JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 20, No. 6 : 1123~1128 Jun. 2016

온톨로지 기반의 실내 LBS를 위한 위치 추적 시스템

황치곤[1] · 윤창표[2*]

Ontology-based Positioning Systems for Indoor LBS

Chi-Gon Hwang[1] · Chang-Pyo Yoon[2*]

[1]Department of Internet Information, Kyungmin College, Gyeonggi 11618, Korea
[2*]Department of Computer & Mobile Convergence, Gyeonggi Collage of Science and Technology, Gyeonggi 15073, Korea

요 약

최근 IoT 기술에서 BLE Beacon은 실내 측위를 위한 방법으로 많이 이용되고 있다. 그러나 정확한 측위를 위하여 필터링 기술은 필요하다. 그것은 대부분 고정형 비콘을 이용되었다. 정확한 위치 산출은 비콘을 통해 발생된 정보를 수신하여 측정하는 것은 정확성이 떨어지기 때문에 필터링이 중요하다. 그래서 위치를 산출하고, 불필요한 값을 필터링하는데 많은 시간이 소요된다. 이에 본 논문은 실내에 고정된 비콘이 아니라 이동하는 비콘의 정확한 위치 측정하고, 이를 재사용하는 방안으로 온톨로지를 이용하는 방법을 제안한다. 수신세기(RSSI)는 비콘과의 거리를 나타내는 대표적인 값이다. 이 값은 값들 간의 연관관계 분석을 통한 정규화로써 위치 온톨로지를 구성한다. 이 온톨로지는 이동하는 비콘의 위치 정보를 산출하는 방법이 된다. 사용자를 식별하기 위한 식별 온톨로지와 식별된 사용자를 위한 서비스를 제공하기 위한 서비스 온톨로지를 제공한다. 이는 실내에서 빠르고 정확한 위치 정보 및 서비스를 제공할 수 있다.

ABSTRACT

Recently BLE beacon has been widely used as a method for measuring the indoor location in the IoT Technique. But it requires a filtering technique for the measurement of the correct position. It is used the most fixed beacon. It is not accurate that calculates the position information through the identification of the beacon signal. Therefore, filtering is important. So it takes a lot of time, position measurement and filtering. Thus, we is to measure the exact position at the indoor using a mobile beacon. The measured beacon signal is composed of an ontology for reuse in the same pattern. RSSI is measured the receiver is the distance of the beacon. And this value configure the location ontology to be normalized by the relationship analysis between the values. The ontology is a method for calculating the position information of the moving beacon. It can detect fast and accurate indoor position information and provide the service.

키워드 : LBS(Location based Service), iBeacon, BLE(Bluetooth Low Energy), 온톨로지, 실내 측위, RSSI(Receive Signal Strength Indication)

Key word : LBS, iBeacon, BLE, Ontology, Indoor Positioning, RSSI

Received 22 May 2016, **Revised** 29 May 2016, **Accepted** 08 June 2016

* **Corresponding Author** Chang-Pyo Yoon(E-mail:cpyoon@gtec.com, Tel:+82-31-496-6410)
Department of Computer & Mobile Convergence, Gyeonggi Collage of Science and Technology, Gyeonggi 15073, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.6.1123 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

IoT 기술 중 위치 측위 기술은 사용자에게 정확한 서비스를 제공하기 위해서 필요한 기술이다. 이를 위한 기술 중 BLE Beacon은 근거리의 정보 교환, 서비스 제공, 원격 제어 및 장치 모니터링 등 다양한 분야에 적용시킬 수 있는 저전력 Bluetooth를 활용한 기술이다[1]. 또한 최근 Apple에서 개발하여 출시한 iBeacon이 가장 대표적이다[2].

이러한 비콘은 고정된 위치에 설치하고, 비콘의 주파수 영역 내에 이를 수신할 수 있는 기기가 들어오면 해당 주파수에 대한 서비스를 이용할 수 있도록 하는 것이 일반적인 방식이다[3].

