

# 야드 크레인 시스템에서 UWB위치인식 시스템 적용연구

박대현\* · 강범진\*\* · 박장우†

\*†순천대학교

## The Study suitable for Ultra-WideBand Location System in Yard Crane System

Dae-heon Park\* · Bum-Jin Kang\* · Jang-Woo Park †

\*†Sunchon National University

E-mail : {daeheon2000 ,neverkbj}@mail.sunchon.ac.kr, jwpark@sunchon.ac.kr

### 요 약

최근 물류의 양이 증가함에 따라 컨테이너를 사용한 해상 물동량이 급격히 증가되어 부두에서 처리하여야할 컨테이너 양이 많이 증가되었다. 이에 항만에서의 물류비용 절감을 위해 항만 자동화에 관한 관심이 증대되고 있다. 항만의 자동화는 선박에서 컨테이너를 운반할 트레일러가 통과하는 RFID를 이용한 게이트의 자동화, 정박한 선박에 실려 있는 화물을 취급하는 Quay-Side 컨테이너 크레인(QC)의 자동화, 야드에서 컨테이너를 이적하는 갠트릭크레인(GC), 게이트 사이에서 컨테이너를 수송하는 컨테이너 트랜스 포터의 자동화로 크게 분류할 수 있다. 부두의 운용 효율을 증가시키기 위해서는 야드 크레인의 정확한 위치 검출이 상당히 중요한 과제이다. 본 논문에서는 UWB위치인식 시스템을 적용한 야드 크레인의 자동화에 대하여 논의하고 개발방향을 제시하고자 한다.

### ABSTRACT

Recently, a container shipping volume has increased dramatically and continued on a trend of rapid growth, and so the number of container handled at the port increase. therefore, it's increasing about concern of harbor automatism to save distribution costs in harbor. harbor automatism classifies into four large automatism's, gate automatism by using RFID that trailer come with burdening the container to be loaded on ships go though with RFID and Quay-Side container crane automatism that treats cargos loading on ships and automatism of CG that loads containers from yard, and automatism of container transporters that carries containers in between gates. To increase the using efficiency of harbor, detecting exact location of yard crane is very important matter. In this paper, it intends to discuss about yard crane automatism applied UWB Ranging system and bring up the development direction.

### 키워드

UWB, Yard crane, CRLB

### 1. 서 론

최근 물류의 양이 증가함에 따라 해상을 통한 물류의 양이 급격히 증가하여 처리하여야할 컨테이너의 양이 많이 증가 되었다. 특히 항만은 글로벌 시장에 대한 게이트웨이로서의 역할을

수행하고 있으며 물류환경의 일부로서 중요한 부분으로 인지되고 있다. 거대한 항은 화물 및 컨테이너를 하역 및 처리하는데 많은 비용과 시간을 투자하고 있으며 이러한 비용들 중의 많은 부분이 노동력과 장비를 배치하는데 집중 되고 있다. 물류비용의 절감을 위해 최근 항만

자동화에 대한 관심이 증대되고 있으며, 선박의 대형화와 양적하 작업을 위한 입항 선박의 수의 증가 그리고 선박에 컨테이너를 싣고 내리는 본선 작업이 얼마나 효율적이냐에 따라 컨테이너 터미널의 생산성이 결정된다. 적하 작업은 A TC(Automated Transfer Crane)가 장치장에서 컨테이너를 꺼내는 작업과, AGV(Automated Guided Vehicle)가 이를 안벽에서 선박에 컨테이너를 싣고 내리는 QC(Quay Crane)까지 운반하는 작업 그리고 QC가 AGV의 컨테이너를 집는 작업으로 구성된다.

야드 크레인의 위치 측정 방식 중에는 RFID를 이용하는 방식, 적외선센서를 사용하는 방식, 레이저 센서를 사용하는 방식 리니어 엔코더를 사용하는 방식 등이 있다. RFID를 이용하는 경우에는 RFID 트랜스 폰더의 전원 충전시간 및 ID 전송시간 때문에 위치 정보 값의 통신이 많이 지연된다는 문제점이 있으며, 레이저 센서를 사용하는 방식은 비교적 측정오차가 적고 배치 변경이 쉽다는 장점이 있으나 레이저 센서가 환경과 기후의 영향을 많이 받고 고가라는 단점이 있다. 리니어 엔코더(Linear encoder)를 사용하는 방식은 크레인의 이동위치에 각각의 센서를 정해진 간격에 따라 설치하여 크레인이 이동시 절대위치 값을 전송하는 방식으로 RTG(Rubber Tire Gantry)에는 사용하지 못하고 정해진 레일 위에서만 이동이 가능한 RMG(Rail Mounted Gantry)에만 적용을 할 수 있고 또한 센서를 많이 사용하는 단점이 있다[1].

