

규칙과 온톨로지를 이용한 상황정보 표현^{1*}

고영철, 손주찬

한국전자통신연구원 지능형로봇연구원

e-mail : gycmh@somewhere.sck.ac.kr

Context Information Modeling using Rules and Ontology

Young Cheol Go, Joo-Chan Sohn
Intelligent Robot Research Division, ETRI

요 약

유비쿼터스 환경에 대한 관심이 증대되면서 주변상황을 인식(context-awareness)하여 적응적으로 서비스를 제공하기 위한 연구들이 증가하고 있다. 본 논문은 이러한 연구중의 하나로써, 규칙과 온톨로지를 이용하여 주변상황인식을 위한 상황정보 표현 방법을 제시한다. 기존의 상황인식을 위해 각 컴포넌트간의 프로토콜 및 인프라의 중첩을 둔 연구들과 달리 본 논문은 실제 상황인식에 필요한 정보들을 정의하고 이를 적용하여 최적의 서비스 제공을 위한 기반을 제시한다. 상황을 기술하고 있는 규칙베이스를 이용하여 주변상황을 개념화하고, 개념 및 기타 시스템에 필요한 정보는 온톨로지를 이용하여 표현한다.

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification), DMB(Digital Multimedia Broadcasting), 홈네트워크(Home Networks) 및 텔레매틱스(Telematics), 이러한 용어들은 현재 신문이나 TV 뉴스를 통해 많이 언급되고 있다. 이러한 용어들이 추구하고자 하는 목표는 보다 편리하고 양질의 서비스를 제공하는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경의 구현이다. 현재 정보기술 환경은 유비쿼터스환경으로 빠르게 변화하고 있다.

'유비쿼터스'는 통신·반도체·소프트웨어 등 각 분야에서 축적되어 온 첨단기술이 표준화되고 저렴해지면서 우리도 모르는 사이 첨단 기술의 혜택을 값싸고 쉽게 누리게 되는 흐름이라고 말할 수 있다.

또한, 유비쿼터스(Ubiquitous)[1]란 라틴어로는 '편재하다(보편적으로 존재하다)'라는 의미로서, 지금처럼 책상 위 PC의 네트워크화뿐만 아니라 휴대전화, PDA, 자동차 네비게이터 등의 휴대용 단말기, TV, 게임기 등의 가전기기, 센서 등 PC가 아닌 모든 전기가기가 네트워크로 연결되어 언제, 어디서나, 누구나 저렴한 비용으로 대용량의 통신망을 사용하여 커뮤니

케이션 할 수 있는 것을 가리킨다

유비쿼터스 환경에서 사용자가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 위치한 곳에서 서비스를 이용하거나 받기 위해서는 유비쿼터스 센서 네트워크(USN), 정보가전 기술, 정보 콘텐츠 등의 다양한 유비쿼터스 컴퓨팅 기반의 이용이 필요하다. 또한, 유비쿼터스 환경에서 시스템은 사용자가 위치한 주변 상황에 대하여 인식(context-awareness)하고 판단할 수 있어야 한다.

현재 주변상황 인식을 위한 유비쿼터스 센서 네트워크의 주된 연구동향은 주로 센서 네트워크의 프로토콜 및 센서 네트워크 운영을 위한 인프라에 초점이 맞춰져 있다. 각 센서간의 통신 및 이를 통합하는 시스템간의 연동을 위한 프로토콜과 통합 운영을 위한 인프라 구축은 중요한 이슈이며 이에 대한 연구는 선행되어야 한다.

그러나, 많은 연구에서 제시된 결과물을 실제 운영하는 데 필요한 물리적 환경을 묘사하기 위한 연구는 상대적으로 미진한 편이다.

주변 상황 인식을 위해서는 실제의 물리적 환경은

¹ 본 연구는 정보통신부의 선도기술개발사업인 'URC 기술 개발' 일환으로 수행되었음

시스템이 인지할 수 있도록 표현되어야 한다. 이러한 과정에서 물리적 환경을 모두 표현하는 것은 많은 시간과 세심한 주의를 요하는 지루한 작업이다. 또한, 물리적 환경은 객관적인 사실이지만, 시스템을 이용하는 개별 사람의 주관성도 고려해야만 하는 어려움이 있다.

