

온톨로지 기반의 센서 데이터를 이용한 환자 관리 시스템

황치곤¹ · 윤창표^{2*}

The Ontology-based Patient Management System using Sensor Data

Chi-Gon Hwang¹ · Chang-Pyo Yoon^{2*}

¹Department of Internet Information, Kyungmin College, Gyeonggi 11618, Korea

²Department of Computer & Mobile Convergence, Gyeonggi Collage of Science and Technology, Gyeonggi 15073, Korea

요 약

최근 센서를 통한 상황인지는 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 센서 데이터의 수집과 분석은 아직 통합이 부족하다. 이는 센서에서 발생하는 데이터에 대하여 메타데이터, 규격, 단위, 검출된 값에서 일치시키기 어렵기 때문이다. 따라서 다양한 센서에서 발생하는 데이터를 효율적으로 이용하기 위한 방법론이 필요하다. 본 논문에서는 이동하는 iBeacon에서 발생하는 정보를 통하여 위치를 인식하는 시스템을 제안하고자 한다. 본 시스템은 iBeacon을 착용한 환자가 실내에서 이동할 때 정확한 위치를 인식할 수 있는 데이터를 표본으로 온톨로지를 구축한다. 이는 기본 항목과 센서의 항목을 매핑하고, 검출된 값으로 필터링을 수행한 결과를 지식으로 저장한다. 이에 제안 시스템은 온톨로지를 통하여 iBeacon을 휴대한 환자가 실내에서 이동하여 발생하는 값을 인식함으로써 효율적인 위치정보를 추출할 수 있다. 이는 비콘 뿐만 아니라 다른 센서에 적용이 가능하고, 온톨로지 구성방법에 따라 다양한 적용이 가능하다.

ABSTRACT

Recently, there have been many research that recognize the situation using sensors. However, sensor data collection and analysis are still lacking in integration. This is because the data generated by the sensor is difficult to match in terms of metadata and units. Therefore, a methodology for efficiently using data generated from various sensors is needed. In this paper, we propose a system that recognizes the location through information generated from a moving iBeacon. This system constructs the ontology with the data that can recognize the exact position when the patient wearing iBeacon moves in the room. This maps standard items and sensor items, and stores the results of filtering the detected values as knowledge. the system can extract efficient location information by recognizing the value generated by moving the patient carrying iBeacon through the ontology. This can be applied not only to beacons but also to other sensors, and it can be applied variously according to the ontology configuration.

키워드 : 센서 데이터 통합, 온톨로지, iBeacon, 이동형 비콘, 실내측위

Key word : Sensor data Integration, Ontology, iBeacon, Mobile Beacon, Indoor Positioning

Received 31 October 2016, Revised 07 November 2016, Accepted 08 November 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/jkice.2016.20.11.2073>

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/licenses/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

최근 ICT(Information Communication Technology) 분야는 다보스포럼에서 대두된 CPS(Cyber Physical System), AI(Artificial Intelligence), IoT(Internet of Things) 기술을 기반으로 한 4차 산업혁명이 이슈가 되고 있다. 4차 산업혁명은 인공지능에 의해 자동화와 연결성이 극대화되는 단계로서 점차 그 윤곽을 드러내고 있다[1].

이 중 IoT는 지능화된 사물들이 인터넷에 연결되어 네트워크를 통해 사람과 사물, 사물과 사물 간에 상호 소통하고 상황인식 기반의 지식이 결합되어 지능적인 서비스를 제공하는 새로운 패러다임이다. 여기서 중요한 핵심은 센서를 통하여 정확히 상황을 인지하고 이에 서비스를 제공하는 것이다[2].

이에 따라 센서에서 발생하는 데이터의 형식은 다양하다. 이는 적용된 시스템, 운영 체제, 통신 방식, 처리 구조 등에 따라 달라질 수 있다[3]. 이와 같이 데이터들 간의 차이에서 발생하는 문제를 이질성이라 하고, 이런 이질성은 의미론적(Semantic) 이질성이나 구조적(Structure) 이질성을 구분할 수 있으며, 이를 해결하기 위한 대표적인 방법이 온톨로지를 통한 접근법이다. 이에 따라 IoT 환경에서 센서가 수집한 데이터를 상황인식 정보로 변환하고, 이를 기반으로 시맨틱 기술에 IoT 환경에 적용한 연구가 진행되고 있다[4]. 이러한 온톨로지 기술들은 도메인을 특정 서비스에 제한하여 구축한 선행 연구들은 해당 도메인에 대한 서비스만을 제공한다. 이에 따라 서비스가 변경되거나 지정된 영역을 달라질 경우 온톨로지는 수정되어야 하는 문제가 생긴다. 이를 해결하기 위해 IoT 환경에 적합하도록 재구성한 크로스 버티컬 온톨로지가 나타나게 되었다[2].

