

基於 IEEE 11073 PoCD 標準之定點 照護設備通訊控制系統

A Point-of-Care Device Communication Controller System Based on IEEE 11073 PoCD Standards

李元發

Yuan-Fa Lee

隨者資通訊科技的快速成長及醫院照護人力與方式的轉變，醫院端的醫療器材具備通訊功能已經成為重要的趨勢。目前有一些研究及產品著眼於個人照護等級之醫療器材，其採用國際醫療器材通訊標準協定，但此些研究並未涵蓋醫院端之需求。個人健康照護設備與醫院端之設備存在許多的差異，包括使用情境，受測者狀況，受測環境，通訊方式，甚至量測資訊之即時性需求等。再者，就醫院端的生理量測設備而言，需要考慮減少護理師的工作量或是避免以手抄寫的錯誤發生，以及生理量測資訊之分析與統計有助於醫護人員對病患之後續照護等。本研究所提之定點照護設備通訊控制系統是基於 IEEE 11073 Point-of-Care Device (PoCD) 通訊標準所設計。定點照護設備通訊控制系統透過乙太網路連接 Philips IntelliVue 系列之生理監測設備，當生理監測設備感測病患之生理量測資訊後，將此些資訊轉換成符合 IEEE 11073 PoCD 為主之資訊格式。透過乙太網路傳輸介面，將此些標準化之生理量測資訊傳送到定點照護設備通訊控制系統。實驗結果顯示，生理量測資訊能成功地透過 Ethernet 介面，傳送到定點照護設備通訊控制系統。

With the rapid growth of Information and Communication Technology (ICT) and the transition of hospital care manpower and manner, bedside medical device with communication ability becomes important functionality. Current researches focus on personal health-care medical devices that adopt internal medical device communication standards. But, these researches do not discuss the hospital requirements. There are many differences between the personal health-care device and the point-of-care device. For example, use cases, patient conditions, environment, communication interface, and real-time data upload requirement. In addition, for point-of-care patient monitor in hospital, we need to concern how to reduce staff loading and human error, and the benefit of the analysis and statistics of vital sign data for healthcare providers. The design for the PoCD communications controller system proposed in this paper is based on the ISO/IEEE 11073 Point-of-Care Device (PoCD) communication standards. The PoCD communications controller system connects to the Philips IntelliVue series patient monitor through Ethernet. When the Philips IntelliVue patient monitor senses the physical activities from the users, and then transmits these data to the PoCD communications controller system in compliance with IEEE 11073 PoCD data format and protocol standards via the Ethernet interface. Based on the testing results, users can transmit measurement data to the PoCD communications controller system over the Ethernet interface successfully.

一、簡介

近年來，醫療器材之相關研究不斷的被提出，具有通訊功能之醫療器材成為重要探討之議題。Lee 等人⁽¹⁾ 提出一個二合一之血壓血糖監視系統，包括二合一血壓血糖計，Continua 相容服務閘道器及後端伺服系統。二合一血壓血糖計是一個用於個人監測與分析生理參數之系統，透過藍芽無線傳輸，將受測者之血壓與血糖量測值傳送到 Continua 相容服務閘道器；再透過 Ethernet 介面，由 Continua 相容服務閘道器傳送生理參數值到後端伺服系統以進行生理量測參數之處理及儲存。

Wu 等人⁽²⁾ 提出一個採用 ISO/IEEE 11073 標準之居家照護系統，包括 x73 轉換器 (Adapter)，x73 閘道器 (Gateway)，以及後端伺服系統。x73 轉換器透過 RS232 介面連接非 x73 標準之體重計，並且將量測結果透過 x73 閘道器傳送到後端伺服系統。Park 等人⁽³⁾ 也提出一個採用 ISO/IEEE 11073 標準之居家照護系統，包括 Universal PHD Adapter (UPA)，UPA Interface board，以及 PHD Manager。透過 UART 介面，UPA Interface board 連接非標準之生理監測設備。接著，透過 ZigBee 介面，將 UPA Interface board 取得之生理量測資訊傳送到 Universal PHD Adapter 轉換成 11073 PHD 之資訊格式，並傳送到後端 PHD Manager 系統。

這些系統皆在解決醫療器材之間資訊之互通性與分享性的問題。但是這些醫療器材都是居家端之醫療器材，非醫院端病患使用之醫療設備。目前在醫院端使用的醫療設備大部分以 Philips，GE，及西門子之設備居多，且 Philips 系列之醫療設備佔大多數。護理師在照顧病患的同時，並非所有生理量測參數都能夠儲存於後端資訊系統；反而需要透過手寫的方式，記錄病患的生理量測資訊。此些工作將增加護理師工作上的負擔，且有機會因為人為的疏忽而造成照護上的問題。另外，病患的生理量測資訊是醫師判讀病情 (甚至研究上) 的重要參考依據；原生資訊 (Raw Data) 之分析與統計將是重要工作。故此，對於使定點照護 (Point-of-Care) 的醫療器材之間能夠達成互通性，成為一個重要且需要解決的問題。

本研究提出一個具備互通性與生理資訊共享之定點照護設備通訊控制系統 (Point-of-Care Device Communication Controller System，簡稱為 PoCD Client System)，可連接支援國際醫療器材通訊標準之醫院端病患生理監視設備。透過定點照護設備通訊控制系統提供之互通性平台，以符合 IEEE 所制訂之國際醫療器材通訊標準 ISO/IEEE 11073 Point-of-Care Device (PoCD) 之資料格式與病患生理監視設備彼此交換訊息⁽⁴⁻⁸⁾。此外，定點照護設備通訊控制系統與病患生理監視設備兩者之間交換訊息之傳輸層介面是透過 Ethernet 之 User Datagram Protocol (UDP) 技術。透過 Ethernet 介面，定點照護設備通訊控制系統和病患生理監視設備很容易的建立一個有線之連結。基於此互通性之平台，定點照護設備通訊控制系統可以和不同之病患生理監視設備 (具有支援 ISO/IEEE 11073 PoCD 標準者) 彼此互通，並且在醫院等級之網域內彼此交換生理量測資訊。

二、醫療通訊標準介紹

1984 年，IEEE 1073 Medical Information Bus (MIB) Committee 成立，目標在制定一套醫療器材互相連接 (Interconnectivity) 且互相操作 (Interoperability) 的通訊標準，使得任意廠牌 / 型別之醫療器材設備能與不同廠牌 / 型別的醫療器材設備交換資訊。此國際醫療通訊標準之建立預期將助益於醫療照護人員的不足或減少其需求 (取代手動抄寫病患的生理量測參數之情境)，甚至透過收集的生理量測資訊，經由後端的伺服系統分析判斷，可提供對於病患治療或照護上的建議。

