

應用於動態聖誕燈之無線廣播數據傳輸技術

A Technology of Radio Broadcasting Data Transmission for Dynamic Christmas Lighting Systems

黃璽諺 楊岱軒 林光浩 曾振東

Shi-Yan Huang, Tai-Hsuan Yang, Kuang-Hao Lin, and Jan-Dong Tseng

勤益科技大學電子工程系

Department of Electronic Engineering, National Chin-Yi University Technology

khlin@ncut.edu.tw

摘要

本論文採用數位化副載波 RDS (Radio Data System) 技術做資料的傳輸並實現於聖誕燈之應用。此傳輸系統不需重新建立傳輸管道，利用現有 FM(Frequency Modulation) 調頻廣播特性進行數據的傳送。發送 FM 信號，遠端同時控制聖誕燈的閃爍型態及音樂等...效果。然而 RDS 系統主要透過內部之編/解碼核心技術來提高整個資訊傳送與接收之性能，因此解碼器能使傳統 FM 廣播接收器提升至數據傳輸功能。本論文將運用 RDS 系統傳送電台名稱、音樂及文字等數位訊號，藉由此項技術發展，遠端同時控制聖誕樹之燈效變化，不但可以將現行調頻廣播服務項目，由原來的廣播聲音服務提升至聲音文字及燈光效果傳送，增加許多新的應用項目及領域。

關鍵詞：RDS、FM、LED、編碼器、解碼器。

1. 前言

傳統聖誕燈較單一無變化，如自行可以改變其燈光閃爍、音樂、字幕設定及其他特效變化...等，在遠端使用電腦遙控聖誕樹，增加趣味性，豈不是一項非常創新的設計。因此，我們結合 RDS 技術及優勢來創造聖誕燈前所未有的視覺效果。

RDS 是由歐洲廣播聯盟(European Broadcast Union: EBU)成員國開發的一種系統，目前已有十餘年歷史，借助調頻 FM 廣播副載波進行數據傳輸的一種標準系統。此系統訂定傳輸電台的一種呼叫訊號並顯視在接收器上。歐洲訂定的調頻廣播副載系統也對傳呼、訊息通訊及電文廣播建立了標準化的規範，同時亦為即時的交通狀況資訊及差分修正全球訂位系統的傳送提供了一種的媒介。在歐洲 RDS 已是汽車音響之標準配備。因此，近幾年有關 RDS 之相關研究皆蓬勃發展[1]-[3]。

近幾年國內才開放 RDS 的應用，目前基本服務有：選台與換台資訊、節目項目數和貼標籤碼、收音機文字、位置與導航、時間與日期、透明資料通道、電台內部應用、收音機呼叫器、緊急狀況警告系統。在警察廣播電台與漢聲廣播電台都有相當的應用，進行即時新聞之資料傳播，漢聲電台之錄音室時間全使用 RDS 時間校正系統，使電台內所有時間都同步[4],[5]。RDS 功能強大，與其他的無

線傳輸系統相比，其特點在於數據廣播系統可以利用現在的廣播系統[6]-[8]：

- (1) 不需建台費用。
- (2) 本數據廣播不占用其他的頻率資源，只充份利用調頻廣播的副載波。
- (3) 可以選址解碼。
- (4) 保密性強，糾錯能力強。獨特編碼方式對信息進行加密，同時採用檢錯糾錯技術可糾正突發性錯誤碼。
- (5) 可在一個系統中發展多項業務。投資小，見效快。

運用此特性與聖誕燈做結合，不僅減少協定架設時間，降低錯誤率發生，經由電腦進行遠端傳送，將其數據轉換成我們想要的資料，加以控制及修改，亦能輕鬆上手，簡單控制數據傳送，依各人喜好自行設定 LED 特效變化，增加可看性，不再只是單一的 LED 閃爍，突破傳統聖誕燈所沒有的影音效果。其傳送原理亦可延伸於其他遠端傳輸系統上做控制，往後發展指日可待。

2. 系統架構

在發射端的硬體設備，市場上亦有現成的數位化副載波設備可採買，如 AZTEC 公司出產的數位化副載波編碼器(RDS Encoder)。而在接收機端的設計方面，除了原來之電路外，尚要加上 RDS 之解調電路、RDS 語法解譯器、液晶顯示幕 LCD 參考資料等等。數位化副載波編碼器與廣播系統連接情形大致上如圖 1 所示。

