

# 焊接用雷射導引自動追蹤系統

為了執行橋面等超大型結構的拱形焊接，我們推出了採用英飛凌（Infineon）32位元微處理器 TriCore TC1797 的自動追蹤焊接系統，以取代傳統焊接方式。運用先進影像處理以及直線雷射的特性，能精確計算出焊點的X、Y、Z座標。

本系統包含以固定步進（1mm）在軌道上移動的模組，上面裝有垂直的雷射光束、相機和焊槍。每次步進時，相機會對準要使用垂直雷射光束焊接的兩塊金屬板的交接處，拍攝快照。

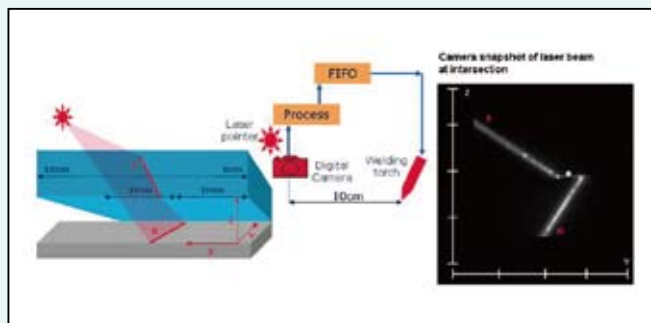


圖1 專案概念

這樣可以產生出間隙，以及2條分開的雷射線（A和B），利用影像處理演算法來計算所需要的X、Y和Z軸焊接座標。

模組移動時，影像處理演算法也會同時將這些計算出的焊接座標儲存到FIFO記憶體，接著系統會使用這些資料將焊槍驅動到正確的位置。這個程序將不斷重複，直到模組走到軌道盡頭為止。

這個方法除了能夠修正焊接期間發生的任何位置錯誤，同時也能沿著不規則的路徑完成焊接。

推車裝載了雷射指標器、相機和焊槍，沿著X軸的焊接路徑移動。焊槍可以定位在Y和Z軸上的任一位置，以指向焊接座標。因此，需要三具馬達。

這三具BLDC馬達的移動將由通用型定時器陣列（GPTA）控制，它可以提供定時、比對和擷取等一

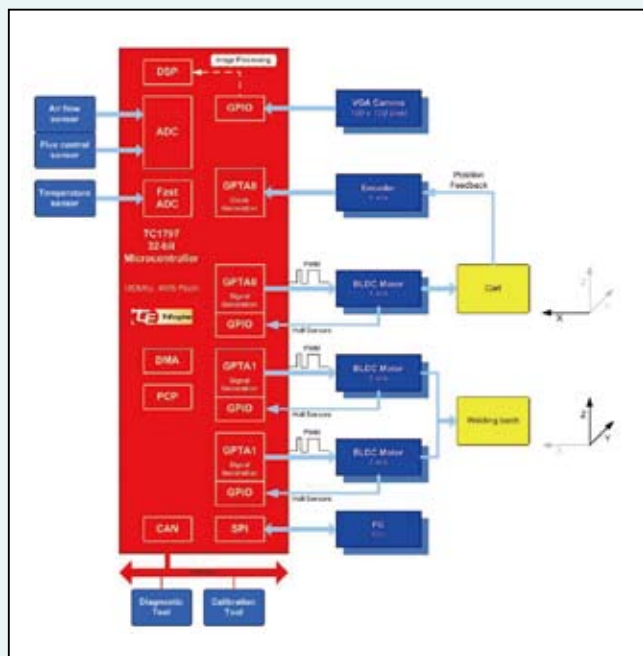


圖2 自動追蹤和焊接管理

系列的功能，還能將這些功能彈性結合，以構成訊號測量及訊號產生單元。此系統最適合引擎、變速箱和電子馬達控制應用，也能用來產生簡單和複雜的訊號波形，滿足其他的工業應用需求。

此外，也可以將溫度感應器、氣流感應器等其他的控制感應器連結到TC1797的ADC，讓控制更精準。

## BLDC馬達

在本專案中，BLDC馬達連接到車輪，車輪可控制推車在X軸上的移動。GPTA0內的LTC則用於三相馬達的換相。GPIO連接埠是用來讀入霍爾感應器的輸出。脈寬調變（PWM）則用來調整速度控制線圈的平均電壓。速度範圍設定介於0至1（1表示馬達以全速移動，而0則表示不移動馬達）。

