

# 유비쿼터스 기술 기반의 지능형 교통시설물관리서비스를 위한 비즈니스 모델

유성열\*

## Business Model for Intelligent Traffic Facility Management Service Based on Ubiquitous Technology

Sungyeol Yu \*

### 요약

본 논문에서는 유비쿼터스 기술 기반의 지능형교통시설물 관리 서비스를 위한 비즈니스 모델과 이의 구현을 위한 시스템 구성방안 및 기술 요소들에 대하여 제안한다. 먼저 비즈니스 모델에서는 지능형교통시설물 관리의 서비스 기능과 구성, 그리고 비즈니스 프로세스 및 이해관계자들 간의 수요/공급 관계를 제시한다. 이와 함께, 비즈니스 모델 구현을 위한 시스템 구성방안을 제안한다. 시스템 구성을 위해 필요한 네트워크, 인프라, 플랫폼의 관점에서 기술요소들을 살펴보고, 주요 기술들에 대한 비교 분석을 통해 교통시설물관리에 적절한 기술 구성방안을 함께 제시한다. 결론적으로, 본 연구를 통해 제안된 비즈니스 모델 및 기술 구현 방안은 지능형교통시설물 관리를 위한 가이드라인을 제시한다.

### Abstract

In this paper, we propose the system structure and technologies to implement a business model for an intelligent traffic facility management system based on ubiquitous technology. The business model includes the service functions, service structure, business process, and demand and supply relationship among the participants in this model. We also propose an approach to implementing the model. This includes the network, infrastructure and platform to be used for system composition. We then present the results from an analysis by comparison of different technologies and an adequate technology structure. Finally, this paper may present guidelines to managing traffic facilities.

▶ Keyword : 유비쿼터스(ubiquitous), 지능형 시스템(intelligent system), 교통시설물(traffic facility), 비즈니스 모델(business model)

---

• 제1저자 : 유성열  
• 투고일 : 2009. 12. 02, 심사일 : 2009. 12. 05, 게재확정일 : 2009. 12. 24.  
\*부산가톨릭대학교 유통경영정보학부 부교수

## I. 서론

최근 들어 다양한 분야에서 유비쿼터스 기술을 활용한 유비쿼터스 도시에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 신도시 혹은 기존도시의 지능적인 도시 관리를 위한 유비쿼터스 건설 추진이 급증하고 있다[1-3]. 유비쿼터스 도시란 주거, 산업, 문화, 행정, 환경 등에 대한 도시 기능을 효율적이고 체계적으로 구현하기 위해, 도시 기획의 초기 단계부터 IT 기술과 정보통신 인프라를 반영함으로써, 정보화에 따른 도시 생활의 편의를 도모하고 삶의 질 향상, 체계적인 도시 관리에 의한 안전과 주민복지 향상 등 도시 기능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 도시로 정의된다[4]. 궁극적으로 유비쿼터스 도시에서는 유비쿼터스 컴퓨팅과 정보통신 기술을 기반으로 도시 전반의 영역을 융합하여, 통합되고, 지능적이며, 스스로 혁신되는 도시 건설을 그 목표로 하고 있다. 유비쿼터스 도시의 서비스 분야는 교통, 방재, 의료, 주거, 환경, 교육, 도시 시설물 등 도시 전반에 걸쳐서 다양하게 적용된다. 이러한 서비스가 성공을 거두기 위해서는 도시의 시민들을 포함한 서비스 수요자가 필요로 하는 기능과 프로세스가 무엇인지에 대한 비즈니스 모델의 정확한 정의가 필요하며, 또한 이의 구현을 위해 필요한 기술들을 명확히 정의하고 적용하는 것 역시 중요하다[3]. 최근에는 유비쿼터스 도시의 비즈니스 모델 구현을 위한 기술적인 요소들 중 센서 네트워크 기술이 많이 적용되고 활용되고 있다[5,6]. 특히, 도시 시설물관리 분야에서 센서 기반의 시설물관리를 위한 정보서비스 모델들이 개발되고 구현되어 오고 있다[4,7-9]. 하지만 시설물 관리에 대한 기존 연구들은 지하매설물에 대한 RFID 기술적용방안[7], 공동구 시설물 관리를 위한 기술 스펙 제안[8], 도시기반 시설물 기술 동향[9] 등, 주로 특정 시설물에 대한 기술적 관점에서의 관리 방안이 주를 이루고 있다. 이에 본 연구에서는 도시시설물 중 교통시설물을 중심으로 교통시설물관리 서비스를 위한 비즈니스 모델과 이의 구현을 위한 기술 요소들을 제안함을 목적으로 한다. 본 연구에서는 도시 내의 교통시설물관리를 위한 통합운영센터의 개념을 도입하여 관리함을 전제로, 통합운영센터의 관리를 통한 교통시설물 통합관리 서비스 비즈니스 모델과 이의 구현을 위한 기술요인들을 다양한 관점에서 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 II장에서는, 터널, 교량 등 교통시설물 관리에 유비쿼터스 기술이 어떻게 구현되었는지에 대한 구현 사례를 살펴본다. III장에서는 교통시설물 관리를 위한 서비스 기능과 프로세스, 그리고 참여

자의 역할 관계를 나타내는 비즈니스 모델에 대하여 제시한다. 그리고 이의 구현을 위한 시스템 구성 방안과 필요 기술들의 비교 분석 결과를 IV장에서 제시한다. V장에서는 제안 모델의 특징 및 기존 연구와의 차별성에 대해 제시하며, 마지막으로 VI장에서는 본 연구에서 제안한 모델이 유비쿼터스 도시 구현에 어떻게 기여할 수 있는지와 함께 향후 연구 방향에 대해 제시한다.

## II. 국내외 동향

교통시설물들은 일반도로 뿐 만 아니라 터널, 교량, 지하차도 등 특수한 형태의 도로에도 존재한다. 특히, 교량, 터널, 지하차도 등의 특수 도로는 그 자체가 중요한 하나의 교통 시설물로서, 이러한 시설물에 문제가 발생할 경우에는 일반 도로의 시설물 장애에 비해 시민들의 안전에 훨씬 더 큰 영향을 끼치게 된다. 따라서 이러한 특수 교통도로는 시설물 자체의 관리가 시민의 안전에 직결됨으로, 안전관리의 관점에서 시설물 관리를 접근하고 있다. 이 장에서는 교통시설물 관리 서비스와 관련된 최근의 국내외 사례를 살펴본다.

터널시설물에 대한 관리 서비스를 제공한 예로는 부산시에서 유비쿼터스 도시 구축 사업의 일환으로 추진 중인 만덕터널의 예를 들 수 있다. 터널의 경우, 일반 도로에서의 시설물에 대한 관리는 물론이고 추가적으로 화재감지, CO 농도에 대한 감시, 균열, 낙석 등의 다양한 위험요소에 대한 관리가 요구된다. 이에 안전관리 모니터링, 상황알람 및 제어시스템 구축, 연기와 안개, 조도, CO 농도, 균열, 터널 내부 단면변화, 노면상태, 낙석, 지진 등 터널 안전관리를 위한 기초데이터 수집 센서 설치 및 통합관제시스템을 구축하여 실시간으로 터널의 상태 정보를 모니터링하고 터널 상황에 대한 실시간 안내서비스를 제공하는 시스템 구축이 필요하다. 그림 1은 이러한 관점에서 구현된 만덕터널의 시설물 관리체계를 나타낸 개념도이다[10].

