

900 MHz 行動視訊電話系統

900 MHz Mobile Video Phone System

計畫編號: NSC 89-2213-E-002-105

執行期限: 88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

總計畫主持人: 江簡富 台灣大學電信研究所

子計畫主持人: 何滿龍*、李清和[†]、許崇宜*、楊新雄*、鍾翼能*、廖和恩[‡]、
賴辰彥[‡]、林立謙[‡]、陳文雄[‡]、辛正和*、張振豪[○]、江簡富[○]

* 逢甲大學電子系、[†]彰化師大工教系、* 大葉大學電機系、

[‡]逢甲大學電機系、[○]台灣大學電信研究所

中文摘要 (關鍵詞: 無線通訊、視訊及影像處理、行動視訊電話、射頻電路、GMSK 調變器、數位濾波器、即時視訊編碼 / 解碼器、視訊速率類比 / 數位轉換器、柱面式微帶天線。)

本整合型計畫的目標為整合台中、彰化地區無線通訊及視訊、影像處理的相關研究，藉研究經驗的交流與結合，來建立並提昇本地區的相關技術。

本整合型計畫對行動視訊電話各次系統深入研究並設計製作原型，包括射頻電路、GMSK 調變器、數位濾波器、即時視訊編碼 / 解碼器、低功率視訊速率類比 / 數位轉換器、柱面式微帶天線。子計畫的研究成果經由規畫銜接成爲一系統。因此不僅對各次系統的相關學理有所闡揚，對實務製作也有貢獻。各個子計畫的研究經驗及成果，都能與其他子計畫的參與 同仁共享，更可藉由相乘效果提昇整體研究效應。

本整合型計劃屬跨校性的整合型計畫，共含六項子計畫，由 台灣大學電信研究所、逢甲大學電機系所、電子系、大葉大學電機系所、彰化師大工教系、及 中興大學電機系十二位教授參與。

Abstract (Key words: wireless communications, image and video processing, mobile video phone, radio frequency module, GMSK modem, digital filter, real-time codec, video-speed analog-to-digital converter, cylindrical microstrip antenna.)

The goals of this project are (1) to coordinate the research activities of wireless communi-

cations, image and video processing in Taichung and Changhua areas, (2) to establish and promote the technical capabilities in these two industries through interaction and information exchange, (3) to develop an usable system that satisfies the market demand of image and video transmission in real time.

In this project, we will study and prototype key components of the mobile video phone system, which include radio frequency (RF) module, GMSK modem, digital filter, codec, analog-to-digital converter, and cylindrical microstrip antenna. These subsystems will be integrated into a system and tested. Both theoretical analysis and experimental study will be performed. The experiences and results gained in each subproject will be shared by the whole team, thus promoting the overall research capabilities.

This project consists of six subprojects, and is jointly executed by twelve faculty members from five universities : (1) Department of Electronic Engineering, Department and Institute of Electrical Engineering, Feng Chia University, (2) Department and Institute of Electrical Engineering, Da-Yeh University, (3) Department of Industrial Education, National Changhua University of Education, (4) Department of Electrical Engineering, National Chung-Hsing University, and (5) Department of Electrical Engineering and Graduate Institute of Communication Engineering, National Taiwan University.

1 系統簡介

近年來個人通訊系統的進展快速。除了語音和數據資料的傳送外，即時傳送影像和視訊的市場需求日益升高。因此在未來個人通訊系統中，結合無線通訊科技及視訊、影像處理科技的行動視訊電話系統將被普遍使用，形成很大的市場。本整合型計畫的目標為整合無線通訊及視訊、影像處理的相關研究成一系統，並藉研究經驗的交流來建立並提昇相關技術，符合未來即時傳送影像和視訊的市場需求。在本期計畫中將研究目標訂在 900 MHz。系統的架構如圖所示，各子系統的成果則分節略述於後。

2 射頻電路設計與製作

本計畫第一年之研究重點為 PLL 雛型機 (prototype) 之設計及製作，其中包含 VCO, frequency synthesizer 及控制治具之研發，以及相關零組件特性之探討等。其最終成果除完成整個 PLL 雛型機，並將提出相關之特性測試報告。第二年之研究重點為 PLL 之定型機 (merchandise) 之設計及製作，將深入探討 phase detector 中 mixer 及 LPF 對 PLL 特性的影響，並改善 PLL 雛型機的特性，使其可以運用在 900 MHz 行動視訊電話系統之射頻模組中。第三年之研究重點為研發 RF 模組雛型機，其中包含高增益和低雜音指數 (NF) 之 LNA、功率放大器 (PA) 及整個 RF 模組的製作及測試。各 RF 電路除力求特性穩定外，並希望能符合 FCC 之電磁干擾 (EMI) 測試。

