



Received: 2023/01/16  
Revised: 2023/01/31  
Accepted: 2023/02/24  
Published: 2023/03/31

**\*Corresponding Author:**

**In-Hyuck Hwang**

Department of Naval Architecture, Republic of Korea  
Naval Academy

1 Jungwon-ro, Jinhae-gu, Changwon-si,  
Gyungsangnam-do, 51704, Republic of Korea

Tel: +82-55-907-5322

E-mail: hinhyuck@hanmail.net

# 모바일 기반의 선박 가시화 프로그램 UX 개발을 위한 요구사항 분석

## Requirements Analysis for Developing Mobile-based Ship 3D Model Visualization Program UX

황인혁<sup>1\*</sup>, 김영민<sup>2</sup>

<sup>1</sup>해군사관학교 조선공학과 부교수

<sup>2</sup>충남대학교 선박해양공학과 연구교수

**In-Hyuck Hwang<sup>1\*</sup>, Young-Min Kim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Professor, Dept. of Naval Architecture, Republic of Korea Naval Academy

<sup>2</sup>Research Professor, Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Chungnam National University

**Abstract**

본 논문에서는 모바일 기반의 선박 가시화 프로그램을 개발하기 위해 관련 이해당사자의 요구사항을 수집하고 이를 기반으로 상용 프로그램에 대한 평가를 수행하였다. 또한 요구사항 수집 단계에서 사용 환경에 대한 분류 기준을 제시하여 조선 생산 현장과 모바일 기기의 특징을 반영한 요구사항 분석 방법을 제안하였다.

In this paper, in order to develop a mobile-based ship 3D model visualization program, collected the requirements of related stakeholders and based on this, commercial programs were evaluated. In addition, in the requirements collection stage, classification criteria for the user environment were presented, and a requirements analysis method that reflected the characteristics of shipbuilding environment and mobile devices was proposed.

**Keywords**

경량 CAD 모델(Light Weight CAD Model),  
모바일 3D 뷰어(Mobile 3D Viewer),  
요구사항 분석(Requirement Analysis),  
사용자 경험(User Experience)

**Acknowledgement**

이 논문은 해군사관학교 해양연구소의 연구비 지원을 받아 수행한 연구결과임(과제명: 모바일 기기를 위한 3차원 모델 가시화 UX 개발).

### 1. 서론

2010년대 이후 스마트폰과 태블릿 PC의 보급은 우리의 일상생활을 그 이전과 180도 다르게 변화시켰다. 피쳐폰 환경에서의 휴대용 전화기는 전화로서의 기능이 그 중심이고 나머지 기능들은 일부 보조의 역할을 수행하였다. 하지만 스마트폰 환경은 휴대용 전화기가 PC의 기능을 대체하게 되어 웹서핑 사진 촬영, 동영상 재생과 같은 간단한 기능부터 모바일 결제, 인터넷 지도 등과 같은 PC 환경에서만 가능했던 고급 서비스를 거의 완벽하게 대체하고 있다. 모바일 결제 서비스의 경우 생체 인증과 결합하여 PC보다 더욱 편리하게 물건을 구매하고 결제하는 것이 가능하다. 또한 통신 속도의 발전은 텍스트 위주의 서비스에서 사진 또는 동영상과 같은 고용량을 데이터를 제공하는 서비스로 그 중심이 변화하고 있다. 서비스가 점점 안정화되고 있는 5G 통신의 경우 모바일 기기에서 기가인터넷이 가능한 환경을 제공하고 있다. 이를 통해 실시간으로 고화질의 동영상을 감상하거나 클라우드 환경에서 어플리케이션을 실행할 수 있는 상태로 기술이 발전하였다.

모바일 기기를 활용한 일상생활의 변화는 업무 환경의 변화로 이어져 모바일 앱을 활용하여 장소에 구애받지 않고 업무를 수행할 수 있게 발전하고 있다. 특히 조선 산업과 같이 사무실과 작업장의 거리가 떨어진 업무 환경에서 모바일 기기의 활용은 선택이 아니라 필수가 되었다.

다. 선박 제조 업무는 제품 제작을 위한 도면에서부터 각종 자재에 관한 많은 정보를 기반으로 수행된다. 이에 따라 작업자는 작업 도구뿐만 아니라 여러 도면과 문서를 함께 가지고 다니며 업무를 진행해야 한다. 또한 종이로 출력된 정보는 항상 최신 정보가 아닐 가능성이 존재하여 데이터 무결성 확보의 어려움이 있다. 모바일 기기의 활용은 이러한 문제를 해결할 수 있는 최고의 방법이며 최근의 기술 발전은 2D 도면의 활용을 넘어서 3D CAD 데이터를 모바일 기기에서 가시화할 수 있는 환경을 제공하고 있다.

본 논문에서는 선박 제작 환경에서 모바일 기기를 활용하여 3D CAD를 가시화하는 과정에서 필요한 기능에 대한 요구사항을 분석하고, 상용 3D CAD 가시화 프로그램의 기능 분석을 통해 현재 상용 프로그램의 기술 수준과 함께 요구사항 만족을 위해 추가로 필요한 기능을 알아보려고 한다.

