

基於資料壓縮與資料重組最佳化方法 於高速傳輸之電磁干擾抑制技術

EMI Reduction Techniques For High Speed Transmission By Data Compression And Data Arrangement Optimization

曾明宗
長榮大學
資訊管理研究所
科工組

eric.b1015@msa.hinet.net

龔志賢
長榮大學
科技工程管理學系
副教授兼系主任

kung@mail.cjcu.edu.tw

龔志銘
實踐大學高雄校區
資訊科技與通訊學系
助理教授

alex@itc.kh.usc.edu.tw

摘要

近年來，LCD 使用廣泛如使用在筆記型電腦、手機、液晶電視等，LCD 解析度、頻率不斷的提高，其資料傳輸採用數位差動訊號等介面傳輸，例如高畫質電視以 NTSC 系統為例每秒 30 畫面下，當解析度愈高其傳輸頻率愈高，如此才能在每秒 30 畫面下將視訊資料傳送完畢，視訊資料變化相等電壓位準變化，根據電磁理論電生磁，故變化頻率愈快其 EMI 影響愈大，故在傳輸過程中也相對提高了 EMI 問題。同理，在任何有線高速傳輸影像資料所造成的 EMI 問題，如何有效降低 EMI，是本論文提出資料壓縮結合資料重組最佳化方法，來降低資料在通道傳輸的 EMI 問題，根據資料壓縮理論此方法有效降低 EMI。

關鍵字：EMI、LVDS、資料壓縮、資料重組最佳化

Abstract

We developed EMI (Electromagnetic Interference) reducing techniques that utilize a data compression EMI suppression method and data arrangement optimization for Low Voltage Differential Signaling (LVDS) transmission lines. It use the data compression and the data arrangement optimization to reduce EMI for high speed transmission. Many file formats use various types of compression to reduce file size. Some of these compression schemes are considered lossless because the algorithms they use compress data without removing detail or color information. The compression can reduce redundancy data. The novel technique reduced

EMI by 3~8 dB for LVDS transmission interface.

Keywords : EMI、LVDS、Data Compression、Data Arrangement Optimizations

1. 前言

在大量的資料傳輸，如何有效降低 EMI 問題，本篇提出資料壓縮(Data Compression)與資料重組最佳化 (Data Arrangement Optimization)方法，來降低資料在通道傳輸的 EMI 問題，利用資料壓縮方法分別有：(1)無失真資料壓縮法：Huffman 編碼、Shannon-Fano 編碼、算術編碼、LZ 編碼等，(2)失真資料壓縮法：預測編碼、非冗贅取樣編碼、方塊截短編碼、轉換編碼、向量量化編碼、分頻編碼、小波編碼、影像碎形壓縮、階級式編碼法、視訊編碼等，其介面(Interface, IF)應用非常廣泛，例如應用在液晶電視(LCD-TV)方面的介面有 LVDS、RSDS、PPDS、DVI、Display-Port、HDMI 等有線差動訊號傳輸，或利用網路傳送影音視訊資料等，只要有線的(Cable)資料傳輸，在傳輸線上二進位數位訊號的變化，依變化頻率愈高其 EMI 問題也愈嚴重。

若以液晶電視(LCD-TV)應用而言，如圖 1 所示，假如視訊資料來源為 DVD 播放器(Player)透過視訊電路板(Video Board)的 HDMI 接收送給視訊微處理器(Scaler)晶片解碼，再轉換成 LVDS 資料格式傳送給面板(T-Con Board)，此時，在視訊微處理器(Scaler)晶片解碼後，本論文加入資料壓縮將資料大量降低，並重新組合排列傳送，在接收端，將資料反排

