

# Beacon 기술을 이용한 지능형 모바일 물품관리 시스템에 관한 사례 연구

황정식\*

\*고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 소프트웨어공학과  
e-mail : hjs6877@gmail.com

## A Case Study on Intelligent Mobile Inventory Management System using Beacon Technology

Jung Sik Hwang\*

\*Dept. of Software Engineering, Graduate School of Computer & Information Technology, Korea  
University

### 요 약

iOS, Android 등의 모바일 운영체제를 탑재한 스마트폰 기술의 급속한 발전으로 인해 다양한 모바일 어플리케이션들이 개발 되고 있다. 그 중에서 모바일을 통해 물품을 관리 하기 위한 기반 기술로 안드로이드의 NFC 기술을 이용하거나 블루투스 바코드 스캐너와 스마트폰의 연계 기술을 이용하고 있는 것이 현재의 추세이다. NFC 기술 또는 단순 블루투스 바코드 스캐너와의 연계만으로는 공간 내 대량의 물품을 지능적으로 관리 하기에는 한계가 있는 것이 사실이다. 본 논문에서는 Beacon 기술을 이용하여 기존의 NFC 기술 및 바코드 스캐너만으로 구현이 불가능했던 문제들을 해결할 방안을 제안한다.

키워드: 저전력 블루투스, 비콘, 모바일 물품관리

### 1. 서론

스마트폰 기술의 눈부신 발전으로 인해 물품의 관리에 있어서도 수기 장부를 이용한 전통적인 물품 관리에서 Paperless Management System의 구축으로 변화하고 있다. 스마트폰을 이용한 현존하는 대부분의 모바일 물품 관리 시스템은 RFID 기반인 NFC 시스템으로 구축되어 있는 것이 사실이며, 모바일 OS 상에서 블루투스 통신 기술을 이용하는 것이 보편화 됨으로 인해 스마트폰과 블루투스 바코드 스캐너를 이용한 고전적인 바코드 스캐너 시스템에서 벗어나고 있다. NFC 기술의 발전으로 인해 스마트폰을 이용한 모바일 물품 관리 시스템의 구축이 용이해 진 것이 사실이다. 하지만 현실적으로 5cm 이내의 짧은 인식 거리에서만 통신이 용이하다는 점, 사용자가 직접 NFC 리더기에 태깅을 해야 하는 진부한 사용자 경험 등의 한계로 인해서 보다 향상된 모바일 물품 관리 시스템 구축을 위한 핵심 기술로 NFC를 이용하기에는 한계가 있다.

본 논문의 목적은 기존 NFC 기반인 모바일 물품 관리의 문제점을 제기하고, 이러한 문제점의 해결 방안을 제안함으로써 사용자가 모바일을 통한 물품 관리를 수행함에 있어 더욱 더 진보된 사용자 경험을 체험하고, 이를 바탕으로 기존 시스템보다 더욱 향상된 지능형 모바일 물품 관리 시스템 서비스의 확산에

기여하는 것이다.

본 논문은 기존 시스템의 문제점을 객관적으로 분석한 후, 문제점을 개선하기 위한 방안에 대한 모형을 분석 및 설계를 통해 제시하고, 개선 방안의 핵심이 되는 기술을 해당 시스템의 프로토타입으로 구현, 검증하여 기존 시스템의 문제점을 개선할 수 있는 주요 방안을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 2 장에서 기존 NFC 기술 적용의 한계점을 제시하고, 개선 방안의 핵심 기술이 될 Beacon의 주요 기술 및 향후 발전 가능성을 고찰해 봄으로써 Beacon 통신 기술을 이론적으로 이해한다.

3 장에서는 Beacon을 이용해 기존 시스템의 한계를 극복하여 더욱 더 향상된 모바일 물품 관리 시스템을 구축할 수 있는 근거를 제시 후, 구체적인 개선 방안을 제안하고, 4 장에서 본 논문에서 제안한 개선 방안을 시스템으로 구현하기 위한 시스템 설계를 진행한 후, 5 장에서 개선 방안에 대한 적합성 여부를 검증하기 위한 프로토타입의 테스트 과정을 논의한다.

