

해군 정비창 스마트팩토리 구축개념 및 발전방향

신승민, 장철우, 권수백, 김병구(해군)

1. 서론

해군 정비창은 2016년부터 열악한 인프라, 공정관리 실시간 가시화 미흡, 외부 고객만족도 지속하락 등 기존 운영방식의 한계로 새로운 운영방식으로의 디지털 트랜스포메이션을 위한 정비창 스마트팩토리 구축을 위해 자체 T/F를 구성하였고, 2018년 스마트팩토리 중·장기 종합발전계획을 수립하였다.

이 과정에서 정비창 환경분석을 통한 As-Is와 To-Be는 작성하여 나름 과제를 도출하였지만 Gap 분석을 통한 How To Do가 생략되어 본 사업 추진을 위한 예산 요구 및 승인을 받기에는 여러 가지로 한계가 있었다. 하지만 지속적인 산·학·연의 협업과 컨설팅 과정에서 BPR/ISP라는 사업절차를 통해 정비창의 스마트팩토리 구축을 위한 개념설계 및 상세설계를 할 수 있다는 것을 알게 되었다. 이에 따라 정비창에서는 국방부에 소요제기 하여 전 군 최초로 '20 ~ '21년 11개월간 8.5억의 예산을 투입하여 개념/상세 설계 하는 것으로 결정되는 성과를 얻었다.

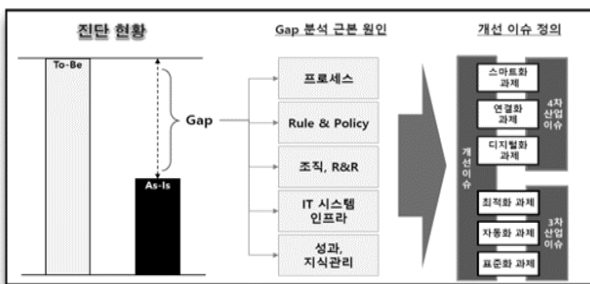


그림 1 BPR/ISP 수행개념

이와 더불어 '19년부터는 중소조선연구소와의 협업을 통해 과기부 주관 민·군부처연계협력기술개발사업도 추진하고 있는데 BPR/ISP를 통해 설계된 스마트팩토리 시설, 장비, 정보체계 소요 중 정보체계 구축을 위한 R&D 및 실증화를 '22 ~ '25년간 추진할 예정이며, 그 예산 규모는 약 300억에 달한다.

그러나 이러한 예산의 뒷받침을 통한 동력확보에도 불구하고 이것만으로는 우리가 숙원 하는 스마트팩토리의 구현은 요원하다. 국내·외 선풍적인 4차 산업혁명의 붐에 따른 기술의 급성장에도 불구하고 제조업이 아닌 정비분야에서 스마트팩

토리 분야에 대한 기술적인 한계가 있는 것이 현실이다. 또한 실질적인 스마트팩토리 구현은 곧 해군 정비지원체계의 변화인데 이를 위해서는 정비창뿐만이 아니라 국방부, 해군본부, 해군군수사령부에서 4차 산업기술 도입을 위해 각 분야별로 추진되고 있는 사업들의 융합을 통한 시너지가 없다면 불가할 것으로 판단되는 바 발전방향을 제언하고자 한다.

2. 국내 기술동향

국내 조선산업에서는 4차 산업혁명에 대응하기 위해 대형 조선소를 중심으로 인공지능, CPS 등의 스마트 야드 및 스마트 선박 기술을 중심으로 다양한 기술 개발을 추진하고 있고, 생산계획, 공급망 관리 시스템의 고도화를 위한 시뮬레이션 연계, 최적화 알고리즘 적용, 공급망 관계 관리 강화 등의 시스템 개선·개발을 적용하고 있다.

현대중공업은 IoT 기반의 선박용 엔진 상태 모니터링 및 진단시스템을 개발하여 고장진단, 대응 및 운행 특성 감시를 통한 경제 운전 기능을 제공하고 있으며, 대우조선해양은 운항 안전성과 경제성을 향상시키기 위해 선박 모니터링, 연료 소비량 최적화, 선박 설비관리 솔루션, 네트워크 통합 시스템 등을 중점적으로 개발하고 있다. 삼성중공업은 스마트십 육상인프라를 아마존웹서비스 클라우드를 통해 운영할 예정이며, 육·해상에서 수집된 모든 선박 관련 데이터 정보에 대한 차세대 스마트십 시스템을 구축하고 있다.

