × 92, 6 × 93
			M	1398	870	528	22	18 × 36, 6 × 37
			Q	1398	618	780	26	12 × 20, 18 × 21
			H	1398	474	924	28	21 × 14, 12 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1596	1284	312	26	12 × 107
			M	1596	1002	594	22	24 × 37, 3 × 38

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	1596	732	864	24	24 × 20, 12 × 21
			H	1596	540	1056	22	36 × 11, 12 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1743	1383	360	30	9 × 115, 3 × 116
			M	1743	1095	648	24	12 × 40, 15 × 41
			Q	1743	783	960	20	33 × 16, 15 × 17
			H	1743	591	1152	24	33 × 12, 15 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1965	1569	396	22	15 × 87, 3 × 88
			M	1965	1245	720	24	15 × 41, 15 × 42
			Q	1965	885	1080	30	15 × 24, 21 × 25
			H	1965	669	1296	24	33 × 12, 21 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	2199	1767	432	24	15 × 98, 3 × 99
			M	2199	1359	840	28	21 × 45, 9 × 46
			Q	2199	975	1224	24	45 × 19, 6 × 20
			H	2199	759	1440	30	9 × 15, 39 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	2445	1941	504	28	3 × 107, 15 × 108
			M	2445	1521	924	28	30 × 46, 3 × 47
			Q	2445	1101	1344	28	3 × 22, 45 × 23
			H	2445	849	1596	28	6 × 14, 51 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	2703	2163	540	30	15 × 120, 3 × 121

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	2703	1689	1014	26	27 × 43, 12 × 44
			Q	2703	1191	1512	28	51 × 22, 3 × 23
			H	2703	939	1764	28	6 × 14, 57 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	2973	2385	588	28	9 × 113, 12 × 114
			M	2973	1881	1092	26	9 × 44, 33 × 45
			Q	2973	1335	1638	26	51 × 21, 12 × 22
			H	2973	1023	1950	26	27 × 13, 48 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	3255	2583	672	28	9 × 107, 15 × 108
			M	3255	2007	1248	26	9 × 41, 39 × 42
			Q	3255	1455	1800	30	45 × 24, 15 × 25
			H	3255	1155	2100	28	45 × 15, 30 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	3468	2796	672	28	12 × 116, 12 × 117
			M	3468	2142	1326	26	51 × 42
			Q	3468	1536	1932	28	51 × 22, 18 × 23
			H	3468	1218	2250	30	57 × 16, 18 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	3774	3018	756	28	6 × 111, 21 × 112
			M	3774	2346	1428	28	51 × 46
			Q	3774	1704	2070	30	21 × 24, 48 × 25
			H	3774	1326	2448	24	102 × 13

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	4092	3282	810	30	12 × 121, 15 × 122
			M	4092	2580	1512	28	12 × 47, 42 × 48
			Q	4092	1842	2250	30	33 × 24, 42 × 25
			H	4092	1392	2700	30	48 × 15, 42 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	4422	3522	900	30	18 × 117, 12 × 118
			M	4422	2742	1680	28	18 × 45, 42 × 46
			Q	4422	1992	2430	30	33 × 24, 48 × 25
			H	4422	1542	2880	30	90 × 16, 6 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	4764	3828	936	26	24 × 106, 12 × 107
			M	4764	3000	1764	28	24 × 47, 39 × 48
			Q	4764	2154	2610	30	21 × 24, 66 × 25
			H	4764	1614	3150	30	66 × 15, 39 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	5118	4110	1008	28	30 × 114, 6 × 115
			M	5118	3186	1932	28	57 × 46, 12 × 47
			Q	5118	2262	2856	28	84 × 22, 18 × 23
			H	5118	1788	3330	30	99 × 16, 12 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	5484	4404	1080	30	24 × 122, 12 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	5484	3384	2100	28	66 × 45, 9 × 46
			Q	5484	2424	3060	30	24 × 23, 78 × 24
			H	5484	1884	3600	30	36 × 15, 84 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	5763	4593	1170	30	9 × 117, 30 × 118
			M	5763	3579	2184	28	9 × 45, 69 × 46
			Q	5763	2613	3150	30	12 × 24, 93 × 25
			H	5763	1983	3780	30	33 × 15, 93 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	6153	4893	1260	30	21 × 116, 21 × 117
			M	6153	3801	2352	28	63 × 45, 21 × 46
			Q	6153	2733	3420	30	3 × 23, 111 × 24
			H	6153	2103	4050	30	57 × 15, 78 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	6555	5205	1350	30	15 × 115, 30 × 116
			M	6555	4119	2436	28	57 × 47, 30 × 48
			Q	6555	2955	3600	30	45 × 24, 75 × 25
			H	6555	2235	4320	30	69 × 15, 75 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	6969	5529	1440	30	39 × 115, 9 × 116
			M	6969	4365	2604	28	6 × 46, 87 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	6969	3099	3870	30	126 × 24, 3 × 25
			H	6969	2379	4590	30	69 × 15, 84 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	7395	5865	1530	30	51 × 115
			M	7395	4623	2772	28	30 × 46, 69 × 47
			Q	7395	3345	4050	30	30 × 24, 105 × 25
			H	7395	2535	4860	30	57 × 15, 105 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	7833	6213	1620	30	51 × 115, 3 × 116
			M	7833	4893	2940	28	42 × 46, 63 × 47
			Q	7833	3513	4320	30	87 × 24, 57 × 25
			H	7833	2703	5130	30	33 × 15, 138 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	8283	6573	1710	30	39 × 115, 18 × 116
			M	8283	5175	3108	28	42 × 46, 69 × 47
			Q	8283	3693	4590	30	132 × 24, 21 × 25
			H	8283	2883	5400	30	177 × 16, 3 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	8628	6918	1710	30	36 × 121, 21 × 122
			M	8628	5436	3192	28	36 × 47, 78 × 48
			Q	8628	3858	4770	30	117 × 24, 42 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	8628	2958	5670	30	66 × 15, 123 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	9102	7302	1800	30	18 × 121, 42 × 122
			M	9102	5742	3360	28	18 × 47, 102 × 48
			Q	9102	4062	5040	30	138 × 24, 30 × 25
			H	9102	3162	5940	30	6 × 15, 192 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	9588	7698	1890	30	51 × 122, 12 × 123
			M	9588	5976	3612	28	87 × 46, 42 × 47
			Q	9588	4278	5310	30	147 × 24, 30 × 25
			H	9588	3288	6300	30	72 × 15, 138 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	10086	8106	1980	30	12 × 122, 54 × 123
			M	10086	6306	3780	28	39 × 46, 96 × 47
			Q	10086	4506	5580	30	144 × 24, 42 × 25
			H	10086	3426	6660	30	126 × 15, 96 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	10596	8436	2160	30	60 × 117, 12 × 118
			M	10596	6648	3948	28	120 × 47, 21 × 48
			Q	10596	4746	5850	30	129 × 24, 66 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	10596	3666	6930	30	30 × 15, 201 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	11118	8868	2250	30	57 × 118, 18 × 119
			M	11118	7002	4116	28	54 × 47, 93 × 48
			Q	11118	4998	6120	30	102 × 24, 102 × 25
			H	11118	3828	7290	30	60 × 15, 183 × 16

これらのパラメータは、HCC2D カラー符号化乗数を適用することで QR コード (ISO/IEC 18004:2006) から導出されたものです。

21. 発行に関する注記

本仕様は、QR Code に関連する finder pattern、alignment pattern、timing pattern、誤り訂正、またはマスクルールのコンテンツを意図的に再発行しません。再利用された部分については、QR Code と同じ構造、または ISO/IEC 18004:2006 互換の構造に従うことを述べるのみとし、HCC2D 固有の部分と HCC2D パラメーターテーブルを完全に規定します。

したがって、本文書は以下として読まれるべきです：

- HCC2D 固有の動作については完全
- QR Code コンポーネント情報の再発行を避けるために意図的に非網羅的
- HCC2D によって再利用される QR Code コンポーネントの定義について、QR Code 仕様と共に規範的

附属書A — 例示

以下のシンボルは、本仕様に準拠したHCC2Dバーコードです。各シンボルは公式のHCC2D Decoderアプリでスキャンできます。各図は1モジュールあたり0.80mmで描画されています。これは、本仕様のPDF版を紙に100%スケールで印刷した際の印刷ページ上の実際のサイズに対応していません。



図1 — HCC2D4、カラーパレットモデル1（画面）、誤り訂正レベルQ、バージョン4、79バイト、バイトモード、非圧縮



図2 — HCC2D4、カラーパレットモデル2（印刷）、誤り訂正レベルQ、バージョン4、78バイト、バイトモード、非圧縮



図3 — HCC2D8、カラーパレットモデル1（画面）、誤り訂正レベルQ、バージョン3、79バイト、バイトモード、非圧縮



図4 — HCC2D8、カラーパレットモデル2（印刷）、誤り訂正レベルQ、バージョン3、78バイト、バイトモード、非圧縮

以下のシンボルはウィリアム・ワーズワースのティンターン・アビー（6,900バイト、zlib圧縮HCC2DFコンテナ）を符号化しており、長文テキストに対するHCC2Dの容量を実証しています。

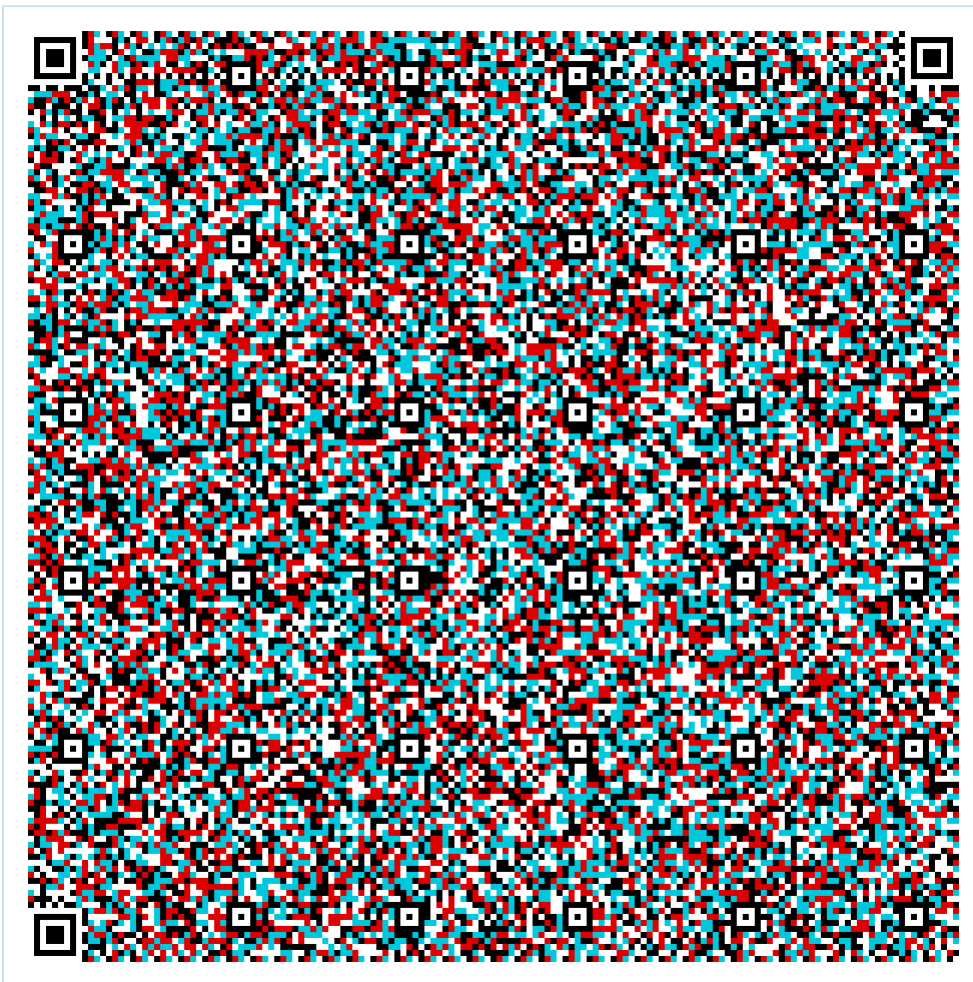


図5 — HCC2D4、カラーパレットモデル1（画面）、誤り訂正レベルM、バージョン34、テキスト6,900バイト、zlib圧縮後3,283バイト、HCC2DFヘッダー37バイト、HCC2DF合計3,320バイト。バージョン34のような高バージョンHCC2Dコードを確実にデコードするには、中～高級スマートフォンの大半に搭載されているオートフォーカス付き1200万画素以上のカメラが必要です。

