

以 FPGA 實現 工業型噴墨印表機控制系統

Design an Industrial Printer base on Altera DE10 Platform

邱轅、曹靖婕 指導教授：嚴茂旭

【摘要】

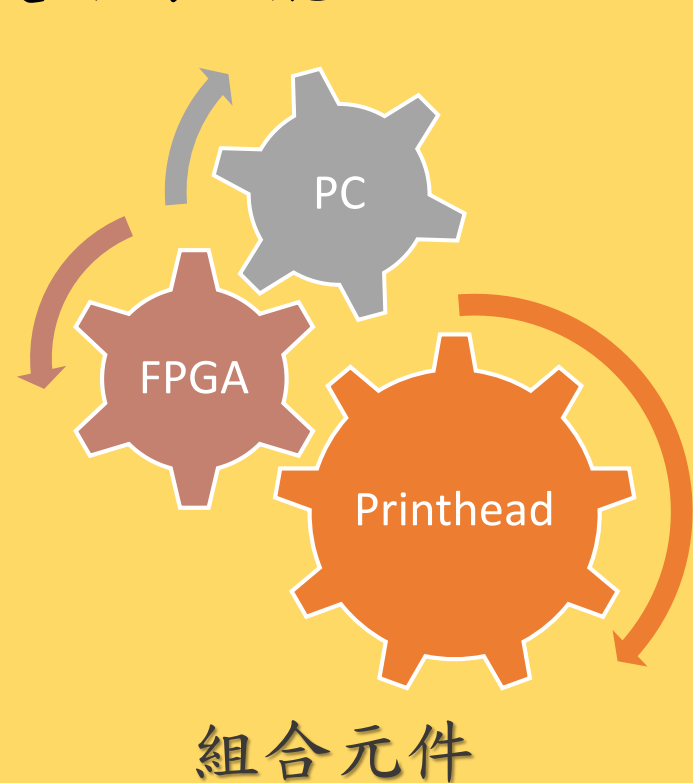
工業型印表機大量運用在生產線上，而如何列印出精確的圖形或文字在各種物品上為一大難題，因為物品的移動速度並非等速運動，噴墨品質需不被此因素影響。本專題所設計的系統不僅能夠高速且精密計算出物體速度和噴寫頭之距離，還能藉由特殊架構，減少硬體電路和噴寫頭的消耗。



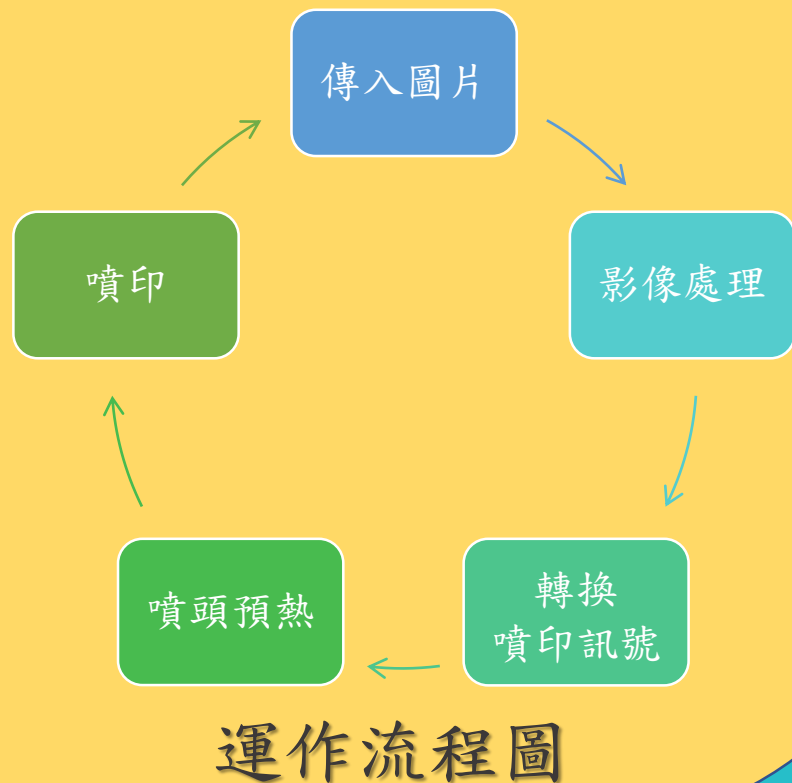
工業型印表機(出自金泰實業)