UWB 통신은 고정밀 위치 추적 기반으로 일반적으로 RFID가 갖지 못하는 정확한 위치 추적 기능을 갖고 있으며 매우 넓은 대역폭 및 매우 높은 중심 주파수를 갖기 때문에 5-10Cm 혹은 그 이하의 위치 측정의 정확도를 가지는 시스템이다. 또한 무선 네트워크에 의해 이동 가능한 위치 측정 네트워크 구성이 가능하며 무선통신 시스템에서 고속의 동기 획득을 통한 RTLS(Real Time Location System)에 적합한 통신방식이다 [2][3].

기존의 ATC는 GTE(Gantry Traveling Encoder), ASS(Auto Steering Sensor)등의 위치 보정 센서 등을 사용하며, 컨테이너를 쌓을 때 다른 컨테이너와의 충돌을 방지하기 위하여 적외선 센서를 사용하지만 UWB는 3.1GHz~10.6GHz까지의 넓은 대역폭을 사용하므로 시스템 단순화 및 기존의 보정 센서들의 사용을 최소화 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 UWB의 특성과 UWB위치추정 알고리즘에 대하여 설명하며 3장에서는 UWB를 이용한 야드 크레인의 시스템 구성을 제시하고 CRLB(Cramer-Rao low bound)를 통한 UWB의 정확성을 검증하며 4장에서는 결론을 언급한다.

II.배경연구

1. UWB 의 특성

UWB는 기저대역에서의 직접 변환에 의한 호모다인(Homodyne) 방식을 사용하므로 협대역 통신 방식과 달리, 송·수신기에서의 주파수 천이 과정(carrier-free)이 필요 없어서 기존의 슈퍼헤테로다인(Super-heterodyne)방식의 구조에 비해 구성이 상대적으로 간단해 여러 장치가 필요하지 않다[4]. UWB의 간단한 구조는 재료비와 조립 비용을 감소시킬 수 있을 뿐 아니라 저비용의 DSP(Digital Signal Processing)사용을 용이하게 할 수 있으며 기존 무선 기술보다 더 낮은 비용과 저 전력 소비로 훨씬 넓은 주파수 대역을 이용해 높은 주파수 전송량(spatial capacity)을 제공할 수 있다. 블루투스 그룹이나 IEEE 802 그룹에서 표준을 향상시키고 있지만 제한 주파수 대역폭 때문에 이런 시스템들은 주파수 전송량 향상에 한계를 가질 수밖에 없으며, 이에 비해 매우 넓은 주파수 대역폭을 이용하는 UWB는 높은 주파수 전송량을 제공할 수 있는 잠재성을 가지고 있다. 또한, UWB는 매우 짧은 펄스(수십 피코~수 나노)를 이용하여 통신하기에 직접파와 반사파의 경로 도달거리가 조금만 차이가 나도 두 신호는 서로 구분될 수 있어서 멀티패스 환경에 강한특성을 가지고 있다.

2. UWB 위치추정 알고리즘

Radio location의 방식으로는 신호의 시간 차이를 이용한 방식으로는 ToA(Time of Arrive), TDoA(Time Different of Arrive) 방식과, 신호의 도착 각도를 이용한 방식으로 AoA(Angle of Arrive)방식이 있으며, 이들을 결합한 형태의 Hybrid방식들이 있다. 또한 수신 신호의 세기를 이용한 RSSI(Receive Signal Strength Indication) 방식이 있다.

