A Brief Report on **JPEG Decoder** for Information Theory and Coding Techniques

NTU   CSIE   D12922011   吳明儒 (Ming-Ru Wu)

Dec. 2023

C Program Description for JPEG Decoder
Simple and Fast

- **fastDecoder.c** (main routines)
  - readMarker()
    - **defineHtable**()   (entropy encoding Huffman and run-length tables)
  - scanMCU()
    - **blockEntropyDecode**()
    - blockDequantize()
    - iDCT()
    - YCbCr2RGB()
  - BitmapWriter()   (write RGB to bitmap file)

- Header File jpeg.h

Bitstream of Monalisa.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

2 segments of DefineQuantizationTable(0xFFDB)

4 segments of DefineHuffmanTable(0xFFC4)

monalisa.jpg

```
000000: FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 00 00 01 00 01 00 00 FF DB 00 43 00 08 06 06 07 06 05 08
000020: 07 07 07 09 09 08 0A 0C 14 0D 0C 0B 0B 0C 19 12 13 0F 14 1D 1A 1F 1E 1D 1A 1C 1C 20 24 2E 27 20
000040: 22 2C 23 1C 1C 28 37 29 2C 30 31 34 34 34 1F 27 39 3D 38 32 3C 2E 33 34 32 FF DB 00 43 01 09 09
000060: 09 0C 0B 0C 18 0D 0D 18 32 21 1C 21 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32
000080: 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 FF C0
0000A0: 00 11 08 01 BB 01 1E 03 01 22 00 02 11 01 03 11 01 FF C4 00 1F 00 00 01 05 01 01 01 01 01 01 00
0000C0: 00 00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B FF C4 00 B5 10 00 02 01 03 03 02 04 03 05
0000E0: 05 04 04 00 00 01 7D 01 02 03 00 04 11 05 12 21 31 41 06 13 51 61 07 22 71 14 32 81 91 A1 08 23
000100: 42 B1 C1 15 52 D1 F0 24 33 62 72 82 09 0A 16 17 18 19 1A 25 26 27 28 29 2A 34 35 36 37 38 39 3A
000120: 43 44 45 46 47 48 49 4A 53 54 55 56 57 58 59 5A 63 64 65 66 67 68 69 6A 73 74 75 76 77 78 79 7A
000140: 83 84 85 86 87 88 89 8A 92 93 94 95 96 97 98 99 9A A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA B2 B3 B4 B5 B6 B7
000160: B8 B9 BA C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 CA D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA F1
000180: F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA FF C4 00 1F 01 00 03 01 01 01 01 01 01 01 01 01 00 00 00 00 00 00 01
0001A0: 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B FF C4 00 B5 11 00 02 01 02 04 04 03 04 07 05 04 04 00 01 02 77 00
0001C0: 01 02 03 11 04 05 21 31 06 12 41 51 07 61 71 13 22 32 81 08 14 42 91 A1 B1 C1 09 23 33 52 F0 15
0001E0: 62 72 D1 0A 16 24 34 E1 25 F1 17 18 19 1A 26 27 28 29 2A 35 36 37 38 39 3A 43 44 45 46 47 48 49
000200: 4A 53 54 55 56 57 58 59 5A 63 64 65 66 67 68 69 6A 73 74 75 76 77 78 79 7A 82 83 84 85 86 87 88
000220: 89 8A 92 93 94 95 96 97 98 99 9A A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 BA C2 C3 C4
000240: C5 C6 C7 C8 C9 CA D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9
000260: FA FF DA 00 0C 03 01 00 02 11 03 11 00 3F 00 C7 68 A1 42 E2 3C 83 8E 78 E4 75 AA CA 91 85 65 DA
000280: 09 C9 C0 3F A5 5D 65 60 DC 02 06 46 70 3F CF B5 0B 04 64 1C 93 83 92 08 18 E7 8F F1 AE 37 2D 4B
0002A0: 8A B2 2A 24 60 6D C0 00 12 49 C7 1C 7F 9F AD 5C 8E E1 3E C8 63 39 C8 18 2D 9C 67 DB F9 53 16 15
0002C0: C2 15 C8 24 67 20 FB 7D 38 A7 B4 71 B3 64 60 11 C9 EC 7F CF 1F A5 4F 35 8A 6A E5 29 15 4B E1 55
0002E0: 88 27 07 F9 7F 9F A5 3C C4 EB 21 21 4A B7 0B EF FE 79 AB 21 49 19 19 2A 72 A7 18 3C F1 FF 00 D7
```

Entropy-encoded data in blue

Decoding result:
monalisa.bmp

Bitstream of gig-sn01.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

gig-sn01.jpg

2 segments of DefineQuantizationTable(**0xFFDB**)