교량 역시 터널과 마찬가지로 그 자체로 하나의 중요한 교통 시설물이다. 교량의 경우에는 풍속이나 교량의 흔들림으로 인해 차량들의 통행에 직접적인 안전상의 문제를 야기할 수 있다. 따라서 교량에 대한 관리는 일반 교통 시설물과 차별화되는 풍속, 진동 등의 관점에서의 관리가 요구된다. 부산 구포대교의 경우, 이러한 개념을 적용하여 교량관리가 이루어지고 있다. 그림 2는 구포대교의 교량안전관리 서비스 개념도이다[11,12].



국의 사례로 타이베이에서 추진 중인 "Taipei Cyber City & M-Taipei Project"를 들 수 있는데, 이 프로젝트는 도시 전체의 무선 네트워크 인프라 구축 및 서비스 제공을 목표로 하고 있다[14]. 이 프로젝트에서 제공되는 서비스는 교통정보와 문화 관광 정보 등에 한정된 서비스 제공을 목표로 하고 있는 정도이다. 다만 인프라 구축을 위해 교통시설물에 무선 장비(AP)를 설치할 수 있도록 정부에서 규제를 완화하고 있다.

이상의 기존 국내외 사례들을 살펴보면, 대부분 터널이나 교량 등 단위 시설물에 대한 안전관리 중심의 시설물 관리가 주를 이루고 있거나, 해외의 경우에는 아직까지 관련 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구는 기존의 사례를 제시함이 목적이 아니라, 도시 내의 모든 유형의 교통 시설물에 대한 통합관리를 위한 비즈니스 모델을 제시함을 목적으로 한다. 제시되는 비즈니스 모델에서는 시설물 관리 서비스가 어떻게 제공되는지에 대한 프로세스와 제공되는 서비스 기능을 제시하고, 비즈니스 모델에 참여하는 공공기관 및 시민, 서비스 제공자들의 관계에 대해서도 함께 제시함으로써 향후 교통시설물관리 서비스의 방향성에 대해서도 함께 제시한다. 그리고 비즈니스 모델 구현을 위해 필요한 기술 요소들을 다양한 관점에서 비교, 분석하여 유용한 기술 적용 방안에 대해서도 함께 제시하고자 한다.

### III. 비즈니스 모델

#### 3.1 교통시설물관리 서비스

본 연구에서는 교통시설물관리서비스를 일반도로, 터널, 교량, 지하차도 등에 설치된 가로등, 신호등, LED 교통안내표지판 등의 각종 교통시설물 관리를 자동화하고, 이들 시설물에 대한 신속한 장애대응을 통해 시설물 관리 기관의 업무 편의성 제고와 함께 시민들의 안전을 제고하기 위한 서비스로 정의한다. 이 서비스의 주요 기능은 시설물원격모니터링, 장애상황자동통보, 원격제어, 현장관리지원, 대민정보제공의 다섯 가지 애플리케이션 영역으로 이루어진다. 또한 이 서비스의 실행을 위해서는 각 교통시설물별로 수집된 정보를 취합하는 기술, 취합된 정보를 전송하는 기술, 그리고 이 정보를 활용할 수 있는 기술적인 부분들의 구현이 필요하다.

##### 3.1.1 서비스 기능

본 연구에서는 지능형 교통시설물관리를 위해 제공되는 서비스를 크게 서시설물원격모니터링, 장애상황자동통보, 원격제어, 현장관리지원, 대민정보제공의 다섯 가지로 제안 한다. 시설물원격모니터링의 주요 기능은 시설물에 대한 정보 수집,

수집된 정보의 전송, 시설물 상태 확인 등이다. 장애상황자동통보는 시설물이 정상적인 상태에서 벗어났는지를 파악하는 장애유무판단과 장애상황을 작업자에게 전달해주는 상황통보 기능이 다. 또한 관리자가 교통시설물을 원격에서 관리하는 시설물 원격제어 기능이 있으며, 현장작업자의 지원을 위한 시설물 위치정보 제공 및 현장 정보수집 기능을 제안한다. 마지막으로 장애나 사고발생시 시민들에게 신속하게 정보를 제공해주는 시설물 정보제공 기능을 포함시켰다. 이상의 지능형 교통시설물관리 서비스의 주요 기능에 대한 정의가 표 1에 정리되어 있다.

##### 3.1.2 서비스 개념도

다섯 가지 유형의 서비스들은 통합운영센터를 통해서 제공된다. 통합운영센터에서 이러한 기능들을 제공하기 위해서는 교통시설물에 대한 위치 및 상태, 환경 정보를 실시간으로 수집할 수 있어야 하는데 이는 교통안내표지판, 신호등, 일반도로 및 교량과 터널, 지하차도 등에 설치된 센서와 RFID 태그를 통해서 수집한다. 수집된 정보는 현장 관리자의 휴대용 단말기 혹은 지그비 기반의 센서망을 통해 통합운영센터의 서버로 전송된다. 필요시 현장 작업자는 시설물 상태에 대한 정보 및 GIS 위치정보를 휴대 단말기를 통해 받는다. 무선 네트워크와 센서 네트워크 이외에도 분전함이나 가로등의 전력선을 이용한 유선통신망을 사용할 수 있다(시설물에 대한 정보제공 및 모니터링에 사용되는 유/무선 네트워크 혹은 센서네트워크에는 앞서 기술한 전력선 통신망이나 지그비 망 이외에도 블루투스 통신 방식이나 광대역 통신망 등 다양한 방식이 가능하다. 이러한 기술들의 비교에 관한 자세한 내용은 다음 IV장에서 다룬다). 교통시설물들은 그 유형에 따라 경찰청, 지자체, 도로 공사 등 그 관리 주체들이 다양하다. 따라서 정보제공을 위해서는 이러한 유관 기관과의 정보 공유가 필요한데, 특히 각 기관별로 보유중인 교통시설물에 대한 지리 정보의 공유가 요구된다. 그림 4는 이상의 서비스 구성을 개념적으로 표현한 것이다.

