

應用於互動式多媒體服務的 ATM 多工機

陳向明

黃建平

嚴劍琴

中華電信研究所

桃園縣楊梅鎮民族路五段 551 巷 12 號

smchen@chttl.com.tw

jeffrey@chttl.com.tw

ccyen@chttl.com.tw

摘要

隨著寬頻網路技術的成熟與網際網路的興起，用戶要求以更高速的速率上網，並且可以由網路上傳送影音節目。中華電信研究所自 86 年 7 月起，整合原已發展完成的各項技術（包括視訊伺服器技術、音視訊解碼器技術、ADSL 網路技術、ATM 交換技術、ATM 多工技術等），並加以改良，發展出一套“互動式多媒體服務試用系統”（Multimedia On Demand, MOD）。在 MOD 系統中，視訊信號由伺服器送出，經由 ATM 網路設備作傳送與廣播，送到遠端的機房端，再經由現有的電話線路，以 ADSL 技術連到用戶家的音視訊解碼器。用戶可以收看伺服器中的電影節目、即時電視節目、卡拉 OK，也可以高速上網瀏覽，同時仍可同時使用電話通話。本文中將對 MOD 系統架構及其運作流程與方式作一簡介，並對其中的關鍵性系統—ATM 多工機之架構，作完整的說明。

關鍵詞：MOD, ATM, ADSL, VOD, MUX

1. 簡介

中華電信研究所在 84 年即發展完成寬頻 ATM 交換機（稱為 VPX）與寬頻 ATM 多工機（稱為 AMX），使用於 NII 寬頻試用網路上，提供多種寬頻服務 [3]、[4]；另對於隨選視訊（Video On Demand, VOD）服務，也發展出應用系統，並配合剛起步 ADSL 技術，完成一套小容量的多媒體服務試用系統，在台北市區選擇 28 個用戶作試用。由於看好在電信網路上提供多媒體服務的未來發展，中華電信公司即要求電信研究所發展一套 400 用戶的“互動式多媒體服務試用系統”（MOD）作第二期試用，除用戶數增加外，並新增互動式、近似隨選視訊（Near VOD）的功能。在本 MOD 系統中使用了原發展的

VPX 與 AMX 系統，並加以改良，以適用於傳送音視訊信號的需求。本系統經一年時間研發與製作後，於 87 年 7 月起陸續安裝於位於台北市的 7 個中華電信機房，提供 400 個用戶使用。MOD 系統可提供的服務包括：

- 網路電影院：用戶可選擇觀看儲存於伺服器中的影片，每部影片間隔 5 分鐘會於另一頻道重複播出，因此用戶可以用遙控器以 5 鐘為單位，前轉或倒退觀看節目。
- 網路電視：用戶可觀看現有即時性的無線或有線電視節目。
- 卡拉 OK：用戶可輸入要唱的歌曲編號，系統即會順序播放，用戶並隨時作前轉或倒退（True VO 系統之功能）。
- 高速上網：用戶可經由本系統接入 HiNet，其下載頻寬可高達 1.5Mbps（為 ADSL 設備之速率）。
- 傳統電話：用戶仍可同時使用傳統電話機對外通話。

2. MOD 系統介紹

MOD 系統架構如圖 1 所示，各項設備皆為自行研發，所以可修改其功能以符合 MOD 系統所需。以下分別對個系統作一簡介：

2.1 視訊伺服器

伺服器中是以 VCD 或硬碟儲存 MPEG-1 格式的影片，其輸出介面為 10Mbps 之乙太網路（10BT）。每一介面傳送四個編成 1.5Mbps Ethernet 封包的視訊信號，如圖 2 所示。整組伺服器共提供 30 個卡拉 OK 節目源與 240 個網路電影院之節目源。

2.2 ATM 交換機 (VPX)

VPX 為一具有 32 埠之 ATM 交換機，每埠可提供傳送速

率為 155Mbps (STM-1 介面)，搭配 ATM 多工機 (AMX) 使用。系統中設計有一點對多點之複製 (Multicast) 模組，可將由某一埠進來的視訊信號複製至多個輸出埠，同時給多個用戶觀看。視訊伺服器送出的每組視訊信號，經 AMX 轉換後，都佔有一個 VPX 的虛擬通道 (Virtual Channel, VC)，其架構如圖 3 所示。