센서 또는 측위를 위해 사용되는 iBeacon에서 발생한 데이터는 각 표준에 따른 방법으로 검출된 자료를 제공한다. 이 자료는 XML, json, text 기반의 데이터베이스 그리고 구조화된 데이터베이스 등과 같이 다양한 형태로 제공되어 진다.

이에 따라 본 논문에서는 IoT 환경에서 온톨로지를 이용하여 iBeacon에서 발생하는 데이터를 수집하고, 사용자 정보와 수집된 데이터를 기반으로 메타 정보와 인스턴스 정보로 추출하여 재구성한 온톨로지를 이용하여, 사용자에게 통합정보를 제공할 수 있는 환자 관리

시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 논문과 관련된 연구 분야에 대해서 기술한다. 3장에서는 본 논문에 적합한 온톨로지를 구축하기 위해 iBeacon으로 측정된 데이터의 형식과 서비스 온톨로지의 구성에 대해서 기술한다. 4장에서는 구성된 온톨로지를 이용한 시스템의 구성과 운용에 대해 기술한다. 5장에서는 구성된 시스템에 대한 구현 및 평가를 기술한다. 6장에서는 결론을 기술한다.

II. 관련연구

IoT 환경에서 위치를 측정하기 위한 기술은 iBeacon 뿐만 아니라 WiFi, RFID 및 Zigbee 등 많은 기술들이 있다. 이 중에서 실내에서 위치를 측정하기 위해서는 저렴한 가격과 휴대 편리성이라는 장점을 가진 Apple의 iBeacon이 유리하다. iBeacon을 통한 실내의 거리측정은 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 값을 사용하거나 이를 변환하여 적용한다[5].

그러나 이는 주변 환경의 변화와 노이즈의 영향을 많이 받기 때문에 오차가 발생한다. 이러한 오차를 개선하기 위한 필터링 기법으로 칼만 필터링 알고리즘을 많이 이용한다. 칼만 알고리즘은 포함된 잡음을 제거하기 위해 선형 역학계의 상태를 추적하는 재귀 필터이다. 이 알고리즘은 한 순간 측정된 데이터로 필터링하는 것이 아니라 시간에 따라 측정된 데이터를 사용하므로 더 정확한 필터링을 기대할 수 있다[6].

필터링된 비콘 데이터를 식별하기 위한 추론 기법으로 온톨로지를 이용한다. 온톨로지는 데이터 간의 의미적 연관관계와 구조적 차이를 해결하기 위한 방안을 제공하고, 자원들 간의 이질성을 해결하여 사람과 컴퓨터 간의 정보 교환을 도와주는 지식으로써의 역할을 수행한다[7].

대표적으로 서비스에 대한 온톨로지를 정의한 것으로 OWL 기반의 OWL-S가 있다. OWL-S는 서비스의 명세, 등록, 구성에 대한 의미적 연관관계를 제공한다. 따라서 서비스와 온톨로지의 통합은 서비스를 효과적으로 제공할 수 있다. 이에 구성되는 온톨로지는 표준 항목과 인스턴스 항목 간의 연관관계를 분석함으로써 지식으로써의 역할을 할 수 있다[8].

III. 모바일 비콘을 통한 온톨로지 적용

제안하는 비콘의 운영 방식은 고정식이 아니라 사용자(환자)에 모바일 비콘을 부착한다. 모바일 비콘이 이동하면서 비콘 광고를 하게 되면 이 정보를 BR(Beacon Reader)에서 수신하여, 이 정보를 필터링함으로써 환자의 위치를 식별하도록 한다. 이때, 모바일 비콘에서 발생하는 데이터를 수집하여 식별을 위한 온톨로지를 생성하고, 이를 통하여 모바일 비콘의 위치를 식별할 수 있도록 한다.

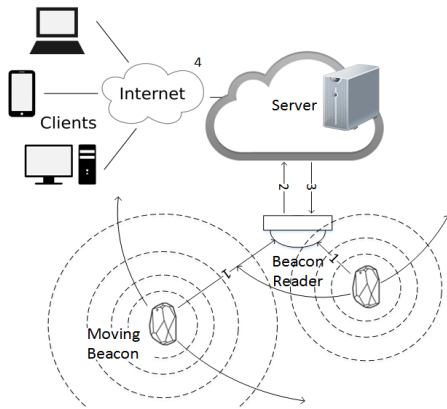


Fig. 1 System Flow of Beacon Data

그림 1은 모바일 비콘이 이동할 때 BR을 통하여 RSSI값을 측정하고, 이 값을 칼만 필터링한 결과를 온톨로지로 생성하여 사용자에게 제공하게 되는 개요도이다. 실내에 일정한 간격으로 BR을 설치하고 모바일 비콘이 이동을 온톨로지를 통하여 의미론적 해석으로 실내에서 정확한 위치를 파악할 수 있다.