4 segments of DefineHuffmanTable(**0xFFC4**)

Decoding result:
gig-sn01.bmp

Entropy-encoded data in blue

Bitstream of gig-sn08.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

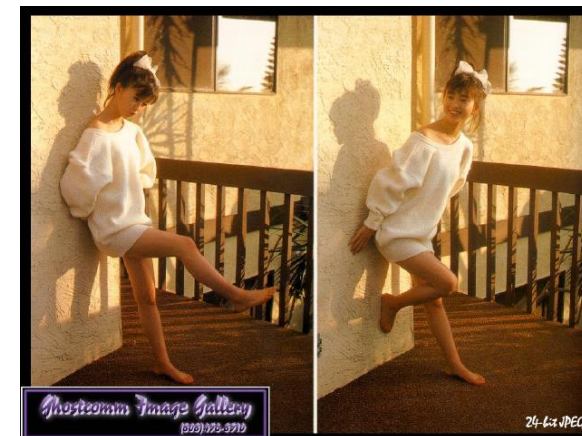2 segments of DefineQuantizationTable(**0xFFDB**)

4 segments of DefineHuffmanTable(**0xFFC4**)

gig-sn08.jpg

```
000000: FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 00 00 01 00 01 00 00 FF DB 00 43 00 01 01 01 01 01 01 01
000020: 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01
000040: 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 FF DB 00 43 01 01 01
000060: 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01
000080: 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 FF C0
0000A0: 00 11 08 01 E0 02 80 03 01 22 00 02 11 01 03 11 01 FF C4 00 1F 00 00 00 07 00 03 01 01 00 00 00
0000C0: 00 00 00 00 00 00 04 05 06 07 08 09 0A 00 02 03 01 0B FF C4 00 62 10 00 02 03 00 01 04 02 01 03
0000E0: 02 03 04 05 02 00 2F 02 03 01 04 05 06 07 11 12 13 08 14 00 09 15 21 22 23 0A 24 31 16 32 41 51
000100: 17 33 61 71 91 18 19 25 59 81 94 D6 42 A1 D4 F0 26 34 36 57 96 B1 B2 C1 D1 F1 27 28 35 43 44 52
000120: 62 72 77 7A 84 B5 B6 1A 46 47 54 5A 64 66 6A 74 82 86 A2 B7 C6 E1 FF C4 00 1C 01 00 01 05 01 01
000140: 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 05 02 03 04 06 07 08 01 00 FF C4 00 5B 11 00 02 02 01 03 02 04
000160: 04 03 04 05 04 0E 05 08 0B 01 02 03 11 04 05 12 21 00 31 06 13 22 41 14 32 51 61 07 23 71 15 42
000180: 81 91 16 24 33 52 A1 62 B1 C1 F0 17 25 34 36 43 55 56 72 93 95 D1 D3 D4 E1 35 44 53 82 B3 08 54
0001A0: 73 74 86 A2 B2 B4 B5 26 27 83 84 92 94 A3 A4 F1 A5 FF DA 00 0C 03 01 00 02 11 03 11 00 3F 00 FC
0001C0: FF 00 FF 00 39 F9 CF CD 3A 7F 87 1B F4 AC F8 9D FA 9A 9F CC 45 7C 9F C2 E7 FA F3 D1 90 E8 0C F0
0001E0: 77 F0 7E 67 67 89 0D 19 EA 14 F5 AB FD A5 8D 50 AA A7 16 8C D9 1E 11 82 54 09 82 2B A5 F5 AE 47
000200: F5 15 B8 8F C0 FA FE B7 87 E1 CD 27 2F 59 D4 04 ED 89 22 32 AE 34 62 59 CF 9D 3C 58 E8 23 8D
000220: 9E 30 C7 CC 95 2E DC 52 D9 F6 AE A6 60 60 CD A8 E5 C7 87 01 8D 65 94 48 55 A5 62 91 81 1C 6F 2B
000240: 16 60 AC 47 A5 0D 7A 4D 9A 1E FD 66 2F F3 9F 9F A7 7A 7F C2 A7 FA 4E B7 CD 45 C3 7A E8 B7 8C 14
000260: 2B BF 5B 35 7F BF 24 0A 60 14 AE 73 E0 C0 C2 3D 83 2B 8F E2 66 63 BF F3 DB F0 A4 BF C2 B1 FA 55
000280: 43 D8 47 C5 BA D4 94 D5 91 96 AA 3A C9 BA C3 67 9B FF 00 8F 6C FE DF FD 23 15 56 DF E8 51 A9 B0
0002A0: F2 06 14 FA 22 62 73 96 FC 6C F0 72 85 3E 4E B6 77 5D 01 A7 C4 4D 8E E2 BE 2E EF ED 5C FB 5F 56
0002C0: 45 F0 46 AE C5 94 4D A7 DA 80 6B E2 24 B2 0D 00 40 10 1B B2 45 76 EB F3 26 FC E7 E7 E9 73 8F FE
0002E0: 17 2F D2 A7 44 D7 99 67 8B 75 A3 37 90 D6 B5 75 5A 39 F6 BA C3 B9 E0 FA F5 06 F5 34 DE CB 90 A9
```