6 장에서는 개선 방안의 적합성 여부를 검증하기 위해 구현한 프로토타입에 대한 분석 과정을 기술하며, 분석을 통하여 얻어 진 분석 결과에 대해 해석하고, 7 장에서는 연구 결과를 요약하고 이를 기반으로 연구의 의의 및 해당 연구에 대한 시사점을 제시하며, 또한 Beacon 통신 기술을 이용한 모바일 물품관리 시스템 사례 연구의 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 모바일 물품 관리의 발전 히스토리

초기의 물품 관리는 수기 장부를 통해 특정 공간의 물품들의 존재 유무, 물품의 상태, 타 공간으로의 이동 유무 등을 사람이 일일이 체크하는 방식이었으며, 이후에 등장한 물품 관리 모델은 단순 PDA 를 이용한 물품 목록의 리스트 업을 통해 물품들을 관리하는 방식이었다. 하지만 PDA 의 네트워크 속도 문제로 인해 단순 물품 관리 이외의 재물 조사 등의 기능에서는 오히려 생산성이 저하되는 현상을 보였다. 이러한 속도와 성능 문제를 보완하기 위해 블루투스 통신을 이용하여 스마트폰과 블루투스 바코드 스캐너의 연동을 통한 모바일 물품 관리 시스템이 선보여 지게 되었으나 이와 같은 방식으로 현장에서 물품 관리 업무를 진행할 경우, 물품 관리 담당자가 스마트폰과 바코드 스캐너 장비를 함께 휴대해야 하는 불편함을 초래하였다. 대규모 공공 기관이나 산업 현장에서는 RFID 를 이용하여 U-Sensor Network 의 구축 사례가 증가하고는 있으나 구축 비용이 많이 들기 때문에 일반 대중들에게 보편화 되기에는 현실적으로 무리가 있는 것이 사실이다. 따라서 이러한 RFID 의 보편화에 기여할 수 있는 방식이 스마트폰의 기능으로 보편화 되고 있는 NFC(Near Field Communication) 기술이다.

### 2.2 NFC 의 한계점

넓은 통신 범위로 인해 해킹의 위험이 높은 Wi-Fi, Bluetooth 등과 달리 NFC 는 10cm 정도의 짧은 유효 통신 거리로 인해 해당 통신 거리를 벗어나면 통신 자체가 불가능하므로 해킹의 가능성을 최소한으로 차단할 수 있다는 장점이 있다. 디바이스간 통신 거리의 제약이 존재하지만, 다른 근거리 통신 방식에 비해서 NFC 가 조금 더 편리하고 안전한 통신 방식이라 말할 수 있다. 하지만 NFC 의 짧은 통신 거리가 보안 이슈상에서 장점이 될 수 있으나 사용자의 사용 편의성 측면에서 현재로서는 더 이상의 발전 가능성이 없는 NFC 의 한계가 될 수 있다.

첫째, NFC 는 태그를 읽기 위해서는 사용자가 10cm 이내(실제로는 5cm 이내)에서 태깅이라는 행위를 해야 하기 때문에, 사용자가 주머니에 스마트폰을 넣어 두었다면 주머니에서 매번 스마트폰을 꺼내는 행동을 반복해야 한다.