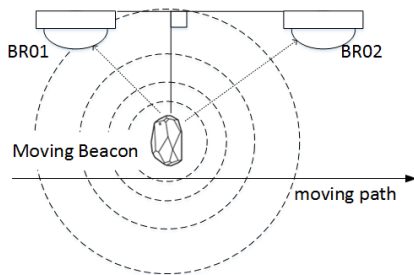


Fig. 2 The relationship between moving beacon and beacon Readers(BR01, BR02)

온톨로지는 BR에서 비콘의 정보를 이용하여 위치를 지정하기 위해 사용된다. 그림 2는 하나의 BR(BR01)에서 다른 BR(BR02)로 이동할 때 발생하는 RSSI값과 칼만 필터를 수행한 값을 온톨로지로 이용한다. 이는 BR01과 BR02사이를 모바일 비콘이 움직일 때, RSSI값을 측정하여 비콘이 선택되는 최적의 값을 산출하여 실내추위를 위해 이용한다.

이를 위해 측정된 값의 예시는 표 1과 같으며, 측정 테스트는 거리별 0.5m에서 3m까지 0.5m간격으로 측정된 값을 바탕으로 측정된 실 표본 값과 이를 칼만 필터를 통하여 필터링 된 값이다. 측정된 값을 바탕으로 온톨로지를 구축한다. 대상이 되는 모바일 비콘이 BR에 측정될 때, 그 값이 구축된 영역 내에 들어오면 거리를 추정할 수 있다.

Table. 1 Distance measurement and Kalman filter for an ontology. S is the sample value, k is the Kalman filter applied to the sample value

	cnt.	1	2	3	4	5	6	7
0.5 m	s	-57	-46	-50	-50	-56	-56	-56
	k	-57.00	-51.48	-50.98	-50.72	-51.84	-52.60	-53.14
1m	s	-61	-62	-67	-57	-58	-58	-63
	k	-61.00	-61.50	-63.37	-64.39	-63.23	-62.39	-62.48
1.5 m	s	-61	-62	-56	-56	-57	-66	-65
	k	-61.00	-61.50	-59.64	-58.70	-58.34	-59.73	-60.58
2m	s	-59	-59	-59	-66	-67	-72	-77
	k	-59.02	-59.01	-59.01	-60.81	-62.12	-63.92	-66.02

표 1에서 행에 해당하는 0.5m, 1m, 1.5m, 2m는 RSSI값을 측정하기 위한 BR과 모바일 비콘 간 거리이며, s는 RSSI값으로 칼만 필터를 위한 입력 표본 값이다. k는 s를 기반으로 칼만 필터를 수행한 값으로 소수점 이하 셋째 자리에서 반올림한 값이다. 이를 통한 거리에 대한 평균값과 범위 값을 이용하여 이 범위 내에 포함된 모바일 비콘의 측정값으로 위치를 추정할 수 있다. 이는 온톨로지 구성을 위하여 추위를 하고자 하는 실내에 설치된 BR을 기준으로 모바일 비콘에 대한 표준이 된다.

각 구성요소를 통하여 환자의 실내 위치를 정확히 추정하여 이에 대한 서비스를 제공한다.

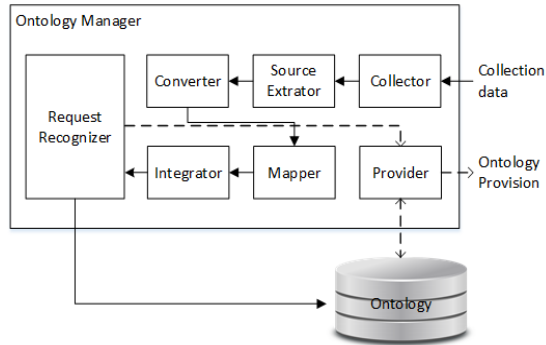


Fig. 6 Operation of Ontology Manager. The solid line is the ontology building process through data collection. The dotted line is the ontology provision process according to the demand

그림 6은 서비스 서버에 위치한 온톨로지 관리자에 대한 세부적 구성과 각 구성요소 간의 흐름을 나타낸다. 실선은 BR로부터 측정된 정보를 수집, 추출, 변환, 매핑 및 통합 과정을 통하여 온톨로지를 구성하는 과정이다. 점선은 사용자가 온톨로지를 요구할 때 이를 인지하여 제공자(Provider)에서 온톨로지 정보를 추출하고 이를 제공하는 과정이다.

