

# 블루투스 비콘 기반의 물류추적시스템 설계

임지용\* · 오암석\* · 김관형\*\*

\*동명대학교 미디어공학과

\*\*동명대학교 컴퓨터공학과

Ji-yong Lim\* · Am-suk Oh\* · Gwan-Hyung Kim\*\*

\*Dept. of Media Engineering, TongMyong University

\*\*Dept. of Computer Engineering, TongMyong University

E-mail : eclipt\_@naver.com, asoh@tu.ac.kr

## 요 약

본 논문에서는 기존 물류센터에서 활용되고 있는 물류관리시스템에 최근 부각되고 있는 ICT, 사물인터넷 기술을 융합하여 보다 스마트한 물류 추적 기능을 탑재한 물류추적시스템을 제안한다. 제안하는 물류추적시스템은 기존 물류관리에서의 단말기 단순 네트워크 연결이 아닌 블루투스 4.0기반 비콘 IPS(Indoor Positioning System) 서비스를 활용하여 제품의 생산부터 출고까지의 이동경로와 정확한 보관위치를 추적하여 효율적인 재고관리와 피킹이 가능하다. 또한 디바이스 단말기를 사물인터넷화 하여 다른 스마트팩토리 시스템과의 연동을 지원할 수 있을 것으로 기대한다.

## 키워드

비콘, 블루투스, 실내 위치확인시스템, 스마트팩토리, 물류추적시스템

## I. 서 론

제조업은 1차(18세기)·2차(20세기 초)·3차 산업혁명(\* 70년 초)을 거쳐 ICT와 제조업이 완벽하게 융합하게 될 4차 산업혁명기(2020년 이후)가 도래하고 있다. 4차 산업혁명기에는 ICT와 제조업의 융합으로 산업기기와 생산과정이 모두 네트워크로 연결되고, 상호 소통하면서 전사적 최적화를 달성할 것으로 기대하고 있다.

현재 공장이 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 스마트팩토리(Smart Factory)로 전환되고 있는 추세이다. 스마트팩토리는 생산기기와 생산품 간 상호 소통체계를 구축해 전체 생산 공정을 최적화·효율화하고, 산업공정의 유연성과 성능을 새로운 차원으로 업그레이드 한다. 이에 스마트팩토리는 생산공정, 조달·물류, 서비스까지 통합 관리하여 공장 스스로 스마트한 생산을 함으로써 생산공정이 유연하게 최적화되어 다품종 대량생산이 가능하다. 또한 스마트팩토리는 공장자동화 기술, 제조 기술, 정보통신 기술, 그리고 차세대인터넷의 중요한 방향성을 제시하고, 산업의 신시대를 선도할 것으로 기대한다.

현재 물류산업은 원료의 조달에서부터 생산 및

판매에 이르기까지 효율적이고도 유연한 물류체계의 정립이 절실히 요구되고 있으며, 이에 따른 다양한 물류시스템을 필요로 한다. 다품종 소량생산, ICT 융합 등 제조업 패러다임의 변화에 따라 생산 이후 내부 물류관리의 중요성이 부각되고 있으며 특히 생산되는 제품의 종류가 다양하고, 관리 제품의 변동이 빈번한 경우 재고관리, 출하 신속성, 잘못된 피킹 등의 문제를 해결하기 위한 체계적인 물류 관리가 필요하다. 이에 공장에서 필요에 따라 자체적으로 물류관리시스템을 개발하여 구축하거나, 별도의 물류과정을 관리하지 못하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 다양한 현장 요구사항을 충족하는 블루투스 비콘 기반의 스마트팩토리 물류추적시스템을 제안한다.

## II. 시스템 설계

본 논문에서 개발하고자하는 스마트팩토리 물류추적시스템(SPS : Smart Picking System)의 구성은 다음과 같다.

- SPS Tag : 생산된 제품 혹은 박스에 부착되어 해당 제품의 정보를 전송하는 블루투스 비콘 디바이스

- SPS 수신 단말기 : 생산품 이동공간의 일정간격과 보관 랙(Rack)에 배치되어 SPS Tag의 이동경로와 보관 위치를 추적하는 블루투스 수신 디바이스
- 관리자 프로그램 : 제품이 생산되어 SPS Tag를 부착하는 과정에서 해당 Tag에 제품 정보를 입력하여 추적을 등록하는 소프트웨어 프로그램
- 물류추적시스템 서버 : 전체 디바이스(SPS Tag & 수신 단말기)의 네트워크 상태를 모니터링 하며, 제품의 이동경로, 보관위치, 재고수량 등 물류추적시스템의 모든 정보를 관리하는 데이터베이스 서버