2.3 ATM 多工機 (AMX)

設計有 10 個插槽的系統，其中第一槽是 ATM 介面板，第二槽是控制板，其餘 8 槽可連接不同的用戶介面板 (如 DS-1、DS-3、LAN) 使用，如圖 4。AMX 的主要功能是将所有用戶介面的信號，多工 (multiplex) 後分為不同的 VC 送到 ATM 介面板上，或由 ATM 介面板上將不同的 VC，解多工 (demultiplex) 還原成不同的用戶介面板信號。在 MOD 系統中，所使用全是 LAN 用戶介面板，稱為 LAN Bridge Module (LBM)；在圖 4 中，AMX 依所需功能不同，設計成為 Server-AMX、User-AMX、HiNet-AMX 三種，其硬體與軟體架構皆相同，只需在啓始時作設定即可。

2.4 ADS 設備

為採用 CAP 編碼技術的 ADSL 設備，可利用現有電話線路傳送寬頻信號，其速率可達下行 1.5Mbps 與上行 64Kbps，其外接介面 (機房端與用戶端) 為乙太網路 (10BT)。但一個機房端 ATU-C 的乙太網路會連接到四組用戶端 ATU-R 的乙太網路，其間以橋接 (bridging) 方式連接，見圖 5 說明。

2.5 音視訊解碼器 (Set Top Box, STB)

為一個以 PC 技術作成的小型解碼器，具有乙太網路介面與 ATU-R 相接，並將傳來的 Ethernet 封包解碼、轉換成視訊信號，經由 AV 端子送到電視機。解碼器本身也提供 Keyboard 介面供維修人員設定各項參數，見圖 6 說明。

3. 系統運作流程

整個 MOD 系統是由許多子系統所建構完成，以下分別對運作時各項流程作說明。

- 視訊伺服器將四個視訊信號 (節目)，編成四個不同收端位址的封包，匯入一個 10Mbps 的乙太網路，傳送到 Server-AMX 上。AMX 上的 LBM 對每個乙太網路埠設定有 4 條 VC，當收到封包後即根據不同的收端位址，分送到不同的 VC，送到 VPX 去作交換。因此在 VPX 上，連接視訊伺服器端的每條 VC，均有一個節目訊號。
- 由於 ATU-C 的乙太網路會連接到 4 個用戶 ATU-R，所以在 user-AMX 上，LBM 對每個乙太網路埠設定有 5 條 VC，其中 4 條是分配給每個用戶傳送視訊信號使用。LBM 收到某一條 VC 的 ATM cell，組合成 Ethernet 封包，並換上該用戶註冊的 Ethernet mac 位址，經由 ADSL 網路設備送到用戶的 STB 上接收。第 5 條 VC 是給 4 個用戶共同使用，作為傳送控制信號與上網的數據的通道。因此在 VPX 上，連接用戶端的每個用戶均會使用一條 VC，作節目訊號傳送用。
- 用戶在使用系統時，上傳的視訊控制信號 (如換台) 與上 Internet 的數據是經由上述的第 5 條 VC 傳送到 HiNet-AMX 上，但因為其 IP 位址的不同，控制信號會送到 VPX 的控制模組，而上網的數據會送到連 HiNet 的 Router。
- 用戶開機後，STB 會經由上述的第 5 條 VC 傳送啓始資料給服務控制器，再下載程式至 STB 上顯示開機畫面。用戶連接送出選擇信號後，由 VPX 的控制模組在 VPX 上將該節目源 VC 連上用戶的 VC，完成節目傳送。
- 用戶上網資料，會由 user-AMX 的 LBM 與 HiNet-AMX 的 LBM 間 VC 來傳送，其方式為 RFC1483 [1] 所訂的 ATM Bridging mod，HiNet-AMX 的 LBM 會自動學習上網用戶的 Ethernet mac 位址 [1]，供資料雙向傳送用。

4. AMX 系統的設計

AMX 系統係透過一種菊鏈串匯流排 (Daisy-chain Bus) 硬體架構，可達到將 Ethernet packet 轉成非同步傳輸模

式細包格式 (ATM Cell Format)，ATM Cell 多工與解多工之各種功能。AMX 系統架構如

圖 7 所示，分成 OC-3c 同步光纖網路介面板 (SONE Interface Board, SIB)、中央處理維護板 (Central Control Operation Administration and Maintenance Board, COAMB)、區域網路橋接板 (LAN Bridge Module, LBM) 等項。