다음 사례는 안전 관리 분야이다. 용접, 절단, 조립, 도장, 탑재 등 여러 공정의 복합적인 작업이 적용되는 조선소 생산 현장에 대해 위험요소에 대한 실시간 모니터링을 통하여 안전 수준을 향상시키고 생산성 제고를 위한 여러 노력을 하고 있다.

조선소 내에 기자국을 설치하여 전 지역에서 태블릿 PC, 스마트폰을 활용한 고속 무선통신 기반의 설계·생산관리 업무를 수행하고 있으며, 전자 결재, 공정 및 스케줄 관리, 자재 정보 조회, 검사 결과 입력 등 자재 구매에서부터 생산에 이르는 전 과정에 걸친 물류 개선이 기능토록 하고 있고, 조선소, 기자재 기업 등 제조업 분야는 인건비, 재료, 시간 손실을 절감하고 생산공정 효율화를 위해 IT를 적용한 스마트 생산 환경을 구축하고 있다. IoT 기술을 적용하여 조선소의 스마트

화 기술수준이 높아지고 있으나, 여전히 함정정비 공정, 수리 조선, 유지·보수(MRO) 분야의 기술 수준이 부족한 것도 현실이다.

그러나, 민·군부처연계협력기술개발사업을 통해 정비분야에 대해 현 3~5단계의 TRL(기술성숙도) 수준을 최종 7~8단계로 향상시킬 수 있다고 확신한다.

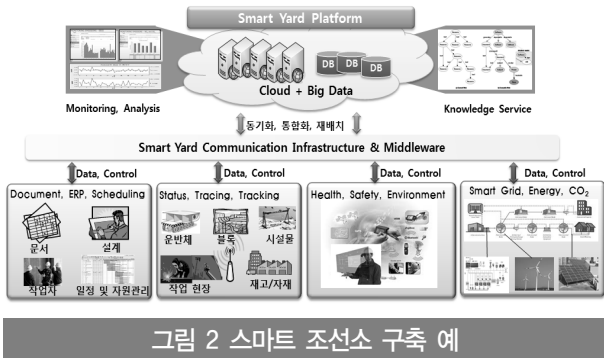


그림 2 스마트 조선소 구축 예

3. 해외 기술동향

미국의 경우 IBM의 '왓슨 IoT'는 인공지능을 기반으로 IoT 기기를 통해 습득한 데이터를 분석하는 대표적인 데이터 분석 플랫폼으로, 빅데이터를 갖고 있거나 데이터 분석이 필요한 사업자에게 왓슨 IoT 플랫폼을 제공하고 있다.

미 해군 정비창은 민·군 간의 협력체계 구축을 통한 효율적인 건조·수리를 추진하며, 최적화된 OFRP(Optimized Fleet Response Plan)을 통해 유지 관리 체계를 적용하고 있는데 최적의 작전운용 유지를 위해 민군협력을 지속적으로 발전시키고 있으며, 항공모함 및 핵잠수함 등 전략무기체계는 해군 정비창에서 직접 정비유지를 수행하고 그 외 함정 정비유지는 NAVSEA(Naval Sea Systems Command) 통제 하에 민간에서 수행하고 있다.

- 미국 국방 관련 Digital Shipyard 구축 프로젝트 (약 2조원 투자)
- 용접, 케이블 포설 등 작업자 위주의 전통적인 작업 방식을 디지털화로 추진하여 핵추진 항공모함 12척 포함 총 355척 건조할 예정

그림 3 미국 Huntington Ingalls Digital Shipyard 스마트 기술적용 사례

중국의 경우 철강사 바오우 강철은 가상연결망과 IoT를 CPS(Cyber Physical System) 플랫폼을 통해 상호 투사하는 스마트 팩토리 인프라를 개발하여 적용 중에 있다.

일본 마쓰이 조선은 나무라 조선, 스미토모 중공업 등과 함께 기계나 공구 위치를 바로 알 수 있도록 무선인식 태그 기술과 함께 현장에 설치된 카메라로 작업내용을 파악해 작업시간을 최대 40% 단축하는 것을 목표로 하는 시스템을 개발 중이다.

