

Bluetooth Low Energy 기술을 이용한 위치기반 모바일 사물인터넷 제어 시스템

이주원^o, 김우생^{*}

^o광운대학교 컴퓨터 소프트웨어학과
sljw1219s@paran.com^o, kwsrain@gmail.com^{*}

Location-based Mobile IoT Control System by utilizing the BLE Technique

Juwon Lee^o, Woosaeng Kim^{*}

^oDept of Computer Software, Kwang-woon University

● 요약 ●

스마트 기기의 범위가 휴대폰을 벗어나 다양한 제품 및 가전으로 확대됨에 따라 부가가치 창출에 유리한 사물인터넷 시장(IoT)이 최근에 각광받고 있다. 사물 인터넷 시장이 확대되고, 방대해지는 스마트 기기의 종류에 따라 사용자가 효율적으로 제어할 수 있는 제어 시스템 구축이 필요하다. 특히 많은 기기 중에서 사용자가 제어하고자 하는 기기를 선택해 제어하는 방식은 사용하기 불편하다. 이러한 사물 인터넷의 특성을 파악하여 본 논문에서는 가정 내에서 사용자의 실내 위치를 기반으로 제어하고자 하는 가전을 직관적 인터페이스를 통해 제어할 수 있는 새로운 제어 패러다임을 시도하였다.

키워드: BLE(Bluetooth Low Energy), IoT(Internet of Things), RSSI(Recived Signal Strenth Indicator)

I. 서론

스마트 가전 및 IoT 시장 활성화로 스마트TV, 스마트 전구 등이 가전 시장에 등장하고 있으며, 이로 인해 제어해야 할 가전의 숫자가 점점 증가하고 있다[1]. 기존의 목록 리스트 인터페이스를 활용하여 가전을 선택하여 제어하는 방식은 목록의 개수가 늘어날수록 많은 목록 중에 원하는 가전을 찾는 데까지의 시간 및 복잡도가 증가하는 불편함을 야기한다.

본 연구에서는 기존 블루투스의 전력 소모 문제점을 해결한 블루투스 4.0의 Low Energy 기술(이하 BLE)을 이용하여 사용자의 실내 위치를 측정하고, 스마트폰으로 IoT 가전을 증강현실 인터페이스로 제어하는 시스템을 제안한다. 설치된 비콘의 신호 세기(이하 RSSI) 값을 활용하여 사용자의 실내 위치를 구하고, 실내 위치정보와 스마트폰의 센서 값을 조합하여 스마트폰 카메라의 화각 안에 존재하는 가전을 추정한다. 사용자는 카메라에 오버래핑 된 가전제어 증강현실 인터페이스를 활용하여 직관적으로 멀리 떨어져 있는 가전을 제어할 수 있다.

본 논문의 구성은, 2장에서는 본 연구의 관련 연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 전체적인 시스템 설계, 4장에서는 본 연구의 구현에 대해 살펴본다. 마지막 5장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대해 논의한다.

II. 관련 연구

1. Bluetooth Low Energy

블루투스 Special Interest Group은 2010년에 기존의 블루투스보다 전력 소모량을 극소화한 블루투스 Low Energy(BLE)를 도입하고 이를 포함하는 새로운 표준인 블루투스 4.0을 선보였다. BLE는 전력 소모량을 최대 10분의 1 수준으로 줄여 장기간 배터리 교환 없이도 무선 통신이 가능하다[2]. BLE 비콘은 블루투스 4.0(BLE) 프로토콜 기반의 근거리 무선통신 장치로 최대 70m 이내의 장치들과 교신할 수 있으며 전력 소모가 적어 모든 기기가 항상 연결되는 사물인터넷 구현에 적합하다[3].

III. 설계

그림 1은 시스템의 전체적인 구조를 보여주고 있으며 크게 비콘, 가전제어 서버, 안드로이드 어플리케이션, 모의 가전으로 구성되어 되어있다. 신호를 발생시키기 위한 비콘을 육면체 공간의 벽의 4면에 각각 설치한다. 모의 가전은 임베디드 보드인 아두이노, 라즈베리파이를 활용하여 앞으로 IoT에 사용될 다양한 플랫폼 환경에 대응할 수 있도록 설계하였다. 가전제어 서버에 가전이 무선랜으로 접속하고 사용자는 스마트폰으로 서버에 제어 메시지를 보내어 가전을 제어한다. 또한 스마트폰에서 비콘 기기들의 RSSI 값을 스캔하여 이를

•제1저자 : 이주원 •교신저자 : 김우생

토대로 사용자의 실내 위치를 추정한다.