2000 至 2001 年，IEEE 與 ISO 決定共同合作制定一套醫療器材相互作用 (Medical Device Interaction) 之標準。標準制定的過程中，陸續的採納 / 合併既有之規格 (例如 CEN 13734-Vital，CEN 13735-Intermed 等)，以及新訂規格 (例如 IEEE 1073.3.x 及 IEEE 1073.4.x)，並給予正名 (ISO：以 ISO 11073-xyzz；IEEE：以 IEEE 1073.x.y.x 作為標準命名格式)。自 2006 年開始，此些

國際醫療通訊標準對應於 ISO OSI (Open System Interconnection Reference Model) 之 7 個層級，分別有 11073-1x、11073-2x、11073-6x 及 11073-9x、11073-5x、11073-3x、11073-4x 等標準文件。

為了達到 PoCD Client 系統之設計目標，本系統採用以下主要醫療器材通訊標準，並分述如下：

1. IEEE Standard for Medical Device Communications-Overview and Framework

此文件⁽⁴⁾ 開宗明義的說明此醫療器材通訊標準之目的在提供健康照護應用之開放系統通訊，主要以醫療器材設備與病患照護系統為主，以提供服務於急性之病患照護。此文件內容亦明確的描述此醫療器材通訊標準所包含之標準文件及參考文件。文件內以醫院臨床環境為基礎，描述醫療器材通訊之模式 (Medical Device Communications Model) 建立之方式：Medical Device System (MDS) 透過 MDDL Message 與 Patient Care System (PCS) 互相操作。文件中定義各種名稱與其縮寫，例如：Bedside Communications Controller (BCC)；Device Communications Controller (DCC)；Medical Device Data Language (MDDL)；Medical Device System (MDS)；Patient Care System (PCS) 等。

文件內也描述系統通訊模式，與 ISO OSI 7 層對應之標準文件，與互相交換資訊格式與描述概廓等。文件內也提出數種可能之 IEEE 11073 系統架構實作範例，例如：Cable-connected MDS/PCS，Hydra MDS，Transport relay for LAN connection，Application gateway used for LAN connection，PCS acting as MDS for another PCS 等。

2. ISO/IEEE 11073-20101 Application Profile-Base Standard

ISO/IEEE 11073 系統模式採用物件導向 (Object-Oriented) 之系統管理模式，整體系統區分為三個主要元件：Domain Information Model (DIM)，Service Model，以及 Communication Model。ISO/IEEE 11073-20101⁽⁶⁾ 採用抽象語意標記法 (Abstract Syntax Notation One；ASN.1) 定義共

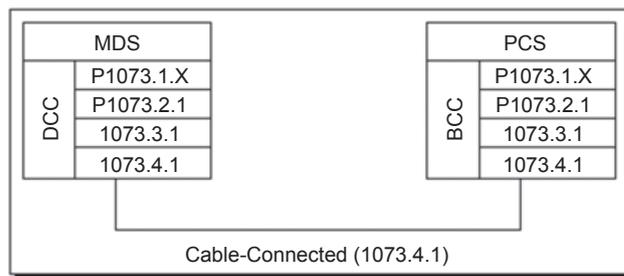
通的設備規格，並描述設備特徵及其能力。透過抽象語意標記法以具象化 (Model) 各種設備，以及設備相關屬性 (Attribute) 和生理量測資訊等。

DIM 為一個階層式之模組，描述 Agent (即 BCC Server) 由某一物件所組成，這群物件及物件屬性 (Attribute) 代表 Agent 之狀態、行為，以及 Agent 與 Manager (即 PoCD Client) 之間互相通訊之資訊。DIM 負責將設備之資訊特徵化成一系列之物件，每一個物件可能有一個或多個屬性。屬性用以描述 Agent 和 Manager 通訊之生理量測資訊，以及表示 Agent 控制行為或狀態報告。Manager 與 Agent 連結後，透過定義明確的命令格式或方法，例如 Get、Set、Action、Create/Delete，和 Agent 互相交換資訊。Agent 之量測生理資訊透過 Event Report 方式傳送給 Manager。圖 2 以 Unified Modeling Language (UML) 表示定點照護醫療器材之 Domain Information Model。

Service Model 定義抽象的資料交換服務機制，這些服務對應 Agent 與 Manager 之間之交換訊息，以抽象語意標記法 (Abstract Syntax Notation One；ASN.1) 表示訊息內容。Communication Model 支援一個或多個 Agent，在點對點連接的架構上，與一個 Manager 互連。此外，Communication Model 亦支援互相連接的狀態機 (Connection State Machine)，使每一個點對點能連接。此外，依目前之標準 MDS 通訊之有限狀態機 (Finite State Machine) 包含兩個大狀態：Disconnected 及 Connected。其中，Connected 狀態又再區分為幾個次狀態：Disassociated State、Disassociating State、Unassociated State、Configuration State 及 Operating State 等。

圖 1 顯示 IEEE 11073 PoCD 通訊協定架構，MDS 代表醫療設備系統，其具有 DCC 元件用以提供 IEEE 11073 Manager 系統功能 (包括：1073.1.x、1073.2.1、1073.3.1、1073.4.1 等)；反之，PCS 即為病患照護系統，其具有 BCC 元件用以提供 IEEE 11073 Agent 系統功能 (包括：1073.1.x、1073.2.1、1073.3.1、1073.4.1 等)。圖 2 顯示 IEEE 11073 PoCD Manager 與 Agent 通訊示意圖。Manager 與 Agent 雙方透過 ACSE (Association

Control Service Element) 機制建立 IEEE 11073 連線；透過 CMDISE (Common Medical Device Information Service Element) 機制管理物件。Manager 根據 Agent 提供的 MDIB (Medical Device Information Base) 建立同樣的 MDIB 在 Manager 端，以作為解析 Agent 傳送設備設定資訊與生理量測資訊之依據。圖 3 顯示 IEEE 11073 PoCD 之訊息流程範例。Manager (PoCD Client) 與 Agent (BCC Server) 連線雙方，經由 Association Request 訊息開始進入 IEEE 11073 連線階段。雙方交換 MDS Configuration (即 MDIB)，並開始展開上傳或詢問生理量測資訊之程序。最後，連線雙方任一者皆可主動提出離線之需求。