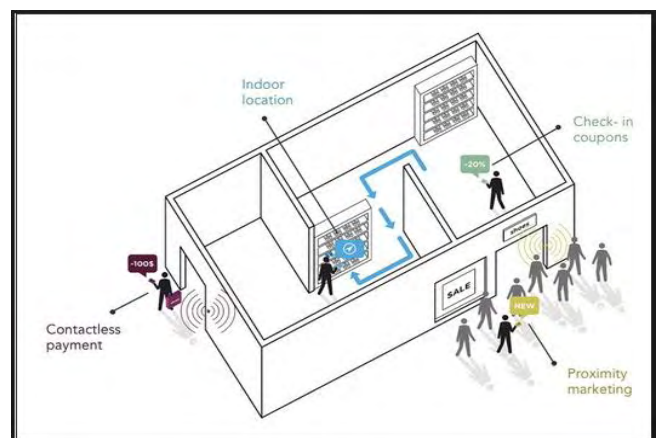
둘째, NFC 는 태깅 할 때, 사용자의 스마트폰이 사용자의 눈에서 멀어 지는 경우가 대부분이다. 이러한 이유로 데이터 교환 상황이나 완료 여부, 에러 발생 여부 등을 사용자가 알아보기가 다소 힘들 수 있다. 물론 태깅 이후의 알림 상황은 화면에 큰 글자를 출력 하거나 깜빡임을 이용하거나 소리를 내거나 진동을 발생시킴으로써 해결할 수 있다. 하지만 태깅 이후에 어떤 Interaction 을 이어 나가야 하는 경우라면 다음 작업을 진행하기에 불편할 수 밖에 없다. 예를 들어 태깅 이후에 선택 버튼을 눌러야 한다거나 패스워드를 입력해야 한다거나 하는 Interaction 이 이어져야 할 경우 사용자의 편의성 측면에서 결코 큰

이점을 얻을 수 없을 것이다. 결론적으로 NFC 기능은 Interaction 이 많은 작업보다는 접촉만으로 바로 데이터가 교환 되고 바로 통신이 종료되는 어플리케이션에만 적합한 기능이라는 한계가 있다.

### 2.3 Beacon

통신 기술의 발달과 스마트폰의 대중화로 인해 사용자의 모바일 단말기를 온오프라인을 연결하는 매개체로 삼아, 다양한 서비스를 제공하려는 노력이 지속적으로 등장하고 있으며, 이러한 서비스를 구현하기 위해서는 건물 외부뿐 아니라 건물 내부에서도 사용자의 위치를 정확하게 파악하여 사용자에게 해당 정보를 제공하는 것이 중요하다[1]. 최근 Beacon 이 이러한 Indoor Position 의 정확한 인식을 위한 차세대 기술로 주목 받고 있다. Beacon 은 블루투스나 인간이 들을 수 없는 비가청 영역의 주파수를 활용해 단말과 데이터를 교환하는 장치로써 최근 애플의 iBeacon 처럼 BLE(Bluetooth, 저전력 블루투스) 기반의 Beacon 이 주류로 부상하는 양상을 보이고 있다. BLE 통신의 가장 큰 특징은 이전의 블루투스 통신 기술에 비해 스마트폰의 배터리 소모가 적다는 것이다. Beacon 을 활용한 서비스는 기본적으로 건물 내 특정 장소에 Beacon 을 설치하고, 스마트폰이나 태블릿 등의 단말기를 지닌 사용자가 Beacon 의 유효 범위 내에 들어오면 해당 단말기를 감지 후, 사용자에게 정보를 제공한다. 특히 Beacon 은 사용자가 NFC 의 태깅과 같은 별도의 행동을 취하지 않더라도 자동으로 사용자의 위치를 파악한 후, 사용자에게 관련 정보를 제공해줄 수 있으므로 사용자 편의성이 증가한다.

스마트폰 사용자가 일정 주기로 브로드캐스팅 중인 Beacon 의 신호 범위 내에 들어가면 스마트폰의 앱에서 Beacon 의 유효 범위 내에 있다는 사실을 알린다. 통지를 받은 앱은 BLE 신호를 기반으로 사용자 위치를 모니터링 후, Beacon 에서 사용자까지의 거리를 계산하고 위치를 파악한 후, 사용자에게 자동으로 정보를 제공한다.



(그림 1) Beacon 의 구현 가능 콘텐츠와 기능의 예 [2]

