

실내 위치기반서비스 이슈 및 표준화

유재준, 박상준
한국전자통신연구원

요약

최근 실내 공간에서 이루어지는 일상 생활의 비중이 점차 높아짐에 따라 실내 내비게이션과 같이 실내 위치를 기반으로 제공되는 서비스들이 점차 확산되고 있다. 이러한 실내 위치기반 서비스는 실외 공간과는 다른 실내 공간의 제한 및 특징을 반영하고 있으며, 그 중 일부 기술적 이슈에 대해서는 활발한 연구 개발 및 논의가 한창 진행 중에 있다.

이에, 본 고에서는 일반적인 언급되는 실내 위치기반서비스의 기술적 구성을 짚어 보고, 각 부분과 관련하여 현재 논의 중 의되거나 향후 보다 고려되어야 하는 기술 및 표준화 이슈에 대해 정리해 본다.

I. 서론

일반적으로 실내 위치기반서비스(Indoor LBS, Indoor Location Based Service)란 실내 공간에서 획득되는 다양한 형태의 위치정보를 기반으로 제공되는 응용 서비스를 의미한다[1].

최근 실내 공간이 복잡화 되어 대부분의 일상 생활이 실내 공간에서 이루어질 수 있게 됨에 따라, 주로 실외 공간을 대상으로 제공되어 오던 위치기반서비스는 그 범위를 점차 실내 공간으로 확대하고 있으며, 이러한 실내 위치기반서비스의 확산은 스마트 단말의 대중화와 다양한 기술과의 융복합을 통해 보다 확산되리라 예상된다[2].

실내 공간을 대상으로 하는 실내 위치기반서비스는 실내 공간과 관련된 다양한 제약과 특징을 전제로 한다. 예를 들어, 실외 공간에서는 GNSS (Global Navigation Satellite System)와 같이 대중적으로 사용되고 있는 측위 시스템이 존재하지만, 실내 공간에서는 위성 기반의 측위 시스템이 사용될 수 없으므로 이를 대신할 수 있는 다양한 형태의 측위 기술이 적용되어야 하며, 이로 인해 측위 지원을 위한 정보의 교환이 요구된다. 또한, 위성영상, 수치지도, 다양한 웹 지도 등과 같이 많은 양의 데이

터와 정보가 이미 잘 알려진 형태로 구축되어 있는 실외 공간과는 달리, 실내 위치기반서비스에서 활용하기 위해 요구되는 정보들은 아직 많이 부족한 상황이다. 이로 인해, 실내 공간의 여러 측면을 고려한 정보의 효율적인 구축을 위한 논의 및 표준화 활동 등이 진행되고 있다.

이러한 실내 공간의 제약 및 특징은 실내 위치기반서비스의 특성을 만드는 요소이기도 하지만, 향후 서비스의 확산 및 활성화를 위해서는 반드시 논의 및 결정되어야만 하는 요소이기도 하다.

이에, 본 고에서는 실내 위치기반서비스의 개요 및 기술적 구성요소들을 큰 범위에서 간략히 정리 하고, 각 부분과 관련하여 현재 논의되고 있는 이슈 및 진행되고 있는 표준화 현황 등을 정리해 본다. 이를 바탕으로 아직 본격적으로 논의되지 않는지만 향후 고려되어야 하는 이슈들에 대해서도 정리해 본다.

본 고의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 실내 위치기반서비스의 개요와 구성요소를 정리하고, 기존 위치기반서비스와의 차이점을 기술한다. 제 3장에서는 실내 위치기반서비스의 각 개념적 구성요소와 관련하여 진행되고 있는 논의의 이슈와, 표준화 활동에 대해 기술한다. 제 4장에서는 본 고의 결론을 정리한다.

II. 실내 위치기반서비스

실내 위치기반서비스에 대한 정의는 서비스를 바라보는 관점



그림 1. 실내 위치기반서비스의 개요 및 개념[3]

에 따라 다양한 형태로 기술 될 수 있으나, 가장 일반적으로 참조되는 것은 기존 위치기반서비스의 일반적 개념을 확장하여 실내 위치정보를 기반으로 다양한 형태의 정보들과 연계를 통해 서비스를 제공하는 것을 의미한다. 아래의 그림은 이러한 실내 위치기반서비스의 개념[3]을 보인다.

실외 공간을 대상으로 제공되어 오던 기존 위치기반서비스와는 달리 실내 위치기반서비스는 실내 공간의 구조 및 특징을 반영하여 아래와 같은 제약 및 차이점을 가진다[1].