## 增量型編碼器

本專案中使用了Kubler增量型編碼器。濾波器和預

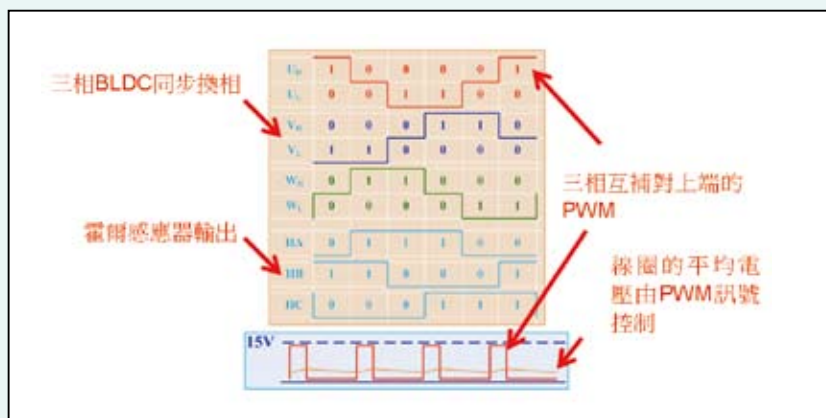


圖3 PWM時序

分頻器單元 (FPC)、相位判別邏輯 (PDL) 和 LTC 則用於測量距離及判斷旋轉的方向。編碼器每圈脈衝 4096 次，等於每圈 6 次 BLDC 馬達換相，使 BLDC 馬達變速比可達到 40:1 (齒輪每圈 240 次換相)。連接的車輪直徑為 75mm，而車輪圓週長則為 235.62mm ( $\pi \times d$ )。也就是說，每次換相的距離為 0.98mm。示範中使用逆時針 (CCW) 移動，讓相機可以拍攝焊槍前方的影像。

增量型編碼器可作為 BLDC 馬達的反饋，以找出 BLDC 馬達和對應車輪的轉向程度。此一數據可讓我們計算出推車的移動距離。

## 影像拍攝

相機是透過 GPIO 連接埠連接到 TC1797，以連接平行資料和控制匯流排。Global Timer 0 (GT0) 和 Global Timer Cell 0 (GTC0) 是用來產生相機主時鐘，以控制相機的畫格率。

TriCore TC1797 GPIO 可以處理約 296kHz 的資料傳輸率，也就是最佳的 29.6fps 100×100 影像 (每像素 1 位元組)。影像將以 10KB 陣列儲存。影像的拍攝時間平均約為 200ms。

## FIFO 緩衝區

FIFO 環型緩衝區用於儲存影像處理模組所計算出的座標。接下來這些座標供伺服馬達模組使用，以

將焊槍移到定位。相機的索引從 0 開始，而焊槍索引則從 CIRCULAR\_BUF\_SIZE-1 開始。FIFO 的大小在編譯時期便已根據相機和焊槍之間的步進數目決定。

## 伺服馬達

在 GPTA0 和 GPTA1 上使用 LTC，可得到 PWM 訊號。而焊槍的水平 (Y 軸) 和垂直 (Z 軸) 移動，則是使用兩具

HS-5645MG 伺服馬達來控制。伺服馬達應該移動的距離，是從 FIFO 取得的座標轉譯而來。

伺服 0 (水平) 會根據從 FIFO 取得的 y 座標來進行調整。伺服 0 的範圍從 -70 至 65 (移動距離達 63mm)。伺服步進分辨率為  $136/63=0.46\text{mm}$ 。如為負值，則靠近金屬板；如為正值，則遠離金屬板。

伺服 1 (垂直) 的範圍從 -85 至 59 (移動距離達 67.5mm)。伺服步進分辨率為  $67.5/145=0.46\text{mm}$ 。如為負值，焊槍將向下移動；如為正值，焊槍則向上移動。

將金屬板放在已知的距離，取得處理後的座標，然後再求出平均，如此可得到對應值。在目前示範的設定中，1 伺服步進約為 1.43 像素。

我們運用執行 T 型原型環境的 TC1797 開發系統，成功開發並測試了一項展示作品，這必須整合自動追蹤裝置的組件，包括攝影機、熔接氣炬位置控制馬達，以及感測器。測試結果十分令人滿意，因為焊接氣炬可以根據指定的焊接線移動，然而未來還可以再進一步改良，使資料透過先進攝影機上的高速通訊介面，從攝影機下載至微處理器。

我們已證實這個簡單概念可以運用於未來的自動焊接系統，甚至能將此概念擴展至其他追蹤應用。■

作者 英飛凌科技