본 연구에서는 주변상황 인식에 필요한 주변의 물리적 환경(physical environment)만을 대상으로 하여 상황인식에 필요한 물리환경을 기술하고 표현하는 방법 제공에 목적을 둔다.

본 논문에서는 주관적인 정보표현은 배제하고, 객관적인 물리환경 묘사에만 초점을 둔다. 물리적 환경은 규칙의 형태로 특정한 물리적 조건에 대하여 해당하는 일반적인 사항을 기술해준다. 이렇게 작성된 물리환경을 묘사하는 규칙들 중 비슷한 물리환경을 묘사하는 것을 한 그룹으로 판리한다.

물리환경을 규칙이라는 지식표현 방법만으로 모두 표현하기에는 어려움이 있다. 따라서, 규칙으로 표현하기 어려운 물리환경 정보는 온톨로지를 이용하여 표현한다. 온톨로지로 표현된 정보는 규칙을 작성하면서 참조되어, 규칙과 온톨로지의 상호 보완이 가능하다.

본 연구에서 규칙과 온톨로지를 통해 표현되는 상황정보는 상황인식을 필요로 하는 모든 분야에서 사용가능 하다. 그러나, 본 논문에서는 구체적인 적용 분야를 지능형로봇서비스 제공에 필요한 상황인식으로 한정한다.

상황정보, 물리환경 등은 향후 컨텍스트(Context)란 용어로 동일하게 기술하며, 의미의 구분이 필요한 경우에는 문맥에 맞게 해당 용어를 직접 써준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 상황정보 표현에 필요한 요구사항을 다룬다. 3 장에서는 규칙베이스, 온톨로지를 이용한 물리환경 표현에 대하여 기술하면서, 규칙을 통한 상황정보 표현과 이를 이용한 상황인식 등을 포함한다. 마지막으로 결론을 내리고, 미진한 부분에 대한 향후 연구과제 등을 언급한다.

2. 상황정보 처리를 위한 요구사항

“주변상황인식을 위해서는 주변상황변화에 따른 정보변화를 계속 수집하고, 수집된 정보를 해석하는 과정이 필요하다. 주변상황 정보는 주로 센서를 통해 입력을 받는다. 센서가 발생한 데이터들은 특정한 모듈로 전송되고, 데이터를 전송 받은 모듈은 내부 연산을 통해 해당 데이터에 해당하는 정보로 해석된다.”

이상은 상황처리 인식을 위한 일반적인 과정을 기술한 것이다. 앞서 제시한 일반적인 상황인식 처리를 위해서 필요한 시스템 구성은 다음과 같다.

- 상황정보 수집모듈
- 상황정보 해석모듈

- 컨텍스트 정보
- 해석결과 이용 모듈

이상에서 제시한 구성요소들에 대해서, 개략적인 기능 및 요구사항을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 상황정보수집모듈은 주변상황정보를 획득하여 해석모듈에 전송하는 역할을 한다. 상황정보의 수집은 주로 센서를 이용하게 된다. 센서의 동작방식은 상황변화에 따른 이벤트가 발생하면 데이터를 생성하는 방식과 지속적으로 상황정보를 발생하는 방식으로 나눌 수 있다. 이벤트 발생 방식은 사람, 장치 등이 위치를 이동하는 상황의 변동에 대하여 이벤트를 발생하는 등, 이벤트가 발생하여 연속적인 측정이 의미가 없는 경우에 사용된다. 지속적으로 상황정보를 발생하는 방식은 온도, 습도 센서 등으로, 변화하는 물리환경을 센싱하는 경우이다. 양 방식 모두 일단 센서가 데이터를 발생하면 발생된 데이터는 해석모듈에 전송되어야 한다.

