

선박 전기의장품 설치도면 해독을 위한 3D 학습자료 개발

이종민*, 김청월**, 김종성***

Implementation of 3D Learning Contents to Enhance Capability of New Trainees to Read Electrical Installation Drawings in the Shipbuilding

Jongmin Lee*, Cheongworl Kim**, and Jongseong Kim***

요약

본 논문에서는 선박 전기의장품 설치도면 해독을 위한 효과적인 훈련용 3D 학습자료를 개발하였다. 선박은 제한된 공간에 다양한 많은 부품이 밀집되어 설치되는 경우가 일반적이다. 2D 도면인 경우 동일한 공간에 설치된 다양한 부품의 형상이 여러 개의 선에 의해 복잡하게 나타나므로 초보자들은 각각의 부품을 구분하기도 쉽지 않다. 또 대형 선박의 넓은 공간을 나타내는 도면인 경우에는 너무 복잡해서 각 도면들이 어느 공간을 나타낸 것인지조차 파악하기 어렵다. 또, 전기의장품의 설치용 도면에는 사물의 형태 등을 표현함에 있어 애매모호하게 보이는 상징적 기호들이 많이 포함되어 있어서 업무를 처음 수행하는 신규 입사자는 이를 이해하는 데 큰 어려움을 겪는 것이 현실이다. 본 연구에서는 이런 문제를 해소하기 위해 기존의 전기 의장품 설치용 2D 도면을 3D 기반 학습자료로 구현하여 신규 입사자들이 가상공간에서 주요 모듈의 형상을 쉽게 관찰할 수 있게 하고 전기의장 설치도면에 표시된 각종 약어(Abbreviation)와 특수한 기호 등을 그림을 통해 쉽게 익힐 수 있도록 하였다.

Abstract

In this paper, visual 3D learning contents have been developed for effective training to help new trainees read electrical installation drawings which is essential for efficient job in the shipbuilding. Generally, various components are loaded in a limited space in the ship, which makes a new trainee difficult to recognize a specific part from the conventional 2D drawings where many components are represented only by complex multiple lines. In the case of huge vessels, it is not easy for beginners even to identify the specific space indicated by the drawings. To make it worse, too many ambiguous symbols are included in most of drawings for various purposes, thus causing huge obstacles for new employees during their first working period. In order to mitigate problems described above, visual 3D training material has been implemented to help new trainees to easily observe not only the shape but also assembly order of major modules in the virtual space, so that they could learn the basic terms and various symbols and abbreviation used in the drawings for shipbuilding.

Keywords

visual 3D learning contents, electrical installation drawings, effective training for shipbuilding, new trainees

* 안동대학교 대학원 바이오ICT 융합공학과 박사과정 + Received: May 18, 2023, Revised: Jul. 14, 2023, Accepted: Jul. 17, 2023
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3961-163X> + Corresponding Author: Jongseong Kim
** 안동대학교 전기전자교육과 교수 Dept. of Bio-ICT Eng., Graduate School, Andong Nat'l Univ. Korea
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-7568> Tel.: +82-54-820-5650, Email: dreamcomtrue22@gmail.com
*** 안동대학교 전자공학교육과 교수(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9631-4041>

I. 서 론

2008년 9월 리먼브라더스 파산에 기인한 부도 위기로 인해 많은 숙련공을 해고해야 했던 국내 조선사들은 2010년 국제유가 상승으로 갑자기 해양플랜트 사업이 확장되면서 불가피하게 신규 인력들을 투입하게 된다. 하지만 잦은 설계 변경과 신규 인력의 낮은 작업 능력은 납기 지연과 품질 저하라는 심각한 문제에 직면하게 되었고, 이는 비용 증가로 이어지면서 대형 조선사들은 큰 적자를 기록했다. 2015년 국제유가의 급락으로 인해 해양플랜트 관련 주문도 급격하게 감소하기 시작하면서[1] 국내 조선산업은 인원 감축으로 인해 임금이 높은 숙련공들이 대거 이탈하는 계기가 되었다.

그러나 최근 세계적으로 친환경 규제가 강화되면서 LNG 수요 급증으로 LNG운반선 발주가 급증하고, 국제 환경 규제 기준에 맞는 신규 선박 수요도 증가하는 추세를 나타내고 있다. 2022년도 수주잔량은 3,743CGT로 이는 2011년 이후 최대 수치이며, 최근 연간 수주잔량이 가장 낮았던 2017년도 1,798CGT에 비해 2배 이상 증가한 양이다[2].

국내 조선산업의 회복에 기인하여 작업능률이 낮은 신규인력들이 선박 건조 현장에 대량 유입[3]되어, 이는 효율적인 선박 건조에 심각한 장애 요인이 가능성이 있다. 이같은 신규인력의 낮은 작업 능력은 여러가지 원인이 있을 수 있지만, 도면의 이해도 부족에서 비롯된 수동적 업무수행이 주요 원인으로 보인다.

선박 전기의장품 설치 업무는 도면 해독 능력이 부족한 경우, 관리자의 지시 없이는 독단적인 판단과 결정을 내리는 것이 불가능하다. 따라서 주어진 작업이 완료되더라도 새로운 지시가 있기 전에는 다른 작업에 들어갈 수 없고, 설치 작업 중 발생한 문제로 인해 작업이 중단되거나, 제때 오작동 등을 발견하지 못하는 바람에 작업이 한참 진행된 후에 재작업을 해야 하는 손실이 종종 발생한다. 이러한 사항들은 도면 해독 능력을 갖추게 되면 대부분 해소될 수 있지만 생산 현장에서는 이를 담당할 수 있는 인력도 시간도 없는 것이 현실이다.

