

실시간 조선 생산 운영을 위한 무선 메시 네트워크 구축 방안 연구

유지현, 이석현, 임래수, 김호경 (STX조선해양)

1. 서론

최근 스마트 기기의 대중화와 함께 이를 활용해 생산성을 높이고, 더 편리하게 업무를 보고자 하는 '스마트 워크'에 대한 관심이 높다. 시간과 공간에 구애 받지 않고, 다양한 사용자 위주의 비를 통해 효율적으로 업무를 처리하고 성과를 만들어내는 일련의 과정을 스마트 워크라고 부른다. 즉, 정보통신기술(ICT)을 이용하여 시간과 장소에 얽매이지 않고 언제 어디서나 누구와도 편리하게 네트워크상에서 함께 효율적으로 일할 수 있는 유연한 근무방식을 말한다. 현장에서의 신속한 업무 처리를 통해 업무 속도와 생산성이 향상되며, 원격협업을 통한 실시간 협업을 할 수 있어 신속한 의사결정과 빠른 문제해결이 가능해진다.

조선 생산 시스템은 타업종의 제조업과 달리 주문형 생산 방식으로 생산 일정/공법/운영 등에 있어서 규칙적으로 정규화된 부분이 거의 없다. 즉, 현황에 따라 다양한 부분에 변경이 일어나고 생산 운영에 있어서 평가/확인/수정 작업이 지속적으로 발생하게 된다. 그리고 복수의 프로젝트가 다양한 전사 차원에서 동시에 진행됨으로 공법, 공정, 일정 및 자원 관리 방법에 따라 효율성이 크게 달라질 수 있다. 이러한 과정에서 여러 관련 정보들의 공유가 무엇보다 중요한데 실질적인 정보 관리 시스템의 부재로 많은 부분에서 아직도 수작업에 의존하고 비효율적인 부분들이 존재하고 있다. 이렇듯 일련의 조선 생산 운영 과정들은 생산성과 직접적인 연관이 있기에 매우 중요한 부분이나 다양한 제약 조건들로 실시간 운영에 어려운 점이 많아 효율성이 저하되고 있다.

현재 이와 같은 조선 생산 시스템에 다양한 IT기술을 응용해 스마트화, 고효율화하고자 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 이원화된 여러 시스템을 실시간 통합 운영을 가능하게 하고 업무 효율성을 증대시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 스마트 워크의 요소 기술로 네트워크 인프라 부분에 대해서 관련 기술들을 분석하고 생산 현장에 맞는 네트워크 시스템 구축에 관해 연구를 수행하였다.

2. 무선 네트워크

2.1 기술 개요

보통 데이터 통신을 할 경우 데이터 통신 전용망을 이용하

는데 이러한 네트워크를 데이터 통신 네트워크라고 한다. 그리고 이동통신 서비스를 이용해 3G, HSDPA, Wibro, LTE 등의 다양한 시스템들이 개발되고 인프라로 자리를 잡고 있다. 그러나 상기 기술들은 상용 이동 통신 서비스를 이용하기에 자기망 구성이나 서버 운영에 있어서 무선 기지국을 거쳐야 한다. 이는 실제 보안과 경제성에 있어 단점을 가지고 있으며, 추가 구성에 따른 확장에 있어서도 비효율적인 부분이 발생한다. 이에 본 연구에서는 보편적인 비상용 무선 LAN을 기준으로 무선 메시 네트워크에 대해서 기술하고 있으며, 앞으로 기술할 무선 메시 네트워크는 무선 LAN기술을 응용한 보다 더 진보된 무선 네트워크 기술의 한 종류이다.