• 실내에 특화된 내부 구조 및 시설물

복도, 출입구 등과 같이 실내 공간의 용도 및 목적에 맞는 시설물이 존재함

• 다양한 측위 기술

위성기반의 측위가 사용될 수 없으므로 인해, WLAN, Bluetooth, RFID 등의 다양한 측위 기술이 활용되어야 함

• 다양하고 동적인 제약사항

이동경로, 이동형태, 접근가능 시간 등, 실외 공간에서보다 다양하고 동적인 공간제약사항이 존재함. 더불어, 실내 공간의 이용 형태 등도 실외 공간에 비해 쉽게 변화함

• 입체구조 및 의미를 반영하는 주소체계

실외 공간과는 달리 수직적 구조를 가지고 있으며, 이에 따라 의미적 주소체계 역시 이를 반영하고 있음

• 명확한 권리관계

특정 실내 공간의 소유, 관리, 접근 및 활용 등에 있어 명확한 권리관계가 존재함

• 보다 밀집되어 있는 콘텐츠

실외 공간에 비해 다양한 형태의 정보들이 보다 작은 공간에 상호 연계되어 존재함

• 부족한 정보

실외 공간에 비해 지도, 경로, POI 등 실내 공간에 대한 정보의 구축이 부족함

• 분산화된 정보의 존재

실내 공간은 건물 단위로 구축 및 활용되게 되므로 건물의 위치에 따라 도처에 분산되어 존재함

이러한 실내 공간의 특징 및 차이점들은 아래와 같은 실내 위치기반서비스의 기술적 구성요소들과 관련되어 있다.

- 실내 위치의 모델링
- 실내 측위
- 실내 공간의 모델링 및 정보의 구축
- 서비스 인터페이스

상기 언급된 바와 같이, 실내 공간에서 제공되는 위치기반서

비스는 실외 공간에서 제공되는 서비스보다 더 많은 종류의 기술과 정보들이 상호 참조 및 연계될 것을 요구한다. 그러므로, 실내 위치기반서비스의 확산 및 활성화를 위해서는 다양한 기술 및 정보를 표준화된 명세와 인터페이스로 접근할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

이에, 상기 구성요소의 구분을 기반으로 현재 논의 중인, 혹은 논의 되어야 하는 이슈들과 관련된 표준화 활동을 정리하면 다음 장과 같다.

III. 실내 위치기반서비스 논의 이슈 및 표준화

1. 실내 위치의 모델링

실내 위치기반서비스는 실내 공간에서 특정 지점을 의미하는 실내 위치정보를 기반으로 하므로, 특정 실내 위치의 명확한 해석을 위해 위치를 모델링 하는 방법은 매우 중요한 요소 중의 하나이다.

학술적으로는 특정 위치를 모델링 하기 위한 방법으로 지리적 위치모델(Geometry Location Model), 기호적 위치모델(Symbolic Location Model) 등이 제안되어 있으며, 이들은 위치를 모델링 하기 위해 필요한 노력, distance의 계산 가능여부, connectivity 표현 가능 여부 등에 따라 여러 가지 특징을 가진다[4].

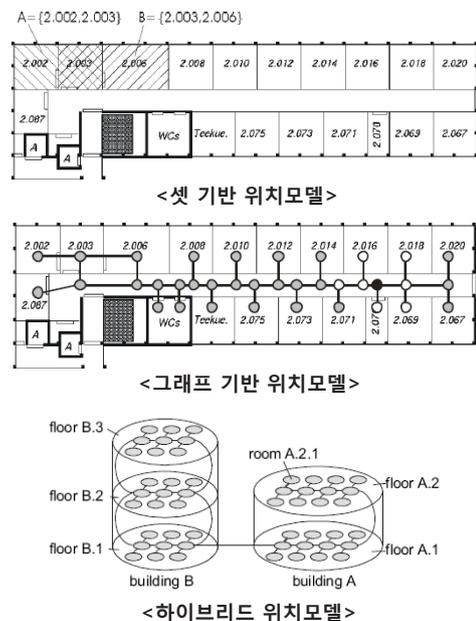


그림 2. 위치 모델의 종류[4]

위 그림은 이들 중, 기호적 위치 모델의 세부 모델인 셋 기반 위치모델, 그래프 기반 위치 모델, 하이브리드 위치 모델을 도식화 한다.

이들 중, 실외 공간에서는 절대적 지리위치를 좌표로 표현하는 지리적 위치모델과, 도로 등의 네트워크를 기술하기 위한 그래프 기반 위치 모델이 일반적으로 활용되고 있다.

