

泓格 CANopen 運動控制與多軸補間的應用

文 / Johney Hu (TEL : 07-215-7688 ; E-mail : johney_hu@icpdas.com)

CAN 總線被認定為高度安全的工業網路之一，它在惡劣的環境中，仍具有的高度穩定性與安全性。CANopen 省配線及容易控制的特性，讓使用者能經由 CAN 總線串接多個 CANopen 馬達，因此多軸同動及複雜的動作均可輕易達成。如此一來，利用 CANopen 來建立運動控制系統，不僅穩定安全，而且開發設計也更簡捷。

CANopen Motion

CAN bus Technology



什麼是 CANopen

CANopen 是基於 CAN 總線 (Controller Area Network) 上的工業標準通信協議，CAN 一開始是被設計作為車載專用的通訊界面，因為它在惡劣的環境中，仍具有的高度穩定性與安全性，也漸漸被廣泛應用在高安全需求的工業系統中，現今 CAN 總線被認定為高度安全的工業網路之一，CAN 技術也已被廣泛應用於各種領域，如醫療設備，車輛，鐵路應用或樓宇自動化。CANopen 協議 (CiA 301) 不僅提供設備的網路管理 (NMT) 機制，能監測遠端設備狀態及故障情形，更有心跳 (Heartbeat) 物件，來監控設備的工作狀態；除此之外，它的同步 (SYNC) 物件，能讓多個設備週期性的同步作動，發

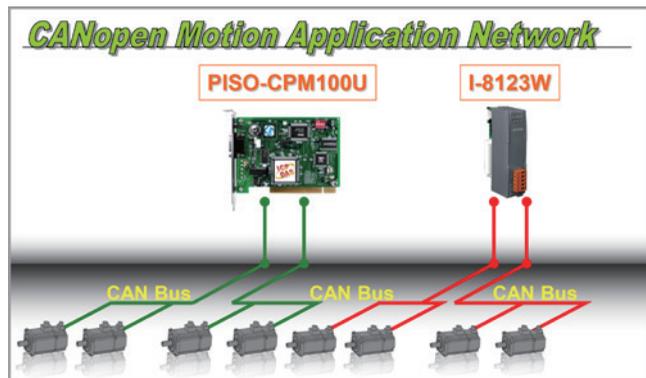
揮協調工作的效果。CANopen 協議擁有這些優異特點，因此大多被應用於機台自動化、醫療設備、火車與風力發電...等領域。

何謂 CANopen 運動控制

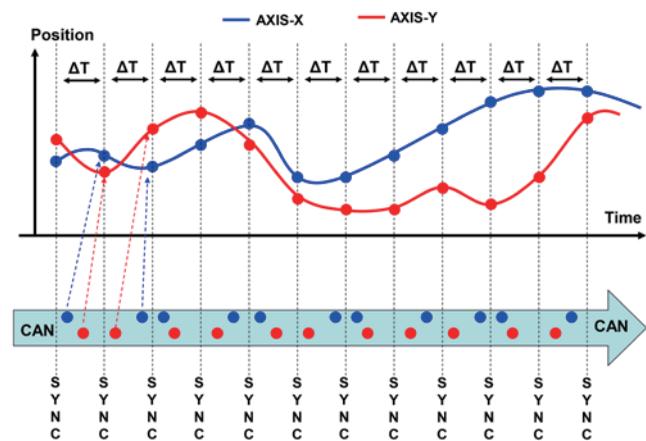
CANopen 運動控制是遵循 CiA 402 規範的協議，是在 CANopen (CiA 301) 的基礎上發展出來的規範，CANopen 運動控制是分散式運動控制的一種，能控制各軸獨立進行多種運動，如位置運動、速度運動、轉矩運動 (torque control)、同動運動以及補間運動。分散式運動控制除了可以提高控制上的性能並降低維護成本，更能彈性地增減馬達來擴展運動控制系統；分散式運動控制系統的特色，主要是把位置、速度與轉矩控制等簡易的運動控制運算工作，分散給各軸伺服器獨立處理，如此一來，可以大大減少控制端的運算工作量，尤其軸數愈多的系統愈能感受到分散式的優點，不僅降低開發系統的複雜度，更能縮短機台的設計開發時



間，機台的控制端就能專注在動作設計與產能管理等議題。



多軸補間運動是多軸之間的協調運動，在分散系統中是如何運作的呢？CANopen 可以支援不同的 Baud Rate，補間運動如何運作才能與網路通訊的速度無關呢？接著我們來介紹分散式系統是如何達到補間而且與網路速度無關的技巧，分散式運動控制在多軸補間運動是基於共同的同步週期來進行的，同步週期就如同一個樂團的指揮者，來協調各軸的運動時鐘，同步週期是運動控制主端與所有伺服馬達之間更新補間位置和馬達狀態的週期，在一個同步週期內，運動控制主端要收集所有馬達回傳的工作狀態，並把下一個補間位置送達各軸伺服馬達。伺服馬達接收到運動控制主端發出的補間位置資料，這些位置資料會保留在伺服馬達內沒有馬上執行，當廣播型式的同步訊號 (SYNC) 來臨時，各軸的位置資料會同時被執行到指定位置，一直重複此動作就可以實現多台伺服馬達的補間。詳細的動作如下圖所示：