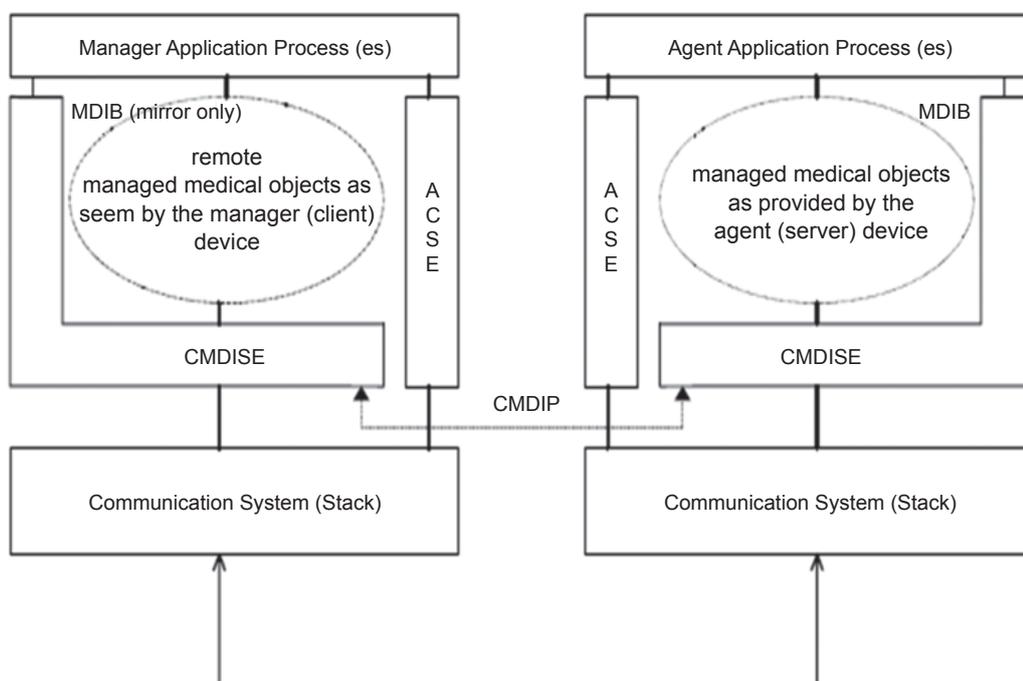
BCC : Beside Communication Controller
 DCC : Device Communication Controller
 MDS : Medical Device System
 MDDL : Medical Device Data Language
 PCS : Patient Care System

圖 1. IEEE 11073 PoCD 通訊協定架構圖。

3. Philips Data Export Interface Programming Guide

依據 IEEE 相關論文⁽⁹⁾ 描述，IEEE 11073-10304 提供 Pulse Oximeter 規格；IEEE 11073-10306 提供 ECG Device 規格；IEEE 11073-10307

提供 Blood Pressure 規格；IEEE 11073-10308 提供 Temperature 規格；IEEE 11073-10314 提供 Respiration 規格等等。然而，時至今日此些標準文件仍處於制定中之狀態。本研究以 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 機型作為病患生



MDIB : Medical Device Information Base
 ACSE : Association Control Service Element
 CMDISE : Common Medical Device Information Service Element

圖 2. IEEE 11073 PoCD Manager 與 IEEE 11073 PoCD Agent 通訊示意圖。

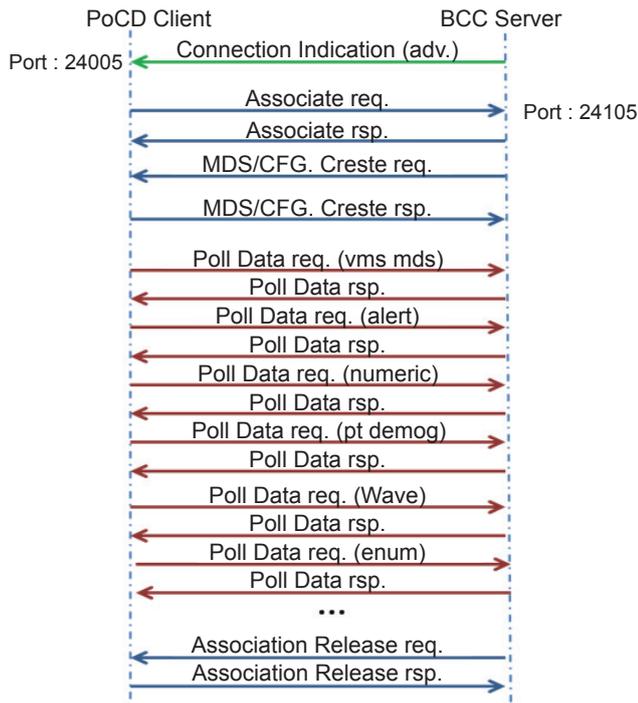


圖 3. IEEE 11073 PoCD 通訊之訊息流程圖。

理量測設備 (其支援 IEEE 11073 規格)，並以官方提供之 Philips Data Export Interface Programming Guide⁽¹⁰⁻¹²⁾ 為基礎，以補足 IEEE 1073-103zz 這部分文件之不足。

Data Export Interface Programming Guide，主要制定 Philips IntelliVue Patient Monitor 系列之設備其所提供之生理量測模組 (例如血氧，ECG，血壓，體溫，以及吐氣流量計等)，定義其 Nomenclature，Data Type，及對應之資料結構。此些部分恰好是 IEEE 11073-103zz 囊括之部分。此外，文件中定義該系列之設備如何支援 Transport 層之連線，如何支援 IEEE 1073-20101 之 Association Control Element Service 及連線狀態機，以及如何建立一個 Computer Client (亦即為 PoCD Client)。總括而言，Data Export Interface Programming Guide 包含三個主要部分：Domain Information Model (DIM)，Service Model，以及 Communication Model。其中，Domain Information Model 的部分明確制定一個 BCC Server 必須要有一個 Medical Device System (MDS)，其下有 1 個 Numeric 型別之物件 (包括：Activity

Intensity，Age，Altitude Gain，Body Height，Body Weight，Breathing Rate，Calories Ingested，Distance，Energy Expended，Estimated Weight Loss，Heart Rate，PIM，Resistance，RMS，Speed，TAT，...)，1 個 Wave RT-SA 型別之物件 (包括：3D Acceleration_X，3D Acceleration_Y，3D Acceleration_Z，3D Acceleration_Z with gravity offset，...)，1 個 Enumeration 型別之物件 (包括：Activity Time，Program Identifier，Session，Subsession，Session-Subsession-Start-Indicator)，1 個 Alert Monitor 型別之物件 (包括：Device T-Alarm List，Device P-Alarm List)，以及 1 個 Patient Demographics 型別之物件 (Activity Monitor Observations)。此些定義不同於 ISO/IEEE 11073-20601 針對一般性的醫療器材之定義。

此外對於 Domain Information Model，文件內明確定義：某些物件內之屬性必須使用 (例如：System-Type-Spec-List，Dev-Configuration-Id)，某些物件內之屬性選擇使用 (例如：Measurement-Status，Metric-Id)，某些物件內之屬性建議使用 (例如：Metric-Structure-Small，Power-Status)，以及某些物件內之屬性不建議使用 (例如：Unit-Code，Unit-Label String) 等等。而對於 Service Model 部分以及 Communication Model 部分，則皆遵行 ISO/IEEE 11073-20101 規格內制定之內容實施。

