

표준규격 교통신호제어기에서 TCP/IP 통신프로토콜 제정방안 연구

A Study on Developing the TCP/IP Application Communication Protocol for the Standard Traffic Signal Controller

한 원 섭* 현 철 승** 이 호 원** 주 두 환*** 이 철 기****
(Won-Sub Han) (Cheol-Seung Hyun) (Ho-Won Lee) (Doo-Hwan Joo) (Choul-Ki Lee)

요 약

교통신호제어기의 표준규격에서 센터시스템과 지역제어기 간 통신방식은 전용선을 기준으로 한 모뎀방식의 시리얼통신으로 규정되어 있어, 지방도시에서 구축 운영되는 TCP/IP의 ITS 통신망에 내에 교통신호제어시스템에 대한 통신규격을 수용하지 못하고 있는 실정이다. 또, ITS 부문에서 데이터 교환을 위한 국내의 표준으로 이더넷 통신망을 기반으로 한 DATEX-ASN 데이터 교환기술이 채택되고 있다. 따라서 본 연구는 교통신호제어시스템이 ITS 통신망 내에 구성이 가능하도록, TCP/IP 프로토콜을 기반으로 한 교통신호제어기 통신규격(안)을 개발을 목적으로 한다. 제어, 상태정보와 데이터 베이스 정보 등 표준규격 교통신호제어기의 23개 통신항목에 대한 통신규격(안)이 DATEX-ASN 통신처리 절차 및 구조 (KS ISO X 14827 Part1, 2, ISO/ DIS 15784 Part-3)를 적용하여 개발하였다. 실험을 위하여 통신항목별로 응용프로그램을 개발하였으며, 실험결과 통신항목 모두 인코딩 및 디코딩처리가 가능하였다.

Abstract

The communication between the center system and the local controller in the Traffic Signal Controller Specification has been specified by a communication line for the exclusive use and the analog modem serial protocol. Therefore, it can't be adapted in the ITS communication network of the TCP/IP protocol being constructed in the local city. The international and domestic ITS device's communication specification has adapted the DATEX-ASN data exchange technique based on the ethernet communication network. So, this study was performed by the purpose of developing the application communication protocol's standard draft based on the TCP/IP communication protocol for the traffic signal controller, to be able to constitute the traffic signal control system in the ITS communication network. The communication format for 23 items of control, status, and database request etc. which are specified in the standard traffic signal controller was developed by applying the DATEX-ASN data interface procedure and structure which are KS ISO X 14827 Part1, 2, ISO/ DIS 15784 Part-3. To test the developed protocol, the application program for the communication items was developed and according to the test result, the encoding and the decoding transection for all communication items was possible.

Key words: DATEX-ASN, TCP/IP, ISO/DIS

* 주저자 : 도로교통공단 교통과학연구원 수석연구원
** 공저자 : 도로교통공단 교통과학연구원 선임연구원
*** 공저자 : 도로교통공단 교통과학연구원 책임연구원
**** 공저자 : 아주대학교 ITS 대학원 교수
† 논문접수일 : 2009년 10월 6일
† 논문심사일 : 2009년 10월 26일
† 게재확정일 : 2009년 10월 27일

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

경찰청에서는 교통신호제어기의 기능향상과 효율적인 운영 및 유지관리비용의 절감을 위하여 교통신호제어기의 표준규격을 2004년 2월에 제정하였다. 또, 현장에 설치되는 장비의 호환성 확보를 위하여 성능검사 제도를 도입하여, 현장에 설치되는 제어기에 대해 기능검사를 하도록 규정하고 있다. 지방도시에서는 ITS 시스템 구축 시 신호제어시스템, 교통정보시스템 및 가변전광판시스템 등이 센터시스템과 관련 정보가 공유되도록 통합 설치하고 있다. 따라서 시스템 간 정보 연계를 통한 운영효율을 극대화하기 위하여, 각 서브시스템의 지역제어장치와 센터시스템을 연결하는 지자체별 ITS 통신망을 구축하고 있다. 각 지자체에서 구축되는 ITS 통신망 체계는 자가 광통신망의 TCP/IP 프로토콜을 적용하고 있어, 동일 통신망 내에 구성되는 교통신호제어시스템도 TCP/IP 통신프로토콜에 의한 정보연계가 요구되어지고 있다. 그러나 현재 교통신호제어시스템의 표준규격에서 정의된 센터시스템과 지역제어기 간 통신방식은 전용선을 기준으로 한 모뎀방식의 시리얼통신으로 개발되어 있어, 지방도시에서 구축 운영되는 ITS 통신망 내에서 수용하지 못하고 있는 실정이다. 한편 ITS 관련 장치들의 국제표준화가 일부 선진국을 중심으로 진행 중에 있으며, 신호제어 시스템 부문에서도 국제적으로 국제표준을 적용하도록 하는 압력이 여러 시장에서 나타나고 있다. 타 국가에서는 이 부문의 기술경쟁력을 확보하기 위한 연구들이 진행되고 있다¹⁾ [1].

통신망의 발전추세에 부합하고, 특히 ITS 통신망 내에서 여타 ITS 장치들과 연계되어 교통신호제어시스템이 운영되기 위해서는 시리얼 통신방식으로 한정된 교통신호제어기 통신규격의 개정이 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 ITS부문의 국내외 표준규격의 동향을 고려하여, TCP/IP 통신프로토콜을 기반으

로 교통신호제어기 통신규격(안)을 개발·제안하는 데 목적으로 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

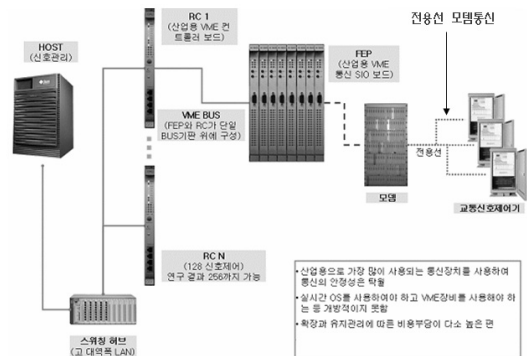
본 연구에서는 현재 지방도시의 자가 광통신망 등 이더넷(ethernet) 통신망에서 교통신호제어기의 통신프로토콜 표준규격(안) 제정을 연구범위로 한다. 따라서 경찰청에서 제정한 교통신호제어기 표준규격의 통신프로토콜 특성을 분석하고, ITS부문의 국내 표준화 동향 등을 참조하여, TCP/IP 통신프로토콜을 적용한 교통신호제어시스템의 응용 통신규격(안)을 제시한다. 또, 실험프로그램을 개발하여 제시된 규격(안)의 실효성을 검증한다.

II. 통신규격 표준화 현황

1. 교통신호제어기 표준규격

1) 시스템 구성

현재 서울시 등 지방도시에서 교통신호제어기 표준규격에 따라 운영되고 있는 교통신호제어시스템 구성 체계는 <그림 1>과 같다. 시스템의 지역컴퓨터(RC, Reasonal Computer)는 16개의 통신제어장치(FEP, Front End Processor)와 VME-BUS의 단일 기판 위에 슬롯단위로 장착되어 일체형으로 움직이는 산업용 제어장치로 구성된다.



<그림 1> 교통신호제어시스템 구성 및 통신체계
<Fig. 1> Structure of traffic signal control system

1) 도로교통공단, NTCIP 규격기반 실시간 신호제어기 구현방안 연구, 2003. 1.~2004. 12.

