

이종의 Beacon 신호 송수신을 통한 iBeacon의 성능 개선에 관한 연구

김철훈*, 홍승현*, 이성원^o

A Research on Performance Improvement of iBeacon Using Transmission and Reception of Different Beacon Signals

Cheol-hoon Kim*, Seung-hyun Hong*, Sung-won Lee^o

요 약

본 논문은 기존의 iBeacon에서 더 많은 양의 정보를 표현하기 위한 서로 다른 종류의 Beacon 신호 송수신 방안을 제안한다. iBeacon은 정보를 보낼 때 실질적으로 Major와 Minor 만을 이용할 수 있기 때문에 사용자가 사용할 수 있는 정보는 총 4byte로 한정적이다. 제안하는 방안은 Major와 Minor가 다른 Beacon 신호를 연속으로 송수신함으로써 더 많은 정보를 이용할 수 있게 한다. 그로 인하여 iBeacon으로 사람 및 물건 인식이 가능해지고, iBeacon의 활용 범위는 더욱 넓어지게 된다. 또한, 어플리케이션 구현을 통하여 제안한 방안이 동작함을 검증하였다.

Key Words : Beacon, iBeacon, Bluetooth, Bluetooth Low Energy

ABSTRACT

In this paper, we propose a different kind of Beacon signals transmission and receipt scheme to express more information in existing iBeacon. Because the user can only use Major and Minor of iBeacon, information available for the user is limited to 4byte. The proposed scheme makes it possible to use more information by transmitting consecutively a different kind of Beacon signals that major and minor are different. When it comes to using more information of iBeacon, it is possible to recognize people and objects using iBeacon and utilization range of iBeacon is widened further. Also, we verify operation of the proposed scheme through application implementation.

1. 서 론

지난 해 Apple이 iBeacon을 공개하고 다양한 업체들이 경쟁적으로 Beacon 단말 및 관련 서비스를 출시하면서 iBeacon은 많은 관심을 받고 있다. iBeacon은 현재 장치 간 개인 건강 정보 교환과 선박 원격 제어

및 모니터링 등과 같이 다양한 분야에서 활용 및 연구되고 있는 Bluetooth를 활용한 기술이다^{1,2}. iBeacon과 유사한 기술인 NFC(Near Field Communication)나 QR(Quick Response)은 태그나 코드를 인식하기 위해 사용자가 장치를 접촉시키거나 조작하는 등의 행동을 취해야 한다³. 이와는 다르게 iBeacon은 사용

* 본 연구는 미래부가 지원한 2014 년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012R1A1A1006620).

♦ First Author : Kyunghee University Department of Computer Engineering, jetkch@khu.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Kyunghee University Department of Computer Engineering, drsungwon@khu.ac.kr, 중신회원

* Kyunghee University Department of Computer Engineering, hong-sh@khu.ac.kr

논문번호 : KICS2014-09-369, Received September 29, 2014; Revised November 20, 2014; Accepted November 27, 2014

자가 별도의 행동을 취하지 않더라도 자동으로 사용자를 인식하여 위치를 파악한 후 사용자에게 다양한 위치 기반 서비스를 제공하는 것이 가능하다. 또한 iBeacon은 일반적인 GPS 대신 BLE(Bluetooth Low Energy) 신호를 기반으로 위치를 추적하기 때문에 실내에서도 사용자의 위치를 파악할 수 있다. 이와 같은 장점으로 이미 다양한 업체들과의 제휴를 통해 상용화에 나선 Apple 이외에도 현재 Qualcomm, PayPal, SKT 등이 관련 사업을 본격화하고 있으며, 이를 도입하는 서비스 업체들도 증가하는 추세이다. 특히, 오프라인 유통업체에 초점이 맞춰져 있던 iBeacon의 활용 영역도 점차 디지털 콘텐츠, 모바일 게임, 스마트카, 스마트홈 등으로 확대되는 추세를 보이면서 iBeacon에 대한 업계의 관심은 더욱 높아지고 있다⁴⁾.

