

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

無線多媒體區域通訊之先進終端機技術(二)

Advanced Terminal Technologies for Wireless Multimedia Local Communication (II)

計畫編號：NSC 88-2213-E-009-097

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：林大衛 交通大學電子工程系所 教授

一、摘要

本計畫研究無線通訊之先進終端機技術，包括視聲訊編碼、多階調變與解調、及通道響應整形與重用技術。在視聲訊編碼方面，我們研究使用正弦表示及小波轉換做聲訊壓縮之方法，以及使用多重敘述方式做影像壓縮之方法。在多階調變與解調方面，我們探討星狀正交振幅調變在白色高斯雜訊及衰落通道中的傳輸效能，並研究其通道衰減補償與時序回復技術。在通道響應整形與通道重用方面，我們研究盲目等化、天線陣列信號處理、以及適用於泛歐行動通訊系統與數位歐式無線電話的通道重用方法。

關鍵詞：正弦表示、小波轉換、多重敘述編碼、星狀正交振幅調變、通道衰落補償、時序回復、盲目等化、陣列信號處理、通道重用

Abstract

This project considers advanced terminal technologies for wireless communication, including video and audio coding, multilevel modulation and demodulation, and channel response shaping and channel reuse techniques. For video and audio coding, we investigate audio coding methods employing sinusoidal representation and wavelet transformation and video coding methods employing the multiple description approach. For multilevel modulation and demodulation, we examine the performance of star QAM in AWGN and fading channels, and we research into the techniques for channel loss compensation and timing recovery. For channel response shaping and channel reuse, we study blind equalization, antenna array signal processing, and channel reuse methods for GSM and DECT.

Keywords: Sinusoidal Representation,

Wavelet Transformation, Multiple-Description Coding, Star QAM, Channel Loss Compensation, Timing Recovery, Blind Equalization, Array Signal Processing, Channel Reuse

二、計畫緣由與目的

隨著行動通訊與無線區域網路系統的快速發展，以及各項數位視聲訊壓縮編碼標準的制定，許多研發人員已將注意力轉向無線多媒體通訊，例如品質更佳及適用於無線傳輸之視訊與聲訊編碼方法、多階調變技術(傳統上使用二階或四階調變)、以及通道等化與陣列信號處理方法等。本計畫之研究主題就大致在這些方面。其系統架構如圖一所示。

三、結果與討論

A. 子計畫一：無線視聲訊壓縮演算法之研究(二)(NSC 88-2213-E-009-095)

本計畫研究聲訊與視訊之壓縮編碼。

在聲訊方面，我們考慮結合正弦表示及小波轉換的編碼方法，其架構如圖二所示。其中正弦表示部分的主要功能在描述聲訊中、具音調性的部分(tonal part)，而小波轉換則是處理其餘較為平坦的頻譜。在正弦分析中，我們可使用高階的預測誤差濾波器(prediction-error filter)，其根就指出主要的正弦成份之所在。在模擬編碼系統中，我們使用 MPEG4-VM 來獲取一段聲訊信號之音調成份的描述，再將之與高階預測誤差濾波器的根取得對應。我們將正弦分析之後的餘值送入小波轉換，再將其結果加以量子化，其中量子化器的設計考慮心理聽覺(psychoacoustic)特徵。模擬結果顯示：本編碼法之品質約與 MPEG layer 1 相當。

在視訊方面，我們研究多重描述編碼法。多重描述編碼法，是對抗傳輸錯誤影響的一種方法，其原理如圖三所示。若是兩個通道均無誤失，則可獲最佳的品質。

但若其中一個通道失敗，仍可獲得較低品質的視訊。

我們考慮[1]中提出的途徑，加以修改。我們考慮兩種轉換方式，即 DCT 和 LOT。轉換後的數值依其頻率位置分為奇偶二組，兩兩一對依多重描述之方法做如下之再相關運算(re-correlation)：

$$\begin{bmatrix} \mathbf{C} \\ \mathbf{D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{A} \\ \mathbf{B} \end{bmatrix},$$

然後分別傳出。若是二通道中有一個失敗，則用以下之線性估計法來估計失落的數據，再行解碼：

$$\hat{\mathbf{A}} = \begin{cases} \frac{\sqrt{2} \cdot \sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \mathbf{D} & \text{if channel 1 breaks down} \\ \frac{\sqrt{2} \cdot \sigma_b^2}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \mathbf{C} & \text{if channel 2 breaks down} \end{cases}.$$

$$\hat{\mathbf{B}} = \begin{cases} \frac{-\sqrt{2} \cdot \sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \mathbf{D} & \text{if channel 1 breaks down} \\ \frac{\sqrt{2} \cdot \sigma_b^2}{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \mathbf{C} & \text{if channel 2 breaks down} \end{cases}.$$