V. 구현 및 테스트

제안된 시스템은 비콘을 환자에게 장착시키고 실내에서 이동할 때, 사용자의 위치 파악 및 이동경로를 산출함으로써, 환자의 상태 파악을 위한 정보로 제공하고 자하는데 목적이 있다. 이를 위하여 사용자와 비콘 정보는 시스템을 구축하는 초기에 제공되어야 한다. 그리고 지정된 BR(br01, br02, ...)으로 측정된 RSSI값이고, 이를 필터링한 값이 br01filtering, br02filtering 으로 산출됨을 보여 주고 있다. 이를 통하여 사용자의 위치정보를 산출할 수 있다.

그림 7은 제안된 시스템을 위한 환자 정보(Patient Information)과 BR에서 측정된 측위 정보(Positioning Information)를 제공하는 인터페이스이다. 제안된 방식에 따라 BR에서 모바일 비콘의 정보를 산출하였고, 산

출된 정보를 필터링하여 이를 표준화된 방안으로 제공하도록 적용하였다.

Patient Information			Positioning Information				
pid	pname	beaconid	date	timestamp	br01	br01filtering	brf
1	Kim,d.s	b12547	2016-11-05	5449074074	-59	-59,41215408...	-66
2	Lee,s.m	b12874	2016-11-05	5450231481	-61	-59,56323718...	-62
3	Park,k.h	b00125	2016-11-05	5451388888	-57	-59,3195739...	-62
4	Hwang,ch.g	b02365	2016-11-05	5452546296	-56	-59,00354858...	-62
5	Yoon,c.p	b11239	2016-11-05	5453703703	-57	-58,81293390...	-66
6	Lee,j.y	b00872	2016-11-05	5454861111	-60	-58,92586670...	-65
7	Kim,y.g	b00873	2016-11-05	5456018518	-60	-59,02805335...	-65
8	Kim,e.s	b12477	2016-11-05	5457175925	-59	-59,02538457...	-62
9	Im,s.j	b12578	2016-11-05	5458333333	-59	-59,02296971...	-62
10	Rann,s.h	b54781	2016-11-05	5459490740	-59	-59,00778460...	-69

Fig. 7 An interface that indicates the measured patient position value

BR을 통해 측정된 RSSI값을 검출하고, 이를 칼만 필터링을 수행하여 환자 정보 및 비콘 정보를 연동하여 온톨로지를 구축함으로써 환자의 위치를 제공할 수 있는 시스템을 테스트를 통하여 구현해보았다.

VI. 결론

본 연구는 실내의 측위를 위해 iBeacon을 이용하여 이에 발생하는 정보를 센싱하고 사용자의 정보와 결합한 온톨로지를 이용하는 환자 관리 시스템을 제안하였다. 이는 온톨로지를 IoT 환경에서 이용되는 센서와 결합하는 방안을 제시하였고, 이질적 데이터 환경이나 센서 환경에서 발생하는 문제점을 해결할 수 있다는 것을 확인하였다. 이후 본 연구는 온톨로지를 시스템에 적용시킬 수 있는 수식을 통하여 정제화하고, 다른 IoT 분야에 확대할 필요성이 있다.

REFERENCES

- [1] K. Schwab, "The fourth industrial revolution," Geneva: World Economic Forum, 2016.
- [2] N. Yang, H. S. Choi and W. S. Rhee, "Development of the Cross-vertical Ontology for Context Aware Service in

- Various IoT Environment,” *Journal of The Korea Contents Association*, vol.15, no.2, pp.58-73, Feb. 2015.
- [3] M. Yarvis, N. Kushalnagar, H. Singh, A. Rangarajan, Y. Liu and S. Singh, “Exploiting heterogeneity in sensor networks,” In *Proceedings IEEE 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, vol. 2, pp. 878-890, Mar. 2005.
- [4] M. Compton, et al., “The SSN ontology of the W3C semantic sensor network incubator group,” *Web Semantics: Science, Service, and Agents on the World Wide Web*, vol. 17, pp. 25-32, Dec. 2012.
- [5] D. Namiot, “On indoor positioning,” *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 3, no. 3, pp.23-26, Feb. 2015.
- [6] A. S. Paul and E. A. Wan, “RSSI-based indoor localization and tracking using sigma-point Kalman smoothers,” *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, vol. 3, no. 5, pp. 860-873, Oct. 2009.
- [7] C. S. Kim, J. W. Lee and H. K. Jung, “A Study on Semantic Web based User Oriented Retrieval System,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 4, pp.871-876, Apr. 2015.
- [8] C. G. Hwang, K. D. Jung and J. Y. Lee, “An Ontology-Based Service Integration System for SAAS in The Cloud Environment,” *Far East Journal of Electronics and Communications*, vol. 2, pp.77-84, Sept. 2016.



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