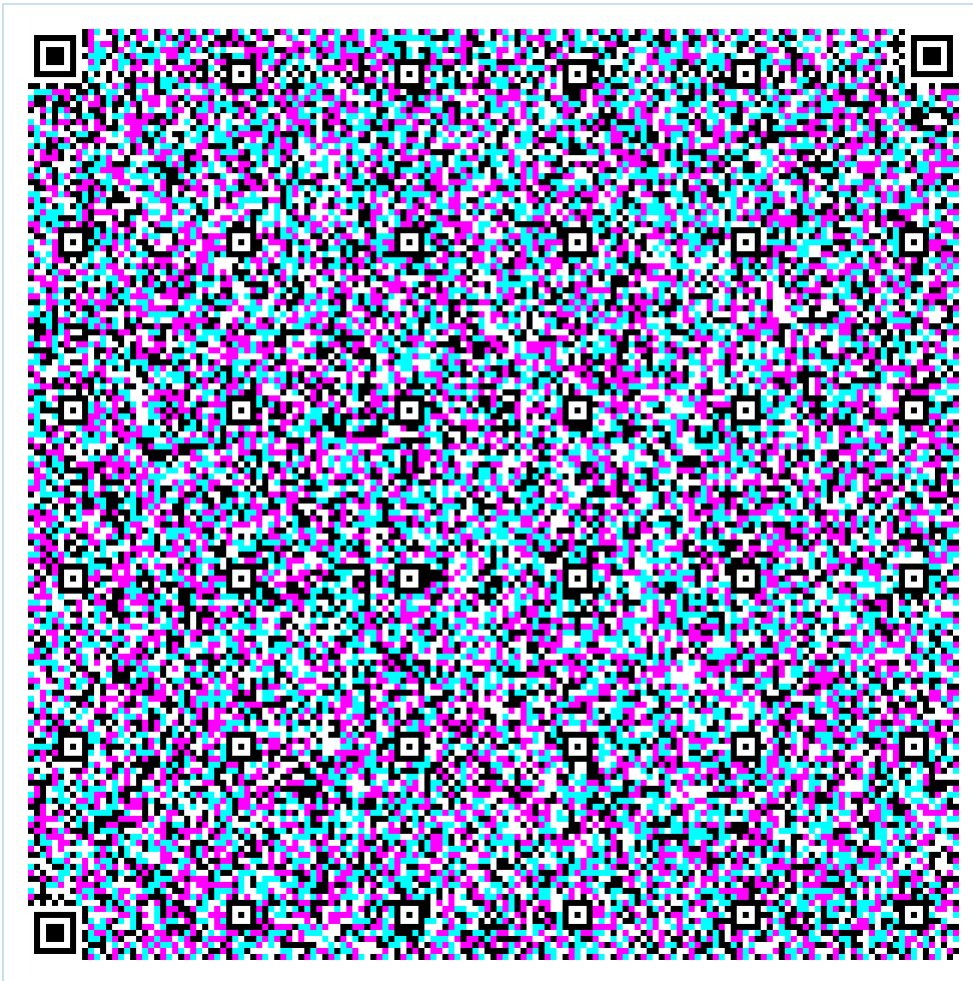


図6 — HCC2D4、カラーパレットモデル2（印刷）、誤り訂正レベルM、バージョン34、テキスト6,900バイト、zlib圧縮後3,283バイト、HCC2DFヘッダー37バイト、HCC2DF合計3,320バイト。バージョン34のような高バージョンHCC2Dコードを確実にデコードするには、中～高級スマートフォンの大半に搭載されているオートフォーカス付き1200万画素以上のカメラが必要です。

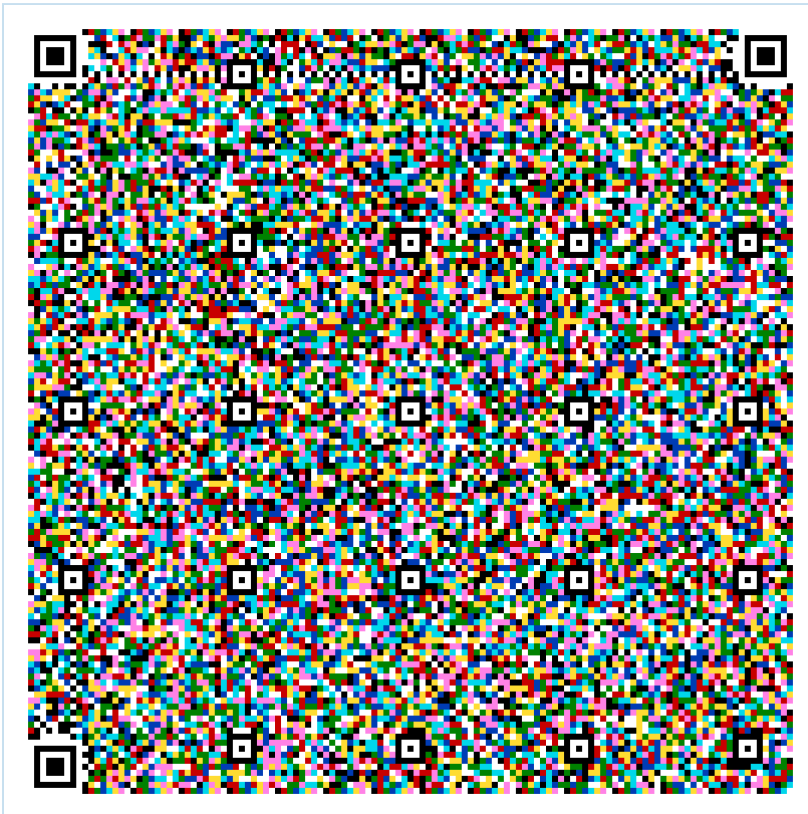


図7 — HCC2D8、カラーパレットモデル1（画面）、誤り訂正レベルM、バージョン27、テキスト6,900バイト、zlib圧縮後3,283バイト、HCC2DFヘッダー37バイト、HCC2DF合計3,320バイト。バージョン27のような高バージョンHCC2Dコードを確実にデコードするには、中～高級スマートフォンの大半に搭載されているオートフォーカス付き1200万画素以上のカメラが必要です。

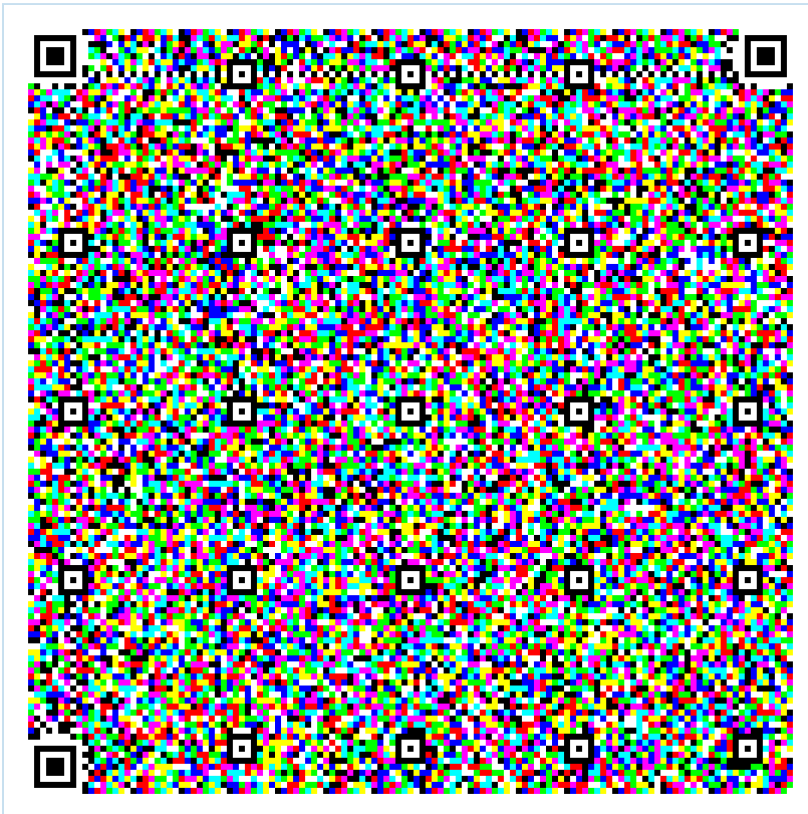


図8 — HCC2D8、カラーパレットモデル2（印刷）、誤り訂正レベルM、バージョン27、テキスト6,900バイト、zlib圧縮後3,283バイト、HCC2DFヘッダー37バイト、HCC2DF合計3,320バイト。バージョン27のような高バージョンHCC2Dコードを確実にデコードするには、中～高級スマートフォンの大半に搭載されているオートフォーカス付き1200万画素以上のカメラが必要です。

— 仕様書終わり —

HCC2D 代码规格说明

版本 0.9.0 — 草稿

最后更新：2026年5月24日

起源与出版物

HCC2D 彩色条形码格式的基础元素最早定义于 Marco Querini 的 Laurea Specialistica 学位论文（2009/2010 学年，答辩于 2010 年 7 月 23 日）*Analisi e progettazione di codici bidimensionali ad alta capacità. Sviluppo del lettore per gli ambienti desktop e mobile*（高容量二维代码的分析与设计。面向桌面和移动环境的读取器开发），指导教师为 Prof. Giuseppe F. Italiano。

本规格说明与 2010 年学位论文中所描述的格式所生成的代码完全兼容，这些代码早于该格式被命名为 HCC2D 之前即已存在。

与该格式相关的早期会议论文发表于 2010 年 9 月和 2013 年 9 月（分别为“High capacity colored two dimensional codes”和“Color classifiers for 2D color barcodes”）；下列期刊论文是这些会议论文的扩展同行评审版本。

"HCC2D"这一名称在早期会议论文及以下同行评审期刊论文中被引入，该格式也在这些论文中得到描述并对其特性作了进一步分析：

- Querini, M. and Italiano, G. F. (2014). *Reliability and Data Density in High Capacity Color Barcodes*. Computer Science and Information Systems (ComSIS) 专刊, 11(4), 1595-1615.
- Querini, M., Grillo, A., Lentini, A. and Italiano, G. F. (2011). *2D Color Barcodes for Mobile Phones*. International Journal of Computer Science & Applications (IJCSA) 专刊, 8(1), 136-155.

本规格说明文档由 Marco Querini 撰写。

本规格说明可能在 1.0 版本发布前发生变更。

许可证与版权

Copyright © 2010-2026 Marco Querini. 保留所有权利。

本作品依据知识共享 署名-禁止演绎 4.0 国际许可协议（CC BY-ND 4.0）授权使用。

如需查看该许可证的副本，请访问：<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

您可以在任何媒介或格式中自由共享、复制和再发布本规格说明文档，用于任何目的（包括商业目的），前提是向原作者给予适当署名，且不得分发经修改的文本版本。依据本规格说明所定义的技术要求实现软件、硬件或系统，均被完全许可，不构成本文档的演绎作品。

本规格说明为公开发布。HCC2D 官方软件实现依据单独的专有条款进行分发。

本规格说明按"现状"提供，不附带任何形式的保证。作者不对本文档所含信息的准确性、完整性或适用于特定目的作出任何声明或保证。

HCC2D™（未注册商标）

目录

简介

1. 范围

1.1 术语和缩略语

1.2 高层结构

2. 一致性基础

3. 编码参数

4. 符号几何

5. 颜色索引和默认调色板

5.1 HCC2D4 — 颜色调色板模型 1 — 定义

5.2 HCC2D8 — 颜色调色板模型 1 — 定义

5.3 颜色调色板模型 1 — 设计原理

5.4 HCC2D4 — 颜色调色板模型 2 — 定义

5.5 HCC2D8 — 颜色调色板模型 2 — 定义

5.6 颜色调色板模型 2 — 设计原理

5.7 颜色调色板模型分类

5.8 调色板覆盖

5.9 自定义调色板的亮度顺序推荐

6. 有效载荷帧

7. 版本选择

8. HCC2D 码字组织

9. 平面构建

9.1 HCC2D4 — 两个平面

9.2 HCC2D8 — 三个平面

10. 掩码选择

11. 内部矩阵构建

12. 功能模块着色

13. Color Palette Pattern

13.1 Color Palette Pattern 周期

13.2 Color Palette Pattern 颜色公式

13.3 Color Palette Pattern 各模式的副本

13.4 解码器面向解释

14. 渲染输出坐标

14.1 模块坐标

14.2 静区

14.3 图像像素大小

15. 解码器相关结构规则

15.1 HCC2D 计数字段

- 15.2 平面顺序
- 15.3 公共掩码
- 16. 编码过程
- 17. 可选 HCC2DF 有效载荷封装器
 - 17.1 HCC2DF 字节布局
 - 17.2 文件名约束
 - 17.3 压缩规则
 - 17.4 与 HCC2D 的范围关系
- 18. 实施建议
- 19. HCC2D4 参数表
- 20. HCC2D8 参数表
- 21. 发布说明
- 附录A — 示例

