

# 선박용 블라스팅 셀 내에서의 실시간 위치 추적 기술을 이용한 작업자 안전 시스템에 대한 연구

윤원준<sup>1</sup>·노영식<sup>2,†</sup>·조상복<sup>2</sup>  
현대중공업 산업기술연구소<sup>1</sup>  
울산대학교 전기전자정보시스템공학부<sup>2</sup>

## A Study on Safety System for Blasting Workers using Real Time Location System in the Shipyard

Won-Jun Yun<sup>1</sup>·Young-Shic Ro<sup>2,†</sup>·Sang-Bock Cho<sup>2</sup>  
Hyundai Industrial Research Institute, Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.<sup>1</sup>  
Electrical Engineering, University of Ulsan<sup>2</sup>

### Abstract

Safety system including location monitoring system for blasting workers was studied. Positioning performance of the location monitoring system was highly dependent on communication protocol and the number of access points in the blasting cell. RTLS(Real Time Location System) is an important technology to develop the location information of workers and variously used to enhance workers safety. Location monitoring system with Cell-ID and RSSI wireless communication technology was verified to have a proper positioning performance for the steel block application.

**Keywords** : Real Time Location System(위치 추적 기술), Blasting(블라스팅), Safety(안전), Active Tag(액티브 태그)

## 1. 서론

위치 추적 기술(RTLS, Real Time Location System)은 유비쿼터스 사회에서 핵심 요소로 주목 받고 있으며 대상체의 위치 및 환경 정보를 정확하게 제공할 수 있는 IT 통합 시스템 개발이 진행되고 있으며 조선 산업에서 GPS 위성 및 이동 통신망 기반의 광역 위치 추적 기술 적용은 물론, Wi-fi, Zigbee, UWB, Bluetooth, RFID(Song, et al., 2009), 초음파 등의 다양한 위치 추적 기술을 이용한 기술 개발이 진행되고 있다. 이와 더불어 국내 조선 산업은 작업자의 고령화와 숙련 작업자 부족 등의 문제에 직면해 있으며, 각국 조선사들과의 경쟁이 가속화되고 있다. 또한 국제 해사 기구(IMO : International Maritime Organization)의 보호도장 성능기준(PSPC : Performance Standards for Protective Coatings)의 강제 규정의 강화 분위기 속에서 블라스팅 작업의 품질 향상과 작업자 안전을 확보하기 위한 IT 융합기술 개발이 국내에서도 진행되고 있다.

조선 선체 블록 블라스팅 작업자들은 Fig. 1과 같이 블록 내부의 액세스 홀(Access Hole)을 통해 블록 내부로 진입하여 장시간 동안 블라스팅 작업을 실시하고 있다. 또한 작업 시 연마재와 작업 공정상 발생하는 분진에 의해 시야 확보의 어려움과 연마재

그리트(Grit)를 이용하여 고속의 블라스팅 작업을 실시함에 따라 사고의 위험성이 항상 존재한다.

블록 내에서의 통신은 블록의 금속재질로 인한 전파의 반사, 굴절, 산란 등에 의해 통신 에러가 발생될 수 있어(Cho, et al., 2009) 작업자가 선체 블록 내부에서 작업을 진행할 경우는 작업자의 안전 시스템 구축이 타 작업장보다 어렵다. 따라서 효과적으로 작업자의 블라스팅 작업 상황을 파악하면서 비상 시 신속한 상황 대처를 할 수 있도록 위치 추적 기술을 이용한 작업자 위치 확인 기능과 작업 조건 모니터링 기능을 포함한 블라스팅 작업자 안전 시스템 구축이 필요하다.

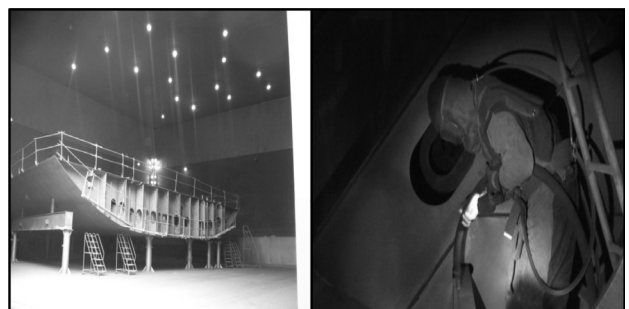


Fig. 1 Steel block and blasting worker in the blasting cell

따라서 본 연구에서는 블라스팅 작업 안전 시스템에 적용 가능한 위치 추적 기술을 선정하고 그 기술을 기반으로 시스템 설계에 필요한 요소기술을 정립하고자 하였다.

## 2. 실험 조건

### 2.1 실험 장치

블라스팅 셀 내부에서의 위치 추적 시스템은 위치 추적의 대상이 되며 센서 정보를 송신하는 액티브 태그(Active Tag)와 와이파이(Wi-fi)로 액티브 태그의 데이터를 수신하는 AP(Access Point), 셀 내부의 액티브 태그 출입 여부를 판별할 수 있는 Exciter 그리고 수신된 데이터를 처리하고 위치 계산을 하는 미들웨어로 구성되어 있다.

