

# u-City 환경 기반 상황인식 추론 시스템 설계 및 구현

이창훈\*, 이준규\*, 김지호\*, 송오영\*  
\*중앙대학교 전자전기공학부  
e-mail : [gompang-yi@hanmail.net](mailto:gompang-yi@hanmail.net)

## Design and Implementation of Context-Aware Reasoning System for u-City

Chang-Hun Lee\*, Jun-Gyu Lee\*, Ji-Ho Kim\*, Oh-Young Song\*  
\*School of Electrical and Electronics Engineering, Chung-Ang University

### 요 약

최근 들어 생활 공간과 유비쿼터스 기술 융합의 과정으로 u-City 구현을 통한 상황인식 서비스 제공으로 삶의 질을 향상시키려 노력을 하고 있다. 상황인식 서비스 인프라와 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다. u-City 는 도시전체를 구성원으로 하고 있기 때문에 센서로부터의 많은 정보의 수집과 다양한 상황으로 다양한 상황정보가 발생할 것이다. 따라서 논문에서는 u-City 에 적합한 상황인식 추론 시스템에 대해서 제시하고 구현을 통한 제안하는 시스템의 성능에 대해서 논의한다.

### 1. 서론

최근 무선 네트워크와 휴대 기기 기술, 센싱 기술 등의 발달과 더불어 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 인간 생활에 새로운 변혁을 예고하고 있다. 향후 제공될 대부분의 유비쿼터스 서비스는 사용자가 명시적으로 서비스를 요청하고, 컴퓨터는 그에 대한 결과를 단순히 돌려주는 기존 컴퓨팅 환경과 달리 사용자의 의도나 요구, 상황 등을 파악하여 능동적으로 반응하고 더 나아가 사용자가 원하는 상황에 가장 적합한 서비스가 제공되는 사용자와 상호작용하는 상황인식 기반의 서비스가 필요하다. 이 같은 유비쿼터스 기술이 도시인프라로 도입되면서 u-City(ubiquitous-City)라는 첨단 기술 기능만을 내재한 도시가 아닌 도시공간과 시민의 생활에 다양한 서비스의 제공을 통한 삶의 질을 향상시키는 사업을 통하여 구현될 것이다. u-City의 서비스는 의료, 교육, 재난, 쇼핑 등 사회 전 분야에 걸쳐 응용되는데 동적인 환경 변화를 인식하고 이에 적응할 수 있는 상황인식(context-aware)특성을 갖게 된다.

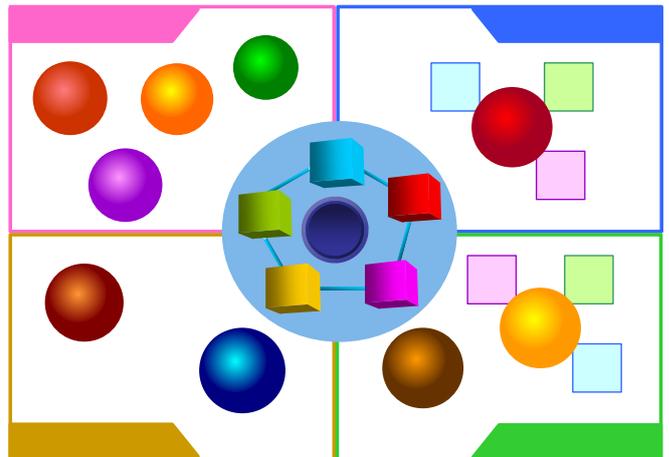
초기 상황인식 서비스 연구에서는 다양한 상황정보와 상황정보 센싱 기술을 조합하여 특정 플랫폼만을 위한 개별적인 프로토타입 형태의 응용을 주로 연구하였으나 특정 플랫폼에만 연관되어 있어, 확장을 위해서는 많은 사전지식을 필요로 하였고 단점을 보완하기 위한 상황인식 서비스 인프라와 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 u-City 에서 각종 서비스를 제공해야 하는 u-City 의 운영체계에 대한 정의 및 상황인식 서비스 인프라에 대한 연구 동향과 u-City 에서의 상황인식 추론에 대한 방식을 제공하고자 한다.

