

基於嵌入式技術的儀器網路結構

余建政、林振漢、李哲英

摘要

本文中提出基於嵌入式技術的遠端儀器網路設計方法，利用嵌入式系統建立相對應的儀器網路控制器，使普通數位化儀器實現網路化、集成化，為基於Internet實現遠端儀器網路提供了基本技術。

關鍵字：遠端監測，數位化儀器網路，嵌入式系統

An Instrument Networking Architecture Based on Embedded Technology

C. -C. Yu, C. -H. Lin, Zheyang Li

Abstract

In this paper, we proposed a remote instrument networking design method based on the embedded technology. To create the corresponding instrument networking server by this embedded system, the digitalized instruments networking can be implemented easily. Using the embedded system, the logical description of operation consistency specification can be built in SoC design. This paper indicates that the operation consistency design is dominant and will impact both architecture of hardware and software.

Key Words : remote monitoring, digitalized instruments networking, embedded system

一、前言

隨著資訊技術(IT)的快速發展，資訊網路化的測試儀器系統正逐步成為工業控制系統的基礎技術。在此系統中，儀器設備不再是獨立使用，而是透過資訊網路連接成為一個完整的智慧測試系統。這種利用資訊網路實現的測試儀器系統不僅可以透過資訊網路相互連接，也可以透過資訊網路實現遠端操作，進而提高測試網路的靈活性。透過資訊網路化的測試儀器系統，可以實現對有關的通信信號設備遠端檢測，也可以對設備實現無人自動監測，為維護設備提供重要的量測資料。

為實現一般數位化儀器的網路化應用，一般都採用“數位化測試儀器+電腦”的方法實現[1]-[2]。這種儀器網路需要測試儀器具有資料傳輸和數位控制的功能，並要求透過適當的方式組成相應的網路。特別是使用網際網路(Internet)技術實現測試儀器網路時，儀器需要具有網路通信功能，或者使用個人電腦作為網路連接控制器。然而，在許多場合這種方法顯得不是很方便。隨著嵌入式技術的發展，我們可以使用嵌入式系統完

成普通數位化儀器的網路支援設備，進而為現代儀器網路系統提供全新的結構。

在網路化測試儀器系統的結構設計中，嵌入式技術具有網路計算能力和系統設計的方便性之優勢。嵌入式技術不僅可以實現網路化的工業控制設備核心，還可以用來實現相應的資訊交換或連接設備，把不具有網路能力的儀器設備組合成為完整的工業設備網路。

根據工業系統對資訊化量測儀器網路的要求，本文提出以嵌入式技術為核心的資訊網路化儀器網路結構方案，提供相應的儀器網路設計技術。本文提出了以嵌入式系統為核心的儀器網路基本設計技術和方法，並對可連接Internet網路的測試儀器網路設計技術進行了比較詳細的分析。使用本文提供的技術，可以在嵌入式系統組成的應用系統中十分方便地加入測試儀器控制技術，進而形成相應的遠端量測儀器系統。

二、測試儀器網路系統結構

在資訊網路化的測試儀器網路中，儀器設備是網路終端，所有的儀器設備都透過資訊網路連接在儀器。同時，透

過網路中的電腦，可以實現對儀器的遠端操作。這就要求網路中的儀器具有接收遠端操作命令和執行能力，必須能十分方便地連接到可連接Internet的儀器控制網路中。

當把儀器設備作為網路的測試儀器網路終端時，測試儀器設備必須具有網路連接功能。由於大多數儀器設備只具有簡單數位通信功能，並不具備網路連接功能。所以，測試儀器網路的連接成為資訊網路化測試儀器網路中的關鍵與核心技術之一。

測試儀器網路也可以叫做儀器控制網路，其功能是提供相應的網路連接和儀器控制。測試儀器網路具有如下基本特徵：

- (1)透過資訊網路實現儀器的操作與控制。
- (2)遠端用戶端具有虛擬儀器的所有特徵。
- (3)提供了用戶定制的资料分析功能。
- (4)可實現儀器的多用戶共用。