各LBM板將Ethernet封包資料，分割成以53位元組為單位的ATM cell，並透過本系統獨創的內部匯流排，稱為“菊鏈串細包匯流排(Daisy-chain Cell Bus)”的細包組合控制器(Cell Assembler: CA)將多數個用戶封包資料依序組合及多工匯入此高效能之Cell Bus，盡可能佔用可用之頻寬，提高其使用率(Utilization)成為99%，最後將總匯之細包資料傳給SIB，SIB上的網路介面控制器積體電路把53位元組為單位的細包資料，組裝成STM-1/SONET格式，經過電轉光轉換，把OC-3c格式的光信號，經由光纖線路傳上非同步傳輸模式寬頻網路。

在接收路徑的方向則和傳送路徑相反。ATM寬頻網路經由光纖線路傳來的OC-3c格式的光信號，經過光轉電轉換，並經SIB板上網路介面處理器的處理，將STM-1/SONET的格式解碼成以53位元組為單位的細包資料，透過COAMB上的Cell-Screener (CS) 積體電路處理，將細包資料流送給各LBM板。LBM上的CS積體電路抽取出原先設定之(VPI,VCI) 值的細包資料，透過PCI Bus控制器存入封包記憶體再由SAR-RX 積體電路依照控制記憶體內的資料結構內容，以AAL 5的通信規約，將細包資料組譯成封包資料，再透過Ethernet Transceiver 積體電路轉換由Ethernet埠送出。

本系統內部模組和模組之間的通訊也是靠菊鏈串匯流排(Daisy-chain Bus)彼此作雙向溝通，由COAMB板來主控。

4.1 SIB板

SIB 板的功能是作為 AMX 與寬頻交換機的界面，提供 149.76Mhz 的頻寬做為 ATM 細包傳送用，其系統架構如圖 8 所示。其主要工作是將各用戶模組送來的細包對映到 SONET/ STM-1 的幀載中，然後再以 155.52Mbps 的速率傳送出去。在接收方向，則以相反方式處理。

4.2 COAM 板

COAMB 分成兩個單元，其系統架構如圖 9 所示，分述如下：

- 中央控制單元(Central Control Unit)：主要功能包括整個 AMX 系統之組態設定、網路管理及與交換機間訊息溝通。這是一個以 80386 CPU 為主體之單元，在此單元上提供最多可至 16MB 之動態記憶體。而最大至 384KB 的 EPROM 提供了軟體設計者彈性地運用程式空間
- 網管單元(OAM Unit)：本單元所涵蓋的功能，主要在於處理用戶與網路介面(UNI)部份的 OA&M 功能 (包括 F4 與 F5)，交換機與 AMUX 間的通訊訊息，以及內部 AMUX 模組間交互通訊(Inter-Module Communication, IMC)訊息等。所有 OA&M 功能都是透過 ATM 細包的形式來傳送

4.3 LBM板

LBM可分成三個主要的單元，其系統架構如圖 10 所示，分述如下：

- 主控制單元(Main Control Unit)：是LBM的核心，主要功能包括本模組其他二單元：區域網路單元與 ATM組合切割單元之組態設定、區域網路與ATM網路間數據的橋接及轉換、與COAMB板間訊息溝通；並具有“內容定址記憶體 (CAM)”，容量達 2048 X 64位元，大大的提高搜尋資料的速度。本單元提供三個PCI連接界面，據此得以與其它兩大單元間進行大量訊息傳遞。
- 區域網路單元(LAN unit)：本單元採用兩個TI TNETE 10 “以太網路處理器”，提供兩個 10BASE-T 以太網路(Ethernet)界面，由此收送數據；與主控制單元間則是透過高速的PCI匯流排介接。本單元本身並不提供數據緩衝記憶體，收送用戶的數據直接透過PCI匯流排存放在主控制單元的主記憶體。
- ATM 組合切割單元 (ATM SAR unit)：本單元採用壹個 IDT 77211 PCI 介面的 ATM 控制器，提供全雙工 ATM 組合切割(ATM Segmentation and Re-assembly) 的功能，速率達 155 Mbps，支援處理

本模組所採用的 AAL5 細包格式。由於與實體元件間的界面採用標準的 UTOPIA 界面，本單元得以很輕易的與主控制單元的 CMS 元件介接；與主控制單元間的另一個界面則是透過高速的 PCI 匯流排。本單元本身如同“區域網路單元”亦不提供數據緩衝記憶體，收送用戶的數據直接透過 PCI 匯流排存放在主控制單元的主記憶體。

