

# 실시간 교통흐름의 모니터링 및 제어를 위한 교차로 시뮬레이션 시스템 설계<sup>☆</sup>

## Design of Intersection Simulation System for Monitoring and Controlling Real-Time Traffic Flow

정 창 원\*  
Chang-Won Jeong

신 창 선\*\*  
Chang-Sun Shin

주 수 중\*\*\*  
Su-Chong Joo

### 요 약

본 논문은 도로상에 설치된 각종 교통정보 기기로부터 수집된 정보를 이용하여 교통정보 데이터베이스를 구축하고, 이를 이용하여 교차로를 기점으로 도로의 구간별 실시간 교통흐름을 동적으로 관리할 수 있는 교차로 시뮬레이션 시스템을 제안한다. 본 시스템은 계층적인 3 부분으로 구성된다. 하위계층은 실제 도로 상에서 교통정보가 수집되는 물리계층이다. 중간계층은 하위계층의 교통정보를 이용하여 교차로들의 그룹, 실시간 교통흐름 정보의 수집, 원격 모니터링 및 제어를 지원하는 교통흐름 제어 프레임워크가 존재한다. 본 계층은 분산객체그룹 프레임워크를 확장하여 설계됐다. 상위계층에는 교차로들의 그룹화로 교통흐름을 제어하는 교차로 시뮬레이터 응용들이 존재한다. 교차로 응용은 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 스킴 기반의 구현객체들로 이루어진다. 교차로 시뮬레이션 시스템에서는 도로상의 각 교차로를 하나의 응용 그룹으로 고려하며, 교차로들 간에 상호통신으로 수집된 실시간 도로소통 상태정보를 이용하여 주어진 도로상황에 따라 동적인 교통흐름 제어기법들의 적용이 가능하도록 하였다. 본 시스템 구축을 위해 TMO 스킴과 TMOSM(TMO Support Middleware) 지원 교통흐름 제어 프레임워크 기반에서 시스템 구조와 구성요소의 상호작용을 정의했으며, 교통흐름 모니터링 및 제어를 위한 응용 시뮬레이터와 사용자 인터페이스를 설계했다.

### Abstract

In this paper, we construct the traffic information database by using the acquired data from the traffic information devices installed in road network, and, by referring to this database, propose the intersection simulation system which can dynamically manage the real-time traffic flow for each section of road from the intersections. This system consists of hierarchical 3 parts. The lower layer is the physical layer where the traffic information is acquired on an actual road. The traffic flow control framework exists in the middle layer. The framework supports the grouping of intersection, the collection of real-time traffic flow information, and the remote monitoring and control by using the traffic information of the lower layer. This layer is designed by extending the distributed object group framework we developed. In upper layer, the intersection simulator applications controlling the traffic flow by grouping the intersections exist. The components of the intersection application in our system are composed of the implementing objects based on the Time-triggered Message-triggered Object(TMO) scheme. The intersection simulation system considers the each intersection on road as an application group, and can apply the control models of dynamic traffic flow by the road's status. At this time, we use the real-time traffic information collected through inter-communication among intersections. For constructing this system, we defined the system architecture and the interaction of components on the traffic flow control framework which supports the TMO scheme and the TMO Support Middleware(TMOSM), and designed the application simulator and the user interface to the monitoring and the controlling of traffic flow.

☞ Keyword : Traffic Information, ITS, Traffic Flow Monitoring, Intersection Simulation System, Traffic Information Database

\* 정 회 원 : 전북대학교 차세대 LBS 연구센터 연구교수  
mediblu@chonbuk.ac.kr

\*\* 정 회 원 : 순천대학교 정보통신공학부 교수  
csshin@sunchon.ac.kr

\*\*\* 중신회원 : 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 교수  
scjoo@wonkwang.ac.kr

[2005/05/30 투고 - 2005/06/20 심사, 2005/11/08 2차 심사 -  
2005/11/15 심사완료]

☆ 이 논문은 2005년도 한국학술진흥재단-지역대학우수과학자  
연구(R05-2004-000-12006-0)의 지원에 의하여 연구되었음.

## 1. 서 론

최근 정보통신 기술의 발전과 함께 차량의 위치정보를 이용하여 실시간 교통정보를 수집, 관리 및 제공하는 지능형교통시스템(ITS: Intelligent Transport System)이 구축되고 있다. ITS는 교통시설의 이용 효율을 극대화하고 교통편의와 안전을 제공하는 시스템으로 정부와 지방자치단체의 주도 하에 기반환경이 구축되고 있다. 특히 교통혼잡 완화 및 교통정보 서비스의 제공이라는 측면이 크게 부각되고 있다. 실제 일부지역에서는 인터넷과 모바일 기기를 통하여 교통정보서비스 및 위치기반서비스(LBS: Location-Based Service)를 이용한 텔레매틱스(telematics) 시범 서비스가 제공되고 있다[1,2]. 위와 같은 서비스를 제공하는 ITS를 구축하기 위해서는 교통정보 수집기술, 정보처리기술, 망기술, 차량항법장치(CNS: Car Navigation System) 기술, DSRC(Dedicated Short Range Communications) 기술, 무선기술, 센서 및 자동제어 기술, 교통방송 기술들을 필요로 하며, GIS(Geographic Information System), GPS(Global Positioning System), LBS 및 텔레매틱스 요소기술들로 융합 또는 통합되어 사용자에게 교통정보를 제공하고 있다[3,4]. 그러나 ITS 인프라 구축에 있어서 각종 유/무선 정보기기 및 센서를 통한 교통정보 수집과 저장과정에서 데이터에 대한 표준을 단계적으로 규정하고 있으나, 아직까지 ITS 관련 응용을 위한 인터페이스와 세부스펙에 대해서는 그 연구가 미흡한 실정이다. 또한, 현재 구축되어진 ITS 사업 중 일부는 시스템 운영체계가 상이하여 상호 연동에서 해결되어야 할 문제점들을 가지고 있다. 이러한 표준화 작업을 위해 국제적으로는 ISO TC 204에서 표준제정을 위한 전문위원회를 설립하여 운영하고 있으며, 국내에서는 관련부처에서 ITS 단체표준을 제정하고 국제표준화 활동을 지원하고 있다[5]. ITS 구현기술 측면에서는 교통정보 기기로부터 수집

된 도로의 구간별 차량 소통량 정보를 모니터링 하면서 정체구간의 신호제어시스템을 운영하고 있으나 단순한 제어 옵션을 가진 사용자 인터페이스를 이용, 시스템 운영자의 설정에 따라 원격지 제어기에 제어정보를 수동적으로 전달하고 있어 체계적인 정보의 분석이 어려울 뿐 아니라, 교통시스템 자체의 능동적인 교통흐름 제어 서비스가 이루어지지 못하고 있다[6,7,8].