이에 본 논문에서는 비콘을 고정을 시키는 방법이 아니라 이동형으로 사용하는 방안을 제시하고, 이를 서비스와 연계하여 제공할 수 있도록 온톨로지를 이용하는 방법을 제안한다. 온톨로지는 의미론적 지식을 제공하여 추론이 가능하게 한다. 이를 이용하여 비콘의 선택과 이에 따른 서비스의 연결이 효율성을 높일 수 있을 것이다.

Ⅱ. 관련연구

실내 위치 측정 기술은 요구된 위치 정확도, 가용 서비스의 영역, 적용 서비스, 적용 가능한 센서 등의 요인에 따라 다양하게 분류될 수 있다. 이에 요구된 위치 정확도와 가용 서비스의 영역을 기준으로 분류할 수 있다.

이 분류에 해당하는 기술은 기지국, Wi-Fi,관성항법, 고감도 GNSS (Global Navigation Satellite System), UWB (Ultra Wide Band), RFID(Radio Frequency Identification), 의사위성, 초음파, 적외선, 지자계, 카메라 등과 같은 기술에 따라 다양하게 분류된다[4]. 이에 따른 측위 기술로는 WiFi 기반의 측위기술, 센서 기반 측위 기술, 비콘 기반의 측위 기술 등이 있다.

실내 측위를 위한 기술 중 블루투스 기반의 BLE 비콘과 광고 수신 단말기 간의 거리를 측정해야할 필요가 있다. 거리 측정은 비콘에서 내보내는 광고 신호의 RSSI 값을 측정하여 이를 거리 정보로 변환기 위해 칼만 필터와 같은 기술을 이용한다. 이와 같은 방법으로 수집된 단말기와의 측정 값은 거리 정보로써 단말의 실내 위치 측위를 할 수 있다. 측위 기법 중 가장 일반적인 방법이 삼각 측량 방법을 이용하여 단말의 위치를 예측할 수 있다[5,6].

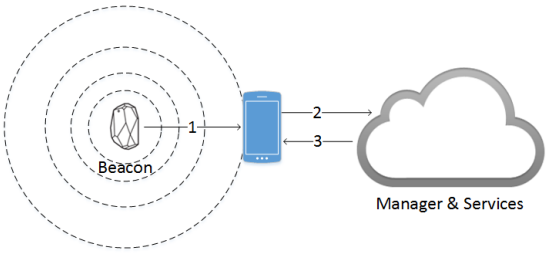

Fig. 1 Existing operations of a beacon

그림 1은 기존의 비콘을 이용한 방법으로 비콘과 단말기 간의 광고 신호를 수신하고, 이를 통해 클라우드 상의 서비스를 제공하는 방법에 대해 나타내고 있다[1].

온톨로지는 데이터 간의 의미적 연관관계를 제공하고, 자원들 간의 이질성을 해결하여 사람과 컴퓨터 간의 정보 교환을 도와주는 지식과 같다. 대표적으로 OWL 기반의 OWL-S가 있다. OWL-S는 서비스의 명세, 등록, 구성에 대한 의미적 연관관계를 제공한다. 따라서 서비스와 온톨로지의 통합은 서비스의 발견, 호출 그리고 효과적 수행에 유용한 방법이 될 수 있다[7].

이에 본 논문은 이러한 기술들을 통하여 실내 위치 측위 기술 중 하나이 비콘의 정보와 이에 제공할 서비스를 통합항 수 있는 방법을 제안한다.

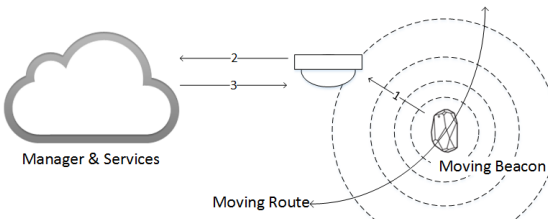

Fig. 2 Proposed method using the Beacon

Ⅲ. 비콘 식별을 위한 온톨로지

제안하는 방식은 기존이 비콘을 이용하는 방식 대신에 그림 2와 같이 비콘이 움직이는 상태에서 광고를 발생시키고, 이 신호를 수신하는 스캐너(AP)가 고정되어

있으며, 이 AP가 수신된 비콘의 식별정보를 이용하여 클라우드로 부터 비콘을 부착하고 있는 사람이나 사물이 서비스를 받을 수 있게 하는 방식이다.