FEP의 각 통신포트에서 나온 RS232C 통신 연결선이 동일 함체에 결합되어 있는 128개의 단일채널 모뎀(모뎀하나가 1개의 통신채널을 갖는 모뎀)에 각각 결선되어 전용선을 통해 교통현장에 지역제어기(LC)와 통신을 수행하게 된다. 이 때 교차로의 번호는 중앙장치에서의 RC번호와 RC에서의 FEP번호, 그리고 FEP에서의 통신포트 번호로 결정된다.

2) 통신방식 및 속도

표준규격에 정의된 센터(FEP)와 지역제어기간 통신방식은 Point to Point(1:1)의 폐쇄 통신망 내에서 시리얼(Serial) 통신프로토콜을 적용하는 방식으로 외부 침입 등에 비교적 안정적이다. 표준규격에서는 ‘지역제어장치의 모뎀규격은 모뎀을 통해 연결되는 관계센터 중앙통신장치의 통신방식과 통신속도를 따르는 것’으로 정의하고 있다. 즉, 현장장치의 통신장치(모뎀)의 통신특성, 변조방식 및 전용회선 등이 모두 중앙장치의 통신사양을 따르도록, 통신방식(통신프로토콜)에 대하여 포괄적으로 정의하였다²⁾[2]. 그러나 변조방식 예로 제시된 ‘DPSK 또는 QAM 방식’은 아날로그 전용회선 모뎀에서 변조방식을 지칭함으로써, TCP/IT 프로토콜 등을 적용하기 위한 디지털 회선에서 송수신장치(DSU, Digital Service Unit)의 사용에 대한 정의로는 부족하다. 따라서 표준규격 제정이후에 설치되는 교통신호제어기는 일반적으로 전용회선을 임대하여 시리얼통신의 2,400bps이상의 다이얼업(dial-up) 모뎀을 사용하고 있다.

3) 통신 프로토콜

교통신호제어시스템에서 센터와 지역제어장치 간 데이터 송·수신을 위한 통신규격의 특성을 살펴보면 모든 통신은 요청과 응답(request & response) 방식을 따른다. 예외로서 온라인 유지조건을 만족하기 위한 상황정보(Status)는 자동으로 업로드 된다. 기본 상황 정보에서 일단 멀티프로토콜을 적용하기 위해서, 지역 단말장치에서의 정보 작성시점의 시각정보가 필

2) 경찰청, 도로교통공단 교통신호제어기 표준규격 용역, 2004. 2.

<표 1> 프로토콜의 종류[4]

<Table 1> Type of communication protocol

프로토콜 종류	CODE 범위	용도	기타
1.운전프로토콜 (Control Protocol)	0x00-0x59	교차로 상황정보 및 제어 설정 정보 제어 및 관제용 프로토콜	
2.확장프로토콜 (Extended Protocol)	0x60-0x99	본 규격 호환 민간 센터S/W의 확장 User 프로토콜	경찰청 사용허가 필요
3.데이터베이스 프로토콜 (DATABASE Protocol)	0xA0-0xFD	데이터베이스 업다운로드 프로토콜	

도로교통공단, 경찰 교통신호제어기 표준규격, 2004. 2.

요하므로 기본정보형식에 시각정보 공간을 갖는다. 정보내용에 따라 정보 크기가 변하게 되므로 데이터(data length) 필드를 가변 값으로 처리한다. 확장정보에 대해서는 헤더에 지정하고, 기본 헤더에는 확장정보의 벤더 식별자가 설정 된다³⁾[3]. 통신프로토콜은 <표 1>과 같이 운전(control)프로토콜, 확장프로토콜 및 데이터베이스 프로토콜 3개의 부분으로 구성된다. 운전프로토콜은 센터에서 지역제어장치로 전송되는 제어정보와 지역제어장치로부터의 상태정보의 데이터 송수신 규격을 포함한다. 확장프로토콜 센터 프로그램의 확장 시 운영자(user)가 정의하여 사용하는 프로토콜이다. 데이터베이스프로토콜은 지역제어장치에 저장되는 신호제어 관련 데이터베이스의 상향/하향전송(up/download)과 관련된 통신규약이다.

2. ITS부문 통신 표준화 동향 및 사례

1) ITS 통신 표준화 추진 현황

국제표준기구인 ISO/TC204 의 WG9에서는 지난 1994년부터 ITS 분야의 국제표준제정을 추진해 왔다. 가장 중요한 표준안은 교통정보센터 간 데이터 인터페이스 표준안(ISO/DIS 14827)으로서 현재 국제표준안(DIS)으로 승인이 완료된 상태이며, 최종표준안

3) 도로교통공단, 교통신호제어기 표준규격 연구, 2004. 3.

(FDIS)으로의 투표가 진행되고 있다. 두 번째 표준안은 센터시스템과 노변장치 간의 데이터 교환을 위한 표준안(ISO/AWI15784)으로서 미국의 국가교통정보통신표준안(NTCIP)을 기반으로 작성되어 현재 일본, 호주 및 한국 등의 의견수렴을 거치는 등 활발하게 논의 중에 있다. 우리나라에서는 지능형교통시스템 구축사업은 물론 최근 들어서 텔레매틱스서비스 사업과 위치기반서비스 사업 등을 활발하게 추진하고 있다. 이러한 사업들의 상호 운용성과 전국적 차원의 호환성 확보를 위해서, 기술표준원과 ITS-Korea(국토해양부)에서 ISO/TC204 WG9에서 제정하고 있는 교통정보 교환표준을 참조하여, ITS 분야의 관련 메시지 정보형식의 표준들을 제정하고 있다.

2) 교통정보 및 제어시스템 데이터 인터페이스 표준

한국표준협회에서는 1997년도에 발행된 ISO/DIS 14827⁴⁾의 Part 1(Message Definition Requirements) 및 Part 2(DATEX-ASN)를 번역하여, 2002년에 국가 KS 표준(KS X ISO/DIS 14827-1, 2 : 2002)으로 제정하였다. Part 2에서는 교통정보 및 제어시스템 중 ITS를 위한 센터 간 데이터 인터페이스를 목적으로 개발하였다.

DATEX-ASN은 각기 다른 시스템 간에 관련된 데이터의 교환을 가능하게 한다. 관련 데이터는 최종 응용메시지에 담기게 된다. 각각의 최종 응용메시지는 ISO 14827-1에서 규정된 형식에 따라 서브스크립션(subscription) 또는 퍼블리케이션(publication)의 형태로 정의된다. DATEX-ASN을 사용하는 시스템들은 사용자 요구사항에 따라 부가적인 기능들을 자유로이 실행할 수 있도록 하고 있다.

3) ITS 부문 교통정보 교환 기술기준 사례

국토해양부에서 <표 2>와 같이 국내 교통정보 및 제어시스템 등 ITS 부문의 데이터 인터페이스를 위한 기술표준으로 DATEX-ASN을 채택하고 있다.