본 논문에서는 위에서 언급한 교통정보시스템 사이의 상호연동 및 능동적인 교통흐름 제어가 가능한 교차로 시뮬레이션 시스템을 설계한다. 본 시스템은 도로망에 설치된 각종 교통정보 기기로부터 이종의 ITS로 수집된 교통정보를 이용하여 실시간 교통정보 데이터베이스를 구축하고, 이를 반영한 도로 네트워크상에서 실시간 교통흐름을 모니터링 및 제어할 수 있다. 또한 이용자들에게는 웹이나 모바일 기기를 통해 실시간 교통흐름 모니터링 서비스를 제공하고 교통통제부를 위해서는 실시간 교통흐름 제어 서비스를 제공한다. 시스템의 구축을 위해 그동안 연구해 온 분산객체그룹 프레임워크(Distributed Object Group Framework)의 기능을 확장하여 교통정보의 분산시스템 환경을 구축하고 서비스 모듈은 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 스킴을 적용하여 구현하였다. 교차로 시뮬레이션 시스템은 운영자 관점에서 교차로를 하나의 그룹으로 고려하여 교차로간 통신으로 차량의 실시간 소통량에 따른 교통흐름을 모니터링 및 제어할 수 있는 시스템이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 배경연구로 기존 교통정보 제공 및 모니터링 시스템 모델을 살펴보고, 본 교차로 시뮬레이션 시스템의 구현을 위한 기반 모델인 TMO 스킴과 TMOSM(TMO Support Middleware) 지원 분산객체그룹 프레임워크의 구성요소와 기능을 설명한다. 3장에서는 교차로 시뮬레이션 시스템 구조와 교차로들의 그룹화 의미 및 교통정보를 저장하는 실시간 교통정보 데이터베이스 구축 방

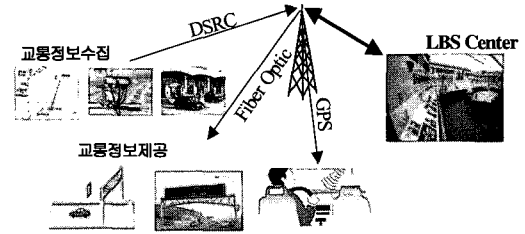
안을 제시한다. 4장에서는 TMO 스킴 기반의 교통흐름 모니터링 및 제어 시뮬레이터를 구현하고 사용자 인터페이스를 보인다. 결론 및 향후 연구내용은 5장에서 기술한다.

## 2. 배경연구

### 2.1 교통정보 모니터링 시스템

교통정보를 수집 및 모니터링하기 위한 정보 수집 시스템으로 한 지점에서 교통량 및 순간속도 등을 도로상에 설치된 루프나, 초음파 등을 이용하는 지점수집시스템, 지점과 지점 사이의 구간에서 비콘(beacon)이나 Probe Car 등을 통하여 통행시간 및 주행속도 등을 수집하는 구간 수집시스템, 그리고 도로의 혼잡상황이나 사고 등의 정보를 CCTV나 통신원을 통하여 수집하는 정성적수집시스템으로 구분할 수 있다[9,10]. 지점수집시스템은 구간에 걸친 특성을 반영하지 못하기 때문에 구간 통행시간을 제공할 수 없으며, 구간수집시스템은 구간 통행 시간뿐 아니라 차량의 위치까지 파악할 수 있는 반면, 지점수집시스템과 비교해 초기 설치비용이 많고 통신비용이 추가된다는 단점이 있다. 정성적수집시스템은 신뢰성 있는 교통정보를 얻을 수 있다는 장점이 있으나 구간이 한정적이고 정보의 수집방법에 따라 주관적인 교통정보가 수집될 수 있다. 그림 1은 교통정보 모니터링 시스템들의 정보 수집 및 제공 모델을 보인다.

현재까지의 교통정보 제공 시스템들은 모니터링으로 수집된 교통정보를 데이터베이스화하여 단순한 형태로 가공한 후 사용자에게 전달하는 체계를 가지고 있다. 제공매체로는 인터넷, 라디오 교통방송, 가변정보판(VMS: Variable Message Sign) 등이 대표적이며 최근에는 개인휴대단말기(PDA)나 CNS 등의 활용도가 증가되고 있는 추세이다. 대표적인 교통정보 서비스로는 교통정보 제공, 응급차량관리, 자동요금징수, 교차

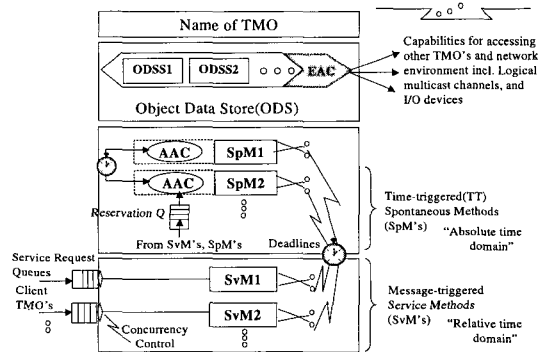


〈그림 1〉 교통정보 수집 및 제공 시스템

로 충돌방지 등이 연구되고 있다. 현재까지 ITS에서의 실시간 정보수집 시스템들은 단순한 교통정보의 제공에 기반한 서비스를 지원하고 있지만, 향후에는 수집된 정보를 활용한 동적인 도로상황의 모니터링 및 지능적인 실시간 제어까지 가능해야 한다.