简介

HCC2D 是一种彩色二维条形码格式。它复用 QR Code 的方形矩阵结构，同时定义了自己的 HCC2D 专有规则，用于颜色编码、有效载荷帧、符号边框语义、版本容量和码字组织。具体而言，HCC2D 复用了与 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容的 Finder Pattern、Alignment Pattern、Timing Pattern、格式信息、版本信息、掩码公式以及 Reed-Solomon 纠错行为，除非本规格说明明确规定了不同的行为。

QR Code 是 DENSO WAVE INCORPORATED 在日本及其他国家/地区的注册商标。HCC2D 与 DENSO WAVE INCORPORATED 无赞助、认可或附属关系。QR Code / ISO/IEC 18004:2006 中定义的结构要素，包括 finder patterns、alignment patterns、timing patterns、format information、version information 和 masking，在本文中作为公开技术标准的组成要素使用。本文档仅描述该格式中 HCC2D 专有的部分，并有意不重述这些要素。

HCC2D 不是 QR 码的替代品，而是其扩展。HCC2D 解码器也必须是 QR 码读取器。就实际而言，HCC2D 解码器本质上是一个标准 QR 码解码器，并额外具备识别和解码彩色模块的功能。它使用标准 QR Code 的检测阶段来检测符号结构。在检测完成之后、有效载荷解码之前，解码器会判断应当走标准 QR Code 的解码路径，还是走 HCC2D 的解码路径；在前一种路径中，模块被解释为黑白模块，在后一种路径中，模块被解释为 4 色或 8 色模块。这个选择是通过检查符号外围是否存在 HCC2D 的 Color Palette Patterns 来作出的。如果不存在 Color Palette Patterns，解码器就将该符号作为标准 QR Code 进行解码。如果存在 Color Palette Patterns，解码器就根据适用的 HCC2D 颜色规则将该符号作为 HCC2D 码进行解码。HCC2D 编码器生成与 QR 码共享相同结构基础的符号，且必须能够同时编码 QR 码和 HCC2D 码。

本文档规定了 HCC2D 四色和 HCC2D 八色代码格式。

1. 范围

本文档涵盖：

- hcc2d4：4 色 HCC2D
- hcc2d8：8 色 HCC2D

本规格说明定义：

- 仅限方形符号
- 版本 1..40
- 纠错级别 L、M、Q、H
- 仅限字节模式有效载荷编码

本规格说明使用一个 BYTE 段定义 HCC2D 有效载荷帧。

1.1 术语和缩略语

- Color Palette Pattern：HCC2D 码的外边框，包含调色板颜色的循环序列，用作颜色图例
- EC：纠错
- EC level：纠错级别
- ECPB：每块纠错码字数
- MSB：最高有效位
- LSB：最低有效位
- RS：Reed-Solomon
- RGB：红、绿、蓝
- ISO/IEC：国际标准化组织 / 国际电工委员会

矩阵术语：

- module：符号的一个逻辑方形单元格
- inner grid 或 inner matrix：添加 HCC2D 边框之前复用的 QR 兼容 $N \times N$ 矩阵
- full symbol：添加 HCC2D 边框后产生的 $N+2$ 方形
- function module：属于 Finder Pattern、Alignment Pattern、Timing Pattern、格式或版本结构的非数据模块
- data module：其状态由编码的有效载荷和纠错比特流决定的模块
- plane：从最终交织比特流中提取的一个二值矩阵

1.2 高层结构

HCC2D 编码过程如下：

1. 将有效载荷帧封装为一个 BYTE 模式段
2. 选择版本和纠错级别

3. 生成数据码字、纠错码字和最终交织比特流
4. 将该最终比特流分割为两个或三个二值平面
5. 每个平面使用一个共享掩码模式构建一个与 QR 兼容的内部矩阵
6. 将平面比特合并为数据模块的颜色索引
7. 以黑白方式渲染功能模块
8. 添加 HCC2D Color Palette Pattern 边框

HCC2D 不对每个平面单独运行纠错过程。首先生成一个组合比特流，然后才进行平面提取。

2. 一致性基础

符合规范的实现可生成能被官方 HCC2D Decoder 解码的代码，该应用可在 [Google Play](#)、[Huawei AppGallery](#) 及 [App Store](#) 下载。

声称符合本规格说明的实现应将以下内容组合：

1. 本文档定义的 HCC2D 专有层；以及
2. 对所有复用部分行为与 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容的复用方形矩阵编码层。

为与现有 HCC2D 解码器实现互操作性，复用层至少应提供：

- Model-2 形式的方形版本 1..40
- 纠错级别 L、M、Q、H
- finder pattern 的放置
- 按 HCC2D 表中列出的坐标放置 alignment pattern
- timing pattern 的放置
- 格式信息的生成与放置
- 适用时版本信息的生成与放置
- 内部矩阵中 BYTE 模式数据的放置顺序
- mask index 0..7 的 mask 公式
- 与 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容的 mask penalty 评估，第 10 节中仅使用反转平面 0 的 HCC2D 专有规则除外
- 与 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容的 Reed-Solomon 奇偶校验生成和 codeword 交织，第 19 和 20 节中定义的 HCC2D 专有总 codeword 数量和块倍数除外

因此：

- 本规格说明并非完全独立
- 已具备上述复用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容行为的实现，可根据本规格说明实现可互操作的 HCC2D 符号生成
- 同时持有本规格说明和 QR Code 规格说明（用于复用部分）的实现，具备实现可互操作 HCC2D 符号生成所需的信息

实际上，HCC2D 并非 QR 形式方形矩阵构建的替代品。它是构建在复用 QR 兼容内部符号之上的颜色容量和帧层。因此，HCC2D 的规范性差异集中在：

- 有效载荷帧
- 码字总容量和块倍数
- 位平面提取和颜色解释
- 数据掩码算法的输入选择：仅限反转平面 0
- 功能模块渲染规则
- HCC2D 外边框语义

只有符合本规格说明的格式或符号，方可被称为 HCC2D。将 HCC2D 名称用于不符合规范的格式或符号具有误导性，且不受本规格说明认可。

3. 编码参数

符合规范的 HCC2D 符号生成过程由以下参数确定：

- `payload`：必需，非空字节数组
- `mode`：`hcc2d4` 或 `hcc2d8`
- `ec_level`：L、M、Q、H 之一
- `version`：0 表示自动选择；否则为 1..40
- `scale`：光栅渲染的每模块像素数
- `quiet_zone`：渲染符号周围的白色边距模块数
- `palette_rgb`：可选 RGB 覆盖

前四个参数影响逻辑 HCC2D 符号。后三个仅影响视觉渲染。

默认值、用户界面行为和命令行约定不在本规格说明的范围内。

参数附加说明：

- `payload` 严格解释为原始字节
- 本规格说明不定义文本转码、多段优化、数字模式或字母数字模式
- `mode` 决定平面数量和调色板族
- `ec_level` 在所选版本内选择规范性表格行
- `version` 控制容量、内部尺寸、对齐坐标和块结构
- `scale`、`quiet_zone` 和 `palette_rgb` 不改变编码的逻辑比特流

4. 符号几何

对于两种 HCC2D 模式，版本 `v` 使用维度为 $N = 17 + 4*v$ 的内部方形网格。

示例：

- 版本 1 → 21 × 21
- 版本 10 → 57 × 57
- 版本 40 → 177 × 177

内部网格复用遵循 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容规则的 finder pattern、alignment pattern、timing pattern、格式信息和版本信息结构。

HCC2D 随后在四侧添加其自有的单模块外边框：

- 内部尺寸 = N
- 完整尺寸 = $N + 2$

这个 HCC2D 专有的外边框即为 Color Palette Pattern。

内部网格与完整符号的区别具有规范意义：

- 所有复用的 QR 兼容放置逻辑均作用于内部 $N \times N$ 矩阵
- HCC2D Color Palette Pattern 位于该内部矩阵之外
- 渲染和光栅输出使用完整的 $N + 2$ 尺寸

因此，当本文档涉及功能图案、数据放置、掩码或版本几何时，这些规则首先适用于内部矩阵，之后才添加 HCC2D 边框。

5. 颜色索引和默认调色板

本节定义 HCC2D4 和 HCC2D8 的颜色索引位布局、两种标准颜色调色板模型（模型 1 用于屏幕显示，模型 2 用于印刷）、调色板模型的分类，以及调色板自定义规则。

5.1 HCC2D4 — 颜色调色板模型 1 — 定义

使用颜色调色板模型 1 的 HCC2D4 代码，调色板索引 0..3 须使用以下颜色。亮度为近似值，计算公式为 $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ 。

表1 — HCC2D4 颜色调色板，模型1（屏幕）

索引	颜色	RGB	亮度 (Y)
0	黑色	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	红色	RGB(220, 0, 0)	≈ 66
2	青色	RGB(0, 200, 220)	≈ 142
3	白色	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

颜色索引位布局：

- 位 1 = MSB 平面

- 位 0 = LSB 平面

因此：

- 00 → 0 → 黑色
- 01 → 1 → 红色
- 10 → 2 → 青色
- 11 → 3 → 白色

该顺序是逻辑性的，并非仅视觉性的。索引 0 是深色锚点，索引 3 是 4 色族的白色锚点。

5.2 HCC2D8 — 颜色调色板模型 1 — 定义

使用颜色调色板模型 1 的 HCC2D8 代码，调色板索引 0..7 须使用以下颜色。亮度为近似值，计算公式为 $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ 。

表2 — HCC2D8 颜色调色板，模型1（屏幕）

索引	颜色	RGB	亮度 (Y)
0	黑色	RGB(0, 0, 0)	≈ 0
1	深红色	RGB(200, 0, 0)	≈ 60
2	深绿色	RGB(0, 130, 0)	≈ 76
3	深海军蓝	RGB(0, 60, 180)	≈ 56
4	浅青色	RGB(0, 215, 235)	≈ 153
5	浅黄色	RGB(255, 220, 50)	≈ 211
6	浅洋红色	RGB(255, 130, 230)	≈ 179
7	白色	RGB(255, 255, 255)	≈ 255

颜色索引位布局：

- 位 2 = 平面 0 / MSB 平面
- 位 1 = 平面 1
- 位 0 = 平面 2 / LSB 平面

因此颜色索引等于由三个平面位构成的 3 位值。

同样，该顺序是逻辑性的。索引 0 是深色锚点，索引 7 是 8 色族的白色锚点。

5.3 颜色调色板模型 1 — 设计原理

颜色调色板模型 1 的 RGB 值（定义于第 5.1 和 5.2 节）经过精心选择，刻意避开 sRGB 色域的极端边界——这正是不同显示器配置文件和硬件色域差异最大的区域。解码器在运行时于实际显示屏上采样 Color Palette Pattern，该显示屏可能是 sRGB、广色域、AMOLED 或 LCD，且几乎可以确定未经

校准。靠近边界的通道值（接近 0 或 255）在不同类型的显示器上呈现的颜色各有差异；通过将活跃通道限制在 200–220 而非 255，调色板颜色落在 sRGB 色域内部，不同屏幕在感知颜色上的一致性更高。这降低了跨显示器的颜色漂移，提高了解码过程中颜色采样的稳定性。

这一 RGB 通道限制的设计选择也产生了与第 5.9 节顺序要求一致的亮度分布。对于 HCC2D8（第 5.2 节），索引 0–3（黑色、深红色、深绿色、深海军蓝）全部低于亮度中点（ $Y < 128$ ），而索引 4–7（浅青色、浅黄色、浅洋红色、白色）全部高于中点（ $Y > 128$ ）。索引 3（深海军蓝， $Y \approx 56$ ）与索引 4（浅青色， $Y \approx 153$ ）之间的差距约为 97 个亮度单位。

颜色调色板模型 1 是经过屏幕验证的基准方案。它并不主张在印刷用途上是最优选择。

5.4 HCC2D4 — 颜色调色板模型 2 — 定义

对于 HCC2D4，所有中间颜色均为单墨水通道。黄色因与白纸对比度不足而被排除：

表3 — HCC2D4 颜色调色板，模型2（打印）

索引	颜色	RGB	墨水通道	亮度 (Y)
0	黑色	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	品红	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
2	青色	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
3	白色	RGB(255, 255, 255)	无墨水（纸张）	≈ 255