Fig. 2는 위치 정보 및 비상 호출을 송신할 수 있는 액티브 태그와 액티브 태그로부터 신호를 수신 받는 AP(Access Point) 및 Exciter를 보여주고 있다.



<Active Tag> <Access Point> <Exciter>

Fig. 2 Wireless communication equipment employed in the safety system

### 2.2 실험 조건 및 방법

위치추적 기술의 신뢰성과 적용을 위해 액티브 태그 수량을 셀 내의 블라스팅 노즐 수량보다 많은 8~15개로 설정하여 셀 별로 실험을 진행하였다. 또한 블라스팅 셀 내에서 블라스팅 작업 중에 그리트의 분사에 의한 충격으로 부품의 파손 위험이 크고 작업자의 안전 정보를 확인하기 위해 액티브 태그의 데이터 리더기인 AP(Access Point)의 설치 위치를 블라스팅 셀 상부에 설치하여 부품의 안전성을 확보하였다. 또한 블라스팅 셀 내 입 출입 되는 다양한 선체 블록에 따른 통신 장애를 줄이기 위해 패치(Patch) 안테나 대신 2.45GHz 대역의 옴니(Omni) 안테나를 이용하여 Fig. 3처럼 배열하여 설치하였다.

셀 내 위치정보 및 셀 별 간섭여부를 측정하기 위한 블라스팅 셀의 크기는 대형 선체 블록의 입 출입이 가능한 크기의 셀 7개를 대상으로 실험을 진행하였으며 위치 정보 분석을 위한 미들웨어로는 Aeroscout 사에서 제공되는 미들웨어를 이용하였다. 액티브 태그와 AP의 통신방법은 2.45GHz대역의 와이파이(Wi-fi)로 송수신하고 AP와 미들웨어는 유선을 통한 랜(LAN)으로 연결하여

데이터 전송과 위치 추적 결과를 분석하였다. 선체 블록의 외부에서 내부와의 통신과 위치 측정을 위해서 블록이 존재하는 셀 내의 일정 위치를 설정하여 액티브 태그를 고정시키고 위치 데이터를 수집, 분석하였다. 블록 내에서의 위치 측정은 블록의 형태에 따라 통신 상태가 다르므로 블록 내부에서의 액티브 태그를 이동시키면서 데이터 수신 상태를 실험하였다.

Table 1은 블라스팅 셀 내에서의 작업자 안전 시스템 구현을 위해 위치 추적 성능 실험을 진행한 조건이다.

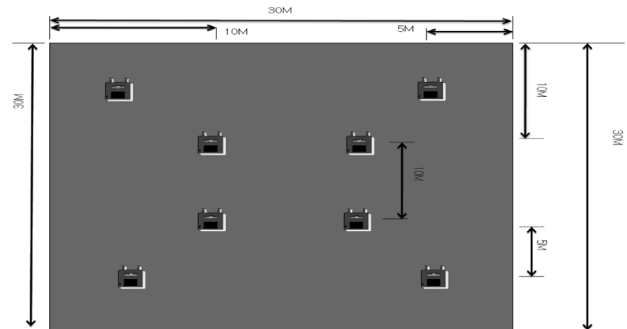


Fig. 3 Arrangement of AP(Access Point) in the blasting cell

Table 1 Experimental condition of telecommunication for RTLS

실험 변수	범위
액티브 태그 수량	8 ~ 15ea/셀 x 7셀(2.45GHz Active Tag)
AP(Access Point)	2.45GHz옴니 안테나
블라스팅 셀 크기	(30m x 30m x 20m)/셀 x 7셀
테스트 선체 블록	다양한 선체 블록(크기 : 20m x 20m x 3m)
미들웨어	Aeroscout Middleware
블라스팅 노즐 수	12개/셀 x 7셀
PLC 종류	Master K Series

## 3. 결과 및 토론

### 3.1 근거리 위치 추적 기술(RTLS)

근거리 위치 추적 기술 중 AOA(Angle of Arrival)나 POA(carrier signal Phase of Arrival)로는 정확한 위치 측정이 어렵기 때문에 일반적으로 RSSI(Received Signal Strength Indicator)와 TOF(Time of Flight)를 이용하고 있다. 그 중 RSSI 방식을 이용하는 경우는 전파 환경 변화에 따른 위치 추적의 부정확성 문제가 심각하게 발생하여 RSSI대신 위치 정보로 태그나 액세스 포인트와 장치들 사이에서 시간 동기를 맞추어야 되는 TOF가 주로 이용되고 있다(Kim, 2006).