ΔT 為同步週期。在同步週期內，兩台伺服馬達分別在兩個 SYNC 之間收到主端的位置命令，但馬達不

會立即動作，等到主端發出 SYNC 訊號時，所有馬達就會同時移動，而且在下一個 SYNC 時間點到達指定位置，這樣一直發送〔位置〕－〔SYNC〕的資料，就可以達到補間的動作，使用者可以實作各式曲線或是更複雜的路徑，讓機台的控制更靈活也更有效率。

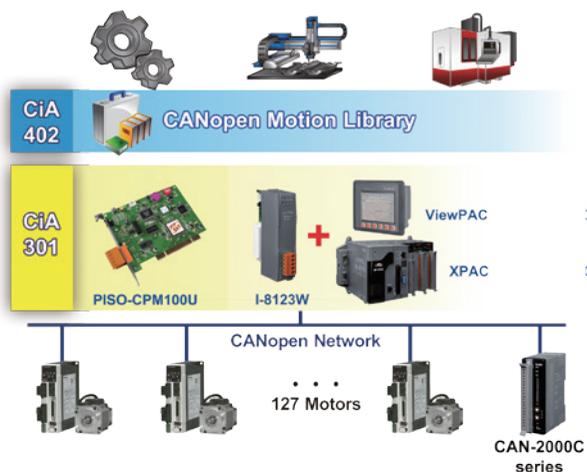
CANopen 運動控制的特色

CANopen 協議除了提供方便的管理機制外，尚有省配線及容易控制的特性，不僅能輕易而且靈活地操控馬達，更能快速檢修與故障排除，使用者能經由 CAN 總線串接多個 CANopen 馬達，因此多軸同動及複雜的動作均可以達成。當使用者在控制馬達的同時，亦能搭配 CANopen I/O 模組來收集設備的 DI/AI/Counter 資料，更能輸出 DO/AO/PWM 等訊號。如此一來，利用 CANopen 來建立運動控制系統，不僅操控容易而且配線也更方便了。

特色

1. 特別適合用於分散式多軸運動控制系統。例如：分散式太陽能追日系統或輸送帶傳輸控制 ... 等等。
2. 節省配線成本，尤其是配線的時間成本。
3. 可以選用的 CANopen 馬達眾多，不會被限定在某幾個廠牌。
4. CANopen 網路長度，可以透過特殊設備來延伸長度，特別是長距離的應用。
5. CANopen 網路可以被轉換成光纖，避免較強的雜訊干擾。
6. 遵循 CiA 402 v1.1 標準規範。
7. 在同一個 CANopen 網路中，支援不同廠牌的 CANopen 馬達與 I/O 模組。
8. 提供絕對位置及相對位置的運動控制。
9. 提供馬達的位置控制、速度控制與轉矩控制。
10. 最多支援 127 軸同動運動。
11. 最多支援 32 軸任意路徑補間運動。
12. 多種自動歸零運動控制。
13. 支援馬達的監視 (guarding) 及心跳 (heartbeat) 協定。
14. 支援動態 PDO 的設定。
15. CAN 總線長度 25m ~ 5000m。

- 16. CAN 總線提供監控系統安全與穩定性
- 17. 提供良好的網路擴充性與網路偵錯功能



CANopen 運動控制應用案例

大型彎管設備應用 CANopen 運動控制



(以上彎管機僅只用來示意，並非實際本應用案例的作品，以上圖片的所有權仍屬於原作者)

隨著精密機台設計的潮流，金屬加工需要更高的精度與更少的缺陷。傳統的機台也伴隨著升級到精密機械的水準。本應用案例的彎管機，除了軟體功能的大幅提升，硬體的設計也有顯著的改變，包括機構，外觀，和傳感器。本彎管機的控制器原本是採用 PLC 的設計，現在改由工業電腦的控制架構，採用 PISO-CPM100U CANopen 運動控制後，大大降低控制的複雜度，故將開發重心移到 3D 預覽與人機畫面，機台內置友善的人機界面和強大的 3D 功能，例如 3D 預覽，鏡像和旋轉等功能，讓操作員能預覽彎管的效果，減少彎管的失