### 2. u-City 연구 동향

#### 1) 상황인식 추론 시스템 설계

u-City 의 서비스는 추진목적에 따라 유비쿼터스 기술(상황인지/정보처리) 및 정보통신 인프라(센싱/태그)를 활용하여 도시 구성요소의 관리 및 효율성을 극대화하기 위한 통합 및 지능화된 정보/콘텐츠의 집합이라 할 수 있다. u-City 서비스는 시설물, 환경, 안정 등 공공성이 강한 기반서비스와 주거, 물류, 의료등의 지자체 고유의 특성화 목적에 따라 선택이 가능한 특화 서비스로 크게 분류할 수 있다.



(그림 1) u-City 개념도

u-City 의 서비스 방향은 지능화, 융복합화로 진화할 것이다.

첫째, 지능화는 서비스 지능화 수준과 유비쿼터스 기술 발달을 고려하여 서비스 주제가 정보제공, 상황고지, 행위제안, 생활환경 지능화 순으로 진화해 갈

것이다. 초기 기술 수준에선 센서네트워크를 통한 상황 인식으로 커뮤니케이션을 통한 서비스 제공에서 대부분의 생활 환경이 지능화된 사회에선 목적에 따라 자동으로 생성된 서비스 제공으로 진화해 갈 것이다.

둘째, 융복합화는 서비스와 서비스의 수평적 통합과 가정, 단지, 도시단위의 수직적 통합 등 공간적 융복합화가 나타날 것이다. 유비쿼터스 기술 기반의 서비스 융복합은 유사 동종사업간의 융합에서 주택과 IT의 융합은 홈네트워크 시스템, 도로와 IT 융합은 ITS 처럼 이종사업간의 융합으로 확대될 것이다.

이러한 u-City 서비스의 지능화 및 융복합적인 진화를 위해 도시 내의 중요 정보를 취합·관제하는 서비스 플랫폼과 분산된 기존 서비스 시스템연결을 플랫폼 게이트웨이가 필요하게 되고 많은 u-City 서비스들이 공통적인 요소를 많이 포함하기 때문에 u-City 운영센터 서비스 플랫폼은 u-City 서비스 개발자가 서비스 플랫폼 상에서 다양한 u-City 의 서비스를 손쉽게 개발할 수 있는 확장성과 유연성을 바탕으로 개발환경을 갖추면 서비스 구현에 불필요한 비용을 줄일 수 있다.

2) u-City 통합운영센터 플랫폼

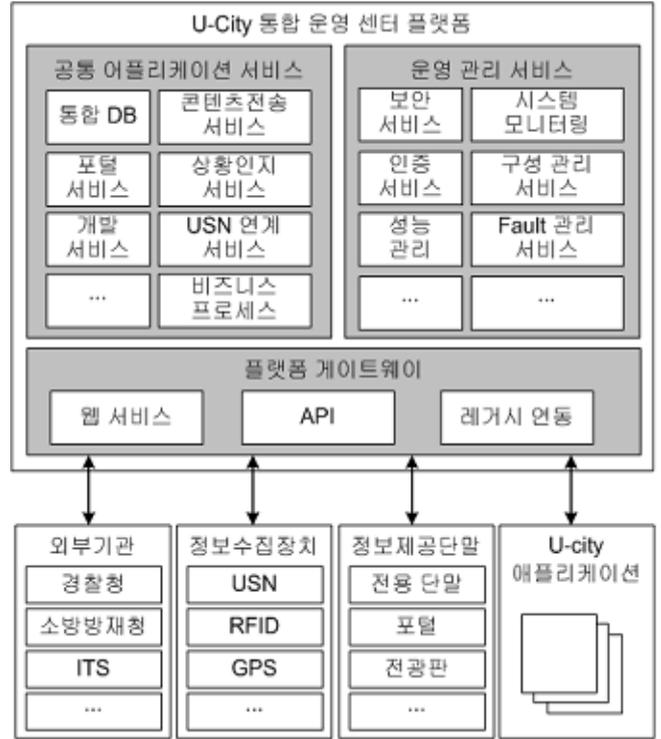
u-City 통합운영센터는 도시의 다양한 센서로부터 지속적으로 데이터를 수집하며 관련 u-City 서비스와 연계하여 상태를 모니터링하며 이상 발생 시 즉각 처리할 수 있다.