선박은 운항에 필요한 모든 설비를 제한된 공간

에 적재해야 하므로 구조가 복잡하다. 특히 2D로 나타낸 선박 전기 의장품 설치 도면은 여러 개의 부품을 하나의 도면에 나타내다 보니 선들이 겹쳐 보여 부품의 구분조차 쉽지 않다. 게다가 2D 도면의 특성상 사물을 바라보는 관점에 따라 정면도, 측면도, 평면도 등으로 구분하여 제작되다 보니 도면의 종류가 다양해서 도면을 찾기도 쉽지 않다. 최근 설계부서에서는 작업 현장에 2D 도면 뿐만 아니라 태블릿이나 스마트폰으로 볼 수 있는 3D 도면을 함께 배포하고 있지만, 선박 구조나 용어 등을 알지 못하는 초보자들은 태블릿에 보여지는 화면이 어떤 공간을 나타내고 있는지 구분하기 힘들다. 이런 문제는 현장 배치에 앞서 초보자들의 도면 해독 능력을 제고할 수만 있다면 충분히 해결할 수 있지만 훈련기관 역시 도면 해독 훈련을 2D 도면에만 의존하고 있기 때문에 실제 형상을 관찰하고 비교하는 것이 불가능하므로 큰 효과를 기대하기는 어려운 실정이다.

조선업은 타 제조업에 비해 노동 강도가 높고 작업환경이 열악한 편이다. 도면해독 능력이 요구되지 않는 단순 작업일수록 업무 강도가 높은 경향이 있는데 작업 요령이 부족한 초보자들은 훨씬 심하게 느낄 수도 있을 것이다. 국내 조선업의 신규인력 충원의 어려움 역시 이와 무관하지 않을 듯하다[3].

한편 국내 조선산업의 신규인력 지원 추세는 XX 중공업예로 들면 2008년도는 19,102명(입교:4,133명)에 달했으나 2020년도에는 고작 268명(입교:133명)에 그쳤다. 이는 수동적 업무수행과 높은 업무 강도 및 열악한 작업환경 등이 업무 만족도가 낮아진 데 기인한 것으로 추정된다[2][3].

본 논문은 초보자들의 작업능률과 업무 만족도를 향상시킬 수 있는 방법의 하나로 2D 도면을 기반으로 전기의장품 설치 도면을 해독하고 작업자가 기본적으로 알아야 기호와 용어를 쉽게 파악하는 데 도움이 되는 3D 영상기반 훈련 자료를 개발하였다.

II. 연구 방법

선박 전기의장품 설치 도면은 구역별 혹은 적당한 크기로 나눈 공간을 작업자가 한눈에 볼 수 있도록 A0 크기의 플로터 용지로 출력되어 배포되고,

태블릿이나 스마트폰 등으로 2D나 3D 도면을 볼 수 있도록 제공 된다. 그러나 태블릿이나 스마트폰은 화면 크기가 너무 작아 선박의 넓은 공간을 확인하기에는 다소 효율성이 떨어질 수 있으며, 특히 도면에 대한 기초 지식이 부족한 초보자들은 작은 화면에 나타난 공간이 선박의 어느 부분을 가리키는지 조차 파악하기 어렵다.

한편 선박 전기의장품 설치 훈련을 주관하는 기관에서도 2D 도면을 활용하고 있으며[4], 보안 상의 문제로 오래전에 건조된 선박의 도면을 활용하고 있는 실정이다. 그렇다 보니 3D 형상이 아예 없는 경우가 대부분이고, 설사 있더라도 보안상의 이유로 교육용으로 활용하기는 쉽지 않다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해 전기의장품 설치 훈련에 사용되고 있는 과거에 제작된 선박의 2D 도면 일부를 3D로 변환하였다. 3D는 점과 선만으로 표시되는 2D에 비해 시각적인 전달 효과가 훨씬 뛰어날 뿐만 아니라 3D로 변환된 형상은 여러 개의 부품이 포함되어 있는 복잡한 도면을 초보자가 쉽게 이해하는 데 도움이 될 수 있다[5].

대형 선박은 선체를 적당한 크기의 블록(Block)으로 나누어 제작된다. 이렇게 만들어진 블록은 도크(Dock)나 육상 등에서 레고를 쌓는 것처럼 하나씩 쌓은 다음 조립(용접) 과정을 거쳐 대형 선박의 모습을 갖추게 된다.

분할된 각 블록의 3D 형상은 솔리드웍스(Solidworks)로 모델링 하였다. 솔리드웍스는 Dassault Systèmes SolidWorks Corp.의 3D CAD 설계 소프트웨어로 부품의 상세한 관찰과 분해 조립 과정의 영상 구현이 쉽고, 외부 케이스의 투명화 또는 단면 절단 기능을 통해 부품의 내부 구조와 상호관계를 이해하는 데 큰 도움이 된다. 솔리드웍스와 같은 3D 소프트웨어를 직업훈련에 활용하려면 고급사양의 하드웨어와 고가의 소프트웨어가 필요하고 소프트웨어를 익히는 데도 많은 시간이 필요하다.

