

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

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



monalisa.jpg

Bitstream of Monalisa.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

2 segments of DefineQuantizationTable(0xFFDB)

4 segments of DefineHuffmanTable(0xFFC4)

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	01	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





gig-sn01.jpg

Bitstream of gig-sn01.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

2 segments of DefineQuantizationTable(0xFFDB)

4 segments of DefineHuffmanTable(0xFFC4)

```
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
000040: 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
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
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 01 01
0000A0: 00 11 08 01 E0 02 80 03 01 22 00 02 11 01 03 11 01 FF C4 00 1F 00 00 01 04 02 03 01 01 00 00 00
0000C0: 00 00 00 00 00 00 00 06 07 08 09 04 05 01 02 0A 03 0B FF C4 00 68 10 00 02 02 01 04 02 01 03 02
0000E0: 02 05 04 0E 01 01 29 02 03 01 04 05 06 11 12 13 00 07 14 08 21 22 09 23 15 31 16 24 32 41 51 17
000100: 33 61 71 25 42 55 59 81 91 94 99 A1 B1 C1 D2 D8 F0 19 34 18 26 27 43 53 B7 D1 28 29 35 38 44 47
000120: 49 52 62 69 72 75 78 84 C5 D5 D7 F1 0A 36 37 39 46 54 56 57 68 74 95 97 A5 B4 E1 D4 FF C4 00 1D
000140: 01 00 01 04 03 01 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 04 05 06 07 01 02 03 08 09 FF C4 00 5C 11
000160: 00 02 02 01 03 02 04 04 02 07 04 05 03 0F 08 0B 01 02 03 11 04 00 12 21 05 31 13 22 41 51 06 32
000180: 61 71 14 81 07 23 42 91 A1 B1 F0 15 52 C1 D1 24 33 72 E1 F1 16 34 62 08 25 35 44 46 53 54 55 73
0001A0: 74 82 93 94 B4 D3 26 43 45 64 76 84 B3 E3 17 27 56 57 63 92 95 96 A2 B2 E4 FF DA 00 0C 03 01 00
0001C0: 02 11 03 11 00 3F 00 FC FF 00 FC 3C 3C 3C 34 68 F0 F0 F0 F0 D1 A3 C3 C3 C3 C3 46 8F 0F 0F 0F 0D
0001E0: 1A 3C 3C 3C 3C 34 68 F0 F0 F0 F0 D1 A3 CE C1 F6 28 DB CE BE 73 1F CE 3F D7 1E 07 80 4F B7 E5 AC
000200: 8E E2 BB D8 AD 3D 7A 33 4B E0 F2 FA 7E 6E E4 71 C7 72 DC D8 35 01 F7 DF 48 C2 C0 E2 20 4B A1 D0
000220: AE 44 33 22 A3 FB 4A B6 E7 2B 60 CF D9 52 7A 1B 4A 57 B3 10 78 BB 1C 45 02 33 F1 EE 5F 92 63 8A
000240: A2 CD 84 B3 8B 4D 82 95 B1 BD 66 13 C5 6C 64 F4 81 94 8B 84 31 BD 75 CA 74 9A 7A C1 B2 D5 5B B4
000260: E0 64 75 75 80 A9 90 D6 49 F3 20 67 E5 02 2A E4 93 16 00 B1 AC 8F B2 FC 56 07 C9 EE EB 28 FD C5
000280: 48 9C 39 28 B9 0A 14 0F CC 13 40 2A 2B CB DB D0 94 20 62 50 45 4A 64 C2 52 52 1B 91 41 B3 F2 F2
0002A0: E3 CC CB 0B 3C C1 16 66 01 56 59 38 ED 55 E6 5E 3B FB FB 81 DC EB 8A C8 CA CE 38 AD D6 7E C7 E9
0002C0: DB F9 6B E7 8B F5 DE 88 B5 06 A7 62 40 DD 0A 54 99 15 CC AA 56 50 24 A8 96 55 18 BE B3 35 BE 48
0002E0: 88 76 F9 16 42 76 AE EE 6C 23 71 38 54 FD 4D EA CF 8F BB F4 BC B1 C6 B2 02 02 CD 6A 04 F1 64 4C
```

Entropy-encoded data in blue

Decoding result:
gig-sn01.bmp



Bitstream of gig-sn08.jpg

Viewed from bitsreamAnalyzer.c

2 segments of DefineQuantizationTable(0xFFDB)

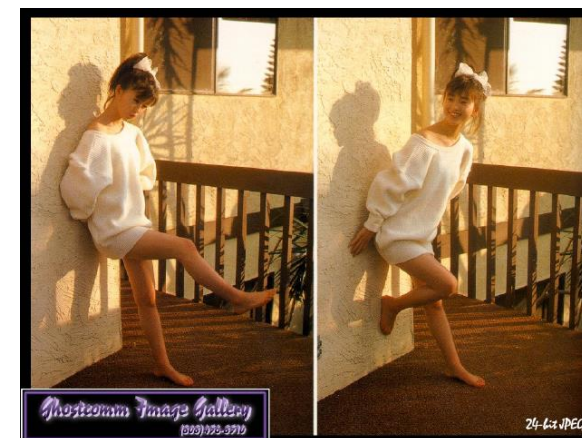
4 segments of DefineHuffmanTable(0xFFC4)

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
000040: 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
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
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 01 01
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 86 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 03 02 02 02 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
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
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 00 00 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
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