5. 結語

中華電信研究所整合原已建立的視訊伺服器技術、音視訊解碼器技術、ADSL 網路技術、ATM 交換技術、ATM 多工技術等，並依照 MOD 系統所需要的系統架構，進行修改與功能增強，在一年內即發展完成這套“互動式多媒體服務試用系統”。完成後，陸續安裝於位於台北市的 7 個中華電信機房，提供 400 個用戶使用。客戶由現有電話線路即可享受電影欣賞、唱卡拉 OK、看電視節目、高速上網等首創之電信新服務，為極具創意的一套系統。經由本系統的研發、測試與試用，電信研究所獲得許多系統發展與整合的經驗，中華電信營運單位也更為熟悉 ADSL 線路的裝設，並獲得許多未來提供多媒體服務的經驗。本系統仍為一套試用系統，仍有許多缺點尚未克服，例如 ATM 網路上並未提供 QoS、用戶數目仍有限制等，並不符合未來商業化運轉的需求，因此中華電信研究所將繼續發展與測試新一代的 MOD 系統，將可提供用戶更好的電信多媒體新服務。

6. 參考資料

- [1] Juha Heinanen, "Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5," RFC1483, Telecom Finland, July 1993
- [2] "Remote MAC Bridging," IEEE Std 802.1G, Sep. 1991
- [3] 梁隆星等, "ATM-Based Distance Learning Project in Taiwan," 20th Annual Pacific Telecommunications Conference (PTC98), Jan. 1998
- [4] 梁隆星等, "ATM-Based Telemedicine Trial in Taiwan," 20th Annual Pacific Telecommunications Conference (PTC98), Jan. 1998