데이터 통신 네트워크는 여러 기준으로 분류가 가능하는데, 그 중 한가지 방식으로 네트워크의 크기에 따라 분류하는 것을 들 수 있다. 크기에 따라 LAN(근거리 통신망 ; Local Area Network), MAN(도시형 통신망 ; Metropolitan Area Network), 그리고 마지막으로 원거리 통신망(WAN ; Wide Area Network)으로 분류할 수 있다. 특히 근거리 통신 네트워크인 LAN은 주로 유선 네트워크로 되어 있어서 컴퓨터를 재배치하거나 레이아웃이 변경될 때마다 복잡한 배선절차가 필요하다. 새로운 LAN을 열어야 할 때 역시 새롭게 인프라 공사가 필요하고 노트북과 같이 이동하면서 작업해야 할 환경의 경우에도 아주 불편하다.

무선 네트워크는 이러한 공간적인 제약을 없애기 위해 일반 LAN을 무선망으로 대체한 것이다. 물론 말 그대로 Local Area(제한된 구역)에서 사용하는 것이기 때문에 제한된 구역 내에서만 통신이 이루어진다. 특히, 무선 LAN은 크게 2.4GHz 대, 5GHz대 대역 등이 사용되는데, 일반적으로 5GHz대로 대표되는 IEEE 802.11a 시스템과 2.4GHz로 대표되는 IEEE 802.11b,g 가 주류를 이루고 있다.

그러나 무선 네트워크의 취약점 중의 하나는 무선 매체를 이용 하기 때문에 환경적 요인에 따라 방사되는 전파의 세기가 달라진다는 것이다. 다시 말해서, 같은 AP를 이용하고 있다 하더라도 주변 환경에 따라 전송속도가 저하될 수 있다. 전파는 벽을 뚫고 건물도 통과하지만, 철구조물과 같은 사물을 통과하면서 반사, 흡수에 의해 전파의 세기가 약해지는 경향이 있다. 따라서 무선네트워크를 설치할 경우에 가장 중요한 것 중의 하나는 주어진 환경에서 적절한 AP의 설치 장소를 설정하는 것이다.

표 1. 유무선 네트워크 비교

	무선 네트워크	유선 네트워크	비고 (유선대비)
케이블	X	O	설치 증설이 쉬움
네트워크 확장	AP 추가 설치	랜선이나 허브의 연결/증설	확장 편의
이동성	상	하	편의
속도	IEEE 802.11b Max 11Mbps	랜선이나 스위치/허브에 따라 ~8Mbps 정도	환경적 영향이 큼
	IEEE 802.11g Max 54Mbps		
	IEEE 802.11a Max 54Mbps		
	IEEE 802.11n Max 600Mbps		
설치 시간/비용	적음	많음	확장 저렴
단말기	PC, 노트북, PDA, 스마트 디바이스 등	PC, 노트북, 유선 지원 스마트 디바이스 등	
유지보수	간편	불편	
네트워크 레이아웃	간편	불편	

2.2 무선 네트워크 도입 시 고려 사항

가) 전파 간섭

단말간의 거리가 멀어질수록 전파간섭에 전달되는 신호가 손상될 가능성이 높아진다. 이는 대기 중의 잡음이나 무선 네트워크 내에 존재할 수 있는 불필요한 신호에 의해 야기되는데, 사용 주파수 범위 내에 존재하는 불필요한 신호에 때문에 방해 받아서는 안 된다. 따라서 무선 네트워크 구축 시 주변에 네트워크 망에 영향을 미칠 수 있는 신호원의 존재 유무와 이에 대한 대비책 등을 반드시 고려해야 한다.

나) 확장성

유선 네트워크와 마찬가지로 무선 네트워크 도 사용자의 요구에 따라 확장될 수 있어야 한다. 즉, 사용자의 요구에 의해 부분적 또는 전체적인 망 수요량의 증가가 요구될 경우, 경제적인 확장이 이뤄질 수 있도록 초기 구축 시 고려해야 한다.

다) 이동성

무선 네트워크의 가장 큰 장점은 "망에서의 이동성 부여"라는 점이다. 따라서 이동성은 확장성과 함께 고려되어야 할 가장 중요한 사항 중 하나이다. 제한된 개별적 네트워크 구성요소의 사용범위를 극복하고 더욱 넓은 사용범위를 제공하여 무한한 이동성을 보장할 수 있는지 여부를 확인해야 한다.