【研究動機】

此計畫欲設計一款抽象化的硬體核心架構，整合來自不同廠牌的噴寫頭規格，使得噴印工廠只需要更換噴寫頭模組並燒錄至FPGA即可啟動噴印，替代普遍使用的CPU或MCU，達到更好的效能。



組合元件



運作流程圖

【影像處理】

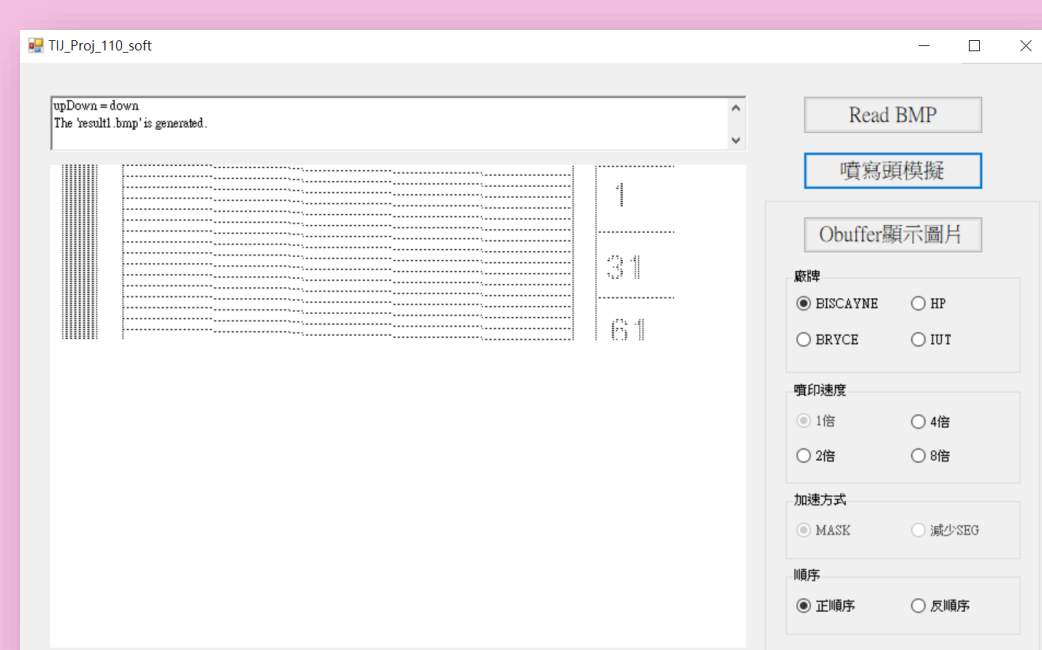
印表機系統的核心架構為影像處理模組，目的是將主機傳入的影像進行一連串的处理程序，使得影像達到預期的設定。此模組的架構設計是透過一個控制中心，與每個小模組進行握手協定(Handshake Protocol)，並透過管線化(Pipeline)，使其達到更好的效能。



影像處理功能與流程

【軟體輔助驗證】

由於每張圖的資訊量均十分龐大，為節省時間與提高硬體驗證時的正確性，我們利用Visual Basic設計了一款輔助驗證軟體。這套軟體的另一大功能為模擬訊號，類似EDA Tool中的在線仿真器(In Circuit Emulator, ICE)。



