

홍수 상황인지 처리를 위한 상황 데이터 분석 및 온톨로지 기반 모델링

변인선*, 이용주*, 이선휘*, 김정민**
삼성에스디에스*, 서울대학교**

Context Data Analysis and Ontology-based Context-aware Modeling for Flood Monitoring

InSun Byun*, YongJoo Lee*, Seonhyui Lee*, Jungmin Kim**
Samsung SDS*, Seoul National University**

Abstract - u-City(Ubiquitous city)는 유비쿼터스 컴퓨팅과 정보통신 기술을 기반으로 다양한 u-서비스(Ubiquitous service)를 제공하는 도시이다. u-서비스를 제공하기 위해서는 시스템이 주변 상황(Context)을 인지하여 사용자와 상호작용을 지원하는 상황인지 기술이 중요하다. 최근 상황인지(Context-aware) 기술은 지능형 회의실이나 스마트 홈을 개발하기 위하여 활발히 적용되고 있으나, 광범위한 도시공간을 대상으로 하는 u-서비스를 구현하기 위한 연구는 미진한 실정이다. 본 논문에서는 홍수 모니터링 서비스를 대상으로 온톨로지 기반의 홍수 상황인지 모델을 제안한다. 모델설계를 위해 현재의 홍수 모니터링 시스템을 분석하여 요구사항을 도출하고 홍수 모니터링 시나리오를 작성하였다. 상황 데이터를 분석하고 상황 데이터 수집을 위한 센서(Sensor) 온톨로지(Ontology)를 설계하였다. 다음으로 센서 온톨로지를 통해 수집한 상황 데이터를 추론하여 적절한 서비스를 제공하기 위한 홍수 상황인지 모델을 설계하였다. 제안한 모델은 향후 다양한 u-서비스를 설계하고 구현하는데 응용모델로 활용할 수 있을 것이다.

1. 서 론

u-City는 유비쿼터스 컴퓨팅과 정보통신 기술을 기반으로 도시 전반의 영역(공간, 사물, 인간, 서비스 등)을 융합(Convergence)하여 통합되고(Integrated) 지능적이며(Intelligent) 스스로 혁신되는(Innovative) 도시로 정의할 수 있다. 즉, 장소나 시간에 구애받지 않고 원하는 정보나 기능을 얻을 수 있는 수 있는 환경을 의미한다[5].

u-City에서는 RFID, GPS, LBS, USN 등의 u-기술 및 유무선 통신망과 같은 인프라를 도시공간에 구현함으로써 교통, 환경, 보건·복지, 방범·방재, 시설물관리, 문화·관광, 교육, 행정 등의 다양한 분야에 u-서비스(Ubiquitous service)를 제공한다[5]. u-서비스는 기존의 수동적인 서비스에서 벗어나, 다양한 센서로부터 데이터를 수집하고 해석하며 추론하는 과정을 통하여 사용자의 실행 명령 없이도 자동적으로 실행되는 서비스를 의미한다.

이러한 지능화된 서비스를 제공하기 위해서는 서비스에 연관된 사용자, 디바이스, 환경 등에 대한 상황(Context)을 시스템이 인식하고 이를 기반으로 사용자와 상호작용을 지원하는 상황인지 기술이 중요하다. 최근 상황인지 기술은 지능형 회의실(Intelligent meeting room)과 스마트 홈(Smart home) 분야에의 적용이 활발히 연구되고 있으나 시설물 관리, 방범·방재, 환경 등과 같이 광범위한 도시공간을 대상으로 하는 u-서비스 분야의 적용에 관련한 연구는 미진한 실정이다[4][7].

도시공간의 u-서비스들 중에서도 태풍이나 국지성 집중호우로 인한 피해가 증가함에 따라 홍수 모니터링 서비스의 중요성이 높아지고 있다. 현재 운영되고 있는 홍수 모니터링 시스템은 일종의 자동화시스템으로 홍수 예측을 통한 예·경보 발령에 초점이 맞추어져 있어 예측이 어려운 국지성 집중호우의 경우 관계기관으로의 상황전파나 도로통제 및 우회도로 안내와 같은 상황대응이 신속하게 이루어지지 못하는 경우가 있다. 따라서 집중호우로 인한 피해를 줄이기 위해서는 홍수가능성을 예측할 뿐만 아니라 나아가 상황에 맞는 대응책을 능동적으로 실행하는 지능화된 홍수 모니터링 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 지능화된 홍수 모니터링 시스템 구현을 위하여 온톨로지 기반의 홍수 상황인지 모델링을 제안한다. 기 구축된 홍수 모니터링 시스템을 분석하여 요구사항을 도출하고 이를 토대로 홍수 모니터링 시나리오를 작성하였다. 홍수상태를 인지하는데 필요한 상황 데이터를 분석하고, 분석한 상황 데이터 수집을 위한 센서 온톨로지를 설계하였다. 그리고 센서 온톨로지를 통해 수집한 상황 데이터를 추론하여 적절한 서비스를 제공하는 홍수 상황인지 모델을 설계하였다. 제안한 온톨로지 기반의 홍수 상황인지 모델은 향후 다양한 u-서비스를 설계하고 구현하는데 응용할 수 있는 참조모델로 활용할 수 있을 것이다.