표 1. 교통시설물관리 서비스 기능  
Table 1. Functions of Traffic Facility Management Service

구분	주요 기능	기능정의
시설물 원격 모니터링	정보 수집	시설물에 부착된 센서로부터 실시간으로 시설물 상태에 대한 정보 수집
	정보 전송	시설물에 대한 상태 정보를 운영센터로 전송
	상태 확인	수집된 상태정보와 기 입력된 정상 상태 정보를 비교하여 이상 상황 발생에 대한 실시간 모니터링
장애 상황 자동 통보	장애 유무 판단	시설물의 상태/환경이 정상상황을 벗어난 경우를 즉각 파악
	상황 통보	파악된 장애 상황을 현장 작업자의 휴대 단말기로 자동으로 통보해주는 기능
원격 제어	시설물 원격 제어	관리자 혹은 경찰 등 관련기관 출동 전에 교통시설물에 대해서 원격으로 조절하는 기능
현장 관리 지원	시설물 위치 정보 제공	현장 작업자가 평상시의 유지보수 작업이나 교통시설물의 긴급 상황 발생 시 현장 시설물의 위치정보를 모바일 RFID 리더기능이 있는 휴대단말기로 제공되는 GIS map을 통해 위치정보를 쉽게 파악할 수 있도록 해 주는 기능
	현장 정보 수집	시설물 유지보수 및 긴급처리 상황 발생 시 현장에서 작업자가 모바일 단말기를 통해 시설물에 대한 정보를 입력하면 HSDPA(혹은 CDMA)망을 통해 서버로 시설물 정보를 전송하는 기능
대민정보 제공	시설물 정보 제공	교통시설물에 대한 장애발생이나 사고발생시 시민들에게 웹사이트 등을 통해 관련정보를 제공해주는 기능

### 3.2 비즈니스 프로세스

교통시설물관리 서비스를 위한 비즈니스 프로세스는 크게 시설물 모니터링, 장애통보 및 원격지원, 그리고 시설물 정보 제공으로 구성된다.

시설물 모니터링은 신호등, 가로등, 분전함 등 각종 교통 시설물에 설치된 센서로부터 시설물에 대한 정보를 수집하고 이를 운영센터의 통합관리서버에 전송하여 시설물의 상태 변화를 실시간으로 파악할 수 있도록 해준다. 이때, 작업자에 대한 현장 위치 정보 제공을 위해 연계기관들로부터 GIS 정보를 받아 함께 관리한다. 장애 혹은 시설물에 대한 제어 값의 변화가 요구되는 상황이 발생할 경우에는, 실시간 원격으로 시설물을 제어하거나 현장관리자에게 장애 상황을 통보하고 즉각 출동하여 조치할 수 있도록 한다. 이 때 현장관리자에게는 휴대단말기를 통해 장애처리나 현장 관리가 필요한 시설물에 대한 위치정보를 제공한다. 또한 필요시에는 관련기관 및 시민들에게 교통시설물 및 도로 상황에 관한 정보를 제공한다. 이상의 교통시설물관리 서비스를 위한 비즈니스 프로세스가 그림 5에 나타나 있다.

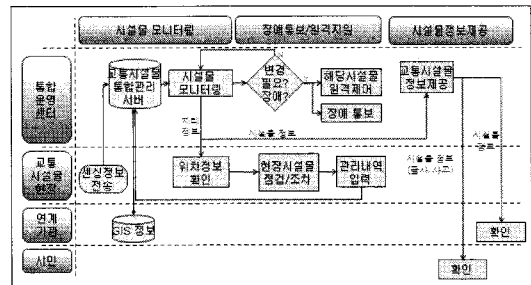


그림 5. 교통시설물관리 비즈니스 프로세스  
Fig. 5. Business Process of Traffic Facility Management

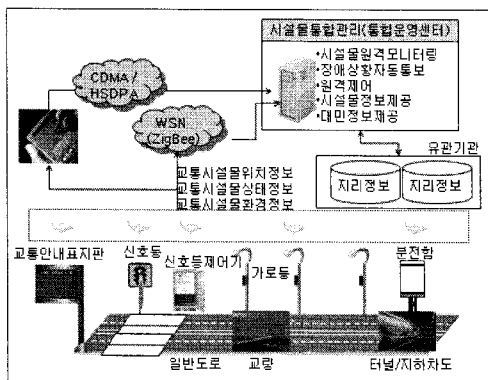


그림 4. 지능형 교통시설물관리 서비스 개념도  
Fig. 4. A Conceptual Diagram of Intelligent Traffic Facility Management Service

### 3.3 이해관계자 및 수요/공급 관계

그림 5에 나타난 바와 같이, 교통시설물관리 비즈니스 프로세스에는 통합운영센터, 시설물 현장관리자, 관련 연계기관, 시민들이 포함된다. 프로세스에는 나타나 있지 않지만, 시스템 구축을 위한 IT 서비스 제공자, 센서로부터 통합운영서버로 정보 전송을 위한 망을 제공해주는 통신 사업자들도 이해 관계자로 서비스에 참여한다.

교통시설물관리서비스가 구현되면, 관련 참여자들 사이에 다양한 수요/공급 흐름이 발생한다. 예를 들어, 통합운영센터는 시설물의 원격제어를 위해서 유무선 망을 사용하여야 하며, 통신사업자가 운영센터에 통신망을 공급해 주게 된다. 뿐만 아니라 다양한 형태의 수요/공급 망이 구성되고 이에 대

한 비용의 흐름이 발생할 수 있는데, 그림 6은 이러한 참여자들의 수요/공급 관계를 도식적으로 나타낸 것이다. 그리고 표 2는 이러한 수요/공급 하에서 이해관계자들 간에 발생할 수 있는 수익모델을 정리한 것이다.

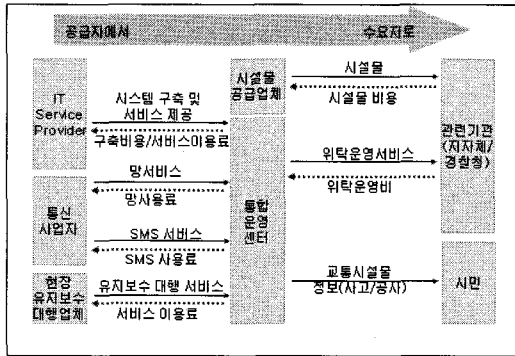


그림 6. 서비스 수요/공급 관계  
Fig. 6. Service Demand/Supply Relationship

표 2. 이해관계자들 간의 수익 원천  
Table 2. Revenue Sources of Participants

이해관계자	제공 서비스	대상	수익원천
IT Service Provider	시스템 구축	통합 운영 센터	시스템 구축 비용
	시스템 유지보수		유지보수 비용
통신사업자	유/무선망 제공	통합 운영 센터	망 사용료
	SMS 서비스		SMS 사용료
현장유지보수 대행업체	현장 시설물에 대한 유지보수	통합 운영 센터	유지보수 비용
교통시설물 공급업체	시설물 공급	관련 기관	시설비용
			위탁운영비

#### IV. 모델 구현을 위한 기술 요소

이 장에서는 III장에서 기술한 교통시설물관리 비즈니스 모델의 구현을 위해 필요한 기술적인 부분에 대하여 살펴본다. 먼저 통합운영센터의 구성, 각 교통시설물에 설치되는 센서의 구성, 현장 시설물과 통합운영센터, 유관기관, 시민간의 유무선 망 구성 등에 관한 전체적인 물리적 시스템 구성을 살펴보고, 네트워크, 인프라, 플랫폼 및 전송장치 각각에 대한 적용기술들을 제시한다.