接下來，第三章節介紹 PoCD Client 系統之設計、第四章節介紹實作與測試，以及第五章節提出實作結果與討論。

三、PoCD Client 系統設計

本研究所提之 PoCD Client 系統 (即為 Manager Role) 以 Ethernet 介面為主，透過 Ethernet 介面連接 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) (即為 Agent Role)。MP5 透過 UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 介面連接前端感測元件 (例如 ECG、SPO2、Temperature、Respiration、NBP 等)。量測所得之生理資訊，透過 Philips IntelliVue Patient Monitor 與 PoCD Client

系統之間之互通性平台，得以進行生理資訊之轉換或分析。圖 4 顯示 PoCD Client 系統之架構圖。

概觀而言，透過 Ethernet 介面，PoCD Client 系統與 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 建立 Ethernet 實體連線通道。PoCD Client 系統開始與 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 建立符合國際醫療器材標準 (ISO/IEEE 11073-20101) 之互通性平台。於此平台中，進行各種生理資訊的交換。

1. PoCD Client 系統之系統架構設計

建構於 Window 平台之上，PoCD Client 系統包含幾個主要的模組：Transport 模組、IEEE 11073-20101 模組、IEEE 11073-103zz 模組，以及其他系統支援模組 (例如 OS_Port 模組、VSW 模組、IEEE 11073 IF 模組、Timer 模組) 等。

Transport 模組負責傳輸層之連線狀態機維護，提供 UDP 功能。PoCD Client 系統之連線對象設定為 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5)，該機型支援 Ethernet 及 RS232 兩種通訊方式，PoCD Client 系統以支援 Ethernet 之 UDP 功能為主。

IEEE 11073-20101 模組負責應用層之連線狀態機維護，提供 IEEE 11073 PoCD Manager 之功能。依據 IEEE 11073 PoCD Standards⁽⁶⁾，PoCD Client 系統具有 ACSE (Association Control Service Element)、CMDISE (Common Medical Device Information Service Element)、ROSE (Remote Operation Service Element)，以及建置 MDIB (Medical Data Information Base) 之功能。

IEEE 11073-103zz 模組負責提供相關設備之規格。目前，因為標準未完成且 PoCD Client 系統之連線對象設定為 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5)，故以 Philips 之 Data Export Interface Programming Guide⁽¹⁰⁾ 設計此部分之功能，包括：Poll Data 方式／訊息封裝，解析量測資訊等。

2. PoCD Client 之 Domain Information Model

圖 5 顯示 PoCD Client 系統之 Domain Information Model 設計。PoCD Client 系統之 Domain Information Model 包括以下物件：MDS、

Numeric、Wave、Alert、Enumeration，以及 Patient Demographics。以下分別說明之：

MDS 物件內具有以下幾種屬性 (Attribute)：Handle、System-Type、System-Model、System-Id、Nomenclature Version、System Localization、System Specification、MDS General System Info、Production Specification、MDS Status、Bed Label、Operating Mode、Application Area、Date and Time、Relative Time、Altitude、Line Frequency，以及 Association Invoke ID。

N u m e r i c 物件內具有以下幾種屬性 (Attribute)：Handle、Type、Numeric Observed Value、Compound Numeric Observed Value、Absolution Time Stamp、Relative Time Stamp、Label、Label String、Display Resolution、Color、Metric Specification，以及 Metric Modality。其中血壓的監測物件屬性選用 Compound Numeric