센서는 센싱된 데이터 직접 해석모듈에 전송할 수 있거나, 센서 자체적으로 데이터를 전송할 수 없는 경우 센서가 발생한 데이터를 의미 해석 모듈로 전달하는 모듈이어야 한다.

둘째, 상황정보수집모듈에서 전송한 데이터를 해석하는 모듈이 필요하다. 이 모듈에는 추론엔진을 기반으로 구성될 수 있다. 입력된 물리환경 데이터를 추론을 통해 정의된 상황으로 인식하는 과정을 수행한다. 이때, 시스템 내에는 입력된 물리환경에 대응하는 모델링된 상황이 있어야 한다.

셋째, 상황정보수집모듈에서 전송한 데이터 해석을 위해서는 해석모듈에서 참조할 수 있는 물리환경을 기술하고 있는 정보 표현 매개체가 필요하다. 이 정보를 이용하여 해석모듈은 전송된 데이터에 맞는 상황을 인식하게 된다. 정보 표현 표현을 위한 방법은 많이 있으나, 향후 모듈간의 호환성을 위해서는 온톨로지를 사용하는 것이 좋다.

넷째, 해석 모듈에서 해석된 정보를 이용하는 모듈이 필요하다. 이 모듈은 상당히 많은 부분을 포함할 수 있다. 해석모듈에서 도출된 결과를 이용하여 바로 서비스를 제공할 수도 있으며, 혹은 앞 모듈의 결과를 서비스 제공에 필요한 판단의 입력으로 사용할 수도 있다.

본 논문에서는 셋째 부분에 해당하는 물리환경을 모델링하는, 컨텍스트 정보를 표현하고 있는 매개체에 대해서만 기술한다.

3. 규칙베이스와 온톨로지를 이용한 상황정보 처리

3.1 컨텍스트 개념화

컨텍스트 개념화란 각종 센서 및 정보저장소에서 수집된 주변 상황을 단순하게 묘사하거나 지시하는 데이터를 서비스 수행을 위한 의사결정 시에 필요한 상황정보로 변환하는 과정을 말한다. 유비쿼터스 환

경에서 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 현실 세계를 직접적이며 구체적으로 묘사하는 상황정보가 필요하다. 그러나, 수집된 수치로 나타나는 온도, 습도 등의 컨텍스트 데이터는 상황을 단편적으로 나타낼 뿐 서비스 수행에 필요한 의사결정에 사용하기에는 데이터가 내포하고 있는 정보량의 수준이 낮다. 따라서, 로봇서비스 수행을 극대화하기 위해서는 수집된 컨텍스트 데이터에 대한 적절한 가공이 선행되어야 한다. 이러한 과정을 컨텍스트 개념화라고 정의한다.

컨텍스트 개념화의 처리과정의 목표는 수집된 컨텍스트 정보를 서비스 수행을 위한 의사결정의 참조자료로 사용할 수 있도록 가공하는 것이다. 개념화 처리과정을 통해, 센서로부터 전송된 물리환경 데이터는 의사결정의 중요한 참조자료로 가공된다.

3.2 컨텍스트 개념어휘 및 기준

컨텍스트 개념화를 위해서는 각 상황에 맞는 컨텍스트 개념어휘의 정의가 선행되어야 한다. 개념어휘들은 현실 상황을 묘사하며, 이 개념어휘만으로 물리적 상황에 대한 정보를 제공할 수 있어야 한다.

또한, 정의된 개념어휘는 해당하는 상황을 묘사하는 컨텍스트 데이터 값과 쌍으로 존재해야 한다. 예를 들면, 컨텍스트 데이터 값이 온도로 35 도인 경우 “매우덥다” 라는 식으로, 개념어휘와 컨텍스트 데이터 값은 함께 존재해야 한다.

그러나, 현실적으로 모든 상황을 인식하는 개념어휘와 이에 따른 환경정보를 묘사하는 것은 상당한 시간을 요하는 작업이다.

따라서, 본 연구에서는 일상생활에서 많이 사용되며 쉽게 접할 수 있는 환경상황 중에서 온도, 습도, 공기오염도, 조도, 소음 등에 대하여 컨텍스트 개념어휘와 이에 대한 환경기준을 설정하였다.