본 연구에서는 학습자료 개발에 필요한 부품의 형상 제작과 부품간 조립되는 영상을 솔리드웍스로 제작한 반면, 수업은 MS사의 파워포인트(Powerpoint)로 2D 도면이 나타난 형상을 3D 모형 또는 영상으로 볼 수 있게 하므로써 쉽게 활용할

수 있게 하였다. 또 학습자료를 웹 하드에 업로드하여 훈련생들의 자유로운 접근을 허용하므로써 자기 주도적인 도면 해독 학습이 가능하도록 하였다.

III. 연구 결과

전기의장품 설치에서 가장 중요한 것은 도면을 정확하게 해독하고 설치방법을 숙지하여 도면에 명시된 규정에 적합하도록 의장품을 설치하는 것이다.

그림 1은 현재 선박 건조훈련에서 사용되는 전기의장품 설치 (2D)도면으로 여러 개의 부품이 하나의 도면에 포함되어서 부품의 구분조차 쉽지 않다. 또 기호나 약어만으로 간략하게 표시하고 있어서 신규 입사자는 형상을 알아보기 조차 대단히 어렵다.

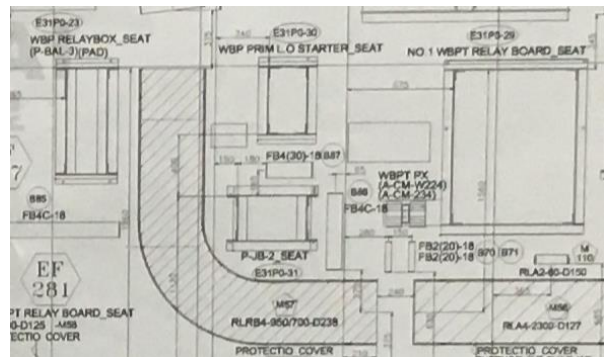


그림 1. 선박 전기의장 훈련용 설치도면 예
Fig. 1. Example of Installation drawing of electrical outfitting for training purpose in the ship

본 연구에서는 3D 모델링 기술을 활용하여 초보자가 쉽고 정확하게 전기의장품 설치도면을 해독할 수 있도록 전기의장 설치와 관련하여 다음과 같은 점에 중점을 두고 3D 모형을 구현하였다.

- 선체조립 과정을 쉽게 이해할 수 있다.
- 선체 분할 과정에서 각 블록에 부여되는 고유 번호의 의미를 쉽게 알 수 있다.
- 설치도면에 적용되는 좌표(Coordinate) 기준을 쉽게 알 수 있다.
- 선박을 바라보는 방향에 따라 분류된 설치도면을 쉽게 구분할 수 있다.
- 선박의 각 구역의 명칭과 약어를 쉽게 익힐 수 있다.

- 선박 엔진룸(Engine room) 내부의 주요장비의 종류와 위치를 알 수 있다.
- 설치 도면에 선과 약호 등으로 표시된 전기의장품의 실제 형상을 관찰할 수 있다.
- 케이블 스케줄에 표시된 케이블 설치 경로를 설치 도면에서 쉽게 찾을 수 있다.

먼저, 선체가 조립되는 과정을 애니메이션으로 나타내어 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 선박은 그림 2처럼 설계(Design), 강재적치(Steel-stock), 강재절단(Steel-cutting), 조립(Assembly),선행의장(Pre-outfitting), 도장(Painting), 탑재(Erection), 진수(Launching), 안벽의장(Quay-outfitting), 시운전(Commissioning) 등의 여러 과정을 거쳐 완성된다[6].



그림 2. 선박 건조 과정
Fig. 2. Ship-building processes

그 중 선체조립 과정은 그림 3과 같이 소조립(Minor assembly), 중조립(Sub-assembly)을 거쳐 제작된 소형 블록을 대조립(Large assembly) 또는 판넬조립(Panel assembly)을 통해 대형 블록으로 제작되고, 이를 도크나 육상 등에서 레고를 쌓는 것과 같이 블록과 블록을 쌓아가면서 완성된다[7].

선박의 규모에 따라 다르지만 구조가 비교적 간단한 300,000DWT(Dead weight tons)급 대형유조선(VLCC, Very Large Crude-oil Carrier)의 경우에도 수십 개의 대형 블록이 모여서 한 척이 완성된다. 이 모든 과정을 3D 애니메이션으로 제작하여 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

두번 째로 선체를 분할된 상태에서 관찰할 수 있도록 함으로써 분할된 블록에 부여되는 고유번호가 선체의 어느 부분에 해당하는지 쉽게 알 수 있도록 하였다. 대형선박은 건조 효율을 높이기 위해 선체를 적당한 크기로 분할하여 블록 단위로 제작하고,

이를 도크 등에서 조립하여 완성한다. 이렇게 분할된 각 블록에는 그림 4의 ‘E21P’와 같이 고유번호가 부여되고, 이 번호는 선체의 어느 부분에 해당하는지를 의미하고 있다.

