

台灣智慧運輸系統通訊協定 TTCIP 雛形研究(二) — 現行交控通訊協定與 NTCIP 間信息交換及系統界接研擬

A Proposition of the Taiwan Transport Communication for ITS Protocol, Part II - Transition from Taiwan Current Traffic Control Protocol to NTCIP, and the System Interconnection 張堂賢 Tang-Hsien Chang 黃韋凱 Wei-Kai Huang

台灣大學土木工程學系教授，地址：台北市羅斯福路四段一號

Department of Civil Engineering, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Taipei, Taiwan 106, R.O.C

(93 年 4 月 9 日收稿，93 年 5 月 25 日定稿)

摘要

NTCIP 將會是發展 ITS 中重要的通訊協定，然其推展不可能一蹴可成，主要是交通管理系統不可能全面停擺來做更新，況且更新需龐大經費與工期。因此採新系統逐步上線、舊系統次第淘汰是最可行的辦法。在此過度期間，新舊系統並行都可能長達數年之久。本研究即研究此番新舊系統之界接與資訊交換問題，尤以交通控制系統為例。文中首先分析國內目前採用的電腦化交通號誌通訊協定，並與 NTCIP 比較兩者之異同，再針對系統界接方案進行設計。資訊交換方面，本案開發出兩通訊協定間之轉換模組，主要是針對交通部 87 年所頒的通訊協定與 NTCIP 間的訊息交換為主。文末並舉 87 年協定中的現場設備共用訊息為測試對象，在所建雛型交換系統中得到驗證。

關鍵字：智慧運輸系統、通訊協定、資訊交換、NTCIP、TTCIP、交通控制

Abstract

NTCIP shall play an important role in ITS deployment. Because traffic control couldn't be terminated for a while, and building a new system needs budget and time, a strategy of building a new system with moving the existing old system away through a step by step approach is the most possible way. Thus, in the transition period, the existing system should run with the new system concurrently. This study develops the inter-system connection and data interchange module, particular in with different protocols: NTCIP and ROC87-traffic control protocol. The module is validated via a computer network composed of a mimic old traffic control center with the ROC87 protocol, a mimic new traffic management center with the NTCIP protocol, and a roadside unit.

Keywords: ITS, Traffic Control Protocol, Data Interchange, NTCIP、TTCIP, Traffic Control

一、前言

從技術面言，建置 ITS 的關鍵之一在於通訊技術的應用。為反應瞬息萬變的交通狀況，「即時」是 ITS 基本的要求；因此在處理龐大而繁雜的交通命令與訊息之傳輸時，通訊的效率和品質就顯得十分重要。為達到 ITS 系統間訊息的交換與連網，制定標準的通訊協定有其必要。美國國家電機製造協會(National Electrical Manufactures Association, NEMA)最先提出 National Transport Communication for ITS Protocol(以下簡稱為 NTCIP)做為智慧運輸系統內電子設備間相互溝通交換資訊的標準，這也可能是未來國際間採用的標準。然而在支援 NTCIP 的路側設施或系統建置非一蹴可及，在建置期間必然會與支援傳統協定的舊系統共存；此時就會產生新舊系統界接的問題。問題出在因為新系統採取

NTCIP 作為通訊協定，但是舊系統採取的是傳統協定，兩者會因協定的不同及網路拓撲而不能相互溝通。因此本研究將以我國現行交控通訊協定為例，探討傳統協定與 NTCIP 間訊息交換的問題，並以發展新舊系統間的界接方案設計，讓新舊交控系統間除了資料的交換外，亦能以網路的方式控制支援各種路側設施(即達成 Inter-operation 目標)。俾使整體的交通控制在建置期間能夠持續地運作，直至新交控系統完成為止。

二、我國現行交控通訊協定與 NTCIP 之比較

電腦化交通號誌通訊協定係指主控電腦與路側設施的通訊規則。本研究首先回顧目前我國交控所採用的通訊協定，以及 NTCIP 通訊協定，以期對兩者作一深入的了解，並針對兩者之相異處加以比較。

2.1 我國現行交控系統通訊協定

針對電腦化交通號誌控制系統，交通部曾於民國七十七年與八十七年有部頒標準(以下分別簡稱為 77 年版通訊協定與 87 年版通訊協定)。另外中華顧問工程司也在民國八十一年為台北市制訂交控協定(以下簡稱為 81 年版通訊協定)，為目前台北市交通控制中心通訊協定的主體。此三者協定說明如下：

1.77 年版通訊協定[1]

77 年版通訊協定主要僅規定中心與路口控制器與路口偵測器之通訊方式。而其連接方式皆為點對點的模式，因此在制定通訊協定時較為簡單，僅需定義實體層與資料鏈結層法則及傳遞訊息之格式與編碼。該協定的內容主要包括碼框格式、碼框辨識、錯誤偵測、錯誤回復及訊息格式與編碼等五個部分。

- (1)碼框格式：77 年版通訊協定採位元組導向方式，其碼框格式依訊息性質分為三種類別：訊息碼框格式、正認知碼框格式與負認知碼框格式。
- (2)碼框辨識：由碼框格式其欄位定義的不同，可加以辨識上述三種不同類別碼框。
- (3)錯誤偵測：採垂直附加核對(Vertical Redundancy Check, VRC)和縱向附加核對(Longitudinal Redundancy Check, LRC)方式。
- (4)錯誤回復：採 Stop and Wait 方式達成錯誤回復的目的。
- (5)訊息格式與編碼：各種訊息之長度及定義隨擬傳遞之訊息種類而異，可分為兩大類：(i)交控中心送至路口控制器--內容包括對時訊息、設定時段型態訊息、設定時制計畫訊息、設定週內日時段型態訊息、設定特殊交通狀況日期訊息、設定動態時制計畫時間訊息、設定動態時制計畫內容訊息、設定車輛偵測器交通資料傳送週期訊息、查詢訊息、設定控制器密碼訊息、系統重新啟動訊息、通訊協定重新啟動訊息及改變路口設備編號等十三個主要訊息項目。(ii)路口控制器送至交控中心--內容包括查詢應答與回報訊息、修改時段型態訊息、修改時段內時制計畫訊息及對時異常等四個主要訊息項目。

2.81 年版通訊協定[2]

81 年版通訊協定為財團法人中華顧問工程司為台北市電腦化交控系統所制定的通訊協定，主要以 77 年版通訊協定為藍本，增加號誌控制器、偵測器、資訊可變標誌、圖誌可變標誌、地圖板、點陣定符顯示板、交通資訊排行板及

系統外部數位時鐘（EDC）等設備協定。其通訊所需的碼框格式、碼框辨識、錯誤偵知、交談程序及訊息格式與 77 年版通訊協定相仿，但在訊息格式中增加了 A、B、C、D 四級的優先層次。

3.87 年版通訊協定[3]

87 年版的通訊協定的設計係用以支援中央式與分散式兩類交控系統架構。此通訊架構係涵蓋控制中心對控制中心、控制中心對路口設備（包括號誌控制器、車輛偵測器、資訊可變標誌、區域控制器）兩大部分。但是區域控制器間之通訊協定由於尚無需求，因此 87 年版協定並未加以制定。通訊協定的修訂採 OSI 通訊協定模型，依通訊需求定義四種剖面(profile)：

CLASS A：Physical layer 用 RS-232，Data link layer 採自定式封包格式。滿足 77 年版通訊協定型式，以適應現有之號誌設備。

CLASS B：Physical layer 用 RS-232，Data link layer 則採 HDLC (High-level Data Link Control)碼框格式定義，通訊程序與 77 年版大同小異。

CLASS C、D：Physical layer 與 Data link layer 同 CLASS B。由於本設計以 PPP 連線為導向，故在網路層(Network layer)以 IP (Internet Protocol)為基礎，Transport layer 分別採 User Datagram Protocol (UDP) 與 Transmission Control Protocol (TCP)方式傳送封包至各指定位址，需作 routing 的動作。Application layer 則使用 SNMP，FTP，Telnet 等。