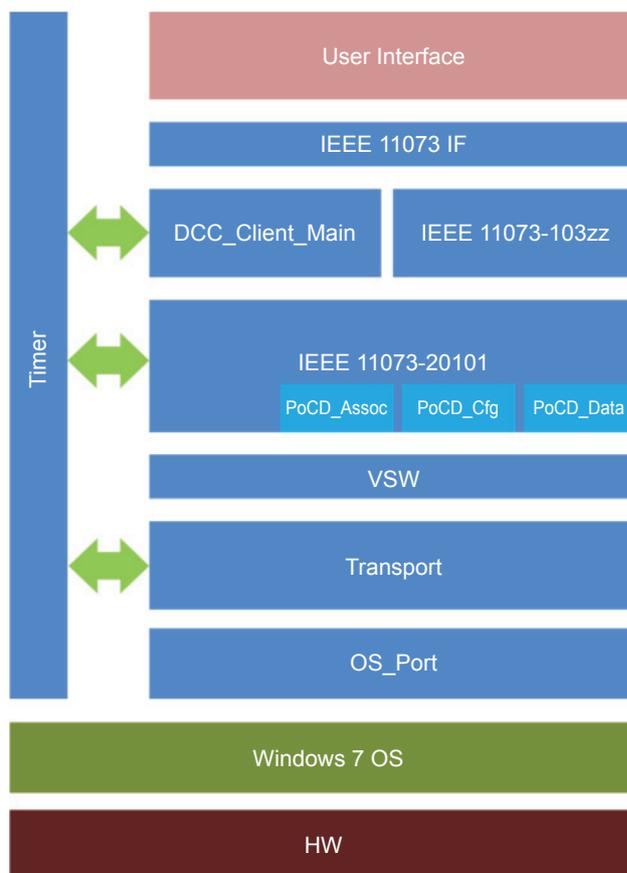


圖 4. PoCD Client 系統架構圖。

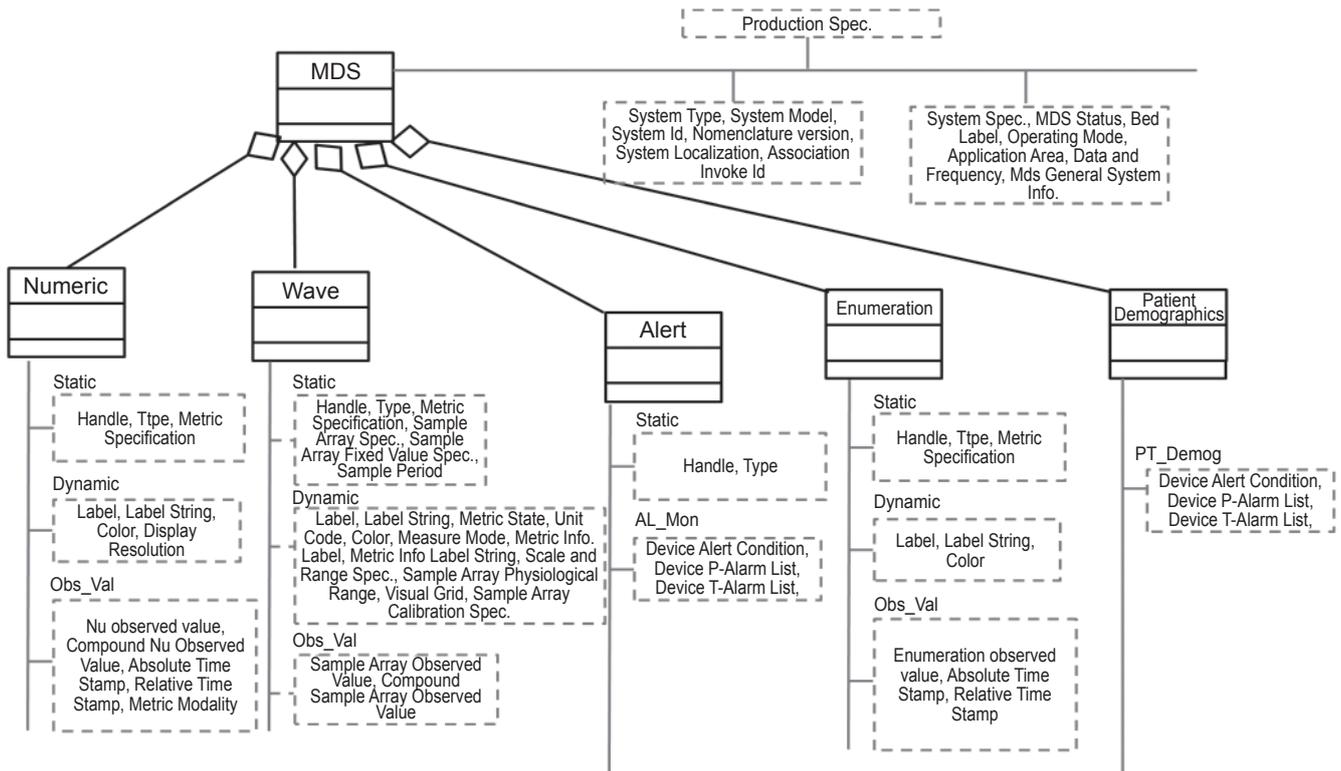


圖 5. PoCD Client 系統之 Domain Information Model 設計。

Observed Value；其餘的監測物件屬性則選用 Numeric Observed Value。

Wave 物件內具有以下幾種屬性 (Attribute)：Handle、Type、Metric Specification、Sample Array Specification、Sample Array Fixed Value Specification、Sample Period、Label、Label String、Metric State、Unit Code、Color、Measure Mode、Metric Info Label、Metric Info Label String、Scale and Range Specification、Sample Array Physiological Range、Visual Grid、Sample Array Calibration Specification、Sample Array Observed Value，以及 Compound Sample Array Observed Value。其中動態監測物件屬性選用 Sample Array Observed Value 或 Compound Sample Array Observed Value。

Alert 物件內具有以下幾種屬性 (Attribute)：Handle、Type、Device Alert Condition、Device T-Alarm List，以及 Device P-Alarm List。其中需動態監測物件屬性為 Device Alert Condition、Device

T-Alarm List，以及 Device P-Alarm List。

Enumeration 物件內具有以下幾種屬性 (Attribute)：Handle、Type、Metric Specification、Label、Label String、Color，以及 Enum-Observed-Value。其中需動態監測物件屬性為 Enum-Observed-Value。

Numeric 物件內具有以下幾種屬性 (Attribute)：Handle、Pat Demo State、Patient Type、Patient Paced Mode、Given Name、Family Name、Patient ID、Patient Sex、Date of Birth、Patient Height、Patient Weight、Patient Age、Patient BSA、Patient BSA Formula、Note1，以及 Note2。其中以上所有物件屬性皆為動態監測之標的。

3. PoCD Client 系統之訊息流程設計

依據 IEEE 11073 PoCD 標準之訊息流程，BCC Server 端將主動送出 Connection Indication 訊息用以通知在區域網路中的 PoCD Client 設備，該設備已經取得 IP 位址且準備進行連線。隨後，

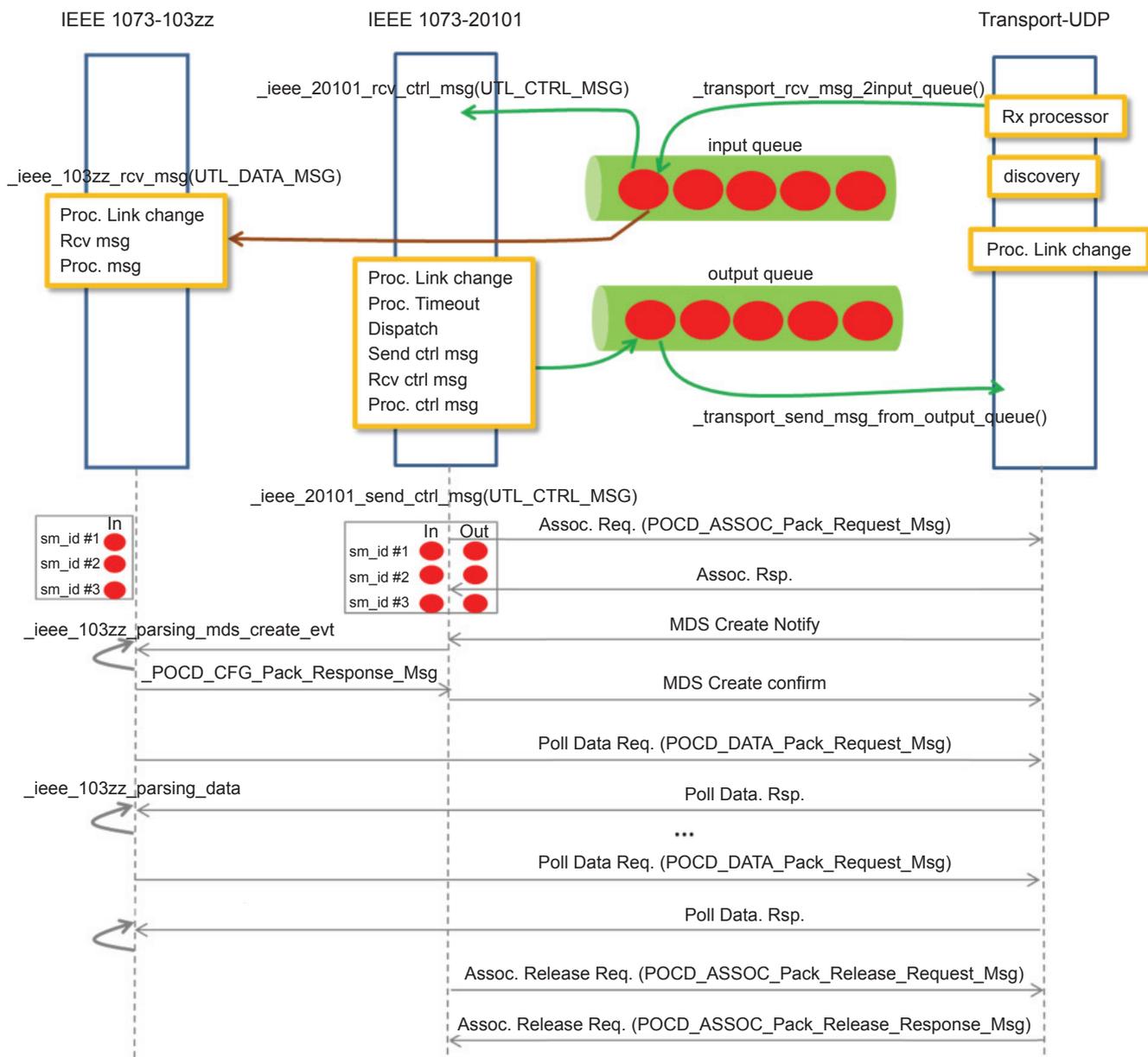


圖 6. PoCD Client 系統之訊息流程設計。

PoCD Client 端將主動送出 Association Request 訊息，以進行 IEEE 11073 PoCD 之連線。跟隨 PoCD Client 端回覆 BCC Server 之 MDS Create Event，PoCD Client 端可進行生理資訊之提取，直到 IEEE 11073 連線結束為止。