900 MHz 附近之頻譜為目前多種通訊系統所使用之重點頻段，例如歐洲的 GSM 頻段 (890 - 915 MHz, 935 - 960 MHz)、美國的窄頻 PCS 頻段 (900 - 940 MHz)、以及北美洲開放給工業、科學和醫學界使用之 ISM 頻段 (902 - 928 MHz)。因此此段頻譜應用之相關技術值得開發和研究。本計畫研發之重要 RF 模組包括 VCO, PLL, LNA, mixer 及 power amplifier 等電路。各電路方塊除了理論探討和電腦模擬之外，並將實際製作電路，以配合其他子計劃之研究成果，構成整個系統。

依據前述之研究方法及步驟，除完成各年度規劃的項目之外，並將相關技術加以修改，應用於智慧型天線系統的射頻電路上。

3 GMSK 數據機之設計

近代數位通訊需要在壅塞的頻道中傳輸大量的數據訊息，並且對高性能、低功率系統的要求日益迫切。所以研究符合低功率、窄頻寬的數位通訊系統日形重要。

針對此種需求而產生 binary CPM (continuous phase modulation, 連續相位調變, $h = 0.5$)，其中又以 GMSK (Gaussian minimum shift keying), DMSK (duobinary minimum shift keying), TFM (tamed frequency shift keying) 為研究之重要課題。

GMSK 具有窄頻帶的優越特性，已為多種無線通訊系統所採用，例如 DECT, GSM, CDPD。本計劃之目標為針對 900 MHz 行動視訊電話系統之 GMSK 調變器 ($BT = 0.5$, modulation data rate = 270 Kbps)，研究設計 (1) 非同調 (noncoherent) 解調技術，(2) 適應性接收技術，及 (3) 編碼調變技術。

現階段研發之 GMSK 調變解調系統，尚未考慮使用 GMSK 本身即具有之編碼調變 (coded modulation) 結構。吾人曾對 GMSK 此種特殊架構，在 AWGN 通訊管道下，發展一套新的非同調解調系統，在 DECT 系統中獲得相當大的增益。並曾在 CPM 於 AWGN 管道中發展出一套目前最好的編碼調變方法。本計劃將推廣此種方法至 Rayleigh fading channel，相信可增強現有設計之性能。

過去研究認為 binary CPM 在某些條件限制下，才可進行 one-bit symbol-by-symbol 相差解調。否則必須在調變器前端加上相差預產碼 (differential precoder)，才有可能進行相差解調。本研究以 900 MHz 行動視訊電話之 GMSK ($BT = 0.5$) 調變器與 DMSK 與 tamed-MSK (TFM 的一種) 為對象，分析其結構，發現即使不加相差預產碼器，也可進行 one-bit symbol-by-symbol 相差解調。模擬結果顯示，其性能與過去方法在實用的訊噪比下完全相同。此方法亦可推廣至其他 binary CPM。

本研究假設理想帶通濾波器且 $BT = 1$ 。以前面所述之傳統方法與新的方法分別對 DMSK, TMSK 與 GMSK ($BT = 0.5$) 進行性能模擬。因為 DMSK, TMSK 之 NSFED (normalized squared free Euclidean distance) 分別等於 1.726, 1.4352。當訊噪比夠大時，MLSE 之 BER (bit error rate) 約為 $Q(\sqrt{(E_b/2N_0) NSFED})$ 。一般常用的同調解調會略遜於 MLSE。模擬結果顯示即使傳統上認為無相差預產碼器及無法進行相差解調之 binary CPM，經由分析調變器之結構，在實用的訊噪比下，運用新的相差解調方法可以達到同樣的性能。

第三年度以 900MHz 行動視訊電話之 MSK 調變器與多調變係數 CPFSK 為對象，分析其結構並進行 Maximum Likelihood Block Detection (MLBD) 解調研究。過去在 AWGN 通道之研究皆以 MLSE 進行解調，然而此種方法在行動通訊中是不適當的。本研究針對 MSK 與 Multi-h CPFSK 推導出其誤碼率

之解析公式，並求出不同解調區段之性能比。模擬結果顯示，其實際性能與理論方法之結果完全相同。我們並發現：在時 Multi-h CPFSK 以 MLBD 解調將比 MSK 多 2 dB 之增益，比 one-bit 相差解調多 3 至 4 dB 之增益。我們並對 Flat Rayleigh Fading 環境下進行電腦模擬。研究成果已為 第五屆電腦與通訊研討會與兩岸三地無線通訊會議接受發表。