2. 본 론

2.1 홍수 모니터링 시나리오

온톨로지 기반 홍수 상황인지 모델을 설계 시에는 구체적인 활용 시나리오를 우선적으로 고려해야 한다. 상황을 인지하고 서비스를 제공하기 위해서는 현실의 공간을 가상의 공간으로 표현해야 한다. 이때 현실 세계에서 일어나는 현상들을 가상공간으로 표현하기 위하여 구체적인 시나리오가 필요하다. 본 장에서는 여름철 집중호우가 발생하였을 경우 홍수 예상지역을 판단하고 단계별로 적절한 서비스를 실행하는 홍수 모니터링 서비스 시나리오를 소개한다.

- 2008년 7월 16일 서울지역에 집중호우가 내리기 시작한다.
- 관제시스템은 강우센서에서 수집한 시우량이 30mm, 12시간 동안의 누적우량 80mm를 초과하자 “홍수Warning”알람이 발생하고 하천감시원에게 “홍수준비체제” SMS를 전송한다.
- 한강 범람을 확인하기 위해 지식DB(Knowledge Database)의 수위 DB에서 여름철 평균수위, 홍수경계수위 및 위험수위를 검색하고 수위센서로부터 수집한 수위와 비교한다.
- 한강대교의 수위가 6m를 초과하자 “한강시민공원 침수주의” 알람이 발생하고 지식DB의 지형데이터(GIS)를 검색하여 디스플레이하고 시민 및 시설물 대피 방송을 한다.
- 한강대교의 수위가 홍수경계수위 8.50m를 초과하자 “저지대 침수경보”알람이 발생하고 지식DB의 침수실적DB에서 저지대 및 상습침수지역을 검색한다.
- 기상청으로부터 서울 예상강우량을 검색하여 시간 별 침수가능지역을 산출하고 지도에 표시한다. 담당공무원 “홍수비상체제 근무돌입” SMS를 전송하고 침수가능지역 주민에게 SMS를 전송한다.
- 한강대교의 수위가 위험수위 10.50m를 초과하자 “저지대 침수” 알람이 발생하고 도로 전광판에 도로와 교량 통제 및 우회도로 안내를 디스플레이하고, 빗물 펌프장을 가동시킨다.

2.2 상황 데이터 분석 및 센서 설계

2.1에서 정의한 시나리오의 서비스를 제공하기 위해서는 먼저 상황을 인지할 수 있는 방법이 필요하다. 즉 주변에 있는 다양한 센서와 어플리케이션으로부터 받은 가공되지 않은 데이터(Raw data)를 상황정보로 표현하기 위한 방법이 정의되어야 한다. 본 논문에서는 추론이 용이하고 이기종의 어플리케이션 간 호환성도 높은 온톨로지를 사용한 상황인지 모델링 방법을 활용하였다. 온톨로지는 개념 및 개념들 사이의 상관관계를 기술하는 도구로써 상황정보를 표현하고 공유하기 위한 어휘 및 용어를 제공한다. 시나리오에서 집중호우와 이에 따른 홍수상황을 해석하는데 필요한 상황 데이터는 관측 년, 월, 일, 계절, 관측소 위치, 서울의 강수량, 서울의 예상강수량, 한강수위, 홍수경계수위, 위험수위, 평균수위, 지형, 상습침수구역으로 정의된다.

데이터는 센서를 통해 입력되거나 수집(Sensing)되므로 홍수 시나리오의 상황 데이터를 수집하기 위해 필요한 센서 유형은 <표 1>과 같다.