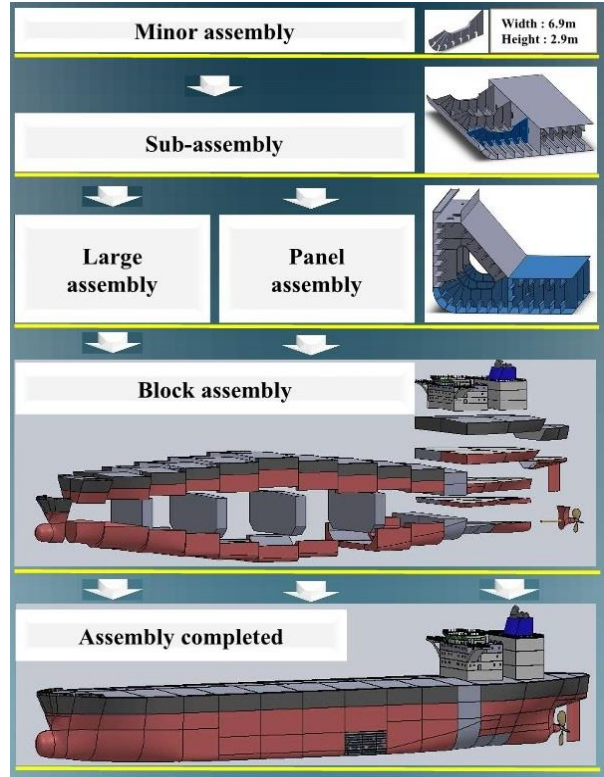


그림 3. 선박 블록 조립[7]
Fig. 3. Assembly of block complexes in the shipbuilding[7]

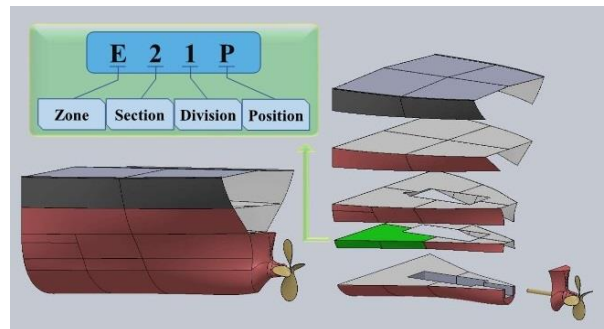


그림 4. 블록 넘버링[7]
Fig. 4. Numbering of the block[7]

블록 번호 ‘E21P’의 첫 번째 위치한 문자 ‘E’는 그림 5와 같이 조립 대구획으로, 하나의 명칭으로 표현되는 구역을 의미한다. 예를 들어 선수구역은 ‘F’(Forward)로 표시하며, 선수에 있는 모든 블록의 첫 번째 문자는 ‘F’가 부여된다.

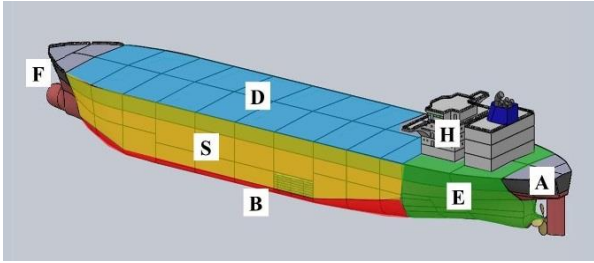


그림 5. 구역별 기호

Fig. 5. Symbols for various areas in a large block assembly

선미 구역에 있는 블록은 ‘A’(After ship), 선저 구역에 있는 블록은 ‘B’(Hold Bottom), 화물창 상갑판 구역에 있는 블록은 ‘D’(Upper Deck), 엔진룸 구역은 ‘E’(Engine room), 선실 구역은 ‘H’(Deck House) 그리고 외관을 이루는 블록은 ‘S’(Side shell)로 표시한다.

블록 번호 ‘E21P’의 두 번째 글자 ‘2’는 조립 중구획을 가리킨다. 조립 중구획은 대구획을 크게 나눈 것으로, 구획을 구성하는 블록의 수직(높이) 배열 위치를 기준으로 번호를 부여한다. ‘2’는 대구획을 구성하고 있는 블록 중 바닥에서 두 번째에 위치한 블록들을 가리킨다. 세 번째 숫자 ‘1’은 조립 순서를 의미하며, 중구획을 다시 한번 나누어 수평 배열을 기준으로 선수 방향부터 번호를 부여한다. 예를 들어 ‘1’은 중구획을 구성하고 있는 블록 중 선수 방향에서 첫 번째 블록을 의미한다. 마지막 문자 ‘P’는 블록의 위치를 의미한다. 선박의 중심선(C.L, Center Line)을 기준으로 좌현에 위치한 모든 블록은 ‘P’를, 우현에 위치한 블록은 ‘S’를, 중간에 위치한 블록은 ‘C’를 부여한다.

세 번째는 설치 도면에 적용되는 좌표의 기준을 쉽게 알 수 있도록 하였다. 대형선박의 근간을 형성하는 넓은 철판은 부력과 중력 그리고 파도 등의 외부 충격에도 변형되지 않도록 일정한 간격을 두고 보강재를 설치하는데 설치 도면에서는 이를 기준으로 좌표를 표시한다[7]. 그림 6은 블록 표면을 투영화하여 도면에 표시된 약호를 보고 설치 도면에서 좌표의 기준이 되는 종방향 보강재(Longitudinal stiffener)와 횡방향 보강재(Transverse stiffener)의 배치 상태를 알 수 있도록 하였다.

예를 들어, 그림 7과 같이 ‘FR. 53’은 선미에 위치

한 선박의 방향을 조정하는 방향키의 회전 축을 시작으로 선수(Forward)방향으로 53번째 횡방향 보강재를 말한다. 그리고, ‘LGP5(3500)’은 선박의 중심으로부터 좌현으로 다섯 번째 위치한 종방향 보강재이며 거리상으로 3,500mm 떨어져 있음을 의미한다.