77、81 及 87 年版通訊協定之內容比較如表 1 所示。

表 1 77 年版、81 年版及 87 年版通訊協定比較表

訊息指令	77 年版通訊協定	87 年版通訊協定	台北市交控通訊協定
現場設備共用訊息	✓	✓	✓
號誌控制器訊息	✓	✓	✓
車輛控制器訊息	✓	✓	✓
區域控制器專用訊息		✓	
可變資訊標誌訊息		✓	✓
中心對中心訊息		✓	
圖誌可變標誌			✓
地圖板			✓
點陣字符顯示板			✓
交通資訊排行板			✓
系統外部數位時鐘			✓

2.2 NTCIP 通訊協定

NTCIP 是一個通訊標準的家族，主要針對 ITS 所使用的微電腦控制設備間的資料與訊息的傳輸。NTCIP 與舊式的交控協定不同之處在於 NTCIP 不只是一個為了單一目的所設計的協定，NTCIP 涵蓋了從簡單的點對點指令/回應協定，直到相當複雜的物件導向技術。NTCIP 參考 OSI 七層結構，定義出五階層架構：

1. 資訊階層(Information Level)：主要是提供應用程式處理之資料元素、物件、訊息等的傳送標準，像是 TCIP，TS3.5，MS/ETMCC 等。

- 2.應用階層(Application Level)：主要提供資料封包結構及交談管理的標準，是 SNMP，STMP，DATEX，CORBA，FTP。
- 3.傳輸階層(Transport Level)：主要提供資料封包切割、組合及繞送方面，諸如 TCP，UDP，IP 等。
- 4.次網路階層(Subnetwork Level)：主要提供實體介面的標準，像是數據機、網路卡、CSU/DSU 等以封包傳送，如 HDLC、PMPP、PPP、Ethernet ATM 等。
- 5.機器設備階層(Plant Level)：此階包含了實體的通訊方式，例如銅導線、銅軸線、光纖、無線通訊等。

有關 NTCIP 在此五階層之協定堆疊，可參見[4,5]，[6,7,8,9,10,11]有更多資訊。

2.3 新舊交控通訊協定之比較

現行通訊協定與 NTCIP 最大的不同可分為兩點，網路拓撲與封包格式的不同。

1.網路拓撲

- (1)傳統協定為中央式的交控架構，所採取的為點對點的連接架構。
- (2)NTCIP 本身可支援點對點及多點歧接的連接方式，讓多種設施共用一通訊通道頻寬，為網路式的連接架構。

2.封包格式

(1)傳統協定

採用點對點的連接，機器只分傳送端和接受端，因此封包格式較為簡單，是採位元導向的設計。目前多使用 RS-232 傳送訊息，其傳送的單位為一個一個的位元組，而非一般網路中一個一個封包傳送的概念。我國現在使用的通訊協定的封包格式皆為專屬自訂(proprietary)，包括 77 年、81 年或 87 年均屬之。以目前北市交控中心所採用的 81 年版通訊協定為例，其訊息碼框格式如圖 1。其中，DLE=AA(H)，Data Link Escape；STX=BB(H)，Start of Text；ETX=CC(H)，End of Text；ADD=ADDRESS，FFFF(H)為廣播編號；INFO=訊息欄位，可為多個位元組組成；CKS=核對位元組。

DLE	STX	ADD	INFO	DLE	ETX	CKS	
1	1	2		1	1	1	byte(s)

資料來源：[2]

圖 1 81 年版通訊協定訊息碼框編碼圖

(2)NTCIP

NTCIP 封包格式如圖 2 所示，包括標頭欄位(Header Field)及資訊欄位(Information Field)。在資訊欄位中是處理所欲傳送的物件。在 SNMP 下基本上採 BER(Basic Encoding Rules) TLV 格式編碼；經過編碼後的資料是一個位元串列型態。其中 T 是 Type，表示這筆資料為那一型別，L 是 Length，表示這筆資料在編號後的長度，V 是代表 Value，表示該筆資料的內容。NTCIP 針對 STMP 之動態物件則以 PER/OER (Packed Encoding Rules, Octect Encoding Rules)的編碼方式來加以支援。詳細內容已於「台灣智慧運輸系統通訊協定 TTCIP 雛形研究(一)－台灣 ITS 專用交通管理資訊庫(TMIB)之研

擬」中敘述。

Protocol Data Unit

HEADER FIELD		INFORMATION FIELD	
1	MESSAGE TYPE	OBJECT ID	

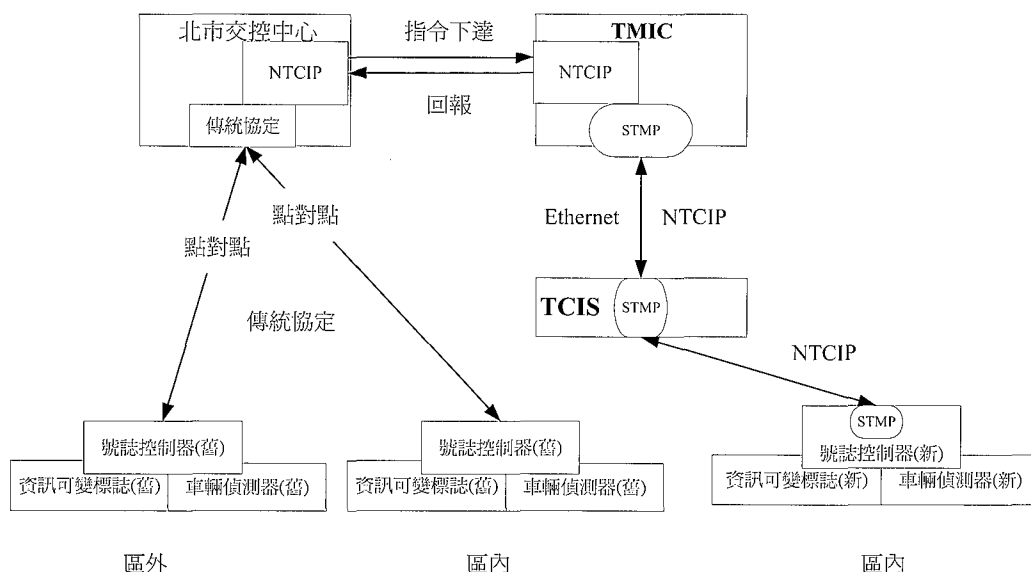
圖 2 NTCIP 封包格式

三、新舊系統界接及通訊協定轉換問題與方法

3.1 新舊系統之界接方式

因為網路拓樸和封包格式的不同，導致新與舊系統間無法直接互通。由於交通控制系統不能一日停擺，系統更新涉及經費與建設時程，於是新舊交控中心平行並存必是過程之一，作業方式即舊中心系統以傳統通訊協定對區內之舊設施進行點對點通訊；而新中心 TMIC 以 NTCIP 協定對區內之新設施進行通訊。新舊中心間需設計以資料互換界接方式，如圖 3 所示[4,5]。而舊中心則待舊路側設施都更新後自然廢除。

兩中心間的連接架構是需給予各傳統設施一虛擬的 IP；此乃傳統點對點的協定中各個路側設施均連接至特定的通訊伺服器，於是藉由其與通訊伺服器的連接各給予一虛擬 IP。新交控中心便可藉此 IP 找到所連接的舊路側設施。至於虛擬 IP，在 IANA(The Internet Assigned Numbers Authority)規定中，可以不經註冊而使用的私有 IP 有：10.0.0.0~10.255.255.255、172.16.0.0~172.31.255.255、192.168.0.0~192.168.255.255。由於新交控中心所傳遞的為網路封包，因此在舊中心中必須有一通訊協定轉換或封包拆解的機制，以讓舊的路側設施可以接收到它們所能了解、執行的傳統通訊協定。故要執行本方案顯然重要的是通訊協定轉換模組的設計。