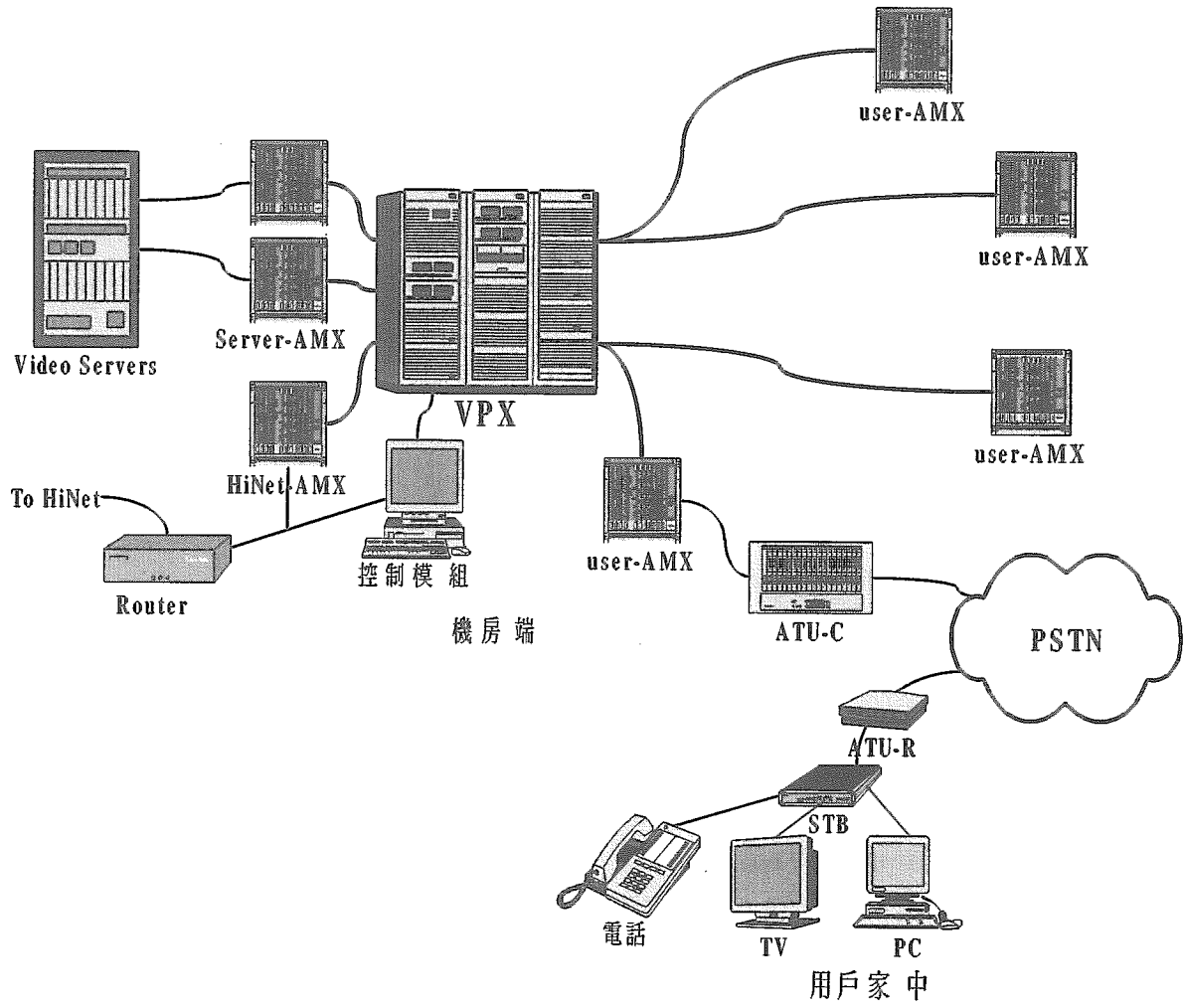


圖 1 MOD 系統架構圖

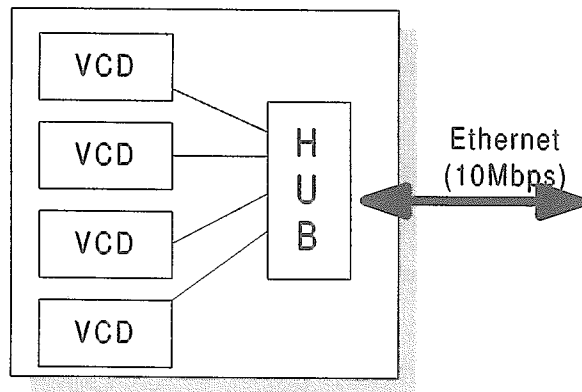


圖 2 視訊伺服器架構圖

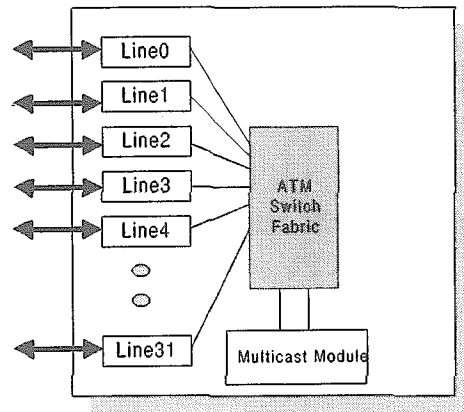


圖 3 ATM 交換機 (VPX) 架構圖