### 2.2 TMO 스킴과 TMOSM

교차로 시뮬레이션 시스템의 분산응용을 구현하기 위해 UC at Irvine의 DREAM Lab.에서 개발한 TMO 스킴과 TMOSM(TMO Support Middleware)을 이용한다. TMO는 클라이언트의 요청에 의해서만 동작하는 SvM(Service Method)과 기존 객체의 동작 특성을 확장하여 정의된 시간에 자치적인 동작을 하는 SpM(Spontaneous Method)을 각각 가지며, 원격 호출을 통해 상호 동작한다. TMO 스킴의 기본구조는 그림 2와 같고 내부구조는 5부분으로 구성된다. 각 부분



〈그림 2〉 TMO 스킴

에 대해 살펴보면, ODS(Object Data Store)는 객체의 정보를 저장하기 위한 정보저장소이며, EAC(Environment Access Capability)에서 원격 객체 호출을 위한 통신채널이 제공된다. AAC (Autonomous Activation Condition)에 SpM의 주기적인 동작을 위한 시간 특성이 정의되고, SpM과 SvM에 주기적으로 실시간 동작하는 시간 트리거 메소드들과 외부의 서비스 요청에 응답하는 메시지 트리거 메소드가 정의된다[11,12]. 교차로 응용의 구현을 위해서는 교통흐름의 실시간 모니터링 및 제어가 가능해야하기 때문에 실시간 객체 모델인 TMO 스킴을 채택했다.

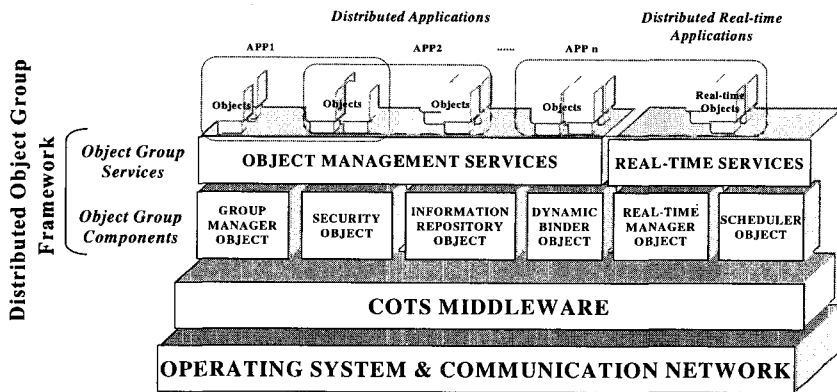
TMOSM은 분산 실시간 객체인 TMO를 지원하기 위한 미들웨어로 실시간 서비스를 플랫폼이나 운영체제의 제약 없이 지원하지만, 분산통신을 위한 정적서비스 바인딩만을 제공하고 있다. 따라서 교통정보 모니터링 및 제어 서비스 수행 시 적절한 교차로를 선정하여 동적으로 서비스 요청자와의 바인딩을 지원하기 위해 분산 객체그룹 프레임워크를 확장하여 교통흐름 모니터링 및 제어 서비스를 지원하도록 한다.

### 2.3 분산객체그룹 프레임워크

그동안 우리는 분산응용 서비스를 수행하는 객체들의 그룹관리 및 논리적 단일시스템 환경

의 체계를 구축하기 위해 분산객체그룹 프레임워크를 연구하였다[13-15]. 그림 3에서 보인 본 프레임워크는 물리적인 분산시스템 내 분산객체들 간의 복잡한 인터페이스에 대한 분산투명성을 제공하며, 분산지원 COTS(Commercial-Off-The-Shelf) 미들웨어와 분산응용의 중간층에 위치한다. 프레임워크의 상단에 위치하는 분산응용은 응용서비스의 특성에 따라 각종센서, 장비 또는 정보시스템들로부터 취득한 데이터를 입력으로 비실시간 또는 실시간 응용을 지원할 수 있다. 분산객체그룹 프레임워크의 구성요소들은 구체적으로, 서버객체들과 함께 객체에 대한 그룹관리를 자체적으로 지원하기 위해서 그룹관리자객체(GM: Group Manager object), 보안객체(Security object), 정보저장소객체(Information Repository object), 동적바인더객체(Dynamic Binder object)를 포함하며, 실시간 서비스 지원을 위해 실시간관리자객체(RTM: Real-Time Manager object)들과 스케줄러객체(Scheduler object)들이 구성요소로 구현되었다.

분산객체그룹 프레임워크는 객체그룹 관리 관점에서, 분산응용을 구성하는 서비스 객체들의 그룹지원, 그리고 객체들의 등록 및 철회관리, 접근보안관리, 이름과 속성관리를 지원하며 분산 서비스 관점에서, 분산응용 지원을 위한 네이밍 서비스, 동적바인딩 서비스, 중복객체 지원 서비



<그림 3> 분산객체그룹 프레임워크 구조

스, 부하균형화 서비스, 그리고 분산응용과 객체 그룹 프레임워크 간에 연동서비스를 제공한다 [16-18].

본 논문에서는 분산객체그룹 프레임워크의 확장을 통해서 교차로를 하나의 응용서비스 그룹으로 지정하고, 교차로별로 하부 교통흐름 모니터링 기기들로부터 취득된 정보와 교차로 그룹 간의 통신을 통해 교차로 네트워크를 구성하여 실시간 소통상황에 따라 교통흐름을 제어할 수 있는 교차로 시뮬레이션 시스템을 제안한다.