초기에 TOF 대신 RSSI가 위치정보로 이용된 주된 이유는 근거리 통신기술과 관련된 표준에  $\mu$ sec수준의 정밀한 시간 정보를 이용할 수 있는 필드가 존재하지 않았기 때문이다. 하지만 TOF를 이용하는 경우, 태그나 액세스 포인트와 같은 장치들 사이에서 시

Table 2 Type of wireless LAN for RTLS

구분		무선 LAN					
		802.11a	802.11b	802.11g	블루투스	UWB	Zigbee
기술 특징	기술 및 표준	802.11a	802.11b	802.11g	802.15.1	802.15.3a	802.15.4
	주파수 대역	5GHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	5.1~10.6GHz	2.4GHz
	전송 속도	54Mbps	11Mbps	54Mbps	1~10Mbps	100~500Mbps	20~250kbps
	전송 거리	수십 m	100m 이상	수십 m	10m	20m	10~100m
	Network 구성	Point to Multi point	Point to Multi point	Point to Multi point	Ad hoc	Point to Multi point	Ad hoc, star mesh

간동기를 정확히 맞추어야 하는 문제를 해결해야 함에 따라, 사용하기 쉬운 RSSI가 주로 이용되었다.

Table 2와 같이 근거리 위치추적 시스템에 사용되는 통신기술의 상당수가 2.4-2.5GHz 부근의 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 대역을 이용하고 있어 동일한 주파수 대역을 이용하는 다른 통신기술과 가전 장치들에 의한 간섭효과가 심하며 사람이나 주위 환경에 따른 간섭 효과도 무시할 수 없고 일정한 패턴을 보이지도 않았다.

RSSI 대신 TOF가 다시 관심을 끌기 시작한 것은 IEEE 802.15.4a 표준이 완성된 것과 TWR(Two-Way Ranging) 기술로 인해 동기화 문제가 쉽게 해결될 수 있었던 사실에 기인한다. 그러나 작업자 안전 시스템 개발을 위해 블라스팅 셀 내에서 사용할 수 있는 통신 중에 물체의 간섭에 따라 오차가 발생하는 TDOA(Time difference of arrival) 방식 대신 RSSI방식을 이용하여 오차를 줄일 수 있었다.

현재 위치추적 기능을 제공하는 칩셋은 Wi-fi, CSS(Chirp Spread Spectrum), Zigbee 기반으로 개발되고 있으며 최근에는 IEEE에서 Data 및 Ranging이 가능한 CSS방식과 Impulse-Radio(UWB-Band) 방식이 표준으로 제정되어 개발되고 있다.

### 3.2 위치 추적 성능 측정 결과

#### 1) 위치 추적 기술에 따른 위치 추적 성능

블라스팅 셀 내부에서 선체 블록 내부와 외부의 통신을 위해 여러 방식의 통신 테스트를 진행한 결과, 위치추적 기능이 있는 CSS(Chirp Spread Spectrum) 기반 칩셋을 제공하는 Nanotron, Chipcon 제품 계열의 Zigbee 기반 칩셋, 저전력 고속 데이터 통신용으로 개발된 UWB(Ultra Wide Band) 칩셋 및 적외선을 이용한 통신은 통신 자체가 안되거나 데이터 수신율이 현저히 낮아 위치 추적 기능을 구현할 수가 없었으며 TOF 또한 위치 측정 오차가 커서 블라스팅 셀 내에서 위치 추적 기술로 적용할 수 없는 결과를 얻었다. 또한 블라스팅 셀 내에 선체 블록이 존재할 경우, 액티브 태그의 위치 결과는 삼각기법을 이용한 AP의 주변 신호를 받지 못하여 가장 센 AP 신호를 받으려고 시도하여 액티브 태그의 위치가 중앙에서 산발적인 경향을 보였으며 각 셀에 액티브 태그가 존재 할 경우 그 셀 내에 있는 액티브 태그가 데이터를 수신해야 하는데 AP수신이 블록에 의해 막힘으로써 그 셀 내에 있는 AP 신호를 받지 못하고 다른 셀 내에 위치한 AP신호를 받으려는 특성을 나타냈다. 따라서 이러한 영향으로 RSSI 위치 추

적 기술은 블라스팅 셀 내에서의 AP의 설치 수량과 위치에 따라 위치 측정 오차의 범위가 10M 범위로 측정되어 작업자 안전 시스템에 적용 가능함을 알 수 있었다.

#### 2) 셀 내 AP 수량에 따른 위치 추적 성능

셀 내에 입고되는 블록의 형상 및 블라스팅 셀 상부에 설치된 AP의 수량과 위치에 따라 액티브 태그에서 송신되는 데이터 수신 및 위치 정보의 정확도는 다르게 측정되므로 최적의 AP 위치와 수량 설정은 위치 추적 기술에 있어 중요한 인자가 된다. TDOA 방식을 이용할 경우 위치 분석을 하기 위해서 최소 3개의 AP 설치 가 필요하지만 블라스팅 셀 내벽은 철(Fe)로 구성되어 있을 뿐만 아니라 셀 내부에 위치한 선체블록도 금속으로 구성되어 있어 위치 정보의 정확성을 향상시키기 위해서는 3개보다 많은 AP가 필요하다.

블라스팅 셀 내부에 선체 블록이 존재하는 Fig. 4는 선체 블록 모서리 주위에 5개의 AP를 설치하여 액티브 태그의 위치를 측정한 결과로 액티브 태그의 실 위치를 기준으로 위치가 3점에서 측정되어 선체 블록에 의한 오차의 범위가 약 10~20m 정도로 크다는 것을 알 수 있었다.