그림 1 은 Beacon 의 작동 원리를 이해할 수 있도록

상점에서 Beacon 의 위치 서비스가 어떻게 이용될 수 있는지에 대한 콘텐츠와 기능의 범위를 보여 준다. Beacon 은 BLE(Bluetooth Low Energy) 기술을 이용해 데이터 통신을 하며 실내에서 세밀한 GPS 역할을 하는 블루투스 기능이다. NFC 가 10cm 이내라는 유효통신 거리를 가지는 반면 Beacon 은 5cm 에서 최대 70m 까지의 유효 통신 거리를 가지기 때문에 그 활용 분야가 훨씬 다양하다. NFC 처럼 스마트폰을 리더기에 가까이 가져가서 태깅 할 필요 없이 Beacon 이 설치된 곳으로 다가가기만 해도 사용자에게 데이터를 전달할 수 있기 때문에 건물 내에서도 상세한 위치 이동을 읽어 와서 맞춤형 데이터를 전달할 수 있다. Beacon 기술이 스마트폰에 도입 된지 오랜 기간이 지나지 않았지만 해외에서는 물론 국내에서도 Beacon 을 이용한 적용 사례가 증가하고 있는 추세이다.

### 3. 모바일 물품관리 시스템 개선 방안

본 논문에서 제안하는 기존 시스템의 문제점에 대한 개선 근거는 다음과 같다.

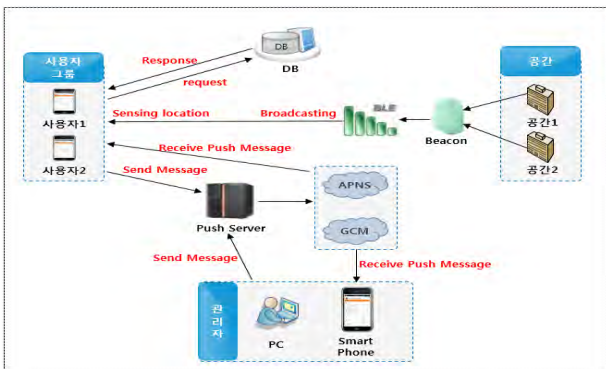
첫째, Beacon 기술이 특정 플랫폼에서만 적용 가능한 통신 기술이 아니기에 전 세계 대부분의 스마트폰을 차지하는 iOS 기반의 스마트폰과 Android 기반의 스마트폰에 모두 적용이 가능하다.

둘째, Beacon 송신기에서 브로드캐스팅 되는 신호는 Beacon 의 환경 설정에서 설정한 대로 일정한 세기의 신호가 주기적으로 Beacon 에서 브로드캐스팅 되므로, 신호 세기의 급격한 변화로 인해 Indoor Position 이 변하지 않기 때문에 정확한 위치를 인식할 수 있다.

셋째, Indoor Position 을 정확하게 인식할 수 있는 Beacon 을 이용하여 사용자가 태깅과 같은 특정 액션을 취하지 않더라도 사용자의 위치를 정확하게 인식하여 사용자에게 맞춤 정보를 제공해 줄 수 있다.

본 논문에서의 시스템 개선에 대한 핵심은 기존 NFC 기반의 시스템에서 불편함을 초래 했던 사용자 편의성을 과연 얼마나 향상 시킬 수 있는지의 여부에 대해서 핵심 프로토타입을 구현하고, 이를 통해 본 논문에서 제안한 시스템 개선에 대한 근거를 검증할 수 있는가 하는 것이다.

### 4. 시스템 설계



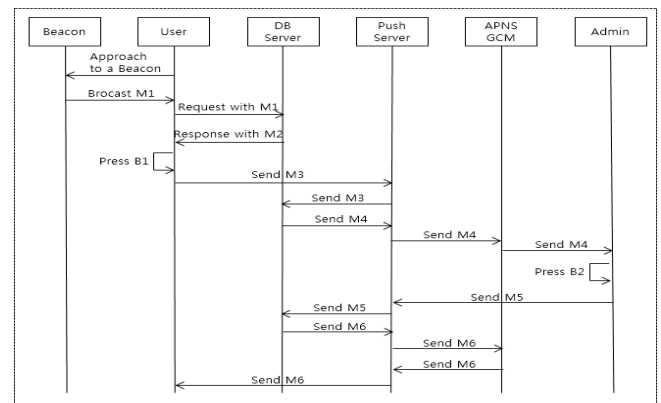
(그림 2) 제안하는 시스템 구성도

제안하는 시스템 구성도는 그림 2 와 같다. 제안하는 시스템은 Push Server 와 DB Server, 모바일 Device 를 가지는 사용자, Beacon 송신기가 설치된 공간, 스마트 폰 및 PC 를 가지는 관리자로 구성되어 있다. 모바일 물품 관리의 여러 가지 메뉴 중에서 재물조사를 예로 들면,

첫째, 사용자가 특정 공간의 재물조사를 위해 특정 공간으로 다가가면 Beacon 에서 브로드캐스팅 된 블루투스 신호를 사용자의 스마트폰에서 감지하여 해당 공간을 인식하고, 이 공간의 물품 정보를 DB 에서 전달받아 사용자의 화면에 자동으로 표시한다.