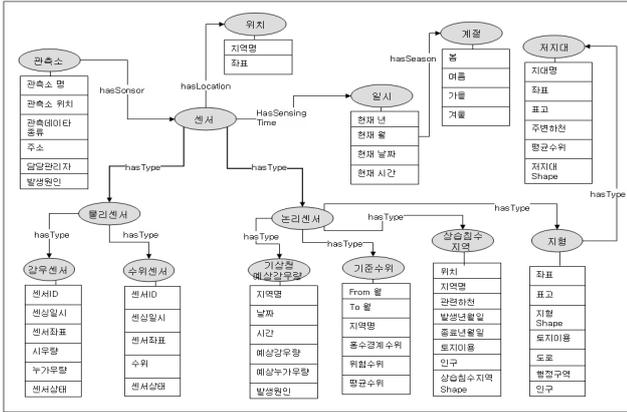
<표 1> 센서 유형

물리센서	논리센서
강우센서	지식DB의 수위DB
	지식DB의 침수실적DB
수위센서	지형(GIS) DB
	기상청 예·특보DB

센서는 물리(Physical)센서와 논리(Logical)센서로 구분하며 물리센서는 대부분의 하드웨어 센서로 강우센서, 수위센서, 조도, 온도, 습도 등의 물리적인 형태의 정보를 수집한다. 시나리오에서 서울지역 강우량과

하천의 수위 데이터는 관측소에 설치되어진 강우센서와 수위센서로부터 입력된다. 웹 서비스나 다른 정보 시스템(Information system)으로부터 수집되는 정보들이 주로 논리센서를 통해 얻어지는 상황정보이며 시나리오에서는 관제시스템의 지식DB, GIS DB, 기상청의 예·특보DB와 인 터페이스 하여 필요한 상황 데이터를 수집한다.

센서를 통해 수집된 상황 데이터 중에서 동일한 성격을 지닌 데이터는 클래스(Class)로 그룹핑(Grouping)된다. 예를 들면 관측 년, 월, 일, 계절 상황 데이터는 "일시" 클래스로, 홍수경계수위, 위험수위, 평균수위는 "기준수위" 클래스로 정의된다. 또한 클래스는 속성(Property)을 통해 필요한 값(Value)을 가지고 연관성을 통해 다른 클래스들과 상관관계(Relation)를 형성한다. <그림 1>은 홍수 상황 데이터의 클래스 구성과 정의된 클래스의 속성 및 클래스 간 관계를 보여준다.



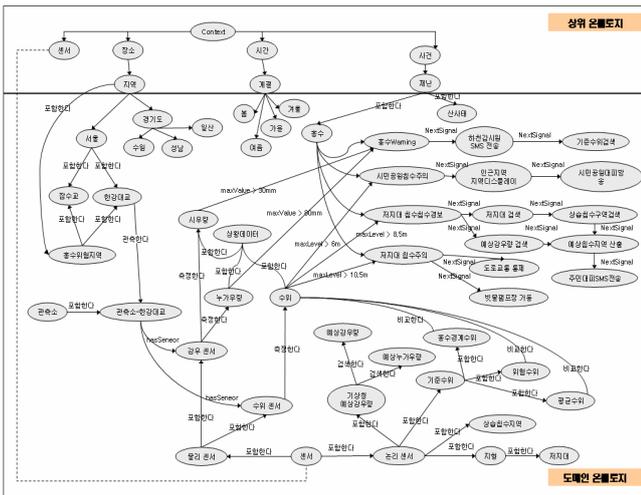
○ : 클래스(Class) □ : 속성(Property) → : 관계(Relation)

<그림 1> 센서 온톨로지

"강우센서" 클래스의 경우 센서ID, 센싱일시, 센서좌표, 시우량, 누가우량, 센서상태를 속성으로 가지고 있다. "강우센서", "수위센서"는 "물리센서" 서브클래스로, "물리센서"는 "센서" 클래스의 서브클래스로 모델링 되었고, 클래스들 간의 관계는 "hasType"으로 정의되고 있다.

2.3 온톨로지 모델링

하위단계(Low level)의 센서정보를 온톨로지 기반 상황정보로 모델링하여 상위단계(High level)의 상황정보로 변환함으로써 상황인지 서비스를 제공할 수 있다. 홍수 상황정보를 표현하기 위한 온톨로지 모델은 <그림 2>와 같은 구조를 가진다.



○ : 클래스(Class) → : 관계(Relation) : 동일(sameAs)

<그림 2> 홍수 상황인지 온톨로지 모델

홍수 모니터링 온톨로지 모델은 두 개의 레이어로 설계되었다. 상위(Upper) 온톨로지는 도메인에 독립적인 상위 레벨의 온톨로지로서 여기에 표현된 개념들은 여러 도메인 분야에서 일반적으로 표현되는 보편적인 개념을 정의한다. 공통된 상위 상황정보는 상황 인지 응용에서 필요로

하는 기본 요소를 최상위 클래스인 "Context" 클래스에서 상속받아 "장소", "시간", "사건", "센서"의 4개 클래스로 정의하였다.