PoCD Client 系統依據 IEEE 11073 PoCD 標準之訊息流程，具有如圖 6 所示之訊息流程設計。當連線的雙方完成傳輸層連線後，PoCD Client 系統於 IEEE 11073-20101 模組送出 Association

Request 訊息，以進行 IEEE 11073 PoCD 之連線。此 Association Request 訊息流通於 IEEE 11073-20101 模組及 Transport 模組。爾後，MDS Create Event 訊息及 Poll Data Request 訊息則流通於 IEEE 11073-103zz 模組，IEEE 11073-20101 模組及 Transport 模組之間，直到 IEEE 11073 連線結束為止。

換言之，PoCD Client 系統有別於 IEEE 11073 PoCD 標準建議之狀態機設計，而是根據

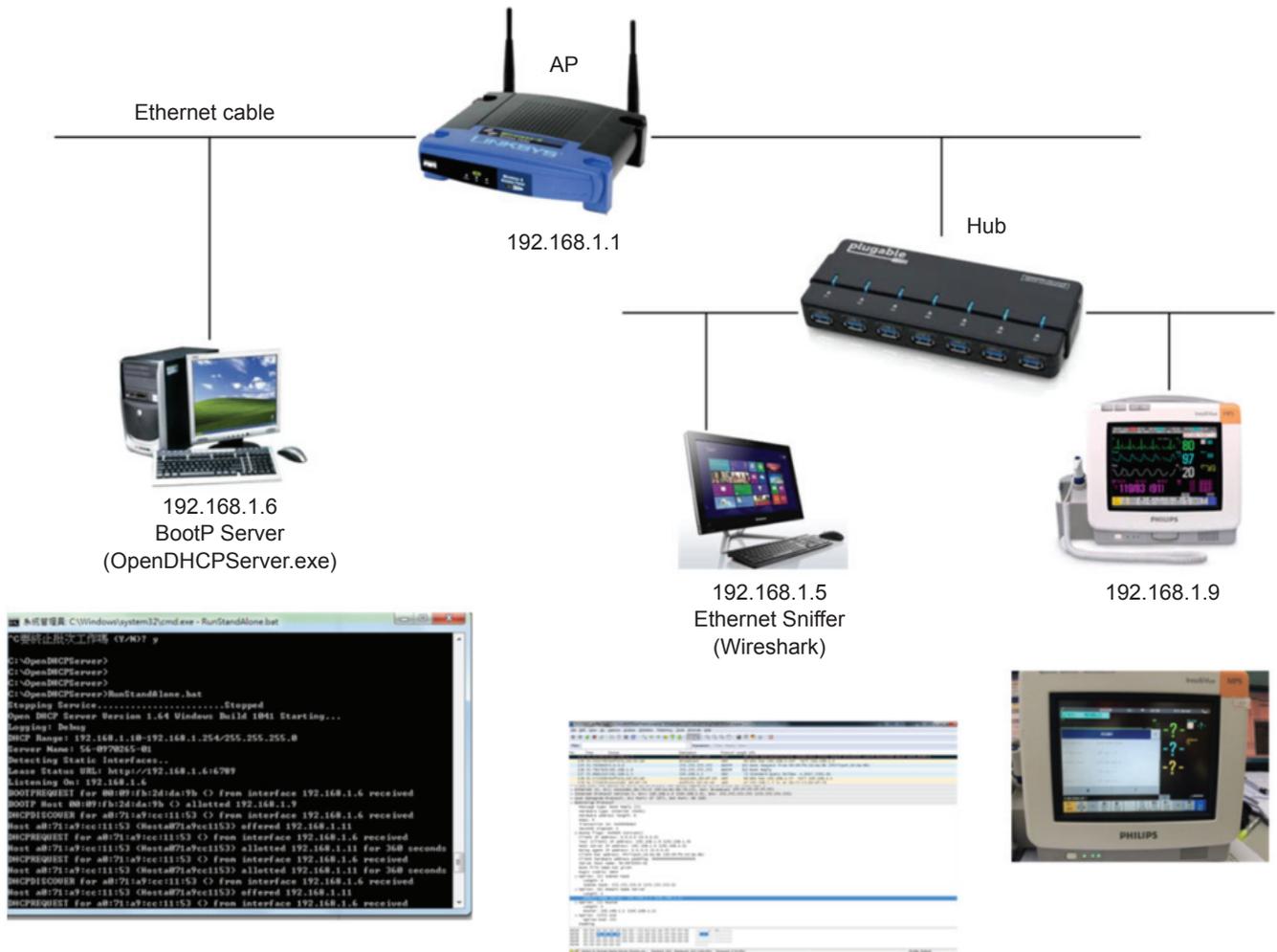


圖 7. PoCD Client 系統與 Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 之測試架構圖。

實際的連線端設備 (即 Philips IntelliVue Patient Monitor, MP5) 設計 3 個連線狀態：Disconnected、Unassociated，以及 Operating 狀態。Connection Indication Event 訊息用以切換 Disconnected 與 Unassociated 狀態；Association Request 訊息則用以切換 Unassociated 與 Operating 狀態。各訊息與各狀態之間具有相依之關係。

四、實作與測試

基於 Windows 系統平台，PoCD Client 系統在此平台上完成所有軟體功能設計。傳輸層功能方面，提供 UDP 通訊功能，使 PoCD Client 系統透過 Ethernet 介面與生理監控設備相連接。IEEE

11073 連線方面，提供 IEEE 11073 PoCD Manager 之所有功能 (包括連線狀態機，Domain Information Model 設計，各種 Service Elements)。在量測資訊擷取與分析方面，採用 Philips Data Export Interface Programming Guide 以彌補目前 IEEE 11073 PoCD 設備規格不足之問題，設計提取量測資訊與分析資訊之方式。此外，生理監控設備方面，本系統之連線目標產品選用 Philips IntelliVue Patient Monitor 之 MP5 機型。圖 7 顯示系統之實際測試情況。表 1 顯示實驗室設備一覽表。