둘째, 사용자가 재물조사를 끝내고 난 후, 재물조사 완료 버튼을 누르면 Push Server 로 재물조사 완료 메시지가 전송되고, 관리자의 스마트폰에서 이를 Push 알림으로 확인한 후, 최종 승인을 내리게 된다.

셋째, 관리자의 최종 승인 메시지가 Push Server 로 전송되고, 사용자가 이 메시지를 확인한 후, 다음 공간으로 이동하는 구조이다.



(그림 3) 애플리케이션 프로세스

<표 1> 용어 표기

구성 요소	내용
M1(Message1)	UUID, major, minor, identifier
M2(Message2)	재물조사 물품 정보
M3(Message3)	Admin Register ID
M4(Message4)	M3 + Payload 정보
M5(Message5)	User Register ID
M6(Message6)	M5 + Payload 정보
B1(Button1)	재물조사 완료 버튼
B2(Button2)	관리자 승인 버튼

그림 3 의 애플리케이션 프로세스의 상세 설명은 다음과 같다.

- (1) 사용자가 특정 공간에 접근한다.
- (2) Beacon 의 Bluetooth 신호를 수신한다.
- (3) 수신된 M1 을 DB Server 에 전송한 후, M2 를 전달받는다.
- (4) 재물조사 물품 정보 확인 후, B1 을 누른다.
- (5) M3 를 Push Server 에 전송한 후, DB Server 로 부터 M4 를 전달 받는다.

(6) APNS/GCM 에 M4 를 전송한 후, 관리자에게 M4 를 전송한다.

(7) B2 를 눌러 Push Server 에 M5 를 전송한 후, DB Server 로 부터 M6 를 전달 받는다.

(8) APNS/GCM 에 M6 를 전송한 후, 사용자에게 M6 를 전달한다.

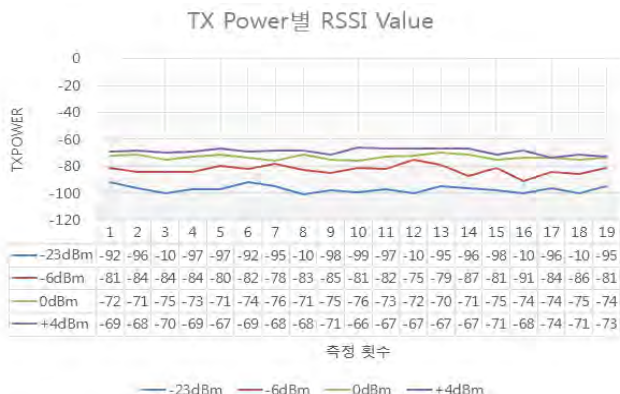
### 5. 프로토타입 테스트

프로토타입의 테스트를 통해 본 논문에서 제안한 개선 방안에 대한 검증은 실시한다. 먼저 테스트 시나리오를 작성하고, 시나리오의 테스트에 적합한 환경을 구성하고 난 뒤 테스트를 실시한 후, 결과를 분석한다. 본 논문에서 실시한 테스트 시나리오는 다음과 같다.

- (1) 사용자가 재물조사 모드를 On 한 채, 특정 공간에 접근한다.
- (2) 특정 공간에 설치된 Beacon 의 해당 범위에 사용자가 들어서면 사용자가 특별한 Action 을 취하지 않아도 재물조사 팝업이 오븐된다.
- (3) 사용자가 재물조사 완료 버튼을 클릭한다.
- (4) 관리자가 사용자로부터 재물조사 완료 Push 알림 메시지를 수신한다.
- (5) 관리자가 재물조사 완료 최종 승인 버튼을 클릭한다.
- (6) 사용자가 관리자로부터 최종 승인 Push 알림 메시지를 수신한다.
- (7) 사용자는 다음 장소의 재물조사를 위해 이동한다.

