

사물인터넷 기반의 상황인지 서비스를 위한 프레임워크 설계

천 두 완*

목 차

요약	3.1 아키텍처 설계
1. 사물인터넷을 활용한 상황인지 서비스에 대한 이해	3.2 자원사용최소화를 위한 아키텍처 전략
1.1 사물인터넷 배경	3.3 센서 데이터 송/수신을 최적화하기 위한 아키텍처 전략
1.2 사물인터넷과 상황인지 서비스의 연관 관계	4. 결론 및 향후 과제
2. 상황인지 서비스 제공을 위한 요구사항	4.1 결론
3. 상황인지 서비스 제공을 위한 사물인터넷 프레임워크 아키텍처 명세	4.2 향후 과제
	참고문헌
	Abstract

요약

새로운 유형의 임베디드 컴퓨팅 디바이스와 무선 랜의 발달로 인하여 컴퓨팅의 영역이 직장, 가정부터 일반 생활까지 넓어지고 있다. 이런 트렌드는 사물 인터넷(Internet of Things, IoT) 환경의 발달을 가져오고 있다. 사물 인터넷 환경에서는 비싸지 않고 서로 연결되는 컴퓨팅 디바이스가 사용자의 다양한 작업을 자율적으로 지원한다. 이런 스마트 서비스를 개발하기 위해서는 컨텍스트 인지 컴퓨팅이 핵심 기술이다. 그러나 이런 서비스를 스마트하게 하기 위해서는 다양한 어려움이 있다. 대표적인 어려움으로는 다양한 컴퓨팅 환경, IoT 장비의 자원 제약사항, 다량의 IoT 장비로부터 생산되는 데이터, 컨텍스트 해석에 있어서의 다른 요구 사항 등이 있다. 이로 인하여 IoT 장비를 활용하여 스마트 서비스를 제공하는데에 어려움이 있다. 이런 상황을 해결하기 위하여 본 논문에서는 재사용 가능한 프레임워크를 제안한다.

표제어: 사물 인터넷, 컨텍스트 인지 서비스, 재사용 프레임워크

접수일(2012년 8월 26일) 수정일(2012년 9월 10일) 게재확정일(2012년 9월 12일)

* 숭실대학교 컴퓨터공학과, raphael.cheun@gmail.com

1. 사물인터넷을 활용한 상황인지 서비스에 대한 이해

1.1 사물인터넷 배경

사물인터넷(Internet of Things, IoT)이라는 용어는 1998년 매사추세츠공과대학(MIT)의 Auto-ID 랩에서 처음 등장했다. 이후 2005년 ITU-T에서 ‘The Internet of Things’라는 연차 보고서가 발표되면서 사물인터넷은 미래 정보기술(IT) 산업 혁명의 모든 구조를 담는 가장 기본적인 틀이 될 것임을 예고한 바 있다. 이 보고서에는 사물인터넷을 “세상에서 존재하는 모든 사물(things)을 네트워크로 연결해 인간과 사물, 사물과 사물 간에 언제 어디서나 서로 소통할 수 있도록 하는 새로운 정보통신 기반”이라고 정의했다.

즉, 사물인터넷은 명실상부한 유비쿼터스 공간을 구현하기 위한 인프라로 볼 수 있다[2, 8]. 이러한 유비쿼터스 공간은 특정 기능이 내재된 컴퓨팅 기기들이 환경과 사물에 심어져 환경이나 사물 그 자체가 지능화 되는 것부터 시작된다.

1.2 사물인터넷과 상황인지 서비스의 연관 관계

상황인지는 주변의 물리적 환경을 인지하고 그에 따라 적응하는 것을 의미한다[4, 5]. 서비스 사업의 성공 여부는 사용자에게 가장 적당한 콘텐츠를 얼마나 편리하게 볼 수 있도록 제공하는지에 따라 결정되는데, 적당한 콘텐츠를 찾아주는 가장 효과적인 방법 중 하나가 바로 사용자의 상황을 인지하여 그에 맞는 콘텐츠를 제공하는 것이다. 이미, 스마트폰과 같은 개인이 소지할 수 있는 모바일 디바이스가 발전함에 따라 위치 기반 서비스 등의 상황인지 응용 서비스에 대한 관심이 더욱 커지고 있다. 사물인터넷은 주변의 물리적 환경을 인지하기 위한 기술을 제공하는 것으로써, 개인 소지 모바일 디바이스보다 폭넓은 정보들을 얻을

수 있게 해준다[3, 6, 9].