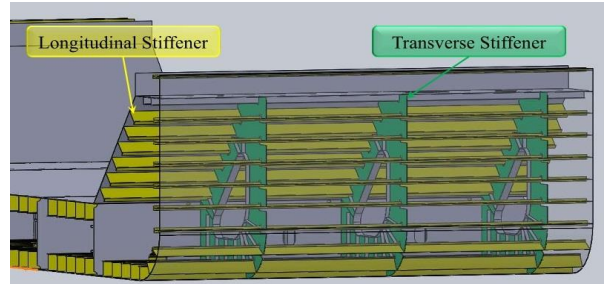


그림 6. 선체 보강재[7]

Fig. 6. Positions of hull stiffeners[7]

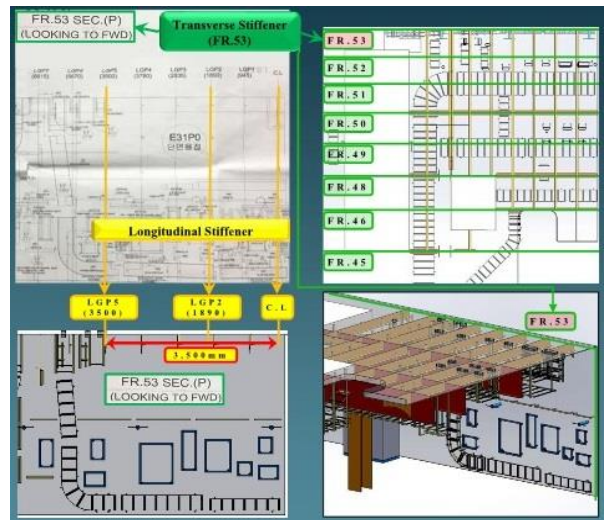


그림 7. 설치 도면의 좌표

Fig. 7. Coordinates in the installation drawing

네 번째로 선박을 바라보는 방향에 따라 분류된 설치 도면을 쉽게 찾을 수 있게 하였다. 선박 건조시에 배가 놓인 방향이나 관측 방향에 따라 기준방향이 달라진다면 건조 과정에서 많은 오류가 발생할 것이다. 이를 방지하기 위해서 선박의 위치나 사람이 바라보는 방향이 변하더라도 기준방향은 변하지 않는다. 선박의 방향은 앞쪽을 선수(forward), 뒤쪽을 선미(after), 왼쪽을 좌현(port), 오른쪽을 우현(starboard)으로 표시한다. 설치 도면에는 그림 8과 같이 선수는 FWD, 선미는 AFT, 우현은 STBD 또는 (S), 좌현은 PORT 또는 (P)로 표시한다[7].

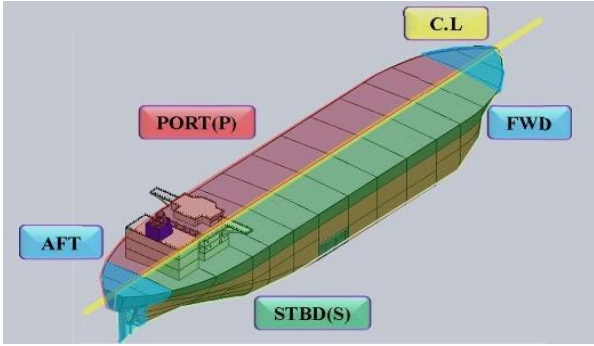


그림 8. 선박의 방향
Fig. 8. Terms for the directions of the ship

전기의장품 설치 도면은 그림 9에 나타난 도면 제목(‘3,780 OFF C.L ELEV(S) (LOOKING FOR PORT))과 같이 선박을 바라보는 방향을 기준으로 투시한 좌표평면을 나타낸다.

‘3,780 OFF C.L ELEV(S)’는 선박의 중심에서 우현으로 3,780mm 떨어진 곳을 나타내며 ‘LOOKING TO PORT’는 그곳을 선박의 우현에서 좌현을 바라보는 방향의 형상을 나타냄을 의미한다. 그림 10과 같이 ‘LOOKING TO STBD’, ‘LOOKING TO PORT’, ‘LOOKING TO FWD’, ‘LOOKING TO AFT’와 같이 도면에 명시된 투시방향이 무엇을 의미하는지를 쉽게 구분할 수 있도록 하였다.

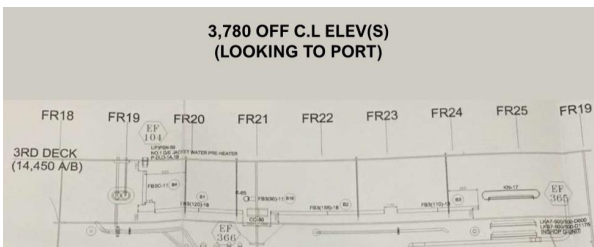


그림 9. 설치 도면 예시(Looking to port)
Fig. 9. Example of drawings for training purpose

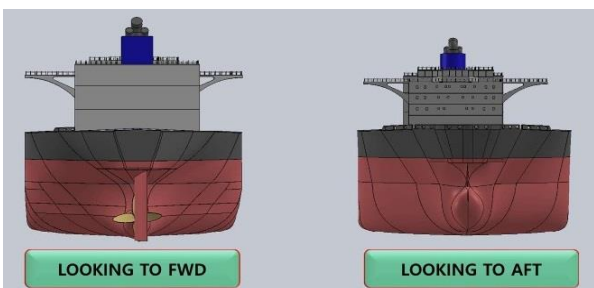


그림 10. 측면도 & 단면도
Fig. 10. Elevation & Sectional view

다섯 번째는 그림 11과 같이 선박의 각 구역의 명칭과 약어가 나타내는 실제 위치를 바로 알 수 있도록 하였다. 도면에는 각 구역의 명칭을 약어로 표시하는데 선실(Accommodation)은 ACC, 엔진룸(Engine room)은 E/R, 보선 스토어(Bosun store)는 B/S, 스티어링 기어(Steering gear)는 S/G로 표시된다.