하지만 iBeacon은 Apple에서 패킷 포맷을 세부적으로 지정하였고 적은 양의 정보를 전송하는데 적합한 BLE를 이용하기 때문에 활용 영역은 제한적일 수밖에 없다. 이에 본 논문에서는 iBeacon에 대해 알아본 후, iBeacon의 성능 개선을 위한 새로운 송수신 방안과 시나리오를 제안하고 테스트베드를 구축하여 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 iBeacon을 소개하고, 3장에서는 서로 다른 종류의 Beacon 신호 송수신 방안을 제안한다. 4장에서는 제안 방안으로 동작하는 시나리오를 제안하고, 5장에서는 테스트베드의 구현과 검증에 관해 논의한다. 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론을 제시한다.

II. 기존 방안 및 문제점

iBeacon은 BLE 기술을 이용하여 iOS의 자체적인 위치 기반 기능을 확장한 기술이다. iBeacon을 통해 특정 위치에 접근하거나 특정 위치에 벗어날 때 이를 알릴 수 있고 사용자가 Beacon에 얼마나 근접해 있는지 추정할 수 있다⁵⁾. 블루투스의 Proximity 프로파일 기술을 활용하여 단말과 Beacon과의 거리를 파악하는데 송수신 신호 세기를 기준으로 하기 때문에 실내에서도 거리 측정이 가능하다⁶⁾.

iBeacon은 이처럼 거리와 위치 확인, 메시지 푸시 같은 간단한 기능을 지원하는 기술이지만 활용 방법은 다양하다. iBeacon은 BLE 송신기로 동작하여 제한된 범위 내에서 신호를 송출하고 설치된 곳을 기준으로 최대 50m까지 신호를 전송할 수 있다. iBeacon의 역할은 Back-End 서버와 사용자의 스마트폰 사이의 연결을 설정하는 것으로 이를 통해 서버 시스템이

사용자의 위치를 확인하고 개인의 관심사와 현재 위치 기반 맞춤 정보 등을 제공하게 된다⁷⁾. 암호화된 Beacon 신호를 송수신하여 Key 값을 교환함으로써 사용자의 위치 식별 및 간단한 인증도 가능하다⁸⁾. 또한, 물체에 유일한 식별자를 부여함으로써 사용자는 인접한 물체를 인식하고 관련 정보를 수신할 수 있다⁹⁾.

iBeacon의 패킷 내부에는 그림 1처럼 iBeacon Prefix와 UUID(Universally Unique Identifier), Major, Minor, TX Power가 포함된다¹⁰⁾. iBeacon Prefix는 iBeacon 패킷이라는 것을 나타내고 TX Power는 송신기의 송신 파워로 거리를 파악하는데 사용된다. UUID는 각 회사를 지칭하는 고유 값이고 Major와 Minor는 더 세부적으로 식별하기 위한 식별자로 사용된다. 예를 들면, UUID는 백화점 회사를 나타내고 Major는 백화점의 특정 지점을 나타내며 Minor는 지점 내부의 특정 매장을 나타낸다. UUID는 회사를 지칭하기 때문에 사전에 지정된 값으로 실질적으로 사용할 수 없고 실질적으로 Major와 Minor만을 사용할 수 있다¹¹⁾. 그러나 Major와 Minor는 각각 2byte로 사용할 수 있는 정보의 양은 총 4byte로 한정적이다. 따라서 건물 내의 특정 지역 등을 나타내는 식별자로는 사용할 수 있으나 좀 더 많은 정보를 필요로 하는 분야에서의 활용은 제한적인 문제점을 갖는다.

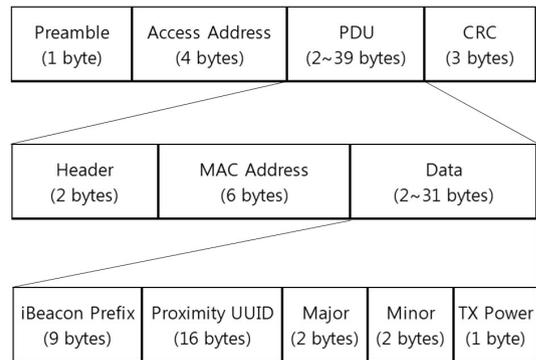


그림 1. iBeacon의 패킷 포맷
Fig. 1. Packet format of iBeacon

III. 제안 방안

본 논문에서는 iBeacon에서 사용할 수 있는 정보의 양을 개선하기 위한 방안을 제안한다. 제안 방안에서는 2개의 Beacon을 합쳐서 사용하고, UUID는 동일하지만 Major와 Minor가 다른 신호를 송신하는 방식을 제안한다.