4 發射器 / 接收器之數位濾波器設計

行動視訊電話系統中，由於收發射機間之相對運動、散射、反射、或機件不良等因素使得接收信號產生振幅與相位調變。高傳真影像能否成功傳送取決於運動補償及相位誤差資料之取得及充分運用。由中頻轉換成視頻信號可使用補償本地振盪器頻率追蹤補償時變都卜勒，使接收信號外差成視頻。都卜勒變量於是被去除而接收到理想的視頻信號。但是補償本地振盪器頻率仍會飄移。本計畫擬探討相位誤差對頻譜精度及散焦效應等影響，研析系統所能容許之頻率飄移率，並提供適當之相關濾波器設計。

第三年的成果主要在提出一個新的自調適的方法來估測在雜訊環境中的弦波頻率。而此頻率偵測器是由一個窄頻寬無限脈衝響應濾波器及一個以主動振盪器為基礎的有限脈衝響應自調適濾波器所串接而成。此一新的自調適頻率偵測器不但在計算上相當簡單，且收斂速度也相當迅速；另外在低訊號雜訊比的環境當中也有很好的表現。

5 應用小波變換視訊編碼器

本計劃旨在針對 900 MHz 行動視訊電話系統設計一視訊編碼 / 解碼器 (coder / decoder, codec)。對於一個 176 x 144 pixels, 8 bits, 30 frames 之視訊信號，依 H.261 QCF 的 format 在 30kbps 的傳輸速率下，期能達到 203 倍之壓縮比。一般而言，一極低位元率 (very low bit-rate) 之視訊壓縮系統必須具備 (1) 結合不同的視訊壓縮技術，(2) 有一個很好的移動估測及補償 (motion estimation and compensation) 之運算器。

在此計劃中我們將利用漸進式資訊傳遞 (progressive transmission) 技術來傳送視訊資料，其原因在於此法可使資料傳輸量隨著使用者所要求的解析度而變化。本計劃選擇具有多解析特性的次頻帶濾波器 (sub-band filter) 或小波轉換 (wavelet transform) 將空間域資料轉換到次頻空間。再用高效能 (high performance)、低編碼時間複雜度 (low encoding time complexity) 的適應性向量量化 (adaptive VQ) 演

算法來作為編碼系統的核心技術。藉此發展出一套具備有 (1) 高壓縮比 (high compression ratio)，(2) 漸進式資料傳送結構，(3) 適合軟體或硬體執行之影像壓縮系統。

小波域之向量量化壓縮法的兩個主要問題：首先是如何選定小波基底，其次為如何找到小波轉換域中之 interband 及 intraband 的相關性。由於對稱式基底的需求，我們選擇正交二次式小波基底。而小波轉換域壓縮法的主要失真為漣波效應 (ripple effect)，基於此我們使用 H13G11 作為最佳的選擇。

至於 interband 及 intraband 之相關性，本計畫中首先用混合式編碼法來找出 interband 的相關性作為壓縮的方法。但是由於 interband 間小波係數有不同的分布範圍，較粗糙之解析層分布廣泛而主導了向量比較的過程，因此忽略一些粗細解析層的係數而造成很大的漣波效應。因此我們提出了一種探討小波係數在不同階層之相關性，稱做階層式編碼法。由實驗結果得知編碼效率改善了不少。

第三年的主要目標為設計一個以小波轉換為基礎的通用性 (generic) 的低位元率視訊編碼/解碼系統。此系包含三種操作模式：波形編碼模式 (wavelet-based coding mode)、物件導向編碼模式 (object-based coding mode) 及模型導向編碼模式 (model-based coding mode)。此三種模式可依外在傳輸環境的變化而彈性的調整。主要研究工作項目為設計位移不變 (shift-invariant) 離散時間小波轉換、研發動態分析及動態補償演算法則及建構並測試完整的視訊編碼/解碼系統。實驗結果顯示，本視訊編碼/解碼系統較一般小波轉換視訊編碼/解碼系統擁有更好的影像品質，但其缺點為龐大的計算量。

6 低功率視訊速率類比 / 數位轉換器

行動視訊電話系統需要視訊速率類比 / 數位轉換器 這一個重要之零組件，將外部的視訊信號轉換成數位信號，傳送給另一子計劃所研究的小波轉換視訊編碼 / 解碼器。由於這種可攜式的視訊電話系統是以電池來操作，為減少充電次數、增長使用時間，如何降低各組成單元，包括類比 / 數位轉換器的消耗功率，變成一個重要的課題。首先我們蒐集與整理目前最新發展的低功率類比 / 數位轉換器，並做分析比較。發現導管式及兩步快閃這兩種架構被廣泛地用來設計視訊速率 (> 10Ms/s) 的類比 / 數位轉換器。