도메인(Domain) 온톨로지는 특정 관심 분야의 개념을 상세화하고 도메인 중심의 관점에서 개념과 개념 간의 관계를 표현한다. 따라서 홍수 모니터링 시나리오의 구체적인 내용은 도메인 온톨로지로서 다루어진다. 도메인 온톨로지는 명사 온톨로지와 동사 온톨로지로 표현할 수 있는데 명사 온톨로지는 개념을 포함하고, 동사 온톨로지는 동사형의 단어를 계층구조로 모델링하여 일정한 상황이 발생했을 경우 상황을 추론하여 알맞은 서비스를 제공할 수 있게 한다. 홍수 상황인지 온톨로지 모델을 구성하는 키워드(Keyword)는 <표 2>와 같다.

<표 2> 홍수 상황인지 온톨로지 키워드

구분	온톨로지
동사 온톨로지	서울, 지형도, 한강, 한강대교, 관측소, 여름철, 집중호우, 시우량, 누가우량, 범람, 수위, 홍수경계수위, 위험수위, 평균수위저지대, 상습침수지역, 예상강우량, 예상침수지역, 시민공원, 빗물펌프장
명사 온톨로지	포함한다, 관측한다, 측정한다, 검색한다, 비교한다, 초과한다, 발생시킨다, 전송한다, 디스플레이한다, 실시하다. 방출한다, 산출한다, 통제한다, 가동시킨다.

온톨로지 모델은 상황 데이터에 대한 처리 로직을 표현한다. 시나리오에서 시우량이 30mm를 초과한 경우 홍수Warning 발생하는 규칙을 "시우량", "maxValue > 30mm", "홍수Warning"으로 개념화하였다.

3. 결 론

향후 u-City에는 주요 사물 및 장치 상호간 커뮤니케이션하고 주변 상황을 인지하는 능력을 가진 상황인지 기술 기반의 u-서비스가 주요 서비스로 부각될 것이다. 그리고 이러한 지능화된 사물 및 장치간의 커뮤니케이션을 통해 사용자는 상황에 적절하고 유용한 서비스를 편안하게 제공 받을 수 있을 것이다.

본 논문에서는 이러한 홍수 모니터링 서비스를 위한 상황 데이터를 분석하고 온톨로지 기반 모델을 제안하였으며, 홍수모니터링 서비스에 대한 요구사항 분석을 통해 시나리오 도출 및 센서로부터 얻어지는 상황 데이터를 분석하여 센서 온톨로지를 설계하였다. 다음으로 센서정보를 온톨로지 기반 상황정보로 모델링하여 상위단계 상황정보로 변환하는 상황인지 모델을 설계하였다. 제안한 홍수 상황인지 모델은 향후 홍수모니터링 시스템뿐만 아니라 기타 u-서비스 구현 시 참조모델로 사용될 수 있을 것이다.

[감사의 글]

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

[참고 문헌]

[1] M. Baldauf, S. Dustdar, F. Rosenberg, "A survey on context-aware system", Int. J. Ad Hoc and Ubiquitous Computing, Vol.2, pp.263-277, 2007
 [2] B. A. Truong, Y. K. Lee, S. Y. Lee, "Modeling uncertainty in context-aware computing", 4th Annual ACIS International Conference on Computer and Information Science, South Korea, Jeju, 2005, pp.676-681
 [3] 김형선, 김현, 문에경, 조준민, 홍충성 "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 Event Driven 상황정보 모델링 및 서비스 구현", 한국 인터넷 정보학회, 7권, pp.12-21, 2006
 [4] 박세현, "유비쿼터스 홈을 위한 상황인지 서비스 기술", TTA저널, No.99, pp.55-60, 2005
 [5] 이병철, 이용주, "u-City 사업모델과 u-서비스", TTA저널, No.112, pp.72-82, 2007
 [6] 이승철, 김치수, 임재현, "의도추론의 모호성 해결을 위한 온톨로지 기반 상황해석 구조의 설계 및 구현", 한국컴퓨터종합학술대회, Vol.34, pp.208-213, 2007
 [7] 임신영, 허재두, "상황인식 컴퓨팅 응용 기술동향", 전자통신동향분석, 19권, pp.31-40, 2004