u-City 통합운영센터 플랫폼은 개방형 서비스 지향 아키텍처(Service Oriented Architecture)를 기본 방향으로 하며, u-City 서비스 제공하기 위한 도시의 교통, 물류, 건물, 시설물 등 도시 전 분야에 대한 종합 관리하고 체계적으로 통제가능 하도록 한다. 또한 새로운 요구 사항 변화의 능동적 수용을 위한 유연한 소프트웨어 인프라 아키텍처를 지향한다.

u-City 통합운영센터 플랫폼은 공통적으로 요구되는 핵심 서비스를 제공하는 공통 애플리케이션 서비스 플랫폼, 운영 및 관리를 위한 운영 관리 서비스 플랫폼, 대내외 시스템과의 통합 및 통신을 위한 플랫폼 게이트웨이로 구성할 수 있다.

공통 애플리케이션 서비스 플랫폼은 각종 센서 및 단말의 상황인식 서비스와 개인화 서비스를 제공하기 위한 비즈니스 프로세스 관리 서브시스템, 각종 데이터 및 정보 관리 및 접근지원하기 위한 통합 데이터베이스 서브시스템, 처리된 결과를 다기능 통합 단말기에 배포하기 위한 정보제공 서브시스템으로 구성된다.

운영 관리 서비스 플랫폼은 구성 장비 및 시스템에 대한 운용, 유지보수를 위한 장애관리, 성능 및 통계 관리, 구성관리 및 시스템 운영 기능을 제공한다. 향후 제공될 신규 서비스를 위한 시스템 유연성 및 확장성을 토대로 설계 구현되어야 한다.



(그림 2) u-City 통합운영센터 플랫폼

플랫폼 게이트웨이는 u-City 통합운영센터 플랫폼이 외부와의 정보 연동을 위한 인터페이스 기능을 제공한다. 센서 및 장치들과 연동할 수 있는 외부장치 연동 게이트웨이 서브시스템, 웹 서비스를 제공하는 외부기관, 사용자들과 연동하기 위한 웹 기반 게이트웨이 서브시스템, 웹 서비스를 제공하지 않는 외부기관, 센터내부시스템, 사용자들과 연동하기 위한 Legacy 게이트웨이 서브시스템, 플랫폼에서 제공하는 open API 를 통해 사용자 및 센터내부시스템과의 연동을 지원하는 API 연동 서브시스템으로 구성된다.

3) 상황인식 서비스 인프라에 대한 연구 동향

상황인식은 사용자가 어떤 특정 상황에서 사용자의 환경, 기능 활동과 목적을 인지하는 것의 의미한다. 따라서 사용자가 처한 상황에 적합한 서비스를 요청하는데 있어 개인의 요구, 기능과 환경을 고려하여 개별적으로 각 사용자의 요구에 맞춘 방법과 정보를 제공할 수 있어야 한다.

상황인식 서비스 인프라와 관련된 연구에서는 상황인식 응용 개발에 필요한 공통기능을 응용 레벨에서 분리하여 미들웨어 형태로 개발자에게 제공하는 방안을 연구하고 있다. 상황인식 서비스 인프라는 개발자에게는 응용과 관계된 기능에만 집중할 수 있도록 하고, 사용자에게는 일반화된 응용 서비스를 제공한다.

