

JPEG-2000 影像壓縮技術 MQ Coder 之研究

魏永強 王順記 遠東技術學院電機系

摘 要

JPEG-2000 是目前最新的影像壓縮技術，它是以小波理論為基礎，再加上算數編碼。本文研究 JPEG-2000 的算數編碼器 MQ coder，它是一種不定長度編碼法，有非常好的壓縮效果。MQ coder 提出了兩種新的方法：Bit stuffing 及 Spacer bits。前者用以解決進位位元傳遞的問題，後者則用以定義 JPEG 2000 位元流的標記(marker)範圍。

關鍵詞：影像壓縮，算數編碼，小波轉換

Y. C. Wei and S. J. Wang

Depart. of Electrical Engineering, Far East College

ABSTRACT

JPEG-2000 is the most popular technique of image compression methods. The coding technique is based on wavelet theory and arithmetic encoding. This paper describes the standard image compression coder – MQ coder. MQ coder is an arithmetic coder with variable length coding. It provides a high efficient compression technique. MQ-coder also provides two news methods: Bit stuffing and spacer bits. The former solves the problem of carry propagation, and the latter defines the range of the bit stream marker in JPEG 2000 syntax.

Keyword : image compression , arithmetic coding , wavelet transform

一、前言

MQ-編碼器是一個將輸入符號轉為壓縮碼的機制。以壓縮符號 (symbol) X_n 及上下文標示 (context label) K_n ，為算數編碼器的輸入。每一對的 (X_n, K_n) 可以產生編碼位元。

MQ-解碼器接收一序列的 Context label K_n ，然後解出 Symbol $X_n \in \{0,1\}$ 。MQ-coder 被視為位元組導向(byte oriented) 的編碼器，因為它必須以整個位元組來處理。當壓縮後的資料已佔滿整個位元組後，MQ-coder 採用一種稱為 bit stuffing 的技術來避免進位位元 (Carry) 的問題。當前一個編碼的位元組為 FFh 時，如果有進位的情況發生，會使得進位位元一直傳遞下去，為了防止此種狀況，解決的方法就是多塞一個位元進入位元流內，即是所謂的 Bit stuffing 方式。

二、編碼方式

本段我們描述 MQ-coder 的編碼方式。使用一個 16 位元的 A 暫存器來表示算數編碼的區間長度，及使用一個 28 位元的 C 暫存器來表示算數編碼的區間下限。此外，因為每次當區間小於 0.5 時，必須將區間正規化(normalize)，也就是加倍，相當於將暫存器位元左移。以 b_n 表示左移的次數，則

$a_n = 2^{-b_n} (2^{-16} A_n), 2^{-16} A_n \in [1/2, 1)$ 。C 暫存器的有效區域 C_n 則用以表示實際區間的大小 $2^{-b_n} C_n$ ，當 b_n 值為 11 時，(圖三)所示的 partial code byte 就會移到緩衝區(buffer) T，T-buffer 是一個介於 C 暫存器及位元流之間的緩衝區，它是一個位元組的大小。

根據算數編碼的方法，設定 MQ-coder 的起始值為 $A_0=2^{16}$ ， $C_0=0$ ， $b_0=0$ ，及 $t_0=0$ 。t 是一個下數的計數器，當 t 為 0 時，表示 C 暫存器已滿，必須將 partial code byte 搬移到緩衝區 T。有一個問題是 $A_0=2^{16}$ 必須佔用 17 個位元，為了避免浪費 A 暫存器的長度，以及保持 $2^{15} \leq A < 2^{16}$ ，MQ-coder 假

設 $b_0=-1$ 及 $A_0=2^{15}$ ，如此一來，依然能保持 $a_0=1$ 。根據(圖一)所示，C 暫存器就可以有左移 12 位元的空間，所以設定計數器 t 的起始值為 $t_0=12$ 。我們將 MQ-coder 編碼的演算法描述如下：