독일 신조 크루즈 선박은 IoT, AI, VR 기술들을 통해 크루즈 승객들 개개인의 선호에 맞추어 새로운 경험을 제공할 수 있는 모바일 장치를 도입하고 있다. 또한 대형 해운사인 머스크는 마이크로소프트(MS), IBM 등 글로벌 정보통신(IT) 업체들과 협력하여 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 활용하여 운송·물류사업의 공통 플랫폼으로 사용할 예정이다.

이처럼 해외 기술동향도 디지털 트윈 등의 적용을 통한 조선소의 스마트화를 추진하는 등 많은 기술적 발전을 보이고 있으나, 정비분야의 스마트화에 대한 사례는 찾아보기 힘든 것이 현실이다.

4. 해군 정비창의 스마트팩토리 구축 개념

해군 정비창의 스마트팩토리 구축 개념은 완벽한 정비지원 임무를 달성하기 위해 원격 예지정비를 통한 능동적 정비지원 시스템 구축이라는 비전 수행을 위해 무선 네트워크 기반으로 모바일을 이용하여 실시간으로 품질, 공정, 안전 분야에 대한 다양한 서비스를 제공하는 것이다. 예를 들면 정비이력, 정비상태, 정비진행현황, 작업현장 현황 등이 실시간으로 구현이 되도록 원하는 것이 내·외부 고객의 Needs이다.

임무	전투준비태세 확립을 위한 완벽한 정비지원		
비전	원격 예지정비를 통한 능동적 정비지원시스템 구축		
구축목표 KPI	품질 향상 (인적률)	작기 준공 (수리민원정율)	비용 절감 (전대비율감소)
	인건 확보 (사고인수)		
고객 만족도 향상(고객 만족도)			
구현전략	정비 구성요소(Materiale)에 대한 실시간 모니터링이 가능한 Sensing System 구축		
	보안 솔루션이 탑재된 무선 네트워크 기반 조성		
Needs (실시간 모니터링 수요)	Sensing Data의 인공/유압 및 비데이터 분석을 통한 고객 요구Needs에 대한 서비스제공		
	모바일 기반 조성		
Needs (실시간 모니터링 수요)	품질관리	공정관리	안전관리
	정비 구성요소에 대한 원격 능력인식, 재고 정비관리 상태		
Needs (실시간 모니터링 수요)	정비이력/정비상태	장비진행현황	작업현장 현황
	이상 감지	이상 감지	이상 감지
Data	5M+IE+IS(Man, Material, Method, Machine, Measuring, Environment, Ship)		

그림 4 해군 정비창 스마트팩토리 구축 프레임워크

이러한 다양한 Needs를 효과적으로 구현하기 위한 스마트팩토리 구축을 위해서는 한 개의 포털 시스템에 크게 세 가지의 정보시스템으로 구분 할 수 있다.

첫째, 실시간 공정관리 시스템으로 지능화된 정비계획 수립에서부터 정비 진행현황의 실시간 모니터링 까지 가능하게 하는 시스템 구축이다. 지능화된 정비계획 수립을 위한 함정 장비상태의 실시간 파악(CBM+)과 정비 구성요소(5M+1E+1S)에 대한 실시간 모니터링이 가능하도록 다양한 센서를 통해 함정을 포함한 정비현장의 디지털 트윈이 가능한 시스템이다.

둘째, 안전관리 시스템으로 작업현장에 대한 위험요소를 실시간으로 모니터링이 가능하게 하는 시스템 구축이다. 다양한 센서 및 실시간 위치 인식이 가능한 CCTV를 통해 유해 작업장에 대한 감시가 가능하고 작업장 내 스마트 헬멧 및 위치를 통해 작업자의 직접적인 위험을 인지하고 감시가 가능하도록 하는 시스템이다.

셋째, 원격정비지원시스템으로 현재에도 무궁화 위성을 이용하여 해상에서 작전하고 있는 함정 및 소말리아 등 원해작전 함정에 대한 접속진단 및 화상진단을 하고 있지만 함정과 원격정비지원센터 간 보다 효과적이고 효율적인 원격정비를 위해 AR/VR의 이용이 가능하고, 예지정비(CBM+)가 가능하도록 ICAS 데이터 등 대용량의 정보를 유선이 아닌 무선으로 전송 받고, 육상에서 분석까지 가능한 시스템이다.