이에 비해, 실내 위치를 모델링 하기 위해 대중적으로 활용되고 있는 위치모델은 아직 없다. 도처에 존재하는 실내 공간의 특성 상, 특정 위치를 기준으로 하는 상대적 지리위치모델이 주로 언급되고 있으나, 아직 대중적으로 사용되지는 못하고 있으며, 이는 실외 공간과 실내 공간의 연계성을 직관적으로 표현하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이 외에, 실내 공간에 대해서 이동 경로의 위치 등을 표현하기 위해 셀 기반의 그래프 기반 위치모델도 언급되고 있다. 하지만, 이러한 모델을 기반으로 아직 많은 정보가 구축되어 보지 못했다는 점에서 보다 많은 정보의 구축 및 서비스의 제공 등을 통해 다양한 측면에서의 장단점이 검증되어야 할 필요가 있다.

특정 위치를 표현하는 방법은 ISO TC211¹에서 제정한 표준인 ISO 19111 Spatial Reference by Coordinates 표준안에 의해 언급되고 있다. ISO 19111에서는 좌표체계에 기반하여 특정 공간을 참조할 수 있도록 하는 방법에 대해 기술하고 있으며, 이는 다양한 좌표참조시스템(CRS, Coordinate Reference System)에 대한 기술을 포함한다.

지리적 위치에 기반한 이러한 실외 공간에서의 위치표현 방법과 더불어, 실내 공간에서는 다양한 구조적 및 의미적 특징이 반영된 위치표현 방법이 활용될 수 있다. 예를 들어, 301호, 302호와 같은 방 구조 단위의 번호와, Section 1, Section 2 등과 같은 일종의 셀 기반 단위 위치들로 활용 될 수 있다. 이러한 실내 공간에서의 위치표현 방법은 제공 되고자 하는 실내 위치 기반서비스의 관점 및 요구사항에 따라 지리적 위치표현의 대체제가 될 수 있다.

그러므로, 향후 실내 위치기반서비스에서의 위치정보는 의미적 위치까지 포함할 수 있도록 모델링 되어야 할 것이며, 이러한 의미적 위치는 실제 지리적, 물리적 위치와 상호 참조 및 변환될 수 있어야 할 것이다. 이러한 위치 모델의 확장과 기존 지리적 위치와의 효율적 참조 및 변환은 표준화 관점에서도 중요하게 추진되어야 하는 항목 중의 하나이다.

이 외에도, 실내 공간에서의 위치 모델링 방법은 해당 실내

1) ISO (International Organization for Standardization)[5]는 각 국가의 표준 제정 단체들의 대표들로 구성된 국제 표준화 기구이며, 다양한 산업에 걸쳐 국제적으로 통용되는 표준을 개발하고 보급한다. ISO는 그 분야별로 여러 개의 기술위원회(TC, Technical Committee)로 구성되어 있으며, 이 중 ISO TC211은 지리정보(Geographic Information)에 대한 표준화를 담당하고 있다.

공간에서 활용될 수 있는 측위방법 및 서비스들의 요구사항 등과도 많은 관련이 있다. 그러므로, 실내 위치기반서비스에서의 위치 모델은 위치정보 구축 및 획득의 노력과, 서비스 요구사항 등을 고려하여 결정되어야만 한다.

2. 실내 측위

실내 측위는 실내 공간에서 사용자 및 단말의 특정 위치를 결정하는 방법 및 과정이라고 할 수 있다.

GNSS와 같이 대중적으로 사용되는 측위방법이 있는 실외 공간과는 다르게, 도처에 존재하고 외부로부터의 많은 전파가 차단되는 실내 공간을 하나의 측위 시스템으로 제공하는 것은 불가능하다. 이는 앞서 언급된 각 실내 공간이 가지는 소유, 관리 등의 명확한 권리관계로 인해 하나의 측위 시스템이 일방적으로 활용될 수 없다는 특징과도 관련되어 있다.

이로 인해, 실내 공간에서의 측위는 다양한 통신 인프라 및 센서 네트워크 등에 기반하는 측위 방법을 주로 활용되고 있으며, 이들 중, 가장 널리 언급되고 있는 것이 무선랜 기반 측위라 할 수 있다. 이는 이미 널리 사용되고 있는 무선랜 인프라를 활용할 수 있어 상대적으로 구축비용이 저렴하다는 것에서 기인한다.