이에 수신된 비콘의 정보는 비콘 식별자(Bid), RSSI, LQI, Location Fingerprinting 등과 같은 상황정보이다 [8]. 이를 근거로 비콘을 선택할 수 있다. 온톨로지는 연관관계 구성으로 추론을 가능하게 할 수 있는 기술로 비콘의 상황정보를 표준화하여 저장함으로써 온톨로지를 구성하며, 다음과 같다.

- 식별 온톨로지(IO:Identifier Ontology) : 사용자와 비콘식별자의 조합으로 사용자를 구분하기 위한 데이터로 구성한다.
- 위치 온톨로지(LO:Location Ontology) : 비콘의 광고신호를 AP에서 수신한 RSSI 값, 칼만 필터 적용값을 통하여 생성된 값으로 위치를 선정하는 정보로 구성한다.
- 서비스 온톨로지(SO:Services Ontology) : 비콘을 위한 서비스에 대한 정보로 구성한다.

이를 통한 비콘의 선정(SB:Select Beacon)은 IO, LO, SO의 도메인으로 이루어진다.

$$SB=\Pi(\sigma(IO, LO), SO) \quad (1)$$

이에 따른 각 온톨로지의 구성에 대해 기술한다.

3.1. 식별 온톨로지(IO:Identifier Ontology)

IO는 사용자 계층에 따른 사용자 구분 도메인으로부터 사용자를 구분하고, 이를 LO의 비콘 식별자 Bid와 관계 정보를 지식으로써 저장한다.

그림 3은 IO를 위한 사용자 계층을 구분하기 위하여 의료 정보 제공을 위한 실내 측위를 위한 IO를 위한 사용자 계층이다.

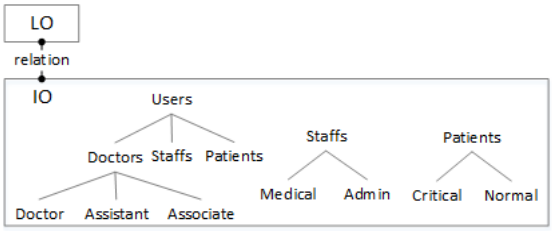

Fig. 3 A user layer for identification ontology

이 계층은 스키마 정보와 연결하고, 스키마 정보는 인스턴스와 관계를 가짐으로써 온톨로지 역할을 수행한다.

3.2. 위치 온톨로지(LO: Location Ontology)

위치 온톨로지는 AP에서 수신된 비콘의 정보를 이용하여 위치를 지정하기 위해 사용된다.

이를 위하여 수신된 비콘값을 온톨로지에 저장하기 위하여 표 1과 같이 명세된 비콘을 이용하였다. 측정을 위한 환경은 표 2와 같으며, 광고 시간을 10Hz로 하고, 운영체제는 안드로이드, 수신을 위한 단말기기는 갤럭시 S4 LTE-A를 이용하였다.

Table. 1 Beacon hardware spec.

Battery	Advertising Time	TX Power	Single Range	Battery Life
Coincelltype CR2450	0.2 ~ 20Hz	4 ~ -23dBm	Up to 70m	Up to 1year

Table. 2 Measured Environment

Advertising Time	TX Power	Product Name
20Hz	4dBm	Wizturn pebBLE
OS		Product Name
Android 4.4.4 Kitkat		Gallexy S4 LTE-A

Table. 3 Beacon filtering results according to the distance and the sample size

	50 EA	100 EA	200 EA
0.5m	-53.9091	-54.4867	-62.2982
1.m	-54.1216	-60.4157	-53.2498
1.5m	-62.4121	-60.1767	-66.0747
2.m	-63.0315	-61.4247	-60.2714
2.5m	-60.2844	-67.4471	-64.2138
3.m	-64.1671	-70.0449	-76.6535