<표 2> ITS부문 통신표준 제정현황

<Table 2> Standard of transport information and control system in ITS

ITS부문 통신표준	적용기술	비고
기본교통정보 교환 기술기준	ISO/DIS 14827 (DATEX-ASN)	국토해양부
무선통신기술을이용한교통정보수집제공기술표준	ISO/DIS 14827 (DATEX-ASN)	국토해양부
교통정보제공 및 표출을 위한 전자지도 전송 기술기준	ISO/DIS 14827 (DATEX-ASN)	국토해양부
기본교통정보교환기술기준III(안)(VMS071016)	ISO/DIS 14827 (DATEX-ASN)	국토해양부
도시교통정보시스템(UTIS) 센터-지역장치 간 통신규격	ISO/DIS 14827 (DATEX-ASN)	경찰청 도로교통공단

센터시스템 간 교통정보 수집·제공 기술표준은 국토해양부 고시 제2004-513호(2004. 12. 31)로 제정되었다. 이 기술기준은 고속국도·국도·지방도·시/군도 등 교통시설에 대한 지능형교통체계 구축·운영 시 필요한 기본적인 교통정보의 교환을 위한 표준을 정의하여, 교통정보의 관리·제어·분석·제공의 호환성과 연계성 제고를 목적으로 하고 있다⁵⁾ [5]. 정보교환을 위한 통신 프로토콜 즉, 각 센터시스템 간 정보의 송·수신을 위한 프로토콜은 다음과 같이 정의하고 있다.

- 센터시스템 간 데이터 교환을 위한 통신은 TCP/IP 방식으로 한다.
- 데이터 교환절차는 'ITS를 위한 센터 간 데이터 인터페이스 표준(KS X ISO 14827-1,2)의 ASN.1으로 정의된 DATEX 데이터 패킷구조를 준용한다.

또한 무선통신기술을 이용한 교통정보수집·제공 기술표준이 국토해양부 고시 제2008-45호(2008.1.28)로 제정되었다⁶⁾ [6]. 이 기술기준은 교통체계효율화법시행령 제10조 규정에 의한 지능형교통체계사업 중 노변에 무선통신장치(노변통신장치)를 설치하여

4) Transport Information and Control System-Data interface between centers for Transportation Information and Control Systems

5) 국토해양부, 기본교통정보 교환 기술기준, 제정 2004. 12. 31 국토해양부고시 제2004-513호

6) 국토해양부, 무선통신 기술을 이용한 교통정보 수집·제공 기술표준, 국토해양부 고시 제2008-45호(2008.1.28)

특정차량(프로브)의 위치를 파악하고, 이를 바탕으로 구간평균통행속도를 산출하거나 노변통신장치를 이용하여, 교통정보를 제공하는 교통체계지능화사업에 적용하기 위한 것이다.

Ⅲ. 교통신호제어기 TCP/IP 통신프로토콜 규격(안)

1. 규격화 방향

교통신호제어시스템에서 센터와 지역제어기 간 통신에 TCP/IP 프로토콜을 적용하는 방안에는 <표 3>과 같이 기존 표준규격에서 개발된 통신규격을 준용하는 방안과 DATEX-ASN 데이터 인터페이스 기술을 적용하는 방식으로 구분된다. 일부 지자체에서 자가 광통신망에 교통신호시스템 연결 시 기존 표준규격의 통신절차 및 응용코드를 TCP/IP 프로토콜에 맞게 조정하여 통신프로그램을 개발하여 운영하고 있다.

<표 3> 적용대상 데이터 인터페이스 방식별 장단점 비교

<Table 3> Comparison between forms of data interface for transportation information and control systems

구분	장점	단점
기존 통신규격 적용	-Over Head가 적어 통신 효율성 측면에서 유리 -개발의 용이성	-국내 및 국제 ITS부문 통신규격의 표준화 동향(DATEX-ASN 적용)에도 부합되지 않음 -업체 자체기술로 소유권 등의 문제로 표준화 제정에 제약
DATEX-ASN 통신형식 적용	-DATEX-ASN은 교통부문에서 데이터 교환을 위한 국제적인 규격으로 추진 중이며, TCP/IP 등 통신프로토콜 수용 -국내 ITS시스템 부문 데이터 인터페이스 표준으로 적용 호환성 확보가능 -ITS-Korea에서 응용지원 프로그램(ASN.1 컴파일러, 라이브러리) 개발 제공	-DATEX-ASN의 규격에 부합되는 교통신호제어시스템의 규격제정을 위해 하드웨어 및 운영체계에 대한 요구조건 분석을 위한 실험 등 관련연구 필요

이와 같이 방식은 통신부하(over head)가 적어 통신효율성 측면에서 유리하고, 개발이 용이한 이점이 있다. 그러나 국내에서 ITS 시스템의 통신규격이 국제적인 표준화 방향에 맞추어, DATEX-ASN 데이터 교환기술을 적용하여 개발하고 있어, 표준화 동향에도 부합되지 않는 문제점이 있고, 또 업체 자체적으로 개발하여 적용하고 있는 기술사항으로 특허 등 소유권의 문제로 표준규격으로의 제정에 어려움이 있다. 반면에 DATEX-ASN 데이터 교환기술은 ITS 장치 간 통신을 위한 국·내외의 표준으로 적용되고 있다. 전송과 네트워크 계층에서 UDP/IP, TCP/IP 및 X.25를 지원하고, 데이터 링크와 물리적 계층은 Ethernet, FDDT 및 PPP(over ISDN)를 지원할 수 있다. 따라서 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 한 교통신호제어기 표준규격에 적용될 수 있다.

앞에서 검토한 바와 같이 국내 교통정보 및 제어시스템 등 ITS 부문의 데이터 인터페이스를 위한 기술로 한국기술표준원 및 국토해양부 등에서 DATEX-ASN을 채택하고 있다. ITS-Korea에서는 ITS 장치 간 DATEX-ASN 통신호환 검증 프로그램 개발하여 운영하고 있다. 또, ASN.1 컴파일러 및 라이브러리를 개발하여 DATEX-ASN 통신프로그램 개발하는 업체를 지원하고 있어, 응용프로그램 개발에도 효과적이다. 따라서 교통신호제어기 표준규격에서 TCP/IP 프로토콜에 의한 센터시스템과 지역제어장치 간 통신규격을 DATEX-ASN 데이터 교환기술을 적용하여 개발하는 것으로 한다.

2. 통신프로토콜 규격(안)

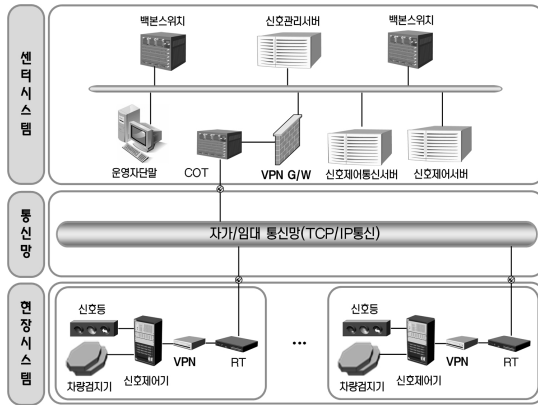
1) 적용범위 및 구성

① 적용범위

본 기술기준의 적용 범위는 통신프로토콜의 추가 사항으로 TCP/IP 통신프로토콜을 기반으로 한 센터 시스템과 지역제어장치 간 데이터 인터페이스 규격을 대상으로 한다.

② 기본정보 구성

본 연구의 기술기준에서 정의하는 교환대상 기본



<그림 2> 교통신호제어시스템 센터-지역장치 간 정보연계 체계

<Fig. 2> Composition of information link between center and local for traffic signal control system

정보는 교통신호제어기 운전정보(제어 및 상태정보)와 데이터베이스 정보의 송수신항목을 포함한다.