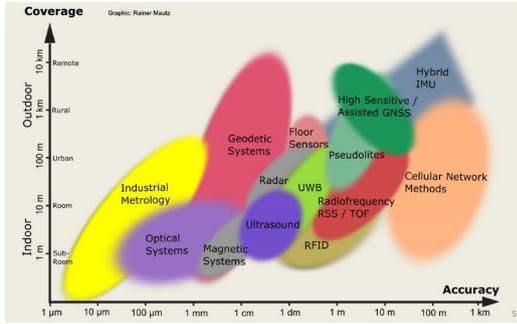
이 외에도, 실내 공간에서는 다양한 측위 기술들[6]의 적용이 시도되고 있으며, 그 기술적 특징 및 실내공간의 특징 등에 따라 서로 다른 범위의 측위 정확도를 보인다. 아래의 표와 그림은 실내 공간에서 활용되는 다양한 측위 기술의 개략적인 개요와, 이들의 상대적 측위 정확도를 도식화한다.

실내 위치의 모델링과 마찬가지로 실내 측위와 관련하여 다양한 표준화 논의가 진행되고 있으며, 이들은 크게 사용자 단말 위주의 논의와 통신 및 센서 네트워크 등의 인프라 측면에서의 논의로 나뉘어 질 수 있다.

사용자 단말 기반에서의 측위 표준화는 단말에 설치된 다양한

표 1. 실내 측위기술의 종류[6]

방법	측위원리	정확도	커버리지
RF/UWB 기반측위	ToA, TDoA, AoA, fingerprint 등	RF: 2m~20m UWB: 5cm~1m	RF: scalable UWB: 10m~100m
관성측정 기반측위	추측항법(Dead Reckoning)	이동거리의 0.1%~10%	빌딩
의사위성 기반측위	반송파 보정 거리(carrier-phase differential ranging)	0.5cm~1m	100m~10km
RFD 기반측위	RSSI, Cell ID 등	10cm~2m	1m~10m - scalable함
Floor Sensor 기반측위	정전용량(capacitance), 압력(pressure)	10cm~30cm	방
자기시스템 기반측위	자력밀도(flux density)	1mm~1m	1m~20m
광학시스템 기반측위	카메라, CCD	0.01mm~30cm	0.1~1m



※ 측위기술에 대한 설명은 첨부물 참조 <출처: Overview of Indoor Positioning Technologies, IPIN 2011 Keynote, Rainer Mautz>

그림 3. 측위 기술 별 정확도[6]

형태의 센서 정보들을 활용하는 측위에 초점을 맞추고 있으며, 주로 OMA(Open Mobile Alliance)[7] SUPL 2.0/3.0[8]에 의해서 진행되고 있다. 이러한 표준들은 단말에 부착되어 있는 다양한 센서들을 접근하기 위한 표준 인터페이스와, 측위를 위해 외부 실내 통신 인프라와 상호 전달해야 하는 메시지들의 명세 등에 초점을 맞추고 있다. 실내 측위를 위한 사용자 단말과 실내 통신 인프라와의 정보 교환은 실내 공간에서 활용되는 통신 및 센서 네트워크 인프라의 종류 및 특징에 따라 달라질 수 있어, 활용되는 측위기술 별로 이들을 추가 정의하기 위한 논의가 진행되고 있다.

실내 통신 및 센서 네트워크 인프라 측면에서의 표준화는 사용자 단말에서의 측위지원을 위한 통신 및 센서 네트워크 인프라 정보의 표현과, 이를 단말로 제공하기 위한 프로토콜 및 메시지 명세 등의 부분에 초점을 맞추고 있다. 예를 들어, 무선랜 프로토콜을 표준화 하는 IEEE[9] 802.11 에서는 무선랜 패킷에 AP의 위치정보를 포함하여 전달하는 것 등에 대해 논의하고 있다.

3. 실내 공간의 모델링 및 구축

실내 위치기반서비스를 위해 필수적으로 요구되는 또 다른 기술적 구성 요소 중의 하나는 바로 실내 공간을 모델링 하는 것이다. 공간의 모델링은 기존 실외 공간과 실내 공간이 큰 차이점을 가지는 부분 중의 하나이다.