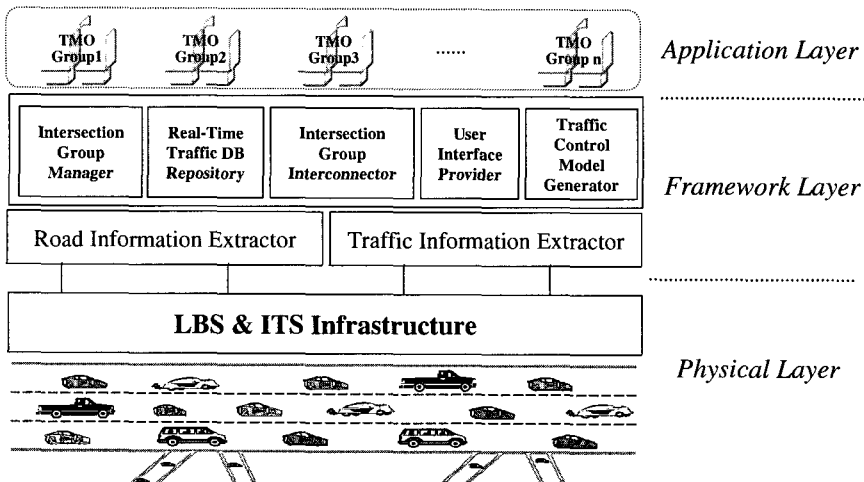
### 3. 교차로 시뮬레이션 시스템 설계

교통이 빈번한 도로의 상태는 계속해서 변화한다. 이때, 도로상에서나 주변에서 수집된 연속 또는 비연속적인 교통데이터를 사용하여 항상 실시간 교통흐름을 파악하고 이로부터 교통흐름을 제어하기 위한 기술의 개발이 필수적이다. 이를 위해 우리는 교차로 시뮬레이션 시스템을 설계한다. 교차로에서의 교통흐름 제어는 전반 도로의 소통흐름에 영향을 주기 때문에 교차로들 사이의 연결을 통해 도로 네트워크를 구성하고 이를 효율적으로 관리한다면 보다 효율적인 교

통흐름을 보장할 수 있을 것이다.

#### 3.1 시스템 구조

교차로 시뮬레이션 시스템은 실시간 교통정보를 기반으로 교차로의 상태를 파악하여 도로 상황에 따라 교통흐름 제어기술의 동적인 적용이 가능한 구조를 갖는다. 그림 4는 교차로 시뮬레이션 시스템의 구조를 보인다. 본 시스템의 상단에는 교차로들의 그룹화를 통한 응용계층이 존재하며, 중간계층에는 교통정보 기기들로부터 수집된 물리적 데이터를 교통흐름 제어 프레임워크 내 구성요소 및 상위층의 응용객체에 제공하기 위한 도로 및 교통 정보 추출자를 포함하는 프레임워크 계층이 위치한다. 프레임워크 계층의 구성요소들의 기능을 세부적으로 살펴보면, 교차로 그룹을 전반관리하고 도로망 확장 시 새로운 응용그룹의 등록을 책임지는 교차로 그룹관리자 (Intersection Group Manager)가 존재하며, 도로망에 설치된 각종 교통정보 기기로부터 수집된 정보를 데이터베이스로 관리하는 실시간 교통정보 데이터베이스 저장소(Real-Time Traffic DB Repository), 교차로 그룹 간의 통신을 책임지는



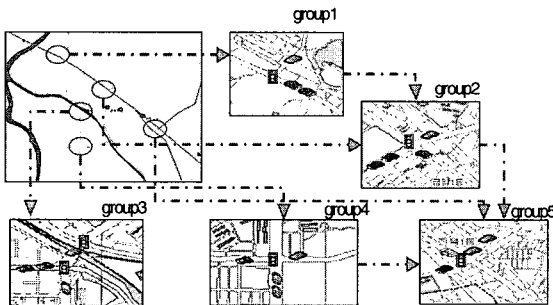
〈그림 4〉 교차로 시뮬레이션 시스템

교차로 그룹 연결자(Intersection Group Interconnector), 교통흐름 제어를 위한 시뮬레이션 인터페이스를 포함하는 사용자 인터페이스 제공자(User Interface Provider), 그리고 동적인 교통흐름 제어모델의 적용이 가능한 교통흐름 제어모델 생성자(Traffic Control Model Generator)가 존재한다. 하위계층에는 실제 도로 상에서 교통정보들을 수집하는 기기 및 그들의 통신을 지원하는 하부구조인 물리계층이 있다.

본 시스템의 수행과정을 살펴보면, 먼저 도로 상의 교통정보 수집기기들부터 LBS와 ITS 하부구조를 통해 교통정보들이 수집된다. 이후 수집된 정보는 도로정보 및 교통정보 추출자를 통하여 시스템에 유효한 교통정보를 추출, 실시간 교통정보 데이터베이스 저장소에 저장된다. 교차로 응용 시뮬레이터에서는 사용자 인터페이스 제공자를 통하여 저장된 교통정보와 교통 제어모델 생성자에서 제공된 교통모델을 적용하여 교통흐름을 제어한다. 이때, 교차로 그룹 연결자는 교차로 간의 통신을 책임지게 된다.

### 3.2 교차로 네트워크 그룹

현재 이용되고 있는 도로들은 교차로들로 연결된다. 이때, 차량들의 진행 방향에 따라 이전 교차로의 교통정보를 참조하여 현재 교차로의 교통흐름을 제어한다면 보다 효율적인 교통흐름을 제공할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 이러



〈그림 5〉 교차로 네트워크 그룹

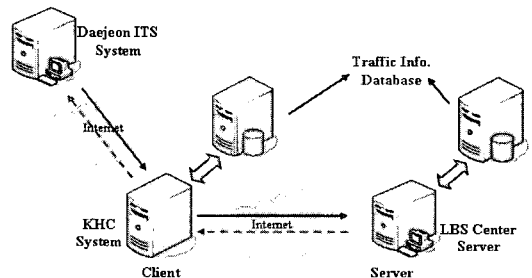
한 교차로들 각각을 하나의 논리적인 개별 그룹으로 정의하고, 이들 그룹간 정보교환 및 제어를 통해 전반 도로 네트워크를 관리할 수 있는 교차로 네트워크 그룹에 기반을 두고 있다. 그림 5는 앞서 설명한 교차로 네트워크 그룹을 보인다.

교차로 네트워크 그룹은 교차로 사이의 그룹 통신으로 교통흐름을 제공함으로써 전체 도로를 연결하여 교통정보를 만들고, 교차로 시뮬레이션 시스템에서 이러한 정보를 사용할 수 있도록 하였다. 교차로 네트워크 기반에서 교차로 시뮬레이션 시스템 내의 프레임워크 구성요소 중 교차로 그룹 관리자를 통하여 새로운 도로의 생성이나 구조변경과 같은 상황에 유연하게 동적으로 대처할 수 있다.