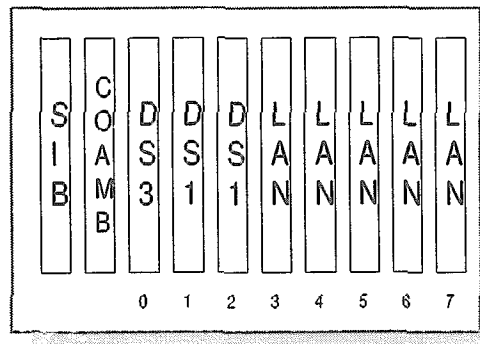


圖 4 ATM 多工機 (AMX) 示意圖

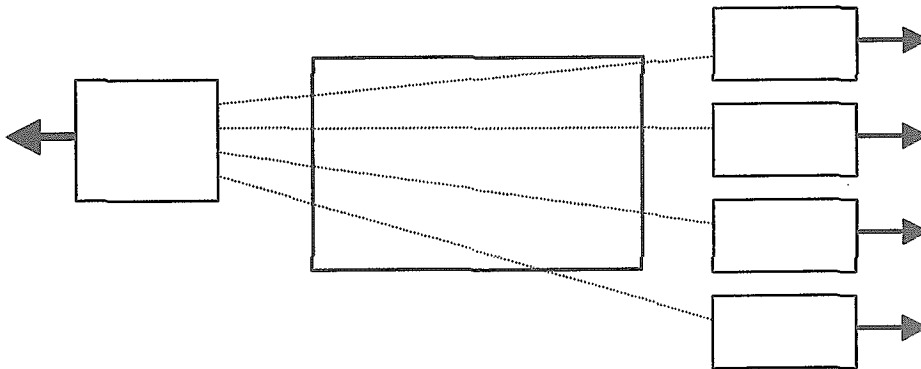


圖 5 ADSL 設備架構圖

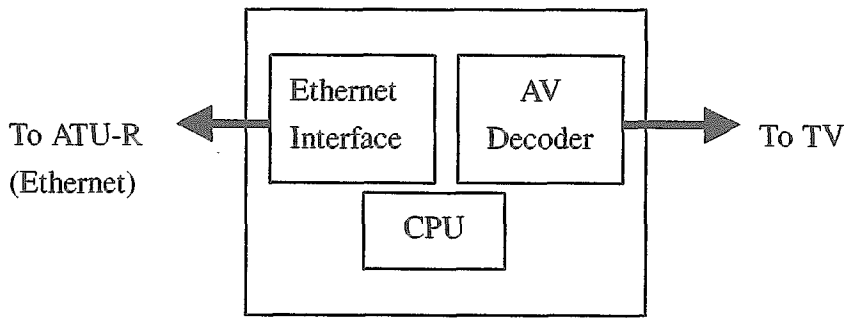


圖 6 音視訊解碼器 (STB) 架構圖

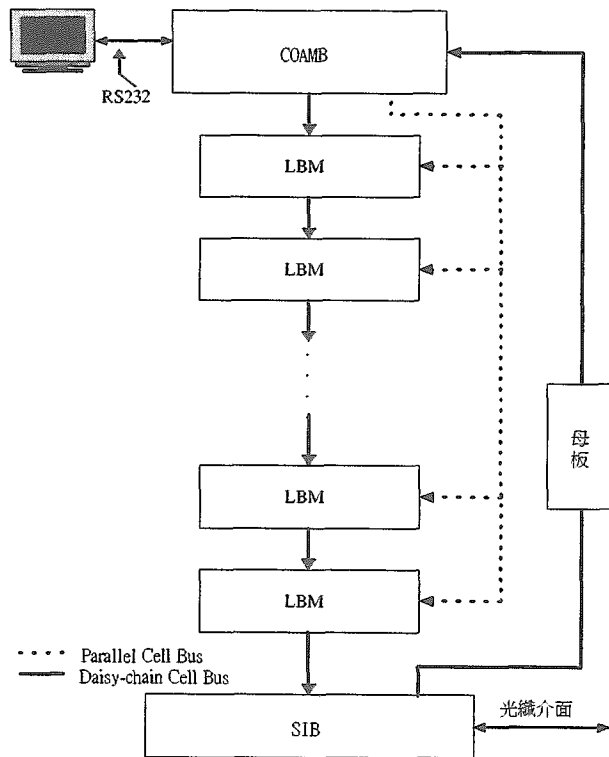