따라서 본 논문에서는 사물 인터넷 기반의 상황인지 서비스 제공을 하기 위해 필요한 요구 사항을 식별하고, 이를 지원하는 재사용 프레임워크에 대한 설계를 제안한다. 그리고 제안한 프레임워크의 활용 예와 앞으로의 연구 방향에 대해서 논의한다.

2. 상황인지 서비스 제공을 위한 요구사항

상황인지는 일반적으로 세 가지 과정으로 이루어진 대[1, 6].

- 상황인지를 위하여 주변의 물리적 환경에 대한 센서 데이터를 수집하는 활동이다. 이는 센서 네트워크 분야 등에서 많은 연구가 이루어져왔다.
- 수집된 센서 데이터를 처리하는 부분이다. 센서 데이터 자체는 사용자에게 필요한 정보로 구성되어 있지 않기 때문에, 사용자가 식별할 수 있는 정보로 추상화하거나 추론하는 과정이 필요하다. 이 과정에서 인공 지능 분야 등에서 활용하고 있는 확률 기반 추론(베이지안 네트워크 등), 영상 인식 기법 등이 활용된다.
- 인지된 상황을 기반으로 서비스를 선택하거나 실행하여 원하는 콘텐츠를 제공하는 활동이다.

각 활동에서는 다음과 같은 품질 요구사항이 있다[7, 9].

- 자원 사용 최소화: 사물 인터넷을 구성하고 있는 전자 제품의 경우, 기존 사용자의 컴퓨터에 비해서 메모리, CPU 등이 제한적이기 때문에 이러한 자원들을 보다 효율적으로 활용하여야 한다.
- 센서 데이터 수신/송신 최적화: 센서 데이터를 처리하기 위해서는 일반적으로 중계 서버를 활용하는데, 이런 서버로 관련 데이터를 수신/송신 하는데 있어서 시간적인 성능 저하가 있을 수 있다. 이로 인하여 사용성이 낮아질 수 있다. 따라서 센서 데이터의 수신/송신 과정에서의 성능이 최적화될 수 있도록 해야 한다.

3. 상황인지 서비스 제공을 위한 사물인터넷 프레임워크 아키텍처 명세

3.1 아키텍처 설계

기능 요구사항을 기반으로 그림 1과 같이 사물인터넷 장치에 들어가는 IoT Device Agent 패키지와 중계 서버 역할을 하는 IoT Management Server 패키지가 식별되고, 각각의 컴포넌트가 식별된다.

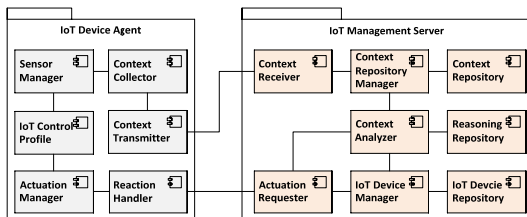


그림 1. 구조적 아키텍처

Fig. 1. Structural View of the Framework

IoT Device Agent 패키지는 다음과 같은 6가지 컴포넌트로 구성된다.

3.1.1 Sensor Manager

Sensor Manager는 사물인터넷 장비에 있는 센서들을 제어하기 위한 컴포넌트이다. 그러므로 센서를 초기화하여서 동작시키거나, 센서로부터 센서 값들을 가져오거나, 센서를 정지시킬 수 있다. 이런 일련의 과정들은 자원 최소화를 하기 위한 아키텍처 전략에 따라 설계되어야 한다.

3.1.2 Actuation Manager

Actuation Manager는 사물인터넷 장비에 있는 액추에이터를 제어하기 위한 컴포넌트이다. 액추에이터는 센서와 달리 사물인터넷 장비의 동작을 지원하는 컴포넌트이다. 이 역시 액추에이터를 초기화하여서 동작시키거나, 액추에이션 결과를 가져오거나, 액추에이션을 정지시킬 수 있다, 이런 일련의 과정들은 자원 최소화

를 하기 위한 아키텍처 전략에 따라 설계되어야 한다.

3.1.3 IoT Context Profile

IoT Context Profile은 아키텍처 전략에 따른 설정값을 가지고 있는 프로파일로써, 자율적으로 업데이트되거나, 전문가에 의해서 업데이트 될 수 있다.

3.1.4 Context Collector

Context Collector는 외부 컴포넌트로부터 센서 데이터 수집 요청을 제어하기 위한 컴포넌트이다.

