NEW TECHNOLOGY + 05

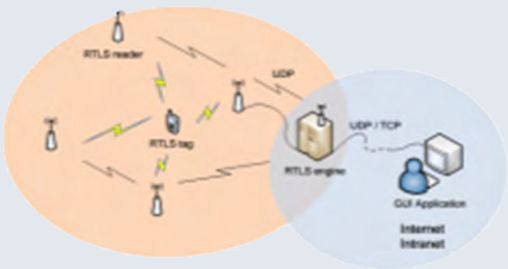
건설프로젝트에 활용 가능한 Real-Time Locating System(RTLS) 기술

김현수 / 단국대학교 건축학부 조교수

건설분야 RTLS 개요

건설프로젝트에서 체계적인 자재 및 노무자원의 관리는 공기단축, 원가절감, 품질향상 측면에서 매우 중요함에 따라 RTLS를 구축하고 위치추적 데이터를 수집하여 프로젝트를 관리하기 위한 시도가 이어지고 있다. RTLS는 실시간으로 사람 혹은 사물의 위치를 추적하여 사용자에게 알려주는 시스템을 의미한다(국토해양부 2009). 현재 위치추적 기술의 중심에는 GPS(Global Positioning System)가 자리 잡고 있으며 이동통신망 기반의 다양한 위치 기반 서비스(Location-Based Service, LBS)도 지속적으로 확대되어 가는 추세다. 그러나 GPS나 LBS의 경우, 실내 및 음영지역에서는 사용하기에 많은 어려움이 있어 최근에는 Wi-Fi, Ultra Wide Band(UWB), Bluetooth, Radio Frequency Identification(RFID) 등과 같은 근거리 통신기술을 이용한 RTLS에 많은 관심이 집중되고 있다. GPS나 LBS처럼 현장 내 넓은 지역에서의 위치추적에는 한계가 있지만, 작업자들이 주로 활동하는 내부공간을 중심으로 수 미터 이내의 높은 위치추정 정확도를 제공할 수 있기 때문이다(이주현 2011). 일반적인 RTLS는 측위의 대상(Tag), 측위 대상과 신호를 송수신할 디바이스(Reader), 송수신한 결과를 계산할 연산장비(Engine), 그리고 사용자 인터페이스로 구성되며, 그 내용은 <그림 1>과 같다. 국내외에는 RTLS 제품의 개발업체가 매우 다양하게 존재하며, 회사 및 프로젝트

그림 1. RTLS 시스템



> 66
> GPS나 LBS의 경우,
> 실내 및 음영지역에서는 사용하기에
> 많은 어려움이 있어 최근에는
> Wi-Fi, Ultra Wide Band(UWB), Bluetooth
> 등과 같은 근거리 통신기술을 이용한
> RTLS에 많은 관심이 집중되고 있다
> 99

건설현장에서 실시간 위치추적 기술(Real-Time Locating System, RTLS)은 건설 작업자, 장비, 자재 등의 이동 및 건설 프로세스의 모니터링을 가능하게 한다. 건설산업과 같이 수많은 작업자, 장비, 자재 등이 동시에 한 공간에서 작업하는 생산체계에서 실시간 위치 측위의 필요성과 효과는 특히 높다고 할 수 있다. 과거에는 건설현장 내 사람 혹은 사물의 위치를 확인하기 위해 바코드, Personal Digital Assistant(PDA) 등이 활용되었으나, 데이터 저장 용량의 한계, 짧은 거리인식, 잦은 인식불가 등의 문제로 인해 폭넓은 적용의 한계에 부딪혔다. 본고에서는 이러한 기존의 한계를 넘어 최근 건설현장에서 활용성이 높은 RTLS 기술들을 살펴보고자 한다.

자산의 이동 경로를 추적할 수 있는 각종 솔루션을 제공하고 있다<그림 2>.