③ 정보 연계체계

TCP/IP 통신에서 일반적인 시스템 구성 체계는 데이터베이스서버(host server)와 통신서버를 중심으로 지역제어장치와 연결된다. 센터 내 시스템을 내부 백본망을 기반으로 신호관리서버(host), 신호제어서버(regional computer)와 통신서버로 구성되는 것으로 정의한다. 지역제어장치와의 통신은 통신서버에서 관리하며, 신호제어서버에서는 특정지역에 소속된 지역제어장치의 시호시간을 실시간으로 산출 관리한다. 센터시스템과 지역제어장치 간에 정보의 연계체계는 <그림 2>와 같다.

2) 정보교환 통신 프로토콜

① 데이터 교환

가) 통신 방식

DATEX-ASN은 각기 다른 시스템 간에 관련된 데이터의 교환을 가능하게 한다. 교통정보 및 제어시스템 데이터 인터페이스 규격으로 KS ISO X 14827 Part1, 2가 2002년도에 국내 KS표준으로 채택되었다. 따라서 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 한 센터시스템

과 지역제어장치 간 정보교환 절차는 KS ISO X 14827 Part1, 2에 따르는 것으로 한다.

나) DATEX-ASN 기본 설정

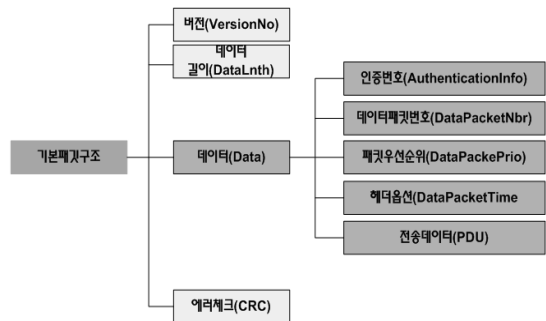
DATEX-ASN에서 송수신 데이터의 인코딩 형식은 BER(Basic Encoding Rules), PER(Basic Encoding Rules) 및 OER(Basic Encoding Rules) 등이 있다. 여타 ITS부문의 국내표준에서 송수신되는 데이터의 인코딩 형식을 BER로 정의하고 있다. 따라서 통신포트를 통하여 송수신 데이터의 인코딩 형식은 국제표준(CCITT X.690, ISO 8825)에서 Basic Encoding Rule로 정의하고 있는 TLV Encoding 방식을 적용한다.

다) 데이터 교환 절차

교통신호제어시스템에서 센터시스템과 지역제어장치 간 통신절차는 제어와 응답으로 구성된다. 센터시스템의 명령에 따라 지역제어장치가 동작하는 방식으로 클라이언트(Client)의 요청에 서버(Server)가 응답형식으로 대칭시킬 수 있다. 따라서 신호제어시스템에서 제어기능을 담당하는 센터 시스템은 TCP/IP의 클라이언트 소켓을 갖도록 하고, 응답기능을 갖는 지역제어장치는 서버소켓을 갖는 것으로 한다. 서버 및 클라이언트에는 해당 포트에 대한 처리를 전담하는 DATEX-ASN 패킷 처리기가 탑재되어야 한다. 즉, 처리기는 DATEX Server 또는 Client 기능을 수행한다.

② 데이터 패킷 구성

기본 패킷 구성은 DATEX-ASN 통신형식을 따라 <그림 3>과 같이 헤더(header), 데이터부(data)와 테일



<그림 3> 기본 패킷 구조

<Fig. 3> Structure of a basic packet

부(tail)로 구성된다. 헤더부는 버전에 대한 정보를 포함하고, 데이터부는 메시지 인증정보, 데이터 패킷번호, 메시지 우선순위, 옵션정보와 사용자정보유닛(PDU)으로 구성된다. 사용자정보유닛은 다중의 패킷을 전송할 수 있는 구조를 갖는다. 테일부는 통신에러(error)를 체크하기 위해 사용되는 코드로 ISO 3309에 정의된 CRC16 알고리즘을 적용하여 결정된 코드값을 사용한다.

3) 정보형식 정의

① 인증정보(Authentication Information)

센터시스템과 지역제어기 간 통신연결을 위한 인증정보에는 기존 표준규격에서 정의된 통신항목(운전 및 데이터베이스 정보)을 포함한다. 인증정보의 구성은 접속절차와 관련된 기본정보 9개 항목과 교통신호 제어와 관련 데이터의 송·수신과 관련된 응용데이터(Publication Information)의 23개 항목으로 구성된다. 송·수신하는 정보의 항목별 인증정보는 <표 4>와 같이 코드화하여 사용한다.

② 정보형식(속성) 정의

DATEX-ASN 데이터 패킷은 응용계층 데이터 패킷으로 ASN.1⁷⁾으로 정의되고, 다른 호환 가능한 저수준계층을 조합해 교환하는 것으로 규정하고 있다⁸⁾ [7]. 따라서 센터와 지역제어기 간에 제어명령과 응답에 해당하는 데이터 패킷은 ASN.1 모듈로 정의된다. ASN.1의 표기법에 의한 운전정보와 데이터베이스정보의 송·수신 형식은 다음과 같다.

가) 교차로제어정보

현시진행명령(Force-off)을 포함하는 명령(RING A, B PHASE ADVANCE)과 교통신호기 현시 표출 방법을 제어(ring 사용)한다.

7) ISO/IEC 8824에서 정의

8) 한국기술표준원, ITS를 위한 센터 간 데이터 인터페이스 (KS X ISO/DIS 14827-2), 2002, 부속서 A.1

<표 4> 인증정보 항목 구분 코드값

<Table 4> Code values of authentication items

코드	정보(PDU)명칭	정보 ID	비고
0x01	Initiate	100	통신연결
0x02	Login	101	통신연결
0x03	FrED	102	통신연결
0x04	Terminate	102	통신연결
0x05	Logout	104	통신연결
0x06	Subscription	105	통신연결
0x07	TransferDone	106	통신연결
0x08	Accept	107	통신연결
0x09	Reject	108	통신연결
0x81-0x9C	Public Information		
0x81	ControlInfo	901	제어명령
0x82	StatusInfo	902	제어명령
0x83	DetectorInfo	903	제어명령
0x84	PhaseInfoUpload/Download	904	제어명령
0x85	PhaseInfoUpload/Download	905	제어명령
0x86	ClockInfoUpload/Download	906	제어명령
0x87	ClockInfoUpload/Download	907	제어명령
0x88	SpecialInfo	908	제어명령
0x89	StartupcodeDownload	909	데이터
0x8A	StartupcodeUpload	910	데이터
0x8B	HolidayPlanDownload	911	데이터
0x8C	HolidayPlanUpload	912	데이터
0x8D	WeekPlanDownload	913	데이터
0x8E	WeekPlanUpload	914	데이터
0x8F	DayPlanDownload	915	데이터
0x90	DayPlanUpload	916	데이터
0x91	FuncInfoDownload	917	데이터
0x92	FuncInfoUpload	918	데이터
0x93	SignalMapDownload	919	데이터
0x94	SignalMapUpload	920	데이터
0x95	FlashMapDownload	921	데이터
0x96	FlashMapUpload	922	데이터
0x97	DetectorCnfDownload	923	데이터
0x98	DetectorCnfUpload	924	데이터

```

CONTROLLERINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
ControlInfo ::= SEQUENCE
{
    ringMode BIT STRING
    {
        single (0),
        dual (1)
    } (SIZE (1)),
    controlModeCommand BIT STRING
    {
        lcScuFixedControl (0),
        lcTodControl (1),
        lcActuatedControl (2),
        rcActuatedControl (3),
        rcControl (4)
    } (SIZE (3)),
    ringBAdvancePhaseNum INTEGER(0..7),
    ringAAdvancePhaseNum INTEGER(0..7)
}
END