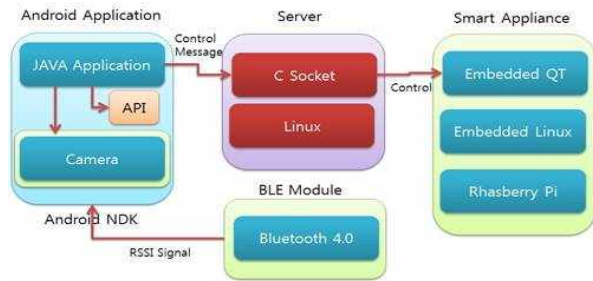


그림 1. 시스템 구조

IV. 가전 제어 시스템 구현

우선적으로 사용자의 실내 위치를 찾기 위한 신호를 발생시키는 비콘이 필요하다. BLE모듈과 신호 발생을 위한 최소한의 회로가 구성된 보드에 전원을 공급할 코인 배터리를 이용해서 비콘을 제작하였다. 또한 비콘이 보내는 신호의 세기 값인 RSSI 값을 이용하여 사용자의 실내 위치를 구현하기 위해서는 1차적으로 RSSI 값 필터링 과정과 2차적으로 필터링 된 값을 이용하여 사용자의 위치를 추정하기 위한 방법을 사용하였다.

1. RSSI 값 필터링

스마트폰에서 측정되는 비콘 기기들의 RSSI 값은 그대로 사용하기에는 그 오차가 매우 커서 필터를 활용해야 한다. 본 연구에서는 확률 분포를 이용한 필터를 구현해 사용하였다. 정지 상태의 최근 50개의 RSSI 값을 큐에 저장한 후, 큐에 있는 값 중에 그 분포가 3회 이하의 매우 적은 값을 1차적으로 제거한다. 남은 분포의 평균값과 상대적으로 거리가 먼 분포 중에 6회 이하 정도로 비교적 분포가 적은 값을 2차적으로 제거하고 남은 분포를 평균한 값을 최종적으로 산출한다. 필터에 사용된 상수 값은 환경에 따라 적절히 증감한다. 그림 2의 빨간 분포는 이 필터를 사용하여 필터 된 분포의 값으로, 오차가 많이 줄어든 모습을 확인할 수 있다.

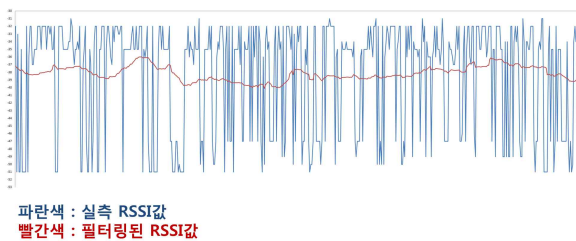


그림 2. RSSI 값 필터 비교

2. 상대적 위치추정 알고리즘

앞의 절에서 필터링한 RSSI 값을 활용하여 사용자의 실내 위치를 추정하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 4개의 비콘 기기들과 사용자의 상대적 거리를 비교하여 공간에서 사용자의 위치 범위를

추정하는 알고리즘을 사용하여 사용자의 위치를 추정하였다. 우선 그림 3의 모습과 같이 물리적 장애물이 없는 4m의 사각형 공간의 각 벽면에 제작한 비콘을 설치 하였다. 사용자의 어플리케이션에서 비콘들을 스캔하여 RSSI 값을 저장한다. 즉 비콘들의 RSSI 값이 사용자와의 상대적 거리를 나타낸다. 이 상대적 거리를 경우의 수로 나누어 각각의 경우의 수에 가중치를 부여하였다. 그림2에서 사용자와 비콘과의 거리 D중에 상대적으로 D4는 D1, D3보다 작다. 또한 D1, D3는 D2보다 작다. 이 경우를 가장 높은 가중치 5를 두고 이경우보다 미달하는 경우를 가중치 4, 3, 2, 1로 하여 스캔 1회마다 가중치를 배열에 저장한다.