3.1 Beacon 코드 체계

제안하는 방안에서는 연속으로 보내지는 복수의 Beacon 신호를 합쳐서 하나의 정보를 나타내도록 한다. 즉, 복수의 Beacon 메시지가 iBeacon Prefix와 UUID, TX Power와 같이 고정된 값을 제외한 Major와 Minor가 다른 Beacon 신호들을 송신하도록 한다. 이 방안의 구체적인 예시는 첫 번째 신호에서 두 번째 신호의 역할을 정의하고 두 번째 신호는 세부 정보를 나타내는 방식이다. 여기에서 먼저 전송되어서 뒤이어 보내질 코드의 분류를 나타내는 Beacon 신호는 Category Beacon이라고 지칭하고, 실질적인 개체(매장, 물건, 사람 등)의 코드를 나타내는 Beacon 신호는 Code Beacon 이라 지칭하였다. Beacon의 송신단에서는 Category Beacon과 Code Beacon을 번갈아가며 송신하고 수신단에서 이를 수신하여 디코딩한다.

3.2 송신단의 Beacon 송신 방안

Beacon 송신단에서는 그림 2a처럼 사전에 정의된 특정 Major와 Minor로 구성되어 뒤이어 보내질 코드의 분류를 나타내는 Category Beacon을 생성한 후 송신한다. 일정시간 후 뒤이어 Major와 Minor의 조합으로 이루어진 코드를 나타내는 Code Beacon을 생성하여 송신한다. Category Beacon과 Code Beacon을 사

전에 생성한 후 번갈아가며 송신할 수도 있다.

3.3 수신단의 Beacon 수신 방안

Beacon 수신단에서는 그림 2b처럼 처음 수신한 Beacon 패킷을 디코딩하여 사전에 정의된 특정 Major와 Minor로 구성되었을 경우 이를 Category Beacon으로 인식한다. 뒤이어 패킷을 수신하고, 수신한 여러 패킷들 중에서 앞서 수신한 패킷의 UUID와 TX Power 등과 일치하는 Beacon 신호를 찾아 이를 Code Beacon으로 인식한다. 동일한 장치에서 Major와 Minor가 다른 신호를 송신하기 때문에 송신기의 고정된 값인 UUID와 TX Power를 이용하여 Code Beacon을 식별하는 것이 가능하다. 항상 고정된 값은 아니지만 동일한 위치의 장치에서 송신하기 때문에 송신기와 수신기의 거리의 정도를 나타내는 Proximity를 이용하여 식별할 수 있고, 일정시간 간격으로 송신하기 때문에 수신시간 간격으로 송신시간으로도 식별할 수 있다. 수신한 Code Beacon을 디코딩하고 어플리케이션 서버와 통신하여 특정 동작을 수행한다. 처음 수신한 패킷이 Category Beacon이 아닌 일반적인 Major와 Minor일 경우에는 기존 방식과 동일하게 동작한다.

3.4 제안 방안의 장점

제안한 방안은 서로 다른 종류의 Beacon 신호들을 송수신함으로써 iBeacon에서 더 많은 정보를 사용할 수 있게 한다. 또한 제안한 방식을 사용할 Major와 Minor의 범위를 지정하는 것이 가능하여 지정된 범위의 특정 Major와 Minor인 경우에만 제안한 방식을 사용하고 그 외의 경우에는 기존 iBeacon과 동일하게 동작하는 것이 가능하다. 이렇게 사용자가 제안할 방식을 사용할 범위를 지정할 수 있게 되면 사용자는 정보의 큰 손실 없이 기존의 방안을 활용함과 동시에 필요할 경우에는 제안한 방안을 사용할 수 있게 된다.

즉, 기존 방안에서는 2byte인 Major와 Minor 필드의 크기 제한으로 인하여 표현 가능한 개체의 개수가 총 4byte로 제한되었으나 제안하는 방안은 복수의 필드를 사용함으로써 표현 가능한 개체 수가 4byte 이상으로 증가한다.