건설분야 RTLS 기술

가. Wi-Fi 기반 RTLS

Wi-Fi 기반 RTLS는 무선통신망을 이용하여 위치를 결정하고 추적하기 위해 무선통신 송신기(Access Point, AP)의 위치를 선정 및 파악하고 수신기(RTLS Tag)가 AP로부터 받은 수신신호를 통해 거리정보를 얻어 위치를 결정한다(이원하 2015). 이는 표준 WLAN규약으로 IEEE에서 제정한 802.11 중 802.11b가 적용되며, IEEE 802.11b 표준은 크게 두가지 내용으로 구분 가능하다. 첫번째는 무선랜의 인증과 관련된 내용으로 SSID(Service Set IDentifiers)에 대해 정의하며 다른 한 가지는 보안과 관련된 내용으로 Wired Equivalent Privacy(WEP)에 대해 정의하고 있다. 올바른 WEP키를 소유한 사용자만이 네트워크에 접속하도록 허가하고, 데이터 스트림을 복호화 할 수 있도록 하는 접속 제어와 비밀성 보장이 WEP의 사용 목적이다(차상환. WIFI 기반의 RTLS는 시스템이 동작하는 방식에 따라 Infrastructure WLAN(Client/Server 방식)과 Ad-hoc WLAN(Peer-to-Peer 방식) 두 가지로 나눌 수 있다(김한수 2010).

그림 2. RTLS 시스템 예시(좌: AeroScout, 우:Ekahau)

나. Bluetooth Low Energy (BLE) 기반 RTLS

BLE 기반의 RTLS는 로케이터(Locator)라고 불리는 블루투스 수신기 환경을 활용한다(Bluetooth SIG, 2019). 시설 내 지정된 위치에 설치된 로케이터는 위치추적 엔진(Location Engine)이라는 중앙 서버로 연결된다(Bluetooth SIG, 2019). 배터리로 작동하는 저전력 Bluetooth 송신기는 종종 태그(Tag)라고 하며, 이러한 태그를 대상물에 부착하고 추적하는 시스템으로 작동한다. 태그는 주기적으로 신호를 전송하도록 프로그래밍 되어 있으며 빈도는 태그가 지정된 대상물이 이동한 예상 거리와 실시간 위치 측정이 필요한지에 따라 결정된다(Bluetooth SIG, 2019). 각 로케이터는 수신하는 모든 태그의 정보와 수신 신호 강도(RSSI)를 위치추적 엔진에 지속적으로 보고한다(Bluetooth SIG, 2019). 위치측위 정확도는 건물 평면도 및 설치된 로케이터 수를 비롯한 여러 요인의 영향을 받으며, 현재 표준 Bluetooth RTLS 솔루션은 미터단위의 정확도(1~10 미터)를 제공한다.

다. Ultra Wide Band(UWB) 기반 RTLS

미국연방통신위원회(Federal Communuications Commission)에서는 UWB를 '중심주파수의 20% 이상의 점유대역폭을 가지거나 500MHz 이상의 점유 대역폭을 차지하는 무선전송기술'로 정의한다. 이에 따르면 대역폭만 500MHz 이상 확보한 기존 캐리어 변조 기술도 UWB 기술로 구분이 가능해진다. 일반적으로는 3.1~10.6GHz 대역에서 100Mbps 이상 속도로, 기존의 스펙트럼에 비해 낮은 전력으로 매우 넓은 대역에 걸쳐 초고속 통신을 실현하는 근거리 무선통신기술로 규정된다. 이러한 UWB 기술은 매우 넓은 주파수 대역을 점유하기 때문에 보다 정확한 위치인식과 추적이 가능하다. UWB를 이용한 위치인식은 실내나 음영지역에서도 비교적 좁은 영역에서 수십 센티미터 이내의 정밀도를 요구하는 위치인식 서비스를 제공할 수 있다(김한수 2010).