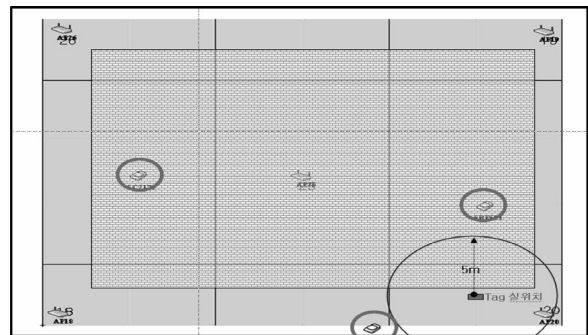


Fig. 4 Positioning error according to steel block(AP: 5ea)

따라서 블라스팅 셀 상부에 설치한 AP의 수량에 따른 위치 측정 오차의 결과를 Table 3에 나타내고 있다.

블라스팅 셀 내에서의 블록의 형태와 상관없이 블록의 내부에서 송, 수신 상태 여부에 대한 실험을 진행한 결과, 액티브 태그의 센서와 위치 정보를 AP에 실시간으로 송, 수신할 수 있는 최적의 AP 수량은 8개임을 알 수 있었으며 Fig. 5는 8개의 AP를 이용하여 액티브 태그 위치 정보의 송, 수신이 단절 없이 잘 이루어진 결과이다.

Table 3 RTLS test results as a function of a number of AP (RSSI technology)

AP수량	설치 상태	오차범위(평균)
3ea	선체 블록 외부 측면 설치	존재유무 확인
5ea	블라스팅 셀 모서리	10~20m
8~13ea	균등 배열	10m 이내

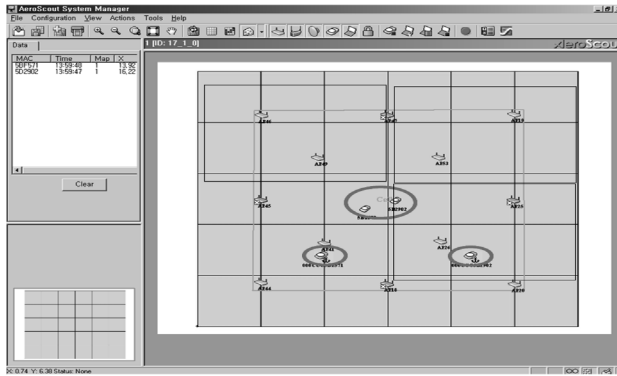


Fig. 5 Positioning error according to steel block(AP: 8ea)

3) 블라스팅 작업 유무에 따른 위치 추적 성능

블라스팅 셀 내에 위치한 선체 블록은 블록의 대형화로 인해 대부분 블라스팅 셀 내부의 전체 면적을 차지하고 있다. 또한 작업자의 안전을 위해서는 블라스팅 작업을 진행 중일 때에도 작업자의 위치 및 상태 정보 데이터를 수신해야 된다. 따라서 블라스팅 셀 내에 선체 블록이 있는 상태에서의 위치 정밀도를 측정할 결과 블라스팅 작업 시 분사되는 연마재 그리트가 철(Fe)로 구성되어 있어 셀 내 공간에 부유하게 되고 액티브 태그와 AP사이의 와이파이 통신 상태를 더욱 열악하게 만들어 위치 오차 범위를 키웠다.

Fig. 6은 블라스팅 셀 내에서 선체 블록에 대해 블라스팅 작업을 진행할 때 액티브 태그 8개에 대한 수신 상태의 산포도를 점으로 나타낸 것으로 블라스팅 작업이 진행될 때의 위치 오차 범위는 진행 전보다 더욱 크게 나타나며, 그리트의 금속 재질 성분으로 인한 신호 방해로 인해 액티브 태그의 위치 및 상태 신호에 대한 AP의 수신율이 75%까지 떨어지는 경우도 발생하였다.

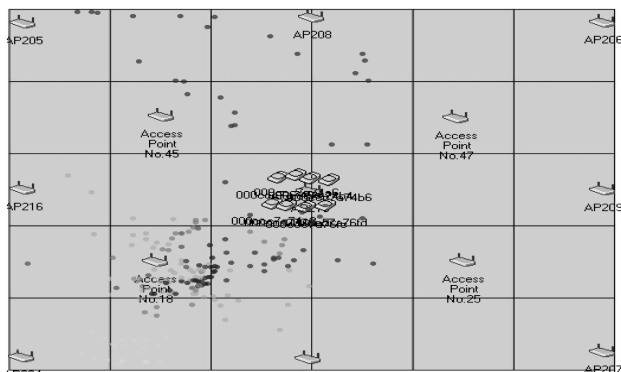


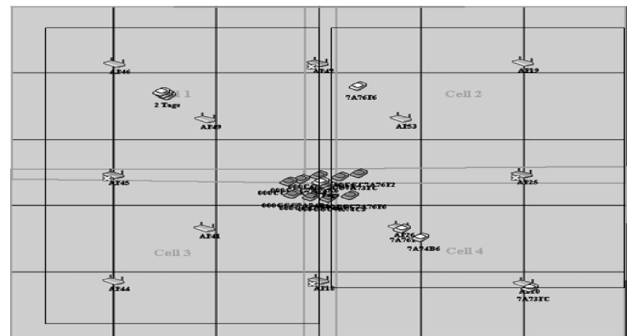
Fig. 6 Positioning error during blasting in the blasting cell (AP: 13ea, Active tag: 8ea)

따라서 셀 내부의 출입 여부를 체크하는 Exciter을 이용하여 근접 셀의 AP에서의 위치 인식을 차단함으로써 해당 블라스팅 셀 내에 액티브 태그의 존재 유무를 확인하고 RSSI 방식을 이용하여 셀 내에서의 위치분석을 진행함으로써 해당 셀에서의 오차 범위 내에서 액티브 태그의 위치를 파악할 수 있었다.