列還原後再解壓縮，如此在排線傳輸通道上可有效降低 EMI。

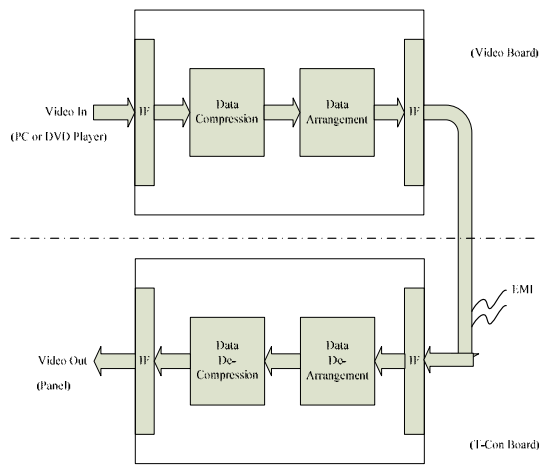


圖 1 系統架構方塊圖

2. 文獻探討

現有相關文獻技術有日本東芝(Toshiba)公司所發表的 VDE 技術來降低 EMI，其 VDE 演算法定義如下，在一張畫面的影像資料的第一條水平線的影像資料輸出不被轉換改變，在兩個相鄰的水平(Horizontal)線影像資料的垂直資料相對關係，第一條水平影像資料為基準不變，由第二條水平影像資料減第一條水平影像資料，第三條水平影像資料減第二條水平影像資料，如此依序直到最後一條水平影像資料減最後倒數第二條水平影像資料，如下公式所示。

$$[n\text{-th line image data}] = [n\text{-th line image data}] - [(n-1)\text{-th line image data}]$$

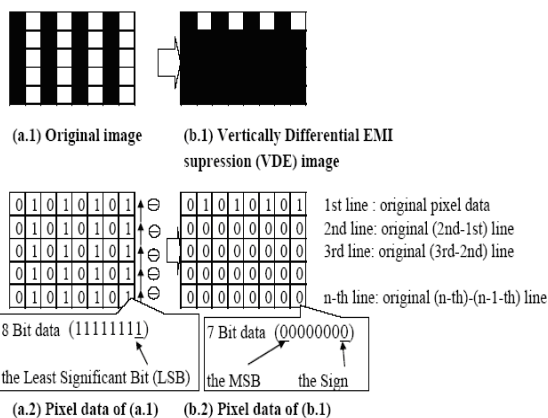


圖 2 VDE 方法概念圖[4]

依上述公式期望相減後的值為零，如圖 2(b.1)所示，如此資料在傳送時就不會有變化，

變化頻率降低，EMI 也跟著有效降低。現有相關技術有日本東芝(Toshiba)公司提出的 VDE 方法，缺點為其須影像相似度即高，如此影像資料相減，才可獲得比較多的影像資料內容為零，當其影像動態內容不同的變化，此技術降低 EMI 有限。

故本研究提出影像資料壓縮 (Data Compression) 結合資料重組最佳化 (Data Arrangement Optimization) 方法，可不限於靜態影像或動態不同影像，因其影像資料轉換至頻率域再經過量化、編碼後，故其影像資料內容大都為零，再經過資料重組最佳化方法，因其資料大都為零，故在傳輸通道上的變化頻率大大降低，故可大幅降低 EMI。

2.1 資料壓縮原理

此研究架構如圖 1 所示，其中一個核心為資料壓縮與解壓縮，資料壓縮方法很多種類如上所述。

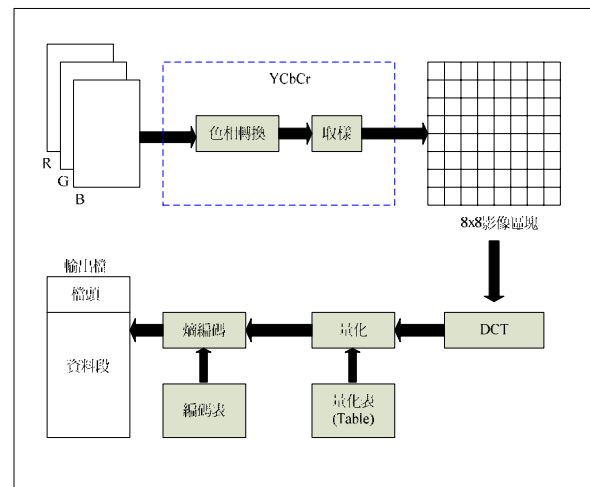


圖 3 JPEG 壓縮方塊流程圖[5]