資料來源：[4]

圖 3 新舊系統界接方案

3.2 通訊協定轉換問題分析

前節述及新舊中心間需設計資料互換法則，訊息之交換必須有一封包轉換機制：(1)舊中心需將新中心 NTCIP 封包轉換成傳統協定封包，(2)新中心將舊中心送出的傳統協定封包轉換成 NTCIP 封包。以 87 年版協定轉 NTCIP 與 NTCIP 轉 87 年版協定為例，在轉換上將遇到的困難主要有以下三點：

1.協定間對應形式的問題

87 年版協定與 NTCIP 之對應，吾人發現兩者之間命令並非純一對一的關係，甚至有一對多、多對一的現象。茲說明如下：

(1)一對一

所謂一對一的關係即表兩協定有相同的意義和作用，例如 87 年協定中管理時間的參數，其設定命令 12H 中的參數即與 NTCIP 中 globalTime 物件相對應。此情況在轉換的處理將較為簡單，僅需相互查對照表方式處理即可。

(2)一對多或多對一

這種關係在本案中佔絕大多數。一個 87 年版的命令中的一個參數欄位可能就代表一個 MIB 物件，而 87 年命令若有多個參數欄位便意味著這個命令對應到多個 MIB 物件。因此在轉換過程中，若是 87 年的協定轉換成 NTCIP 將較為容易，即將 87 年協定的命令中的所有參數所對應的 MIB 物件封裝成封包送出即可。但是若逆回來處理，要將 NTCIP 轉回 87 年版協定將較為困難，因為要多個 MIB 才代表一個 87 年版的命令，所以送來的物件若要轉換，可能會面臨參數不足的問題，這部分將是本研究處理的重點之一。例如 87 年版協定中回報韌體燒錄日期及版本命令 25H，對應 NTCIP 的 MIB 物件就要有三個：globalTime、moduleMake、moduleVersion。

2.協定間無對應的問題

本研究針對 87 年版協定與 NTCIP 標準文件中 MIB 物件的比較作一研究，以現場設備共用訊息為例，其比較如表 2 所示。由此可以看出 87 年版命令中的參數定義有許多在 NTCIP 的標準文件中並無對應的 MIB 物件，或者分散在其他的標準文件之中。因此會造成無法完全轉換的情形發生。於是有必要制定新 MIB 物件來對應該轉換機制。

表 2 87 年版協定與 NTCIP 之現場設備共用訊息對照表

87 年版協定	命令別	操作功能	NTCIP 有無對照
00H	回報	接收傳輸訊息後回應	無
01H	回報		
10H	設定	重新啟動設備	無
15H	回報		
11H	設定	重新啟動設備之通訊	無
19H	回報		
12H	設定	設備之日期、時間管理	有
2BH	查詢		
14H	回報		
13H	回報	對時誤差回報及要求中心對時	無
16H	設定	設定設備硬體狀態回報傳輸週期	無
17H	查詢	查詢設備硬體狀態之交通參數傳輸週期	無
18H	查詢	設備編號管理	有

表 2 87 年版協定與 NTCIP 之現場設備共用訊息對照表(續)

87 年版協定	命令別	操作功能	NTCIP 有無對照
29H	回報		
1CH	查詢	設備狀態管理	無
1DH	回報		
1EH	回報	設備前次電源中斷通知	無
1FH	設定	設定設備資料庫操作密碼	無
21H	設定	設備資料庫操作保護	無
22H	設定	設備交通參數之傳輸週期管理	無
2FH	回報		
23H	回報	設備資料更動通知	無
24H	查詢	設備韌體燒錄日期及版本管理	部分有
25H	回報		
27H	設定	設備減光控制管理	在 dms 的 MIB 物件
28H	查詢		
26H	回報		
2AH	回報	排程減光控制之起迄管理	在 dms 的 MIB 物件
2CH	設定	通訊環路狀態管理	無
2EH	回報		
2DH	回報	設備要求傳送資料庫資料	無

3.3 通訊協定轉換方法

本研究針對通訊協定封包轉換，提出兩種轉換方法，分別是直接轉換及以制定 MIB 作對照轉換。此兩種方法分述如下：

1.直接轉換

若 87 年版通訊協定欄位定義與在 NTCIP 中 MIB 物件定義相仿的部分，可以直接引用，僅需針對其型別、欄位大小的不同等作處理。下面以時間參數管理為例：假設要傳送一個時間參數「2002 年 1 月 1 日零時零分零秒」，NTCIP 物件定義於 globalTime (1.3.6.1.4.1.1206.4.2.6.3.1)之下，其傳送編寫格式如下：

Identifier

Type OBJECT IDENTIFIER

LengthOID Value 的長度

Value 1.3.6.1.4.1.1206.4.2.6.3.1.0 (OID Value)

Value

Type Counter(計數器)

LengthCounter 的長度

Value 1012492800 (From 00:00:00, 1 January 2002 UTC)

首先依據 BER 的規則，物件識別 Identifier (OID)前加入識別符型態碼[06]與長度碼[0D]之後，將會被編碼成下列位元串：

[06][0D][2B][06][01][04][01][89][36][04][02][06][03][01][00]

再來我們要將資料的值 1012492800 編碼。BER 編碼法對於 Counter 和對 INTEGER 的編碼方式是相同的，都是使用兩對的八位元組來表示。因此，該 byte 串會變成[3C][59][6A][00]，而 Counter 的型別碼是[41]。因此我們的物件值會有個[41]的型別碼與[04]的長度碼：[41][04][3C][59][6A][00]。然後在最開頭加上 SEQUENCE (型別碼[30])與整個數值長度[15]。因此整個編碼結果成為：

[30][15][06][0D][2B][06][01][04][01][89][36][04][02][06][03][01][00][41][04][3C][59][6A][00]

最後在整個 PDU 的標頭欄位(Header Field)加上 STMP 提供了由 SNMP 的訊息所衍生出來的八種訊息型態，分別為 Get Request、Set Request、Set Request-No Reply、Get Response、Set Response、Trap Response、Get Error Response 和 Set Error Response 等不同的訊息即完成整個封包的內容。詳如表 3 所示。

表 3 設定時間管理參數 NTCIP 封包內容例

Field	Byte Stream
PDU-HEADER	[9E]
SEQUENCE OF	[30][15]
OID	[06][0D][2B][06][01][04][01][89][36][04][02][06][03][01][00]
VALUE	[41][04][3C][59][6A][00]

而 87 年版通訊協定之設備日期暨時間管理的定義命令編號有 12H、14H 與 2BH，分別是設定、回報與查詢。今若欲以 87 年版通訊協定設定設備時間「2002 年(民國九十一年)1 月 1 日零時零分零秒」，封包編寫格式詳如表 4 所示。其傳送資訊為：[12][5B][01][01][02][00][00][00] (僅訊息欄位)。

表 4 87 年版通訊協定設備時間管理參數例

訊息參數	意義	十六進位	大小
12H	命令編號	[12]	1Byte
Year	民國年	[5B]	1Byte
Month	月	[01]	1Byte
Day	日	[01]	1Byte
Week	星期	[02]	1Byte
Hour	時	[00]	1Byte
Min	分	[00]	1Byte
Sec	秒	[00]	1Byte

由於這兩種定義與作用相仿，均用來管理設備的時間，因此可以採取直接轉換的方式。若要從 NTCIP 轉換成 87 年版協定，則從 Counter 所計數的秒數換算之，可以算出分別為民國某年、某月、某日、何時何分何秒等，再填入 87 年每個參數的欄位中，最後再於開頭加上 12H(設定)或 14H(回報)(若為 2BH 查詢，僅為一個位元組無需加上時間參數)。如果是 87 年版協定轉成 NTCIP，同理將 12H 參數欄位中的日期換算成累計秒數後，即為 NTCIP 封包中 Counter 的值，再加上標頭、OID、型別、長度等欄位等封裝程序後便完成轉換。