5.5 HCC2D8 — 颜色调色板模型 2 — 定义

对于 HCC2D8，调色板涵盖全部三种单墨水 CMYK 原色及其三种全饱和度二元组合。不使用三墨水通道组合：

表4 — HCC2D8 颜色调色板，模型2（打印）

索引	颜色	RGB	墨水通道	亮度 (Y)
0	黑色	RGB(0, 0, 0)	K	≈ 0
1	蓝色	RGB(0, 0, 255)	C + M (100%)	≈ 29
2	红色	RGB(255, 0, 0)	M + Y (100%)	≈ 76
3	品红	RGB(255, 0, 255)	M	≈ 105
4	绿色	RGB(0, 255, 0)	C + Y (100%)	≈ 150
5	青色	RGB(0, 255, 255)	C	≈ 179
6	黄色	RGB(255, 255, 0)	Y	≈ 226
7	白色	RGB(255, 255, 255)	无墨水（纸张）	≈ 255

5.6 颜色调色板模型 2 — 设计原理

颜色调色板模型 2 是适用于 HCC2D4 和 HCC2D8 的印刷优化调色板。对于印刷，问题与屏幕有所不同：墨水色域、纸张白点以及扫描时的光照条件会引入不同的变量来源。颜色调色板模型 2 基于最小化每个模块颜色所用墨水通道数量的原则。单墨水通道颜色在各打印机间最为稳定；每增加一个墨水通道，都会引入随打印机、纸张和墨水密度变化的墨点增益相互作用。

颜色调色板模型 2 的两个调色板均满足第 5.9 节的明暗排序。对于 HCC2D8，分割尤为清晰：索引 0-3（黑色、蓝色、红色、品红）全部低于亮度中点 ($Y < 128$)，而索引 4-7（绿色、青色、黄色、白色）全部高于中点 ($Y > 128$)，索引 3（品红， $Y \approx 105$ ）与索引 4（绿色， $Y \approx 150$ ）之间的差距约为 45 个亮度单位。

5.7 颜色调色板模型分类

HCC2D 代码按其颜色调色板分类。模型编号是调色板的属性，而非代码格式的属性；解码器对调色板是无关的。

- **颜色调色板模型 1**：使用第 5.1 和 5.2 节中定义的精确默认调色板的代码。这是标准的、完全可互操作的调色板。颜色调色板模型 1 已被验证在代码显示于屏幕上（计算机显示器、智能手机及类似设备）时表现良好。任何声称 HCC2D 一致性而未进一步说明的实现均意味着颜色调色板模型 1。
- **颜色调色板模型 2**：使用第 5.4 和 5.5 节定义的印刷优化调色板的代码，适用于 HCC2D4 和 HCC2D8。专为印刷与扫描工作流程设计。
- **无效调色板**：在索引 0 处没有黑色，或在最后一个索引处没有白色的调色板。使用此类调色板的代码不是有效的 HCC2D 代码。符合规范的编码器必须拒绝此类配置（见第 5.8 节）。
- **非标准 / 实验性调色板**：在索引 0 保留黑色、在最后一个索引保留白色，但使用不同中间颜色的调色板。使用此类调色板生成的代码是否可解码取决于所选颜色在色彩上的区分度。对于任何解码失败的代码，编码实现承担全部责任。

颜色调色板模型编号由本规格说明专属分配。随着其他颜色组合经实验验证可在特定使用场景（如计算机到手机扫描或手机到手机扫描）中表现良好，本规格说明的未来版本可能会定义额外的颜色调色板模型（颜色调色板模型 3 及后续模型）。

调色板修改应限于实验目的。对于生产用途，当代码需要显示在屏幕上（计算机显示器、智能手机及类似设备）时，应使用颜色调色板模型 1；当代码需要打印时，应使用颜色调色板模型 2。

生成使用非标准调色板代码的实现必须向其用户明确披露这一情况，说明代码使用了非标准调色板，可能无法被所有 HCC2D 解码器解码。

5.8 调色板覆盖

调色板的第一个条目和最后一个条目是规范性锚点，不得更改：

- 对于 hcc2d4，索引 0 必须保持黑色，索引 3 必须保持白色
- 对于 hcc2d8，索引 0 必须保持黑色，索引 7 必须保持白色

因此：

- 在 `hcc2d4` 中，只有索引 1 和 2 可以自定义
- 在 `hcc2d8` 中，只有索引 1 到 6 可以自定义

当提供调色板覆盖时：

- 4 色模式需要恰好 12 字节 ($4 * 3$)
- 8 色模式需要恰好 24 字节 ($8 * 3$)
- 字节布局仍为按调色板索引顺序的完整调色板，然后按 RGB 分量顺序
- 但是，符合规范的编码器应拒绝第一个条目不是黑色或最后一个条目不是白色的覆盖

字节顺序为调色板条目顺序，然后为 RGB 分量顺序：

- HCC2D4: `R0 G0 B0 R1 G1 B1 R2 G2 B2 R3 G3 B3`
- HCC2D8: `R0 G0 B0 ... R7 G7 B7`

规范性锚点值：

- `hcc2d4` : `R0 G0 B0 = 0 0 0` 和 `R3 G3 B3 = 255 255 255`
- `hcc2d8` : `R0 G0 B0 = 0 0 0` 和 `R7 G7 B7 = 255 255 255`

符号逻辑仅使用索引。自定义 RGB 值不影响 `codewords`、比特流构建、版本选择、`mask selection` 或矩阵布局，但影响渲染外观。

等价地，HCC2D 首先确定每个模块的逻辑颜色索引，然后将该索引映射到用于渲染的 RGB 三元组。

5.9 自定义调色板的亮度顺序推荐

本小节为参考性内容。

使用自定义调色板时，建议实现保持下半部分较暗、上半部分较亮的亮度顺序。此建议源于本规格说明后文定义的 HCC2D `mask selection rule`。

HCC2D 的 `mask selection` 不在最终全彩渲染符号上执行，而是在仅从一个位平面派生的二值代理上执行：

- 仅平面 0 参与 `mask selection`
- 对于 `hcc2d4`，平面 0 是颜色的最高有效位
- 对于 `hcc2d8`，平面 0 是颜色的最高有效位（位 2）
- 该平面从最终交织比特流中提取
- 该平面随后被反转
- QR 兼容的 `mask penalty rules` 在该反转的单平面代理上进行评估

因此，每个模块只有一位直接影响 `mask` 选择。

这有一个重要的实际结果。`mask` 使用 QR 风格的二值惩罚规则选择，但最终 HCC2D 符号是多色符号。为使 QR 风格的 `mask selection` 过程对 HCC2D 保持有意义，用于 `mask` 选择的二值代理应与最终渲染符号的表观暗度结构保持合理相关。

当较低调色板索引较暗、较高调色板索引较亮时，该相关性得到改善。在这种排列中，用于 `mask selection` 的单个平面仍可作为最终 HCC2D 符号中明暗区域分布的有用粗略近似。

因此，调色板自定义应保持下半部分整体较暗、上半部分整体较亮的渲染亮度顺序，与颜色索引的逻辑有效性顺序保持一致。

从实践角度来看：

- 较低的调色板索引应对应较暗的颜色
- 较高的调色板索引应对应较亮的颜色
- 第一个条目必须保持黑色
- 最后一个条目必须保持白色

`hcc2d4` 的推荐顺序：

- 索引 0 必须为黑色
- 索引 1 在视觉上应比索引 2 更暗
- 索引 3 必须为白色
- 作为 4 色族级别的指导原则，索引 0 和 1 应构成调色板的较暗半部，索引 2 和 3 应构成较亮半部

`hcc2d8` 的推荐顺序：

- 索引 0 必须为黑色
- 索引 7 必须为白色
- 索引 1、2、3 应保持在调色板的较暗半部
- 索引 4、5、6 应保持在调色板的较亮半部
- 作为 8 色族级别的指导原则，索引 0 到 3 整体上应比索引 4 到 7 更暗

此建议不改变符号逻辑，因为 HCC2D 在构建符号时使用调色板索引而非亮度值。违反推荐的深色下半/浅色上半平衡的调色板仍可能生成可解码的符号。但这样做会削弱以下三者之间的预期关系：

- `mask selection` 期间使用的代理
- 最终渲染符号的表观暗度分布
- 自定义调色板在不同扫描条件下的视觉稳定性

如果保持了深浅平衡，复用的 QR 风格 `mask rules` 对 HCC2D 同样是合理且有用的启发式方法。

如果未保持该平衡：

- 编码器仍可能生成有效符号
- 解码器仍可能成功解码这些符号

- 但所选 `mask` 将针对 QR 风格的二值代理进行优化，而非针对感知暗度遵循相同结构的最终颜色排列

在这种情况下，`mask selection` 在选择 `mask` 且生成的符号可能仍可解码的狭义上仍然有效，但 QR 风格的惩罚模型对实际 HCC2D 符号的视觉属性代表性降低。

因此，自定义调色板应在较低索引中保留较暗颜色，在较高索引中保留较亮颜色。

6. 有效载荷帧

HCC2D 有效载荷帧使用一个 BYTE 段：

- 段标记位：0100
- 计数字段宽度：16 位（所有版本，两种模式）
- 计数值：有效载荷字节数
- 有效载荷字节按原样附加，MSB 优先

终止前的逻辑有效载荷比特流为：

```
0100 || byte_count_16 || payload_bytes
```

终止位、字节对齐、填充字节、Reed-Solomon 奇偶校验生成和最终交织遵循 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容规则，除非本规格说明明确定义了 HCC2D 专有行为。

此帧规则的重要结果：

- 对于 HCC2D，无论版本如何，计数字段始终为 16 位
- 计数值是字节数，而非位数或字符数
- 有效载荷字节按最高有效位优先的顺序原样附加
- 本规格说明为每个 HCC2D 符号定义恰好一个 BYTE 段

7. 版本选择

如果明确指定了版本，则仅在有效载荷适合时使用该版本。

如果使用自动版本选择，则选择有效载荷适合的最小版本。

对于给定的 HCC2D 模式、版本和纠错级别：

- `total_codewords`、`data_codewords`、`ec_codewords` 和块布局由第 19 和 20 节的 HCC2D 显式表格给出
- 当且仅当有效载荷的帧比特流可以被终止并填充至恰好 `data_codewords` 字节时，该有效载荷适合

为此，终止前帧比特流长度为：

```
4 + 16 + 8 * payload_length
```

其中 4 是 BYTE 模式指示符，16 是 HCC2D 字节计数字段宽度。

当帧比特流可以进行以下处理时，有效载荷适合：

1. 可选地用最多四个零位终止
2. 用零位填充至下一个字节边界
3. 用交替填充字节填充直到达到精确的数据码字容量

且不超过所选模式、版本和纠错级别的可用数据码字数量。

8. HCC2D 码字组织

第 19 和 20 节中的 HCC2D 参数表是规范性的。

纠错结构遵循 ISO/IEC 18004:2006 兼容规则，除非本规格说明明确定义了 HCC2D 专有行为。

每个表格行给出：

- dim：内部尺寸
- align：alignment pattern 中心坐标
- total：码字总数
- data：数据码字数
- ec：纠错码字数
- ecpb：每块纠错码字数
- blocks：块倍数和每块数据码字数

这些值完全决定了每个版本和级别的 HCC2D 码字组织。

对于 hcc2d4，每个版本和级别的码字总数恰好是对应的复用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容基本结构的两倍。

对于 hcc2d8，每个版本和级别的码字总数恰好是对应的复用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容基本结构的三倍。

更精确地说：

- hcc2d4 保留复用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容的每块码字数，并将块倍数加倍
- hcc2d8 保留复用 QR Code / ISO/IEC 18004:2006 兼容的每块码字数，并将块倍数增为三倍

这是 HCC2D 在继续使用复用 QR 兼容 Reed-Solomon 过程的同时增加总位容量的机制。

9. 平面构建

设最终交织码字比特流为 B 。

平面构建仅在以下步骤完成后执行：

- 数据码字已形成
- 纠错码字已生成
- 最终交织已完成

HCC2D 不为每个平面创建独立的纠错流。相反，首先生成一个组合的最终比特流，然后按步长分割为平面。

9.1 HCC2D4 — 两个平面

`hcc2d4` 使用两个平面。

平面提取通过从最终比特流进行比特去交织：

- 平面 0 取位置 0, 2, 4, ... 的比特
- 平面 1 取位置 1, 3, 5, ... 的比特

平面 0 是 MSB 平面。平面 1 是 LSB 平面。

数据模块颜色索引：

```
color = (plane0_bit << 1) | plane1_bit
```

等价地，如果最终交织比特流为 `B[0], B[1], B[2], ...`，则符号模块颜色由比特对驱动：

```
(B[0], B[1]), (B[2], B[3]), (B[4], B[5]), ...
```