```

나) 교차로 상황정보

지역제어장치에서는 요청 시 교차로 상황정보를 센터로 전송하게 된다. 또, 모든 제어모드(ONLINE 또는 OFFLINE)에서 현시진행 동작이 이루어질 때 반드시 황색스텝 진행 종료시점에서 바뀐 현시 및 스텝번호를 포함한 상황정보를 센터의 이벤트정보의 연속적 전송요청에 따라 전송한다.

```

STATUSINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS:=BEGIN
StatusInfo ::= SEQUENCE {
    PowerFail [0] BIT STRING (SIZE (1)),
    OcuScuCom [1] BIT STRING (SIZE (1)),
    Dimming [2] BIT STRING (SIZE (1)),
    RingOper [3] BIT STRING (SIZE (1)),
    BankNo [4] BIT STRING (SIZE (1)),
    ControlMode [5] BIT STRING (SIZE (3)),
    RingAPhase[6] INTEGER(0..7),
    RingAStep[7] INTEGER(0..31),
    RingBPhase[8] INTEGER(0..7),
    RingBStep[9] INTEGER(0..31),
    PoliceManAdvanceStatus[10] BIT STRING (SIZE (1)),
    PoliceManStatus[11] BIT STRING (SIZE (1)),
    PoliceFlashStatus[12] BIT STRING (SIZE (1)),
    PoliceOffStatus[13] BIT STRING (SIZE (1)),
    ConflictStatus[14] BIT STRING (SIZE (1)),
    LampOffStatus[15] BIT STRING (SIZE (1)),
    FlashStatus[16] BIT STRING (SIZE (1)),
    DbaseStatus[17] BIT STRING (SIZE (1)),
    FlashReason[18] BIT STRING (SIZE (4)),
    TimeBasedLeftTurn[19] BIT STRING (SIZE (1)),
    ManualEnable[20] BIT STRING (SIZE (1)),
    ConflictEnable[21] BIT STRING (SIZE (1)),
    DoorOpenStatus[22] BIT STRING (SIZE (1)),
    ConflictSsrNo[25] INTEGER(0..7),
    ConflictCircuitNo[24] BIT STRING (SIZE (4)),
    DetectorBitStatus[25] BIT STRING (SIZE(32)),
    CycleCounter[26] INTEGER(0..255),
    PrevCycleLength[27] INTEGER(0..255),
    CurrCycleLength[28] INTEGER(0..255),
    OffsetValue[29] INTEGER(0..255),
    HoldPhaseNumber[30] INTEGER(0..16),
    OmitPhaseNumber[31] INTEGER(0..16),
    SpillbackBPlngOption[32] BIT STRING (SIZE (1)),
    RingBPhase[33] BIT STRING (SIZE (3)),
    SpillbackAPlngOption[34] BIT STRING (SIZE (1)),
    RingAPhase[35] BIT STRING (SIZE (3))
}END
    
```

다) 검지기정보 Upload

검지기 정보는 센터의 요구에 따라 업로드가 이루어진다. 정보내용은 센터에서 다운로드받아 저장하고 있는 검지기 구성정보에 지정된 검지기용도와 적용 현시에 따라 서로 다른 정보를 작성하여 전송한다.

```

DETECTORINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS:=BEGIN
DetectorInfo ::= SEQUENCE {
    DetectorStatus SIZE (32) OF BIT STRING (SIZE (7)),
    NoccTime SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
    OccTime SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
    Volume SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
    DsQueue SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
    SfrSpd SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
    Smallt SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
}END
    
```

라) 현시정보 Up/Download

현시정보의 Download는 센터에서 Subscription 정보로 전송되며, Upload는 센터시스템 요청에 의해 지역제어장치에서 현시운영상태를 전송한다. 온라인

모드에서는 주기 시작시점에서 운영된 현시정보와 검지기 정보를 업로드하면 1초 전후로 하여 새로운 현시데이터가 지역교통신호기로 전송된다.

```

PHASEINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS:=BEGIN
PhaseInfo ::= SEQUENCE {
    ringAphase1Time INTEGER,
    ringAphase2Time INTEGER,
    ringAphase3Time INTEGER,
    ringAphase4Time INTEGER,
    ringAphase5Time INTEGER,
    ringAphase6Time INTEGER,
    ringAphase7Time INTEGER,
    ringAphase8Time INTEGER,
    ringBphase1Time INTEGER,
    ringBphase2Time INTEGER,
    ringBphase3Time INTEGER,
    ringBphase4Time INTEGER,
    ringBphase5Time INTEGER,
    ringBphase6Time INTEGER,
    ringBphase7Time INTEGER,
    ringBphase8Time INTEGER,
    Offset INTEGER
}END
    
```

마) Clock Up/Download

Clock의 Download는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, Upload는 센터 요청에 의해 지역 제어장치에서 지역제어기의 시간 및 요일정보를 Publication Data로 전송한다.

```

CLOCKINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS:=BEGIN
ClockInfo ::= SEQUENCE {
    clockYear INTEGER (1..4294967295),
    clockMonth INTEGER (1..12),
    clockDay INTEGER (1..31),
    clockHour INTEGER (0..23),
    clockMinute INTEGER (0..59),
    clockSecond INTEGER (0..59),
    clockWeekIndex INTEGER (0..6)
}END
    
```

바) Special Command

특수제어 및 앞막힘제어를 지시하는 명령으로 센터에서 Subscription 정보로 전송된다. 정보 전송항목은 SHUTDOWN, FLASH, 조광제어, CONFLICT, Spill Back, PHASE OMIT, PHASE HOLD, 감응제어 실행, 시차제 좌회전 등이다.

```

SPECIALINFO1 DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS:=BEGIN
SpecialInfo ::= SEQUENCE {
    ShutDown [0] BIT STRING (SIZE (1)),
    Flash [1] BIT STRING (SIZE (1)),
    DimmingControl [2] BIT STRING (SIZE (1)),
    ConflictStatus [3] BIT STRING (SIZE (1)),
    ManualStatus [4] BIT STRING (SIZE (1)),
    ConflictReset [5] BIT STRING (SIZE (1)),
    ScuReset [6] BIT STRING (SIZE (1)),
    OcuReset [7] BIT STRING (SIZE (1)),
    Reserved1 [8] BIT STRING (SIZE (4)),
    PhaseOmit [9] BIT STRING (SIZE (1)),
    PhaseHold [10] BIT STRING (SIZE (1)),
    ActControl [11] BIT STRING (SIZE (1)),
    LeftTurn [12] BIT STRING (SIZE (1)),
    DoAction [13] BIT STRING (SIZE (1)),
    HoldOmitPhase [14] BIT STRING (SIZE (2)),
    SpillBackDirection [15] BIT STRING (SIZE (1)),
    SpillControlOptionRingB [16] BIT STRING (SIZE (1)),
    SpillPhaseRingB [17] BIT STRING (SIZE (3)),
    SpillControlOptionRingA [18] BIT STRING (SIZE (1)),
    SpillPhaseRingA [19] BIT STRING (SIZE (3))
}END
    
```


사) Startup Code Up/Download

교통신호기 초기 운영상황을 설정하는 명령으로 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다.

```
STARTUPCODE DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
Startupcode ::= SEQUENCE {
  startupRing          INTEGER,
  startupMainPhase    INTEGER,
  startupDualPhase    INTEGER,
  startupLeftControl  INTEGER,
  startupLimitSpace   INTEGER,
  startupLimitWaste   INTEGER
}END
```