工業系統對測試儀器網路的基本要求如下：

- (1)提供對測試儀器的遠端即時控制，並對所得資料進行相應的處理。
- (2)提供相應的安全管理控制，防止誤操作。
- (3)提供相應的資料庫資源，使量測儀器

網路成為企業資料庫的一個基本資料源。

從實現技術上看，測試儀器網路是一個基於Internet的測試系統。根據工業對測試網路的基本要求，測試儀器網路系統的基本設計要求可歸納如下：

- (1)具有靈活可靠的資訊網路連接功能。
- (2)具有儀器時實控制操作的功能。
- (3)具有相應資料處理功能。
- (4)具有安全保護功能。

根據上述設計要求，測試儀器網路管理系統邏輯模型如圖1所示。在圖1中，管理平台是測試儀器的操作控制核心，為用戶提供了一個控制操作平台。用戶可以利用這個平台選擇相應的測試儀器，並完成相應的測試操作。資訊處理系統要完成量測儀器控制和量測資訊處理，向管理平台提供相應的資料和處理結果。儀器控制網路完成對量測儀器的控制操作，並把量測資料傳輸給資訊處理系統。

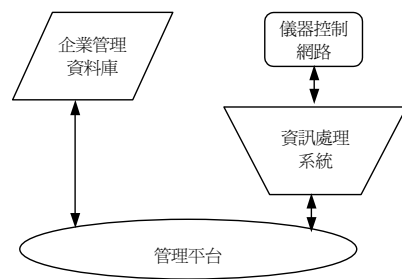
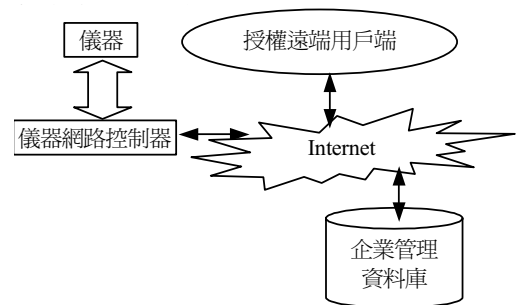


圖1 測試儀器網路管理系統邏輯模型

根據圖1系統模型設計的測試儀器網路管理系統結構如圖2所示。圖2中，在區域網路支援下，用戶端和企業控制器共同組成了管理平台，提供對儀器操作控制和資訊處理系統的支援。透過用戶端中執行的資訊處理系統，可以實現對量測儀器的控制和操作，以及量測結果資料的處理。授權遠端用戶端可透過Internet進入管理系統，實現與客戶端相同的功能。所有量測資料、資料處理以及相應的資訊處理結果，都保存在企業管理資料庫中，並保留在用戶端(包括授權遠端用戶端)備份檔案中。

圖2中儀器網路的核心是嵌入式儀器網路控制器。嵌入式儀器網路控制器的任務，是實現對數位化儀器的控制和管理，並作為Internet的連接結點。透過嵌入式儀器網路控制器，可以組成儀器區域網路，所有儀器都在嵌入式儀器網路控制器下工作。採用嵌入式儀器網路控制器的另一個作用，是簡化儀器網路結構，同時可以連接所有的數位化儀器，而不會對數位化儀器提出智慧或具有作業系統功能的要求。

由此可知，一個基於Internet的儀器控制網路實際上可以被看成一個分散式



遠端資料庫系統。在這種資料庫系統中，網路中的每一個儀器都一個基本資料源。

三、嵌入式儀器網路控制器的基本結構

根據儀器網路的基本結構，本文中提出嵌入式儀器網路控制器的基本結構如圖3所示。其中，嵌入式儀器網路控制器的作用是提供儀器和資訊網路的連接服務。嵌入式儀器網路控制器從網路上接收儀器的控制命令並對操作者進行身份驗證和命令安全處理，進而實現對儀器設備的控制，並將儀器量測的結果資料發送給操作者。

圖3中的USB、RS232和IEEE488介面用來連接不同的數位化儀器，這些數位介面可以根據實際需要(儀器的台數、通信介面和協定的要求)設置。乙太網路介面則用來實現區域網路或Internet連