MQ-Encoder Initialization

$A \leftarrow 8000h, C \leftarrow 0, t \leftarrow 12, T \leftarrow 0, L \leftarrow -1$

MQ-Encode Procedure

```
Set S = Sk and p = p( k )
A ← A - p
If A < p
    S ← 1 - S
If x = S
    C ← C + p
else
    A ← p
If A < 215
    If x = Sk
        k ← mps( k )
    else
        Sk ← Sk Xs( k )
        k ← lps( k )
While A < 215
    A ← 2A, C ← 2C, t ← t-1
    If t = 0
        Transfer-Byte(T, C, L, t)
```

Transfer-Byte Procedure

```
If T = FFh
    Put-Byte(T, L)
    T ← Cmsb, Cmsb ← 0, t ← 7
else
    T ← T + Ccarry
    Ccarry ← 0
    Put-Byte(T, L)
    If T = FFh
        T ← Cmsb, Cmsb ← 0, t ← 7
```

Put-Byte Procedure

```
If L = 0
    BL ← T
    L ← L+1
```

三、間隔位元之作用

本段我們討論 C 暫存器中間隔位元(spacer bits) 的功能。如以上的演算法所示，每次完成 Transfer-Byte 的動作，C 暫存器的前(t+1)個位元都會被清除為 0。設 S 是間隔位元(spacer bits)的數

目，則 C 暫存器有 $(9+S+16)$ 位元。再假設 C^{trans} 為完成 Transfer-Byte 動作後的 C 暫存器內容值，可推導得

$$C^{\text{trans}} < 2^{9+S+16-(t+1)} = 2^{24+S-t}$$

C 暫存器的終值 C^{final} 必然位於目前的區間內，

$$0 < C^{\text{final}} < 2^{24+S-t} + 2^{16}$$

則

$$C^{\text{msbs}} = \left\lfloor \frac{2^t C^{\text{final}}}{2^{25+S-8}} \right\rfloor < \frac{2^{24+S} + 2^{16+t}}{2^{17+S}} = 2^7 + 2^{t-1-s} \leq 2^7 + 2^{7-s}$$

如果依(圖三)的描述， $S=3$ ，則 $C^{\text{msb}} < 2^7 + 2^{7-3} = 90h$ 。亦即，FF90h 至 FFFFh 是 MQ-coder 不可能產生的碼字，所以 JPEG 2000 定義 FF90h 至 FFFFh 為編碼位元流(bit stream)的標記 (markers)。

四、結 論

算數編碼是一種很有效率的無失真編碼技術，一般應用於影像壓縮上。本文所採用的為 JPEG 2000 標準所定義的 MQ-coder，其中 Bit stuffing 及 Spacer bits 為兩種特別的方法，前者用以解決進位位元傳遞的問題，後者則用以定義 JPEG 2000 位元流的標記(markers)範圍。

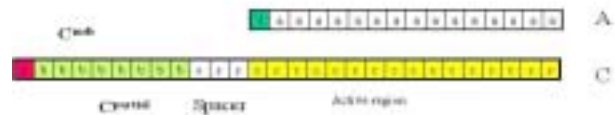
參考文獻

- [1] D. S. Taubman and M. W. Marcellin, *JPEG2000 Image Compression, Fundamentals, Standards and Practice*.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 N1646R *JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0*, March 2000.
- [3] P. G. Howard and J. S. Vitter, "Arithmetic coding for data compression", *Proceeding of the IEEE*,

vol. 82, no. 6, pp. 857-865, June 1994.

- [4] A. Moffat, R. Neal, and I.H. Witten, "Arithmetic coding revised", in *Proc. IEEE Data Compression*, pp. 202-211, March 1995.

- [5] R. E. Blahut, *Principles and Practice of Information Theory*, pp. 57, Addison-Wesley, 1991.



(圖一) MQ encoder 暫存器