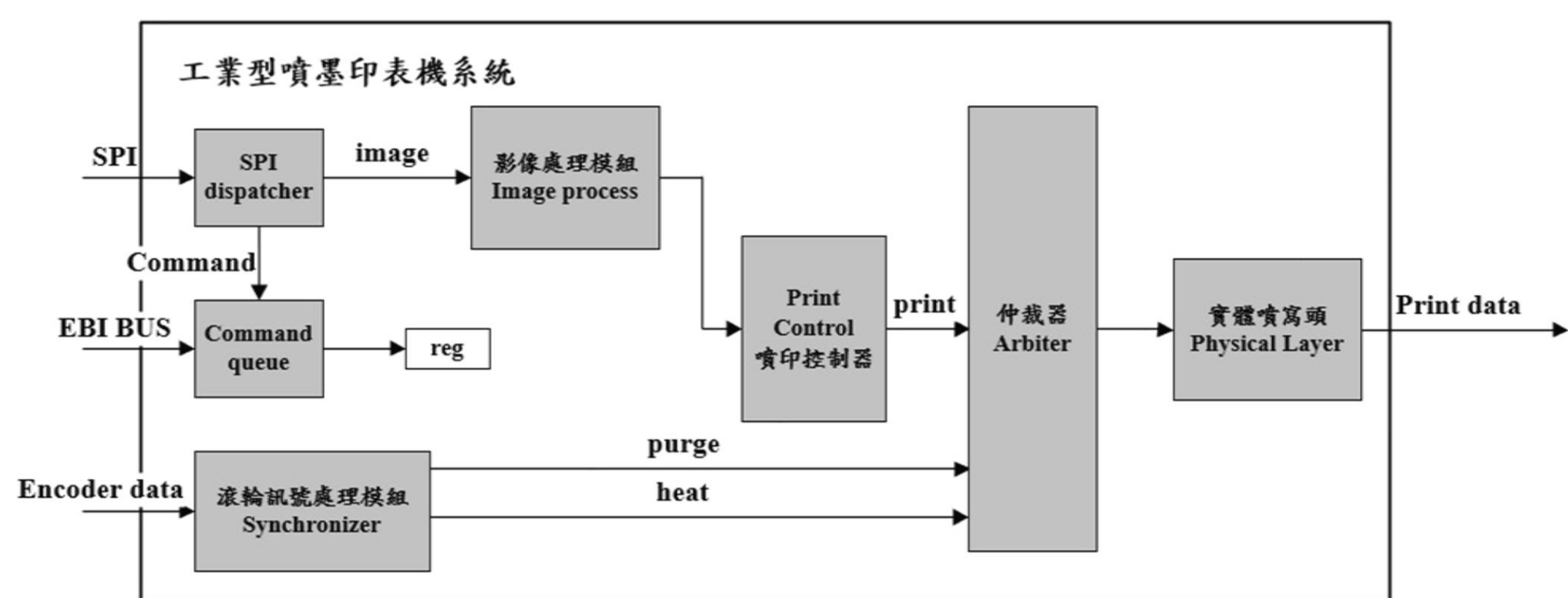
軟體介面與功能介紹

產生硬體測試資料之標準答案

模擬映射後的轉換訊號

模擬噴寫頭實際噴印訊號

【系統架構】



系統硬體架構圖

假主機：

利用SPI串列傳輸，將影像資料和設定參數傳至印表機系統。為確保資料正確性，在每個傳輸資料的最尾端加上核對和(Checksum)。

影像處理模組：

利用遮罩(Mask)與尋找表(Lookup Table)，減少傳輸電路，進而加快傳輸速度，以達到最佳傳輸效率。

噴寫頭模組：

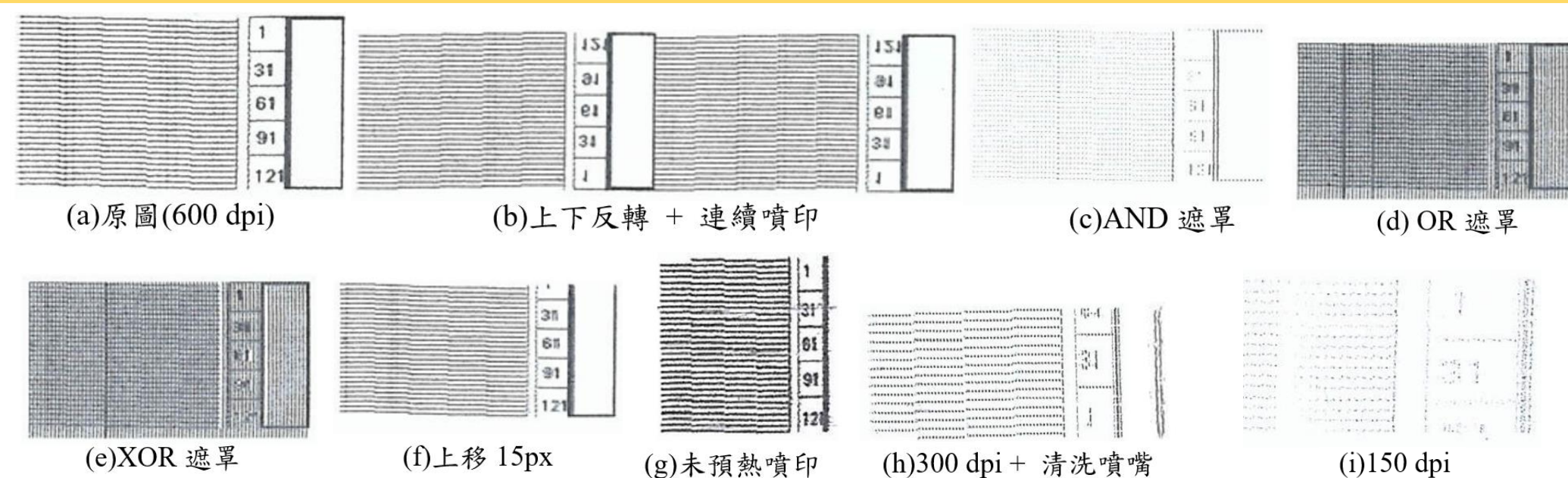
透過仲裁器(Arbiter)控制優先權，使用不同噴印訊號長度和相同的電路，實現噴嘴三大功能——預熱、噴印、清洗。