아) Holiday Plan Up/Download

교통신호기가 Off-line 모드에서 동작할 때 지정된 공휴일에 수행하여야 할 Day Plan에 대한 인덱스번호를 지정하는 명령으로 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다.

```
HOLIDAYPLANE DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
HolidayPlan ::= SEQUENCE{
  holiplanMonth SEQUENCE SIZE (30) OF INTEGER(1..12),
  holiplanDay   SEQUENCE SIZE (30) OF INTEGER(1..31),
  holiplanNo    SEQUENCE SIZE (30) OF INTEGER(1..16)
}END
```

자) Week Plan Up/Download

교통신호기가 Off-line 모드에서 동작할 때 지정된 요일에 수행하여야 할 Day Plan에 대한 인덱스번호를 지정하는 명령으로 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다.

```
WEEKPLANE DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
WeekPlan ::= SEQUENCE {
  monday    INTEGER(1..16),
  tuesday   INTEGER(1..16),
  wednesday INTEGER(1..16),
  thursday  INTEGER(1..16),
  friday    INTEGER(1..16),
  saturday  INTEGER(1..16),
  sunday    INTEGER(1..16)
}END
```

차) Day Plan Up/Download

교통신호기가 Off-line 모드에서 동작할 때 지정된 날짜에 수행하여야 할 Day Plan에 대한 정보로 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서

Publication Data로 전송한다.

```
DAYPLANE DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
DayPlan ::= SEQUENCE {
  dayplanIndex          SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(1..16),
  dayplanEntryIndex    SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(1..16),
  dayplanHour          SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..23),
  dayplanMinute        SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..59),
  dayplanCycle         SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanOffset        SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit1  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit2  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit3  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit4  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit5  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit6  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit7  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingASplit8  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit1  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit2  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit3  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit4  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit5  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit6  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit7  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanRingBSplit8  SEQUENCE SIZE (16) OF INTEGER(0..255),
  dayplanReserved     SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanAct         SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanFlash       SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanDim         SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanOff        SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanOmit       SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanSound      SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanPedButton  SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanOmitPhaseRingB SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1)),
  dayplanOmitPhaseRingA SEQUENCE SIZE (16) OF OCTET STRING (SIZE(1))
}END
```

카) Function Table Up/Download

해당 날짜와 요일이 일치하는 날의 지정시간 동안 Function table에 지정된 제어를 수행하게 하는 것으로, 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다.

```
FUNCTIONINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
FuncntInfo ::= SEQUENCE {
  functMonth SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(1..12),
  functDay   SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(1..31),
  functWeek  SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(1..7),
  functStartHour SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(0..23),
  functStartMin SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(0..59),
  functEndHour SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(0..23),
  functEndMin  SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(0..59),
  functCode    SEQUENCE SIZE (10) OF INTEGER(0..7)
}END
```

타) Signal Map Up/Download

Signal Map 명령은 8개의 신호구동장치(SSR)별로 링별 최대 32스택의 출력신호(차량, 보행자, 최대·최소 신호시간)를 지정하는 데이터 테이블이다. 다운로드하는 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다.

```
SIGNALMAP1 DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
SignalMap1 ::= SEQUENCE {
  ssr1Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr1Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr2Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr2Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr3Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr3Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr4Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr4Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr5Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr5Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr6Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr6Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr7Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr7Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr8Veh SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  ssr8Ped SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225),
  minTime SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
  maxTime SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..255),
  eop SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(0..225)
}END
```

과) Flash Map Up/Download

점멸제어기의 점멸 등화방법과 가변차로 제어기의 등화방법을 지정하는 테이블로 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다.

```
FLASHMAP1 DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS::=BEGIN
FlashMap1 ::= SEQUENCE {
  flashVeh SEQUENCE SIZE(8) OF INTEGER(0..255),
  flashPed SEQUENCE SIZE(8) OF INTEGER(0..255),
  flashVariableLane INTEGER(0..1),
  flashPowerOnTime INTEGER(0..28)
}END
```

하) Detector Config. Up/Download

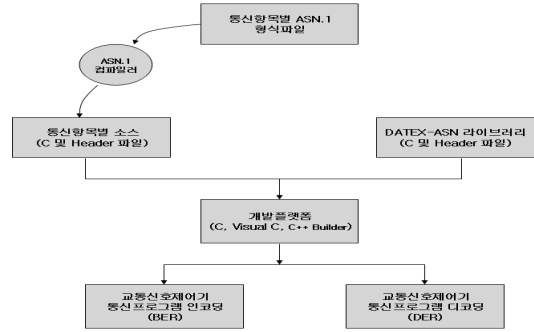
검지기 정보(Detector Configuration)의 다운로드하는 센터에서 Subscription 정보에 포함되어 전송되며, 업로드는 센터 요청에 의해 지역제어장치에서 Publication Data로 전송한다. 정보전송 항목에는 최대 32개의 검지기에 대하여 종류, 방향, 매설위치, 매설차로, 용도, 소속 링 및 소속 현시의 정보를 포함한다.

```
DETECTORCNF DEFINITIONS AUTOMATIC::= BEGIN
DetectorCnf ::= SEQUENCE
{
  detType SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER (1..4),
  detDirection SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER (1..8),
  detPosition SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER (0..2000),
  detLane SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER (1..4),
  detUsage SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(1..4),
  detRing SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(1..2),
  detPhase SEQUENCE SIZE (32) OF INTEGER(1..8)
}END
```

IV. 실험프로그램 개발 및 평가

1. 개발 환경

DATEX-ASN 표준에서는 데이터전송항목별 전송 형식을 ASN.1으로 정의한다. 따라서 통신항목별로



<그림 4> DATEX-ASN을 적용한 교통신호제어기 실험용 TCP/IP 통신프로그램 개발 절차 및 환경
 <Fig. 4> Development procedure of TCP/IP communication program to apply the DATEX-ASN

ASN.1으로 정의된 전송형식을 응용프로그램 개발에 접목하기 위해서는 C로 컴파일 하여야 한다. ASN.1 컴파일러에는 ITS-Korea⁹⁾[8]와 프리웨어로 배포하는 자료¹⁰⁾가 있다 [9].

현재 ITS-Korea에서 제공하는 컴파일러 및 Library는 헤더파일과 DLL 형식으로 배포되어 응용프로그램 개발 시 발생하는 에러를 수정하는 데에는 한계가 있다. 반면에 프리웨어로 제공되는 컴파일러 및 Library는 소스코드 형태로 제공되어 개발 시 용통성을 높여주는 이점이 있다. 따라서 본 연구에서는 프리웨어로 제공되는 asn1c 컴파일러 및 라이브러리를 사용하여 실험용 응용프로그램 개발 도구로 사용하였다. 응용프로그램 개발 툴은 Windows OS 환경에서 구동되는 C++Builder(6.0)를 이용하여 확보된 컴파일러와 라이브러리 소스를 Project로 추가하여 교통신호제어기 23개 통신항목을 인코딩(BER)과 디코딩(DER)하는 프로그램을 개발하였다(<그림 4> 참조).

2. 응용프로그램 개발 및 실험결과

1) 기본 변수의 설정

DATEX-ASN 통신패킷 구조는 버전항목(datex-Version-nbr), 인증문구(datex-Authenticationinfo-txt), 헤

9) ITS-Korea, 기술기준 구원을 위한 ASN.1 범용틀 개발 (센터-센터 간), 2006. 6.