2.以制定 MIB 方式對照轉換

由於 87 年版所定義的封包是針對我國交控需求的專屬設計(proprietary)，與 NTCIP 標準文件中所定義出的 MIB 物件有相當程度的差異。故實際上絕大多數的 87 年版通訊協定與 NTCIP 均無相對應的命令與物件，若要直接轉換有

困難。因此本研究仿 NTCIP 制定 MIB 的方式，參照 87 年版通訊協定來製作所需的 MIB，再加以對照處理該項轉換。這裡以現場設備共用訊息為例說明如後。在 NEMA 的 TMIB 中，global 底下僅有五大項，在本研究 TTCIP (Taiwan Transport Communication for ITS Protocol)增設 globalMsg 乙項，此項即以交通部頒佈 87 年版交控通訊協定的現場設備為藍本，定義有台灣即設交通設施所通用之物件，通過這些物件的使用，新系統即易與與舊系統的交通設施做資訊交換(參見『台灣智慧運輸系統通訊協定 TTCIP 雛形研究(一)--台灣 ITS 專用交通管理資訊庫(TMIB)之研擬』)。globalMsg 群組之下所包含之物件其詳細規格設定如表 5 與表 6 所列。globalMsg 在 SMI 中的識別符為 iso.ccitt.country.tw.transportation.device.global.globalMsg，globalMsg 全部的 MIB 物件樹狀結構圖如圖 4 所示。在 TTCIP 中有了 globalMsg 物件，在與 87 年版通訊協定對照轉換就較容易多了。

為了達到較完整的訊息交換且轉換過程簡便的目的，除上述共用訊息外，其他絕大多數的轉換問題皆以制定 MIB 對照轉換的方式來處。

表 5 現場設備共用訊息物件對照

87 年版交控通訊協定物件名稱	TTCIP 之 globalMsg 物件代號	物件型態	物件長度 (byte)	物件值域
接收傳輸訊息後之回應	GlobalEffect	整數	1	0~1
指令碼	globalCommandID	整數	1	0~255
錯誤型式	globalErrorType	整數	1	0~255
重新啟動設備	globalDeviceReset	整數	1	0~1
重新啟動通訊	globalConnectionReset	整數	1	0~1
對時誤差	GlobalSecDif	整數	1	0~127
傳輸週期	globalReportCycle	整數	1	0~255
描述現場設備之狀態	globalHardwareStatus	整數	2	0~65535
管理現場資料庫鎖定	GlobalLockDB	整數	1	0~2
現場設備更動的回報	GlobalUpdate	整數	2	0~65535
廠商代碼	globalCompanyID	整數	1	0~255
版本	GlobalVersion	整數	1	0~255
亮度設定	globalBrightness	整數	1	0~255
設備 ID 編號	globalEquipmentID	整數	2	0~65535
通訊環路測試	globalLoopData	字串	32	
操作密碼	GlobalPassword	字串	6	
錯誤參數個數	globalParameterOrder	整數	1	0~255

表 6 中華民國時間物件表

物件名稱	物件代號	物件型態	物件長度(byte)	物件值域
民國年	globalROCYear	整數	1	0~255
月	globalMonth	整數	1	1~12
日	globalDay	整數	1	1~31
星期	globalWeek	整數	1	1~7
時	globalHour	整數	1	0~23
分	globalMinute	整數	1	0~59
秒	globalSecond	整數	1	0~59

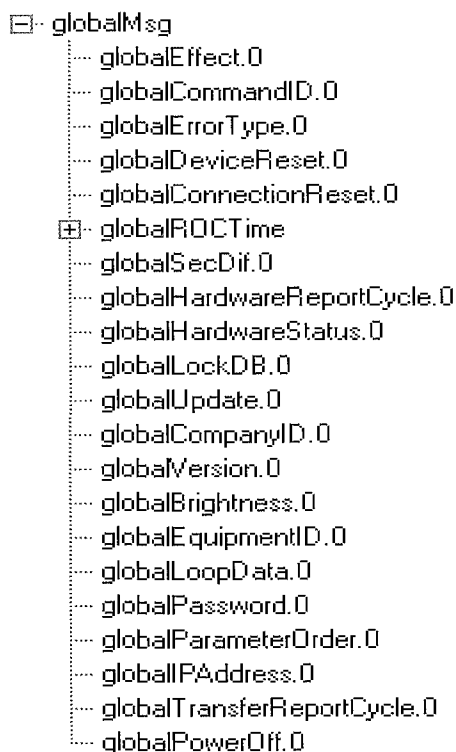


圖 4 globalMsg 物件樹狀圖

四、協定轉換模組開發

本研究以 java 程式語言製作 NTCIP/TTCIP 與傳統協定間轉換模組，此乃考量 java 具物件導向、跨平台等特性。本研究所開發的轉換模組程式主體分為三個部分，分別是 TransFrame、IOT87TrnaslateToNtcip 及 NtcipTranslateToIot87 等三個類別，茲說明如下：

1. TransFrame()：轉換模組程式的執行主體，負責接收封包，呼叫類別以執行轉換及顯示轉換過程的功能，並傳出轉換後的封包。運作流程如圖 5。
2. IOT87TrnaslateToNtcip()：負責將 87 年版通訊協定的封包轉換成 NTCIP 封包，其流程如圖 6 所示：(1)接收 87 年版協定封包；(2)使用 parse 這個方法來檢查所接收的 87 年封包是否正確，因本研究目前僅對 87 年協定中的 INFO 欄位作轉換，若有錯誤依不同的型態丟出例外(Exception)；(3)檢視封包無誤且參數足夠後，使用 translate()這個方法來執行轉換；(4)傳回轉換後的封包。
3. NtcipTranslateToIot87()：負責將 NTCIP 封包轉換成 87 年版通訊協定封包，其流程如圖 7 所示：(1)接收 NTCIP 封包；(2)使用 parse 這個方法來檢查所接收的 NTCIP 封包，主要依據 OID 識別符、長度、型別等來檢查，若有錯誤亦會丟出不同型式的例外狀況；(3)檢視封包無誤且參數足夠後，利用 translate()這個方法來執行轉換；(4)傳回轉換後的封包。

由於協定間的對應並非皆為單純的一對一，因此協定轉換並非直接對照處理即可。故本研究中針對協定對應一對多或多對一的問題，及執行過程中可能產生的錯誤制定了協定轉換時的方式及規則，及例外狀況(Exception)的處理。茲說明如下：

1. 87 年版協定轉 NTCIP：

本研究之 87 年版協定主要依據「協定編號」來轉換成 NTCIP。87 年版協定轉 NTCIP 較為容易，係因 NTCIP 為物件架構，每一個訊息均為一個 MIB 物件；因此一個含多項訊息的 87 年版命令可能就代表好幾個 MIB 物件。在轉換時，由 87 年版協定中的協定編號來決定資訊欄位中每個參數所對應的 MIB 物件，再根據 STMP 的編碼原則加以封裝成封包再傳送出去即完成轉換過程。此部分會產生的錯誤除了傳來的 87 年封包不正確會丟出封包格式不正確的例外 (WrongProtocolFormatException)，及假若是尚未建置的轉換命令則會丟出未支援命令的例外 (UnsupportedProtocolException)。

2. NTCIP 轉 87 年版協定：

本項轉換係依據 NTCIP「識別符(OID)」來轉換成 87 年版協定。由 NTCIP 轉換成 87 年版協定最大的問題是，經常出現多對一的情況，較為複雜。由於要有數個 MIB 物件方能代表一個 87 年版協定的命令，因此在程式中收到的一個一個的 MIB 物件就會產生無法得知究竟多少個、那幾個 MIB 物件是代表一個 87 年版協定的命令；即無法得知是一對一的轉換，或者是多對一的轉換。為簡化處理這個問題，需在程式中制定處理的規則。規定所傳來的封包必須一次將所有需要的 MIB 物件全部封裝在同一個封包內，才能轉換成 87 年版協定封包。而判斷的方式則是以物件識別符(OID)來識別，在程式中將抓取這個若封包中所有 MIB 物件的 OID，若所含 OID 不足以轉換，將會丟出參數不足的例外 (ParameterNotEnoughException)，或是若為尚未能識別的 OID 則會丟出未支援命令的例外 (UnsupportedProtocolException)，及封包格式不正確的例外 (WrongProtocolFormatException)。