接。

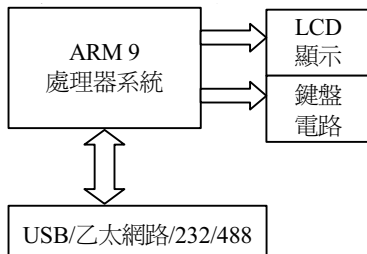


圖 3 嵌入式儀器網路控制器基本結構

作為嵌入式儀器網路控制器，嵌入式儀器網路控制器的硬體結構支援下列的基本操作：

- (1)對所連接儀器的即時控制；
- (2)對所連接儀器狀態的測試和處理；
- (3)支援儀器控制操作驅動；
- (4)支援儀器所需要的通信介面及其協定。

這些實際上是需要嵌入式系統的硬體和軟體協同才能完成的。

在設計嵌入式儀器網路控制器的網路介面時要遵循下列原則：

- (1) 儀器通信針對性原則

所連接儀器的資料傳輸協定和工作方式。儀器資料傳輸協定是透過網路控制儀器的關鍵技術，由於數位化儀器的結構和製造廠家不同，不同型號的數位化

儀器所需要的通信協定和介面要求也不盡相同。所以，在設計網路介面時，必須十分注意所要控制的儀器通信特徵。這就是儀器針對性設計原則。

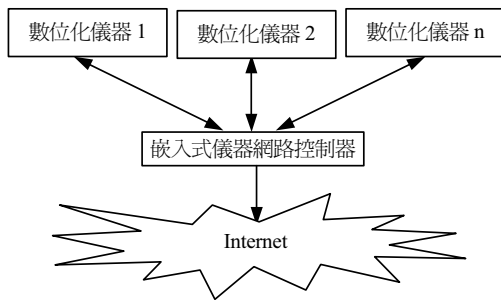
- (2) 即時性與容量相容性原則

即時性是儀器網路的一種重要技術指標，對於儀器網路控制系統來說，即時性指網路能否在設計要求所規定的時限內，從所控制的儀器中得到所需要的資料。對於儀器網路來說，即時性主要取決於兩個因素，一個是儀器所使用的資料獲取和傳送技術，另一個就是儀器網路控制器的資料處理速度。另一方面，嵌入式儀器網路控制器所能連接儀器的數量，叫做儀器網路控制器的容量。由於嵌入式儀器網路控制器對儀器的控制和處理採用串列資料處理技術，因此，即時性和容量之間必然存在相互制約的關係。微量滿足儀器網路的設計要求，在儀器網路設計時必須考慮即時性和容量之間的相容性。這就是相容性設計原則。

四、儀器控制網路的連接和控制程式設計

作為工業生產中的量測儀器，在同

一時刻必須保證只有一個客戶對其進行控制，否則將會引起系統的混亂。因此，設計中應當提供相應的保護機制。



根據以上要求，嵌入式儀器網路系統的基本結構如圖4所示。

需要指出的是，如果普通數位化儀器能與工業控制或生產系統中的嵌入式系統直接連接，則可以把儀器網路控制器設置在相應的控制系統中，而不必使用圖4中的嵌入式儀器網路控制器。但這時必須保證滿足前面提到的針對性和相容性兩個設計原則。

對於普通數位化儀器，由於只有相應的通信介面(USB、RS232或IEEE488)可以連接到個人電腦或相應的嵌入式系統中，因此，透過網路對操控儀器由儀器所聯接的嵌入式儀器網路控制器來完成。

嵌入式儀器網路控制器的軟體包括

管理、控制和用戶端三大部份。

- (1)管理軟體用於資料和儀器的管理，同時還負責與Internet網路的連接。管理軟體是嵌入式儀器網路控制器的核心軟體，也是儀器網路的核心。用戶端對儀器的控制和操作都是透過管理軟體完成的。
- (2)控制軟體用來控制儀器，其主要的工作包括從管理軟體接收儀器控制命令、形成儀器通信資料包、與儀器交換資料等。
- (3)用戶端軟體為遠端用戶提供了儀器網路的操作終端。用戶端軟體提供儀器的控制介面、虛擬儀器的資料處理、儀器網路配置等操作支援。用戶透過用戶端軟體可以在Internet網路中的任何物理位置上操作儀器網路中的儀器。用戶端程式中必須包括身份確認、命令檢驗等系統安全控制模組。