또한, 갑판(Deck)은 Upper Deck를 기준으로 위쪽에 위치한 갑판은 ‘A’, ‘B’, ‘C’ 순으로 표시하고, 아래쪽 위치한 갑판은 ‘2’, ‘3’, ‘4’ 순으로, 가장 아래쪽은 ‘F’(Floor)로 표시하는데 이 또한 그림 12와 같이 3D 모델을 활용하여 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

여섯 번째로 선박의 주요설비가 밀집된 엔진룸 내부에 설치된 주요 장비의 종류와 위치를 쉽게 알 수 있도록 하였다. 엔진룸 내부에는 디젤 엔진, 보일러, 공기 압축기(Air-compressor), 발전기(Generator), 주배전반(MSBD, Main Switch-Board) 및 엔진 제어 콘솔(ECC, Engine Control Console) 등이 설치된다.

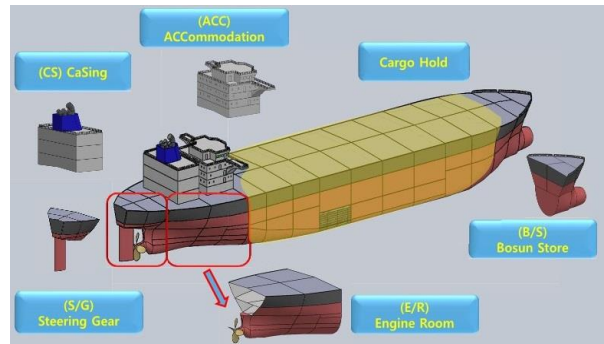


그림 11. 선박 구역별 명칭
Fig. 11. Names & Symbols of various zones in the ship

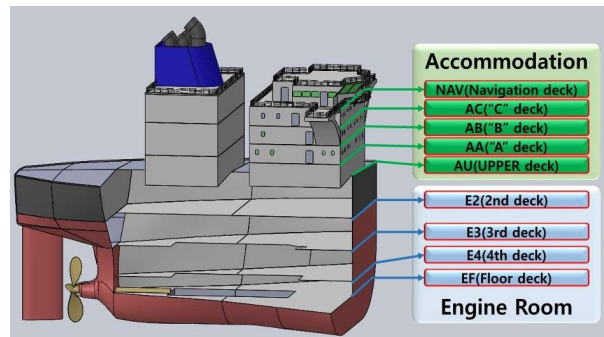


그림 12. 선실 및 엔진룸 갑판 구분
Fig. 12. Names and symbols of decks in the accommodation and the engine room

디젤엔진은 프로펠러에 필요한 회전력을 생성하며 그림 13과 같이 엔진룸 중앙의 프로펠러 축과 연결되어 설치된다. 공기 압축기는 주로 엔진의 우현에 위치하고 엔진의 초기 회전 및 공압(Pneumatic)이 요구되는 기기나 설비에 필요한 압축공기를 생산한다. 보일러는 엔진 케이싱(Casing) 하부에 위치하며, 생활 온수 공급 및 기름이 응고되지 않도록 시스템에 스팀을 제공한다. 발전기는 주로 엔진의 상단 선미에 설치되며 선박에서 사용되는 전력을 발생한다. 주 배전반과 엔진제어콘솔은 엔진 상단 선수측 주 배전실(MSBD room) 내부에 설치되며, 주 배전반은 발전기 전원에 직접 연결되어 선박 내의 다양한 설비에 전력을 공급하고, 엔진제어콘솔은 메인 엔진(ME, Main Engine)의 운전 및 그 상태를 모니터링하는 장비로 메인 엔진과 그 주변기기를 관리한다.

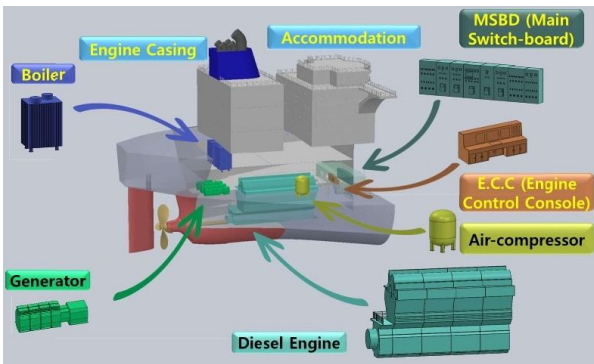


그림 13. 엔진룸 내부 주요 장비
Fig. 13. Major equipments inside the engine room

일곱 번째로 그림 14의 (a)와 같이 학습용 도면이 나타난 케이블 전로, 관통구 및 전기 장비가 고정되는 시트 등을 그림 14의 (b)와 같이 3D로 모델링하여 실제 형상을 관찰할 수 있도록 하였다.