IV. 제안하는 동작 시나리오

본 장에서는 확장된 Beacon을 응용하는 시나리오를 설명한다. 기존 Beacon은 식별 가능한 개체 개수의 한계로 매장 정도만을 식별할 수 있지만 제안 방안

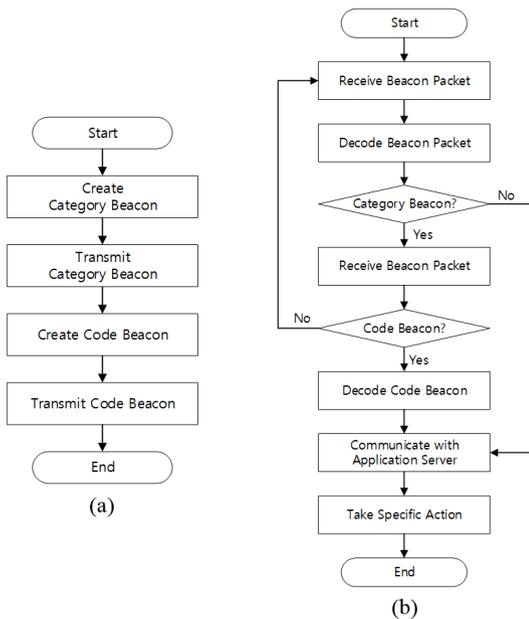


그림 2. a) Beacon 송신단의 순서도; b) Beacon 수신단의 순서도
 Fig. 2. a) Flow chart of Beacon transmitter; b) Flow chart of Beacon receiver

은 이를 넘어서는 시나리오가 가능하다.

앞서 제안한 방안으로 동작하는 3가지의 시나리오이다. 송신과 수신이 모두 가능한 Beacon 장치를 Beacon AP(Access Point)라고 지칭하였고, 실시 예로서, Category Beacon은 Major가 0xFFFF일 때, Minor가 0xFFF1일 경우에는 물류 품목을, 0xFFF2일 경우에는 사원을, 0xFFF3일 경우에는 고객을 나타낸다고 지정하였다.

4.1 세부 물류 품목 인식

사용자의 스마트폰에서 물품에 부착된 Beacon을 인식하는 시나리오가 그림 3에 있다. 물품에 부착된 Beacon 송신단이 회사의 정보 및 카테고리 분류를 나타내는 Category Beacon(Major:0xFFFF, Minor:0xFFF1)을 보내면 사용자의 스마트폰은 이를 수신하고 디코딩하여 Category Beacon임을 인식한다. Beacon 송신단은 뒤이어 회사 및 제품의 정보가 담긴 Code Beacon을 보내고 사용자의 스마트폰은 이를 수신하고 디코딩한다. 그리고 어플리케이션 서버로 물건 코드를 전송하고 세부 정보를 수신한다. 이로 인해 사용자는 물품의 위치뿐만 아니라 물품 정보까지 알 수 있게 된다. 이와 같이 복수의 Beacon 패키지를 이용하여 세부 물류 품목을 인식할 수 있는 코드정보를 제공하여 그에 따른 상세 정보를 사용자의 스마트폰으로 제공하도록 할 수 있다.

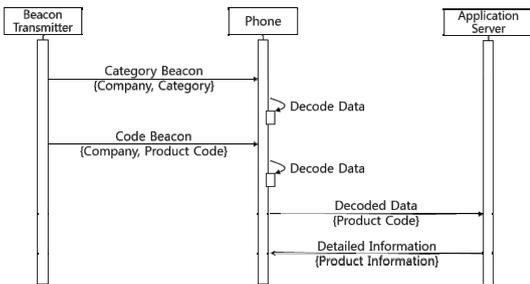


그림 3. 제안 방안에서의 Beacon과 스마트폰 간의 물품 인식 절차
Fig. 3. Product recognition process between Beacon and a smartphone in the proposed method