在此採用 JPEG 壓縮法，接下來簡述 JPEG 資料壓縮原理。如圖 3 所示為 JPEG 壓縮的方塊流程圖，分別為色相轉換(Color Space Transform)、取樣(Sampling)、離散餘旋轉換(DCT)、量化(Quantization)及熵編碼(Entropy Coding)等。首先，將一張影像資料 R/G/B 經過色相轉換為 YCbCr 亮度與色度分離的影像，因為人眼對亮度比較敏感，對顏色較不敏感尤其在高頻部份，接著取樣在經過離散餘旋轉換(DCT)，將空間域的影像資料轉換成頻率域影像資料做處理，然後再量化，此時已經將一張影像資料高數值化已降低為低數值化，甚至影

像內容大都為零的數值，接著，再做影像編碼，更可將資料量大幅降低。同理，在接收端接受到此資料的壓縮與資料重組最佳化，須將此重組資料還原並解壓縮還原資料，其還原流程亦如下壓縮流程之反過程。

2.2 實現方式(Implementation)

應用於大量資料高速傳輸降低電磁干擾(EMI)技術，使用資料壓縮結合資料重組最佳化方法，其架構如圖 1 所示，本研究將採用兩塊平台來實現，一塊平台做為資料壓縮與資料重組最佳化演算法開發使用，模擬大量資料傳送所面臨的電磁干擾(EMI)問題，另一塊平台做為解壓縮與資料還原重組演算法開發，作為接收大量資料使用，開發平台如圖 4 所示。

本研究將採用友晶科技公司的 DE2 產品當作開發平台，原因是此平台非常適合作為資料壓縮與解壓縮演算法開發使用，它採用 Altera 的 Cyclone-II FPGA 為核心，可編輯邏輯電路，且有內建 Nios 微處理器可作為演算法核心運算，並提供相關週邊裝置 IP 使用，故非常適合做為開發平台使用。

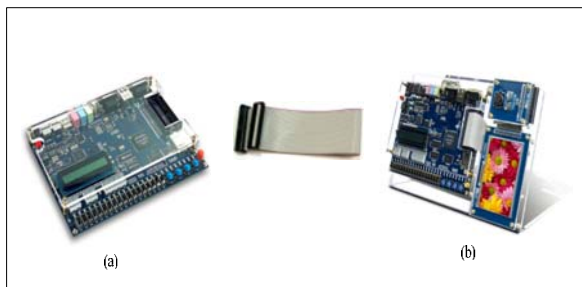


圖 4 演算法發展開發平台

圖 4.(a)所示為資料壓縮與資料重組最佳化演算法開發使用，模擬大量資料傳送所面臨的電磁干擾(EMI)問題，依圖 1 架構此研究重點之一為資料壓縮與解壓縮演算法，其資料壓縮方法分別有：(1)無失真資料壓縮法：Huffman 編碼、Shannon-Fano 編碼、算術編碼、LZ 編碼等，(2)失真資料壓縮法：預測編碼、非冗贅取樣編碼、方塊截短編碼、轉換編碼、向量量化編碼、分頻編碼、小波編碼、影像碎形壓縮、階級式編碼法、視訊編碼等，本研究採用 JPEG 壓縮法，以 Nios 微處理器為核心開發資料壓縮演算法運算。其傳輸介面應用非常廣泛，如應用於液晶電視方面介面有，LVDS、RSDS、PPDS、DVI、HDMI、Display-Port..等，只要是數位有線的訊號傳送都符合此降低 EMI 技術