또한, 그림 15의 (a)처럼 2D 도면에 선과 약어로 표시된 전기의장품의 형상을 그림 15의 (b)와 같이 3D 모델과 비교하여 보여줌으로써 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

일례로 그림 15와 같이 설치도면에 전로의 타입이 'LB4-1000-D1050'의 경우 'L'은 Ladder type hanger 케이블 전로를 말하며, 'B'는 2단('A'는 1단, 'C'는 3단, ...)을 의미하고, '4'는 전로 폭(400mm)을 나타낸다. 그리고 전로의 길이는 1,000mm, 전로 고정용 서포트(Support)의 길이는 1,050mm 임을 의미한다[8].

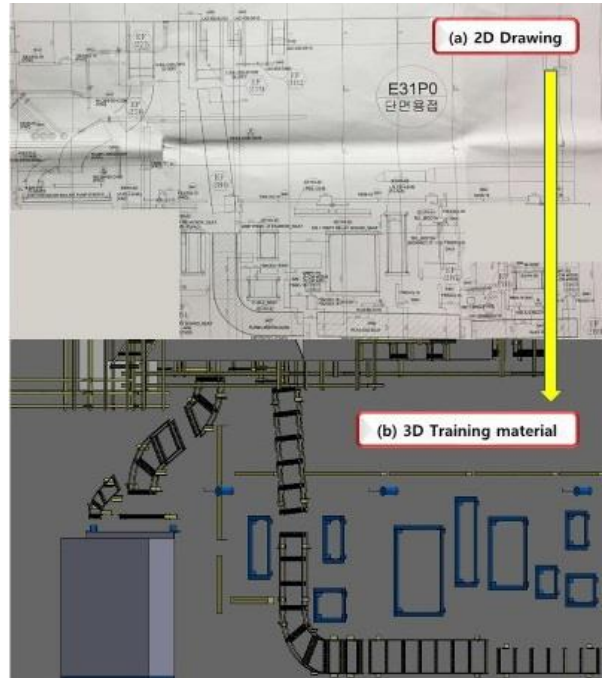


그림 14 훈련용 도면 3D 모델링
Fig. 14. 3D modeling of drawings for training

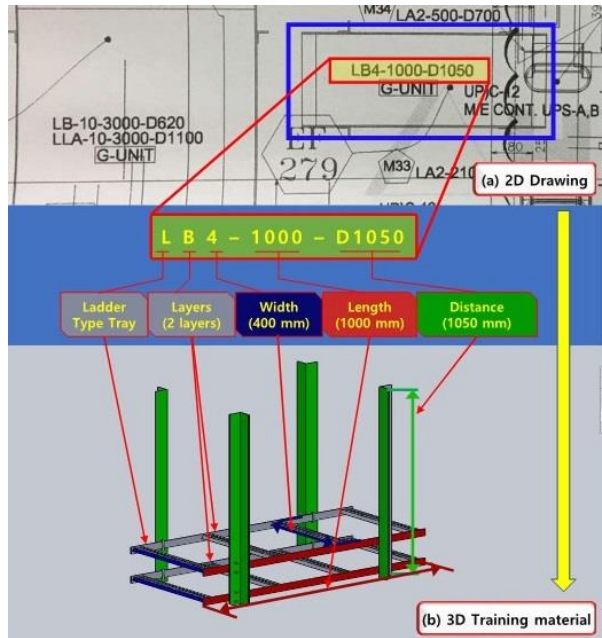


그림 15. 케이블 전로 기호
Fig. 15. Meanings of cable tray symbols

마지막으로 케이블 스케줄에 표시된 케이블 설치 경로(Route)를 3D로 나타내어 2D도면과 비교할 수 있도록 하였다. 케이블 스케줄에 작성된 케이블 경로는 그림 16의 (a)와 같이 'EF44, ..., EF263'과 같은 케이블 노드 번호(Cable node No.)로 표시된다.

케이블 노드 번호는 설치 도면에서 그림 16의 (b) 처럼 약호로 표시되므로 2D 도면의 경우 학습자가 평면도와 측면도 및 단면도를 입체적으로 연결해서 생각해야 하지만, 제안된 학습 자료에서는 그림 16의 (c)와 같이 경로에 해당하는 3D 형상(케이블 전로)을 색상을 달리하여 초보자들도 한눈에 알아볼 수 있도록 하였다.

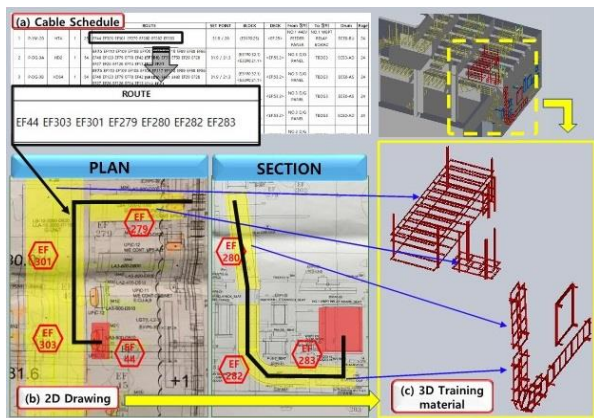


그림. 16 케이블 스케줄
Fig. 16. Examples of cable schedules

IV. 결 론

본 연구에서는 선박 전기의장 설치 업무 수행을 위한 도면 해독 훈련에서 초보자가 2D 도면을 해독하기 위해 필요한 기초지식을 쉽게 습득할 수 있는 3D기반 학습자료를 개발하였다.