10) <http://lionet.info/asn1c/>

더옵션(Header Options), 데이터(PDU) 및 CRC로 구성된다. 이중에 버전항목은 DATEX-ASN의 버전 1.0을 적용하고, 인증문구(datex-Authenticationinfo-txt)는 규격(안)에서 정의된 송·수신정보의 항목별 코드를 사용하는 것으로 하였다.

DATEX-ASN 전송형식에서 데이터항목 부분인 C2CAuthenticatedMessage에서 datex-AuthenticationInfo-text 항목은 표준규격(안)의 통신항목별 ID를 사용하는 것으로 하였다. 데이터 패킷의 우선순위를 정의하

〈표 5〉 통신항목별 우선순위 설정
〈Fig. 5〉 Priority of communication items

우선 순위	정보(PDU)명칭	설명	비고
1	Initiate	개시 요청 데이터 패킷	통신절차
1	Login	클라이언트의 로그인 데이터 패킷	통신절차
1	FrED	연결을 유지 확인 데이터 패킷	통신절차
1	Terminate	연결을 종료 데이터 패킷	통신절차
1	Logout	접속종료 로그아웃 데이터 패킷	통신절차
1	Subscription	서버에 정보요청 데이터 패킷	통신절차
1	TransferDone	요청정보 제공 데이터 패킷	통신절차
1	Accept	클라이언트의 요청에 대한 수용	통신절차
1	Reject	클라이언트의 요청에 대한 거부	통신절차
2	ControllInfo	교차로제어정보	제어명령
2	SpecialInfo	Special Command	제어명령
3	StatusInfo	교차로상황정보 Upload	상태정보
3	DetectorInfo	요청에 의한 검지기정보 Upload	상태정보
3	PhaseInfo	현시정보 Up/Download	상태정보
3	ClockInfo	Clock Up/Download	상태정보
3	Startupcode	Startup Code Up/Download	데이터
4	HolidayPlan	Holiday Plane Up/Download	데이터
4	WeekPlan	Week Plane Up/Download	데이터
4	DayPlan	Day Plane Up/Download	데이터
4	FunctInfo	Function Table Up/Download	데이터
4	SignalMap	Signal Map Up/Download	데이터
4	FlashMap	Flash Map Up/Download	데이터
4	DetectorCnf	Detector Config. Up/Download	데이터

는 datex-DataPacketPriority-number는 <표 5>와 같이 기본 접속절차의 통신항목은 우선순위를 높게 하고, 데이터 통신항목은 제어정보, 상태정보와 기본데이터정보의 순으로 우선순위를 부여하는 것으로 하였다.

C2CAuthenticatedMessage 내에 옵션사항으로 정의되는 헤더옵션(Header Options)에 정보생성, 정보전송 및 정보수신시스템 각각의 항목에는 명칭(datex-Origin_text)과 주소(datex-OriginAddress_location)는 지자체별로 센터명칭 또는 운영기관 명칭을 사용하고, 주소는 센터 고유ID를 사용하는 것으로 하였다.

센터ID는 ‘교통정보 교환 기술기준(제정 2004. 12. 31 건설교통부고시 제2004-513호)’를 따르는 것으로 하였다. 전송시스템의 명칭(datex_Sender_text)은 각 지방청 또는 지자체에 설치된 교통신호제어시스템 명칭을 사용하는 것으로 하고, 주소항목(location)은 센터시스템(통신서버)의 IP를 사용하여 전송패킷의 송수신식별성을 높일 수 있도록 하였다. 정보수신시스템 명칭(datex-Destination-text)은 지역제어기 ID를 사용하고, 주소(datex-Destination Address- location)는 교통신호제어기 IP를 사용하는 것으로 하였다(<표 6> 참조).

2) 실험결과

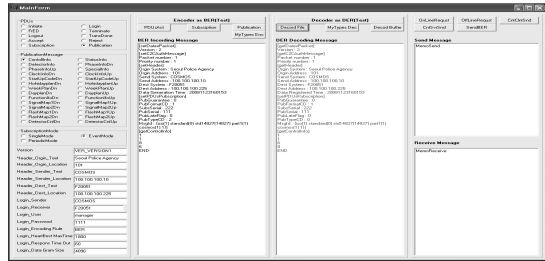
교통신호제어기 통신항목 23개에 대하여 DATEX-ASN 표준을 적용한 실험용 통신응용프로그램을 개

〈표 6〉 정보생성·송신 및 수신시스템 명칭 및 주소 설정방법

〈Table 6〉 Method to set the name and address of the duplex system of information

구분	변수	설정방법
정보생성시스템 명칭	datex-Origin-text	교통정보센터시스템 명칭 사용(COSMOS)
정보생성시스템 주소	atex-OriginAddress-location	통신서버 IP 사용
정보전송시스템	datex-Sender-text	교통정보센터시스템 명칭 사용(COSMOS)
정보전송시스템 주소	datex-SenderAddress-location	통신서버 IP 사용
정보수신시스템 명칭	datex-Destination-text	지역제어장치 ID 사용
정보수신시스템 주소	datex-DestinationAddress-location	지역제어장치 IP 사용

발하였다. 각 통신항목별로 개발된 응용프로그램 실험결과 <그림 5>과 같이 23개 통신항목 모두 인코딩 및 디코딩처리가 가능한 것으로 평가되었다. 전송항목별 데이터패킷의 크기인 데이터그램 사이즈는 DATEX-ASN 통신형식으로 정의할 때 <표 7>과 같이 기존 프로토콜에서 보다 약 8배 이상 커져, 통신 부하가 증가되는 것으로 분석되었다. 그러나 통신부하의 증가문제는 DATEX-ASN의 통신규격(안)이 TCP/IP 통신프로토콜의 이더넷 광통신망을 기반으로 하고, 인터넷 및 지자체별 ITS 광통신망은 광대역



<그림 5> DATEX-ASN 통신방식에 의한 교통신호제어기 통신항목 인코딩 및 디코딩 실험프로그램 개발
<Fig. 5> Test program by DATEX-ASN form

<표 7> 교통신호제어기 통신항목별 데이터그램 크기
<Fig. 7> Size of datagram of communication items

설명	정보(PDU)명칭	코드	데이터 크기(bytes)	기존통신규격(bytes)
초기 통신연결	Initiate	0x01	144	-
로그인	Login	0x02	179	-
연결을 유지 확인	FrED	0x03	111	-
연결 종료	Terminate	0x04	110	-
로그아웃	Logout	0x05	110	-
정보공개 요청	Subscription	0x06	218	-
정보제공 완료	TransferDone	0x07	128	-
요청 수용	Accept	0x08	134	-
요청 거부	Reject	0x09	135	-
교차로제어정보	ControlInfo	0x81	225	10
교차로상태정보	StatusInfo	0x82	375	23
검지기정보	DetectorInfo	0x83	1407	230
현시정보 하향	PhaseInfoDownload	0x84	268	23
현시정보	PhaseInfoUpload	0x85	268	23
시간정보 하향	ClockInfoDownload	0x86	208	13
시간정보 사향	ClockInfoUpload	0x87	208	13
특수정보	SpecialInfo	0x88	304	13
시작코드 하향	StartupcodeDownload	0x89	257	14
시작코드 상향	StartupcodeUpload	0x8A	257	14
휴일신호계획 하향	HolidayPlanDownload	0x8B	210	96
휴일신호계획 상향	HolidayPlanUpload	0x8C	210	96
주간신호계획 하향	WeekPlanDownload	0x8D	210	13
주간신호계획 상향	WeekPlanUpload	0x8E	210	13
일일신호계획 하향	DayPlanDownload	0x8F	1554	167
일일신호계획 상향	DayPlanUpload	0x90	1554	167
기능테이블 하향	FuncInfoDownload	0x91	330	86
기능테이블 하상향	FuncInfoUpload	0x92	330	86
신호맵1 하향	SignalMapDownload	0x93	2034	247
신호맵1 상향	SignalMapUpload	0x94	2034	247
플래쉬맵1 하향	FlashMapDownload	0x97	376	20
플래쉬맵1 상향	FlashMapUpload	0x98	376	20
검지기설정 하향	DetectorCnfDownload	0x9B	1048	230
검지기설정 상향	DetectorCnfUpload	0x9C	1048	230
계			16,570	2,094

(10~100Mbps) 통신망으로, 기존에 신호제어 통신망으로 임대되어 이용되는 2400bps의 전용회선에 비하여 충분한 통신용량을 갖는다. 따라서 ITS 통신망 내에서 DATEX-ASN 형식으로 개발된 신호시스템 통신규격(안)의 통신부하를 충분히 수용할 수 있을 것으로 검토된다.