3.1.5 Context Transmitter

Context Transmitter는 센서 데이터의 전송을 제어하는 컴포넌트로써 IoT Management Server와 연결을 관리하여야 한다. Reaction Handler는 IoT Management Server로부터 전송되는 액추에이션 요청을 제어하기 위한 컴포넌트이다.

3.1.6 IoT Management Server

IoT Management Server는 다음과 같은 8가지 컴포넌트로 구성된다.

Context Receiver는 IoT Device Agent로부터 전송된 컨텍스트를 받아서 다른 컴포넌트로 보내는 역할을 한다. 반대로, Actuation Requester는 최종적으로 결정된 액추에이션에 대한 요청을 IoT Device Agent로 보내는 역할을 한다. 일반적으로 하나의 IoT Management Server가 하나 이상의 IoT Device Agent를 다루기 때문에 이를 처리할 수 있도록 설계되어야 한다.

Context Repository는 수집된 컨텍스트를 저장하는 공간으로써, 과거 컨텍스트 추론이나 미래 컨텍스트 추론을 위한 자료로 활용된다. Context Repository Manager는 이런 저장소에 접근하기 위한 인터페이스를 제공하고 있는 컴포넌트이다.

IoT Device Repository는 사물인터넷 장비 정보를 관리하고 있는 저장소이다. 오로지 등록된 사물인터넷 장비만 관리할 수 있다. 즉 사물인터넷 장비에 접근하

여 필요한 정보를 가져오거나 요청을 하려면 사물인터넷에 접근할 수 있는 정보(예를 들어 블루투스 맥 어드레스 등)이 필요한데 이런 정보를 저장하고 있다. IoT Device Manager는 이런 저장소에 접근하기 위한 인터페이스를 제공하고 있는 컴포넌트이다.

Reasoning Repository는 상황을 추론하거나 액추에이션을 결정하기 위해 필요한 정보를 저장하고 있다. 사용하는 추론 알고리즘에 따라 다른 유형의 규칙이 필요하고, 정보가 필요하다. 또한, 센서 종류마다 가용한 추론 방법이 모두 다르다. 그렇기 때문에 이런 저장소를 제공함으로써, 범용적으로 추론 엔진을 제공하는 기반을 제공한다. Context Analyzer는 실제로 이 저장소를 활용하여서 상황인지 및 액추에이션을 결정하는 컴포넌트이다.

3.2 자원사용 최소화를 위한 아키텍처 전략

사물인터넷 장비의 자원 소비는 주로 센서, 액추에이터의 활용으로 인해서 일어난다. 그러므로 다음과 같이 센서 정보 수집의 다양화와 액추에이션 요청 다양화와 같은 전략을 활용한다.

3.2.1 아키텍처 전략 1. 센서 정보 수집의 다양화

컨텍스트 유형마다 센서 정보 수집 방법이 달라질 수 있다. 그림 2와 같이 컨텍스트의 변화에 패턴이 있을 수도 있고, 없을 수도 있다. 또한 컨텍스트의 값이 지속적으로 변화할 수도 있고, 거의 변화하지 않을 수도 있다.

그러나 이를 고려하지 않은 채 센서 정보를 한 가지 방법으로 수집한다면 자원 소모가 크다. 그러므로 이를 기반으로 센서 정보를 수집하여야 한다.

3.2.2 아키텍처 전략 2. 액추에이션 요청 다양화

센서와 마찬가지로 액추에이션 역시 여러 가지 유형이 있다. 스케줄된 액추에이션이 있고, 상황에 따른

액추에이션이 있다. 또한 액추에이션의 결과가 단지 정보를 알려주는 것도 있고, 실제로 사물인터넷 장비가 움직이는 것도 있다. 그러므로 이를 고려하여 액추에이션 요청을 수행하여야 한다.

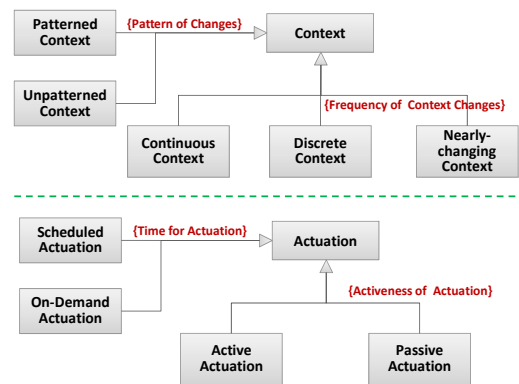


그림 2. 컨텍스트 및 액추에이션의 유형

Fig. 2. Types of Context/Actuation

3.3 센서 데이터 송/수신을 최적화하기 위한 아키텍처 전략

센서 데이터 송/수신을 하는 방법은 일반적으로 다음과 같이 풀링(pulling), 푸싱(pushing with data), 그리고 알림+푸싱 방법(pushing with notification) 등 세 가지 방법이 있다.