模擬結果顯示：在二通道皆無失時，LOT 較 DCT 轉換編碼略佳。在一個通道失敗時，LOT 之主客觀表現均超越 DCT，如表一所示。圖四為 LOT 多重描述編碼在一個通道失敗時、較完整之率差結果。

B. 子計畫三：無線多媒體通訊中多進制差分調變信號之解調與同步技術研究 (NSC 88-2213-E-009-098)

本計畫研究無線傳輸中多階(多進制)差分調變之效能與解調技術。圖五呈示一些多階星狀正交振幅調變(star QAM)的信號分佈圖。圖六顯示在 AWGN 及 Rayleigh 衰落通道之位元錯誤率(BER)模擬結果。

在解調方面，我們提出一個前置序列輔助式(preamble-assisted)的通道衰減補償方法，並研究時序回復之技術。

前者係取接收到之符碼值與已知之前置符碼值的商數(若在前置序列期間)或其與檢測所得之符碼值的商數(若在前置序列之後)，以求得瞬間通道衰減值之估計。並用相鄰二個估計值的商數來估計瞬間相位漂移量。再將這些瞬間值取算術平均或指數平均作為較精確的估計。最後使用估計結果來作信號補償，再行解碼。圖七顯示位元錯誤率與頻率漂移量間的關係。圖八顯示在雙徑(2-ray)衰落通道中，位元錯誤率與延遲路徑之遲滯時間的關係。其他結果可參[2]。圖中 W 表算術平均長度。

關於時序回復技術，我們研究反饋(feedback)與前饋(feedforward)兩種迴路。前者係先對基頻訊號取樣，使用時序誤差檢測器判斷誤差量，再反饋修正時脈產生器的時序相位。後者係使用一個非線性時序誤差估測器來獲得一個誤差估計值，再依此值將已取樣之基頻訊號做時序相位移以修正其時序誤差。詳可參[3]。

C. 子計畫二：區域性無線通道響應特性與通道響應整型之研究(二) (NSC 88-2213-E-009-096)

本計畫研究無線通道之盲目等化、天線陣列信號處理、及通道重用技術。

在盲目等化方面，我們過去曾提出一個簡化旋積和計算量的架構，該架構可降低旋積和計算中的乘法數目約一半[4]。在本計畫中，我們使用止行法(stop-and-go method)做等化器之係數調整，亦即比較判定誤差(decision error)導出之調整與依 Godard 盲目等化代價函數導出之調整，二者方向是否一致。若一致，則依前者做調整；否則不調。圖九呈示一個無線通道盲目等化之學習曲線，及其與使用訓練序列之係數調整法之結果的比較。

在天線陣列信號處理方面，我們繼續研究幾種時空域線性濾波架構的接收品質。我們設計出一個最小誤差量(min-norm)之訓練序列。圖十顯示其在純空域結合濾波上的效能，較一個隨機序列為佳。在幾種濾波架構中，以全時空結合為最佳。但在中低訊雜比時，多級時空結合與其差異不大。詳參[5]。此外，為求更佳之接收品質，我們研究時空域維特比(Viterbi)等化法，其架構如圖十一所示。我們考慮其中之通道估計方法、等化器中所使用之通道脈衝響應之長度與其遲延量的選擇等題目。其結果在投稿中。

在通道重用方面，我們研究 GSM 及 DECT 二者。通道重用演算法之目的，係在最低的系統負擔下，達到最高的通話量與通話品質。由於問題複雜，故一般均無理論解，而賴計算機模擬研究。我們盼日後能從多用戶通訊理論的角度來探討之。

關於 GSM，我們提出一個用戶的移動模型(mobility model)。在使用先入先出式通道分配(不考慮各通道之訊雜比)的狀況下，我們考慮了以接收信號強度與傳輸延遲量為決策基礎的交遞方法，並找出一些可使交遞點離基地台最近的參數設定。

其次我們考慮不同的通道選用方法對通話品質的影響。我們模擬了三種方法：使用過去通話中訊雜比最佳之通道、使用現在訊雜比最佳之通道、周期性量度各通道之訊雜比並使用最佳者。結果顯示：最簡單而顯非最佳的第一種方法，其通話訊雜比在多數狀況下與較複雜的方法並無極大差異。以上是以一個訊雜比量度來決定選用之通道。由於通道衰落的影响，實際系統中宜以數個量度值來決定之；也要考慮訊雜比門檻，也就是在其低於什麼值時要將通話中斷。我們考慮 9 至 15 dB 之間的門檻值(9 dB 以下之語音品質被認為太差)，發現在整個區間的最低與最高 GoS 值差異在 10% 以內。