라. Passive Radio-Frequency Identification (RFID) RTLS

Passive RFID는 Tag를 부착한 이동체가 RFID 리더가 인식 가능한 영역을 통과할 때 RFID 리더의 설치 위치를 기준으로 이동체의 위치를 판별하는 기술이다. RFID 리더는 수 센티미터에서 넓게는 수 미터 정도의 인식이 가능하고, 인식영역이 비교적 넓은 900MHz 대역이라 할지라도 수분이나 철 성분이 많은 환경에서는 인식률이 급격히 감소하기 때문에 다양한 장소와 상황에서 이동체의 위치추적을 위해 RFID 기술을 사용하기에는 한계가 존재한다. 이에 건설현장에서는 작업자나 자재, 장비에 Passive RFID Tag를 붙여 특정 위치의 출입상황을 확인하는 정도의 가장 단순하고 저렴한 위치추적 시스템으로 활용되고 있다. Passive RFID의 본래 취지에 맞게 저렴한 태그를 건설프로젝트 내 수많은 이동체에 부착하고 기존의 네트워크 및 응용프로그램 인프라와 결합하면 광범위한 지역을 대상으로 이동체에 대한 위치추적을 할 수 있다는 장점이 있다.

결론

해외에서 활용 빈도가 높은 Wi-Fi 기반 RTLS는 기존의 Wi-Fi AP 인프라를 활용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 일반적으로 10m 내외의 오차가 발생하여 측위 정밀도가 그리 높지 않다는 한계점을 가진다. 정확도와 설치용이성 측면에서 BLE 기반의 RTLS는 현존하는 건설현장용 위치추적기술 내에서 비교적 우수하다고 할 수 있다. BLE 방식은 전반적인 시스템 구성의 비용 측면에서도 매우 높은 경제성을 갖추고 있고 다양한 장애물이 존재하는 건설현장에 적합한 솔루션이라 할 수 있다. 그러나 UWB와 비교해보면, TDoA 방식의 UWB에 비해 측위 정밀도가 떨어진다는 단점이 존재한다. 이 TDoA 방식은 수 밀리초(mili-seconds)를 구분하는 Time-Stamp 기반의 값을 이용하기 때문에 작게는 15cm 정도의 오차만이 발생한다. 하지만, TDoA 방식은 최소 3개의 Base Station이 필요하며 각 Base Station 간 시간 동기화에 오류가 있을 경우 오차가 기하급수적으로 늘어나는 위험이 있다. 즉, 계속되는 진동이나 Non-Line of Sight 환경의 발생이 가능할 경우 활용도가 급격히 떨어진다고 볼 수 있다. 물론, 이러한 단점에도 불구하고 자동차 공장과 같은 곳에서는 UWB가 활용되고 있지만, 이는 상당한 자본을 투입하여 Line of Sight와 Multi-Path와 같은 이슈를 극복할 수 있는 설치최적화가 선행되었기 때문이다. 실내와 같이 장애물이 존재하는 공간에서는 정확한 측위가 어려우므로 실내 작업이 빈번한 건설프로젝트에서 활용 시 주의가 요구된다. 마지막 Passive RFID 기술은 저렴한 비용이 가장 큰 장점으로 널리 활용되고 있지만 1~2m 이내로 도달거리가 짧고 Reader와 Tag 사이에 장애물 존재 시 인식이 불가능한 문제가 발생한다. 이에 일반 건설 현장보다 모듈러 건축과 같이 공장 라인 내 Tracking Path가 정해져있는 경우 활용성이 증대된다.

이처럼 다양한 위치추적기술들은 서로 다른 특징을 보유하고 있으므로 개별 건설프로젝트의 특성을 고려하여 적절한 기술을 찾는다면 RTLS의 효과가 극대화될 수 있을 것이다. 또한 현장 내 CCTV 및 IoT 기술들과의 연동을 통해 더욱 정확한 정보를 신속하게 제공하고, 프로젝트 자원관리를 넘어 안전관리 등의 분야까지 널리 확장되어 유용하게 활용될 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] Bluetooth SIG(2021). https://www.bluetooth.com/
[2] 국토해양부(2009). 위치 정보를 활용한 건설안전리스크 관리기술 개발
[3] 김한수(2010). 실시간 위치기반 컨테이너 야드 트랙터의 이동거리 최적화를 통한 생산성 향상
[4] 이광표 외(2010). 건설 안전관리를 위한 실시간 위치추적(RTLS) 기술 개발
[5] 이원하(2015). 지그비 무선 네트워크 환경에서 실시간 위치 인식을 이용한 이동체 추적 시스템의 설계와 구현
[6] 이주현(2011). 무선 간섭 환경에서 RTLS 시스템의 성능 분석에 관한 연구