圖 7 AMX 的架構圖

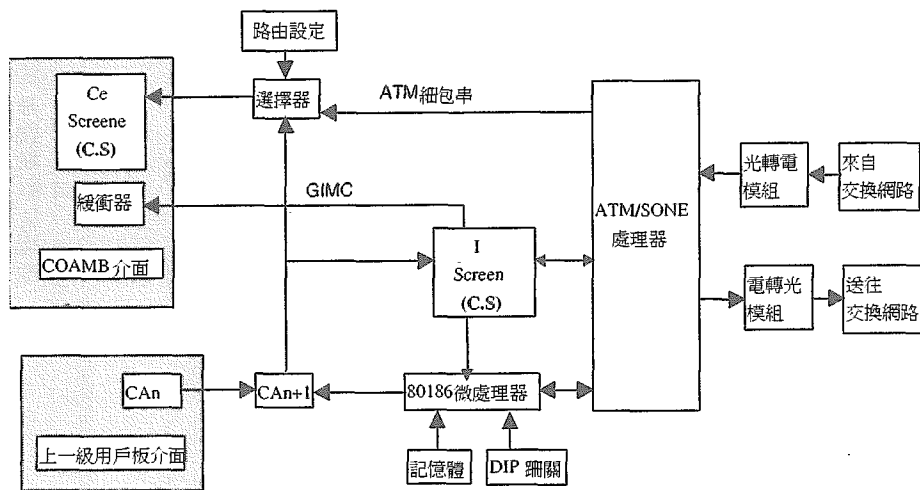


圖 8 SIB 的架構圖

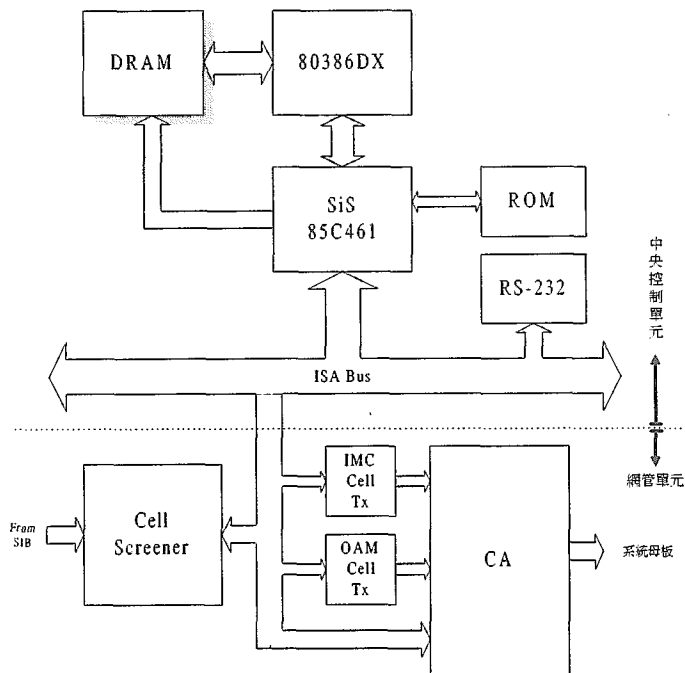


圖 9 COAMB 的架構圖

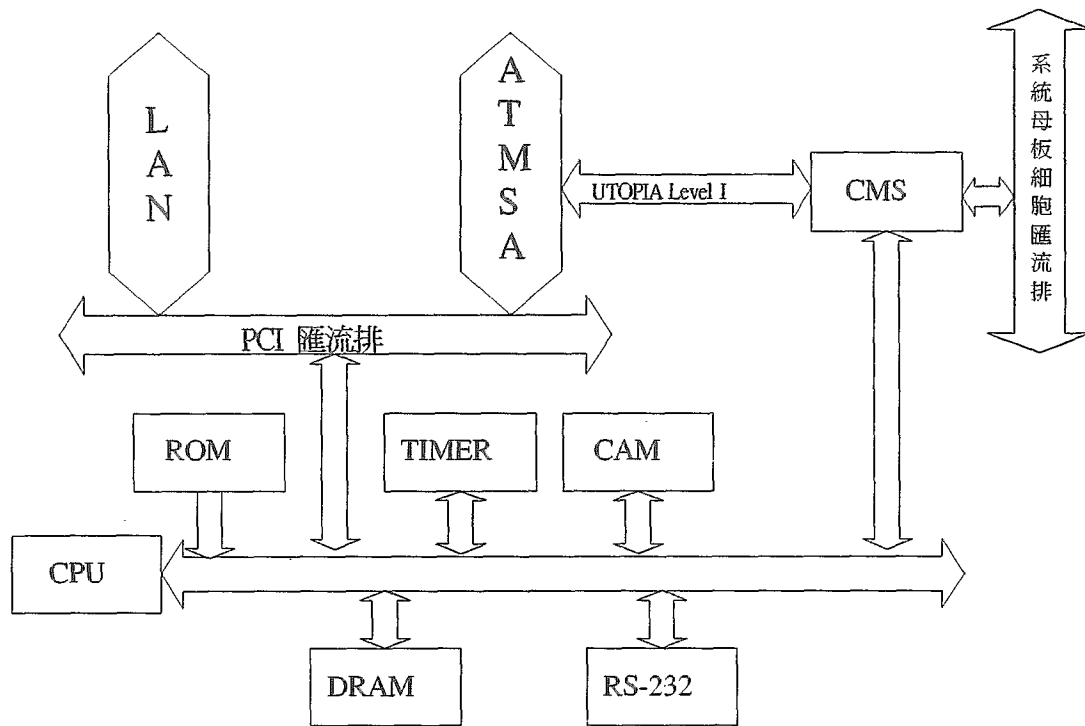


圖 10 LBM 的架構圖