컨텍스트에 대한 개념어휘는 지역, 계절, 개인의 기호 등에 무관하게 정의할 수 있다. 즉, 정의된 개념어휘는 공통으로 어떠한 상황에서도 사용될 수 있다. 그러나, 정의된 개념어휘에 해당하는 컨텍스트 데이터 값은 지역, 계절, 개인의 기호 등에 영향을 받을 수 있다. 이러한 점은 규칙베이스를 작성할 때 참조되어야 한다.

추가로 필요한 컨텍스트는, 필요할 때에 추가하여 반영하여도 전체 시스템에 영향을 주지 않도록 시스템은 설계되어 있다.

3.3 규칙베이스를 이용한 상황정보 표현

상황정보 처리를 위해서는 무엇보다도 필요한 것은 주변상황을 묘사하는 수단이 필요하다. 또한, 이 주변 상황을 묘사하는 수단으로부터 상황변화 정보를 추출할 수 있어야 한다.

본 논문에서 주변상황기술을 위해서 규칙을 사용한다. 작성된 규칙들은 규칙베이스로 관리된다. 규칙베이스는 여러 규칙셋의 조합으로 구성된다. 규칙셋은 동일한 역할을 하는 규칙들을 관리하는 논리적인 단위가 된다.

하나의 규칙셋에는 센서로부터 수집된 원시 컨텍스트 데이터로부터 추출될 수 있는 개념어휘들이 여러 규칙의 형태로 정의되어 있다. 예를 들면, 센서로부터 전송된 온도가 29 도라고 가정하면 이에 대하여 Hot(덥다)이라는 개념이 도출될 수 있도록 규칙이 정의되어 있다.

규칙에 정의된 개념 어휘는 두 종류로 나눌 수 있다. 각 종류의 개념어휘들이 정보량은 차이가 있다.

먼저, 센서가 전송한 원시 컨텍스트 데이터만으로 상황인식을 위한 개념어휘가 도출될 수 있다. 이렇게 도출될 수 있는 개념을 기본개념(Primitive Concept)이라고 한다. 이런 기본개념어휘들은 현재 물리환경에 바로 대응되며, 비교적 개관적인 사실만으로 정의된다.

다른 하나는 기본개념의 조합, 기본개념과 원시 컨텍스트 데이터의 조합으로 도출될 수 있는 것으로, 복합개념(Composite Concept)이라고 한다. 복합개념어휘들은 제공되는 서비스, 정의하는 사용자의 주관 등이 어느 정도 반영될 수 있다. 즉, 사용 용도에 맞게 주관적인 정보가 포함될 수 있다.

이상에서 언급한 개념들은 시스템에서 제공하고자 하는 서비스 수준 및 질을 고려하여, 정의하여 사용할 수 있다.

3.4 온톨로지를 이용한 상황정보 표현

규칙과 온톨로지 양분되어 컨텍스트는 표현된다. 온톨로지에는 규칙베이스로 표현하기 어려운 정보들이 기술된다. 규칙으로 표현하기 어려운 온톨로지로 표현되는 정보에는 사람, 장치(센서포함), 공간, 지역, 환경정보 등이 포함된다. 사람, 장치, 공간 등은 특정한 상황을 묘사하는 것이 아니라, 일반적인 사항들에 대하여 기술되는 형식이므로 규칙으로 표현하기에는 어려움이 있다. 또한 특정한 환경정보들, 예를 들면 공기오염원 등은 단순한 사실을 묘사하면서, 센서정보와 연관되므로 규칙에 포함시키지 않고 온톨로지에 포함시켜 표현한다.

규칙베이스에는 간단하게 규칙으로 상황에 따른 판단 기준만을 명시해 놓고 있다. 따라서, 이러한 기준을 넘어서는 정보는 규칙베이스로 표현하기에는 어려움이 있다. 따라서, 온톨로지를 이용하여 규칙베이스를 넘어서는 정보들은 따로 기술한다. 즉, 판단을 위한 규칙이 아닌 묘사를 위한 수단으로 온톨로지를 사용한다.