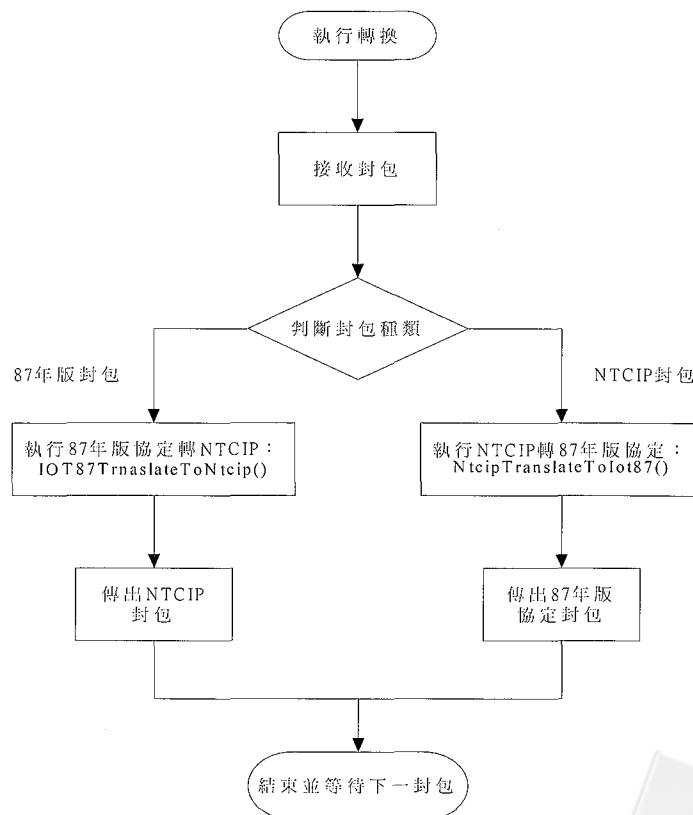


圖 5 轉換模組運作流程圖

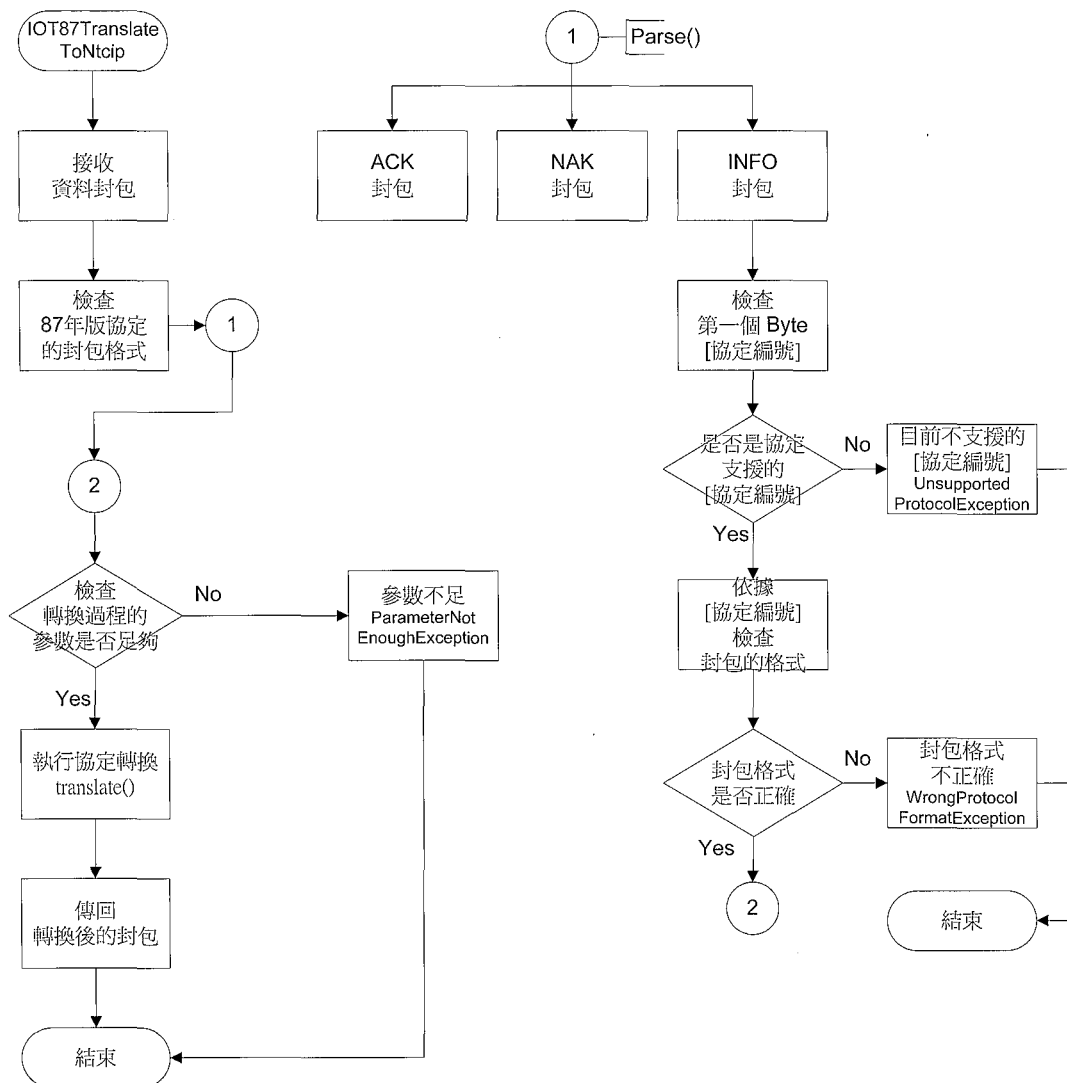


圖 6 轉換模組—87 年版協定封包轉換 NTCIP 封包流程圖

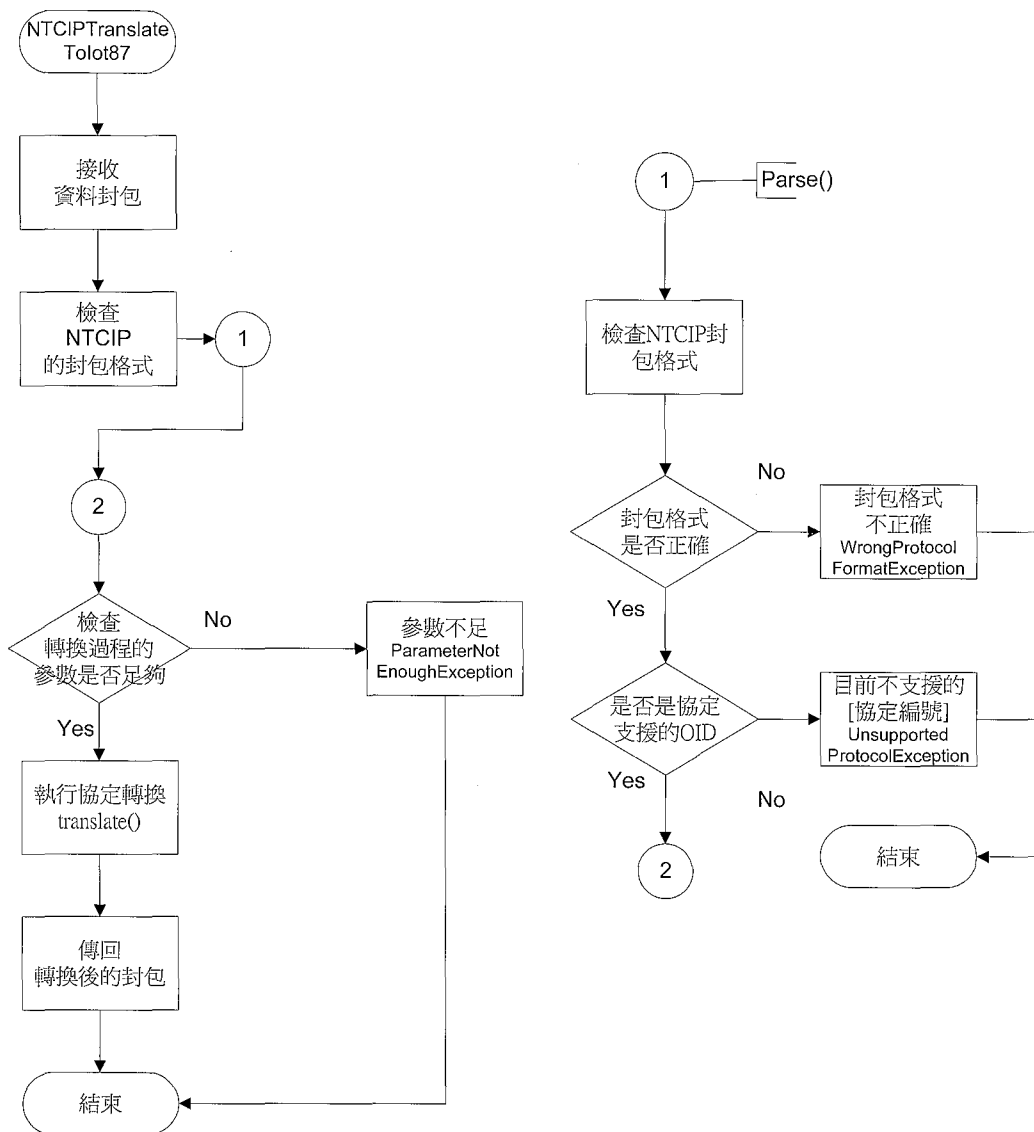


圖 7 轉換模組—NTCIP 封包轉換 87 年版協定封包流程圖

五、新舊交控訊息交換雛形系統測試與驗證

為測試所開發的通訊協定轉換模組是否能在實際環境中執行，本研究建立一新舊交控訊息交換雛型系統以進行實証。本雛型系統程式採 java 語言，建置於 Windows NT 平台。除了主要的通訊協定轉換模組之外，並以電腦模擬 NTCIP 交控中心、87 年交控中心、NTCIP 路側設施及 87 年路側設施；測試架構如圖 8。若 NTCIP 交控中心欲管控 87 年協定之路側設施，需先透過協定轉換模組加以封包轉換，再傳送至 87 年協定之路側設施。傳輸層採 UDP/IP 通訊堆疊及 STMP 格式。

本研究主要設計之測試情境為 NTCIP 中心管控支援 87 年版協定之路側設施，其資料流程如下：

- 步驟一 封包自 NTCIP 交控中心傳出，利用目標 IP 判斷是否為支援 87 年版的路側設施，若為 87 年版路側設施則先傳送至通訊協定轉換模組進行轉換。