在嵌入式儀器網路系統中，儀器的控制流程是儀器控制的關鍵。在設計儀器控制流程時，不僅需要考慮針對性和相容性之外，還必須考慮儀器控制的安全性。所謂儀器的安全性，是指保證網路控制不會使儀器失去測試能力或陷入非正常測試狀態。由於儀器的安全性不

僅取決於儀器自身，還與測試物件以及相關的其他儀器直接有關，所以儀器安全性需要認真對待，根據不同的應用系統採取不同的措施。例如有信號產生器和示波器組成的測試儀器網路中，對信號產生器的控制必須考慮測試物件和示波器連接的各種可能性，特別是要考慮那些使測試端短路的可能狀態。

一般情況下，嵌入式儀器網路控制器中儀器控制流程如圖5所示。

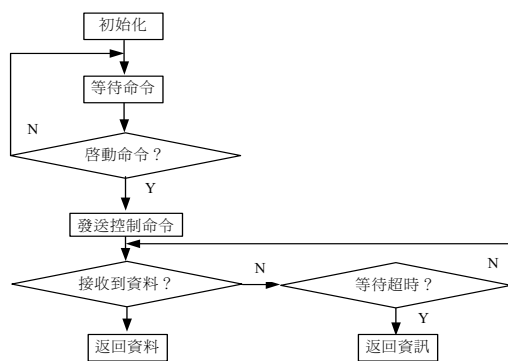


圖 5 儀器控制流程

控制流程中的初始化程式，是一個獨立執行的程式模組，其中包括儀器探測、儀器設置兩個功能。對於每一個儀器網路系統來說，需要管理多台測試儀器，因此，初始化程式需要對每一台儀器進行巡迴監測和設置。需要指出的時，由於不同儀器設備網路控制功能的

不同，儀器網路能實現的控制操作也不同，這是在設計用戶端程式是要十分注意的問題。

此外，由於儀器設備網路功能的不同，還會造成初始化和儀器控制的操作時間長度不同，進而使資料獲取的時間不同。這是在儀器控制程式中需要認真對待的。

用戶端程式一般包括儀器模擬操作模組、儀器系統結構控制模組、命令處理模組、資料處理模組及通信控制模組。具體結構如圖6所示。

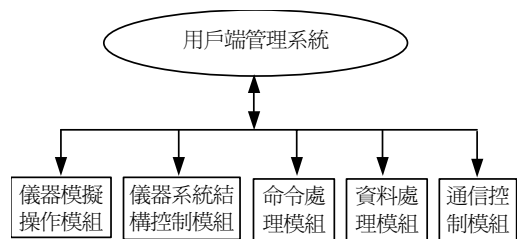


圖 6 儀器網路操作平台結構

五、結論

測試儀器網路系統是現代資訊技術在測試和儀器系統中的具體應用。儀器網路系統的核心是嵌入式儀器網路系統控制器，透過儀器網路控制器可以實現普通數位化儀器與Internet的連接和遠端操控。同時，透過用戶端中執行的資訊處理系統，可實現量測結果資料的處

理。所以，儀器網路系統實際上是嵌入式系統、虛擬儀器和資訊網路的集合體。在設計中，必須注意針對性和相容性兩個系統設計的基本原則。

參考文獻

- [1] Ireland, D.; Trevisan, P.; "Measurement and the networked future", *IEE Review*, Volume: 47 Issue: 6, Nov. 2001.
 - [2] Beckman, J. L.; "A protocol for controlling devices over a network- a new VXIbus draft specification," *AUTOTESTCON'95 'Systems Readiness: Test Technology for the 21st Century,' Conference Record*, pp. 8-10, Aug. 1995
 - [3] Wunnava, S.V.; Hoo, P.; "Remote instrumentation access and control (RIAC) through inter-networking," *Southeastcon'99, Proc. IEEE*, pp. 116-121, March 1999.
-