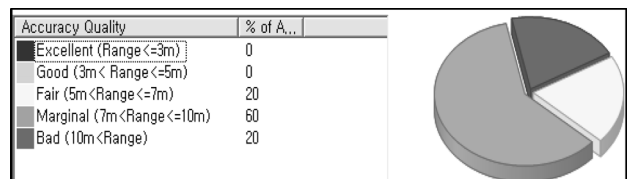
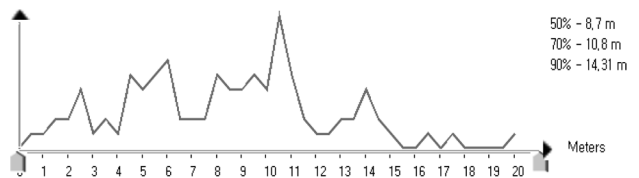
4) 블라스팅 셀 내에서의 위치 추적 성능 확보를 위한 알고리즘 개발

선체 블록이 있는 블라스팅 셀 내에서의 통신 신뢰성을 향상시키기 위해 AP의 수량을 증가하였을 경우 반사와 전파의 지향성 등에 의해 액티브 태그로부터의 수신정보를 취득하는 AP마다 수신율 차이가 생긴다. 이 상태에서 모든 수신 정보를 평가 대상으로 하면 액티브 태그의 정확한 위치를 구할 수 없게 된다. 따라서 블라스팅 셀 내부를 여러 개의 작은 Cell-ID로 나누고 표준 편차를 이용하여 Cell-ID에 따른 허용 범위를 정해 액티브 태그가 존재하는 Cell-ID의 위치를 확인함으로써 액티브 태그의 위치를 추적하는 방식을 이용할 수 있다.

구분된 Cell-ID의 내부에는 AP(Access Point) 2개를 설치하고 Cell-ID 내부에서의 위치 추적은 신호의 세기와 거리 사이의 관계를 계산하는 RSSI 방식을 이용한다. 이때 선체 블록의 금속 성분



a) Test condition using Cell-ID and RSSI technology (AP: 8ea, Active tag: 8ea)



b) Accuracy curve and quality of Cell-ID and RSSI technology

Fig. 7 Positioning results using Cell-ID and RSSI technology for RTLS in the blasting cell

에 의한 영향으로 위치 데이터 수신 오차가 발생할 수 있으나 이 때의 최대 오차는 Cell-ID의 반경만큼이 된다. 그러나 블라스팅 셀을 많은 Cell-ID로 분할한다면 일정 수준의 위치 추정 오차는 더욱 줄어들 수 있으나 AP 설치 비용이 많이 들며 실시간 데이터 처리에 영향을 줄 수 있다. 따라서 Fig. 7은 블라스팅 셀 내부를 4개의 구역의 Cell-ID로 나누고 RSSI 기술을 이용하여 테스트를 진행한 측정 결과로 10m 범위 내의 오차를 가지게 됨을 알 수 있었다. 이러한 블라스팅 셀 내부에서 작업자의 안전을 위해 분석된 위치 추적 기술을 이용하여 작업자 안전 시스템을 구축하였다.

### 3.3 작업자 안전 시스템 개발

#### 1) 작업자 안전 시스템 구성

블라스팅 셀 내부 작업자 안전 시스템은 위치 추적 기술을 포

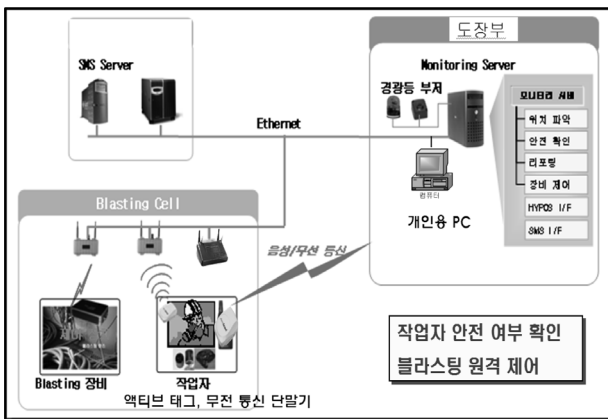


Fig. 8 Architecture of the safety system for blasting workers

함한 작업자 안전 모니터링 기능과 블라스팅 노즐 작업을 원격 제어할 수 있는 기능으로 구현하였다. Fig. 8과 같이 액티브 태그로부터 수신한 위치 정보 및 센서 정보를 포함한 안전 시스템의 구성은 2.45GHz 대역의 액티브 태그를 작업자가 직접 소지하여 블라스팅 작업을 실시하며 블라스팅 셀 상부에 설치된 AP(Access Point)를 통해 작업자의 작업 정보 및 비상 호출 등을 TCP/IP 이더넷 망을 통해 서버에 전달하고 서버에서 처리된 데이터를 이용하여 사용자는 PC에서 작업자의 위치 및 상태정보를 파악할 수 있도록 구성하였다.