라) 보안성

유선 네트워크에 비하여 무선 네트워크 사용자들에게는 보

안성이 높은 관심 사항일 것이다. 따라서 무선 네트워크 기기가 제공하는 여러 가지 보안 설정을 확인하고 접속 여부 확인 및 인증 관련하여 안전한 시스템을 구축하여야 한다.

마) 경제성

유선 네트워크와 비교하여 특정 지역을 지원하기 위한 구축 비용을 사용 환경에 따라 검토해야 하며, 구성 요소들에 대한 단위 비용을 단순 비교하는 것이 아니라 필요한 인프라를 지원하기 위한 총 비용을 고려하여야 한다.

바) 응용업무

무선 네트워크는 유선 네트워크와 비교할 때, 여러 가지 장점과 함께 단점도 가지고 있다. 따라서 무선 네트워크의 구축 시 다른 여러 요소보다도 가장 먼저 신중하게 고려 해야 할 사항이 구축하려는 망을 어떤 업무에 응용할 것이냐에 대한 정확한 정의를 해야 한다.

조선 생산 시스템에서는 위와 같이 여러 사항들을 고려함에 있어서 일반적인 환경 요인을 기준으로 적용할 게 아니라 다양한 변수들을 보다 더 심도 있게 고려해야 한다. 예를 들어 다양한 중장비들의 이동/다수의 철구조물 등에 따른 LOS(Line of sight) 변화 관련, 수많은 전기전자시스템 사용에 따른 전원 노이즈 관련, 장비나 구조물들의 생산/이동에 따른 소음/진동/전자기파의 영향으로 인한 SNR, RSSI의 감쇄 등 눈에 보이지 않는 많은 통신 방해요소들이 존재하고 있다. 이에 무선 네트워크 인프라 구축에 있어서 다양한 테스트를 통해 신뢰성 있는 통신 환경을 확보 구축해야 하며 특히 조선 생산 시스템은 단위 공장 개념이 아닌 광대역을 운영 관리하고 있기에 향후 문제 발생에 대한 유지보수 부분도 충분히 고려하여야 한다.

3. 무선 메쉬 네트워크

3.1 기술 개요

무선 메쉬 네트워크는 일반적인 무선 네트워크와 달리 그 물망처럼 연결되어 네트워크를 형성하는 구조이다. 일반적으로 무선 AP(Access Point)라고 하는 장치에 노트북, PC, PDA, 스마트 디바이스 등과 같은 무선 접속이 가능한 기기들을 2.4GHz대의 무선 주파수를 활용해서 인터넷 등을 사용할 수 있는 것이 전형적인 무선 네트워크 환경이다. 특히, 산업용 공용 주파수 ISM(Industry-Science-Medical)을 사용함으로써 원하는 인프라에 맞게 설치 운영할 수 있는 장점을 가지고 있다. 여기서 무선 구간은 AP와 노트북 단말만 무선 구간이 되고 AP와 실제 데이터를 주고 받고 하는 시스템 (Switch)은 유선으로 연결된다. 이때 AP에 연결되어 있던 케이블 대신 메쉬

노드 라고 하는 무선 메쉬 네트워크를 구성하는 시스템이 들어감으로써 모든 구간을 무선화 시켜 줄 수 있게 된다. 즉, 무선 AP는 말 그대로 사용자 단말과의 ACCESS 망을 구성해 주고, MESH망은 무선 전송로를 구현 해 주는 인프라 시스템이 되는 것이다.