Gaia 는 다양한 상황정보를 얻고 추론할 수 있게 해주는 상황인식 서비스 구조이다. Context Provider 는 다른 센서 또는 다른 데이터 소스로부터 상황정보를 수집하고 Context Synthesize 는 Context Provider 로부터 수집한 상황정보를 상위 개념의 상황정보로 추론하고

추상화한다. Application framework 는 Active space 에 존재하는 애플리케이션을 구성하고, 실행하거나 적응시키는 메커니즘을 제공하고 Context Provider Lookup Service 는 상황정보를 제공하는 Context Provider 를 찾아주는 구조로 유비쿼터스 컴퓨팅 장치들을 통해 향상된 물리적 공간인 Active Space 를 가능하게 하는 Distributed Middleware System 이다[3].

Semantic Space 는 Explicit Representation, Context Querying, Context Reasoning 의 세 가지 키 이슈들을 만족함으로써 애플리케이션이 이동하는 사용자의 급변하는 상황에 적절히 대응할 수 있도록 하는 Context Infrastructure 이다.

### 3. 제안하는 상황인식 추론 시스템

종래의 상황인식 추론 시스템은 “Rule-Based Engine” 과 “Reasoning Engine”이 하나의 모듈 내에서 동작하면서 서비스의 추론을 위해서 필요한 상황 추론과 각 규칙 간의 우선순위의 지정 및 적용에 대한 관리를 해주기 위한 기본적인 시스템 규칙과 지능적 서비스 제공을 위해 다양한 정보로부터 추론을 하고 결과를 도출하기 위한 서비스 규칙을 기반으로 개발되고 있다. 따라서 종래의 추론 시스템은 단일 사용자에 대한 서비스에 대해서 조차도 다양한 서비스와 사용자의 이동성 등을 고려하기에는 처리속도 및 안정성 문제를 통해 한계점을 나타내고, 아울러 기기들의 동작이나 효율적 관리를 통한 여러 서비스의 동시적인 제공은 더더욱 불가능한 문제점에 있다.

본 논문은 기존 문제점을 해결해보기 위해 유비쿼터스 환경에 기반한 시스템에서 사용자의 프로파일과 위치 등 상황정보에 기반하여 상황 적응적 서비스를 제공함에 있어, 해당 서비스가 병렬처리 되도록 컨텍스트 매니저에서 리즈너 부분을 분리시키고 리즈너 모듈을 멀티스레드를 지원하도록 하였다.

그림 3 은 상황 인식 추론 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 인터페이스 컨트롤러는 외부로부터 입력 받은 정보를 추론엔진이 이해가능 형태로 변환 후 다음으로 전달한다. 정보 질의 입력기는 전달받는 정보를 기반으로 온톨로지에서 알맞은 정보를 추출하기 위한 쿼리를 실행하고 그에 대한 결과를 도출한다. 추론엔진은 현재 서비스 및 다른 사용자 서비스 제공 정보와 입력된 정보를 기반으로 사용자에게 필요한 서비스를 선정하고 서비스에서 요구되는 정보를 온톨로지로부터 수집한다. 이후, 추론된 서비스와 사용자 정보 및 상황적 정보를 서비스정보관리기에 저장/관리하는 역할을 한다. 추론 결과는 서비스 검사기를 통해 충돌에 대한 사용자 및 서비스의 우선 순위 검증과 보안 등급의 검사, 서비스 및 정보에 대한 권한, 기기 제어권 및 권한 이양 여부 등 스케줄 및 사용자 정보를 통해 서비스의 제공 여부를 검토한다.

