

# 音訊編解碼標準MPEG4-TFC之研究—(II)

## The Study on Audio Coding Standard—MPEG4-TF Coding (II)

計畫編號: NSC90-2213-E009-122

計畫期限: 89/8/1 - 90/7/31  
主持人: 劉啟民 交通大學資訊工程系教授

### 一、中文摘要 (關鍵詞: 音訊壓縮, MPEG1-Audio, MPEG2-Audio, Dolby AC-3)

壓縮標準 T/F Coding 共包含十模組: (一) 增益控制, (二) 濾波和頻譜轉換 (Filterbank), (三) 波形雜訊控制 (Temporal Noise Shaping, TNS), (四) 頻道間耦合 (Intensity/Coupling), (五) 預測 (Prediction), (六) 立體聲調整 (M/S), (七) 位元分配 (Bit-Allocation), (八) 人耳聽覺模式 (Perceptual Model), (九) 耦合向量量化 (Twin VQ), (十) 位元式數學化編碼 (Bit-Sliced Arithmetic Coding)。而另外此壓縮流程並定義以下工具模組, (十一) 感官雜訊取代 (Perceptual Noise Substitution), (十二) 頻率選擇性轉換 (Frequency Selective Switch Module), 和 (十三) 取樣上升濾波器 (Upsampling Filter Tool)。而此壓縮標準無疑的, 是所有壓縮標準中最複雜的。其中, 前八模組與 AAC 的模組相同理論, 也是上年度國科會計劃的研究內容, 本年度延續上年度前八模組的研究成果, 並對另五模組加以討論。

### 英文摘要 (Keywords: Audio Compression, MPEG1-Audio, MPEG2-Audio, MPEG4—Audio)

The objective of the project is to study and implement the new audio standard.

There are mainly thirteen modules in MPEG—AAC: (1) Gain Control, (2) Filterbank, (3) Temporal noise shaping, (4) Intensity/Coupling, (5) Prediction, (6) M/S adjustment, (7) Bit allocation, (8) Perceptual Model, (9) Twin Vector Quantization, (10) Bit-Sliced Arithmetic Coding, (11) Perceptual Noise Substitution (12) Frequency-Selective Switch Module, and (13) Upsampling Filter Tools.

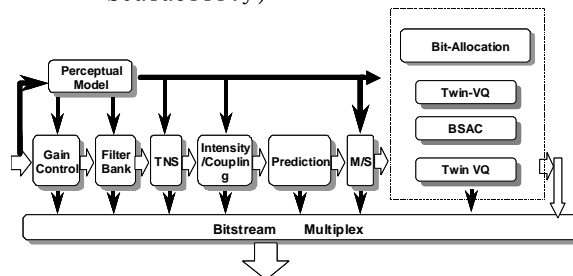
### 二、計畫之緣由與目的

數位音訊已和數位傳輸系統、儲存系統和計算系統結合並改變著音樂使用環境和習慣。下表說明各壓縮標準的狀況:

MPEG-4 是於 1999 年制定完成。此標準的音訊壓縮整合了音樂、語音、和合成音樂的壓縮。其中, T/F coding 是此壓縮標準中負責壓縮音樂部分。此壓縮基本上與上一代壓縮標準 MPEG-2 中之 Advanced Audio Coding (AAC) 具大致相同的壓縮效能並共用了大部分的模組, 並對以下四目標作改進:

(一) 傳輸的強健性。(ErrorRobustness)。

- (二) 解碼對接收位元的可調整性 (Decoding Scalability)。
- (三) 隨機播放音樂內容 (Random Access)。
- (四) 位元傳輸的可調整性 (Transmission Scalability)。



隨著去年新一代的音訊壓縮和解壓縮技術 MPEG4- T/F Coding 的定義, 和所帶來的更強大壓縮功能, 可以預料的是將會是未來音訊研究和未來產品的核心技術。本研究基對音訊壓縮標準 MPEG4- T/F Coding 做理論探討和軟體系統實做。