### 3.3 실시간 교통정보 데이터베이스

본 시스템의 실시간 교통정보 데이터베이스에 저장되는 교통정보는 지자체 ITS가 보유한 실시간 교통정보를 LBS 서버와 연동하여 수집하게 된다. 그림 6에서와 같이 한국도로공사(KHC: Korea Highway Corporation) 시스템은 지자체 ITS와 LBS 서버를 연계해 주며, 제공된 교통정보는 LBS 서버에서 ITS 센터의 표준에 맞추어 데이터베이스로 관리하게 된다.

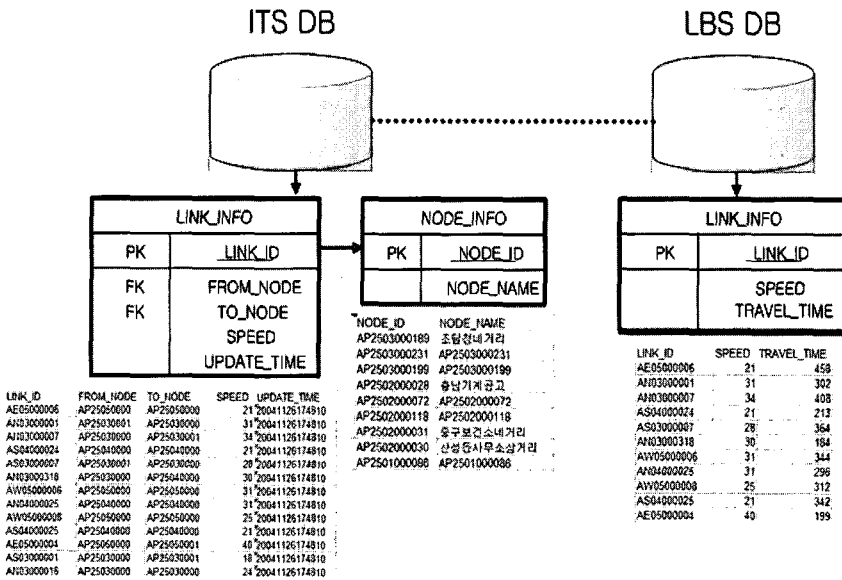
본 논문에서 이용하는 ITS가 제공하는 교통소통정보는 대전 도로상에 설치된 루프를 통하여 수집하게 되며 교차로 시뮬레이션 시스템에



〈그림 6〉 LBS & ITS 서버와 연계 실시간 교통정보 수집 및 데이터베이스 저장 과정

〈표 1〉 ITS 제공-교통 소통정보 연계 메시지 구조

Packet 구분	요청(Q)			Message Code	02
No.	Field Name	Type	Length	Comment	
1	RegionCode	Ascii	5	지역코드	
2	UpdateTime	Ascii	14	정보 수집 시간 혹은 정보 갱신 시간 "yyymmddhhMMSS" : 년월일시분초	
3	TotRecCnt	Binary	2	전체 링크 및 구간 Count	
4	GuganID(1)	Ascii	20	구간/링크 ID	
5	Travel_speed(1)	Binary	2	통행속도(km/h)	
6	Travel_time(1)	Binary	2	통행시간(second)	
7	Volume(1)	Binary	2	교통량	
.....					
.	GuganID(n)	Ascii	20	구간/링크 ID	
.	Travel_speed(n)	Binary	2	통행속도(km/h)	
.	Travel_time(n)	Binary	2	통행시간(second)	
.	Volume(n)	Binary	2	교통량	



〈그림 7〉 교통정보 저장 데이터베이스 스키마

서는 구간 통행속도 및 통행시간 만을 사용한다. 위 실시간 정보를 우리의 교차로 시뮬레이션 시스템이 위치하는 LBS 센터에서 얻기 위해서 도로공사에서 제공하는 교통정보시스템과의 통신방식으로 TCP/IP를 이용한 소켓을 사용하고 있으며 소통정보 연계 메시지의 구조는 표 1과 같다.

도로의 구간 정보는 링크들로 구성하고 해당 정보를 패킷으로 처리하여 스트림 데이터로 전송한다. LBS 센터는 이 데이터를 받아서 디코딩 작업을 수행하여 그림 7과 같이 각 ITS 또는 LBS의 데이터베이스 스키마에 맞도록 저장 및 관리한다.

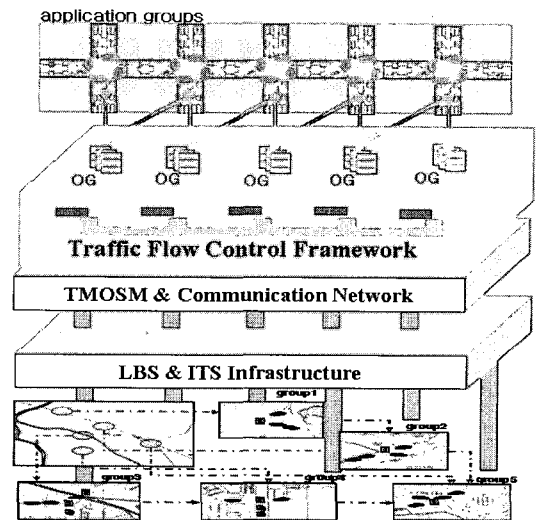
## 4. 교차로 응용 시뮬레이터

본 장에서는 실시간 교통정보로 구축된 데이터베이스를 이용하여 도로 및 교차로의 소통흐름을 한눈에 파악할 수 있는 교차로 응용 시뮬레이터를 구현한다. 본 시뮬레이터에서는 교차로 교통정보의 실시간 모니터링 및 교통흐름 제어가 가능하다. 이를 위해 우선적으로 ITS로부터 수집된 교통정보를 주기적으로 받아서 교차로 시뮬레이션 시스템에서 응용 시뮬레이터로 제공되어야 하며, 교차로들을 그룹단위로 관리해야 한다.