#### 4.1 물리적 시스템 구성

전체시스템은 통합운영센터에 설치되는 서버, 교통시설물에서 시설물의 정보수집에 필요한 센서류 등의 요소들, 그리고 이들 간의 정보교환을 위한 통신망 기술과 현장 작업자와 시설물간의 정보교환 장치 등으로 이루어진다. 먼저, 통합운영센터의 경우에는 관리자가 주요시설물을 직접 보면서 관리할 수 있는 시설인 관제모니터, 각종 시설물 정보를 관련기관 및 시민들에게 알려주는 역할을 하는 웹서버, 시설물 위치정보를 관리하는 GIS서버가 있다. 그리고 시설물 제어 및 관리 서버, 교량이나 터널 등 특수 도로 시설의 정보를 관리할 수 있는 교량관리서버나 터널관리서버도 통합운영센터의 시스템을 구성하는 요소들이다.

교통시설물에는 시설물에 대한 정보 수집 및 제어를 위한 각종 센서들이 설치된다. 교량의 경우, 온/습도, 풍향풍속, 노면상태, 변형 등의 정보 수집을 위한 센서가 설치되며, 터널의 경우, 온/습도, 조도, 화재, 균열, 지진, 낙석, CO농도 측정을 위한 센서류가 필요하다. 이 밖에 가로등, 제어기, 신호등, 분전함, LED 전광판에도 모니터링, 제어, 관리를 위한 장치들이 설치된다.

교통시설물의 센서와 통합운영센터간의 정보소통을 위한 기술은 통신기술이다. 여기에는 유선망은 물론 무선망 기술인 지그비 통신망, 휴대전화망 등 다양한 형태의 유무선 통신기술이 사용된다.

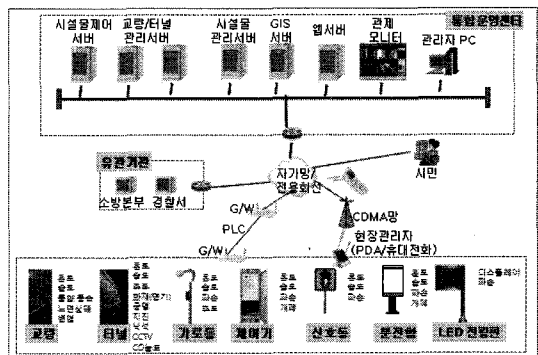


그림 7. 교통시설물관리시스템 물리적 구성도  
Fig. 7. A Physical Diagram of Traffic Facility Management System

그림 7은 교통시설물관리 비즈니스 모델 구현을 위한 물리적 시스템 구성 방안이다. 이 그림에서 전체시스템은 통합운영센터를 구성하는 요소들, 시설물에 부착된 센서들, 그리고 유관 기관과 시민으로 구성되며, 이들간의 네트워크로 이루어진다. 시설물과 통합운영센터는 자기망이나 전용회선을 통해

정보교환이 이루어지며, 현장 관리자의 경우에는 PDA나 휴대전화 단말기를 통해 CDMA망을 통해 접속한다. 현장 시설물에 설치된 센서들의 정보는 게이트웨이를 통해서 PLC 망을 거쳐 통합운영센터와 통신하게 된다.

### 4.2 기술 요소 분석

지능형 교통시설물관리시스템을 구성하는 기술적 요소는 크게 애플리케이션, 플랫폼 기술, 각종센서와 서버 등의 인프라 및 전송 장치, 그리고 네트워크 기술로 구성된다. 애플리케이션은 서비스의 실행을 위한 기술요소들이다. 플랫폼은 유비쿼터스 기술 요소들과 솔루션 및 각종 미들웨어로 구성된다. 인프라 및 전송 장치는 다양한 유형의 센서와 서버에 해당하는 기술들이다. 네트워크는 센서와 서버, 장치들 간의 통신 지원을 위한 기술요소이다. 그림 8은 기술요소들의 프레임워크를 나타낸 것이다. 아래에서는 각각의 기술요소별 특징과 내용들에 대하여 살펴본다.

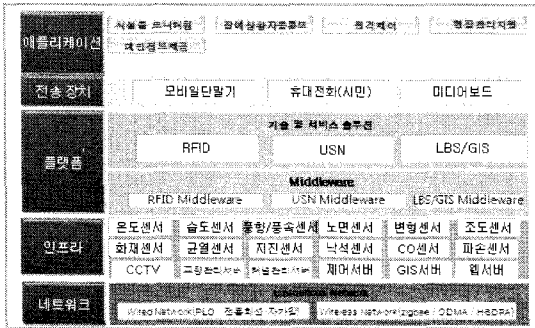


그림 8. 교통시설물관리 서비스 프레임워크  
Fig. 8. Service Framework of Traffic Facility Management

#### 4.2.1 애플리케이션

교통시설물관리 서비스의 애플리케이션은 시설물원격모니터링, 장애상황자동통보, 원격제어, 현장관리지원, 대민정보제공서비스를 지원하기 위한 애플리케이션으로 구성하고자 한다. 시설물원격모니터링 애플리케이션은 센서가 부착된 교통시설물로부터 관리에 필요한 정보를 지그비망 또는 모바일 단말기를 이용하여 수집/저장된 정보를 지속적으로 모니터링하여 이상 유무나 장애 상황발생을 신속히 파악할 수 있도록 해 주는 서비스를 제공한다. 장애상황자동통보 애플리케이션은 수집된 교통시설물 정보를 일정한 주기에 의하여 상태를 모니터링하며, 이상 상황이나 점검이 필요한 경우, 현장 담당자에게 SMS를 이용하여 통지하거나 운영센터에 자동으로 알

려주는 기능을 제공한다. 원격제어 애플리케이션은 교통시설물별로 주어진 조건에 따라 원격 제어하는 서비스를 제공한다. 또한, 현장 작업자가 가로등, 제이기, 분전함 등 교통시설물에 부착된 RFID 태그로부터 위치 정보를 수집하고, 조회하여 신속하게 현장 관리를 할 수 있도록 해주는 서비스를 제공하는 현장지원 애플리케이션이 있으며, 마지막으로 교통시설물에 대한 장애발생이나 사고발생시 시민들에게 웹사이트 등을 통해 관련정보를 제공해주는 정보제공 애플리케이션이 있다.

이러한 애플리케이션 기능의 원활한 수행을 위해 필요한 기술 요소들을 네트워크, 센서류 등 각종 장치들을 포함한 인프라 요소, 그리고 서비스 플랫폼으로 구분하여 제시하고자 한다.