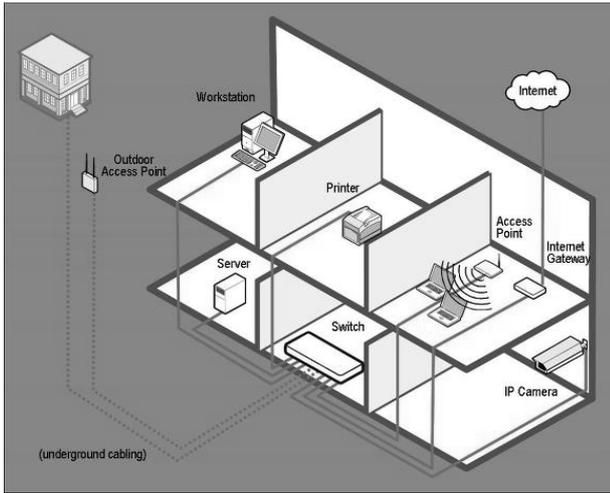


그림 1. 유선 네트워크 연결 구성도

그림 1과 2는 무선 메쉬 네트워크와 현재 우리가 사용하는 네트워크(유선네트워크)의 차이를 비교한 것이다. 기존의 유선 네트워크 부분을 메쉬 노드로 대체하여 인프라 구축을 불필요하게 한다.

무선 메쉬 네트워크 연결 구성도를 보면, 'MESH Node (메쉬노드)'가 개별 지역에 Ethernet 단말들 앞에 위치하고 스위치로 연결되어 있던 모든 유선 케이블 대신 무선(Radio)으로 대체한 네트워크 구성을 확인할 수 있다. 이때 모든 메쉬 노드들이 1:1 통신을 하는 것이 아니라 인접하여 있는 모든 메쉬 노드들과 통신할 수 있는 무선 메쉬 라우팅 경로를 갖게 된다. 이렇듯 무선 메쉬 네트워크에서의 핵심은 무선라우팅 경로를 어떻게 설정하는가에 있다.

무선 메쉬 네트워크 프로토콜 스택에서 보면 Physical layer는 일반 무선 네트워크의 802.11a/b/g/n 규격을 활용해 전송속도, 대역폭, 사용가능 주파수 및 채널 등은 일반 무선 네트워크와 같다. 다만 이러한 전송속도나 채널 활용법은 무선 네트워크와 완전히 다른 기능을 지원하게 되는데 가장 대표적인 예가 채널 분당 기술이다. 일반적인 무선랜은 채널 분당 대신 Turbo mode라는 것을 활용해서 주파수를 40MHz까지 사용할 수 있도록 한다. 그러나 무선 메쉬 네트워크에서는 서로 다른 채널을 묶어서 40MHz를 구현하게 되는데 이 경우 전파 출력을 극대화 해서 전송거리를 배가 시킬 수 있게 된다. 또한 보안 기능에 있어서도 일반적으로 사용자와의 보안에 치

중되어 있는 것과 달리 무선 메쉬 네트워크는 상호간의 접속을 허용할 지 말지에 대해서 인증할 수 있도록 디지털 서명(Digital certificate)을 발급, 상호 인증할 수 있도록 되어 있다.

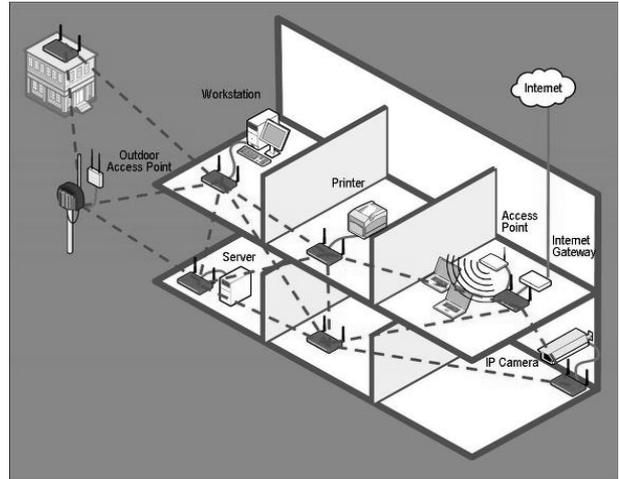


그림 2. 무선 메쉬 네트워크 연결 구성도

3.2 구성 요소

가) Mesh node

Mesh node는 무선 전송 망의 backbone 역할을 할 수 있도록 고성능의 자동 메쉬망 구성을 지원하는 무선 메쉬 네트워크의 High end system으로 실내/외 어느 곳에서나 설치될 수 있으며 고정형 서비스 및 고속 이동형 차량 등에서도 무선 망을 구축해 줄 수 있는 매우 빠른 Hand-off (로밍 기능) 기능을 가진다. 메쉬 노드는 멀티 이더넷 포트를 제공함으로써 다양한 서비스 시스템과 바로 연동할 수 있으며, 2.4GHz (802.11b/g), 5GHz (802.11a) 주파수를 선택적으로 사용할 수 있고, 2개의 dual radio port에서 각각의 주파수 및 채널을 독립적으로 사용할 수 있다.