표 3는 비콘을 위한 표준 측정을 위하여 비콘 신호를 측정한 것이다. 측정을 위한 기본적인 조건은 50cm부터 50cm 단위로 3m까지 6단계로 측정하였고, 표본의 개수는 50, 100, 200단위로 확대하여 측정한 값이다. 이 값을 지식으로 저장함으로써 범위내의 값으로 수신되는 비콘의 위치를 별로의 측정없이 이용할 수 있다. 이

를 통해 비콘의 식별 정보와 측정된 값의 조합으로 비콘의 LO를 구성한다.

이 데이터들은 불규칙적인 데이터를 필터링하기 위하여 상위값과 하위값을 제외시키고, Kalman Filter를 이용하여 수신된 데이터들을 순간에 측정한 결과를 이용하는 것 보다 정확한 결과를 기대할 수 있기 때문에 수신된 상태에 대한 최적의 통계적 분석을 할 수 있도록 하였다.

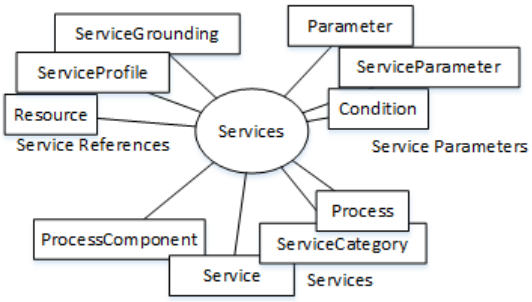

Fig. 4 Structure of Services Ontology

3.3. 서비스 온톨로지(SO: Services Ontology)

SO는 비콘이 부착된 사용자 혹은 장비에게 제공하기 위한 서비스를 정의해 놓은 지식이다. 해당 비콘이 받아야하는 서비스 목록과 상태 정보를 저장하고 있으면서, 서비스를 호출하여 수행될 수 있는 정보를 가진다. 이를 위해 서비스 식별정보인 Services, 서비를 호출하기 위한 매개정보인 Service Parameters 그리고 서비스를 실제 호출하기 위한 서비스 프로파일 정보인 Service Reference로 구성된다. 이를 위한 SO의 구조는 그림 4와 같다.

3.4. 온톨로지 사이의 연관관계

위에서 정의한 세가지 온톨로지 IO, LO 그리고 SO는 상호간의 관계를 유지하며, 유기적으로 정보교환이 이루어 져야 한다. 이를 위한 전체 온톨로지의 구조는 그림 5와 같다.

Ⅳ. 제안하는 위치 추적 시스템

제안된 방식을 위한 시스템의 구성은 클라우드 상에 서비스의 제공을 위한 서비스 서버와 실내 측위를 위한 장소에 비콘이 신호를 수신하기 위한 AP로 구성된다. 서비스 서버는 온톨로지의 관리와 서비스 제공을 하고, 이것은 AP에서 제공하는 수신된 비콘의 광고 신호를 전송하면 이를 통해 LO를 갱신한다. 기본적으로 시스템 구성시 IO와 SO는 서비스에 따라 생성하여 구축하고, 구축된 온톨로지 중 LO와 IO는 AP에 제공하여 비콘의 측위에 이용한다. 또한 AP는 구성된 온톨로지를 기반으로 수신된 비콘의 신호를 바탕으로 위치를 측정한다. 시스템의 구성은 그림 6과 같다.