4.2 사원 인식

회사의 Beacon 또는 사원의 스마트폰에서 다른 사원의 스마트폰을 인식하는 시나리오가 그림 4에 있다. 사원의 스마트폰이 Category Beacon(Major:0xFFFF, Minor:0xFFF2)과 사원코드가 담긴 Code Beacon을 송신한다. 주위에 있는 Beacon 수신단 또는 다른 사원의 스마트폰이 이를 수신하고 디코딩한 후 회사 서

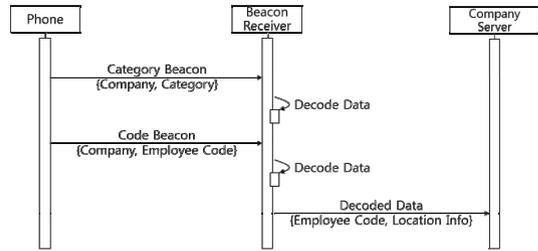


그림 4. 제안 방안에서의 스마트폰과 Beacon 간의 사원 인식 절차
Fig. 4. Employee recognition process between a smartphone and Beacon in the proposed method

버로 사원 코드와 위치 정보를 전송한다. 이로 인해 회사는 사원들의 위치를 파악하여 관리할 수 있게 된다. 해당 Beacon 수신 장치가 회사 출입문에 위치하는 경우 서버를 통해 사원이 인증된 경우에 출입문이 개방되도록 제어할 수도 있고 사원에 대한 출퇴근 인증에도 동일하게 적용될 수 있다.

4.3 고객 인식

회사의 Beacon 또는 사원의 스마트폰에서 고객을 인식하는 시나리오가 그림 5에 있다. 고객이 특정 회사의 매장에 들어와 회사의 Beacon AP가 보내는 일반 Beacon 신호를 수신하면 고객의 스마트폰은 회사를 인식하고 고객코드 분류를 나타내는 Category Beacon(Major:0xFFFF, Minor:0xFFF3)과 고객코드가 담긴 Code Beacon을 송신한다. 송신 범위 안에 있는 사원의 스마트폰은 수신한 정보들을 디코딩하여 어플리케이션 서버와 통신하여 고객의 상세 정보를 확인하고, Beacon AP는 회사 서버로 고객코드와 위치 정보를 전송한다. 고객을 인식한 회사 서버는 고객에 대응하는 할인 쿠폰, 이벤트 정보 등을 제공할 수 있다. 이렇게 회사와 사원이 고객에 대한 정보와 위치를 인식할 수 있어 특정 고객에 대한 유연한 대응이 가능하게 된다.

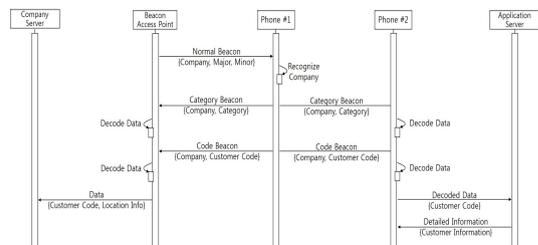


그림 5. 제안 방안에서의 Beacon과 스마트폰 간의 고객 인식 절차
Fig. 5. Customer recognition process between Beacon and smartphones in the proposed method

V. 테스트베드 구현 및 검증

5.1 안드로이드 기반의 개발 환경과 테스트베드

제안한 방식의 송수신이 가능한지 여부를 확인하기 위해 다양한 플랫폼 환경에서 개발 및 테스트를 수행하였다. 개발 및 테스트베드 구성에는 그림 6처럼 CSR 사의 BLE 개발 키트와 iOS 8.0.2의 아이폰5S, 안드로이드 4.4.4의 넥서스4를 이용하였다. 기존 방식의 iBeacon 송신기는 첫 번째 BLE 개발 키트와 아이폰5S에서 동작한다. 제안 방식의 송신기는 타이머와 Call Back 함수를 이용하여 서로 다른 종류의 Beacon 신호를 송신하고 두 번째 BLE 개발 키트에서 동작한다. 기존 방식과 제안 방식의 수신이 모두 가능한 iBeacon 수신기는 안드로이드 어플리케이션으로 구현되어 넥서스4에서 동작한다.