PoCD Client 系統之測試包含 3 個主要項目：1. 傳輸層連線測試；2. IEEE 11073 連線測試；3. 量測資訊提取與分析測試。以下就三個主要測試分別說明之：

表 1. 實驗室設備。

Device Name	Personal Healthcare System	
	Item	Used in the test
PoCD Client System	Hardware/Software	Windows 7 Intel® Core™2 Duo CPU P8600 @ 2.40GHz *Act as Manager
Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5)	Hardware/Software	P/N M8105A S/W Rev. F.01.43 *Act as Agent

1. 傳輸層連線測試

依據 Philips IntelliVue Patient Monitor MP5 機型之使用情境，以 Ethernet 為主之連線方式須有 BOOTP Server 用以提供 MP5 設備 IP Address。在本系統之測試環境中，選定一個主機作為 BOOTP Server，並且在其內設定該 MP5 設備之 IP Address。測試結果顯示，當 MP5 設備透過網路線連線網路時，機器將依據 Boot Strap Protocol 向 BOOTP Server 請求配置 IP Address。

取得 IP Address之MP5 設備開始以 UDP 方式送出 Connection Indication 訊息給網路上的 PoCD Client 系統。本系統測試時，分別透過 Ethernet 監控軟體 (Wireshark) 及 PoCD Client 系統之偵錯 Log 訊息確認 MP5 設備送出 Connection Indication 訊息，且 PoCD Client 系統能夠成功的收到此訊息。此外，依據 IEEE 11073 PoCD 標準，PoCD Client 系統收到 Connection Indication 訊息後，系統傳輸層狀態轉換為 Connected。

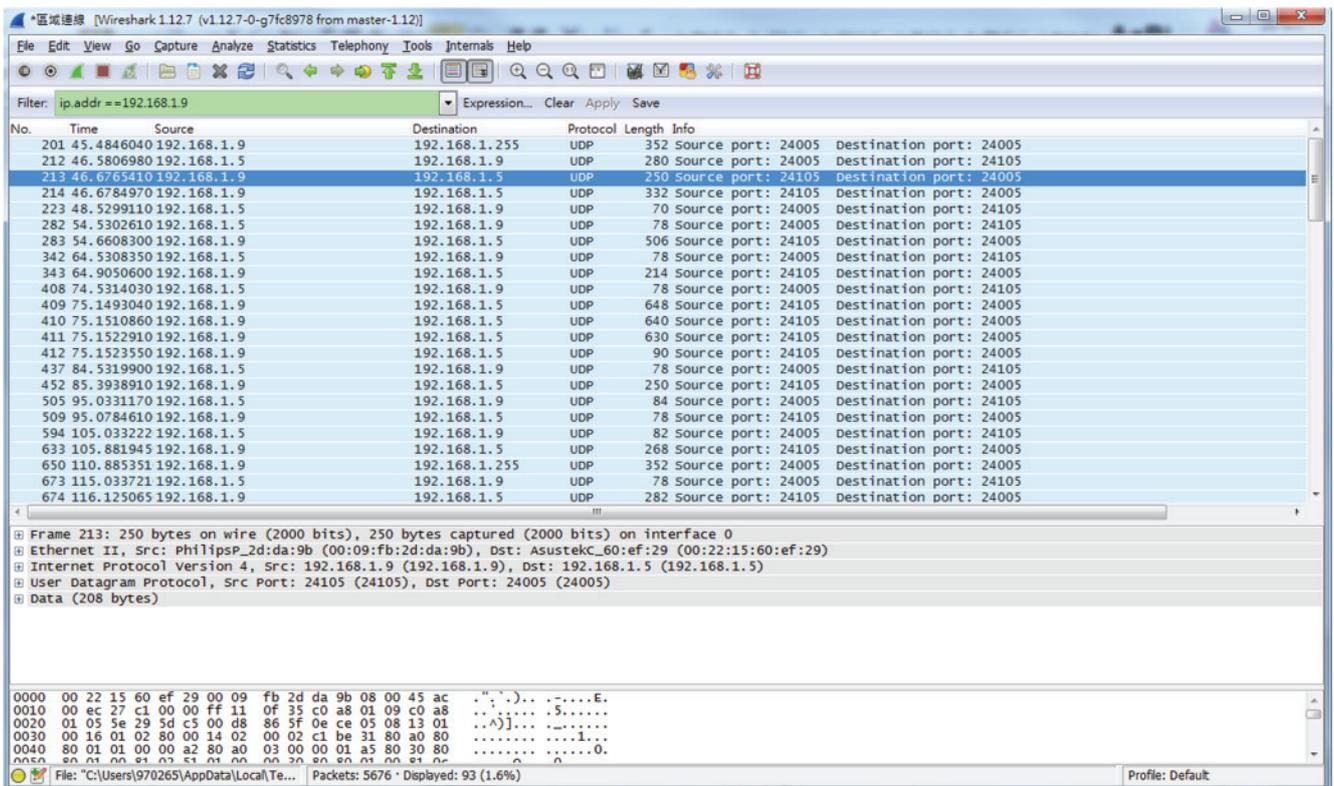


圖 8. 以 Wireshark 軟體監聽 Ethernet 封包。

表 2. Demo 模式下通訊測試結果一覽表。

項次	Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5)	PoCD Client System
NBP	Systolic:120 Diastolic:80 MAP:90 Pulse Rate:60	Systolic:120 (PASS) Diastolic:80 (PASS) MAP:90 (PASS) Pulse Rate:60 (PASS)
Respiration	Respiration Rate:15	Respiration Rate:15 (PASS)
SPO2	SPO2:95 Pulse Rate:60	SPO2:95 (PASS) Pulse Rate:60 (PASS)
Temperature	pToral:37.8	pToral:37.8 (PASS)
ECG	Heart Rate:60 Wave Form: Lead II	Heart Rate:60 (PASS) Wave Form: 無 (MP5 無送出 Wave Form 資訊)

2. IEEE 11073 連線測試

PoCD Client 系統與 Philips IntelliVue patient monitor (MP5) 之測試架構圖如圖 7 所示。以 PC 為硬體平台，架設 PoCD Client 系統。測試結果顯示，當 PoCD Client 系統收到 Philips IntelliVue patient monitor (MP5) 送出之 Connection Indication 訊息，意味 PoCD Client 系統找到 (Discovery) 此設備，且準備與之建立 IEEE 11073 連線，最後上傳生理量測資訊。表 2 顯示詳細之測試結果。

測試結果顯示，PoCD Client 系統主動送出 Association Request 訊息。Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 收到後，回覆 Association Response 之訊息。接著，Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 又送出 MDS Create Request 訊息，訊息內容包含其 Configuration Table 所有內容，藉以請求 PoCD Client 系統建置 MDS 資訊。PoCD Client 系統建置完成後，立即回覆 MDS Create Response 訊息。接著，連線雙方進入到 Operation State。於此狀態下，PoCD Client 系統開始送出 Poll Data 訊息，此訊息內容包括所有欲傳送之生理資訊。目前 PoCD Client 系統循環的送出幾種 Poll Data 訊息：VMS MDS、Alert、Numeric、PT Demographics、Wave，以及 Enumeration 等。連線雙方皆可主動提出離線 (Association Release Request) 之訊息。