- 1) 풀링(pulling) 방법의 경우는 중계 서버에서 필요할 때마다 사물인터넷 장비로부터 요청하는 방법으로 일반적으로는 특정 주기를 활용하여 필요한 데이터를 수집한다.
- 2) 푸싱(pushing with data) 방법의 경우는 사물인터넷 장비의 센서 정보가 변경되었을 때 중계 서버로 관련 정보를 보내는 방법으로 데이터까지 같이 전송하기 때문에 중계 서버는 무조건 관련 데이터를 받아야 한다.
- 3) 알림+푸싱 방법(pushing with notification)의 경우

는 이 두 가지가 결합된 형태인데, 센서 정보가 변경되면 이를 알리고 중계 서버에서 업데이트 결정을 하는 방법이다. 이런 세 가지 방법 중에 어떤 한 가지 방법이 언제나 좋은 것은 아니기 때문에 그림 3과 같은 알고리즘을 제안한다.

이 알고리즘의 내용을 설명하면 다음과 같다.

먼저 센서의 값이 얼마나 자주 변경되는지를 확인한다. 센서의 값이 변경되는 빈도수와 중계 서버에서 요청하는 빈도수를 비교하여, 알림+푸싱(pushing with notification)을 활용할지 아니면 다른 두 방법을 활용할지를 결정한다.

그런 다음 풀링을 요청하는 빈도수와 센서 값 변화의 빈도수를 확인한다. 이 결과를 기반으로 풀링(pulling) 방법을 활용할지, 푸싱(pushing with data) 방법을 활용할지를 결정한다. 위의 알고리즘의 경우는 모두 구현 가능하기 때문에, 관련 데이터를 모니터링하여, 자율적으로 선택적인 전송을 지원하는 컴포넌트를 실제화할 수 있다.

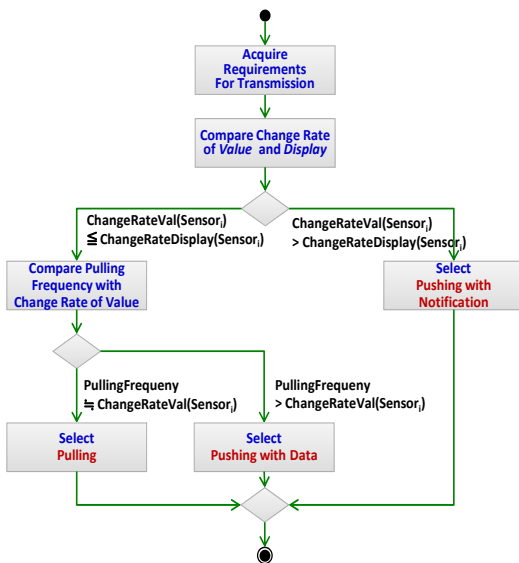


그림 3. 전송 방법을 결정하는 알고리즘
Fig. 3. Algorithm for Transmission Methods

4. 결론 및 향후 과제

4.1 결론

본 논문에서는 사물인터넷 기반의 상황인지 서비스에 대해서 먼저 재정의함으로써 기존의 모바일 기반의 상황인지 서비스와 어떻게 다른지 정의하였다.

이를 기반으로 사물인터넷 기반의 상황인지 서비스에 필요한 요구사항을 기반으로 프레임워크 아키텍처를 설계하였고, 주요한 비기능 요구사항 두 가지를 해결하기 위한 아키텍처 전략을 제안하였다. 이 재사용 프레임워크가 모든 기능을 제공하지는 않지만, 앞으로 사물인터넷 기반의 상황인지 서비스를 개발하는데 있어서 주요한 기능과 이슈를 다루고 있으므로, 활용도가 높을 것으로 기대한다.

4.2 향후 과제

본 논문에서는 사물인터넷 기반의 상황인지 서비스를 제공하기 위한 재사용 프레임워크를 제안하였다. 또한, 프레임워크의 아키텍처 및 아키텍처 전략을 정의하였다.