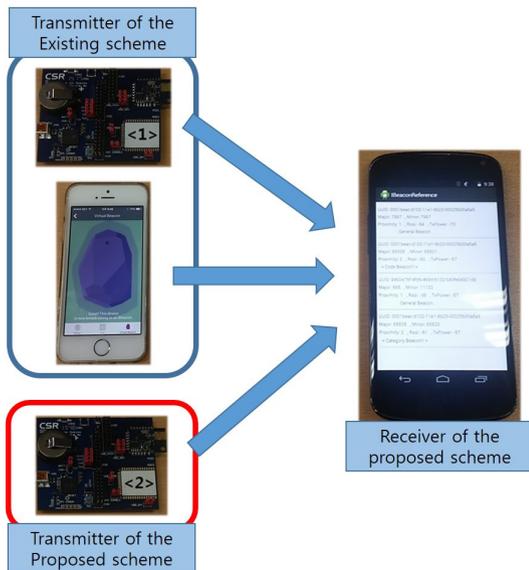


그림 6. 테스트베드 구성도
Fig. 6. Architecture of Testbed

5.2 검증 결과 및 분석

iBeacon은 BLE를 이용한 기술이기 때문에 정의된 Beacon 패킷 포맷만 지킨다면 iOS 뿐만 아니라 안드로이드나 다른 장치에서도 동작한다. 이러한 이유로 Beacon 수신기로 동작하는 안드로이드 폰에서 다른 종류의 장치에서 송신하는 Beacon 신호들을 수신할 수 있었다.

그림 7a에서처럼 제안 방안을 이용하여 수신한 여러 Beacon 신호들 중에서 한 장치에서 송신한 서로 다른 종류의 신호인 Category Beacon과 Code

Beacon을 식별하는 것이 가능하였다. 이로 인해 제한한 방식은 기존 방식과 병행하여 사용 가능하다. 또한, Category Beacon과 Code Beacon처럼 2가지 종류의 Beacon 신호 송수신이 가능하였다. 본 테스트에서 수행되지 않았지만 Beacon 신호 식별에 추가적으로 Bluetooth Device Address를 이용하고 추가적인 코드 체계를 정의할 경우에는 3가지 종류 이상의 Beacon 신호의 송수신도 가능할 것이다.

매장 및 물품의 인식이 가능한 어플리케이션의 동작 화면은 그림 7b에 나타나 있다. 사용자의 스마트폰이 매장과 물품의 Beacon 신호를 수신하면 Beacon과의 대략적인 거리와 매장과 물품에 대한 간단한 정보를 보여준다. 추가로 사용자가 특정 항목을 선택할 경우에는 매장 또는 물품에 대한 세부 정보를 출력한다.

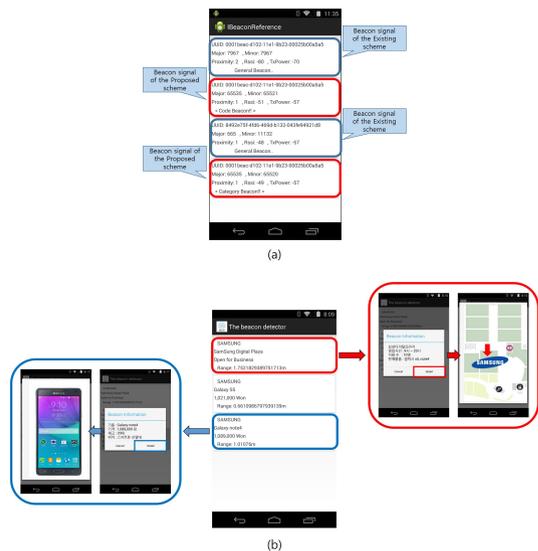


그림 7. 어플리케이션의 동작 화면: a) Beacon 신호 식별, b) 매장 및 물품 인식
Fig. 7. The screen capture of implemented application: a) Classification of Beacon signal; b) Recognition of store and product

VI. 결론

본 논문에서는 iBeacon에서 사용할 수 있는 정보의 양을 증가시키기 위해 서로 다른 종류의 Beacon 신호 송수신 방안을 제안하였고 실제로 구현하여 확인해 볼 수 있었다. 또한, 제안 방안을 활용하여 물품과 사원, 고객을 인식할 수 있는 시나리오를 제시하였다. 이외에도 iBeacon은 서버에서 정보를 가져 오지 않더라도 해당 위치에 어떤 물품이 있는지를 알 수 있어