- 步驟二 經由轉換模組處理，將 NTCIP 封包轉換為 87 年版協定封包，並傳送至 87 年版的路側設施。

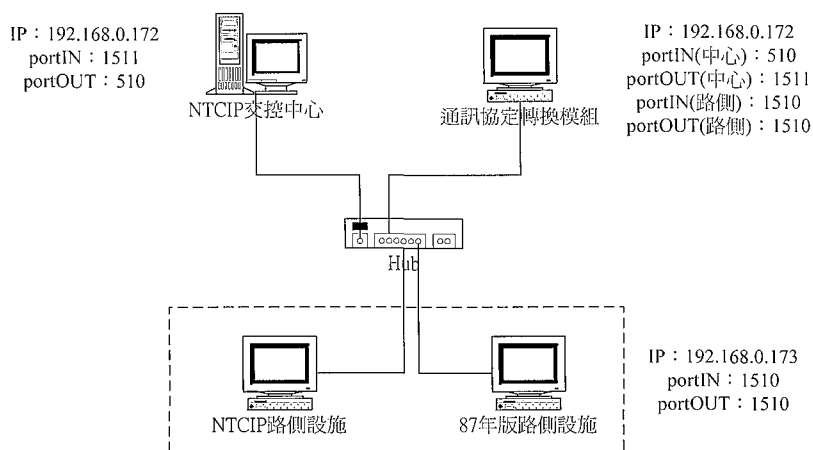


圖 8 雛型系統測試架構圖

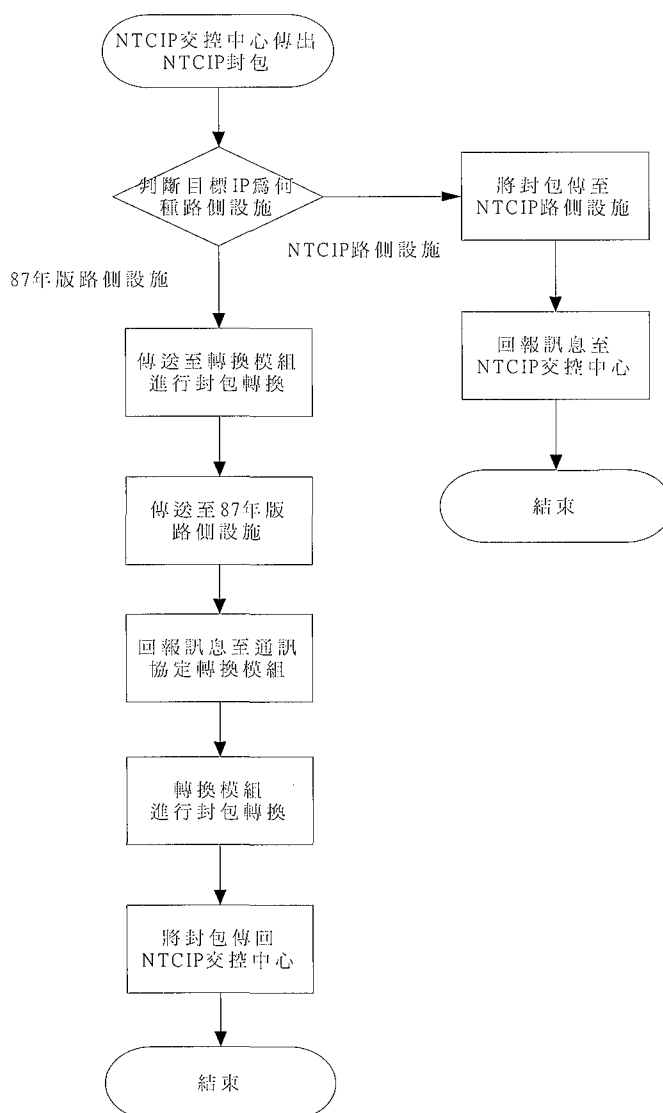


圖 9 雛型系統測試流程圖

步驟三 87 年版路側設施接收封包，經由判斷後回傳訊息至轉換模組。

步驟四 轉換模組接收來自 87 年版路側設施的 87 年版協定封包，轉換成 NTCIP 封包，並傳回 NTCIP 交控中心。

步驟五 NTCIP 交控中心接收回傳的封包，解讀訊息。

以下本研究即以 NTCIP 中心管控 87 年路側設施，傳送管理時間參數為例，針對各步驟加以詳細說明。測試流程如圖 9。

<步驟一>

NTCIP 控制中心時間管理介面設計如圖 10。在上方的 RadioButton 可以選擇是設定路側端的時間或者是查詢；並需輸入欲傳送的設備 IP 位址。在本例中為設定 87 年版路側設施時間，先判斷欲傳送的設備位址 192.168.0.173 為 87 年版路側設施，便先將封包傳送至轉換模組。在設定後會顯示中心欲設定的時間：假設為民國 91 年 4 月 18 日星期四 11 時 43 分 44 秒。而所要傳送的 NTCIP 封包共包含兩個 MIB 物件：