그림 1은 ToA(Time of Arrive) 알고리즘을 나타낸 것이다. ToA는 신호가 도착하는 시간을 이용해서 위치를 측정하는 알고리즘이다. 센서에서

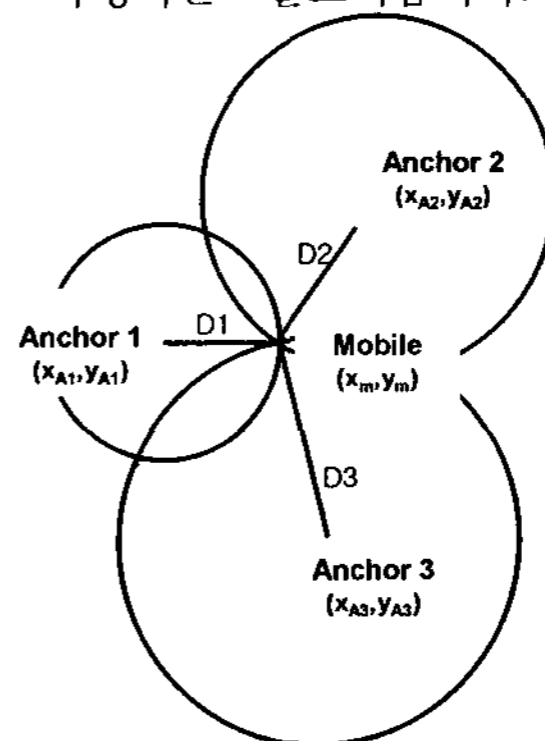


그림 1 ToA 알고리즘

타깃까지의 거리는 신호의 종류에 따라서 적절한 상수를 곱해서 산출할 수 있으며, 센서와 타깃 사이의 거리를 반경으로 하는 원들의 교점이 타깃의 위치가 된다[5].

여러 위치추정 알고리즘 중에서 ToA를 위치인식에 사용할 때에는 direct path signal의 정확한 도착시간을 측정하는 것이 매우 중요하다. direct path signal 이란 신호를 송신하였을 때, 송·수신기간의 가장 짧은 path, 즉 직선 path를 통해 전송된 신호의 성분을 의미하며, 특별한 경우를 제외하고는 multipath성분보다 먼저 receiver에 도착하였다고 가정할 수 있으며 이 신호의 도착시간은 송·수기간의 위치정보를 갖고 있다고 볼 수 있다[6].

### III. UWB 야드크레인 시스템 제안 모델.

#### 1. UWB통신을 이용한 야드 크레인

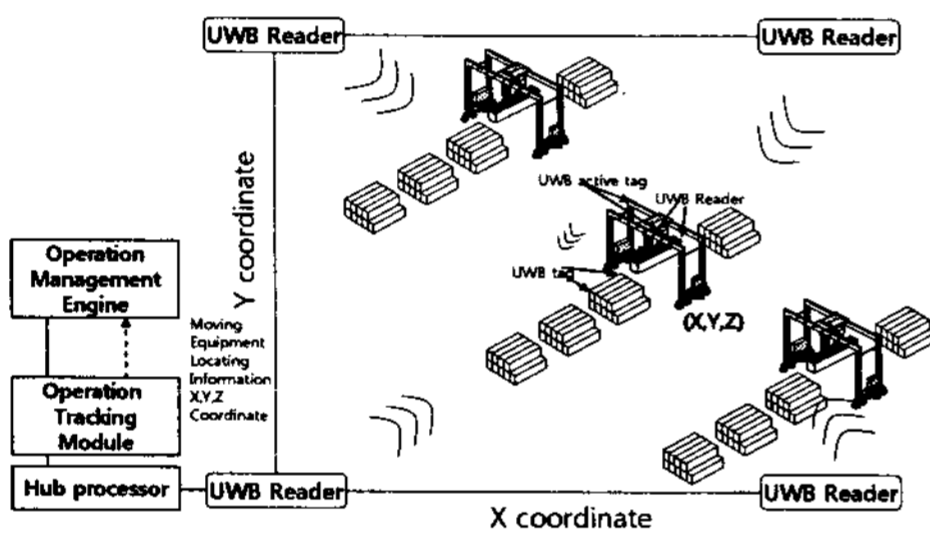


그림 2 UWB를 이용한 야드 크레인 제안모델

그림 2는 야드 크레인을 자동화 하기위한 센서 노드들의 배치와 동작을 나타낸다. 크레인의 절대위치를 처리하기 위하여 야적장 주변에는 UWB Reader를 설치함으로써 Reader들 간에 서로 협력하여 야드 크레인 및 컨테이너의 절대 위치를 계산할 수 있다. 그리고 야드 크레인에 부착된 UWB Reader를 통하여 컨테이너의 정확한 위치를 파악하여 양적하 잡업을 수행한다. 야드 크레인이 3차원적인 위치를 인식함으로써 컨테이너 적재 시 컨테이너 간의 충돌을 막을 수 있으며 보정 센서들의 사용이 줄어들어 양적하에 사용되는 알고리즘이 간단해진다.