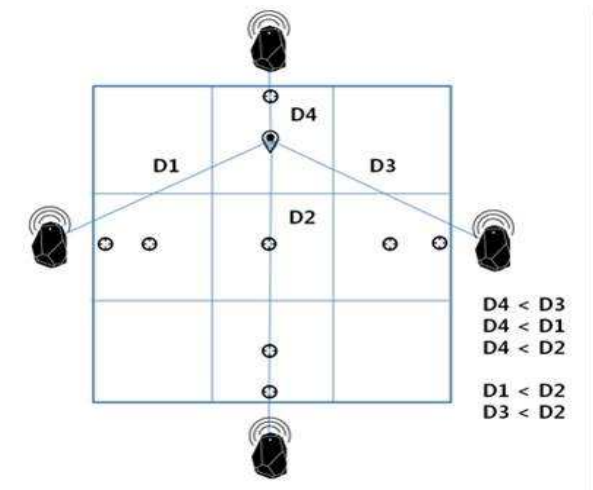


그림 3. 상대적 실내위치 추정 알고리즘

스캔 횟수가 증가할수록 쌓여진 가중치가 증가하는 방식이다. 가중치 배열에서 가장 높은 가중치가 누적된 지점을 사용자의 위치로 최종적으로 추정한다. 또한 이전 데이터의 영향으로 사용자 위치 이동의 결과가 즉각적으로 반영되지 못하는 점을 개선하기 위해 스마트폰의 가속도 센서를 활용하여 사용자의 움직임을 감지하고 사용자가 움직일 경우 가중치 맵을 리셋 방법으로 이전데이터 영향을 최소화하는 방법을 구현 하였다.

2. 모의 IOT 가전

가전제어 시스템을 시연하기 위하여 스마트 오디오와 램프를 구현 하였다. 라즈베리 파이에 임베디드 리눅스, 임베디드 QT를 사용하여 노래 재생, 정지 및 볼륨조절이 GUI로 가능하도록 오디오를 구현하였으며, 아두이노에 릴레이 스위치를 연결하고 LED 전구를 활용하여 사용자 명령에 의해 전원을 On/Off 할 수 있는 스마트 램프 구현하였다. 라즈베리파이에는 WiFi 동글을 연결하고, 아두이노에는 WiFi 쉘드를 이용해서 서버에 무선랜으로 접속하여 통신한다.

3. 가전제어 서버

사용자와 가전 간의 소통을 중계하는 가전제어 서버는 저전력 임베디드 보드에 구현하여 장시간 활용에도 전력 소모가 적다. C 언어로 리눅스 환경에서 비동기 소켓통신을 활용하여 사용자 혹은 가전의 연결을 대기하고 있다가 가전들의 접속 정보를 자료구조에

저장하고, 사용자의 스마트폰에서 보내는 메시지를 받아 메시지 번호를 확인하여 해당가전에게 전송한다. 가전은 메시지를 받아 메시지번호에 해당하는 작업을 수행하도록 구현하였다.

4. 증강현실 인터페이스

사용자의 스마트폰의 카메라 뷰와 실내 위치 추정 및 카메라 화각 내에 존재하는 가전을 추정한다. 추정한 가전의 제어 인터페이스를 안드로이드의 카메라뷰와 오버레이시켜 그림 4와 같이 카메라뷰로 보이는 실제 TV 가전 위에 TV 제어 인터페이스가 존재하도록 하였다. TV를 제어하고자 하는 경우 TV 위에 있는 인터페이스를 선택하고 그에 해당하는 제어 버튼을 눌러 손쉬운 제어가 가능하도록 구현하였다. 기존의 리스트 형식 혹은 2D맵 형식을 탈피한 가장 직관적인 인터페이스를 구현하였다.

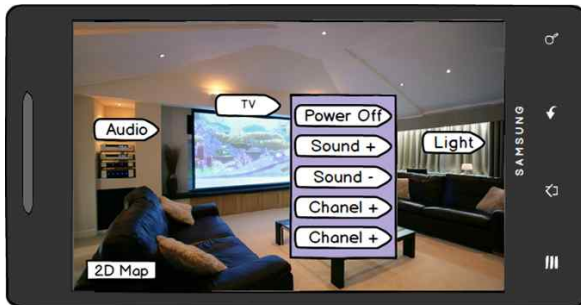


그림 4. 증강현실 인터페이스 모크업

V. 결론

본 연구에서 물리적 장애물이 없는 공간에서 4개의 비콘 기기로 4m의 넓이에서 약 30cm 정도의 오차로 사용자의 xy 좌표를 추정하였으며, 사용자에게 카메라 뷰를 통해 보이는 가전을 터치로 제어한다는 직관적인 인터페이스를 제공하였다. 또한 더 많은 비콘 기기와 2.4Ghz 간섭을 최소화하고 구형에 가까운 방사 패턴의 안테나를 활용한다면 보다 더 높은 정확도를 달성할 수 있다. 향후 이 기술이 스마트폰의 카메라가 아닌 웨어러블 글라스 기기에 응용된다면 보다 더 활용도가 높은 기술이 될 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] Seong-Hoon Lee and Dong-Woo Lee, "A Study on Internet of Things in IT Convergence Period," Journal of Digital Convergence, Vol. 12, No. 7, pp. 267-272, 2014.
- [2] K. Byeon and S. Lim and B. Le and J. Yun, "Bluetooth Low Energy Wireles Technology" HONGRUNG PUBLISHING COMPANY, 2010.
- [3] <http://estimote.com/>