誤，提升整體機台的價性比。機台中的六軸馬達，皆採用分散式的 CANopen 運動控制，在進行彎管過程中，送料與徑彎兩軸補間動作，聰明地設計成循序漸進式來回進行，讓金屬管不易斷裂更不會反彈，大大提升彎管的良率；分散式運動控制系統不但能讓機台的動作可以延伸得更長更大型，以因應各種大型的金屬管徑或是較厚的管壁，更在設計階段就享受到縮短開發時程的好處，運動控制軟體更能彈性因應不同軸數的機型來變化，降低不同機型的程式差異，方便運動控制專案的維護與管理。

CANopen 運動控制架構的專業型電動手術台

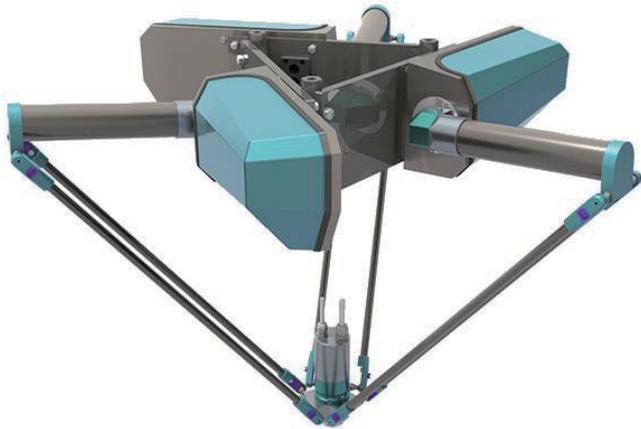


(以上手術設備僅只用來示意，並非實際本應用案例的機台，以上圖片的所有權仍屬於原作者)

現代化手術室中會面臨各種手術需求，手術團隊需要的工具不僅是要符合人體工學的手術床，才能提供病患手術時的舒適與安全，還要有可靠的醫療設備，才能讓醫護人員順利地進行手術，手術床的設計除了考量讓醫護人員方便進行手術，或是讓週邊的 C 臂更容易接近外，更要能輔助病患調整各種姿勢，方便手術的進行或是減少手術時的靜脈出血量，手術台更要有斷電剎車與防高壓電擊而誤動作的保護功能，CANopen 運動控制是採用通訊式讓馬達轉動，外部的雜訊干擾並不會讓馬達誤動作，用來實作手術床就很安全，小型化的 CANopen IO 方便隱藏在床板內，讓控制系統隱藏在機構內，縮小手術床或手術椅的體積；專業型的手術床除

了基本的動作之外，更要能提供多軸補間的動作，例如：C 臂控制手術床來轉動病患的過程中，可以保持病患體內的某個定位點或是腫瘤位置，仍停留在原空間的位置不因轉動病患而偏移，讓掃描設備可由從各種角度查看病源或是腫瘤，本手術床採用 XPAC + I-8123W 方案，利用 CANopen 補間技術，每 20ms 同步各軸馬達的補間週期，在三度空間中以每秒傾斜床面 0.8 度的速度，仍保持定位點在 2mm 以內的偏移，不僅獲得醫療界的肯定，並通過多項醫療認證與多國的專利；隨著醫療技術的提升，這種專業的需求會日益增加，CANopen 運動控制能簡化設計的複雜度，更能達到安全的控制與精準的定位，手術床或手術椅製造商可以將重心著重在機構設計、視覺技術或 3D 掃描等，讓手術床或手術椅不僅能輔助手術的進行，也許會更貼心更智慧，以因應不斷精進的醫療技術。

Delta Robot- 並聯式機器人



(以上 Delta Robot 設備僅只用來示意，並非實際本應用案例的機台，以上圖片的所有權仍屬於原作者)

Delta Robot 的優點在於其平行連桿機構，有較大的工作範圍與高速能力，在生產線上具有十分廣泛的用途，在工業轉型自動化走向高產能高精度降低人事成本扮演十分重要的角色，目前已經有許多工廠廣泛應用 Delta Robot 在食物封裝，精密取放作業等用途。本機台採用 XP-8341 + I-8123W 運動控制方案，僅用一條 CAN bus 就串聯四軸馬達，在四軸補間中，使用 5ms 的補間同步週期，一秒內可以移動到 200 個不同目標位置 (Target Position)，這高速與複雜的補間同步，全

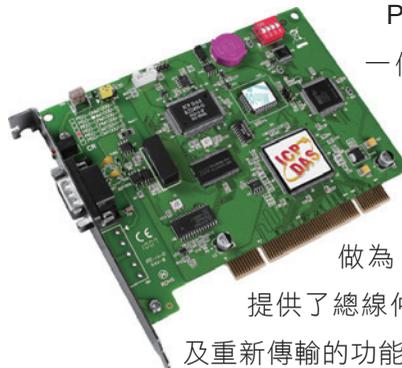
部由 CANopen 運動控制器來處理，嵌入式控制器僅需計算虛軸位置並取放目標物，不需要特殊的軸控板卡，有限的空間中就能安裝並控制；CANopen 運動控制的多軸補間功能，讓任意路徑補間的設計會更有彈性，能充份發揮 Delta Robot 高速移動與高精度的優點，並表現出穩定平滑的運動性能，能適應在食品加工業或各式工業生產線中。