예를 들면, 장치에 대해서 기술하고 있는 온톨로지는 센서의 종류, 센서가 위치한 장소 등이 포함되어 있다. 이러한 정보는 온톨로지로 표현하는 것이 더 자연스럽다.

온톨로지로 정보를 표현하면, 타 시스템에서도 해당 정보를 참조할 수 있으므로 향후 타 시스템과 통합이 용이하다.

규칙을 작성할 때 규칙으로 표현하기 어려운 정보는 참조하는 해당 온톨로지의 URI 를 언급해주고, 규칙 추론엔진과 온톨로지 추론엔진을 연동하여 사용하

면, 각 정보 표현방법의 장점을 살리면서도 효율적으로 상황정보를 표현할 수 있다.

3.5 규칙 예

앞에서는 규칙과 온톨로지를 이용한 상황정보 묘사 방법에 대하여 기술하였다. 이러한 기술방법을 이용하여 실제적으로 컨텍스트 개념화를 위한 규칙과 온톨로지가 작성된다.

다음은 제시되는 규칙은 이상과 같이 작성된 규칙의 일부분이다.

제시된 규칙은 온도에 대한 것으로, 센서로부터 전송된 온도가 25 도 초과 30 도 이하이면 Hot, 20 초과 25 도 이하이면 Warm 이라는 개념이 도출된다. Prefix 로 사용된 device 는 device.owl 의 URI 를 지시하고 있어, 규칙 내에서 외부 장치(센서)에 대한 정보를 참조할 수 있다.

```
Prefix
device=http://etri.re.kr/context/device.owl

rule temperatureHot
  if Temperature(?sensorID,?온도값) and
     device:positionedAt(?sensorID,?spaceID) and
     [?온도값>25] and [?온도값 <= 30]
  then Hot(?spaceID);

rule temperatureWarm
  if Temperature(?sensorID,?온도값) and
     device:positionedAt(?sensorID,?spaceID) and
     [?온도값>20] and [?온도값<=25]
  then Warm(?spaceID);
```

4. 결론

본 논문은, 규칙베이스와 온톨로지를 이용하여 주변상황을 처리하는 구체적인 방법을 제시한다. 이것은 상황인식(context-awareness)의 필수적인 것으로 향후 실제적인 서비스 제공시에 이용될 수 있다.

제시된 컨텍스트 정보들의 틀은 어느 상황에서든지 이용가능하며, 향후 실생활에 적용시에는 실제적인 수치들의 변경에 의해 쉽게 이용될 수 있다.

작성된 규칙베이스를 적절히 조합하여 사용하면 지역화(localization) 문제를 해결할 수 있으며, 필요한 자원은 온톨로지를 이용하여 추가하면 향후 상황 변화에 유연하게 대응할 수 있다.

참고문헌

[1] 유비쿼터스 IT Korea Forum, "유비쿼터스 개념에 대한 기본적인 이해", <http://www.ukoreaforum.or.kr/ukorea/ubiquitous.html>

[2] A.k.Dey, "Context-Aware Computing : The CyberDesk Project.", Proc. of the AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, pp.51-54. Mar 1998

[3] Anand Ranganathan, Roy H. Campbell, "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments.", In ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference, 2004, Rio de Janeiro, Brazil, June 16-20, 2004

[4] Anind K. Dey, "Understanding and Using Context", Personal and Ubiquitous Computing, Special issue on Situated Interaction and Ubiquitous Computing, Vol.5, No1, 2001

[5] Korkea-aho, M. "Context-Aware Applications Survey", <http://www.hut.fi/~mkorkeaa/doc/context-aware.html>

[6] S. R. Oh, "IT based Intelligent Service Robot," RCV03 Invited talk, Las Vegas, Oct.26.2003

[7] Varol Akman, "The use of situation theory in Context Modeling," Computational Intelligence, Volume 12, Number 4, 1996