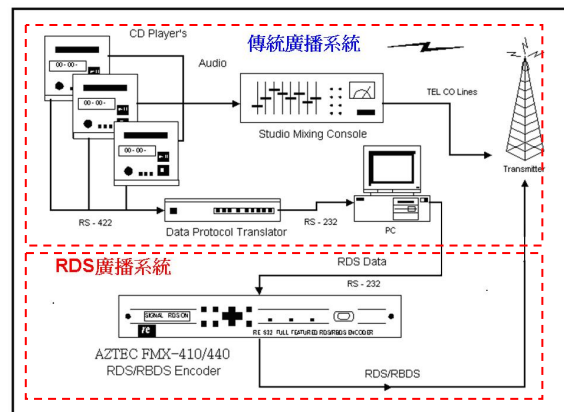


圖 1 數位化副載波編碼器與廣播系統連接情形

目前已有處理 RDS 之晶片上市，如 Philips 的 SAA6588T。都可以在調協器(Tuner)之混波信號(MPX)後處理直接得出 RDS 的數據(data)與時脈(clock)信號。以一般微處理器 (Microprocessor) 而言，處理 1.1875KHz 的資料串是一簡單之事。

現行的調頻副載波應用較廣為人知的有：附屬通道認證(Subsidiary Communications Authority：SCA)、RDS 及數據無線電信頻道(Data Radio Channel：DARC)系統。附屬通道認證：通常用於廣播非公開性的節目，例如：播送背景音樂，提供給旅館、飯店及超級市場等特別收聽戶，或者播送醫藥常識，語言教學及數據傳送等。RDS 為歐洲廣播系統之標準，美國於 1995 年亦推廣類似於 RDS 之 RBDS 系統。數據無線電信頻道：數據無線電信頻道為日本廣播系統之標準，1995 年正式播出，目前全日本有 54 個電台提供數據無線電信頻道資訊服務，由於數據無線電信頻道系統是目前唯一具有漢字的數位資訊廣播技術，且其規格與特性均優於其它副載波系統，並與 RDS 能同時使用於廣播，如圖 2 所示。

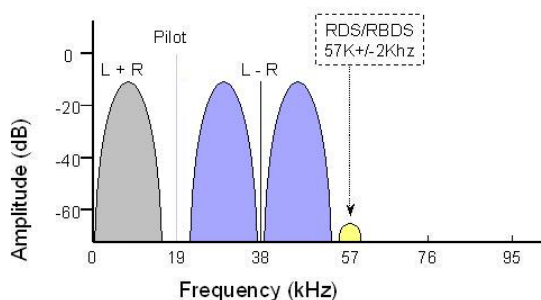


圖 2 調頻頻道內信號分佈圖

RDS 副載波最基本之電波傳送規格，是依據國際電訊聯盟(International Telecommunication Union：ITU)或聯邦電信委員會(Federal Communications Commission：FCC)等相關規範所制定。

RDS 是由副載波頻率、調變技術、資料速率三者互相搭配。使用 57KHz 是因為調頻立體聲之導引(Pilot)信號為 19KHz，而 19KHz 之三倍頻為 57KHz，如此一來發射端有極佳的信號參考源作相鎖迴路(Phase Lock Loop：PLL)，以避免因導引信號與 RDS 之相差所產生的干擾，以及合乎 10 度以內之相差要求。RDS 的資料速率為 1.1875KHz 則是來自於 57KHz 除 48 所得之 1.1875KHz，相當於早期電腦之 1200 鮑率(Baud rate)數據機。調變技術使用雙相位鍵移(Binary Phase Shift Keying：BPSK)方式，如此可用 1.1875KHz 為基頻，以 +/-90 度就可判別出 0 或 1 的邏輯信號，其所佔頻寬為 4KHz，即 +/-2KHz。將 RDS 解調後的數位資訊加以利用，以提高整個服務項目，本論文利用其中基本的選台與換台資訊技術，將電台名稱碼轉換成燈效數據做控制，達到燈光變化的效果。

綜合上述之 RDS 信號傳送特性可得表 1 之結果。

表 1 RDS 信號傳送特性

參數	描述
副載波頻率	57KHz +/- 6Hz (3 倍 19KHz 立體聲指標)
資料速率	1.1875K bit/sec +/-0.125 bit/sec
頻道編碼	104 bit 包括 / 40 bit parity
可用資料速率	0.7308 K bits/sec
調變技術	BPSK (binary phase shift keying) +/-90 度
佔用頻寬	+/-2.5K Hz (55.75~58.25K Hz)
相容其它副載波	FMSS (DARC) ...
顯示幕	8 個英文字