#### 2. 흐름도

그림 3은 크레인과 컨테이너 사이에 위치추적을 위한 흐름도이다. 야드 크레인에서 컨테이너에 채널 동기 신호를 전송하면 컨테이너는 채널의 접속정보를 야드 크레인에 전송한다. 야드 크레인은 컨테이너의 ID, 채널번호를 할당하고 node를 깨우며, 컨테이너에 부착된 노드는 컨테이너의 ID값과 할당된 채널을 통하여 야드 크레인에 위치정보를 전송한다. 모든 작업이

완료시에는 node는 채널을 반납하고 sleep 모드로 들어간다.

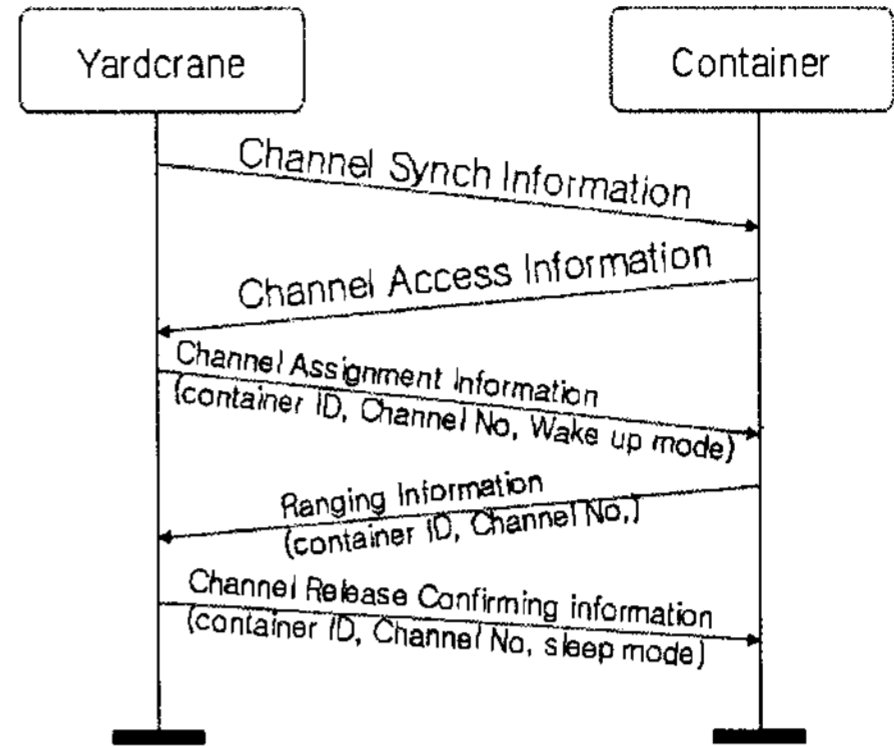


그림 3. 컨테이너와 야드 크레인의 위치추적 흐름도

#### 3 Cramer-Rao Lower Bound

신호의 도착시간(Time of arrive, ToA)추정의 정확도를 논할 때, 흔히 사용하는 방법이 추정오차의 분산에 대한 크래머-라오 하한(Cramer-Rao Lower Bound, CRLB)을 계산한다. 부가백색가우시안잡음(Additive White Gaussian Noise, AWGN) 환경에서 시간지연 추정오차의 분산에 대한 CRLB는

$$\sigma_{\tau}^2 \geq \frac{1}{8\pi^2 \beta_f^2 SNR} \quad (1)$$

로 알려져 있다.[7] 여기서  $\sigma_{\tau}^2$ 는 추정오차의 표준편차를 의미하며,  $\beta_f^2$ 는 수신된 신호의 대역폭 (bandwidth)을 나타낸다. SNR(Signal-to-noise Ratio)은 신호 대 잡음비를 의미한다.

CRLB로부터 측정 거리는  $C \cdot \sigma_{\tau}^2$ 로 얻을 수 있다. C는 광속으로( $3 \times 10^8$  m/sec)이다.