나) AP node

Access Point는 실내 및 실외 환경 어느 곳에서나 무선 액세스 망을 구현할 수 있도록 되어 있으며, 특히 Mesh node와 연계하여 Mesh node는 무선 백홀 구간을 담당하고 AP는 일반 무선랜 사용자 접속환경을 담당한다. High gain 안테나를 사용함으로써 무선사용자의 거리를 최대 200m이상까지 늘려 줄 수 있으며 PoE를 통한 전원공급을 받을 수 있도록 설계되어 있다.

기본적으로 Access point는 케이블로 연결되어야 하나 MESH node와 결합하여 access 구간에서부터 Backhaul 구간까지 모든 네트워크 환경을 all wireless 환경으로 구성할 수 있다.

다) Network Interface Card or Equipment

Customer Premised Equipment, 노트북, PDA, 스마트 디바이스 등 802.11 계열의 유무선 인터넷 접속이 가능한 디바이스들은 Access point에 접속하여 백홀 메쉬 노드를 통해 데이터를 전송 처리한다. 무선 메쉬 네트워크 종단부에서 다양한 안테나를 사용해 무선 AP와 접속되며 매우 높은 수준의 보안성을 제공하고 WPA2 암호화 등을 통해 신뢰성과 견고한 네트워크 구축이 가능하다.

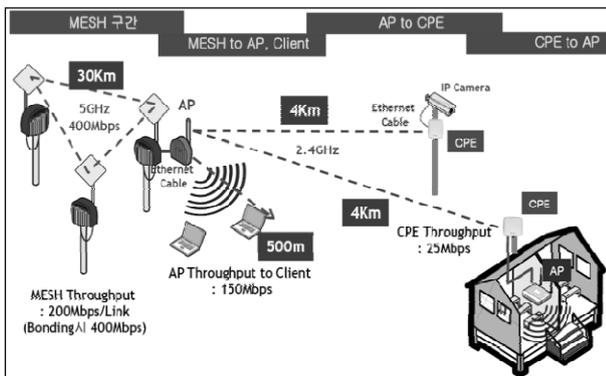


그림 3. 무선 메쉬 네트워크 연결

이상의 구성요소를 이용한 무선 메쉬 네트워크는 그림 3처럼 다양하게 구성요소들을 활용해 인프라를 구축할 수 있고 IP Camera, 중장비 시스템, 홈네트워크, 모바일 오피스 등에 응용할 수 있다. 특히, 환경 요소 모니터링 분야, 물류 네트워크 분야, 항만 네트워크 분야 등에 레이아웃 및 구조 변경이 빈번한 시스템에 통신 인프라로 활용성이 매우 높다.

4. 시스템 구현 및 적용

4.1 작업 환경

조선 생산 현장은 수많은 철판들과 구조물이 존재하며 이는 실제 전파 산란으로 인해 전파의 세기가 약해지고 감도의 저하를 가져온다. 또한 전파 반사에 의해 신호의 손실을 가져올 수 있으며 이는 실질적으로 데이터 전송량이 저하되고 데이터 패킷 손실을 일으키게 된다. 이를 줄이기 위해서는 1차적으로 실제 신호 전송 세기를 올려 전송하게 되면 산란, 반사에 의해 감쇄 되더라도 통신이 가능한 범위를 커버해 데이터를 전송할 수 있다. 그러나 이러한 신호 세기의 증가는 기타의 무선 통신 시스템에 방해할 줄 수 있기에 실제 한계치를 두고 전송할 수 밖에 없다. 이 한계치는 전파인증 기관을 통해 관리되고 있으며 제품 출시 시 이미 타 시스템과의 영향을