9.2 HCC2D8 — 三个平面

`hcc2d8` 使用三个平面。

平面提取如下：

- 平面 0 取位置 0, 3, 6, ... 的比特
- 平面 1 取位置 1, 4, 7, ... 的比特
- 平面 2 取位置 2, 5, 8, ... 的比特

平面 0 是 MSB 平面。平面 2 是 LSB 平面。

数据模块颜色索引：

```
color = (plane0_bit << 2) | (plane1_bit << 1) | plane2_bit
```

等价地，如果最终交织比特流为 `B[0], B[1], B[2], ...`，则符号模块颜色由比特三元组驱动：

```
(B[0], B[1], B[2]), (B[3], B[4], B[5]), (B[6], B[7], B[8]), ...
```

平面顺序是规范性的，不得进行排列变换。在 `hcc2d4` 中，平面 0 是最高有效位，平面 1 是最低有效位。在 `hcc2d8` 中，平面 0 是位 2，平面 1 是位 1，平面 2 是位 0。

10. 掩码选择

0..7 中的单个 mask pattern 应用于符号的所有平面。

mask selection 遵循 ISO/IEC 18004:2006 兼容规则，除非本规格说明明确定义了 HCC2D 专有行为。

候选评估的 HCC2D 专有行为：

- 仅从平面 0 构建代理比特流
- 对该平面 0 流的每个比特取反
- 将该反转流用于 mask penalty 评估

mask selection 过程：

1. 对 0..7 中的每个候选 mask index，将该 mask 应用于反转的平面 0 比特流并从中构建候选内部矩阵
2. 计算该候选矩阵的 mask penalty
3. 选择惩罚最小的 mask index

平局处理按首个遇到的最小值，即最低 mask index。

一旦选出最优 mask index，该单一索引将重复用于符号的每个平面。HCC2D 不为不同平面选择不同的 mask pattern。

11. 内部矩阵构建

每个平面使用所选版本和所选公共 mask pattern 转换为内部矩阵。

重要：所有平面使用相同的功能图案几何结构、相同的版本、相同的格式位和相同的 mask index。仅数据位不同。

本文档不完整地重述复用的 finder pattern、alignment pattern、timing pattern、格式信息、版本信息、Reed-Solomon 或 mask 公式。

因此，HCC2D 的内部矩阵构建可以理解为在相同几何结构上重复 QR 兼容矩阵构建，每个平面一次，每次只有平面比特流发生变化。

12. 功能模块着色

对于 hcc2d4 和 hcc2d8，数据模块使用上述多平面颜色映射，但功能模块仅以黑白方式渲染：

- 如果该功能模块坐标处的平面 0 为 1，则渲染为黑色
- 否则渲染为白色

实际上，这是安全的，因为功能模块在所有平面上是相同的。

此规则适用于内部矩阵中所有复用的结构模块，包括 finder pattern、alignment pattern、timing pattern、格式信息以及适用时的版本信息。

13. Color Palette Pattern

Color Palette Pattern 必须完全按照规格说明实现：解码器对其模块进行采样以重建颜色调色板。解码器没有关于调色板颜色的先验知识，只知道第一个条目是黑色，最后一个白色。因此，Color Palette Pattern 对于解码是必要的。

设内部尺寸为 N 。

HCC2D 边框位于内部网格外侧一个模块处：

- 顶部边框行位于逻辑行 -1
- 底部边框行位于逻辑行 N
- 左侧边框列位于逻辑列 -1
- 右侧边框列位于逻辑列 N

HCC2D 码将这些逻辑坐标在两个轴上各移动 $+1$ ，产生一个 $(N+2) \times (N+2)$ 网格。

Color Palette Pattern 是 HCC2D 的结构性部分，并非可选装饰。其几何结构和颜色索引顺序是格式定义的一部分。

13.1 Color Palette Pattern 周期

- hcc2d4：周期 $P = 4$
- hcc2d8：周期 $P = 8$

每条边上的活跃段循环遍历所有 P 个调色板索引。每条边的确切公式（包括起始索引和循环方向）在第 13.2 节中给出。

循环以逻辑调色板索引而非实际 RGB 值定义。

13.2 Color Palette Pattern 颜色公式

设 row 和 col 为上述边框坐标系中的逻辑坐标。

Color Palette Pattern 边框应使用以下精确规则：

1. 顶部边：若 $row == -1$ 且 $8 \leq col < N - 8$ ，则 $color = (col - 8) \bmod P$
2. 底部边：若 $row == N$ 且 $8 \leq col < N$ ，则 $color = (col - 8) \bmod P$
3. 左侧边：若 $col == -1$ ，设 $start = N - 9$ 。若 $8 \leq row \leq start$ ，则 $color = (start - row) \bmod P$
4. 右侧边：若 $col == N$ 且 $8 \leq row < N$ ，则 $color = (row - 8) \bmod P$
5. 所有其余边框单元格： $color = P - 1$

这意味着非循环边框单元格，包括角落和靠近 finder pattern 的排除段，始终为最高调色板索引：

- HCC2D4 为 3 → 白色
- HCC2D8 为 7 → 白色

13.3 Color Palette Pattern 各模式的副本

并非所有边框模块都携带调色板颜色。角落处和靠近 finder pattern 处的模块为固定白色 (color = P - 1, 如第 13.2 节所定义)。在每条边上循环复制调色板颜色的段的长度为:

- 顶部边: $N - 16$ 个模块
- 底部边: $N - 8$ 个模块
- 左侧边: $N - 16$ 个模块
- 右侧边: $N - 8$ 个模块

HCC2D8 ($P = 8$) 适用相同的长度。

每条边的确切序列 (包括起始索引和方向) 由第 13.2 节的公式决定。顶部、底部和右侧边随扫描坐标递增。左侧边的调色板索引随行增加而递减; 每个版本的确切起始索引由第 13.2 节的公式给出。

13.4 解码器面向解释

解码器对这些条带进行采样以恢复调色板统计信息。因此, 边框是符号格式的一部分, 而不仅仅是装饰。

任何改变 Color Palette Pattern 的段几何结构、循环方向或回退白色单元格的实现都将生成不符合规范的符号。

14. 渲染输出坐标

本节定义逻辑 HCC2D 符号的光栅渲染。逻辑符号在不固定任何特定像素大小的情况下被完全定义。

14.1 模块坐标

对于 HCC2D 模式:

- 完整模块网格大小 = $N + 2$
- 内部模块 (x, y) 映射到渲染模块 $(x + 1, y + 1)$

14.2 静区

光栅化图像在四侧各添加 quiet_zone 个背景色模块。

背景颜色索引:

- HCC2D4: 3 (白色)
- HCC2D8: 7 (白色)

14.3 图像像素大小

设 F 为完整模块尺寸：

$$F = N + 2$$

则：

- 图像宽度 = $(F + 2 * \text{quiet_zone}) * \text{scale}$
- 图像高度 = 相同

每个逻辑模块以 $\text{scale} \times \text{scale}$ 的纯色方块进行光栅化。

对于 HCC2D 符号，静区使用最高调色板索引：

- `hcc2d4` 为 3
- `hcc2d8` 为 7

在默认调色板下，这对应于白色。

15. 解码器相关结构规则

15.1 HCC2D 计数字段

两种 HCC2D 模式中 BYTE 计数字段均为 16 位。

15.2 平面顺序

对于 4 色 HCC2D：

- 平面 0 是颜色 MSB
- 平面 1 是颜色 LSB

对于 8 色 HCC2D：

- 平面 0 是颜色的最高有效位（位 2）
- 平面 1 是位 1
- 平面 2 是颜色的最低有效位（位 0）

15.3 公共掩码

所有平面必须使用相同的 `mask pattern`。

这些规则与解码器相关，因为假设 QR 风格的可变 BYTE 计数字段宽度、不同平面有效性顺序或独立的每平面掩码的解码器将无法正确解释符合规范的 HCC2D 符号。

16. 编码过程

符合规范的 HCC2D 编码过程应执行以下步骤：

1. 验证输入。
2. 选择符号族（`hcc2d4` 或 `hcc2d8`）。
3. 选择纠错级别（`L/M/Q/H`）。
4. 选择版本：如果有效载荷适合，则使用明确指定的版本；否则，使用自动选择时，选择最小的适合版本。
5. 构建逻辑有效载荷比特流：`0100 || byte_count_16 || payload_bytes`
6. 从所选模式、版本和级别的 HCC2D 显式表格中确定族特定容量和块布局。
7. 应用终止和填充字节。
8. 使用复用纠错结构生成奇偶校验并交织 `codewords`。
9. 通过步进提取将最终比特流分割为 2 或 3 个平面。
10. 选择一个公共 `mask index`：对于 HCC2D 模式，仅使用反转平面 0 评估惩罚。
11. 使用公共版本、EC 级别和掩码为每个平面构建一个内部矩阵。
12. 渲染数据模块：
 - HCC2D4：来自 2 个平面比特的颜色索引
 - HCC2D8：来自 3 个平面比特的颜色索引
13. 从平面 0 以黑白方式渲染功能模块。
14. 使用第 13 节的坐标公式添加精确的单模块 `Color Palette Pattern` 边框。
15. 添加白色静区。
16. 如需光栅图像输出，将模块光栅化为像素。

操作顺序很重要。特别是：

- 纠错和交织在平面提取之前进行
- `mask selection` 只进行一次，由所有平面共享
- 内部矩阵构建在添加 `Color Palette Pattern` 边框之前进行
- 静区位于完整 HCC2D 符号之外，不是逻辑有效载荷结构的一部分

17. 可选 HCC2DF 有效载荷封装器

本节不定义 HCC2D 码本身。

它定义一种可选的有效载荷封装格式 HCC2DF，当应用程序希望将文件名与文件内容一起携带时，可在 HCC2D 符号编码之前使用。使用时，HCC2DF 字节流成为本规格说明第 3、6 和 16 节中定义的有效载荷。

`HCC2DF` 是叠加在 HCC2D 有效载荷字节之上的应用级封装器。它不是 HCC2D 符号几何或颜色逻辑的一部分。

17.1 HCC2DF 字节布局

HCC2DF 有效载荷字节为：

1. ASCII magic: "HCC2DF" → 6 字节
2. 封装器版本字节: 0x01
3. 压缩标志字节:
 - 0x00 = 原始内容
 - 0x01 = zlib 压缩内容
4. 文件名长度: 1 字节
5. 文件名字节: UTF-8, 恰好 filename_length 字节
6. 内容字节: 原始文件字节或压缩文件字节

此封装器不定义校验和字段、页脚或嵌套的元数据结构。

17.2 文件名约束

- 文件名不得为空
- 文件名最多为 127 个 UTF-8 字节
- 文件名不得包含 /
- 文件名不得包含 \

17.3 压缩规则

如果尝试压缩，内容使用 `zlib compress2(..., Z_DEFAULT_COMPRESSION)` 进行压缩。

建议仅当以下所有条件均为真时才使用压缩：

- 压缩成功
- 原始文件大小至少为 128 字节
- 压缩后大小严格小于原始大小的 90%

否则建议存储原始文件字节，压缩标志建议为 0x00。

128 字节的最小值反映了 `zlib` 压缩始终引入的固定开销。`zlib` 封装器本身增加 6 字节（2 字节头部 + 4 字节 Adler-32 校验和），`deflate` 块头部还会进一步增加开销——存储块增加 5 字节，动态霍夫曼块对小输入需要 20-50 字节的码表描述，合计典型开销约为 36 字节。为了解释为何 128 字节是合适的阈值，考虑以下两种情况：

- **64 字节输入：**通过 90% 规则的预算 = $64 \times 0.9 - 36 = 21.6$ 字节用于实际数据——内容必须压缩到约 34%，仅对高度重复的序列可行。
- **128 字节输入：**预算 = $128 \times 0.9 - 36 = 79$ 字节用于实际数据——内容必须压缩到约 62%，对于典型文本、JSON 或 URL 是现实可行的。

低于 128 字节时，开销消耗了太多可用预算，使得任何实际负载都很难产生有意义的压缩结果。

此规则仅在有明显大小优势时才优先使用压缩。实现可以使用不同的阈值（例如 95%），但不推荐这样做：更高的阈值意味着压缩仅能节省几个百分点空间的数据，这并不是有意义的收益——直接存储原始字节更简单，结果大小也可能几乎没有差别。无论如何，偏离此建议的实现仍能生成可被官方 HCC2D Decoder 解码的代码，前提是压缩标志与内容保持一致：若标志为 0x01，内容必须是有效的 zlib 压缩数据；若标志为 0x00，内容必须是原始字节。