### 三、研究方法與成果

音訊壓縮標準 MPEG-AAC 的壓縮主要包含以下 (一) 增益控制, (二) 濾波和頻譜轉換 (Filterbank), (三) 波形雜訊控制 (Temporal Noise Shaping, TNS), (四) 頻道間耦合 (Intensity/Coupling), (五) 預測 (Prediction), (六) 立體聲調整 (M/S), (七) 位元分配 (Bit-Allocation), (八) 人耳聽覺模式 (Perceptual Model), (九) 耦合向量量化 (Twin VQ), (十) 位元式數學化編碼 (Bit-Sliced Arithmetic Coding), (十一) 感官雜訊取代 (Perceptual Noise Substitution), (十二) 頻率選擇性轉換 (Frequency Selective Switch Module), 和 (十三) 取樣上升濾波器 (Upsampling Filter Tool)。本計畫將對此十三模組進行理論探討和實做研究。

#### A. 增益控制

增益控制主要對一音訊數列分成四相同頻寬的訊號數列, 此模組的目的在提供使用者選取不同的取樣頻率需求和提供一控制訊號波形來控制所謂的 Preecho 現象。此現象主要為音訊大小突然由小變大造成的量化誤差容易被聽眾聽到依聽覺現象。此模組可對此種現

象提供一控制方法。

此模組的問題有二：（一）如何提出一有效計算 filterbank 方法，（二）如何利用此模組來抑制 Preecho 現象。本計畫進行大量的實驗和理論找出參數給定和設計方法。

## B. 濾波和頻譜轉換

此模組主要目的為將一訊號由時間域轉為頻率域，由於聽覺模式主要定義在頻率域；因此，就如同其他的先進的音訊壓縮，都必需將一時間訊號以 frame 方式轉到頻率域。也如其他轉換一樣，此模組的的兩大問題為計算複雜度和所可能引起的計算誤差。另、此問題所該考慮的為長短轉換的考量，本計畫將對此三問題作探討。

此模組與 AAC 共用，本年度將延續上年度計畫。此問題本實驗室已有相當多經驗，應能延伸論文[6,7,9]中之理論成果到此問題上。

## C. 波形雜訊控制

此模組主要目的為在頻率轉換後的訊號間做預測以達到兩目的：（一）達到資料間 redundancy 去除，（二）時間上具波形整理來抑制 Preecho 現象。但此模組有三問題探討：

（一）資料間去除 redundancy 的有效性和參數選取，（二）如何控制 Preecho 現象，和（三）如何控制計算複雜度三問題。

## D. 頻道間耦合

此模組主要目的為利用頻道間的相似性配合在頻率轉換後的訊號間做預測以達到兩目的：（一）達到資料間 redundancy 去除，（二）時間上具波形整理來抑制 Preecho 現象。此模組有三問題探討：（一）資料間去除 redundancy 的有效性和參數選取，（二）如何達到控制 Preecho 現象，和（三）如何控制計算複雜度三問題。此模組由於較少文獻探討，大量聽覺實驗配合理論推理將是必要的。

## E. 預測

此模組主要目的為去除 frame 間的資料重複性，進而達到壓縮目的。此模組的問題有二：（一）如何評估加入此模組的效果，因而決定運用此模組與否，（二）此模組參數的求取和記憶體需求較大需考量。此模組與 AAC 相同，大量聽覺實驗配合理論推理將是必要的。

## F. 立體聲調整

此模組主要目的為將立體聲加以轉換來達到較高壓縮率，此模組主要問題有三：（一）如何決定轉換與否，和（二）如何求取轉換參數，（三）如何配合聽覺模式。

## G. 位元分配

此模組主要目的是要在有限位元限制下，有效量化訊號頻譜來達到最高品質，此模組為最後決定品質和分配位元的決定性單位。由於 T/F Coding 是採用 Nonuniform Quantization 和 Huffman Coding，因此，品質和位元的控制均相當不易，也因此需高計算複雜度。本計畫對此模組的品質控制方法和位元分配方法加以探討。

## H. 人耳聽覺模式

MPEG T/F Coding 的聽覺模式和 MPEG-AAC 中一樣，主要為如何減少複雜度和配合 T/F Coding 的編碼。本計畫對此加以討論。

## I. 偶合向量量化

此模組主要為利用兩量化碼書來達到編碼效能。此種碼書設計具有 Error Robustness 的效能。但，所需要的編碼時間將是一問題。本計畫對此向量化方法加以理論研討和實驗，並提出一有效率的編碼方法。