其中兩步快閃類比 / 數位轉換器不需要像快閃類比 / 數位轉換器一樣用大量的比較器，就可以獲得不錯的取樣速率且不必消耗大量功率。同時其取樣 / 保持電路可以不必使用運算放大器，其缺點為輸入頻寬較窄。另

外一種導管式的架構相當簡單，卻很有潛力達到高解析度及高速率的要求。並且由於兩步快閃數位更正電路的運用，使得精準的比較器不必被使用。然而準確的運算放大器在每一級都要被使用。

幾個重要的電路組成方塊，包括比較器、取樣 / 保持電路及數位 / 類比轉換器也被仔細研究與設計。其中比較器利用電流源檢檢預器來提高其比較速率。在取樣 / 保持電路中使用閉迴路結構來增強其線性度，並用一電容來增加頻寬。非常簡單的電流比例式 R-2R 梯形數位 / 類比轉換器只要使用電阻值比為 2 : 1 的電阻。這些基本的組成電路就可以用來設計 10 位元、20 MHz 的類比 / 數位轉換器。同時我們也正在研究改良式的兩步快閃架構，以減少比較器的數目和對運算放大器的嚴格要求。

本計劃已經發展出基於兩步快閃的類比 / 數位轉換器架構。它共用精細和粗略類比 / 數位轉換器，使用最少的比較器，以期達到低功耗、節省面積並保持高速之目的。此項類比 / 數位轉換器採用 UMC 0.5 μ m double poly double metal CMOS 製程設計。目前設計 8-bit、20 Ms / s 下的消耗功率是 13 mW。已將所設計的電路進行晶片製作，而獲得實際的測量結果。

7 柱面微帶天線分析與設計

本計劃探討由柱面微帶傳輸線所激發的柱面式微帶天線的特性，及其於行動視訊電話系統之應用。本研究考慮的結構由橫截面來看，除了不同介質參數的同心介質層之外，還有位於中心的接地理想圓柱導體，用來激發天線片的微帶傳輸線與形狀為柱面長方形的微帶天線片。此柱面微帶天線可架設在建築物外表為柱狀之處，做為行動視訊電話和基地台間的中繼天線，以便克服建築物對行動視訊電話造成的屏蔽效應與衰落效應。若被考慮裝設在行動視訊電話手機的外表，則手機的外觀設計多了流線型的選擇。

我們所考慮的結構包含共振天線片與用來激發天線的開斷傳輸線兩部分。首先我們把重心放在當天線片不存在時的微帶傳輸線之開斷結構特性。首先我們以推導所得的二維格林函數來研究單一信號微帶傳輸線特性，包括傳播常數與特性阻抗對頻率的变化。再以這一初步結果去計算開斷結構之反射係數與其相對應的等效輸入導納。初步結果將列述於計畫報告中。

第三年探討多層柱面介質中矩形與環狀微帶片的複數共振頻率與品質因素，在操作頻率已知的情況下，則計算微帶的共振長度。就設計的角度而言，後者是比較切合實際的。我們也考慮可用來保護微帶片的上覆層存在的情況。從計算結果，我們很容易分辨有些模式適合做天線應用，有些模式只適合做濾波器等電路應用。

References

- [1] D. C. Cox, W. S. Gifford, and H. Sherry, "Low power digital radios as a ubiquitous subscriber loop," *IEEE Communications Magazine*, vol.29, no.3, pp.92-95, March 1991.
- [2] J. Rosenberg, R. E. Kraut, L. Gomez, and C. A. Buzzard, "Multimedia communications for users," *IEEE Communications Magazine*, vol.30, no.5, pp.20-36, May 1992.
- [3] S. Sheng, A. Chandrakasan, and R. W. Brodersen, "A portable multimedia terminal," *IEEE Communications Magazine*, vol.30, no.12, pp.64-75, December 1992.

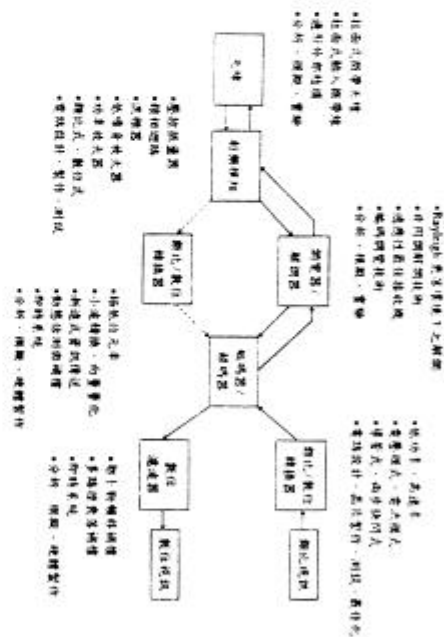


Figure 1: 系統架構圖。