전체 대상 공간이 하나의 통합체계로 기술되고, 응용 서비스 및 대상 정보의 종류에 따라 공간이 타일 형태 혹은 네트워크 형태 등으로 표현되거나 세분화되는 실외 공간과는 달리, 실내 공간은 구조 및 특징에 따라 다양한 의미로 해석될 수 있어 공간 모델링의 중요도가 상대적으로 더 높다고 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 실내 공간은 사람이 이동하는 것에 초점을 맞춘 이동 경로 형태로 모델링 될 수도 있으며, 특정 센서 네트워크 시스템의 운영 관점에 초점을 맞춘 센서들의 커버리지(coverage) 형태로 모델링 될 수도 있다.

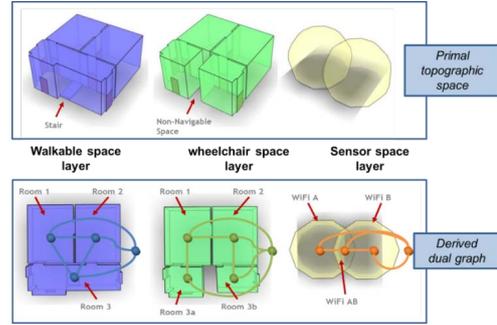


그림 4. OGC IndoorGML 실내공간 모델링의 예[10]

이러한 실내 공간의 모델링은 응용 서비스의 요구사항 및 실내에서의 위치를 결정하기 위한 측위 방법과 밀접하게 연관되기도 한다. 예를 들어, 응용 서비스에 따라 하나의 복도를 하나의 공간으로 간주하거나 상호 연결된 가상 단위 공간의 연속으로 간주할 수 있다. 위의 그림은 다양한 관점에서 기술될 수 있는 실내 공간 모델링의 예를 보인다.

이러한 실내 공간의 모델링과 관련하여 현재 가장 활발한 논의가 되고 있는 부분은 다양한 의미에서 실내 공간을 표현하고 이를 정확하게 참조 및 교환하는 방법이라 할 수 있다. 이는 최근 OGC (Open Geospatial Consortium)[11] IndoorGML이라는 그룹을 통해 논의되어 왔다. IndoorGML에서는 실내 공간을 의미적 셀 단위로 구분하여 노드로, 셀 사이의 관계를 링크로 표현하여 실내 공간을 네트워크 형태로 모델링 한다. 하나의 실내 공간을 표현하는 셀(노드)과, 이들 사이의 관계(링크)에는 다양한 부가 속성 들을 표현할 수 있도록 되어 있다. 아래 그림은 OGC IndoorGML의 핵심 UML 다이어그램을 보인다.

OGC IndoorGML에서의 실내 공간 네트워크 모델은 실내 공간을 응용 서비스의 관점 및 요구사항에 따라 다양하게 표현될 수 있도록 기본 네트워크를 표현하는 Core 모델과 이를 기반으로 다양한 서비스 프로파일링(profiling)을 할 수 있도록 하는 응용 패키지의 계층적 구조로 되어 있다[11]. Core 모델은 특정

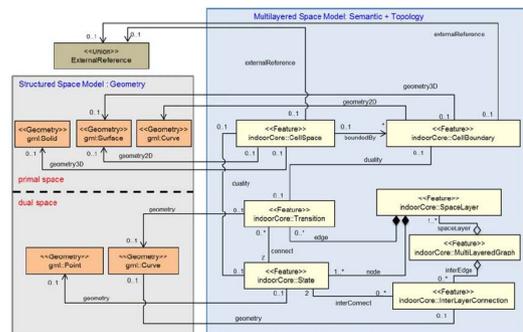


그림 5. 구조화된 실내공간의 표현을 위한 IndoorGML의 core module diagram [10]

간의 층간 구조와 이로 인한 층별 실내지도 등의 수직적 관계 등을 표현하고, 이들 표현 관계를 기반으로 등록되는 정보의 단위를 시나리오에 따라 정리하여 공유할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이러한 인터페이스와 관련되어 개발되고 있는 표준으로는 ISO TC204 17438 Indoor Navigation 관련 표준안이 있다.

더불어, 실외 공간에 비해 실내 공간에는 다양한 형태의 정보가 집적되어 있어, 이들을 서비스 유형 및 시나리오에 따라 패키징 및 전달 할 수 있도록 하는 방법 역시 요구된다. 이러한 패키지 정보는 상기에서 언급된 실내 공간에서의 측위를 지원하기 위한 다양한 인프라 정보 등을 포함 할 수 있다.