### 4.1 교차로 그룹 기반의 응용 시뮬레이터

교차로 시뮬레이션 시스템에서 응용 시뮬레이터의 주요기능은 교차로를 기점으로 하여 차량 소통량을 실시간 모니터링하고 신호제어를 함으로써 교차로 상에 차량지체를 완화시키고 교차로 간에 원활한 교통흐름을 유지하는데 그 목적이 있다. 모니터링 기능에서는 ITS-LBS센터의 연계에 의해 수집된 교통정보를 이용하여 교차로의 교통상황을 구현된 응용 시뮬레이터 GUI 창에 디스플레이 한다. 본 응용 시뮬레이터로부터 교통상황을 모니터링하고 이로부터 교차로 간 구간도로의 교통흐름을 주기적으로 측정하여 소통량이 많은 도로의 신호등 신호를 길게, 소통량이 적은 도로의 신호등 신호를 짧게 두어 교차로의 교통흐름을 개선할 수 있도록 한다. 또한 차량 진행방향에 따라서 직진 차량이 많을 경우 직진 신호, 좌회전 차량이 많을 경우 좌회전 신호, 직진 차량과 좌회전 차량 모두 많을 경우 동시 신호를 우선적으로 줄 수 있도록 동적으로 신호체계가 변경되도록 한다. 각 도로들의 교통흐름 모니터링과 신호를 제어하는 객체들은 TMO 스킴을 이용하여 구현되고, 각 TMO들은 교차로 별로 그룹관리된다. 교통흐름 모니터링 및 제어 응용 시뮬레이터의 교통데이터 처리를 위한 TMO들은 도로들의 교통흐름을 세부지역

으로 나누어 관리한다. 이를 위해 구현된 TMO들은 E\_TMO, W\_TMO, S\_TMO, N\_TMO, Center\_TMO와 신호등의 신호체계를 관리하는 Control\_TMO, 데이터베이스로부터 교통 데이터를 가져와 각 TMO에게 분배해주는 DB\_TMO, 응용 시뮬레이터의 모든 내용을 종합해 사용자 인터페이스에 제공하는 Monitor\_TMO로 구성된다. 그림 8은 교통흐름 제어 프레임워크 기반으로 구축된 응용 시뮬레이터 상에서 TMO 응용 그룹의 수행환경을 나타낸다.



〈그림 8〉 교통흐름 제어 프레임워크 기반에서 구축된 응용 시뮬레이터 상의 TMO 수행환경

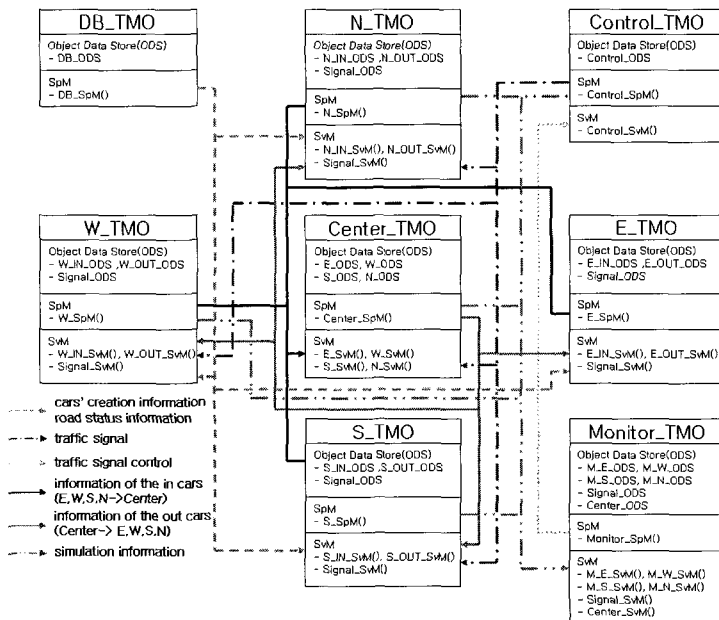
세부적으로 교차로 응용 시뮬레이터의 구현을 위해, 위에서 언급한 TMO들의 구조 및 기능을 살펴보면, E\_TMO는 교차로 시뮬레이션 환경 내에서 도로의 중앙선 우측도로의 교통정보를 표시하며, ODSs에는 현재 차량정보와 차량수, 신호등 정보, 진입한 차량정보를 갖는다. ODSs 중 IN\_ODS에는 외부에서 교차로로 이동하는 차량정보, 그리고 OUT\_ODS에는 교차로에서 외부로 이동하는 차량정보가 저장된다. Signal\_ODS에는 신호등 정보가 저장된다. SpMs에서는 차량의 이동정보를 계산하고 해당 데이터를



Monitor\_TMO로 보내 화면에 표시하도록 한다. SvMs에서는 진입하는 차량정보와 신호등 정보를 받아 E\_TMO의 ODS에 저장한다. SvMs 중 IN\_SvM은 외부에서 교차로로 이동하는 차량정보를 데이터베이스로부터 전송받고, OUT\_SvM은 교차로에서 외부로 이동하는 차량정보를 Center\_TMO로부터 전송받는다. 마찬가지로, W\_TMO, S\_TMO, N\_TMO도 동일한 수행구조를 갖는다. Center\_TMO는 교차로 중앙부분의 교통정보를 제어한다. ODSs에는 교차로 내로 진입한 차량수와 차량정보를 가지고 있다. ODSs 중 E\_ODS는 E\_TMO에서 진입한 차량정보를 받는다. 위와 같이 W\_ODS, S\_ODS, N\_ODS에는 각 TMO로부터 진입한 차량정보를 받게된다. SpMs은 차량의 이동정보를 계산하고 데이터를 각 도로 TMO로 보내 응용 시뮬레이터 GUI 창에 나타낸다. SvMs은 교차로로 진입하는 차량정보를 받아 해당 ODS에 저장한다. Monitor\_TMO는 모든 교통정보를 종합하여 GUI에 전송한다. ODSs에는 차량정보와 차량수, 신호등 정보, 사용자

부터 입력받은 신호등 제어정보를 가진다. Monitor\_E\_ODS는 E\_TMO에서 진입한 차량정보를 갖는다. 각각의 ODS에는 각 TMO로부터 진입한 차량정보를 갖는다. Signal\_ODS는 신호등 정보, 신호등 제어정보를 갖는다. SpMs은 교통 정보를 GUI로 보내 응용 시뮬레이터 화면에 표시하고, SvMs은 각 TMO로부터 차량정보를 받아 ODS에 저장한다. 그림 9는 교차로 응용 시뮬레이터를 구성하는 TMO들의 구조 및 상호동작 과정을 나타낸다.