향후에는 제시된 프레임워크의 유효성을 검증하기 위하여 앞으로 다양한 사물인터넷 기반의 상황인지 서비스에 적용해봄으로써 프레임워크 아키텍처 구성 및 요소들을 정제해나가고, 내부적인 컴포넌트 설계도를 보다 상세화할 필요가 있다.

참고 문헌

[국외 문헌]

- [1] Dey, A. K. and J. Mankoff (2005), "Designing Mediation for Context-Aware Applications", ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 12(1), 53-80. doi: 10.1145/1057237. 1057241.
- [2] Dieter, U., H. Mark, and M. Florian (2011), Arc-

- hitecting the Internet of Things, Springer.
- [3] Foschini, L., T. Taleb, A. Corradi, and D. Botazzi (2011), "M2M-Based Metropolitan Platform for IMS-Enabled Road Traffic Management in IoT", *IEEE Communications Magazine*, 49(11), 50-57, doi: 10.1109/MCOM.2011.6069709.
- [4] Kapitsaki, G., G. Prezerakos, N. Tselikas, and I. Venieris (2009), "Context-aware service engineering: A survey", *The Journal of Systems and Software*, Elsevier, 82(8), 1285-1297, doi: 10.1016/j.jss.2009.02.026.
- [5] Knappmeyer, M., N. Baker, S. Liaquat, and R. Tonjes (2009), "Context Provisioning Framework to Support Pervasive and Ubiquitous Applications", In *Proceedings of the 4th European Conference on Smart Sensing and Context (EuroSSC 2009)*, 93-106.
- [6] Lee, Y., S. Iyengar, C. Min, Y. Ju, S. Kang, T. Park, J. Lee, Y. Rhess, and J. Song (2012), "MobiCon: A Mobile Context-Monitoring Platform", *Communications of the ACM*, 55(3), 54-65, doi: 10.1145/2093548.2093567.
- [7] Padovitz, A., S. W. Loke, and A. Zaslavsky (2008), "Multiple-Agent Perspectives in Reasoning About Situations for Context-Aware Pervasive Computing Systems", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, IEEE, 38(4), 729-742, doi: 10.1109/TSMCA.2008.918589.
- [8] Read, D., D. Gannon, and J. Larus (2012), "Imagining the Future: Thoughts on Computing", *IEEE Computer*, 45(1), 25-30, doi: 10.1109/MC.2011.327.
- [9] Wang, Y., J. Lin, M. Annavaram, Q. Jacobson, J. Hong, B. Krishnamachari, and N. Sadeh (2009), "A framework of energy efficient mobile sensing for automatic user state recognition", In *Proceedings of the 7th international conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys '09)*, 172-192, doi: 10.1145/1555816.1555835.



천 두 완 (Du Wan Cheun)

숭실대학교에서 컴퓨터를 전공하여, 학사, 석사, 박사를 졸업하였으며, 관심분야는 모바일기반의 컨텍스트 인지 컴퓨팅을 위한 플랫폼설계 및 구현입니다. 그로 인하여 관련연구분야는 모바일 컴퓨팅, 컨텍스트 인지 컴퓨팅, 소프트웨어 플랫폼 아키텍처 설계 등에 초점을 맞추고 있습니다.

A Framework for Provisioning Internet of Things Context-aware Services

Du Wan Cheun*

ABSTRACT

The emergence of new types of embedded computing devices and developments in wireless networking are broadening the domain of computing from the work place and home office to other facets of everyday life. This trend is expected to lead to a proliferation of Internet of Things (IoT) environments, in which inexpensive and interconnected computing devices are capable of supporting users in a range of tasks. Context-aware computing is a key source to develop such smart services. However, there are many challenges to enable services to be smart; Heterogeneous Computing Environments, Resource Limitations, Large Amount of Data Produced, and Different Requirements for Context Interpretation. Because of these challenges, there are difficulties in providing smart service by utilizing IoT devices. Currently, many researchers are conducting researches on mobile-computing based smart service development and provisioning and network infrastructure for interconnected IoT devices. Still, there are some limitations on developing core technologies for IoT computing based smart service development. In order to remedy this situation, this thesis presents a reusable framework that provides unique and noble features which are required in developing advanced context-aware IoT applications.

Keywords: Internet of Things, Context-aware Services, Reusable Framework

* Department of computer science, soongsil university, raphael.cheun@gmail.com