滾輪訊號處理：

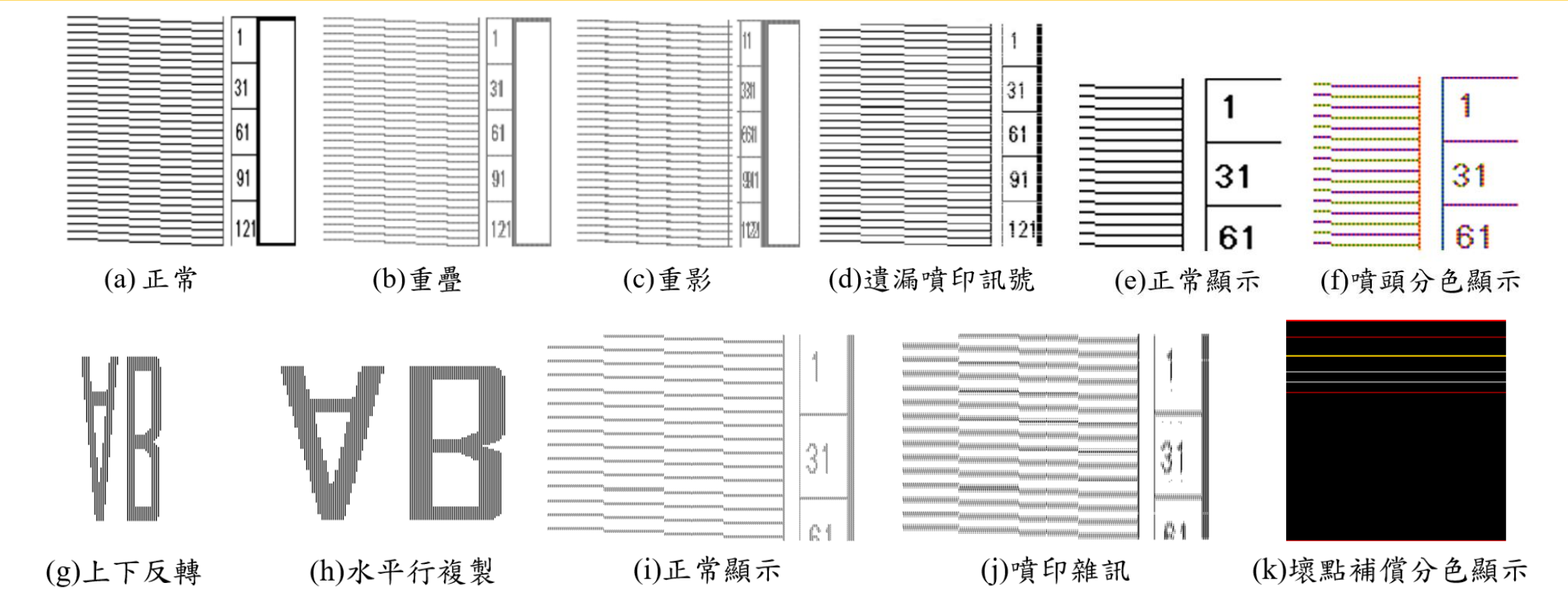
印表機系統的滾輪每英吋可產生400個脈衝，整個系統的頻率為100MHz，透過公式推導出物體和噴寫頭之間的距離。

【成品展示】

(一) 實際噴印



(二) 軟體模擬噴印



【結論】

此專題使用FPGA實現一個精準噴印一英吋圖案的工業型印表機，透過位移計算、SPI傳輸接收、影像處理以及噴寫頭控制所組合成本計畫之系統，並提供最快列印速度30英吋/秒和600、300、150、75 dpi的列印品質。選擇利用硬體來實現本系統，雖提高設計難度卻能大幅降低硬體設備的開銷。