#### 4.2.2 네트워크

애플리케이션 기능의 원활한 수행을 위한 가장 기반이 되는 것은 네트워크 기술이다. 네트워크 기술은 교통시설물의 상태 정보의 제공 및 제어를 위한 각종 교통시설물과 통합운영서버간의 실시간 정보교환에 필수적이다. 지능형 교통시설물관리 시스템에서의 정보 교환을 위해서는 PLC로 구성된 유선망과 zigbee, CDMA 망으로 구성된 센서망과 무선망 네트워크 요소들의 기술이 요구된다.

아래에서는 유무선 및 센서 네트워크 기술 각각에 대해 사용가능한 대안들을 살펴보고, 이 중 어떠한 기술이 지능형 교통시설물관리 서비스에 적합한 네트워크 기술인지를 제시한다(16-18).

##### 4.2.2.1 유선 네트워크

센서노드와 통합운영센터간의 통신은 유선망을 통해서 가능하다. 적용 가능한 유선네트워크는 광케이블이나 동축케이블을 이용하는 HFC 방식을 우선 고려할 수 있다. HFC 방식의 업/다운 속도는 각각 45M(DOWN)/10M(UP)이며, 경제성은 다른 방식에 비해서 중간 정도이다. 일반 전화망을 이용하는 xDLC 방식을 고려할 수 있는데, 이 방식은 다른 방식에 비해 상대적으로 속도가 느린 단점이 있다. 다른 대안으로 전기선을 이용한 PLC방식을 고려할 수 있는데, 이는 가로등이나 분전함 같이 기존 교통시설물들이 전기 공급을 받아 작동하고 있으므로 추가적 유선네트워크 구축 없이 가능한 방식이다. PLC 방식이 다른 방식에 비해 속도가 쳐지지 않을 뿐 아니라 상대적으로 경제적인 방식으로 PLC 방식을 적절한 유선네트워크 기술로 고려할 수 있다. 표 3은 세 가지 유선네트워크 방식을 비교하여 정리한 것이다.

표 3. 유선네트워크 비교  
Table 3. Comparison of Wired Network

구분	HFC	xDSL	PLC
사용 매체	광+동축	전화선	전기선
채널 구성	1:N	1:1	1:N
사용 속도	45M(DOWN) /10M(UP)	4~6Mbps	14~200
기술 차이	- 채널응답 특성 양호 - 잡음레벨 낮음	- 잡음레벨 낮음	- 분기가 많아 신호감쇄가 큼 - 정형화된 채널 특성 없음 - 잡음레벨이 큼
경제성	보통	낮음	높음

4.2.2.2 무선 네트워크

현장의 작업자는 휴대단말기를 통해서 현장 시설물에 대한 관리 내역 정보를 입력하여 센터로 전송하거나, GIS 정보를 활용하여 시설물에 대한 위치정보를 확인하게 된다. 이 때 적용 가능한 통신 방식으로 Wibro, WCDMA, HSDPA를 고려할 수 있는데, 상대적으로 현재 사용지역이 한정되어 있는 Wibro보다는 WCDMA 혹은 HSDPA 방식을 우선 고려하는 것이 적절하다. 표 4.5,6은 이 들 세 가지 방식의 특성을 정리한 것이다.

4.2.2.3 센서 네트워크

고려 가능한 센서네트워크 기술로는 지그비 방식과 블루투스 방식이 있다. 먼저 사용하는 주파수 대역과 전송속도를 살펴보면, 지그비 기술은 2.4GHz 대의 주파수 대역(지역별로 915MHz(미국) 혹은 868MHz(유럽)도 사용)을 사용하며 전송속도는 250Kbps(915MHz대는 40Kbps, 868MHz대의 경우에는 20Kbps)인 반면, 블루투스 방식의 경우에는 2.4GHz의 주파수 대역, 전송속도는 1Mbps(환경에 따라 723Kbps~3Mbps까지 가능)로 블루투스 방식이 빠른 것으로 알려져 있다[18,19]. 전송거리는 보통 지그비 방식이 10~20m, 블루투스의 경우에는 최대 100m까지 가능하나, 지그비 방식도 2.4GHz 주파수 대역에서는 실내의 경우 30m, 장애물이 없는 외부의 경우에는 최대 100m까지 가능하다. 따라서 두 기술 간의 차이는 크게 존재하지 않는다고 할 수 있다.

표 4. Wibro 방식의 무선네트워크  
Table 4. Wibro Wireless Network

구분	내용
특징	- 이동성을 지원하는 무선초고속 인터넷서비스 - VoIP 가능 - IP 기반으로 HSDPA의 전송용량의 두 배 이상, 장비 가격 우위
전송속도	- 고속화에 따른 원거리적으로 데이터 서비스 특화 30Mbps(06년), 100Mbps(10년)
이동성	중속(60Km/h)
주파수	2.3 GHz
셀 반경	약 1Km
품질 /서비스	- 제한적인QoS 지원으로 고속/대용량 서비스 중심으로 제공 - XoD, 네트워크게임, 파일전송,MMS, IM 등 VoD 제공시 효율성저하로 저렴한 서비스 어려움 - 음성 10채널 시 26%, 20채널 시 52%의 시스템 용량 감소
서비스 Coverage	전국 84개 시 도심
사업자	KT, SKT, SK 브로드밴드
채널	제한 없음
이용료	정액제
수신 단말기	노트북, PDA, 이동전화

표 5. WCDMA 방식의 무선네트워크  
Table 5. WCDMA Wireless Network

구분	내용
특징	- 하나의 망/표준을 통한 음성 및 데이터 서비스
전송속도	- 속도증가는 Wibro 대비 제한적임 2Mbps(03년), 10Mbps(08년)
이동성	매우우수(250Km/h)
주파수	1.9~2.2GHz
셀 반경	약 1~3Km
품질 /서비스	- High Level QoS에 기반을 둔 음성/ 영상전화 및 고품질 데이터 서비스 중심으로 제공 - 음성/영상전화, SMS, 벨소리, USIM 카드 기반의 금융 서비스 제공
서비스 Coverage	전국
사업자	SKT, KT
채널	제한없음
이용료	종량제
수신 단말기	이동전화, 일부 PDA



표 6. HSDPA 방식의 무선네트워크  
Table 6. HSDPA Wireless Network

구분	내용
특징	- WCDMA + 하향시 고속의 데이터 전송 - 투자의 경제성 - 기존 3세대 장비의 업그레이드만으로 서비스 가능 - TPS(Triple Play Service) 실현 - 음성통화, 무선인터넷, 모바일 방송
전송속도	- 속도증가는 Wbro 대비 제한적임 10Mbps(06년)
이동성	우수(150Km/h)
주파수	1.9~2.2GHz
셀 반경	약 1~3Km
품질 /서비스	- High Level QoS에 기반을 둔 음성/ 영상전화 및 고품질 데이터 서비스 중심으로 제공 - 음성/영상전화, SMS, 벨소리, USIM 카드 기반의 금융 서비스 제공
서비스 Coverage	전국
사업자	SKT, KT
채널	제한 없음
이용료	종량제
수신 단말기	이동전화, 일부 PDA

채널 대역은 블루투스 방식이 1M인 반면, 지그비 방식은 600K~5M의 범위를 갖는다. 교통시설물 센서에서의 통신에 필요한 연결기수(노드)는 지그비 방식이 254 노드까지 가능한 반면, 블루투스 방식은 8개 노드까지 가능하다. 두 기술의 특징을 비교해 본 결과, 확장성이 용이하고, 여러 개(최대 254개) 기기를 연결할 수 있으며, 저비용으로 구축이 가능한 지그비 방식을 우선적으로 고려하는 것이 적절하다. 다음 표 7은 두 가지 방식, 지그비(1.0)과 블루투스(2.1) 방식의 센서네트워크 기술을 비교하여 정리한 것이다.