1.globalIPAddress：(設於 globalMsg 之下)

OID：2.16.886.4.2.6.6.19.0

Type：OctetString(代表一個字串)

Value：“192.168.0.173”(代表欲送往現場設備的 IP 位址。)

2.globalTime：時間參數(設於 globalTimeManagement 之下)

OID：2.16.886.4.2.6.3.1.0

Type：Counter(代表一個計數器)

Value：1019101424 (2002 年 4 月 18 日 11 時 43 分 44 秒)

此命令為設定(set request)，因此標頭欄位以十六進位表示為[9E]。其 PDU 格式整理如表 7。因此整個封包內容如圖 10 之傳送欄。封裝好之後再傳送至轉換模組進行轉換。

表 7 傳出 NTCIP 封包內容格式

Field	Byte Stream
PDU-HEADER	[9E]
SEQUENCE OF	[30][2F]
SEQUENCE OF	[30][1A]
OID	[06][09][60][86][76][04][02][06][06][13][00]
VALUE	[04][0D][31][39][32][2E][31][36][38][2E][30][2E][31][37][33]
SEQUENCE OF	[30][11]
OID	[06][09][60][86][76][04][02][06][03][01][00]
VALUE	[41][04][3C][BE][40][F0]

時間設定與管理

設定現場設備時間

查詢現場設備時間

傳送命令

現場設備位址192.168.0.173

中心時間民國91年4月18日星期四 11時43分44秒

傳送封包內容[9E][30][2F][30][1A][06][09][60][86][76][04][02][06][06][13][00][04][00][31][39][32][2E][31][36][38][2E][30][2E][31][37][33][30][11][06][09][60][86][76][04][02][06][03][01][00][41][04][3C][BE][40][F0]

回傳封包內容接收回傳NTCIP封包內容

回傳訊息

圖 10 NTCIP 交控中心傳出封包

<步驟二>

轉換模組的設計介面如圖 11 所示。按下「開始接收訊息」鈕後便會開始接收來自中心或路側端的封包。在本例中接收到步驟一的封包如圖中上方文字區域，經過轉換機制的運作之後，轉換的封包內容如圖中下方文字區域所示。設定現場設備時間的命令對照至 87 年版通訊協定為 12H，封包格式為 12H+民國年+月+日+星期+時+分+秒。因此該轉換成 87 年版協定的封包編碼為：

[12][5B][04][12][04][0B][2B][2C]

即民國 91 年 4 月 18 日星期四 11 時 43 分 44 秒，其編譯如表 8 所示。然後再將轉換後的封包傳往原步驟一欲傳往的現場設備 IP（192.168.0.173）。

表 8 轉換模組傳出 87 年版封包格式

訊息參數	意義	十六進位	大小
12H	命令編號	[12]	1Byte
Year	民國年	[5B]	1Byte
Month	月	[04]	1Byte
Day	日	[12]	1Byte
Week	星期	[04]	1Byte
Hour	時	[0B]	1Byte
Min	分	[2B]	1Byte
Sec	秒	[2C]	1Byte

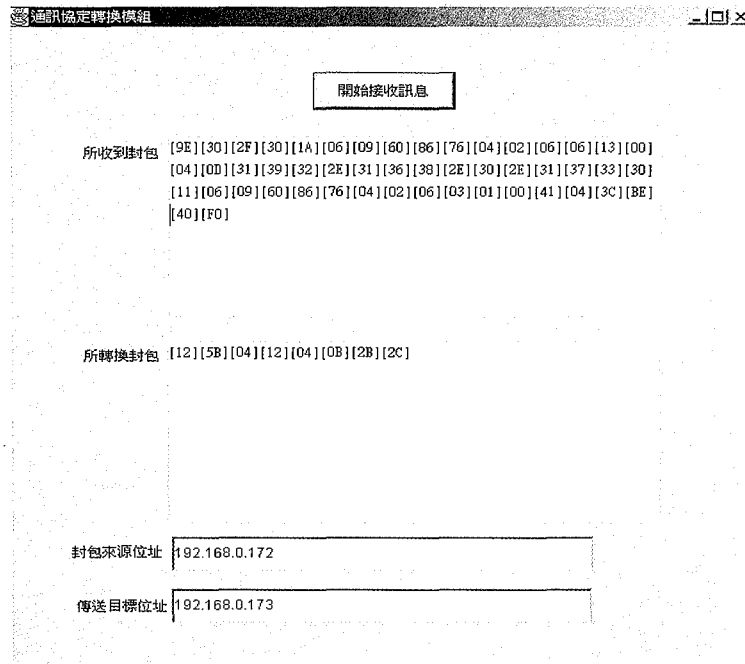


圖 11 轉換模組接收 NTCIP 封包並轉換成 87 年版協定封包

<步驟三>

87 年協定之路側介面如圖 12 所示。按下上方的按鈕後會等候傳送來的封包，在步驟三中會收到來自轉換模組的封包訊息如圖中上方文字區域所示。在將時間參數寫入設備的時鐘設定之後，經檢核誤差不超過三秒(否則要先回應 13H)，再回報之。在本例中心與現場對時誤差未超過三秒，直接以 00H 來表示回報訊息。00H 格式為 00H+CommandID，即回報何項命令被設定成功，在本例中為 12H。因此回報封包的編碼為：[00][12]。編碼完成後，將傳送至轉換模組經由轉換再回報至 NTCIP 交控中心。

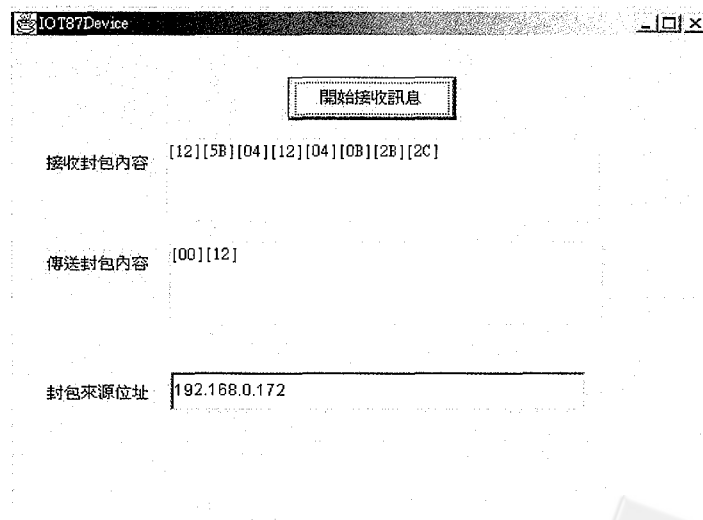


圖 12 87 年版路側設施接收封包並回報訊息

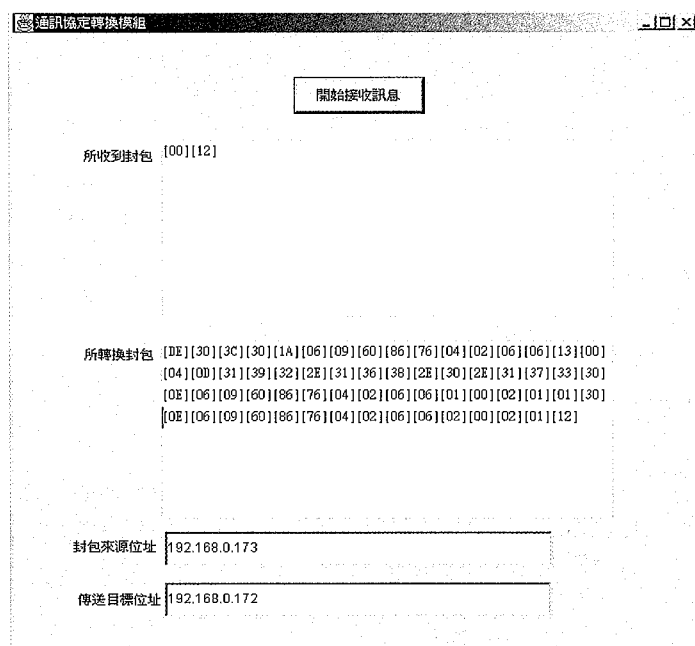


圖 13 轉換模組接收 87 年版協定封包並轉換成 NTCIP 封包

<步驟四>

轉換模組接收自 87 年協定之路側端(IP：192.168.0.174)所傳來的封包 00H，經轉換機制的運作後，封裝成 NTCIP 封包如圖 13 所示。這個 NTCIP 物件共包含三個物件，包括：