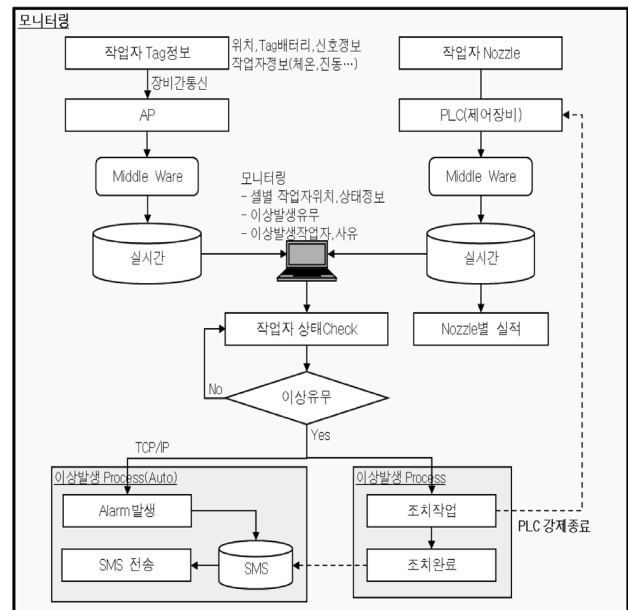


Fig. 9 DB(Database) flowchart of the blasting worker safety system

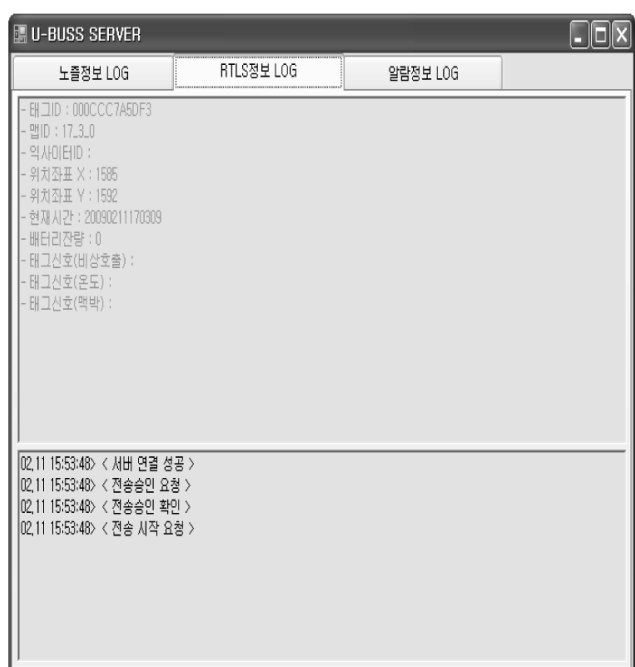
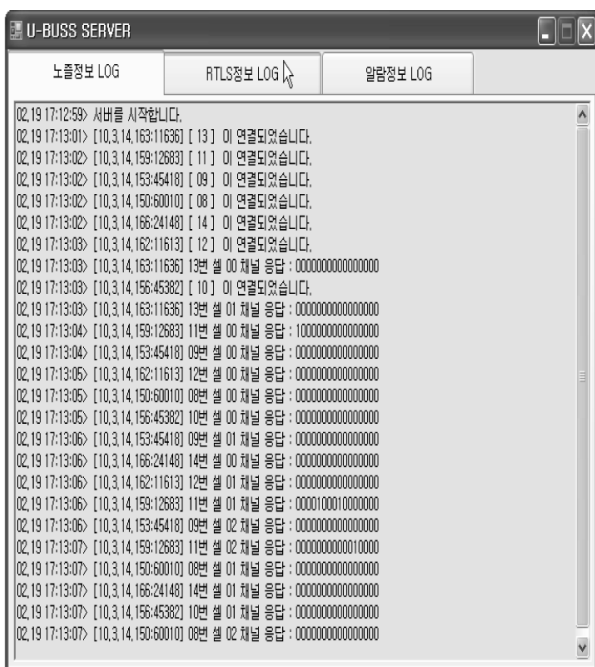


Fig. 10 Client server window for processing of RTLS data

2) 안전 시스템의 데이터베이스 구조 및 알고리즘

블라스팅 셀 내부 작업자 안전 시스템은 2.45GHz 대역의 액티브 태그와 PLC(Programmable Logic Controller)로부터 수신된 데이터를 실시간 처리하기 위해 데이터베이스를 사용하였으며 .NET 기반의 프로그램 서버와 클라이언트를 구성하고 TCP/IP 통신을 통해 PC(Personal Computer)에서도 블라스팅 작업자의 안전 확인이 가능하도록 구현하였다.