3. 發送介面

發送端部分，以 Visual Basic 自行開發遠端聖誕燈控制操作介面控制，利用 AZTEC 公司出產的數位化副載波編碼器(RDS Encoder)AZTEC FMX-410/440 將燈效數據傳送至接收平台，改變聖誕樹燈光效果變化，以方便使用者操作。圖 3 為操作介面。

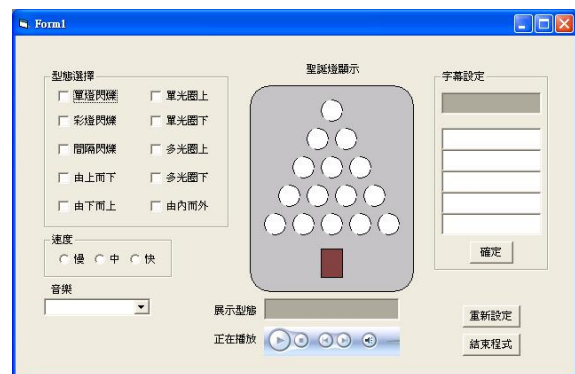


圖 3 遠端聖誕燈控制操作介面

操作介面中，可以進行型態選擇、速度切換、音樂及字幕設定，所做的選擇及設定都會由中間的聖誕樹模擬出來，其暗灰色部分為展示，字幕設定每行可輸入 8 個 ASCII 碼，一次可設定 5 行做循環顯示，以上皆為初步規劃，功能將會不斷進行修改及創新，改善傳統的單一性。如圖 4。

此設計理念將龐大且複雜的聖誕燈硬體介面，簡化成由電腦來控制傳輸，擷取 RDS 系統內的 baseband code，利用其中的一 Group，擷取程式碼修改，轉換成燈效數據碼加以設定，丟回原封包傳送，對使用者而言，一來只需在電腦上做設定，依個人喜好輕鬆而簡單改變聖誕樹特效變化，二則可以直接從電腦觀看聖誕燈閃爍情形，極為方便，減少電路操作的時間，提升效率。

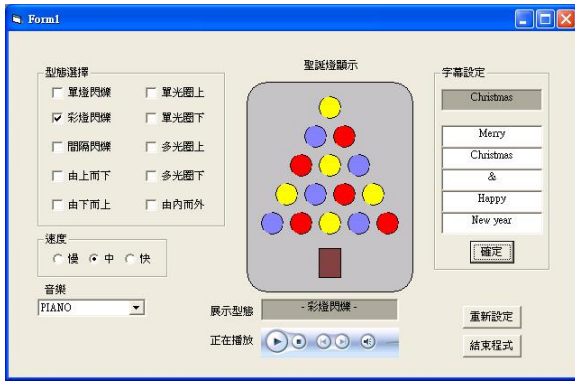


圖 4 操作介面

4. 接收硬體

圖 5 為 RDS 接收器的硬體方塊圖，一般傳統調頻接受器的設計上是無 RDS Demodulator 和 RDS Decoder，為了使傳統調頻接受器能接收數位資訊，將必須新加入此兩功能方塊，前者是將類比訊號轉換成數位訊號，後者是將一串列的數位訊號做解碼的動作。為完成整個數位資訊的擷取，此接收器另需微控器 (Microprocessor) 以處理顯示面板等週邊電路與資料間的介面傳輸，以達成商品化之接收機功能。

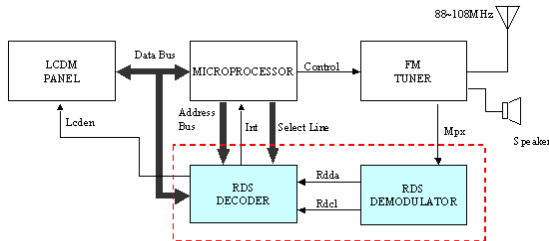


圖 5 RDS 接收器的硬體方塊圖

在電路上所用到的主要元件(IC)有如下：

- MICROPROCESSOR 89C51
- SAA6588T, RDS Demodulator、RDS Decoder
- OM5610, Matchbox global FM tuner
- LCDM PANEL

其各硬體區塊說明如下：

FM TUNER：有別於傳統調頻訊號之射頻模組，此射頻接收模組不但具有傳統立體聲之音頻訊號接收功能，另可接收數位化副載波之混波信號；其中立體聲信號直接送往揚聲器輸出，而混波信號由 TUNER 接收後，再送往 RDS 解調器 (RDS DEMODULATOR) 作信號解調變處理，此模組功能可透過 PHILIPS OM5610 晶片完成[9]。