검증 완료 된다. 2차적으로 통신 환경을 신뢰성 있게 가져가기 위해서는 구축 환경 요인을 잘 분석하여 실제 신호 송수신을 하는 안테나 시스템을 보다 더 알맞게 구축하는 것이다. 안테나는 다양한 종류가 있으며 각 안테나에 따라서 특징이 다르다. 이에 Mesh node 및 AP의 구축 위치에 따라 안테나의 종류 선택 및 신호 세기, 설치 방법들을 알맞게 구성하고 다양한 필드테스트를 통해 검증 확인하여야 한다.

본 연구에 있어서는 조선 생산 실행 시스템 활용을 위한 무선 메쉬 네트워크 인프라 구축으로 옥내의 다양한 실시간 조선 생산 실행 시스템 개발을 주된 목적으로 하고 있으며 또한 다양한 중장비 시스템의 실시간 모니터링을 위해 구축 개발하였다. 그리고 기존의 사내 네트워크를 이용해 데이터 통합 연동을 가능하게 하여 언제 어디서나 원격지원 및 관련 자료 활용을 음영지역 없이 가능하게 하였다.

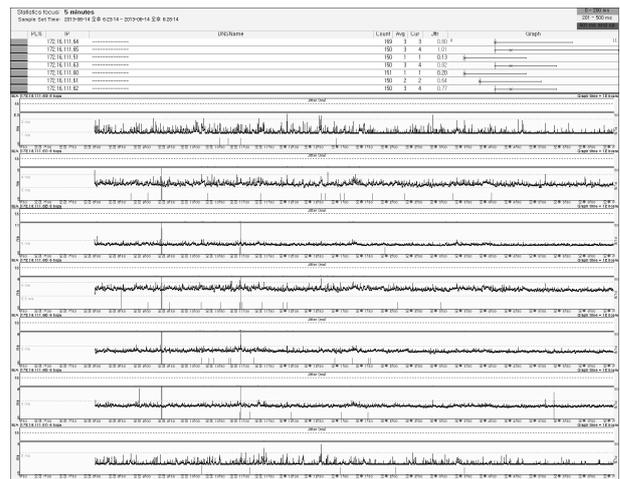


그림 4. Ping Test

4.2 시스템 적용

시스템을 적용함에 있어서는 우선 구축 환경에 따라 로컬 네트워크를 우선 구성하고 간이 네트워크들을 통합하는 부분으로 진행하여야 한다. 이는 로컬 네트워크 내에서 최종 단말기들과 AP를 기준으로 모니터링 하려는 클라이언트 단말기들이 AP에 접속하여 데이터를 주고 받기 때문이다. 통합 네트워크는 로컬 네트워크들의 AP와 개별 메쉬 노드를 연결 메쉬 노드들 간의 네트워크를 형성하는 것이다. 이와 같은 구성을 통해 무선 메쉬 네트워크의 장점인 유선 인프라의 구축에 어려운 환경적 요인에서 즉각적인 광대역 서비스가 구현 가능해진다.

보다 더 자세히 언급하면 옥내의 작업장에 대해 AP를 중심으로 한 간이 네트워크 망을 일정 스펙(필요 데이터 사용량, 데이터 전송거리, 다양한 안테나의 사용 등)에 맞게 적절히 배

치 적용하고 이를 메시 노드로 전체적인 네트워크 망을 구성한다. 그림 4,5처럼 양방향 통신 테스트로 데이터 송수신의 안전성을 평가해 간이 네트워크를 변경 수정하며 앞서 설계한 부분의 만족도를 평가한다. 이는 단순히 통신 환경을 구축하였다더라도 다양한 사용자 단말의 사용, 데이터 처리 속도, 실행 시스템 처리 구역 등의 변수들에 대해서 신뢰성 있고 안전한 통신 환경을 제공하기 위해서 필요한 부분이다.