그림 4는 0.433GHz, 0.9GHz, 3.3GHz 3개의 대역폭에서 SNR의 변화에 따른 CRLB의

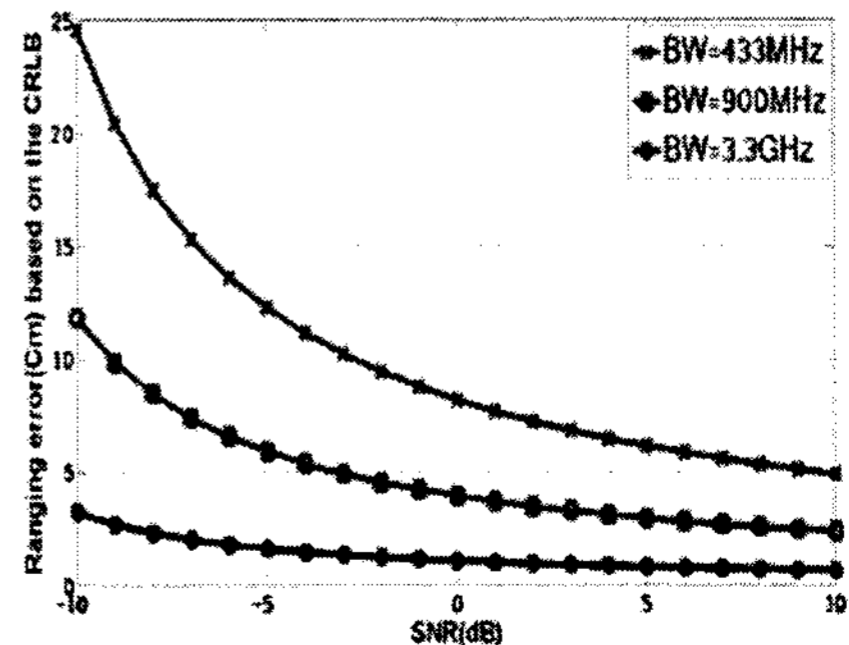


그림 4 Ranging Error

Ranging Error를 나타낸다.  
3.3GHz의 대역폭에서는 SNR의 전체 범위에서 5cm이하의 하한(Lower bound)값을 나타내는 것을 볼 수 있다.

통신학회지, 2월호, pp. 77-85, Feb. 2003.  
[7]Robert N. McDonough and A.D. Whalen, Detection of Signals in Noise, Academic Press, Burlington, MA, 1995.

#### IV 결론

UWB는 대역폭이 매우 넓고 매우 짧은 펄스를 이용한 수 cm 레벨의 정밀도를 구현할 수 있어 정밀한 위치 인식과 추적이 가능하다. 본 논문에서는 UWB 위치인식에서의 정밀한 특성을 이용하여 항만에서의 야드 크레인의 자동화에 대하여 논하였다.

야적장에서의 UWB위치인식시스템은 야드 크레인의 위치를 정확히 측정함으로써 RMG(Rail Mounted Gantry)와 RTG(Rubber Tire Gantry)에 적용이 가능하며, 야드 크레인에서 사용하는 위치보정센서가 줄어들어 야드 크레인의 시스템의 단순화를 해 줄 것이다.

본 지식재산권은 정통부 및 정보통신연구진흥원의 지원을 받아 수행된 연구결과임(06-기반-12,정보통신연구기반조성사업)

#### 참고문헌

- [1]Tae-WonChun ,Woo-jung you Hong-Gun Kim, Eui-Cheol Nho" Method for measuring Absolute Position of a Yard Crane for port Automation"전력전자학술대회" pp 163-170 April 2004
- [2]S. Yang, J. Oh, and Y. Shin, "A rapid and reliable signal acquisition scheme for indoor UWB systems," IEICE Trans. Fundamentals, vol. E88-A, no. 6, pp. 1538-1542, June 2005.
- [3]L. Yang and G. B. Giannakis, "Low-complexity training for rapid timing acquisition in ultra wideband communications," Proc. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM 2003), vol. 2, pp. 769-773, San Francisco, USA, December 2003.
- [4]R.Kohno, "초광대역 무선 통신과 미래의 고도 무선 액세스 기술" KISTI 첨단기술정보분석.
- [5]IEEE p802.15 Wireless Personal Area Networks "Ranging Subcommittee Final Report" 1 November 2004
- [6]이준용, "UWB와 indoor radio location", 한국