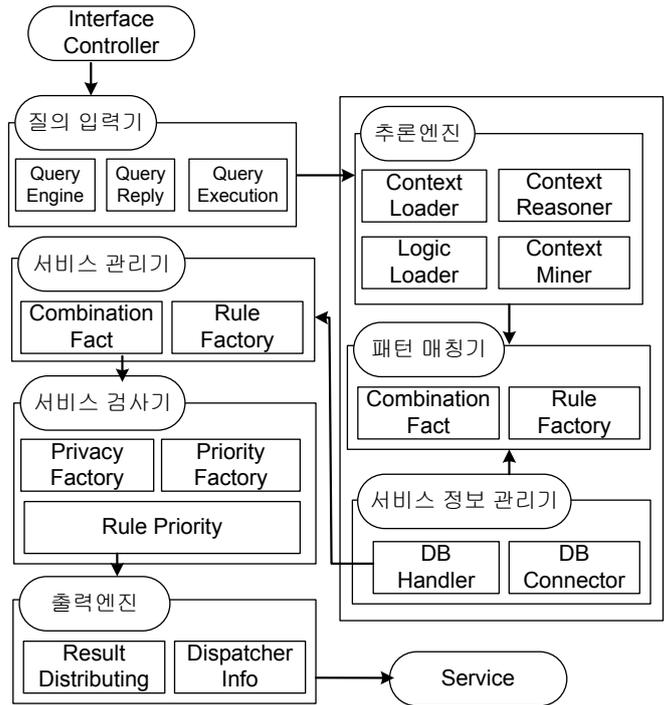
본 논문에서의 추론엔진의 리즈너 모듈은 사용자 및 환경, 서비스와 시공간간의 복합적 개념의 정보를 관리하는 온톨로지로부터 정보를 추출, 관리하고 서비스 번들로 해당 정보를 전송하고 서비스 이용 시,

사용자들의 성향이나, Profile, 패턴에 기반하여 상황을 추론하고 사용자 이동에 따른 새로운 서비스 요청이나 서비스 명령 시, 사용자 혹은 서비스 간의 Priority 등의 정책 적용에 의한 서비스 제공 여부, 제공 수준에 따른 기기 제어신호 및 서비스 정보 전송하는 기능을 담당하며 분류하였다.

첫째, 시스템 및 서비스 규칙 적용 기능에는 추론을 위한 룰의 적용 및 온톨로지에 대한 쿼리 결과를 매칭, 상황에 따른 각 룰 간의 우선순위 적용, 정적으로 서비스 정의 및 사용자의 선호환경·상황에 따른 동적 서비스 구현, 정책 및 보안·우선순위·충돌 해소·시간과 공간 이동에 따른 서비스 변화 등의 시스템 및 정책적 구현하는 기능 등을 담았다.

둘째, 추론된 결과에 대한 다양한 정책 적용 기능에는 추론 결과의 우선순위 및 접근 레벨 처리를 위한 규칙 구현, 충돌 발생시 사용자 정보를 통한 우선순위 도출 규칙 적용, 프라이버시 보호를 위해 온톨로지 기반의 사용자 정보 및 접근 수위 규칙등을 적용하는 기능 등을 담았다.

셋째, 규칙 우선순위 관리 기능은 우선 순위가 동등한 규칙에 대한 관리 기능 구현, 상황에 따라 적용 규칙들의 구성과 적용 우선순위를 조정하는 기능을 구현하는 기능 등을 담았다.



(그림 3) 상황 인식 추론 시스템 구성도

넷째, 추론 결과 관리 및 서비스 시스템 전송 기능은 상황정보와 추론 규칙에 따른 추론 결과를 의미적으로 관리, 각 서비스 별 추론 결과를 각 서비스 번들로 전송 및 컨텍스트 매니저의 온톨로지 갱신, 각 사용자 별 Session·task·sub task 등의 정보를 전송하는 등의 기능 등을 담았다.

다섯째, 상황에 따라 규칙 기반 재추론 수행기능은

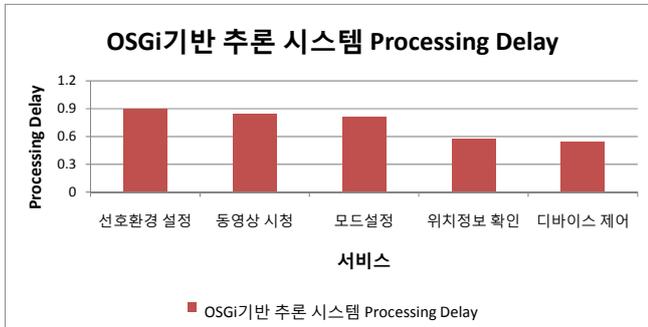
규칙을 통해 온톨로지 인스턴스들의 관계성 재연산, 부족한 상황정보를 규칙기반의 재추론 수행하는 등의 기능 등을 담았다.