블라스팅 셀 내부의 작업자 안전 시스템은 액티브 태그로부터 데이터를 실시간으로 받아 정보를 처리함과 동시에 작업자의 안전 여부를 파악할 수 있도록 구성되었기 때문에 데이터베이스(Data Base)의 구성 및 흐름 체계가 중요하다. 따라서 데이터의 처리 및 실시간 전송을 위해 DB 서버를 구축하고 Fig. 9와 같이 작업자 안전 시스템의 데이터 베이스 흐름 구성도를 제시하였다.

안전 시스템은 액티브 태그에서 실시간으로 들어오는 데이터 정보와 블라스팅 노즐 컨트롤러에서 입력되는 노즐의 동작 상태를 수신 받아 클라이언트에서는 실시간으로 작업자의 안전 상태를 체크하고 이상 발생 시 블라스팅 노즐을 원격으로 제어할 수 있다.

블라스팅 셀 내부의 작업자 안전 시스템을 구현하기 위해서는 Fig. 10에서와 같이 미들웨어에서의 송부된 위치 정보를 실시간으로 처리하며 액티브 태그에서 전송된 데이터, 장비의 동작 여부 및 비상을 처리할 수 있는 다음과 같은 클라이언트 서버들의 구성이 필요하다.

- ① RTLS\_Client : 액티브 태그에서 작업자의 위치와 진동여부, 주 위 온도, 배터리 상태, 비상호출 기능 등의 상태 정보를 실시간으로 AP와 통신하고, 그 결과를 미들웨어를 통해 데이터베이스에 기록하는 과정을 처리하는 서버
- ② Blasting\_Client : 노즐의 동작 상태를 PLC(Programmable Logic Controller)로부터 읽어 게이트웨이를 통하여 상태의 변화가 발생한 내용을 데이터베이스에 기록하는 과정을 처리하는 서버
- ③ ALARM\_Client : RTLS\_Client에서 발생하는 정보를 기준으로 경고상황을 체크하고 상황발생 시 자동으로 경광등에 신호전달 및 SMS(Short Message Service)를 자동 발송, 처리하는 서버

Fig. 11에서와 같이 각 Client 서버 중 RTLS\_Client는 미들웨어에서 데이터를 수신하며 BL\_Client는 블라스팅 노즐을 모니터링하고 제어할 수 있는 컨트롤러(PLC)에 연결되어 정보를 수신 받아 처리한다.

각 서버에서 처리된 데이터는 데이터베이스에 저장되고 안전 시스템의 모니터링은 클라이언트 서버에서 전달해준 실시간 셀 내부 현황을 데이터베이스를 통해 읽음으로써 모니터링 할 수 있도록 구성하였다.

Fig. 12는 블라스팅 셀 내부 작업자 안전 시스템의 메인 화면으로 작업자의 작업 여부, 셀 내 블록의 위치 형태, 블라스팅 노즐의 동작 상태, 비상 호출 여부 및 미들웨어에서 분석된 블라스팅

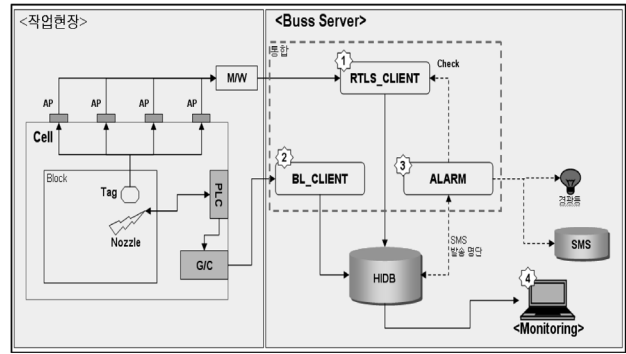


Fig. 11 DB processing block diagram of the safety system

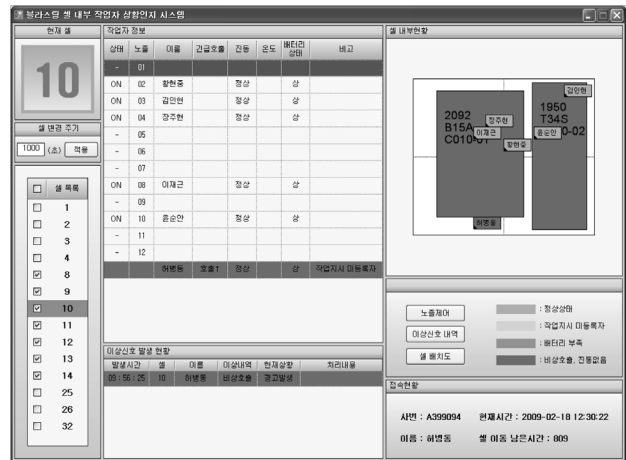


Fig. 12 Main screen of the blasting worker safety system

셀 내에서의 작업자의 위치 정보를 실시간으로 표시해 주는 기능 등을 모니터링 할 수 있도록 구성한 화면이다.