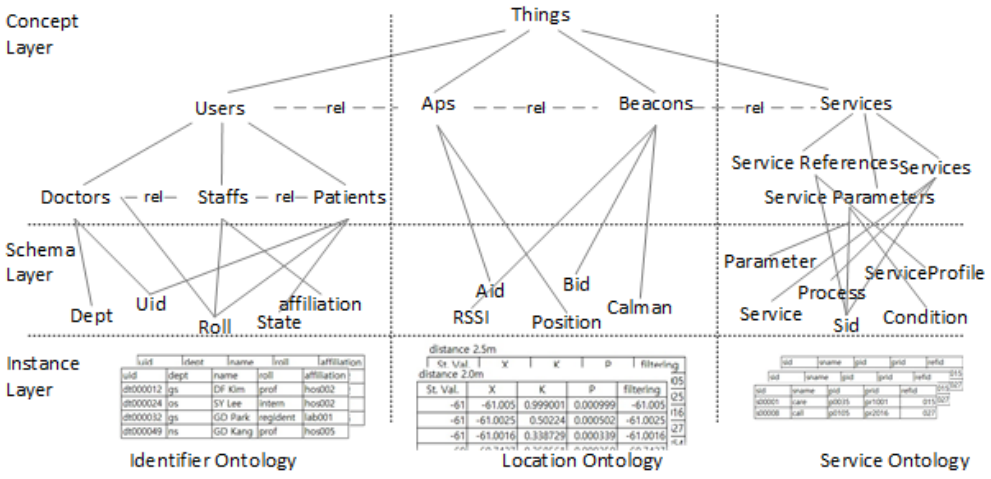

Fig. 5 Structure of Ontology

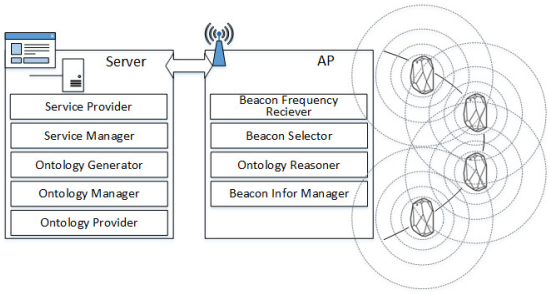

Fig. 6 Operation and configuration of the system

서비스 서버와 AP의 시스템을 구성하는 요소들은 다음과 같다.

- 서비스 제공자(Service Provider) : IO에 의해 식별된 서비스를 사용자에게 제공하여 수행한다.
- 서비스 관리자(Service Manager) : 서비스 생성, 갱신, 관리를 수행한다.
- 온톨로지 생성자(Ontology Generator) : 서비스나 비콘의 추가에 따른 온톨로지를 수정 및 생성한다.
- 온톨로지 관리자(Ontology Manager) : 온톨로지의 변경 요구에 따른 적응 및 변경을 수행한다.
- 온톨로지 제공자(Ontology Provider) : 수정된 온톨로지 정보를 AP에 제공하는 역할을 수행한다.
- 비콘 신호 수신기 및 선택기(Beacon Frequency Reciever & Selector) : 비콘의 신호를 수신하여 비콘을 선택하여 서비스의 제공을 지원한다.
- 온톨로지 추론기(Ontology Reasoner) : IO와 LO를 기반으로 하여 비콘을 선택할 수 있도록 지원한다.
- 비콘 정보 관리자(Beacon Info Manager) : LO를 위한 비콘의 식별정보 및 LO를 바탕으로 비콘을 관리한다.

위와 같이 구성된 본 시스템은 비콘의 광고 정보를 수신하여 비콘을 식별하고 AP는 식별한 정보를 통하여 클라우드에 서비스 요청 및 비콘의 이동 경로에 대한 정보를 제공하여 이를 재사용 할 수 있도록 제공하고, LO를 통하여 사용자를 식별한다. 식별된 사용자 정보는 IO를 통해 사용자를 확인하여 선택한다. 그리고 클라우드에 제공된 비콘 식별 정보는 해당 사용자에 적합한 서비스 리스트를 추출하고 사용자에 적합한 서비스를 선택하여 선택된 사용자에게 서비스를 제공한다. 이러한 과정은 그림 7과 같다.