물품 태그로 사용 가능하다. 그리고 사람의 위치 및 정보를 인식할 수 있어 회사에서 사원 관리뿐만 아니라 VVIP 고객 관리 같은 특정 고객 관리 분야에도 사용이 가능하다. 이렇게 iBeacon 신호의 정보를 더 많이 사용할 수 있게 되면 iBeacon의 활용 범위는 지금보다 더욱 넓어지게 된다.

iBeacon은 아직 초기여서 보안 문제를 포함하여 많은 잠재적 취약점을 갖고 있다. 하지만 소비자와 기업 모두에게 새롭고 다양한 서비스를 제공할 수 있는 새로운 시도라고 할 수 있다. 앞으로 iBeacon의 발전으로 인해 제공되는 새롭고 편리한 서비스들을 기대해 본다.

References

[1] Y. J. Park, H. S. Cho, and J. W. Son, "Transmitting/receiving of standard health data using bluetooth HDP on the android platform," *J. KICS*, vol. 38, no. 5, pp. 464-470, May 2013.

[2] K. Y. Kim, S. Y. Shin, K. S. Bae, and S. Chae, "Design and implementation of NMEA 2000 based universal gateway," *J. KICS*, vol. 39, no. 2, pp. 191-198, Feb. 2014.

[3] H. S. Ryu, S. H. Park, and Y. B. Jang, "Communication technology trends between terminals for proximity service," *Inf. & Commun. Mag.*, vol. 30, no. 12, pp. 97-104, Nov. 2013.

[4] Policy Research Division Department of Information Communication Research, "Beacon, location-based services emerged as a key infrastructure," *Trends and Prospects : Broadcasting * communication * radio*, vol. 73, pp. 30-40, Apr. 2014.

[5] iOS Developer Library, *Region Monitoring and iBeacon*, Retrieved Sept. 2014, from <https://developer.apple.com>

[6] Andy Cavallini, *iBeacons Bible 2.0*, Retrieved Sept. 2014, from <https://meetingofideas.files.wordpress.com>

[7] IDG TechLibrary, *New Evolution of the signal device, Understanding of Beacon and iBeacon*, Retrieved Sept. 2014, from <http://www.digieco.co.kr>

[8] M. Portnoi and C.-C. Shen, "Location-aware sign-on and key exchange using attribute-based encryption and Bluetooth beacons," *IEEE Conf. Commun. and Netw. Security 2013*, pp. 405-406, Washington, D.C., USA, Oct. 2013.

[9] J. Takalo-Mattila, J. Kiljander, and J.-P. Soininen, "Advertising semantically described physical items with Bluetooth Low Energy beacons," *2nd Mediterranean Conf. Embedded Computing*, pp. 211-214, Budva, Montenegro, Jun. 2013.

[10] DEVFRIGHT, *iBeacons Tutorial for iOS 7 with CLBeaconRegion and CLBeacon*, Retrieved May. 2014, from <http://www.devfright.com/>

[11] C. H. Kim and S. W. Lee, "A research on performance improvement of iBeacon using beacon code architecture extension," *KICS Summer General Scientific Meeting*, pp. 1039-1040, Jeju Island, Korea, Jun. 2014.

김 철 훈 (Cheol-hoon Kim)



2013년 2월 : 경희대학교 전자
전파공학과 졸업
2014년 3월~현재 : 경희대학교
컴퓨터공학과 석사과정
<관심분야> SDN, 이동통신,
CCN

홍 승 현 (Seung-hyun Hong)



2010년 3월~현재 : 경희대학교 생
체의공학과 학사과정
<관심분야> SDN, 클라우드 컴
퓨팅

이 성 원 (Sung-won Lee)



1998년 : 경희대학교 전자계산
공학과 박사

1998년~1999년 : (주)미디어콤
전임연구원

1999년~2008년 2월 : (주)삼성
전자 책임연구원

2008년~현재 : 경희대학교 컴퓨
터공학과 교수

<관심분야> 이동통신 네트워크, MAC계층 프로토
콜, SDN, CCN, 클라우드 컴퓨팅