## J. 位元式數學化編碼

此模組主要是將產生的數值以 BIT 方式對應於不同傳輸率的編碼模式，此模式能使得解碼器在接受有限的位元下依然能解出不中斷音樂。本計畫對此方法加以理論研討和實驗，並提出一此種具資料傳輸可調性的解碼方法。

## K. 感官雜訊取代

此模組主要為利用雜訊來使得量化處理較為感官上減少，原理和 AC-3 的相同。

## L. 頻率選擇性轉換

此模組是為了讓傳輸的可調配性而處理，此模組過去較為陌生，對所運用原理加以探討。

## M. 取樣上升濾波器

此模組為未將依取樣頻率轉生為另一取樣頻率，本計畫對此模組的濾波器效能和計算複雜度加以探討。

## 四、結論

本計畫對 MPEG4 T/F Coding 十三模組提出研究成果：

- （一）增益控制，
- （二）濾波和頻譜轉換（Filterbank），
- （三）波形雜訊控制（Temporal Noise Shaping, TNS），
- （四）頻道間耦合（Intensity/Coupling），
- （五）預測（Prediction），
- （六）立體聲調整（M/S），
- （七）位元分配（Bit-Allocation），
- （八）人耳聽覺模式（Perceptual Model）。
- （九）偶合向量量化（Twin VQ），
- （十）位元式數學化編碼（Bit-Sliced

Arithmetic Coding ) ,

- (十一) 感官雜訊取代 (Perceptual Noise Substitution ) ,
- (十二) 頻率選擇性轉換 ( Frequency Selective Switch Module ) , 和
- (十三) 取樣上升濾波器 (Upsampling Filter Tool ) 。

成果發表於

1. C.M. Liu and J.C. Liu, "A new intensity stereo coding scheme for MPEG1 Audio encoder--Layer I & II," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Aug., vol. 42, no. 3, pp.535-539, 1996.
2. C.M. Liu and W.J. Lee, "The design of hybrid filter bank for the psychoacoustic models in ISO/ MPEG Phases I and II," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Aug., vol. 43, no. 3, pp. 586-592, 1997.
3. C.M. Liu, S.W. Lee, and W.C. Lee, "Downmixing methods in DCT domain for Dolby AC-3 Decoder," under revision in *IEEE Trans. on Audio and Speech Processing*, 1998.
4. C.M. Liu, S.W. Lee, and W.C. Lee, "Bit allocation method for Dolby AC-3 encoder," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Aug., vol. 44, no. 3, pp. 883-887, 1998.
5. C.M. Liu, W.C. Lee and S.Y. Juang, "Design of the coupling schemes for the Dolby AC-3 coder in stereo coding," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Aug., vol. 44, no. 3, pp. 878-882, 1998.
6. C.M. Liu and W.J. Lee, "A unified fast algorithm for the current audio coding standards," *Journal of Audio Engineering Systems*, Dec., 1999.
7. C.M. Liu and W.J. Lee, "A unified fast algorithm for the current audio coding standards," AES Conference, 1998.
8. C.M. Liu, C.C. Chen, W.C. Lee, and S.W. Lee, " A Fast Bit Allocation Method for MPEG Layer III," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, 1999.
9. C.M. Liu and S.W. Lee, "Transformation from 512-point transform coefficients in log domain into short domain in Dolby AC-3," *Electronics Letter*, 1999.
10. C.M. Liu and W.H. Chang, "Audio Coding Standards," A chapter for the book "Handbook of Multimedia Communication," Scheduled to published in Academic Press, 2000.
11. C.M. Liu, W.J. Lee, R. S. Hong, "A new criterion and associated bit allocation method for current audio coding standards," Proc. of the 5th Int. Conf. on Digital Audio Effects, Hamburg,

Germany, Sep. 26-28, 2002.

12. 交通大學 87 學年度資工系碩士論文楊存中, MPEG-2 AAC 中 TNS 及預測模組之探討。
13. 交通大學 88 學年度資工系碩士論文林春發, MPEG-4 音訊壓縮中 TwinVQ 之探討。
14. 交通大學 88 學年度資工系碩士論文姚錦樹, MPEG-4 時頻轉換編碼之模組分析與改良。