Table 4는 작업자 안전 시스템에서 여러 정보를 표시하기 위해 블라스팅 셀 내에서 실험한 각 정보에 대한 데이터 수신율에 대한 측정 결과이다.

Table 4 Performance evaluation result of the safety system

성능 Test	수신율(%)
Active Tag 수신율	75
비상 호출 수신율	100
진동 정보 수신율	100
온도 정보 수신율	100
배터리 정보 수신율	100
블라스팅 노즐 상태 및 제어	100

3) 블라스팅 셀 내부 작업자 안전 시스템 운영 방안

블라스팅 작업자 안전 시스템은 Fig. 13과 같이 작업자의 신체, 작업 상태 및 작업 위치 등이 실시간으로 안전 시스템에 전달되어 관리자가 작업 상태를 모니터링한다. 작업자의 온도, 움직임, 비상 호출 신호 등에 의해 작업자의 위급 사항이 자동으로 감지되면 작업자 안전 시스템은 자동으로 경보와 SMS(Short Message

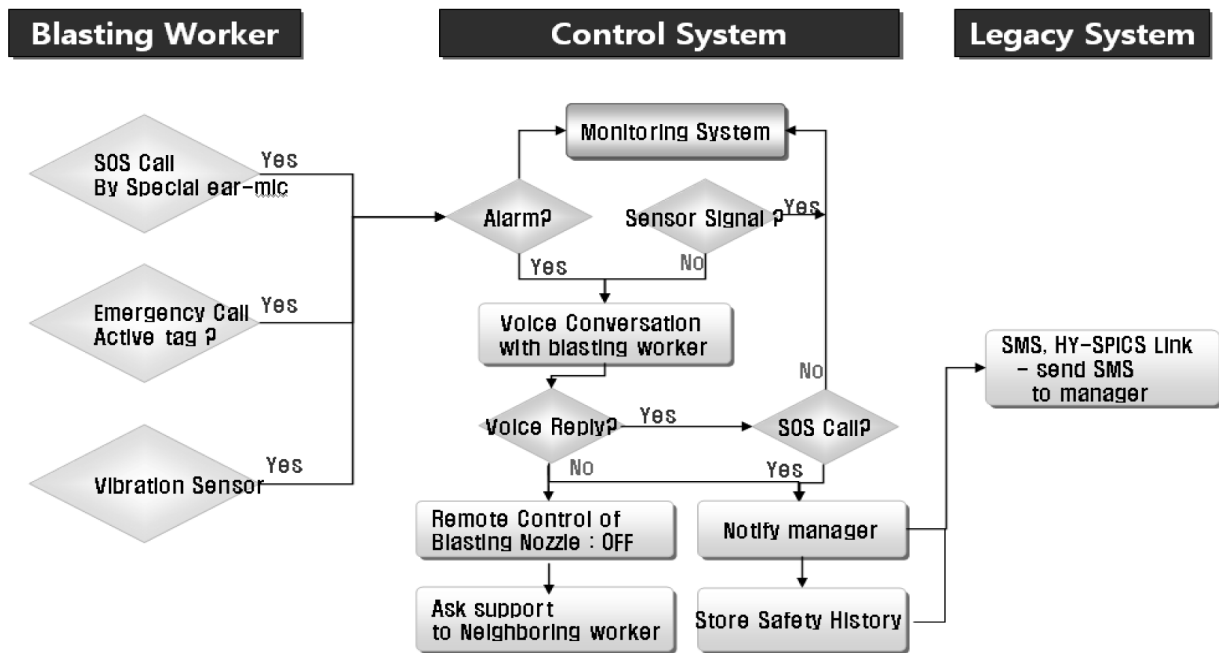


Fig. 13 Operation procedure of the safety system

Service)를 관계자에게 발송하며 블라스팅 노즐을 원격에서 차단할 수 있도록 하여 위급 사항 발생 시 작업자의 생존 가능성을 높이고 신속한 구조 활동을 돕기 위한 시스템으로 구성하였다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 조선산업에서의 IT 융합기술 중 일부로 신조 선박 도장공정 중에서 작업환경이 열악한 블라스팅 공정에 적용 가능한 위치추적 기술의 적용에 대한 연구를 수행하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

선체 블록 내, 외부에서 통신이 가능한 위치 추적 기술은 RFID를 이용한 근거리 위치 추적 기술인 Cell-ID와 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 임을 알 수 있었으며 블라스팅 셀 내의 환경에 적용한 결과, 선체 블록 내에서의 위치 추적은 오차 범위 5~10m 이내로 확인할 수 있었다. 그리고 이 결과를 토대로 블라스팅 셀 내 작업자를 위한 안전 시스템을 개발하였다.

#### 참고 문헌

Cho, S.R. et al., 2009. RFID based Management System for Spare Parts in a Real Ship. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 46(2), pp.171-178.  
 Song, B.S. et al., 2009. USN based Real Time Location System for Safety Management. *Paper presented at the Fifth contest for RFID/USN(RF Identification/Ubiquitous Sensor Network)*.  
 Kim, H.Y., 2006. Wireless LAN-Based LBS Services. *Telecommunications Review*, 16(2), pp.188-202.



윤원준

노영식

조상복