도로에 진입하는 차량들을 모니터링 및 제어하기 위한 그림 9의 시스템 구성요소들의 동작 과정은 다음과 같다. 먼저 DB\_TMO는 교통정보 데이터베이스에서 이웃 교차로 그룹으로부터 현재 교차로 그룹으로의 차량들의 진입정보를 진입방향에 따라 도로 구현객체인 E\_TMO, W\_TMO, S\_TMO, N\_TMO로 전송한다. 그러면 각각의 도로 TMO들은 Control\_TMO의 신호제어에 따라 차량을 이동시키며, 차량정보를 Center\_TMO에 보낸다. 이후, Center\_TMO는



〈그림 9〉 TMO들의 구조 및 상호동작

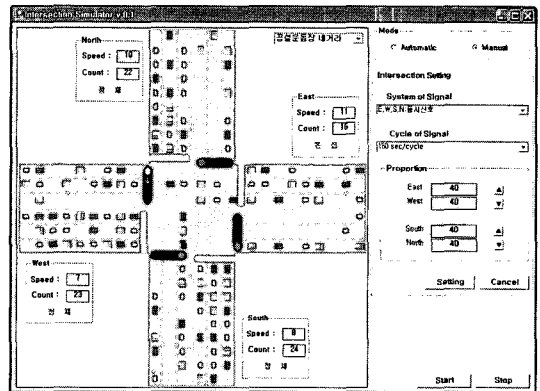
교차로를 벗어나는 차량정보를 각 도로 TMO들에게 전송한다. 이때 각 도로 TMO들에 전송되는 차량이동 정보들은 Monitor\_TMO에게 동시에 전달되며, Monitor\_TMO는 GUI에 차량의 이동 상황을 반영한다. 교차로 시스템의 관리자는 GUI를 통하여 도로 소통상황을 모니터링하고, 혼잡상황 시 GUI에서 Control\_TMO를 통하여 교차로 시뮬레이션 시스템에 적용된 교통제어모델에 따라 신호등을 제어하여 차량의 소통흐름이 원활하도록 관리한다.

## 4.2 사용자 인터페이스

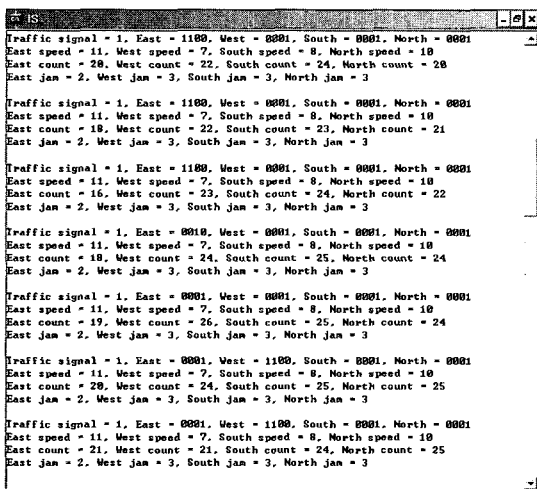
사용자 인터페이스는 TMO를 통해 처리된 도로 상의 실시간 교통정보 데이터를 개별 통신망을 통해 제공받아 구간별 차량의 증가현황, 구간별 평균속도, 구간별 신호등의 점멸 상태에 대한 정보를 사용자에게 제공한다. 그림 10은 교차로에서 구간별로 Monitor\_TMO에 전달된 교통정보를 GUI에 반영시키고 있다. 차량이 증감에 따라 구간별 평균속도, 구간별 신호등 정보가 변화하고 있다.

사용자는 본 인터페이스가 제공한 구간별 도

로상황 정보를 기반으로 도로의 소통흐름을 개선하기 위해, 신호등에 대한 제어 컴포넌트를 이용하여 구간별 신호등의 점멸을 임의적으로 제어한다. 이러한 기능들은 교차로 시뮬레이션 시스템의 사용자 인터페이스 제공자가 포함하고 있으며 다음 그림 11은 도로 교통흐름 모니터링 및 제어 응용 시뮬레이터의 GUI 구성을 보인다. 앞서 설명한 것과 같이 본 응용 시뮬레이터의 사용자 인터페이스는 교차로에서의 실시간 교통흐름을 모니터링하고 사용자의 요구에 따라 교차로 상황의 동적인 제어가 가능함을 보인다.



〈그림 11〉 교차로 응용 시뮬레이터의 사용자 인터페이스



〈그림 10〉 교차로 응용 시뮬레이터의 Monitor\_TMO에 전달된 구간별 교통정보

## 5. 결론 및 향후 연구내용

본 연구에서는 도로망에 구축되어진 각종 교통정보 기기로부터 ITS로 수집된 실시간 교통정보를 이용하여 데이터베이스를 구축하고, 교차로를 기점으로 한 도로의 구간별 실시간 차량 소통흐름을 동적으로 관리할 수 있는 지능형 교차로 시스템을 제안하고 설계하였으며, 또한 TMO 스킴 기반에서 교차로들의 그룹화를 통한 차량의 실시간 소통량에 따른 교통흐름 모니터링 및 제어가 가능한 교차로 시뮬레이션 시스템을 설계하였다.

본 논문에서 제안된 시스템은 ITS로부터 제공되는 교통정보의 데이터베이스화를 통해 클라이

언트에게 교통정보와 서비스를 컴포넌트로 제공하여 서버의 부하분산을 수행할 수 있어, 현재 많은 지방 자치단체에서 서비스되어지고 있는 중앙집중식 교통상황 모니터링 서비스의 문제점을 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 교통흐름 모니터링 및 제어 응용 시뮬레이터는 ITS로 수집된 교통정보를 모니터링하고 흐름을 단순 제어하는 수준에서 한 단계 더 나아가 교통정보를 분석하여 자동화 시스템이나 예측 시스템, 또는 보다 진보된 교통정보 서비스를 제공할 수 있다는 가능성을 시사하고 있으며 다양한 제어 모델과 방법을 적용할 경우 교통 혼잡을 완화시키고 보다 효율적으로 ITS를 운영할 수 있을 것으로 예상된다.