5. 스마트팩토리 관련 군내 업무 추진현황을 고려한 발전방향 제언

해군 정비창의 스마트팩토리 구축 사업은 해군 정비지원체계의 혁신이라고 해도 과언이 아닐 것이다. 이러한 스마트팩토리 구축을 위해서는 단순히 정비창 내의 운영시스템만 바꾸어서는 안 되는데, 이유는 상가에서도 언급한 바와 같이 정비창이 구현하고자 하는 스마트팩토리의 핵심을 고려하면 알 수 있다. 정비창 스마트팩토리 핵심의 첫째는 지능화된 정비계획 수립과 정비 진행현황의 실시간 모니터링으로 대변되는 실시간 공정관리 시스템의 구현이고, 둘째는 군함 승조원의 수리요구에 따라 정비를 실시하는 것이 아니고 함정의 장비상태를 실시간 모니터링하고 분석하여 상태기반의 예지정비(CBM+)를 실현하는 것이다.

이를 위해서는 정비를 구성하는 요소인 5M+1E(Man, Material, Method, Machine, Measure, Environment)와 함정 장비에 대한 센싱이 무엇보다 중요하다.

자재의 경우 민간에서는 이미 오래전부터 활용되고 있는

바코드 시스템이 우리 군에서는 아직 활성화 되지 않고 있기 때문에 정비창내의 물류 시스템만 바꾸어서는 안 될 문제이다. 또한 함정 장비에 대한 모니터링도 현재는 일부 기관계통의 장비에 국한되어 있는데, 이마저도 최근 건조된 DDG 이후의 함정에만 ICAS라는 통합상태 진단시스템을 통해 정보가 수집되고 있다. 그러나 이 또한 함정에 정보가 일시적으로만 쌓이고 있고 무선네트워크를 통해 육상(정비지원부대)에서 이를 분석하여 CBM+를 위한 활용은 못하고 있는 것이 현 주소이다.

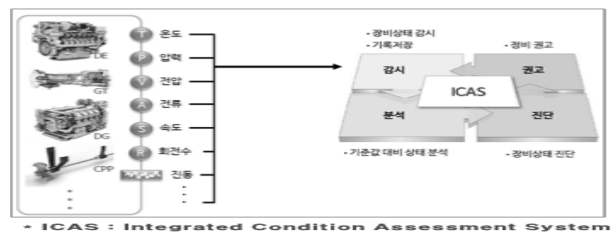


그림 5 ICAS 구성

따라서, 스마트팩토리의 물류 시스템 가시화 및 기관장비 외 전자통신 장비로의 함정 데이터의 센싱 범위 확대를 위해서는 기존 국방부와 해본에서 추진하고 있는 스마트 물류시스템 구축사업과 u-국방실험사업인 스마트십 사업과 연계하여야 한다.

최근 해군본부 군수참모부에서는 4차 산업기술 적용을 통한 통합수리부속창고 물류향상 방안 연구를 하고 있는데 이를 통해 최적의 물류관리 시스템 구축 및 효율적인 예산 활용을 기대하고 있고, 물류처리 시간 단축 및 공간 효율화 등 물류 취급능력 향상으로 적시적이고 선제적인 군수지원 및 작전지속능력을 보장 하고자 한다. 이 사업을 융합한다면 스마트팩토리의 물류 가시화가 가능하다고 판단된다.

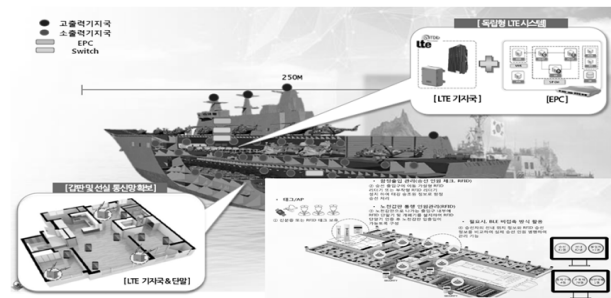


그림 6 스마트십 구성

스마트십 사업은 DDH-I 급인 양만춘함에 대해서 P-LTE

기반의 무선네트워크를 구성하여 함정 승조원에 대한 위치 인식과 건강 관리를 중심으로 사업을 진행하고 있는데 이 또한 스마트팩토리와의 연계를 통해 정비 분야로의 확장이 반드시 필요하며, 스마트팩토리의 성공적인 사업을 위해서도 함정 데이터의 광범위한 수집을 위한 스마트십 사업과의 연계가 절실히 필요하다.