17.4 与 HCC2D 的范围关系

HCC2DF 是承载于 HCC2D 有效载荷字节内的可选封装器。它不是 HCC2D 码结构、颜色编码、码字组织或符号几何的一部分。

18. 实施建议

以下是对实现者的建议性指导。这些不是本规格说明的规范性要求。本规格说明其他章节中的规范性要求使用"必须"和"不得"表达；本节使用"应"和"不应"表达建议性指导。

推荐纠错级别：对于 HCC2D 代码，应使用 **Q** 或 **M** 级别。一般用途不应使用 L 级别。H 级别提供最高的鲁棒性，但会显著降低有效载荷容量。

推荐模式：生产用途应使用 **hcc2d4**。hcc2d8 提供更大的有效载荷容量，但需要色彩一致性更高的显示和扫描条件。

印刷与生产质量：对于用于生产的印刷码：

- 应使用无损输出格式（PNG、SVG 或 PDF）。JPEG 等有损格式会引入压缩伪影，破坏模块颜色。
- 每个模块应渲染为纯色块；不应使用半调（halftoning）。
- 不应拉伸、压缩或扭曲纵横比。
- 栅格化后不应应用模糊、抗锯齿或重采样。
- 模块尺寸应至少为 0.5 mm（GS1 对 QR Code 的目标 X 尺寸），优选约 1 mm 以提高可靠性。模块越小，解码过程中的颜色识别能力越差。

19. HCC2D4 参数表

以下是 HCC2D4 版本参数。这些是完整的 HCC2D4 码字总数和块布局。

表格字段含义：

- **Vn**：HCC2D 版本号。
- **dim**：以模块为单位的内部符号尺寸，不含单模块 HCC2D Color Palette Pattern 边框。
- **align**：内部网格上 alignment pattern 的中心坐标。空列表表示不存在 alignment pattern。
- **L**、**M**、**Q**、**H**：纠错级别。
- **total**：该版本和纠错级别下符号的码字总数。
- **data**：该版本和纠错级别下符号的数据码字总数。

- **ec**：该版本和纠错级别下符号的纠错码字总数。
- **ecpb**：每块纠错码字数。
- **blocks=a x b**：a 个 Reed-Solomon 块，每个块携带 b 个数据码字和 **ecpb** 个纠错码字。
- **blocks=a x b, c x d**：两个块组；第一组有 a 个块，每块 b 个数据码字；第二组有 c 个块，每块 d 个数据码字。两组中每个块携带相同数量的 **ecpb** 纠错码字。

示例：

```
V1 dim=21 align=[]
L: total=52 data=38 ec=14 ecpb=7 blocks=2 x 19
```

含义如下：

- 版本 1
- 内部网格 21 × 21
- 无 alignment pattern
- 纠错级别 L
- 符号中码字总数 52
- 数据码字 38 个
- 纠错码字 14 个
- 2 个 Reed-Solomon 块
- 每块包含 19 个数据码字和 7 个纠错码字

以下 HCC2D8 表使用完全相同的字段含义。

表5 — HCC2D4 版本参数

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	52	38	14	7	2 × 19
			M	52	32	20	10	2 × 16
			Q	52	26	26	13	2 × 13
			H	52	18	34	17	2 × 9
V2	25	6, 18	L	88	68	20	10	2 × 34
			M	88	56	32	16	2 × 28
			Q	88	44	44	22	2 × 22
			H	88	32	56	28	2 × 16
V3	29	6, 22	L	140	110	30	15	2 × 55
			M	140	88	52	26	2 × 44
			Q	140	68	72	18	4 × 17
			H	140	52	88	22	4 × 13
V4	33	6, 26	L	200	160	40	20	2 × 80
			M	200	128	72	18	4 × 32
			Q	200	96	104	26	4 × 24
			H	200	72	128	16	8 × 9
V5	37	6, 30	L	268	216	52	26	2 × 108
			M	268	172	96	24	4 × 43
			Q	268	124	144	18	4 × 15, 4 × 16
			H	268	92	176	22	4 × 11, 4 × 12
V6	41	6, 34	L	344	272	72	18	4 × 68
			M	344	216	128	16	8 × 27
			Q	344	152	192	24	8 × 19
			H	344	120	224	28	8 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	392	312	80	20	4 × 78
			M	392	248	144	18	8 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	392	176	216	18	4 × 14, 8 × 15
			H	392	132	260	26	8 × 13, 2 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	484	388	96	24	4 × 97
			M	484	308	176	22	4 × 38, 4 × 39
			Q	484	220	264	22	8 × 18, 4 × 19
			H	484	172	312	26	8 × 14, 4 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	584	464	120	30	4 × 116
			M	584	364	220	22	6 × 36, 4 × 37
			Q	584	264	320	20	8 × 16, 8 × 17
			H	584	200	384	24	8 × 12, 8 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	692	548	144	18	4 × 68, 4 × 69
			M	692	432	260	26	8 × 43, 2 × 44
			Q	692	308	384	24	12 × 19, 4 × 20
			H	692	244	448	28	12 × 15, 4 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	808	648	160	20	8 × 81
			M	808	508	300	30	2 × 50, 8 × 51
			Q	808	360	448	28	8 × 22, 8 × 23
			H	808	280	528	24	6 × 12, 16 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	932	740	192	24	4 × 92, 4 × 93
			M	932	580	352	22	12 × 36, 4 × 37
			Q	932	412	520	26	8 × 20, 12 × 21
			H	932	316	616	28	14 × 14, 8 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1064	856	208	26	8 × 107
			M	1064	668	396	22	16 × 37, 2 × 38
			Q	1064	488	576	24	16 × 20, 8 × 21
			H	1064	360	704	22	24 × 11, 8 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1162	922	240	30	6 × 115, 2 × 116

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	1162	730	432	24	8 × 40, 10 × 41
			Q	1162	522	640	20	22 × 16, 10 × 17
			H	1162	394	768	24	22 × 12, 10 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1310	1046	264	22	10 × 87, 2 × 88
			M	1310	830	480	24	10 × 41, 10 × 42
			Q	1310	590	720	30	10 × 24, 14 × 25
			H	1310	446	864	24	22 × 12, 14 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	1466	1178	288	24	10 × 98, 2 × 99
			M	1466	906	560	28	14 × 45, 6 × 46
			Q	1466	650	816	24	30 × 19, 4 × 20
			H	1466	506	960	30	6 × 15, 26 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	1630	1294	336	28	2 × 107, 10 × 108
			M	1630	1014	616	28	20 × 46, 2 × 47
			Q	1630	734	896	28	2 × 22, 30 × 23
			H	1630	566	1064	28	4 × 14, 34 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	1802	1442	360	30	10 × 120, 2 × 121
			M	1802	1126	676	26	18 × 43, 8 × 44
			Q	1802	794	1008	28	34 × 22, 2 × 23
			H	1802	626	1176	28	4 × 14, 38 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	1982	1590	392	28	6 × 113, 8 × 114
			M	1982	1254	728	26	6 × 44, 22 × 45
			Q	1982	890	1092	26	34 × 21, 8 × 22
			H	1982	682	1300	26	18 × 13, 32 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	2170	1722	448	28	6 × 107, 10 × 108
			M	2170	1338	832	26	6 × 41, 26 × 42

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	2170	970	1200	30	30 × 24, 10 × 25
			H	2170	770	1400	28	30 × 15, 20 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	2312	1864	448	28	8 × 116, 8 × 117
			M	2312	1428	884	26	34 × 42
			Q	2312	1024	1288	28	34 × 22, 12 × 23
			H	2312	812	1500	30	38 × 16, 12 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	2516	2012	504	28	4 × 111, 14 × 112
			M	2516	1564	952	28	34 × 46
			Q	2516	1136	1380	30	14 × 24, 32 × 25
			H	2516	884	1632	24	68 × 13
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	2728	2188	540	30	8 × 121, 10 × 122
			M	2728	1720	1008	28	8 × 47, 28 × 48
			Q	2728	1228	1500	30	22 × 24, 28 × 25
			H	2728	928	1800	30	32 × 15, 28 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	2948	2348	600	30	12 × 117, 8 × 118
			M	2948	1828	1120	28	12 × 45, 28 × 46
			Q	2948	1328	1620	30	22 × 24, 32 × 25
			H	2948	1028	1920	30	60 × 16, 4 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	3176	2552	624	26	16 × 106, 8 × 107
			M	3176	2000	1176	28	16 × 47, 26 × 48
			Q	3176	1436	1740	30	14 × 24, 44 × 25
			H	3176	1076	2100	30	44 × 15, 26 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	3412	2740	672	28	20 × 114, 4 × 115
			M	3412	2124	1288	28	38 × 46, 8 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	3412	1508	1904	28	56 × 22, 12 × 23
			H	3412	1192	2220	30	66 × 16, 8 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	3656	2936	720	30	16 × 122, 8 × 123
			M	3656	2256	1400	28	44 × 45, 6 × 46
			Q	3656	1616	2040	30	16 × 23, 52 × 24
			H	3656	1256	2400	30	24 × 15, 56 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	3842	3062	780	30	6 × 117, 20 × 118
			M	3842	2386	1456	28	6 × 45, 46 × 46
			Q	3842	1742	2100	30	8 × 24, 62 × 25
			H	3842	1322	2520	30	22 × 15, 62 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	4102	3262	840	30	14 × 116, 14 × 117
			M	4102	2534	1568	28	42 × 45, 14 × 46
			Q	4102	1822	2280	30	2 × 23, 74 × 24
			H	4102	1402	2700	30	38 × 15, 52 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	4370	3470	900	30	10 × 115, 20 × 116
			M	4370	2746	1624	28	38 × 47, 20 × 48
			Q	4370	1970	2400	30	30 × 24, 50 × 25
			H	4370	1490	2880	30	46 × 15, 50 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	4646	3686	960	30	26 × 115, 6 × 116
			M	4646	2910	1736	28	4 × 46, 58 × 47
			Q	4646	2066	2580	30	84 × 24, 2 × 25
			H	4646	1586	3060	30	46 × 15, 56 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	4930	3910	1020	30	34 × 115
			M	4930	3082	1848	28	20 × 46, 46 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	4930	2230	2700	30	20 × 24, 70 × 25
			H	4930	1690	3240	30	38 × 15, 70 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	5222	4142	1080	30	34 × 115, 2 × 116
			M	5222	3262	1960	28	28 × 46, 42 × 47
			Q	5222	2342	2880	30	58 × 24, 38 × 25
			H	5222	1802	3420	30	22 × 15, 92 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	5522	4382	1140	30	26 × 115, 12 × 116
			M	5522	3450	2072	28	28 × 46, 46 × 47
			Q	5522	2462	3060	30	88 × 24, 14 × 25
			H	5522	1922	3600	30	118 × 16, 2 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	5752	4612	1140	30	24 × 121, 14 × 122
			M	5752	3624	2128	28	24 × 47, 52 × 48
			Q	5752	2572	3180	30	78 × 24, 28 × 25
			H	5752	1972	3780	30	44 × 15, 82 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	6068	4868	1200	30	12 × 121, 28 × 122
			M	6068	3828	2240	28	12 × 47, 68 × 48
			Q	6068	2708	3360	30	92 × 24, 20 × 25
			H	6068	2108	3960	30	4 × 15, 128 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	6392	5132	1260	30	34 × 122, 8 × 123
			M	6392	3984	2408	28	58 × 46, 28 × 47
			Q	6392	2852	3540	30	98 × 24, 20 × 25
			H	6392	2192	4200	30	48 × 15, 92 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	6724	5404	1320	30	8 × 122, 36 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	6724	4204	2520	28	26 × 46, 64 × 47
			Q	6724	3004	3720	30	96 × 24, 28 × 25
			H	6724	2284	4440	30	84 × 15, 64 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	7064	5624	1440	30	40 × 117, 8 × 118
			M	7064	4432	2632	28	80 × 47, 14 × 48
			Q	7064	3164	3900	30	86 × 24, 44 × 25
			H	7064	2444	4620	30	20 × 15, 134 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	7412	5912	1500	30	38 × 118, 12 × 119
			M	7412	4668	2744	28	36 × 47, 62 × 48
			Q	7412	3332	4080	30	68 × 24, 68 × 25
			H	7412	2552	4860	30	40 × 15, 122 × 16