본 논문에서는 정부 및 지방자치단체의 ITS정보 비공개로 인하여 극히 제한된 정보만을 이용한 서비스 응용에 대해 연구를 수행하였으나, 향후에는 ITS에서 제공될 수 있는 보다 다양한 정보를 결합한 모니터링 및 교통흐름을 제어하는 지능형 시스템으로 확장 구현하고 기존 시스템들과 비교 분석을 통해 본 시스템의 우수성을 검증하고자 한다. 또한 교통흐름 모니터링 및 제어를 수행하는 응용 시뮬레이터에서는 교차로에서 발생할 수 있는 다양한 상황정보 및 신호 제어모델을 적용한 교통흐름을 분석할 수 있는 지능형 응용 시뮬레이터를 개발하고자 한다. 차후 본 연구결과는 GML 기반의 GIS와 연계하여 도로의 소통흐름을 한눈에 파악할 수 있는 실시간 교통흐름의 모니터링 및 제어 시스템으로 개발하고자 한다.

## 참고 문헌

- [1] 유극현, "정보통신부 ITS 정책현황", 한국 ITS 학회지, 제2권 제1호, pp.5-10, 2004.
- [2] 이봉규, 송지영, "텔레매틱스 기술 개요", 정보처리학회지, 제11권 제4호, pp.4-10, 2004.
- [3] 이현익, 김병집, 송준화, "텔레매틱스 미들웨어의 기술현황 및 발전 전망", 정보처리학회지, 제11권 제4호, pp.37-44, 2004.
- [4] 문영준, "텔레매틱스 산업활성화 및 종합교통정보 서비스 제공방안", 정보처리학회지, 제11권 제4호, pp.63-68, 2004.
- [5] "교통정보 연계를 위한 통신 규약(Ver 1.2)", 건설교통부, 2004.6.
- [6] Shunsuke Kamijo, Yasuyuki Matsushita, Katsushi Ikeuchi, and Masao SakauchiKim, K.H., Ishida, "Traffic Monitoring and Accident Detection at Intersections", In Proceedings of the IEEE/IEEJ/JSAI International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp.703-708, 1999.
- [7] Iera, A., Modafferi, A., Musolino, G., and Vitetta, A., "An Experimental Station for Real-Time Traffic Monitoring on a Urban Road", In Proceedings of the IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 697-701, 2002.
- [8] Gloyer, B., Aghajan, H.K., Kai-Yeung Siu, and Kailath, T., "Vehicle Detection and Tracking for Freeway Traffic Monitoring", In Proceedings of the Twenty-Eighth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Vol.2, pp.970 - 974, 1994.
- [9] 김정호, "비콘(BEACON)시스템의 현황과 전망", 한국 ITS 학회지, 제2권 제1호, pp.30-39, 2004.
- [10] 김종우, 이수열, 김창수, 배인한, "LBS를 위한 웹 연동 지리정보 서비스 모델 연구", 한국정보처리학회 학술지, 제11권 제2호, pp.611-614, 2004.
- [11] Kim, K.H., Ishida, M., and Liu, J., "An

- Efficient Middleware Architecture Supporting Time-triggered Message-triggered Objects and an NT-based Implementation", In Proceedings of the IEEE CS 2nd International Symposium on Object-oriented Real-time distributed Computing (ISORC'99), pp.54-63, 1999.
- [12] K.H(Kane). Kim, Juqiang Liu, Masaki Ishida, "Distributed Object-Oriented Real-Time Simulation of Ground Transportation Networks with the TMO Structuring Scheme", In Proceedings of the IEEE CS 23rd International Computer Software & Applications Conference(COMPSAC'99), pp.130-138, 1999.
- [13] Chang-Sun Shin, Chang-Won Jeong, and Su-Chong Joo, "TMO-Based Object Group Framework for Supporting Distributed Object Management and Real-Time Services", Lecture Notes in Computer Science, Vol.2834, pp.525-535, 2003.
- [14] Chang-Sun Shin, Su-Chong Joo, Young-Sik Jeong, "A TMO-based Object Group Model to Structuring Replicated Real-Time Objects for Distributed Real-Time Applications", Lecture Notes in Computer Science, Vol.3033, pp.918-926, 2003.
- [15] Chang-Sun Shin, Chang-Won Jeong, and Su-Chong Joo, "Construction of Distributed Object Group Framework and Its Execution Analysis Using Distributed Application Simulation", Lecture Notes in Computer Science, Vol.3207, pp.724-733, 2004.
- [16] Chang-Sun Shin, Young-Jee Chung, and Su-Chong Joo, "Distributed Object Group Framework with Dynamic Reconfigurability of Distributed Services", Lecture Notes in Computer Science, Vol.3251, pp.121-128, 2004.
- [17] 신창선, 김운미, 류은순, 주수종, "TMO 스킴 기반의 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지, 제12-D권 2호, pp.319-326, 2005.
- [18] 신창선, 장재호, 김남균, 주수종, "헬스케어 홈 서비스를 지원하는 사용자 위치추적 및 정보가전제어 시스템", 한국인터넷정보학회 학회지, 제5권 4호, pp.5-15, 2004.

● 저 자 소 개 ●



**정 창 원 (Chang-Won Jeong)**

1993년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사).  
1998년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사).  
2003년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).  
2004년~현재 전북대학교 차세대 LBS 응용 연구센터 연구교수.  
관심분야 : 분산객체 컴퓨팅, 멀티미디어 데이터베이스  
E-mail : mediblue@chonbuk.ac.kr



**신 창 선 (Chang-Sun Shin)**

1996년 우석대학교 전산학과 졸업(학사).  
1999년 한양대학교 컴퓨터교육과 졸업(석사).  
2004년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).  
2004년~2005년 원광대학교 헬스케어기술개발센터 Post-Doc.  
2005년~현재 순천대학교 정보통신공학부 교수  
관심분야 : 분산컴퓨팅, 분산알고리즘, 실시간 객체모델  
E-mail : csshin@sunchon.ac.kr



**주 수 중 (Su-Chong Joo)**

1986년 원광대학교 전자계산공학과 졸업(학사).  
1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사).  
1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).  
1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst, Post-Doc.  
2003년 미국 University of California at Irvine, Visiting Professor.  
1990년~현재 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수  
관심분야 : 분산 실시간 컴퓨팅, 분산객체모델, 시스템 최적화, 멀티미디어 데이터베이스  
E-mail : scjoo@wonkwang.ac.kr