3. 量測資訊之提取與分析

跟隨 IEEE 11073 之連線測試項目，測試結果顯示，PoCD Client 系統分別透過送出不同內容的

Poll Data Request，Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 回覆相對應的生理量測資訊。這些資訊根據 Philips Data Export Interface Programming Guide 中明定的 Attribute ID 及對應的資訊結構與內容，PoCD Client 系統顯示所有生理量測參數，包括：血壓 (收縮壓/舒張壓/平均動脈壓/脈搏)、血氧 (血氧濃度/脈搏)、體溫、吐氣流量、ECG 等生理資訊。

五、實作結果與討論

本研究所提之 PoCD Client 系統，採用國際 IEEE 11073 Point-of-Care Device (PoCD) 標準，有別於 IEEE 11073 Personal Health Device (PHD) 標準，表 3 是此兩個標準之比較一覽表。探討此兩個標準之使用情形與結果如下：

1. IEEE 11073 PoCD 標準：IEEE 11073 Point-of-Care Device Communication Standards，其為醫院生理監視設備通訊之標準，由 IEEE 機關所制定，目前標準仍在制定中，其目的在解決醫院端醫療器材之間互相操作，資訊共享的問題。此標準主張以 Cable-Connected 作為主要通訊介面，且醫療器材多半是在固定位置 (不輕易更動)，以提供病患 (躺在病床) 之生理量測資訊即時之傳送。
2. IEEE 11073 PHD 標準：IEEE 11073 Personal Health Device Communication Standards，其為個人健康設備通訊之標準，由 IEEE 機關所制定，

表 3. IEEE 11073 PoCD 與 IEEE 11073 PHD 比較一覽表。

項次	IEEE 11073 PoCD Standards	IEEE 11073 PHD Standards
適用設備	醫院端生理監控設備	居家端生理監控設備
目的	醫院端設備之間的互通性	居家端設備之間的互通性
Application Profile	IEEE 11073-20101	IEEE 11073-20601
Device Spec	IEEE 11073-103ZZ (定義中)	IEEE 11073-104ZZ (大部分完成)
Transport Solution/Profile	目前有 Ethernet, RS232, 及紅外線	目前有 USB Personal Health Device Class (PHDC) ZigBee Health Care Profile (HCP) Bluetooth Health Device Profile (HDP) Bluetooth Low Energy (其餘正制訂中)
IEEE 11073 連線發起者	由 Manager 身份發起 Association Request	由 Agent 身份發起 Association Request
提取生理資訊機制	尚未明確 (定義中)	1. Agent 主動送出 2. Manager 主動提取 3. Scanner 物件送出
Data exchange	Real-time upload	Store-and-forward or streaming
標準完整性	仍不足	較為完整
標準採用組織	目前未發現	Personal Connected Health Alliance (原為 Continua Health Alliance)
相關產品	目前發現 Philips IntelliVue Patient Monitor MP5 採用此標準，但因為 IEEE 11073-103ZZ 規格文件仍未完成，故而採用 Philips 規格文件 (Philips Data Export Interface Programming)	請參考官方網址: http://www.continuaalliance.org/products/product-showcase

並由 Personal Connected Health Alliance (原名為 Continua Health Alliance) 機構所採用，其目的在解決居家端醫療器材之間互相操作，資訊共享的問題。此標準適用於有線或無線的通訊介面，且醫療器材沒有限定在固定位置，以提供使用者之生理量測資訊之傳送。

六、結論與未來方向

在此論文中，作者提出以 IEEE 11073 PoCD 標準為基礎之定點照護設備通訊控制系統 (Point-of-Care Device Communication Controller System, PoCD Client)。此 PoCD Client 系統，以 Ethernet 作為介面，能夠與支援 IEEE 11073 PoCD 標準之

Philips IntelliVue Patient Monitor (MP5) 相連接及上傳生理量測資訊。本架構基於 IEEE 11073 PoCD 醫院臨床醫療器材通訊協定技術標準與 Philips Data Export Interface Programming Guide 規範，提供一個互通性之醫療照護平台。經由這些標準之採用，此架構提供一個資訊標準化與通訊標準化之醫療照護系統。此研究之成果可助益於護理人員照護病患模式之改變，以及醫師對病患病情之判定與後續有助益於醫學前進之研究。未來，本研究之後續工作將著眼於，驗證 Philips 其他相關系列之病患生理監測設備，以及支援其他廠牌/型別之病患生理監測設備，以及增加 PoCD Client 系統與後端應用伺服主機互相操作之功能。

誌謝

本研究為工研院生醫所生醫電子與影像技術組執行經濟部「個體化診療醫材－技術整合」成果之一，計畫代號為「E356EB8200」。計畫的研究過程，感謝家人（太太與丸子三兄弟）於本計畫執行期間，所提供之一切支援。

參考文獻

1. Y.-F. Lee, *IEEE IT Professional*, **15**, 31 (2012).
2. J.-R. Wu and Y.-S. Tsai, *Intl. Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE) Proceedings*, **326** (2009).
3. C.-Y. Park, J.-H. Lim, and S. Park, *2011 IEEE Intl. Conf. on Consumer Electronics (ICCE)*, 547-548, (2011).
4. IEEE Std., *IEEE Standard for Medical Device Communications - Overview and Framework*, 1073 (1996).
5. IEEE Std., *Health Informatics - Point of Care medical device communication - Part 10101: Nomenclature*, 11073 (2004).
6. IEEE Std., *Health Informatics - Point of Care medical device communication - Part 20101: Application Profiles - Base standard*, 11073 (2004).
7. IEEE Std., *Health Informatics - Point of Care medical device*

communication - Part 10201: Domain Information Model, 11073 (2004).

8. IEEE Std., *Health Informatics - Point of Care medical device communication - Part 30200: Transport Profile - Cable connected*, 11073 (2011).
9. L. Schmitt, T. Falck, F. Wartena, and D. Slimons, *HCMDSS-MDPnP*, 148 (2007).
10. Philips, *Data Export Interface Programming Guide* (2008).
11. Philips, *Training Guide -IntelliVue Patient Monitor MP5/MP5T* (2008).
12. Philips, *Data Export Test Tool-MP2/X2* (2010).



李元發先生為台灣科技大學電子工程系碩士，現任工業技術研究院生醫與醫材研究所計畫主持人。

Yuan-Fa Lee received his master at National Taiwan University of Science and Technology. He is currently a project leader at Biomedical Technology and Device Research Laboratories at Industrial Technology Research Institute.