특히, 그림 5는 인프라 구축에 필요한 레이아웃에 다양한 테스트를 통한 로컬 네트워크 및 통합 네트워크를 구축한 것으로, 종단 접속 단말기, AP 및 메시 노드의 다양한 설정 (SSID (Service Set Identifier), VAP(Virtual AP), Channel 등)을 통하여 안정적인 데이터 통신 망을 구축한 예이다.

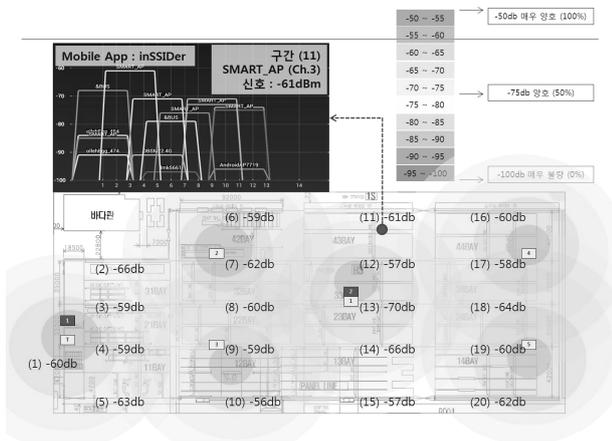


그림 5. RSSI 및 채널 로밍 Test

5. 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 조선 생산 시스템은 여타의 제조업과 다른 특성들을 가지고 있으며 많은 분야에서 생산 자동화 및 IT기술을 활용한 시스템이 활발히 개발 추진되고 있다. 또한 스마트 디바이스의 급속한 발달은 업무를 보다 더 편리하고 효율적으로 진행하는 데 많은 도움을 주고 있고 조선 생산 시스템 또한 이를 활용해 스마트 워크 시스템으로 전환 중이다.

이에 조선사들은 스마트 워크의 필수 기반 기술인 네트워크 인프라 구축과 함께 다양한 분야에 IT융합기술을 응용해 활발히 연구 개발 진행 중이다. 특히, 확장성과 활용도가 높은 무선 네트워크, 비상용 서비스를 통한 높은 경제성, 광대역 커버리지가 가능한 무선 메시 네트워크는 다양한 분야에 적용되어 활용되고 있으며, 향후 차세대 네트워크 인프라로 발전할 것으로 보인다.

후기

본 연구는 지식경제부 글로벌전문기술개발사업 Smart Work 기반 조선생산실행시스템 개발과제(10039739) 지원으로 수행된 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- “Firetide website,” <http://www.firetide.com>
- “MeshNetworks website,” <http://www.meshnetworks.com>.
- “RF Design House website”, <http://www.rfdh.com/>

유지현



- 1979년생
- 2007년 울산대학교 전기전자정보시스템 석사
- 현 재 : STX조선해양 기술연구소 자동화기술팀 과장
- 관심분야 : IT Convergence, Process Management System, Realtime-Monitoring System
- 연 락 처 : 055-548-3521
- E - mail : ryusika@onestx.com

이석현



- 1983년생
- 2009년 한국과학기술원 산업 및 시스템 석사
- 현 재 : STX조선해양 기술연구소 자동화기술팀 대리
- 관심분야 : Data Architecting, Process Management System, Logistics Simulation
- 연 락 처 : 055-548-1729
- E - mail : seokhyun_lee@onestx.com

임래수



- 1971년생
- 1998년 조선대학교 선박해양공학과 석사
- 현 재 : STX조선해양 기술연구소 자동화기술팀 차장
- 관심분야 : Ship CAD, IT Convergence, Simulation
- 연 락 처 : 055-548-3521
- E - mail : sogrs@onestx.com

김호경



- 1971년생
- 2002년 서울대학교 조선해양공학과 박사
- 현 재 : STX조선해양 기술연구소 자동화기술팀장
- 관심분야 : Augmented Reality, Realtime-Monitoring System, IT Convergence
- 연 락 처 : 055-548-1697
- E - mail : crossho@onestx.com