的應用，在此採用 LVDS 介面模擬資料壓縮結合資料重組最佳化方法，透過擴充槽介面排線連結，並在 FPGA 裡內建 LVDS IP(VHDL)介面。

圖 4.(b)所示為資料解壓縮與資料重組還原演算法開發使用，模擬大量資料接收所面臨的電磁干擾(EMI)問題，以 Nios 微處理器開發解壓縮運算核心，並利用 FPGA 做邏輯運算將資料重組還原為原使資料，並顯示於液晶螢幕上顯示圖像來顯示資料是否正確。

3. 資料壓縮結合資料重組最佳化對 LVDS 介面 EMI 量測問題

3.1 以傳統 LVDS 傳送協定為例 (Conventional LVDS Data Format)

圖 5 所示為 JEITA(Japan Electronic and Information Technology Industries Association) 制定的 LVDS 資料傳送的排列方式，一個時脈(clock)週期傳送 7-Bit 資料，資料輸出被傳送放在 4 通道差動訊號線上(out0,out1,out2,out3)，傳統 LVDS 它的資料排列與傳送方式如圖 5 所示，由此來量測觀察原來的圖像(Pattern)不經過資料壓縮與資料重整排列最佳化處理對 LVDS 資料傳送，所造成的 EMI 影響，與資料壓縮與資料重整排列最佳化(Data Arrangement Optimization)處理，LVDS 資料傳送對 EMI 的影響。

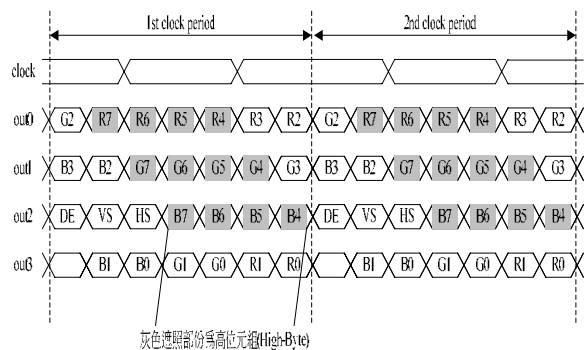


圖 5 傳統 LVDS 資料傳送格式

[註]：R7、G7、B7 為最高位元，R0、G0、B0 為最低位元，DE 為資料致能訊號，VS 為垂直同步訊號，HS 為水平同步訊號。

3.2 LVDS 資料重組排列最佳化 (LVDS Data Arrangement Optimization)

圖 6.(a)所示為 LVDS 資料重組經過最佳化排列，圖 6.(b)所示為它的通道傳送資料的波形，因資料壓縮過後大部份資料都變為零，再經過軟體將 LVDS 資料格式重新排列做最佳化，在 1st 時脈週期(Clock-Cycle)內，通道 out0 資料排列 R0~R6, out1 資料排列 B0~B6, out3 資料排列 G0~G6, 其中 out2 資料排列有 DE, VS, HS 與 Rs, Gs, Bs, 其中 Rs, Gs, Bs 為辨識正向或反向符號位元，因 DCT 轉換時將影像資料減去 128，故影像資料 8bit 的內容從(0~255)-128 得到 -128~+127，如圖 6.(a)所示，在 2nd 時脈週期資料排列映射(mirror)相反排列，如此可觀察到在 out0(out1、out2、out3 依此類推)高位元組(High-Byte)，因為影像資料經過資料壓縮大部份資料都變為 0，所以資料量與數值變小，故高位元組 R3~R6 接著 R6~R3 幾乎可能是 0，所以在傳輸通到上資料變化(0 變 1，1 變 0)頻率降低，資料變化頻率降低代表通道上的波型變化亦降低，故可大幅降低傳輸通道上 LVDS 資料傳輸對 EMI 的影響，波形如圖 6.(b)所示。