RDS DEMODULATOR：RDS 調變技術使用雙相位鍵移 (Binary Phase Shift Keying, BPSK) 方式。主要負責將調頻副載波混波訊號解調變，並

透過類比/數位轉換器將類比訊號轉換成數位訊號，輸出數位訊號主要分為兩種，一為串列資料訊號 (Rdda)，另一訊號為時脈訊號 (Rdcl)，其時脈訊號 (Rdcl) 頻率為 1.1875KHz。整個解調變功能可透過 SAA6588T 晶片完成。

RDS DECODER：此解碼方塊輸入訊號主要包含串列資料訊號 (RDDA) 與時脈訊號 (RDCL)，經過同步、解碼、糾正、最後輸出副載波之解碼資料。由於微處理器需處理大量的資料，對於一些非即時的資訊便需大量的記憶空間存放，因此利用 CPLD 設計一記憶體以增加使用空間，目前使用 32K BYTES。為了讓使用者透過功能鍵的輸入，來設定系統功能之選項如選擇電台頻率，因此設計 8 個按鍵輸入。為了有效管理資料匯流排上的存取操作，CPLD 利用位址解碼方式來規劃與定址，使資料匯流排達到最佳使用效能。與 RDS DEMODULATOR 整合成一顆晶片 SAA6588T。

MICROPROCESSOR：微處理器為此接收器主要控制核心，採用 ATMEL 89C51 設計而成，除了 RDS Demodulator 以外，微處理器掌控系統中所有方塊功能，最主要是讀取 DECODER 之 RDS 數位資訊，並分析其資料型態而做不同的運用，可依使用者的需求而設計不同的應用程式。

LCDM PANEL：作為顯示 RDS 訊息之液晶顯示器，目前顯示的資訊有電台名稱和即時時間等。LCM 使用的規格為字型型 16X2。

5. 實驗結果

將以設計好的聖誕燈傳輸介面由 PC 輸入欲發送之訊息，經由 RS-232 發送至 AZTEC FMX-410/440 RDS 編碼器，編碼器經由 BNC 接頭將已編碼之資料傳送至 FM 發射器，並調整與接收器相同之頻率，則可順利接收到發射器之訊號，傳送燈效與聲音數據，對聖誕燈進行遠端控制，圖 6 為發送端設備。

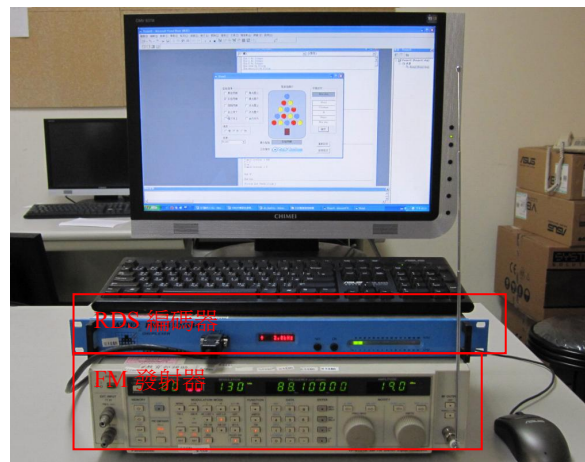


圖 6 聖誕燈發送端設備

接收端電路主要功能為 RDS 的接收控制以及訊號的處理，此相關電路採用 SAA6588T 之 Demodulator 和 Decoder，藉由這類 IC 相互配合使整個電路發揮出我們所需的功能。在接收調頻副載波訊號之前，必須先設定好電台頻率(範圍為 88~108MHz)，但不是每一電台都有副載波訊號，因此要設定在有副載波訊號之電台上。設好電台頻率後，FM Tuner 模組會送出一混波訊號到 Demodulator，解調之後又送出一串列訊號，此串列訊號再經由 Decoder 進行解碼、偵錯與校正，解出完整資訊，然後依據 SAA6588T 之資料格式一一將資訊讀出，經微處理器 8051 將資訊顯示或輸出到各個介面上，如圖 7 所示為 RDS 接收平台。