#### 4.2.3 인프라

인프라는 각종 센서류와 시설물관리서버들로 이루어진다. 여기에는 온습도 센서, 풍향/풍속 센서, 노면센서, 화재센서 등의 각종 센서와 CCTV, GIS서버, 제어서버, 웹서버 등 통합운영센터에 설치되어 있는 각종 서버가 포함된다[16]. 주요 센서류의 기능을 살펴보면, 화재감지센서는 터널 내에 연기 발생 시 자동으로 감지하여 신호를 전송해주는 역할을 한다. 온/습도 센서는 온도/습도 변화를 일정 간격으로 전송해주는 설비이며, 파손센서는 가로등, 제어지, 분전함, 신호등, 디스플레이스 파손 발생시 신호 전송하는 장치이다. 또한

CCTV는 교량, 터널 시설물의 상황 정보를 영상으로 촬영하여 전송해주는 역할을 담당하게 된다. 이상의 인프라에 대한 내용을 요약하면 표 8과 같다.

표 7. 센서 네트워크 기술 비교  
Table 7. Comparison of Sensor Network

구분	Zigbee(1.0)	Bluetooth (2.1)
데이터 전송 속도	20kbps~250Kbps	723Kbps~3Mbps
주파수 대역	2.4GHz, 868/915MHz	2.4GHz
전송 거리	10~30 내외 (최대 100m)	10m~100m
노드 수	254	8
채널 대역	600K~5M	1M
전송 전력	0 dBm	0~20 dBm
장점	- 설치 자유도가 높음 - 확장이 용이 - 독립적인 네트워크 구축이 가능 - 저전력/ 저비용 - 반경30m내에서 250Kbps의속도로 데이터 전송 - 하나의 무선네트워크에 255대의 기기연결	- 음성 및 데이터의 송수신 가능 - 주파수간섭에 강함 - 최소의 전력소모 - 통신상의 안정성 높음 - 양방향 통신 시스템
단점	- 방식에 따라 지효율 적인 전력관리 - 낮은 전송속도로 인해 좁은 범위의 활용성	- 보안성 문제 - 타 무선 네트워크와 상호 간섭문제 - 상호 호환성 인증문제

표 8. 교통시설물관리서비스 기술요소: 인프라  
Table 8. Infrastructure of Traffic Facilities Management System

구분	내용
센서류	RFID 태그에 외부 환경정보(온도, 습도, 풍향/풍속, 노면, 변형, 조도, 화재, 균열, 지진, 낙석, 파손 등)획득을 위한 센서와 전원공급용 배터리를 부가한 장비
CCTV	교량, 터널, 일반도로에서의 시설물에 대한 원격 모니터링을 위한 장비
시설물 관리 서버	교통시설물에 설치된 센서들에서 수집된 정보를 저장/관리하여 위치정보 제공, 시설물제어, 시설물정보제공, 유지보수 이력관리 등의 기능을 수행하는 H/W 및 S/W 시스템

4.2.4 플랫폼

각종 센서와 서버들 간의 통신을 위한 기술적 요소들로는 RFID, USN, LBS/GIS가 요구되며, 이들 정보를 교통시설물관리서버들과 연계하기 위한 RFID 미들웨어, USN 미들웨어, 그리고 LBS/GIS 미들웨어로 이루어진 서비스 플랫폼으로 구성된다[13]. 서비스 플랫폼을 구성하고 있는 기술요소들과 미들웨어에 대한 설명이 표 9에 요약되어 있다. 이 중, RFID는 태그와 리더로 구성되는데, RFID 태그는 가로등, 신호등 등 교통시설물에 부착되어 시설물 위치 및 시설물 이력정보를 제공해주는 역할을 수행한다. 그리고 RFID 리더는 RFID 태그와 통신하여 이력정보 및 위치정보를 이동하면서 확인할 수 있게 해주는 장치이다. 이 밖의 장비로는 현장관리를 위한 모바일 단말기가 있다. 모바일 단말기는 교통시설물에 부착된 RFID 태그로부터 위치정보 및 시설 정보들을 취득하기 위한 휴대용 단말기이다.

표 9. 교통시설물관리서비스 기술요소: 플랫폼  
Table 9. Platform of Traffic Facilities Management System

구분	내용
RFID	RFID 태그 및 리더를 활용하여 도로 및 차량 정보를 무선 주파수로 송, 수신 및 처리하는 비접촉식 시스템
USN	유비쿼터스 기반으로 구성된 센서네트워크를 통해서 정보를 주고받을 수 있는 서비스 기술
LBS/GIS	위치정보를 활용하여 교통시설물에 대한 위치 정보를 제공받을 수 있는 기술
RFID Middleware	RFID 태그를 통해 수집된 정보를 송, 수신하기 위한 미들웨어
USN Middleware	센서를 통해 수집된 정보를 제공하기 위한 미들웨어
LBS/GIS Middleware	위치기반 실시간 정보 제공을 위한 미들웨어

4.3 기술 선정 기준

센서류, RFID 태그, 모바일 단말기와 같은 장치들은 이미 다양한 유형의 제품들이 시중에 나와 있다. 여러 제품들 중에서 특정 제품을 선택할 경우, 각 항목별 제품 선정에 위한 기준이 마련되어 있어야 함으로 RFID 태그와 센서, 그리고 모바일 단말기의 선정 기준에 대해 제시한다[8,13].

먼저, RFID 태그의 경우에는 태그로 제시 가능한 정보와 인식률을 기준으로 선정되어야 한다. 교통시설물별 정의된 필요정보를 제공할 수 있는지의 여부와 요구되는 인식률을 사전에 설정하여 일정 수준 이상의 성능을 나타내는 제품을 선정

한다. 태그는 GIS와 연계된 시설물의 위치정보를 포함하고 있어야 하며, 시설물의 이력관리 정보를 제공하여야 한다. 또한 태그 인식률을 95% 이상을 제공할 수 있어야 착오 없이 작업이 진행될 수 있다.