这些参数通过应用 HCC2D 颜色编码乘数从二维码（ISO/IEC 18004:2006）中导出。

20. HCC2D8 参数表

以下是 HCC2D8 版本参数。这些是完整的 HCC2D8 码字总数和块布局。

表6 — HCC2D8 版本参数

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V1	21	—	L	78	57	21	7	3 × 19
			M	78	48	30	10	3 × 16
			Q	78	39	39	13	3 × 13
			H	78	27	51	17	3 × 9
V2	25	6, 18	L	132	102	30	10	3 × 34
			M	132	84	48	16	3 × 28
			Q	132	66	66	22	3 × 22
			H	132	48	84	28	3 × 16
V3	29	6, 22	L	210	165	45	15	3 × 55
			M	210	132	78	26	3 × 44
			Q	210	102	108	18	6 × 17
			H	210	78	132	22	6 × 13
V4	33	6, 26	L	300	240	60	20	3 × 80
			M	300	192	108	18	6 × 32
			Q	300	144	156	26	6 × 24
			H	300	108	192	16	12 × 9
V5	37	6, 30	L	402	324	78	26	3 × 108
			M	402	258	144	24	6 × 43
			Q	402	186	216	18	6 × 15, 6 × 16
			H	402	138	264	22	6 × 11, 6 × 12
V6	41	6, 34	L	516	408	108	18	6 × 68
			M	516	324	192	16	12 × 27
			Q	516	228	288	24	12 × 19
			H	516	180	336	28	12 × 15
V7	45	6, 22, 38	L	588	468	120	20	6 × 78
			M	588	372	216	18	12 × 31

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	588	264	324	18	6 × 14, 12 × 15
			H	588	198	390	26	12 × 13, 3 × 14
V8	49	6, 24, 42	L	726	582	144	24	6 × 97
			M	726	462	264	22	6 × 38, 6 × 39
			Q	726	330	396	22	12 × 18, 6 × 19
			H	726	258	468	26	12 × 14, 6 × 15
V9	53	6, 26, 46	L	876	696	180	30	6 × 116
			M	876	546	330	22	9 × 36, 6 × 37
			Q	876	396	480	20	12 × 16, 12 × 17
			H	876	300	576	24	12 × 12, 12 × 13
V10	57	6, 28, 50	L	1038	822	216	18	6 × 68, 6 × 69
			M	1038	648	390	26	12 × 43, 3 × 44
			Q	1038	462	576	24	18 × 19, 6 × 20
			H	1038	366	672	28	18 × 15, 6 × 16
V11	61	6, 30, 54	L	1212	972	240	20	12 × 81
			M	1212	762	450	30	3 × 50, 12 × 51
			Q	1212	540	672	28	12 × 22, 12 × 23
			H	1212	420	792	24	9 × 12, 24 × 13
V12	65	6, 32, 58	L	1398	1110	288	24	6 × 92, 6 × 93
			M	1398	870	528	22	18 × 36, 6 × 37
			Q	1398	618	780	26	12 × 20, 18 × 21
			H	1398	474	924	28	21 × 14, 12 × 15
V13	69	6, 34, 62	L	1596	1284	312	26	12 × 107
			M	1596	1002	594	22	24 × 37, 3 × 38

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	1596	732	864	24	24 × 20, 12 × 21
			H	1596	540	1056	22	36 × 11, 12 × 12
V14	73	6, 26, 46, 66	L	1743	1383	360	30	9 × 115, 3 × 116
			M	1743	1095	648	24	12 × 40, 15 × 41
			Q	1743	783	960	20	33 × 16, 15 × 17
			H	1743	591	1152	24	33 × 12, 15 × 13
V15	77	6, 26, 48, 70	L	1965	1569	396	22	15 × 87, 3 × 88
			M	1965	1245	720	24	15 × 41, 15 × 42
			Q	1965	885	1080	30	15 × 24, 21 × 25
			H	1965	669	1296	24	33 × 12, 21 × 13
V16	81	6, 26, 50, 74	L	2199	1767	432	24	15 × 98, 3 × 99
			M	2199	1359	840	28	21 × 45, 9 × 46
			Q	2199	975	1224	24	45 × 19, 6 × 20
			H	2199	759	1440	30	9 × 15, 39 × 16
V17	85	6, 30, 54, 78	L	2445	1941	504	28	3 × 107, 15 × 108
			M	2445	1521	924	28	30 × 46, 3 × 47
			Q	2445	1101	1344	28	3 × 22, 45 × 23
			H	2445	849	1596	28	6 × 14, 51 × 15
V18	89	6, 30, 56, 82	L	2703	2163	540	30	15 × 120, 3 × 121

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	2703	1689	1014	26	27 × 43, 12 × 44
			Q	2703	1191	1512	28	51 × 22, 3 × 23
			H	2703	939	1764	28	6 × 14, 57 × 15
V19	93	6, 30, 58, 86	L	2973	2385	588	28	9 × 113, 12 × 114
			M	2973	1881	1092	26	9 × 44, 33 × 45
			Q	2973	1335	1638	26	51 × 21, 12 × 22
			H	2973	1023	1950	26	27 × 13, 48 × 14
V20	97	6, 34, 62, 90	L	3255	2583	672	28	9 × 107, 15 × 108
			M	3255	2007	1248	26	9 × 41, 39 × 42
			Q	3255	1455	1800	30	45 × 24, 15 × 25
			H	3255	1155	2100	28	45 × 15, 30 × 16
V21	101	6, 28, 50, 72, 94	L	3468	2796	672	28	12 × 116, 12 × 117
			M	3468	2142	1326	26	51 × 42
			Q	3468	1536	1932	28	51 × 22, 18 × 23
			H	3468	1218	2250	30	57 × 16, 18 × 17
V22	105	6, 26, 50, 74, 98	L	3774	3018	756	28	6 × 111, 21 × 112
			M	3774	2346	1428	28	51 × 46
			Q	3774	1704	2070	30	21 × 24, 48 × 25
			H	3774	1326	2448	24	102 × 13

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
V23	109	6, 30, 54, 78, 102	L	4092	3282	810	30	12 × 121, 15 × 122
			M	4092	2580	1512	28	12 × 47, 42 × 48
			Q	4092	1842	2250	30	33 × 24, 42 × 25
			H	4092	1392	2700	30	48 × 15, 42 × 16
V24	113	6, 28, 54, 80, 106	L	4422	3522	900	30	18 × 117, 12 × 118
			M	4422	2742	1680	28	18 × 45, 42 × 46
			Q	4422	1992	2430	30	33 × 24, 48 × 25
			H	4422	1542	2880	30	90 × 16, 6 × 17
V25	117	6, 32, 58, 84, 110	L	4764	3828	936	26	24 × 106, 12 × 107
			M	4764	3000	1764	28	24 × 47, 39 × 48
			Q	4764	2154	2610	30	21 × 24, 66 × 25
			H	4764	1614	3150	30	66 × 15, 39 × 16
V26	121	6, 30, 58, 86, 114	L	5118	4110	1008	28	30 × 114, 6 × 115
			M	5118	3186	1932	28	57 × 46, 12 × 47
			Q	5118	2262	2856	28	84 × 22, 18 × 23
			H	5118	1788	3330	30	99 × 16, 12 × 17
V27	125	6, 34, 62, 90, 118	L	5484	4404	1080	30	24 × 122, 12 × 123

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			M	5484	3384	2100	28	66 × 45, 9 × 46
			Q	5484	2424	3060	30	24 × 23, 78 × 24
			H	5484	1884	3600	30	36 × 15, 84 × 16
V28	129	6, 26, 50, 74, 98, 122	L	5763	4593	1170	30	9 × 117, 30 × 118
			M	5763	3579	2184	28	9 × 45, 69 × 46
			Q	5763	2613	3150	30	12 × 24, 93 × 25
			H	5763	1983	3780	30	33 × 15, 93 × 16
V29	133	6, 30, 54, 78, 102, 126	L	6153	4893	1260	30	21 × 116, 21 × 117
			M	6153	3801	2352	28	63 × 45, 21 × 46
			Q	6153	2733	3420	30	3 × 23, 111 × 24
			H	6153	2103	4050	30	57 × 15, 78 × 16
V30	137	6, 26, 52, 78, 104, 130	L	6555	5205	1350	30	15 × 115, 30 × 116
			M	6555	4119	2436	28	57 × 47, 30 × 48
			Q	6555	2955	3600	30	45 × 24, 75 × 25
			H	6555	2235	4320	30	69 × 15, 75 × 16
V31	141	6, 30, 56, 82, 108, 134	L	6969	5529	1440	30	39 × 115, 9 × 116
			M	6969	4365	2604	28	6 × 46, 87 × 47

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			Q	6969	3099	3870	30	126 × 24, 3 × 25
			H	6969	2379	4590	30	69 × 15, 84 × 16
V32	145	6, 34, 60, 86, 112, 138	L	7395	5865	1530	30	51 × 115
			M	7395	4623	2772	28	30 × 46, 69 × 47
			Q	7395	3345	4050	30	30 × 24, 105 × 25
			H	7395	2535	4860	30	57 × 15, 105 × 16
V33	149	6, 30, 58, 86, 114, 142	L	7833	6213	1620	30	51 × 115, 3 × 116
			M	7833	4893	2940	28	42 × 46, 63 × 47
			Q	7833	3513	4320	30	87 × 24, 57 × 25
			H	7833	2703	5130	30	33 × 15, 138 × 16
V34	153	6, 34, 62, 90, 118, 146	L	8283	6573	1710	30	39 × 115, 18 × 116
			M	8283	5175	3108	28	42 × 46, 69 × 47
			Q	8283	3693	4590	30	132 × 24, 21 × 25
			H	8283	2883	5400	30	177 × 16, 3 × 17
V35	157	6, 30, 54, 78, 102, 126, 150	L	8628	6918	1710	30	36 × 121, 21 × 122
			M	8628	5436	3192	28	36 × 47, 78 × 48
			Q	8628	3858	4770	30	117 × 24, 42 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	8628	2958	5670	30	66 × 15, 123 × 16
V36	161	6, 24, 50, 76, 102, 128, 154	L	9102	7302	1800	30	18 × 121, 42 × 122
			M	9102	5742	3360	28	18 × 47, 102 × 48
			Q	9102	4062	5040	30	138 × 24, 30 × 25
			H	9102	3162	5940	30	6 × 15, 192 × 16
V37	165	6, 28, 54, 80, 106, 132, 158	L	9588	7698	1890	30	51 × 122, 12 × 123
			M	9588	5976	3612	28	87 × 46, 42 × 47
			Q	9588	4278	5310	30	147 × 24, 30 × 25
			H	9588	3288	6300	30	72 × 15, 138 × 16
V38	169	6, 32, 58, 84, 110, 136, 162	L	10086	8106	1980	30	12 × 122, 54 × 123
			M	10086	6306	3780	28	39 × 46, 96 × 47
			Q	10086	4506	5580	30	144 × 24, 42 × 25
			H	10086	3426	6660	30	126 × 15, 96 × 16
V39	173	6, 26, 54, 82, 110, 138, 166	L	10596	8436	2160	30	60 × 117, 12 × 118
			M	10596	6648	3948	28	120 × 47, 21 × 48
			Q	10596	4746	5850	30	129 × 24, 66 × 25

Vn	dim	align	EC	total	data	ec	ecpb	blocks
			H	10596	3666	6930	30	30 × 15, 201 × 16
V40	177	6, 30, 58, 86, 114, 142, 170	L	11118	8868	2250	30	57 × 118, 18 × 119
			M	11118	7002	4116	28	54 × 47, 93 × 48
			Q	11118	4998	6120	30	102 × 24, 102 × 25
			H	11118	3828	7290	30	60 × 15, 183 × 16

这些参数通过应用 HCC2D 颜色编码乘数从二维码（ISO/IEC 18004:2006）中导出。

21. 发布说明

本规格说明有意不重新发布与 QR Code 相关的 finder pattern、alignment pattern、timing pattern、纠错或掩码规则内容。对于复用部分，它仅说明遵循与 QR Code 相同的结构或与 ISO/IEC 18004:2006 兼容的结构，然后完整地规定 HCC2D 专有部分和 HCC2D 参数表。

因此，本文档应理解为：

- 对于 HCC2D 专有行为是完整的
- 为避免重新发布 QR Code 组件信息而有意不完整
- 与 QR Code 规格说明共同构成规范性文件，用于定义 HCC2D 复用的 QR Code 组件

附录A — 示例

以下符号是符合本规范的HCC2D条形码。每个符号均可使用官方HCC2D Decoder应用程序扫描。图中每个模块渲染为0.80毫米。当本规范的PDF版本以100%比例打印在纸上时，此尺寸对应印刷页面上的实际物理尺寸。