DECT 部分之研究成果，可參[6]。

四、計畫成果自評

研究內容與原計畫相符程度：方向相符，細目有些調整。

達成預期目標情況：創新之發現、理論之推導與模式建立、計算機模擬軟體之建立、人才培育。

成果之學術與應用價值等：學術價值高，部分成果已發表於國際與國內會議、部分在投稿與撰稿中。各子計畫之研究內容均有進一步研究或朝應用發展的價值。

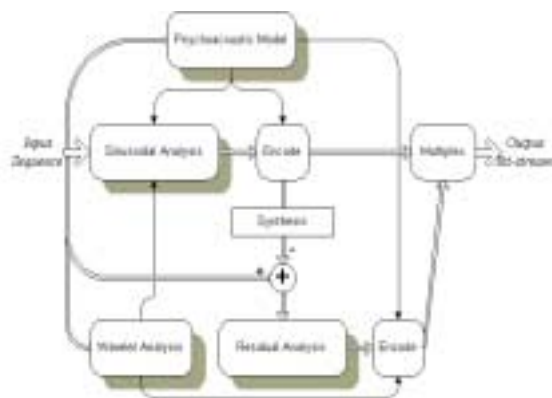
綜合評估：本計畫獲得一些具有學術與應用價值的成果，並達成人才培育之目標。自評為「佳」。

五、參考文獻

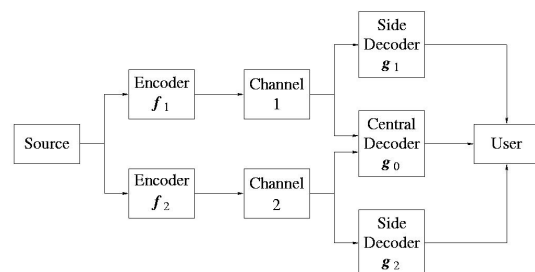
- [1] Y. Wang, M. T. Orchard, and A. R. Reibman, "Multiple description image coding for noisy channels by pairing transform coefficients," *IEEE Signal Processing Society 1997 Workshop on Multimedia Signal Processing*, pp. 419-424, June 1997.
- [2] D.-Z. Liu and C.-H. Wei, "Channel compensation for preamble-assisted DAPSK transmission in mobile radio communication," in *Proc. Int. Symp. Personal Indoor Mobile Radio Commun.*, 1999.
- [3] D.-Z. Liu and C.-H. Wei, "A nonlinear timing error estimation for high data-rate digital mobile radio," in *Proc. Int. Symp. Commun.*, Kaohsiung, Taiwan, ROC, Nov. 1999.
- [4] C.-I. Hwang and D. W. Lin, "Joint low-complexity blind equalization, carrier recovery, and timing recovery with application to cable modem transmission," *IEICE Trans. Commun.*, vol. E82-B, no. 1, pp. 120-128, Jan. 1999.
- [5] C.-S. Chou and D. W. Lin, "Performance of array signal processing algorithms for wideband digital wireless communication," in *Proc. Int. Symp. Circuits Syst.*, pp. IV-548—IV-551, 1999.
- [6] C.-C. Chuang and D. W. Lin, "A study on channel allocation techniques for DECT," in *Proc. Workshop Consumer Electronics*, pp. 109-114, Taipei, Taiwan, ROC, Oct. 1999.

六、圖表

圖一：傳輸系統架構

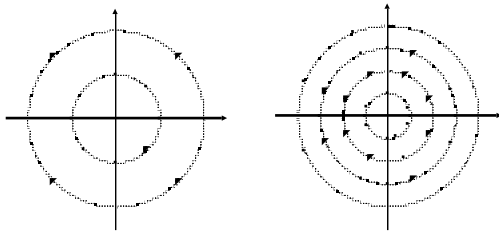


圖二：結合正弦表示及小波轉換之聲訊編碼器架構

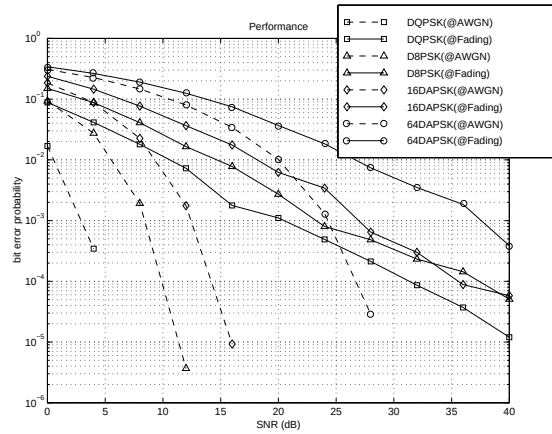


圖三：多重描述編碼法原理

圖四：LOT 多重描述編碼在一個通道失敗時之率差結果



圖五：16 與 64 階 star QAM 信號分佈圖



圖六：不同階數之差分 star QAM 之 BER 效能

圖九：等化器收斂時之學習曲線之一例

圖十：最小誤差訓練序列與隨機訓練序列效果之比較

圖七：BER 與頻率漂移量之關係

圖十一：時空域維特比等化器架構

表一：多重描述編碼在一個通道失敗時之率差結果

	entropy	MSE	PSNR (dB)
DCT	40		

圖八：BER 與延遲路徑遲滯時間之關係