#### 4. 실험

제시한 추론기법을 OSGi 를 도입하여 번들(Bundle) 형태로 구현하였다. 구현된 OSGi 기반 미들웨어의 동작을 실험하기 위해 에뮬레이터 환경을 구성하였고, 테스트를 위해 에뮬레이터 상에서 사용자가 서비스를 요청하였을 때, 서비스 요청이 입력된 시간부터 서비스가 실행되어 에뮬레이터로 전송되기까지의 시간을 측정하였다. 에뮬레이터에서의 서비스는 u-City 에서 가능한 선호환경 설정, 동영상 시청 서비스, 모드설정, 위치정보확인, 디바이스 제어 등의 형태로 구분하였다.

<표 1> 서비스에 대한 추론 시스템의 Processing Delay 테스트

사용자 수	OSGi 기반 세션제어 시스템 Delay(s)
1 명	0.901
2 명	0.942
3 명	0.997
4 명	1.031
5 명	1.072



(그림 4) 서비스에 대한 OSGi 기반 추론 시스템의 Processing Delay 테스트

표 1 은 실험을 통하여 처리 시간(Processing Delay)의 평균값을 구한 것을 보여준다. 표의 데이터에 따르면 선호환경, 동영상 시청, 모드설정 등 Priority 와 Device Level, Intelligence Level 등의 추론에 필요한 인스턴스(Instance)와 클래스(Class)가 많이 요구되는 서비스의 경우에는 사용자가 직접 디바이스를 제어하여 명령하거나 플랫폼자체에서 제공하는 위치정보 확인 서비스에 비해 약간 더 많은 Delay 를 가지는 것을 볼 수 있었다. 따라서, 좀 더 신속한 서비스 제공을 위해서는 가능한 조건 아래서 서비스에 필요한 인스턴스와 클래스를 최적화 하여 구성하는 것이 유용할 것이라 예상된다.

#### 5. 결론

향후 u-City 에서는 상황인식 서비스가 주요서비스

로 부각될 것이다. 일상 주변의 주요 사물 및 장치는 주변상황 인식 능력 및 커뮤니케이션능력을 갖게 될 것이다. 주변의 많은 사물들이 상황인식을 함으로써 다양한 맞춤형 서비스가 생성될 것이다. 그러나 상황인식 장치의 다양성은 많은 상황정보 배출과 다양한 상황이 발생하게 되면 상황 인식 시스템의 추론시스템의 새로운 상황에 빠르게 대처해야 할 것이다. 본 논문에서 추론시스템의 모듈화를 통해 시스템의 컴퓨팅을 분산시키는 방안을 제시하고자 하였다. 인스턴스와 클래스의 최적화 구성하여 모듈화된 시스템의 컴퓨팅의 분산을 통한 서비스 제공이 이루어진다면 보다 신속한 서비스 제공이 예상된다.

#### Acknowledgement

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(CR070019)과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터(홈네트워킹연구센터) 육성지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- [1] 임규관, 김지선 “u-City 인프라로서의 u-City 운영 센터 및 플랫폼” TTA Journal No.112, 2007
- [2] 김은정, 이정환 “u-City 방법론 및 미들웨어” TTA Journal No.112, 2007
- [3] Gregory Biegel and vinny Cahill, "A Framework for Developing Mobile, Context-aware Security Architecture for Emerging Applications" IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications(PerCom), 2004
- [4] T. Gu, H. K. Pung and D. Q. Zhang, "Toward an OSGi-Based Infrastructure for Context-Aware Applications" IEEE Pervasive Computing, 2004