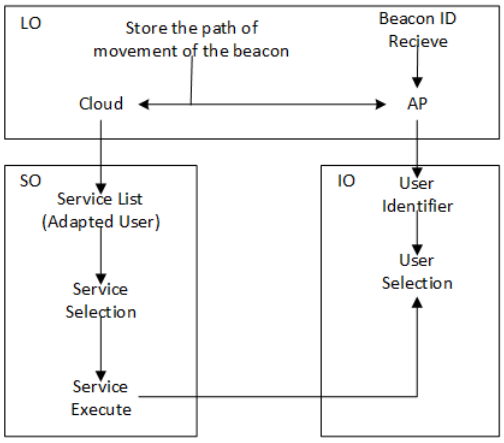

Fig. 7 The role and process of each ontology In the proposed system

Ⅴ. 결 론

기존의 비콘은 위치 측위를 위하여 고정형 비콘을 이용하는데 반해, 본 논문에서는 이동형 비콘을 이용하는 방안과 선택된 비콘의 사용자 또는 기기를 위한 서비스를 제공하기 위하여 3단계 온톨로지를 이용하여 비콘의 선택 기법과 서비스를 제공하는 방법에 대해 제안하였다. 이는 기존의 비콘을 이용한 위치 측위 기법에 온톨로지를 적용하는 기법을 제안함으로써 비콘 선택에 소요되는 많은 변수들을 배제시킬 수 있으며, 해당 비콘에 따른 서비스를 제공할 수 있는 방법과 시스템의 구성에 대해 제안하였다. 향후 이를 바탕으로 효율성을 측정하고, 실제 적용을 위한 일반화에 대한 연구가 필요하다.

REFERENCES

[1] Szymon Bobek, Olgierd Grodzki and Grzegorz J. Nalepa, "Indoor Microlocation with BLE Beacons and Incremental Rule Learning," *In Proceeding of 2013 IEEE International Conference on Cybernetics (CYBCONF 2015)*, pp.91-96, 2015.

[2] iOS Developer Library(2016, March). Region Monitoring and iBeacon[Internet]. Available: https://developer.apple.com/library/ios/documentation/UserExperience/Conceptual/

LocationAwarenessPG/RegionMonitoring/RegionMonitoring.html.

[3] B. Anja, "Bluetooth indoor positioning," M,S. thesis, University of Geneva, 2012.

[4] J. J. Yoo, Y. S. Cho, "Trends in Technical Development and Standardization of Indoor Location Based Services", *ETRI 2014 Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 29, no. 5, pp.51-61, Oct. 2014.

[5] I. Oksar, "A Bluetooth signal strength based indoor localization method," in *Proceeding of the 21st International Conference on Systems, Signals and Image Processing*, IEEE, Dubrovnik, pp. 251-254, 2014.

[6] Bluetooth specification, [Internet], Available: http://www.bluetooth.com.

[7] Klusch, Matthias, Benedikt Fries, Katia Sycara. "OWLS-MX: A hybrid Semantic Web service matchmaker for OWL-S services," *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*. Vol. 7, No. 2, pp.121-133, Apr. 2009.

[8] S. H. Halder and W. J. Kim, "A fusion approach of RSSI and LQI for indoor localization system using adaptive smoothers," *Journal of Computer Networks and Communications*, vol. 2012, pp.1-10, Aug. 2012.

황치곤(Chi-gon Hwang)

1995년 창원대학교 경영학과 경영학사
2004년 광운대학교 정보통신학과 공학석사
2012년 광운대학교 컴퓨터과학과 공학박사
2006년~2015 (주)인찬 연구원
2015년~현재 경민대학교 인터넷정보과 교수
※관심분야 : 모바일 클라우드, 멀티미디어 온톨로지, 클라우드 컴퓨팅, 데이터 상호운용

윤창표(Chang-Pyo Yoon)

1998년 광운대학교 전자계산학과 이학사
2001년 광운대학교 컴퓨터과학과 공학석사
2012년 광운대학교 컴퓨터과학과 공학박사
2012년~현재 경기과학기술대학교 컴퓨터모바일융합과 교수
※관심분야 : 모바일 클라우드, 안드로이드 보안, 멀티미디어 온톨로지, 네트워크 프로토콜, 무선 네트워크, 네트워크 보안