V. 결론 및 향후 연구사항

교통신호제어시스템의 표준규격에서 정의된 센터와 지역제어기 간 통신방식은 전용선을 통한 모뎀방식의 시리얼통신으로 개발되어 있어, 지자체에서 구축 운영되는 TCP/IP 프로토콜의 ITS 통신망에 내에서 수용하지 못하고 있는 실정이다. ITS 부문에서 데이터 교환을 위한 국내외 규격으로 DATEX-ASN 데이터인터페이스 기술이 적용되고 있다. 또 전송과 네트워크 계층에서 UDP/IP, TCP/IP 및 X.25 등을 지원하여, TCP/IP 프로토콜을 기반으로 한 교통신호제어기 표준규격에 적용될 수 있다. 따라서 교통신호제어기 표준규격에서 TCP/IP 프로토콜에 의한 센터와 지역제어장치 간 통신규격(안)을 DATEX-ASN 데이터 교환기술을 적용하여 개발하였다.

기술기준의 적용대상 범위는 교통신호제어시스템의 센터시스템과 지역제어장치 간 통신을 TCP/IP 프로토콜에 의한 데이터 전송형식의 정의이다. 또, 기존 표준규격의 통신항목을 대상으로 DATEX-ASN(KS ISO X 14827 Part1, 2, ISO/ DIS 15784 Part-3) 통신처리 절차 및 구조를 적용하는 것으로 하였다. 센터시스템과 지역제어장치 간 교환대상 기본정보는 교통신호제어기 제어, 상태정보와 데이터베이스 정보 등 23개 통신항목을 포함한다. ASN.1으로 정의된 교통신호시스템 통신항목별 형식을 C 응용프로그램 개발에 접목하기 위해서 프리웨어로 제공되는 asn1c 컴파일러 및 라이브러리를 사용하였다. 실험용 프로그램 개발 틀은 Windows OS 환경에서 구동되는 C++Builder(6.0)를 이용하여 확보된 컴파일러와 라이브러리 소스를 Project로 추가하여, 23개 통신항목에 대하여 인코딩(DER) 및 디코딩(BER) 프로그램을 개발하였다. 응용

프로그램의 실험결과 통신항목 모두 인코딩 및 디코딩 처리가 가능한 것으로 평가되었다. 그러나 전송항목별 데이터패킷의 크기는 DATEX-ASN 통신형식으로 정의할 때 기존 프로토콜에서 보다 약 8배 이상 커져 통신부하가 증가하는 것으로 분석되었다. 그러나 광대역의 ITS 통신망 내에서 DATEX-ASN 형식으로 개발된 신호시스템 통신규격(안)의 통신부하를 충분히 수용할 수 있을 것으로 검토된다.

본 연구는 교통신호제어기 표준규격의 보완으로 DATEX-ASN 데이터 교환기술을 적용하여 TCP/IP 프로토콜에 의한 센터시스템과 지역제어장치 간 통신규격(안) 개발을 연구범위로 하고 있다. 현장에서 적용 시 시행착오를 방지하기 위하여, 향후 실제 현장에서 운영되는 교통신호제어시스템 환경에 접목하여 실험하고 보완하는 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 도로교통공단, *NTCIP 규격기반 실시간 신호제어기 구현방안 연구*, 2003 .1.~2004. 12.
- [2] 경찰청·도로교통공단, *교통신호제어기 표준규격 제정 연구 용역*, 2004. 2.
- [3] 도로교통공단, *교통신호제어기 표준규격 연구*, 2004. 3.
- [4] 도로교통공단, *경찰 교통신호제어기 표준규격*, 2004. 2.
- [5] 국토해양부, *기본교통정보 교환 기술기준(고시 제2004-513호)*, 2004. 12.
- [6] 국토해양부, *무선통신 기술을 이용한 교통정보 수집·제공 기술표준*, 국토해양부 고시 제2008-45호, 2008. 1.
- [7] 한국기술표준원, *ITS를 위한 센터 간 데이터 인터페이스(KS X ISO/DIS 14827-2)*, 부속서 A.1, 2002.
- [8] ITS-Korea, *기술기준 구현을 위한 ASN.1 범용틀 개발(센터-센터 간)*, 2006. 6.
- [9] <http://lionet.info/asn1c/>- "Open Source ASN.1 Compiler and Documentation."

저자소개



한 원 섭 (Han, Won-Sub)

1984년 3월 ~ 현재 : 도로교통공단 수석연구원
 1987년 2월 : 연세대학교 전자공학과 석사 졸업
 1985년 3월 ~ 1987년 2월 : 연세대학교 산업대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1978년 3월 ~ 1980년 2월 : 숭실대학교 전자공학과 졸업(공학학사)



현 철 승 (Hyun, Cheol-Seung)

1992년 2월 : 성균관대학교 기계설계과 학사 졸업
 1994년 2월 : 성균관대학교 기계설계과 석사 졸업
 1995년 6월 ~ 현재 : 도로교통공단 선임연구원
 2003년 2월 : 성균관대학교 기계설계과 박사 졸업



이 호 원 (Lee, Ho-won)

1985년 3월 ~ 1993년 2월 : 아주대학교 공과대학 학사(산업공학 전공)
 1993년 3월 ~ 1995년 2월 : 아주대학교 일반대학원 석사(교통공학 전공)
 1994년 7월 ~ 1994년 12월 : 교통개발연구원 위촉연구원
 1995년 6월 ~ 현재 : 도로교통안전관리공단 선임연구원
 2004년 3월 ~ 2009년 2월 : 아주대학교 건설교통공학과 박사(교통공학 전공)



주 두 환 (Joo, Doo-Hwan)

1981년 3월 ~ 1987년 2월 : 성균관대학교 공과대학 금속공학 졸업(학사)
 1990년 3월 ~ 1992년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 졸업(석사)
 1992년 5월 ~ 현재 : 도로교통안전관리공단 책임연구원
 2003년 9월 ~ 2008년 8월 : 연세대학교 도시공학과 졸업(박사)



이 철 기 (Lee, Choul-Ki)

1991년 : 아주대학교 대학원(석사)
 1998년 : 아주대학교 대학원(교통공학박사)
 2000년 : 미국 Texas A&M University TTI(Texas Transportation Institute) Visiting Scholar 과정
 2004년 : 서울지방경찰청 교통개선 기획실장 및 COSMOS 추진 기획단장
 현재 : 아주대학교 교통연구센터 부센터장
 아주대학교 ITS 대학원 교수