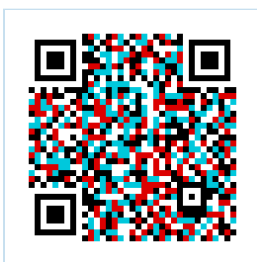


图1 — HCC2D4, 颜色调色板模型1 (屏幕), 纠错级别



图2 — HCC2D4, 颜色调色板模型2 (打印), 纠错级别

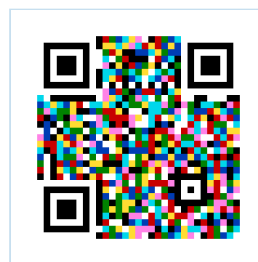


图3 — HCC2D8, 颜色调色板模型1 (屏幕), 纠错级别



图4 — HCC2D8, 颜色调色板模型2 (打印), 纠错级别

Q, 版本4, 79字节, 字节模式, 未压缩

Q, 版本4, 78字节, 字节模式, 未压缩

Q, 版本3, 79字节, 字节模式, 未压缩

Q, 版本3, 78字节, 字节模式, 未压缩

以下符号编码了威廉·华兹华斯的廷滕修道院 (6,900字节, zlib压缩HCC2DF容器), 展示了HCC2D对长文本的编码能力。

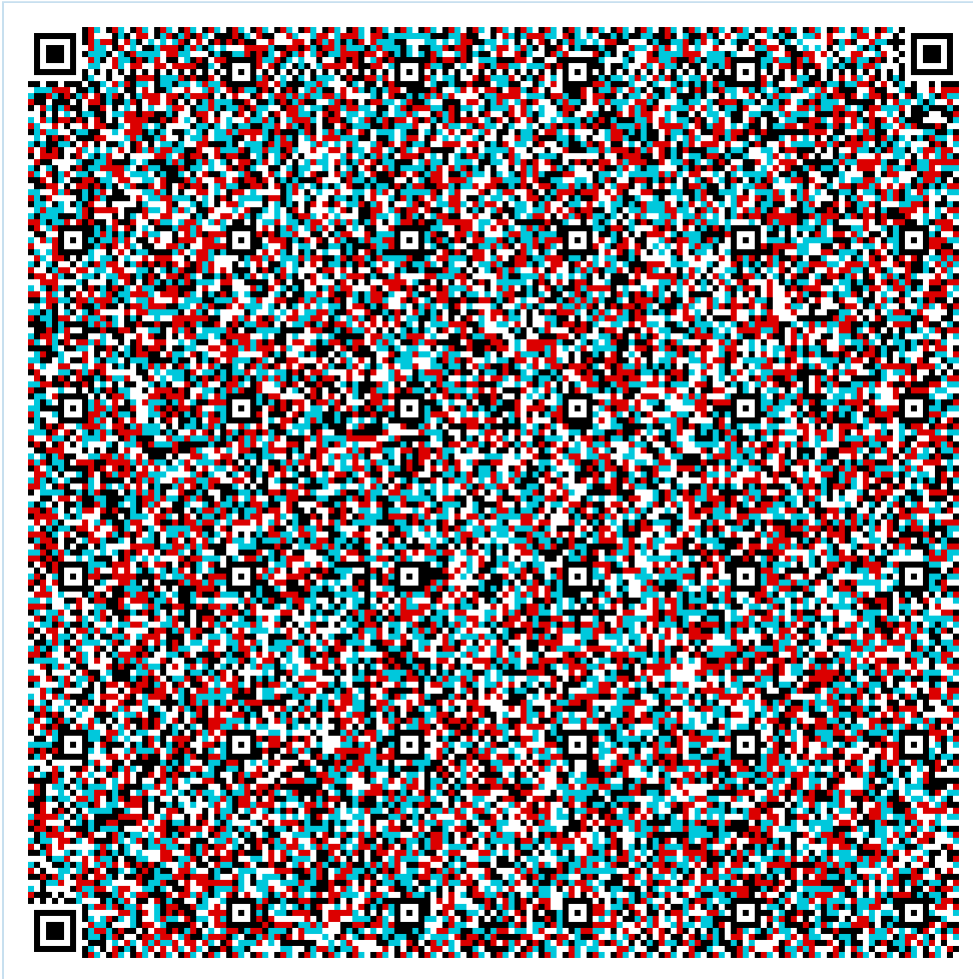


图5 — HCC2D4, 颜色调色板模型1 (屏幕), 纠错级别M, 版本34, 原始文本6,900字节, zlib压缩3,283字节, HCC2DF头37字节, HCC2DF总计3,320字节。可靠解码第34版等高版本HCC2D码需要至少1200万像素且带自动对焦的摄像头, 大多数中高端智能手机均已具备。

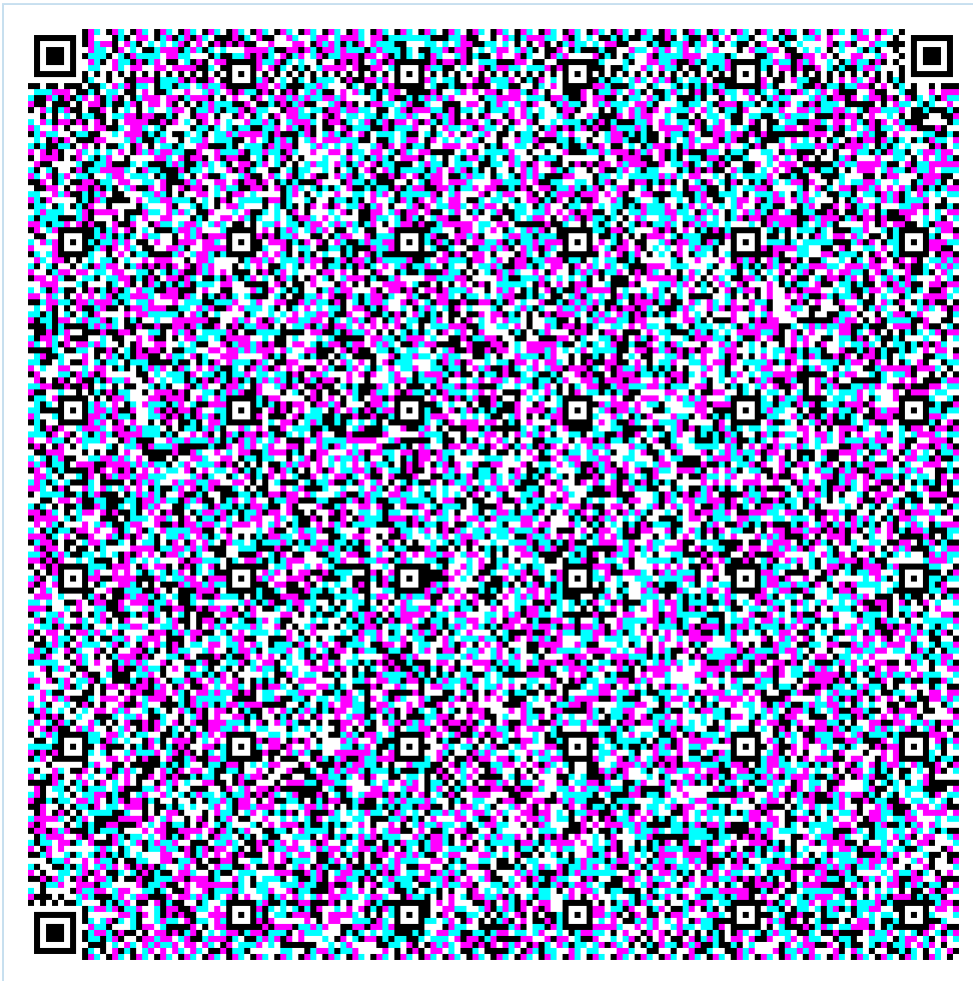


图6 — HCC2D4，颜色调色板模型2（打印），纠错级别M，版本34，原始文本6,900字节，zlib压缩3,283字节，HCC2DF头37字节，HCC2DF总计3,320字节。可靠解码第34版等高版本HCC2D码需要至少1200万像素且带自动对焦的摄像头，大多数中高端智能手机均已具备。

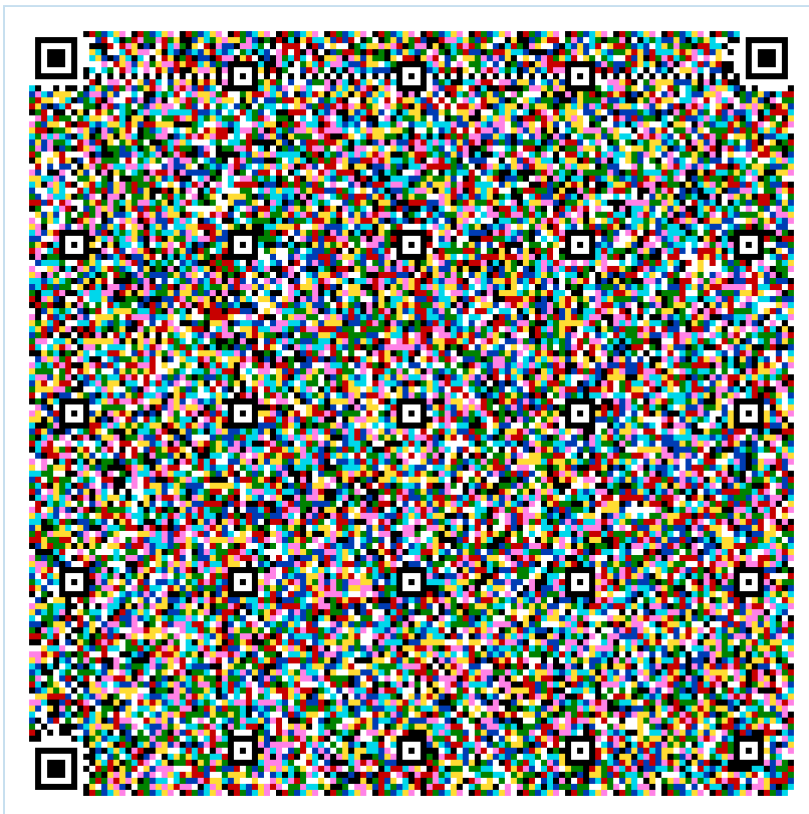


图7 — HCC2D8, 颜色调色板模型1 (屏幕), 纠错级别M, 版本27, 原始文本6,900字节, zlib压缩3,283字节, HCC2DF头37字节, HCC2DF总计3,320字节。可靠解码第27版等高版本HCC2D码需要至少1200万像素且带自动对焦的摄像头, 大多数中高端智能手机均已具备。

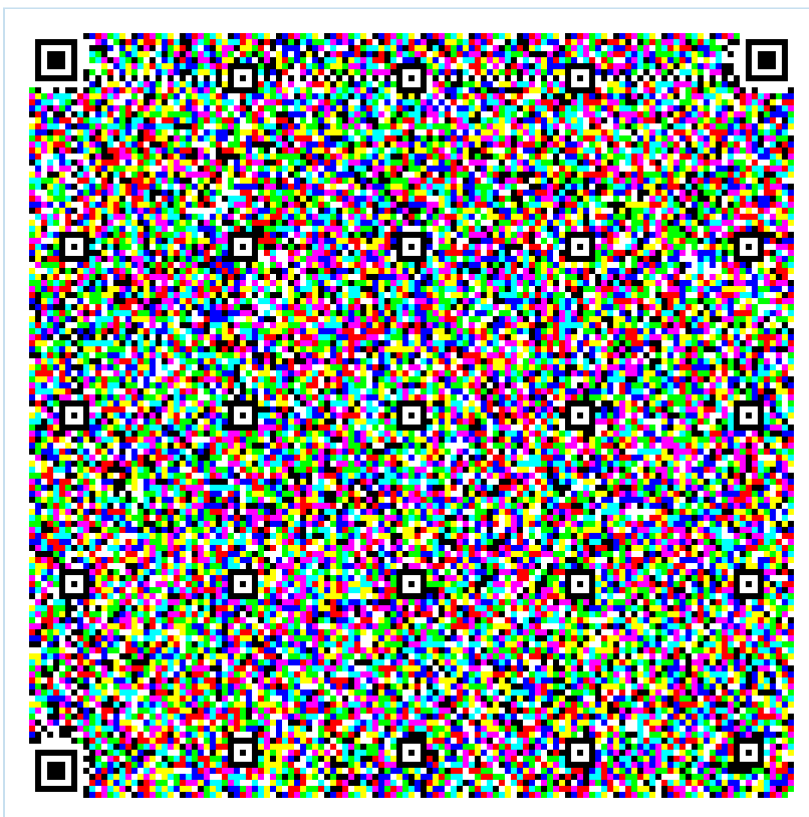


图8 — HCC2D8, 颜色调色板模型2 (打印), 纠错级别M, 版本27, 原始文本6,900字节, zlib压缩3,283字节, HCC2DF头37字节, HCC2DF总计3,320字节。可靠解码第27版等高版本HCC2D码需要至少1200万像素且带自动对焦的摄像头, 大多数中高端智能手机均已具备。

— 规格说明终 —