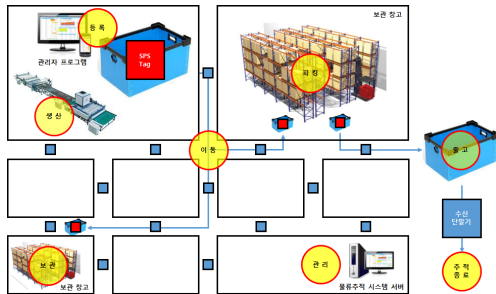


그림 1. 전체 시스템 구성 및 흐름도

SPS Tag는 움직임 감지를 통해 생산품 이동 여부를 자동으로 판별한다. 3축 가속도 센서를 내장하여 SPS Tag의 이동 여부를 인식하고, 3축 가속도 센서의 데이터를 측정하여 X, Y, Z 축의 값이 변할 경우 해당 SPS Tag가 이동 중인 것으로 감지한다. 이동 중인 상태는 생산품의 이동을 추적해야 하는 상황이므로 ADVERTISING\_MODE(광고모드)를 실행한다. 이동이 감지되지 않는 상태에서는 ADVERTISING\_MODE(광고모드)를 종료하여, 배터리 전력소모량을 절감하고, 주위 다른 비콘 신호의 간섭을 줄일 수 있다.

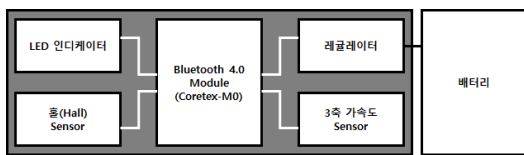


그림 2. SPS Tag 하드웨어 구성도

그리고 생산된 제품 혹은 박스에 벨크로 B면(루프(loop)면)을 부착하고, SPS Tag에 벨크로 A면(후크(hook)면)을 구성하여 SPS Tag를 제품 혹은 박스에 탈부착 가능하도록 한다. 제품 생산 후 SPS Tag 정보를 등록하고 해당 Tag를 부착하며, 제품의 출고를 마치면 해당 Tag를 탈착하여 SPS Tag 정보를 리셋한다.

또한 SPS Tag에 홀(Hall) 센서를 내장하여 벨크로 B면의 자석을 센싱하여 해당 Tag의 탈부착 상태를 인식하여, 부착 시 등록된 제품정보를 전송하고, 탈착 시 해당 정보를 자동으로 리셋한다.

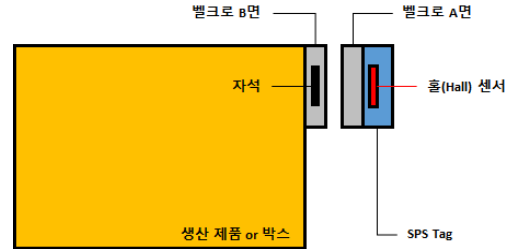


그림 3. 탈부착형 SPS Tag 구성도

SPS 수신 단말기는 서버 통신 및 디바이스 사물인터넷화를 위한 WiFi 모듈을 구성(블루투스 무선 통신과 WiFi 무선 통신을 동시에 사용)한다.

그리고 재고/출고 수량의 확인을 위한 LCD 모듈을 내장(생산품의 이동/보관에 대한 작업을 지시)하여 추적을 통해 인식된 해당 제품이 보관랙(Rack)의 수신 단말기는 LED를 깜박깜박 출력하며, LCD에 출고하는 재고 수량을 출력한다.

또한, 비콘 정보의 수신 신호강도(RSSI : 라디오 신호의 강도를 측정하는 지표) 값을 활용한 이동 경로 및 보관 위치를 추적한다. 이때, SPS Tag의 이동시 수신되는 신호의 RSSI 값을 기반으로 해당 SPS Tag의 이동 경로를 추적하며, 이동하지 않을 경우 수신되고 있던 SPS Tag 수신 신호가 종료됨을 인식하여 최종 인식된 수신 단말기의 위치를 기반으로 보관되거나 이동이 중지된 위치를 인식한다.

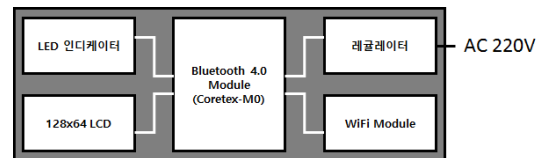


그림 4. SPS 수신 단말기 하드웨어 구성도

SPS Tag 이동 경로 추적의 예로는 그림5.와 같이 생산품에 부착된 하나의 SPS Tag가 3개의 수신 단말기에 연결되었을 경우 각각의 수신 단말기에서 수신되는 Tag의 신호강도는 차이가 있다. 가장 가까운 '수신 단말기 - 1'에서 가장 강한 신호강도가 측정되며, 수신되는 단말기 중 가장 먼 거리의 '수신 단말기 - 3'에서는 가장 약한 신호강도가 측정된다. 만약 SPS Tag 단말기가 '수신 단말기 - 3'의 위치로 이동된다고 하면, '수신 단말기 - 1'과 '수신 단말기 - 2'의 신호강도는 이동 방향에 따라 감소하며, '수신 단말기 - 3'의 수신 강도는 증가된다. 이를 기반으로 알고리즘을 구현하여 생산물의 이동 경로 추적이 가능하다.