按鈕(KEY PAD)可以選擇 FM 廣播頻率，確認是否與發送端連接，並由 LCD 顯示，辨識無誤後亦可輕鬆控制動態影音聖誕燈之運作。其按鍵功能如下：

上鍵：頻率向上遞增，按一次為增加 0.1MHz。

下鍵：頻率向下遞減，按一次為減少 0.1MHz。

左鍵：調整 LCD 顯示模式。

右鍵：調整 LCD 顯示模式。

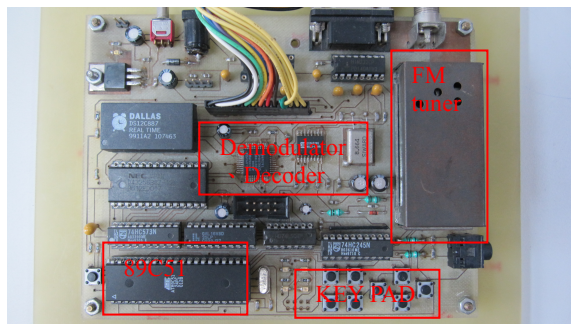


圖 7 RDS 接收器平台

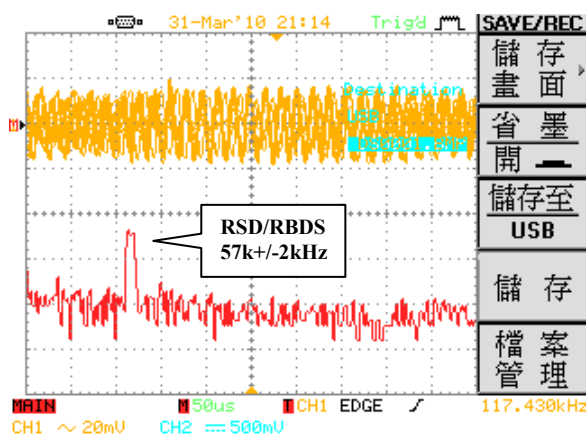


圖 8 混波信號(MPX)訊號

利用 RDS 編碼器與 FM 發射器傳送調頻副載波訊號，再透過本系統接收訊號，實現系統運作與功能測試。圖 8 為 RDS 調協器擷取之 MPX 信號，利用此信號處理直接得出 RDS 的數據與時脈信號，進行解碼的動作。

6. 結論

結合 RDS 傳輸技術，經由電腦進行遠端控制，利用訊息傳輸應用之設計與實現，將數據傳至接收硬體，經過傳送端與接收端之系統驗證無誤，整合聖誕樹達到創新的效果，在整套系統上非常具有邏輯性，此無線廣播數據傳輸技術亦可發展出許多系統之應用。傳統調頻廣播對使用者來說，多了額外服務便可增加其產品附加價值與誘因。此外採用微處理器 MICROPROCESSOR 89C51 做為此接收器主要控制核心，有效率控制系統周邊原件，呈現動態聖誕燈之變化，並透過自行開發之遠端聖誕燈控制操作介面，能方便使用者快速編輯動態展示程序。因此，本論文提供新的應用技術，相較於傳統聖誕樹將會有不同層面的感受。

致謝

This work was supported by the National Science Council (NSC), Taiwan, R.O.C. under Grant NSC 98-2218-E-167-004. The authors would like to thank the National Chip Implementation Center (CIC) of Taiwan for technical support.

參考文獻

- [1] C.C. Li, C.E. Lin, C.F. Tsai and S.C. Chiang, "An airborne Collision Avoidance System for low altitude flights using Radio Data System," *IEEE/AIAA Digital Avionics System Con.*, pp. 6.A.2-1—6.A.2-6, Oct. 2008.
- [2] D. Ruffieux, T. Melly, V. Peiris, J.-F. Perotto, N. Raemy, and E. Le Roux, "A 1.2-mW RDS Receiver for Portable Applications," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol.39, pp. 995-1005, July 2004.
- [3] J.-Y. Lin, K.-H. Lin and S.-Y. Lee, "Digital RDS demodulation in FM subcarrier systems," in *Proc. IEEE Asia-Pacific Conf. Circuits Systems*, vol.1, pp. 221-224, Dec. 2004.
- [4] Specification of the Radio Data System (RDS), EBU Document EN 50067.
- [5] J. Matulic, G. Sisul and B. Modlic, "Realization of RDS Encoder with atmel microcontroller," *Int. Conf. Applied Electromagnetics Commun.*, pp.1-4, Sept. 2007.
- [6] C. Bonnet, "EGNOS broadcasting over RDS," *Int. Symp. Electron. Marine*, pp. 131-136, June 2004.
- [7] Simon Haykin, "Communication Systems," John Wiley and Sons, 2001.
- [8] Yaqin Chen, Chong Pan and Yan Zhang, "Bandwidth Analysis of FM Multiplex Broadcasting," *Int. Conf. Microwave Millimeter Wave Technology*, pp. 412-415, Sept. 2000.
- [9] PHILIPS, "OM5610, Matchbox global FM tune data sheet", Apr 25.1997.