센서류의 경우에는 감지하고자 하는 항목의 특성에 따라 평가 방법 및 기준이 달라진다. 온도 센서의 경우 보통 영하 30도에서 60도의 범위를 감지할 수 있어야 하며, 오차는 거의 없어야 한다. 습도의 경우에는 95% 습도 범위까지 측정 가능한 제품을 선택한다. 풍향 및 풍속은 1분 단위로 측정하여 전송 가능해야 한다. 또한 노면센서의 경우에는 노면 상태의 변화를 즉각 감지할 수 있는 센서를 선정하여야 하며, 조도 센서의 경우에는 터널이나 지하차도에서 조도 변화를 즉각 감지할 수 있는 성능을 제공해야 한다. 화재, 균열, 지진 센서의 경우에는 발생 시 즉각 디지털 신호로 결과를 전송할 수 있는 기능을 제공한다. 특히 낙석센서와 화재센서의 경우에는 IP 카메라와 함께 사용할 경우 사고 발생 시 그 규모를 바로 확인하여 적절한 대응을 취할 수 있다. 모바일 단말기의 경우에는 RFID 리더 기능이 있어야 하며, CDMA 혹은 HSDPA 통신을 지원할 수 있어야 하며, 단말기를 통해 GIS 정보를 확인할 수 있는 일정 수준 이상의 해상도와 터치스크린 지원 등의 기능이 있어야 한다. 이상의 RFID 태그와 센서, 그리고 모바일 단말기의 평가 방법 및 선정 기준이 표 10에 정리되어 있다.

V. 제안모델 분석

본 연구에서는 지능형 교통시설물관리 서비스를 위한 비즈니스 모델을 제시하였으며, 제안 모델의 구현을 위해 필요한 기술요소들을 함께 제안하였다. 이 장에서는 본 연구에서 제안한 모델이 기존 연구의 모델과 어떠한 차이점이 있는지를 제시한다.

첫째, 본 연구에서 제안한 비즈니스 모델의 서비스 범위는 기존 사업들에 비해 서비스 제공 범위가 포괄적이며, 구체적이다. 앞서 II장에서 기술한 터널이나 교량 시설물에 대한 서비스는 기본적으로 단위시설물에 대한 시설물 안전관리를 목적으로 하고 있다. 또한, 보다 광범위하게 추진되고 있는 국토해양부의 시설물안전관리네트워크 사업 역시 교량, 터널, 도로, 하천제방 등 각종 공동시설물에 대한 안전관리를 목적으로 추진하고 있는 사업이다. 이에 반해 본 연구에서는 제공하고자 하는 서비스 기능을 시설물 모니터링, 원격제어, 모니터링 등 안전관리를 포함하여 보다 구체적으로 제시하였으며, 시민들에게 정보를 제공하는 서비스에 대해서도 포함하고 있다. 그리고 제시한 서비스 기능들이 어떠한 비즈니스 프로세스를 통해 제공되는지를 함께 제시하였다.

표 10. 기술 선정 기준  
Table 10. Criteria for Technology Selection

구분	항목	평가방법	평가기준
RFID Tag	태그 제공 정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>GIS와 연계하여 시설물 위치정보제공</li> <li>시설물 이력정보제공</li> </ul>	
	RFID 태그 인식률	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID Tag 인식률</li> </ul>	95% 이상
센서	온도 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>감지 가능 범위</li> </ul>	-30~60 °C
		<ul style="list-style-type: none"> <li>오차율</li> </ul>	±0.05%
	습도 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>감지 가능 범위</li> </ul>	~95%
		<ul style="list-style-type: none"> <li>오차율</li> </ul>	±2%
	풍향 / 풍속 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>바람의 방향 변화와 풍속을 일정간격으로 감지할 수 있어야 함</li> </ul>	1분단위 측정
	노면 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>노면상태 변화 감지 가능</li> </ul>	
	조도 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 내 조명 밝기 변화 감지 가능</li> </ul>	
	화재 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>연기/불꽃 발생 감지</li> </ul>	발생여부 디지털 출력
	균열 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 내 외벽 균열 발생 감지</li> </ul>	발생여부 디지털 출력
지진 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널/교량의 지진발생 감지</li> </ul>	발생여부 디지털 출력	
낙석 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>터널 출입구의 낙석 감지기능으로 CCTV와 함께 작동</li> </ul>		
모바일 단말기	RFID 리더가 부착된 단말기	<ul style="list-style-type: none"> <li>무선 통신 지원 여부</li> </ul>	CDMA 또는 HSDPA 지원
		<ul style="list-style-type: none"> <li>단말 화면 해상도</li> </ul>	320×240 이상
		<ul style="list-style-type: none"> <li>터치스크린 지원여부</li> </ul>	지원 가능
		<ul style="list-style-type: none"> <li>시설물 정보 및 GIS 정보 다운로드 속도</li> </ul>	컨텐츠당 5초이내

둘째, 참여자들의 수익 모델을 제시하였다. II장에서 살펴본 바와 같이, 기존의 교통시설물관리 사례들은 국토해양부, 부산시, 연기군 그리고 해외의 경우 타이베이션 등 중앙 정부나 지자체 관점의 사업 추진 사례가 대부분으로, 사업의 수익

성 측면보다는 당위적 목표를 지닌 공익적 측면의 추진 사업이다. 유비쿼터스 도시 구축 사업은 막대한 자금이 소요되는 사업으로 민간의 참여 없이는 사업 추진에 한계가 있을 수밖에 없다. 따라서 보다 원활한 민간의 참여를 위해서는 사업 참여자들에게 어떠한 혜택을 줄 수 있는지를 제시하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 다양한 사업 참여자들 간의 역할 관계와 사업 참여를 통해 얻을 수 있는 혜택을 제시함으로써, 보다 현실적인 비즈니스 모델을 제안하였다.

셋째, 모델 구현에 필요한 기술적 관점을 기술 요소별로 구분하여 적절한 기술 적용방안을 제시함으로써, 제안한 모델의 구현을 용이하게 접근할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 시스템 구축을 위한 기술관점의 프레임워크를 센서 기술, 유무선 통신 기술, 각종 장비 및 설비, 인프라 요소 등으로 구분하여 제시하였는데, 이는 비즈니스 모델 구현에 있어서 요소기술들을 체계적으로 검토하는데 도움이 된다.

결론적으로 본 연구에서 제안한 비즈니스 모델은 교통시설물관리 서비스에 필요한 제공 기능을 포괄하고 있으며, 다양한 참여자들간의 수익모델을 제시하고, 이의 구현을 위한 기술 요소들을 체계적으로 분류함으로써, 지능형 교통시설물관리시스템을 구축하고자 하는 지자체나 사업에 참여하고자 하는 민간 기업들에게 적절한 사업 가이드라인으로써의 역할을 수행할 수 있다.

## VI. 결론

현재 우리나라에서는 유비쿼터스 기술을 활용한 u-시티 건설 추진이 다양하게 진행되고 있다. 유비쿼터스 도시의 적용 분야는 도시 전반에 걸친 주거, 의료, 환경, 교육, 기반 시설물 등 도시 기능 유지를 위한 전 분야에 적용된다. 본 연구에서는 도시 기반 시설물 중 특히 시민 생활과 밀접하게 관련된 교통시설물 분야에 대하여 통합적인 비즈니스 모델과 이의 구현을 위해 필요한 기술 요소들을 살펴보고, 적절한 기술 도입 방안에 대하여 제시하였다.