Entropy-encoded data in blue

Decoding result:
gig-sn08.bmp

Bitstream of teatime.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

1 segment of DefineQuantizationTable(0xFFDB)

1 segment of DefineHuffmanTable(0xFFC4)

teatime.jpg

```
000000: FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 00 00 00 00 00 00 00 FF FE 00 4A 4D 61 67 69 6B 20 23 3A
000020: 33 65 34 66 0A 48 61 6E 64 6D 61 64 65 20 53 6F 66 74 77 61 72 65 2C 20 49 6E 63 2E 20 49 6D 61
000040: 67 65 20 41 6C 63 68 65 6D 79 20 76 31 2E 35 2E 34 20 20 28 43 44 20 31 30 39 31 38 2D 31 29 0A
000060: FF DB 00 84 00 03 02 02 02 02 02 03 02 02 02 03 03 03 03 04 07 05 04 04 04 04 09 06 07 05 07 0A
000080: 09 0B 0B 0A 09 0A 0A 0B 0D 10 0E 0B 0C 0F 0C 0A 0A 0E 13 0E 0F 11 11 12 12 12 0B 0E 14 16 14 12
0000A0: 15 10 12 12 12 01 03 03 03 04 04 04 08 05 05 08 12 0C 0A 0C 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12
0000C0: 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12
0000E0: 12 12 12 12 12 12 FF C0 00 11 08 01 E0 02 80 03 01 21 00 02 11 01 03 11 01 FF C4 01 A2 00 00 01
000100: 05 01 01 01 01 01 01 01 00 00 00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 01 00 03 01 01 01
000120: 01 01 01 01 01 01 00 00 00 00 00 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 10 00 02 01 03 03 02 04 03
000140: 05 05 04 04 00 00 01 7D 01 02 03 00 04 11 05 12 21 31 41 06 13 51 61 07 22 71 14 32 81 91 A1 08
000160: 23 42 B1 C1 15 52 D1 F0 24 33 62 72 82 09 0A 16 17 18 19 1A 25 26 27 28 29 2A 34 35 36 37 38 39
000180: 3A 43 44 45 46 47 48 49 4A 53 54 55 56 57 58 59 5A 63 64 65 66 67 68 69 6A 73 74 75 76 77 78 79
0001A0: 7A 83 84 85 86 87 88 89 8A 92 93 94 95 96 97 98 99 9A A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA B2 B3 B4 B5 B6
0001C0: B7 B8 B9 BA C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 CA D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA
0001E0: F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA 11 00 02 01 02 04 04 03 04 07 05 04 04 00 01 02 77 00 01 02 03 11
000200: 04 05 21 31 06 12 41 51 07 61 71 13 22 32 81 08 14 42 91 A1 B1 C1 09 23 33 52 F0 15 62 72 D1 0A
000220: 16 24 34 E1 25 F1 17 18 19 1A 26 27 28 29 2A 35 36 37 38 39 3A 43 44 45 46 47 48 49 4A 53 54 55
000240: 56 57 58 59 5A 63 64 65 66 67 68 69 6A 73 74 75 76 77 78 79 7A 82 83 84 85 86 87 88 89 8A 92 93
000260: 94 95 96 97 98 99 9A A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 AA B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 BA C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8
000280: C9 CA D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 DA E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 EA F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA FF DA 00
0002A0: 0C 03 01 00 02 11 03 11 00 3F 00 FC AA A2 80 0A 28 00 A2 80 0A 28 00 A2 80 0A 28 00 A2 80 0A 28
0002C0: 00 A2 80 0A 28 00 A2 80 0A 28 00 A2 80 0C 13 D0 53 E3 86 69 98 2C 31 3B 92 70 02 A9 34 9B 49 5D
0002E0: 95 18 CA 4E C9 5C 79 B2 BC 0A 18 DA 4D 86 6D A0 F9 67 93 E9 F5 A4 7B 3B B8 89 12 5A CC B8 38 3B
```

Entropy-encoded data in blue

Decoding result: teatime.bmp