개발된 학습자료는 선박 건조과정, 구역별 명칭, 방향 기준, 엔진룸 내부 주요장비의 위치와 역할 등의 기초지식과 도면의 분류방법, 좌표 표현, 블록 넘버링 체계, 도면에 나타난 약호와 치수의 의미, 케이블 설치 경로 해석 등 설치 도면을 해독하는데 필요한 내용을 3D 모델링 SW인 솔리드웍스와 MS사의 PPT를 활용하여 개발하였다.

선박 전기의장 설치 업무를 능동적으로 수행하기 위해서는 2D 도면의 정확한 해독 능력이 필수적이다. 즉 도면에 표시된 형상들과 기호, 약어, 치수 등이 무엇을 의미하는지 알 수 있어야 한다.

개발된 학습자료는 3D 모형을 활용해 2D 도면이 나타낸 구역이나 좌표 및 블록 번호 등의 기호의 의미를 쉽게 알 수 있도록 하였다. 또한 기존 도면

에서 복잡한 선과 약어로만 표시되던 케이블 전로를 3D 모형을 활용해 실제 형상을 관찰할 수 있도록 하였으며, 케이블이 설치되는 경로도 한눈에 볼 수 있게 표시하여 전기의장 설치 업무 전반을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

이런 점을 고려할 때 본 연구에서 개발된 3D 학습자료를 실제 수업에 활용한다면 2D 도면에 전적으로 의존하고 있는 기존의 학습자료에 비해 학습 효과가 크게 높아질 것으로 예상되며, 3D 학습자료가 교육훈련생들의 학업성취도는 물론 흥미도를 높이는 데도 기여할 수 있을 것으로 보인다.

또 본 연구에서 제작된 3D 모형을 선박 건조를 위한 VR 기반 훈련 콘텐츠 개발에 활용할 경우 교육 훈련 효과를 높이는 데도 큰 도움이 될 것으로 보인다.

추후에는 본 연구에서 개발된 3D 학습자료를 실제 선박의 전기의장설치 훈련 교재로 투입하여 훈련생들의 학업성취도 및 흥미도에 미치는 영향을 확인하고, 이에 따른 통계 분석을 통해 3D 학습자료의 효용성을 검증할 계획이다.

References

- [1] S. J. Jeong, "Global shipbuilding & marine engine ring market trends", <https://www.snak.or.kr> [accessed: Feb. 04, 2022]
- [2] Statistics Korea(Shipbuilding industry trend 2023), <http://www.index.go.kr>. [accessed: Mar. 18, 2023]
- [3] B. K. Ko, "Competition to recruit the big three of Joseon", <https://www.sedaily.com/NewsView/1S8E TJYOL6>. [accessed: Nov. 27, 2021]
- [4] J. M. Lee, C. R. Moon, S. P. Heo, and J. S. Kim, "A Study on 3D Training Material for Efficient Production of Electrical Systems in the Shipbuilding", *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 25, No. 4, pp. 1-8, Aug. 2020. <https://doi.org/10.9723/jksiiis.2020.25.4.001>.
- [5] H. J. Rhyu, "The Design and Embodiment of Course Data Using 3D Computer Graphic Animation", Dankook University Graduate School

of Education Dissertation Committee, pp. 39-40, 2007. <https://dl.nanet.go.kr/SearchDetailView.do?cn=KDMT1200756985#none>.

- [6] Ulsan port Authority of Korea, Ship-building process URL:<https://blog.naver.com/ulsan-port/221161925737>. [accessed: Jun. 06, 2020]
- [7] J. M. Lee and J. S. Kim, "A Novel Method to create 3D Models from Conventional 2D Drawings for Efficient Training in Shipbuilding", Proc. of the International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2022), Jul. 2022. <https://doi.org/10.1109/ICECET55527.2022.9872871>.
- [8] C. J. Hahm, "Installation of Ship's Electrical Outfitting", Ministry of Education, Korea, pp. 3-6, 2015.

김 종 성 (Jongseong Kim)



1980년 2월 : 경북대학교
전자공학과(공학사)
1982년 2월 : 영남대학교
전자공학과(공학석사)
1992년 5월 : 미국, Dept. of
Electrical & Computer Eng.,
Graduate School, University of

Rhode Island, (공학박사)

1994년 3월 ~ 2023년 2월 : 국립안동대학교 사범대학
전자공학교육과 교수

2023년 3월 ~ 현재 : 국립안동대학교 사범대학
전기전자교육과 명예교수

관심분야 : 3D 영상기반 교육훈련, 3D 모델링 기반의
융합문화콘텐츠, 메타버스 문화재 복원, 3D
비전시스템

저자소개

이 종 민 (Jongmin Lee)



2010년 8월 : 평생교육진흥원
전기공학 전공(공학사)
2021년 8월 : 국립안동대학교
교육대학원 정보전자교육전공
(교육학석사)
2021년 9월 ~ 현재 : 국립
안동대학교 대학원 바이오ICT

융합공학과 박사과정

관심분야 : 3D 이미지 기반 교육, VR 훈련 콘텐츠 개발

김 청 월 (Cheongworl Kim)



1980년 2월 : 영남대학교
전자공학과(공학사)
1983년 2월 : 한국과학기술원
산업전자공학과(공학석사)
1990년 2월 : 한국과학기술원
전기/전자공학과(공학박사)
1995년 3월 ~ 현재 :

국립안동대학교 사범대학 전기전자교육과 교수

관심분야 : 회로 및 시스템 설계, 센서 개발, VR 훈련
콘텐츠 개발