CANopen Motion 解決方案與產品的選擇

機台電腦或是機台控制器在處理運動控制的運算如果愈輕，控制器就可以額外處理資料庫或是其他視覺的運算，增加機台的附加價值，因此泓格的 CANopen 主端模組或 PCI 板卡，都內建一顆 x86 80MHz 等級的 CPU，這個 CPU 專門運行 CANopen Master 核心，讓網路管理 (NMT)、緊急事件 (EMCY) 與心跳訊息 (Heartbeat) 等，交由內建的 CPU 獨立處理，尤其是最重要而且時間最精準的同步訊息 (SYNC) 更是需要內建的 CPU 來精準掌握，產品內建 x86 CPU 的設計，不但能加速處理 CANopen 封包，即時掌握所有 CANopen 伺服馬達的工作狀況，更能減輕上層控制器的負擔，讓 CANopen 運動控制不僅可即時掌握而且變得輕而易舉。

PISO-CPM100U

單通道智能型 CANopen 主站 Universal PCI 板卡



PISO-CPM100U 給予了一個功能強大且經濟的一埠 CANopen 主站設備的解決方案。使用 NXP SJA1000T 和 82C250 來做為 CAN 控制器與收發器，提供了總線仲裁、自動錯誤偵測校正及重新傳輸的功能。內建在微處理器上 16-bit 的作業系統—MiniOS7 允許許多如實時訊息傳輸與接收，過濾、預先處理及儲存 CAN 訊息的功能。在強大的微處理器效能下，這款板卡是即使在系統具有高

PCI 的負載下也不會掉失資料的 CAN 控制器。因此，可以透過在 PISO-CPM100U 中的 CANopen 韌體實作出 CANopen 的主要功能。此外，使用者可以利用主機電腦上的 CANopen 函式庫開發出想要的 CANopen 應用。當 PISO-CPM100U 運行時，使用者的應用程式與 CANopen 韌體間的資料交換是透過 PISO-CPM100U 的記憶體映射方式。

產品特色

- ❑ Universal PCI 介面支援 5 V and 3.3 V PCI bus
- ❑ 內建 80186, 80 MHz 微處理器
- ❑ 通訊速率：10, 20, 50, 125, 250, 500 and 800 Kbps, 1 Mbps
- ❑ 遵循 CANopen CiA 301 and CiA 402 標準規範
- ❑ 支援馬達的監視 (guarding) 及心跳 (heartbeat) 協定。
- ❑ 可接收 EMCY 訊息
- ❑ 支援動態 PDO 設定
- ❑ 支援作業系統 Win2K/XP, Win 7 (32-bit)
- ❑ 函式庫支援的開發環境 BCB6, VC6, VB6, C# ... 等

更多詳情，請參閱以下網址

http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/canopen/master/piso-cpm100u_tc.html



I-8123W

高速單通道智能型 CANopen 主站模組



I-8123W 遵循 CiA DS-301 v4.02 的 CANopen 標準規範，是一種高速的智能型 CANopen 主站模組，搭配上 ViewPAC、WinPAC 或 XPAC 系列的控制器後，已廣泛被應用於工業自動化、樓宇自動化、車輛載具、以及嵌入式控制網路。此外，由於模組本身內建 CANopen 通訊協議編碼的韌體，透過 I-8123W，用戶能很輕易的就能存取從站設備的組態與 I/O 資料，而不需要深入了解複雜的 CANopen 通訊協議，因而可以協助系統開發者大幅縮短開發時程，更快速也更有效率地建立所需的 CANopen 網路系統。

產品特色

- ❑ 支援 WinPAC/ViewPAC/XPAC 系列控制器
- ❑ 內建 80186, 80 MHz 微處理器
- ❑ 通訊速率：10, 20, 50, 125, 250, 500 and 800 Kbps, 1 Mbps
- ❑ 遵循 CANopen CiA 301 and CiA 402 標準規範
- ❑ 支援馬達的監視 (guarding) 及心跳 (heartbeat) 協定
- ❑ 可接收 EMCY 訊息
- ❑ 支援動態 PDO 設定
- ❑ 支援 WinCE 5/6, XPe 作業系統的控制器
- ❑ 函式庫支援的開發環境 BCB6, VC6, VB6, C# ... 等

更多詳情，請參閱以下網址

http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/canopen/master/i-8123w_tc.html