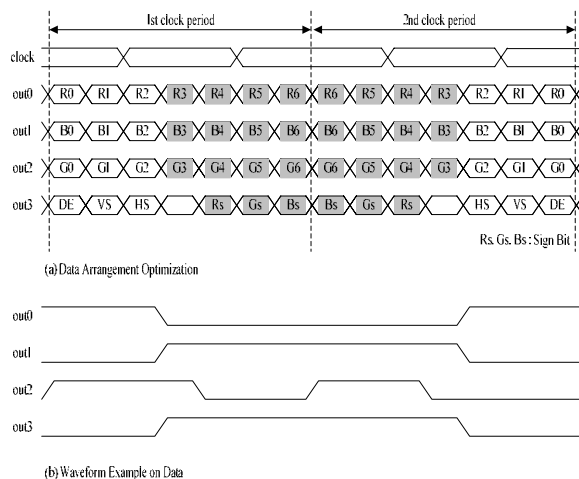


圖 6 LVDS 資料重組最佳化格式

因資料壓縮後數值變小，其數值愈小其二元變化都在低位元組(Low-Byte)，其高位原組(High-Byte)幾乎為 0 不變化，在一般影像資料是依二進位(Binary)位元資料被傳送在兩條差動訊號線或更多對的差動訊號線上。對於這個案例，我們將影像資料重新排列 Bit0~Bit7 接著 Bit7~Bit0 資料傳送，R7 為 MSB、R0 為 LSB，所以其高位元 R7~R4 幾乎是 0 不變化，

因壓縮後的資料已大幅將數值降低為零且再重整排列最佳化，故可大幅有效降低資料在傳輸通道(傳輸線)上的電磁干擾(EMI)，如圖 6 所示。

3.3 差動訊號重新排列最佳化對 LVDS 傳輸通道(傳輸線)的影響

由圖 7 所示為傳輸通到上差動訊號排線剖面圖，一般差動訊號排線為 A+、A-、G、B+、B-，資料在通道傳送，電壓電流變化會產生電場(E-Field)，當通道排線為 A+、A-、G、B+、B- 傳送資料時，由圖 7.(1)可觀察知電場對共地 G(Common Ground)產生干擾，因電場是同方向所以對共地 G 造成干擾增大，故 EMI 干擾亦增大，所以經過重新排列 A+、A-、G、B-、B+，由圖 7.(2)所示發現電場對共地 G 的方向相反，電場相反有抑制干擾的效果，故可減低 EMI 干擾。[4]

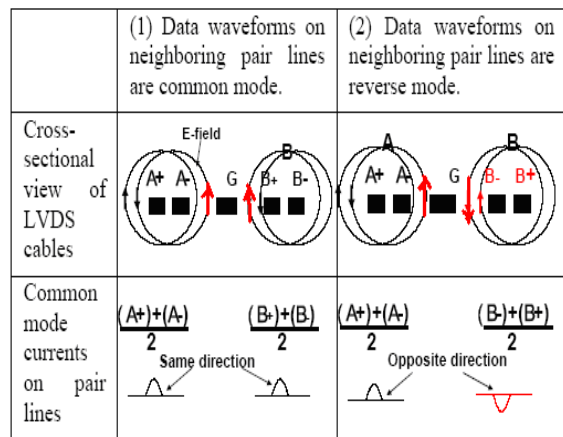


圖 7 差動訊號重新排列最佳化對 LVDS 傳輸通道(傳輸線)的影響[4]

4. 結論

在業界工程師致力於設計電子產品，往往好不容易電子產品設計成功，卻礙於電磁干擾(EMI)安規的規範卻無法出貨，導致心血白費，採用本研究論文提出的資料壓縮演算法結合資料重組最佳化方法，如圖 8.1 所示為原本的未經過資料壓縮結合資料重組最佳化之 EMI 掃瞄圖，與圖 8.2 經過資料壓縮演算法結合資料重組最佳化方法處理的圖像做 EMI 掃瞄，比較分析發現原本圖像沒經過資料壓縮結合資料重組最佳化處理其 EMI 的值最高約為

48db，圖像經過資料壓縮結合資料重組最佳化方法處理，其 EMI 的值為約 42db，降低了約 6db，我們反覆送不同的圖像測試掃瞄 EMI，其有經過資料壓縮演算法結合資料重組最佳化方法處理的 EMI 的值平均大約可以降低 3 ~ 8db。本研究反覆不斷測試的結果，依資料壓縮理論其高壓縮率應可再大幅降低其 EMI，這是未來改善演算法期望的目標。