### Ⅲ. 결론

본 논문에서는 블루투스 비콘 기반의 물류추적 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템으로 자동화된 물류추적 및 작업관리, SPS Tag 정보를 활용한 자동화된 재고관리, 복수개의 블루투스 SPS Tag와 복수개의 SPS 수신 단말기를 활용한 제품의 물류과정 경로 및 제품 보관 위치 추적이 가능하다. 또한 SPS Tag를 제품에 부착하고, 수신 단말기를 설치하는 것만으로 시스템의 적용이 가능하고, 랙(Rack)과 물품에 대한 정보를 유동적으로 변경할 수 있기 때문에 환경에 따른 제약이 없으며 기존에 사용하고 있는 물류처리 환경에 적용이 용이할 것으로 기대한다.

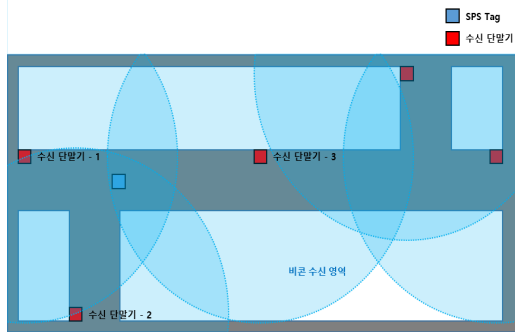


그림 5. SPS Tag 이동 경로 추적 예시

SPS Tag 보관 위치 추적의 예로는 그림6.과 같이 생산품에 부착된 SPS Tag가 이동을 종료하고 보관 장소의 팔레트 랙(Rack)에 보관되었을 경우 최종 수신되는 가장 높은 강도의 신호수신 후 수신이 종료된 수신 단말기 위치에 보관되었음을 활용한다. 수신 단말기의 비콘 수신 강도는 거리에 따라 민감하게 반응하며, 가장 가까운 비콘이 가장 높은 신호 강도로 수신된다. 그림에서와 같이 SPS Tag - 1이 이동되어 보관되면 인접한 수신단말기 모두에서 해당 비콘 신호를 수신하며 가장 인접한 수신 단말기 - 1의 신호강도(RSSI) 값이 가장 높게 측정된다. 이를 이용해 해당 제품의 보관 랙(Rack) 위치를 추적하여 등록한다.

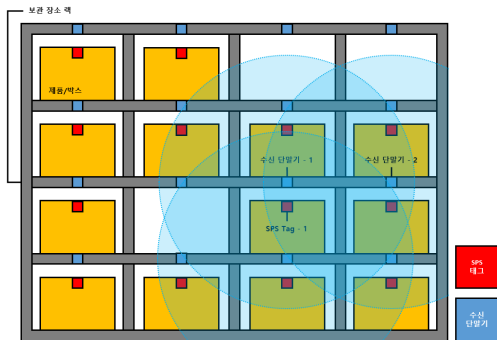


그림 6. SPS Tag 보관 위치 추적 예시

스마트 팩토리 물류추적시스템의 관리자 프로그램 및 서버의 핵심기능은 다음 표1.과 같다.

표1. 관리자 프로그램 및 서버 구성

구성	핵심기능
관리자 프로그램	SPS Tag 관리
	생산품 정보 SPS Tag 등록
시스템 서버	SPS 수신 단말기 네트워크 모니터링
	SPS Tag 추적정보 모니터링
	재고/보관 위치 관리
	제품 이동/출고 작업 관리

### 참고문헌

- [1] 윤미영·권정은, 창조적 가치연결, 초연결사회의 도래, 한국정보화진흥원, 2013.
- [2] 김영훈·이정아, 인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략, 한국정보화진흥원, 2014.
- [3] 박형근, 인더스트리 4.0, 독일의 미래 제조업 청사진, 포스코경영연구소, 2014.
- [4] 강석철, 독일식 산업혁명(Industry) 4.0, 정보통신산업진흥원 주간기술동향, 2014
- [5] 김종현, 정광수, “센서네트워크 기반의 실내 위치인식 시스템에서 효율적인 비콘 관리 기법”, 정보과학회논문지 36(4), 2009.8, 330-338
- [6] “비콘, 위치기반 서비스의 핵심 인프라로 급부상”, 한국방송통신전파진흥원, 2014
- [7] 김학용, 서동길, 신동원, “위치정보 서비스를 위한 근거리 무선 솔루션”, JCCI, 2007