상기 언급된 실내 공간 관련 정보의 접근 및 공유를 위한 서비스 인터페이스와 더불어, 중요한 서비스 인터페이스의 다른 부류는 단위 서비스간의 연계 및 연동을 위한 인터페이스이다 [12]. 이는 일반적으로 위치기반서비스를 위해 필요한 여러 기능적 패키지들을 서비스화 하고 이들 기능을 사용하기 위한 인터페이스들을 제공하는 것을 포함한다. 이러한 서비스의 인터페이스화와 관련된 기존 표준들로는 ISO TC211 19132 LBS - Reference Model, 19133 LBS - Tracking and Navigation, 19134 LBS - Multimodal Tracking and Navigation, 19116 Positioning Service 등과 같은 표준들과 OGC의 OpenLS (OpenGIS Location Service)[15] 표준 등이 있다[12].

기존의 이러한 단위 기능에 대한 서비스 인터페이스들을 실내 공간으로 확장하여 적용하기 위해서는 앞서 언급된 다양한 방법으로 모델링 된 실내 위치를 명시하거나, 다양한 실내 측위 방법을 지원하기 위한 일부 인터페이스의 확장이 필요하다. 최근 이러한 인터페이스의 확장 등에 대한 논의가 ISO TC211 등을 통해 논의되기 시작하고 있다.

IV. 결론

본 고에서는 최근 이슈가 되고 있는 실내 위치기반서비스의 일반적 기술 구성을 짚어 보고, 이와 관련되어 진행 중인 기술 개발 및 표준화 이슈에 대해 정리하였다. 더불어, 아직 정리되지 못한 향후 보다 논의되어야 하는 이슈에 대해서도 간략히 언급하였다.

많은 보고서 및 논문에서 실내 위치기반서비스의 중요성이 보다 높아지게 될 것임을 언급하고 있고, 관련된 여러 분야에서 국내외 전문가들이 많은 활동을 진행하고 있는 만큼, 본 고에서 논의된 여러 이슈들의 대안과 방안이 국내 전문가들에 의해 주도적으로 제안 및 논의되어 관련 국내외 시장 및 표준화 등의 분야를 주도할 수 있게 되기를 바란다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부의 지원을 받는 정보통신표준화 및 인증지원사업 (2014-PM10-08, 실내위치기반서비스를 위한 실내공간정보 및 서비스 인터페이스 표준개발)의 연구결과로 수행되었음

참고 문헌

- [1] 유재준, 이소연, 하수욱, "융합의 장으로 새롭게 주목받는 실내공간", 주간기술동향, 1571호, pp. 14~26, Nov. 2012.
- [2] Christian S. Jensen, Hua Lu, and Bin Yang, "Indoor - A New Data Management Frontier," In IEEE Data Engineering Bulletin, Vol 33, No 2, pp. 12-17, 2010.
- [3] 유재준, "실내 내비게이션 표준화 및 서비스 개발 동향", 정보통신기술보고서(TTAR), TTAR-10.0024, TTA, 2012.
- [4] Christian Becker, Frank Durr, "On location models for ubiquitous computing," Pervasive Computing, 2005.
- [5] International Standard Organization, <http://www.iso.org/iso/home.html>
- [6] Rainer Mautz "Overview of Indoor Positioning Technologies", IPIN Keynote, 2011.
- [7] Open Mobile Alliance, <http://www.openmobilealliance.org>
- [8] http://www.openmobilealliance.org/technical/release_program/supl_v2_0.aspx
- [9] Institute of Electrical and Electronics Engineers, <http://www.ieee.org>
- [10] IndoorGML, OGC discussion paper 10-191r1, Requirements and Space-Event Modeling for Indoor Navigation.
- [11] Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org>
- [12] 유재준, "실내 위치기반서비스 국제 표준화 동향 및 이슈," TTA 저널, 2015.02. (to be appear).
- [13] 고인룡, "BIM, 개념구축과 형태작업", Autodesk BIM Forum 2012.
- [14] CityGML, OGC,

<http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>

[15] OpenGIS Location Service,

<http://www.opengeospatial.org/standards/ols>

약 력



유 재 준

2000년 송실대학교 공학사
2002년 한국과학기술원 공학석사
2015년~현재 한국과학기술원 박사과정 재학 중
2002년~현재 한국전자통신연구원 연구원
관심분야: ITS, GIS, LBS, 데이터베이스, 이동객체,
센서 네트워크, GIS/LBS/ITS 표준화 등



박 상 준

1988년 경북대학교 공학사
1990년 경북대학교 공학석사
2006년 North Carolina 주립대 박사
1990년~2001년 국방과학연구소 책임연구원
2006년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야: GIS, LBS, 센서 네트워크, 실내외 측위,
자세인식 등