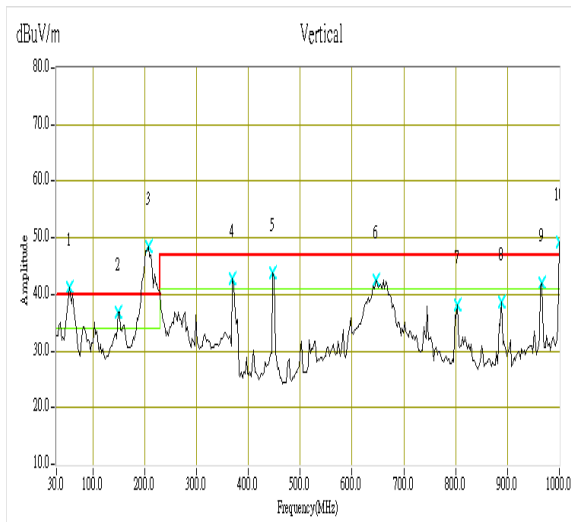


圖 8.1 未經過資料壓縮與資料重整最佳化之 EMI 掃瞄

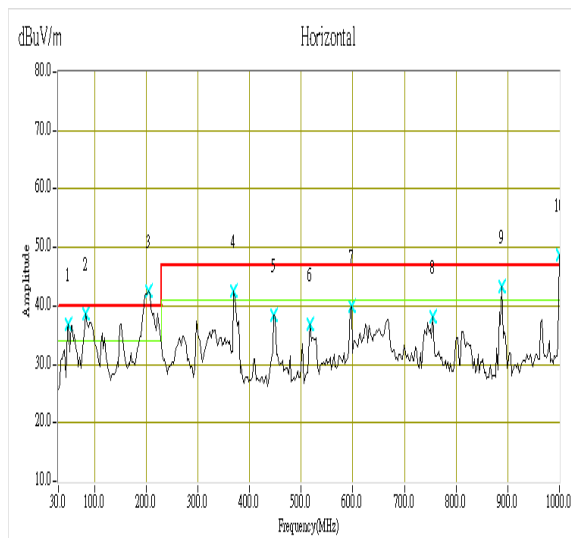


圖 8.2 經過資料壓縮與資料重整最佳化之 EMI 模擬掃瞄

參考文獻

- [1] H.Okumura and M.Baba, "Vertically Differential EMI Suppression Method for High-Resolution LCDs," International Display Research Conference (IDRC), pp.329-332, July.2003.
- [2] JEIDA , Digital Monitor Interface Standard Version 1.0, pp.31-32, EIDA-59-1999,<http://it.jeita.or.jp/document/publica/standard/summary/Dism-v1j.pdf>.
- [3] GLOBALSPEC, "The Engineering search Engine," <http://www.dlsemc.com/cispr22.html> .
- [4] EMI Reducing Techniques for Low Voltage Differential Signaling by Applying a Vertically Differential Method and Data Arrangement Optimization - Ayako Takagi, Masahiro Baba, and Haruhiko Okumura, p-193, SID2007,
- [5] 陳同孝、張真誠、黃國峰，數位影像處理技術，旗標圖書出版公司，民國 93 年 9 月，初版。
- [6] 戴顯權、陳滢如、王春清，多媒體通訊原理、標準與系統，紳籃出版社，民國 92 年，初版。
- [7] 戴顯權，資料壓縮，旗標圖書出版公司，民國 96 年 8 月。
- [8] 鐘國亮，資料壓縮的原理與應用，全華圖書有限公司，民國 93 年 10 月。
- [9] J. Ziv and A. Lempel, "A universal algorithm for sequential data compression," IEEE Trans. On Information Theory, 23(3), pp.337-343, 1977
- [10] T. A. Welch, "A technique for high performance data compression," IEEE Trans. On Computers, 1984