마지막으로 스마트팩토리의 핵심인 디지털 트윈의 구현을 위해서는 데이터의 식별 및 융합(디지털 스레드)이 무엇보다 중요한데 현재 우리가 지금까지 사용한 정보체계의 데이터 구조는 필요에 의해 생성되고 수집되는 구조로 함형별 전체 계통을 고려한 데이터 생성과 수집이 이루어지지 않았기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위한 SWBS(함정작업분할구조) 기반의 데이터 구조를 구축하는 것이 무엇보다 중요하다. 이를 통해 누락된 데이터를 함정 전체 계통 측면에서 식별하고 관리하는 물론 이를 통해 데이터 품질을 지속 관리한다면 지금 현재 데이터가 없어 빅데이터 분석의 한계로 인해 발전이 더딘 문제점도 병행하여 해결할 수 있다고 생각한다. 그런데 이러한 기술정보에 대한 데이터 구조의 확립의 필요성 및 문제는 정비창에서 해결하기에는 그 범위와 타 부대에서의 파급효과가 너무 크기 때문에 제한되는 것이 현실이다.

그러나, 해군전력분석시험평가단에서 함정 설계자로 통합지원체계 구축사업을 위한 개념연구를 통해 기술정보에 대한 수집체계를 SWBS중심으로 구축하고자 하고 있고 스마트팩토리의 기술정보 수집체계도 이러한 전평단의 정보체계와의 연동을 통해 해결이 가능할 것으로 판단하고 있다.

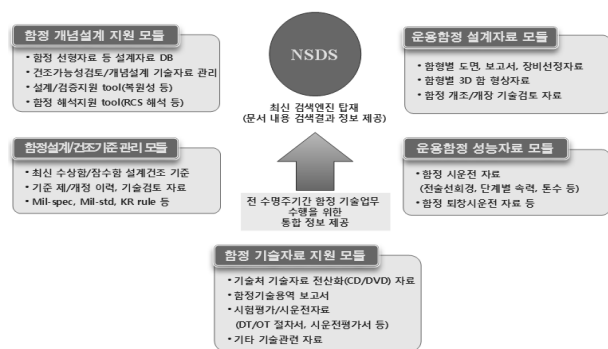


그림 7 함정 설계자료 통합지원체계 구성(안)

6. 결론

해군 정비창의 성공적인 스마트팩토리 구축을 위해서는 여러 가지 장애 요인이 있다. 한 번도 해본 적이 없기 때문에 어느 범위까지 구체화해 나가야 하는지 그 미래의 모습을 구현

하기 위해 무엇이 필요한지에 대해 어느 누구도 강력하게 제시해 주지 못하고 있는 것이 현실이다. 그럼에도 불구하고 현재 시점에서 명확하게 말할 수 있는 것은 국방부, 해군본부에서 각각 추진되고 있는 여러 사업이 4차 산업혁명시대 해군의 정비지원체계를 바꾸는 시작적인 정비창의 스마트팩토리의 구축을 중심으로 융합되어야 한다고 생각한다. 스마트팩토리 사업, 스마트십사업, 스마트물류사업, CBM⁺사업, 함정 설계자료 통합지원체계 사업 등 여러 사업들이 스마트팩토리와 잘 결합되어 성공적으로 시너지를 발휘할 수 있도록 관련 부처 외에도 이 기고문을 읽고 있는 많은 전문가들의 진심어린 조언이 필요하다고 생각한다.

참고 문헌

중소조선연구원 [IoT 기반 함정 정비 통합관제 플랫폼 개발] (2020)



신 승 민

- 1965년생
- 1988년 해군사관학교 졸업
- 현 재 : 해군 전력분석시험평가단장
- 관심분야 : 4차 산업 신기술
- 연락처 : ***-****-****
- E-mail : sngmnkr@naver.com



장 철 우

- 1973년생
- 1996년 해군사관학교 해양물리학과 졸업
- 현 재 : 해군정비창 품질경영과장
- 관심분야 : 4차 산업혁명의 신기술 융합
- 연락처 : ***-****-****
- E-mail : JCW1618@naver.com



권 수 백

- 1967년생
- 1993년 경상대학교 농업기계공학과 졸업
- 현 재 : 해군정비창 분석평가담당
- 관심분야 : 4차 산업혁명
- 연락처 : ***-****-****
- E-mail : ksbjyy@naver.com



김 병 구

- 1975년생
- 2018년 한국해양대학교대학원 해양공학과 졸업
- 현 재 : 해군정비창 경영혁신담당
- 관심분야 : 스마트팩토리
- 연락처 : ***-****-****
- E-mail : f5131130@hanmail.net