1. globalIPAddress：(設於 globalMsg 之下)

OID：2.16.886.4.2.6.6.19.0

Type：OctetString

Value：“192.168.0.174”(用來表示現場設備來源 IP 的位址。)

2. globalEffect：(設於 globalMsg 之下)

OID：2.16.886.4.2.6.6.1.0

Type：INTEGER

Value：1(用來表示設定是否有效，有效為 1，無效為 0。)

3. globalCommnadID(設於 globalMsg 之下)

OID：2.16.886.4.2.6.6.1.0

Type：INTEGER

Value：18 (87 年版協定命令的編號，本例中為 12H，換算成數值即為 18)且因為是設定後的回報，故標頭為”set response”，換成十六進位即為[DE]。其 PDU Format 整理如表 9。整個 NTCIP 封包編碼如圖 13 轉換碼。編碼完成後，將轉換後的 NTCIP 封包傳往交控中心(IP：192.168.0.172)。

表 9 轉換模組回傳中心 NTCIP 封包內容格式

Field	Byte Stream
PDU-HEADER	[DE]
SEQUENCE OF	[30][3C]
SEQUENCE OF	[30][1A]
OID	[06][09][60][86][76][04][02][06][06][13][00]
VALUE	[04][0D][31][39][32][2E][31][36][38][2E][30][2E][31][37][33]
SEQUENCE OF	[30][0E]
OID	[06][09][60][86][76][04][02][06][06][01][00]
VALUE	[02][01][01]
SEQUENCE OF	[30][0E]
OID	[06][09][60][86][76][04][02][06][06][02][00]
VALUE	[02][01][12]

<步驟五>

最後回傳至中心，所接收到的封包內容為步驟四中所轉換的 NTCIP 封包，如圖 14 中下方文字區域所示。經過解碼後得知此訊息來自 IP 為 192.168.0.173 的 87 年路側設施，意義為設定 12H 命令成功的回報訊息。

至此完成了整體離型系統協定轉換的測試與驗證。

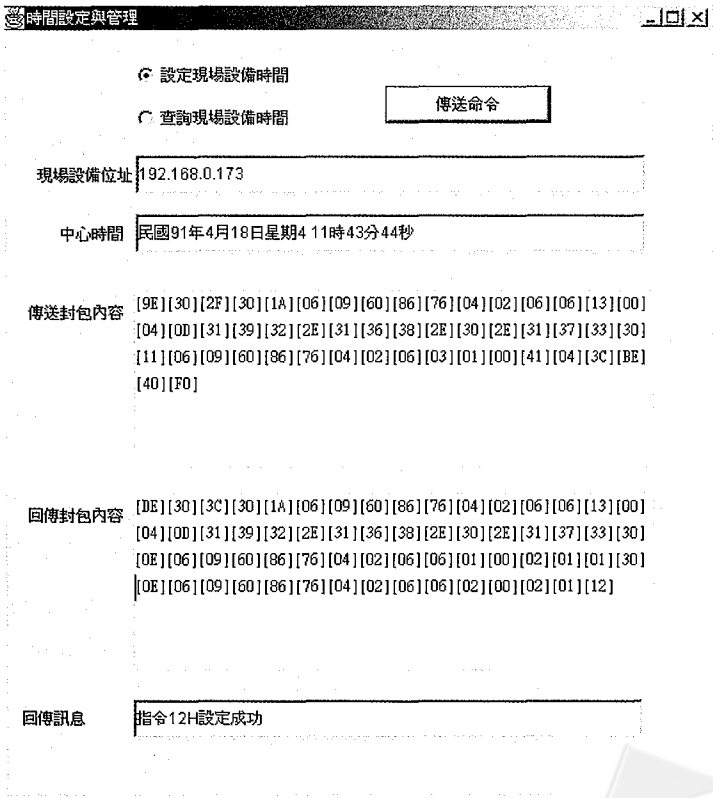


圖 14 NTCIP 交控中心接收封包

六、結論

本研究重點在針對新舊通訊協定的轉換作一探討，研究範圍以部頒 87 年版交控協定及 NTCIP 間的轉換為主；轉換的問題可以歸納為：協定間對應形式問題與協定間無相對應問題。而協定間對應形式可分為一對一、一對多或多對一及多對多。產生此對應問題的原因是 87 年版協定為位元導向的設計，而 NTCIP 則為物件導向方式。然協定間無對應的情形佔絕大多數，乃由於 87 年版協定命令為我國交控所專屬設計，與 NEMA 在 NTCIP 中所訂的物件有相當大的差距，因此無法找到對應的訊息。

針對其間之轉換本研究提出兩種方式：直接轉換與制定 MIB 對照轉換。直接轉換是在 87 年版協定命令與 NTCIP 物件有相同的定義時，可以直接對照轉換，僅需針對封包格式及型別的不同加以處理即可。而在協定間無相似對應或未定義時，本研究採制定 MIB 對照轉換的方式處理之。

本研究以 java 程式語言開發出轉換模組，並以 UDP/IP 的通訊堆疊來驗證通訊協定轉換的可行性。此轉換模組的功能為將 87 年版協定轉換成 NTCIP 或由 NTCIP 轉換成 87 年版協定。並設置一交控離型系統以測試之，分別模擬交控中心、轉換模組及路側設施。實証結果本轉換模組可以雙向轉換 87 年版協定與 NTCIP 的通訊協定。

參考文獻

1. 交通部，「電腦化交通號誌控制系統之規劃與設置規範」，民國 77 年 7 月。
2. 中華顧問工程司，「台北市電腦號誌系統工程系統設計及整合工程—軟體開發：系統設計手冊—通訊協定」。
3. 交通部運輸研究所，電腦化交通號誌控制系統—通訊系統手冊與通訊協定：規畫報告(v.1)、通訊系統手冊(v.2)&通訊協定(v.3)，民國 86 年 10 月。
4. 交通部科技顧問室，「台灣地區智慧型運輸系統實驗城規劃計畫（二）」，中華智慧型運輸系統協會，民國 90 年 3 月。
5. 交通部科技顧問室，「台北市區都市交通智慧化整體規劃」，台灣大學土木工程研究所交通工程組，民國 90 年 12 月。
6. AASHTO, ITE, NEMA, "The NTCIP Guide," An Information Report of the Joint Committee on the NTCIP, Dec, 1999。
7. AASHTO, ITE, NEMA, NEMA Standards Publication TS 3.1, "National Transportation Communication For ITS Protocol (NTCIP) Overview", 1996。
8. AASHTO, ITE, NEMA, NEMA Standards Publication TS 3.2, "National Transportation Communication For ITS Protocol (NTCIP) Simple Transportation Management Framework", 1996。
9. AASHTO, ITE, NEMA, NEMA Standards Publication TS 3.3, "National Transportation Communication For ITS Protocol (NTCIP) Class B Profile", 1996。
10. AASHTO, ITE, NEMA, NEMA Standards Publication TS 3.4, "National Transportation Communication for ITS Protocol (NTCIP) Global Object Definitions", 1997。
11. NTCIP 網站：<http://www.ntcip.org/>