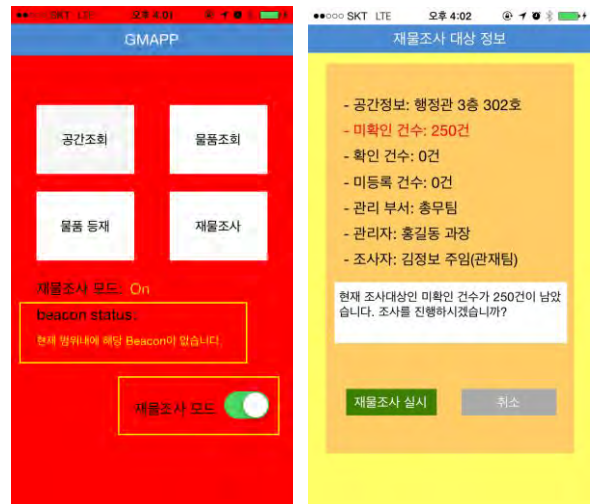
### 6. 결과분석

작성한 시나리오대로 테스트를 시연하기 전에 먼저 Beacon 에서 브로드캐스팅 되는 신호의 세기가 주기적으로 일정하게 송신되는지에 대한 검증을 위해서 정량적 테스트를 실시하였으며, 테스트 결과는 다음과 같다.



(그림 4) TX Power 별 RSSI(수신 신호 세기) 값

그림 4 그래프에서 보듯이 4 단계의 TX Power(-23dBm, -6dBm, 0dBm, +4dBm)별로 총 19 회 테스트 결과 TX Power 별로 값의 크기가 큰 변화 없이 일정하다는 것을 확인할 수 있다.



(그림 5) 프로토타입 테스트 결과 화면

그림 5에서 재물조사 모드 스위치를 On 한 상태에서 Beacon 의 신호 범위에 접근하기 전에는 beacon status 메시지에 "현재 범위내에 해당 Beacon 이 없습니다"라는 메시지가 표시 되고, 재물조사 모드 스위치를 On 한 상태에서 Beacon 의 신호 범위 내에 들어간 직후, 사용자가 아무런 액션을 취하지 않았지만 재물조사 목록 화면이 자동으로 오븐 되는 것을 확인할 수 있다.

### 7. 결론

본 논문에서는 기존의 모바일 물품 관리 시스템의 한계를 개선할 수 있는 근거를 제시하고, 제시한 근거를 검증하였다. 따라서 Beacon 이라는 최신 기술을 모바일 물품 관리 시스템에 적용함으로써 대상 공간에서 사용자의 위치를 정확하게 파악하고, 사용자가 원하는 최적화 된 정보를 지능적으로 제공할 수 있는 기반을 마련하였다. 향후 연구로는 스마트폰 또는 태블릿 상에서 공간에 대한 물품 지도를 생성하여 특정 물품이 어디에 위치해 있는지에 대한 로드맵을 사용자에게 실시간으로 제공해 줄 수 있는 서비스를 구축하는 것이다. 아울러 사용자가 기존의 재물조사 방식과 같이 직접 해당 물품의 바코드를 스캔하여 재물조사를 진행하는 것이 아니라 사용자가 굳이 바코드 스캔과 같은 액션을 취하지 않더라도 각 물품에 설치된 Beacon 의 신호를 수신하여 자동으로 해당 공간의 물품에 대한 재물조사가 자동으로 이루어질 수 있는 연구를 진행할 것이다.

### 참고문헌

[1] 정책연구본부 방송통신연구부. (2014). "비콘, 위치 기반 서비스의 핵심 인프라로 급부상."  
 [2] Cox, J. (2014). "애플 아이비콘 위치 감지 기술의 작동 원리." IT World.  
<http://www.itworld.co.kr/slideshow/85994?slide=7>