적절한 서비스 기능 및 서비스 프로세스, 이해 관계자들 간의 관계에 대한 검토가 없는 기술의 도입은 기술 도입 자체가 목적이 될 수 있다. 이에 본 연구는 기술 검토에 앞서 교통 시설물 관리 서비스에 필요한 서비스 기능을 제시하였고, 기능 실현을 위한 비즈니스 프로세스와 프로세스 참여자들 간의 수요/공급 관계 및 수익 모델을 제시함으로써, 기술 도입 이전에 명확한 사업 모델을 수립할 수 있는 가이드라인을 제시하였다. 다시 말해, 유비쿼터스 기술과 같이 새롭게 대두되는 기술의 적용이 단지 기술 도입의 목적이 아닌 새로운 비즈니스

스 모델의 창출을 위한 도구로 활용할 수 있는 방안을 제시한 점에 본 연구의 의의가 있다.

또한, 본 연구에서는 교통시설물관리서비스 비즈니스 모델 구현을 위한 시스템 구축 방안을 함께 제시하였다. 시스템 구축 방안에서는 먼저 서비스 프레임워크를 제시하였는데, 이는 비즈니스 모델 구현에 필요한 기술 요소들을 영역별로 모두 포함하고 있다. 여기에는 필요한 유/무선 통신망 기술, 센서 및 RFID 태그 등의 각종 장비, 그리고 각종 인프라 등의 기술 요소들을 포함하고 있으며, 이를 기반으로 한 애플리케이션 영역에 대해 제시하였다.

본 연구에서 제시한 지능형 교통시설물관리 비즈니스 모델 및 시스템 구현을 통해서 다음과 같은 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 첫째, 신호등, 가로등 등 각종 도로 교통시설물에 대한 사고 유발 요인 발생 시 신속한 대처로 원활한 교통흐름을 확보함과 함께 시민들의 안전에 기여할 수 있다. 또한, 시설물에 대한 문제 발생이나 사고 발생 시 경찰 등 관련 기관 현장 출동 전에 원격 제어를 통해 사전 조치를 함으로써 안전사고를 사전 예방할 수 있는 효과를 기대할 수 있다. 이 밖에 교통시설물에 대한 이력관리를 통해 장애 상황 발생을 사전에 예방할 수 있으며, 해당 교통시설의 이상 상황에 대한 정보를 운전자에게 교통안내표지판을 통해 신속히 안내함으로써, 교통사고의 사전 예방에도 기여하게 된다. 이러한 긍정적인 효과 이외에도 시설물 상태 및 환경정보의 원격 모니터링을 통한 관리 요원들의 인건비 절감이 가능하게 되며, 수작업으로 진행되는 시설물 관리를 원격제어를 통한 인건비 절감, 그리고 도로 상황에 맞는 가로등 선택 점등으로 인한 비용 절감 등이 가능하다.

본 연구에서 제안한 모델은 앞서 V장과 이장에서 기술한 바와 같이 기존의 유사한 사례와의 차별성 및 장점과 효과가 있으나, 실제 제안 모델이 아직까지 실제로 구현되기에는 많은 준비가 필요하다. 우선 비즈니스 모델 참여자들 간의 합의를 통한 사업추진방향이 계획되어야 하며, 사업 추진시 발생할 수 있는 법적, 제도적 선결과제들이 정의되고 사전에 해결되어야 한다. 아울러 모델 검증에 위한 소규모 테스트 베드를 구축하여 사전에 모델의 적절성을 검증, 보완한다면 보다 실효성 있는 모델로 발전할 수 있게 될 것이다.

## 참고문헌

- [1] 김은형, "센서기반 도시시설물 관리를 위한 정보모델," 한국GIS학회지, 제 17권, 제 1호, 79-87쪽, 2009년 4월.
- [2] 김형복, 한국토지공사, "u-GIS 기반의 u-city 구축방안," 한국GIS학회 공동춘계학술대회 논문집, 293-297쪽, 2008년 6월.
- [3] 장희선, 조기선, "송탄 u-city의 성공적인 비즈니스 모델," 한국콘텐츠학회논문지, 제 7권, 제 11호, 223-231쪽, 2007년 11월.
- [4] 전용옥, "U-City의 성공적인 개발모델과 시사점," 삼성경제연구소 Issue Paper, 1-45쪽, 2006년 6월.
- [5] 이기욱, 성창규, "유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 상황 정보 모니터링 시스템 구현," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 11권, 제 5호, 259-265쪽, 2006년 11월.
- [6] 이기영, 김동오, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 위치 데이터관리시스템의 설계," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 12권, 제 6호, 115-121쪽, 2007년 12월.
- [7] 백장미, 홍인식, "능동형 RFID 기반의 지하 매설물 GIS 관리 구현," 한국인터넷정보학회논문지, 제 8권, 제 3호, 45-56쪽, 2007년 6월.
- [8] 정도통신기술협회, "지하공동구 관리 서비스를 위한 응용 요구사항 프로파일," 정보통신기술협회, 2007년 9월.
- [9] 한재일, "u-city 도입에 따른 도로기반시설물 관리 환경 변화와 USN 기술 동향," 국토논단, 140-147쪽, 2008년 12월.
- [10] 한국정보사회진흥원, "현장에서 바라본 usn 시범사업 현황과 과제," 한국정보사회진흥원, 2008년 7월.
- [11] 한국정보사회진흥원, "RFID/USN 사업 추진 현황," 한국정보사회진흥원, 2007년 9월.
- [12] 정보통신부, "국내의 최신 USN 비즈니스 모델 및 응용 사례," 정보통신부, 2008년.
- [13] 정도통신기술협회, "시설물관리 서비스를 위한 응용 요구사항 프로파일," 정보통신기술협회, 2007년 9월.
- [14] 이재근, 정찬성, 안철현, 이상영, "u-City 및 USN 국외 동향연구," 한국정보사회진흥원, 2008년 6월.
- [15] 한국정보사회진흥원, "u-city IT 인프라 구축 가이드라인 v1.0," 한국정보사회진흥원, 2008년 2월.
- [16] 정부만, 김은형, "u-city 인프라, 기술, 서비스 모델의 표준화 방안," 한국정보사회진흥원, 2006년.
- [17] 김민수, 이용준, 박종현, "USN 미들웨어 기술개발 동향," 전자통신동향분석 제 22권, 제 3호, 67-79쪽, 2007년 6월.
- [18] 박재성, "지그비 기술 및 표준화 추진 동향," 전자부품, 58-64쪽, 2007년 6월.
- [19] 지그비포럼 <http://www.zigbeeforum.or.kr>

### 저자소개



#### 유 성 열

1989: 고려대학교 공학사

1992: 한국과학기술원 공학석사

2001: 한국과학기술원 공학박사

2002 - 현재: 부산기톨릭대학교 유통

경영정보학부 부교수

관심분야: u-city, BPM, IT평가