## 2. 관련 연구 현황

조선 분야에서 CAD 모델에 대한 가시화 관련 연구로 Cheon et al.의 경량 CAD 모델에 대한 요구사항 분석 연구가 있다[1]. 선박 자체의 거대한 크기로 인해 선박의 CAD 모델 또한 큰 용량을 가지고 있다. 3D CAD를 활용할 경우 일반적인 상선의 모델 데이터의 크기는 CAD의 종류에 따라 차이가 있겠지만, 평균적으로 10 GB 이상의 데이터를 요구한다. 설계 작업자의 경우 워크스테이션급의 고성능 PC를 사용하고 본인에게 할당된 설계 구역 위주의 작업을 하므로 일부의 데이터만 로딩하여 작업이 가능하다. 하지만 생산이나 관리부서의 경우 전체에 가까운 선박의 모델을 확인할 필요성이 있다. 이를 위해 Cheon et al.은 CAD 데이터를 경량화할 필요성이 있고 이를 위해 필요한 요구사항 분석을 수행하였다[1].

모바일 UX 관련한 연구로 Lee는 사용자의 사용성 평가를 통해 모바일 브라우저의 UX 개선 방향을 도출하였다[2]. 5가지 상위 case와 16개의 하위 테스트에 대한 전문가와 일반인의 기능 수행 정도를 비교 분석하여 모바일 브라우저의 사용성을 분석하였다. 테스트 별로 수행한 사람의 수가 적은 테스트는 UX 디자인이 사용자의 사용성에 적합하지 않은 것으로 판단하고 UX 수정을 통해 사용성을 확보하였다. 이처럼 모바일 환경은 PC 환경과 달리 한 화면에 담을 수 있는 정보와 UX 기능의 제한이 있어 새로운 사용자의 경험에 대한 분석이 필요하다.

Hwang et al.은 조선 생산실행계획 단계에서 모바일 기기를 활용한 시스템 개발을 수행하였다[3]. 생산실행계획은 생산을 위한 가장 상세한 계획으로 계획 수립과정과 함께 생산과정에서 입력하는 데이터의 피드백이 매우 중요하다. 따라서 위의 연구에서는 모바일 기기를 활용하여 실행계획을 수립하기 위한 시스템을 설계하고 구현하였다.

이처럼 선박 생산 분야에서 모바일 기기의 활용도가 증가하고 있는 상황에서 선박 생산 환경에 적합한 모바일 프로그램의 UX 구현이 필수적이다. 본 연구에서는 이러한 조선 및 모바일 환경을 반영한 요구사항 분류 기준을 추가하여 요구사항을 수집 및 분석하고 요구사항에 가장 적합한 상용 프로그램을 선정해 보았다.

## 3. 모바일 기반의 선박 가시화 프로그램 요구사항

본 연구에서는 요구사항을 두 가지 기준으로 분류하였다. 첫 번째 기준은 시스템 개발 분야에서 주로 사용하는 요구사항 분류 기준인 프로그램의 성능과 관련한 요구사항과 기능과 관련한 요구사항이다. 프로그램의 기능은 프로그램의 화면에 나타나 있는 버튼이나 메뉴와 같이 사용자의 동작으로 프로그램의 변화가 발생하는 것을 의미한다. 즉, 기능 요구사항은 사용자의 동작과 관련한 요구사항이다. 성능 요구사항은 기능 요구사항 외에 모든 요구사항으로 프로그램의 안정성, 속도, 외부 인터페이스와 같이 따로 프로그램이 동작하지 않지만, 프로그램의 원활한 운용을 위해 필요한 요구사항이다.

두 번째 기준은 시스템을 활용하는 환경 특성에 대한 기준으로 조선과 모바일 환경으로 구분하였다. 선박은 대형 구조물로 많은 철구조물과 배관 및 의장품으로 구성되어 있다. 생산 현장에서는 선박의 전체 형상의 모습과 함께 작업 중인 구역의 상세 형상 정보를 필요로 한다. 또한 선박의 형상이 길이 방향으로 긴 형태를 이루고 있어 모바일 기기를 활용하여 3D 모델을 핸들링하는 과정에서 사용자가 생각하는 회전 중심과 프로그램의 회전 중심의 차이로 인해 원하는 위치를 빠르게 찾지 못하는 문제가 발생한다. 이러한 조선 생산 환경의 특수성으로 인해 프로그램에 필요한 요구사항이 존재한다. 모바일 환경은 PC와 달리 작은 화면의 태블릿 장비와 무선 인터넷을 활용하므로 여러 가지 제약이 존재한다. 특히 조선 산업의 특성상 선박의 내부에 진입하였을 때 안정적인 무선 통신환경의 제공이 어려울 수 있다. 이로 인해

필요한 특수 요구사항들이 존재한다.

조선 생산 분야에 근무하는 실제 작업자와 시스템 개발 부서의 전문가들을 인터뷰하여 현재 시스템 운용 환경에서 필요한 요구사항을 수집하였다. Table 1은 많은 요구사항 중에서 모바일 기반의 선박 가시화 프로그램 UX 개발을 위해 필요한 요구사항을 중심으로 위에서 설명한 두 가지 기준에 따라 분류한 결과이다.

성능 및 기능의 기준으로 요구사항을 비교적 명확하게 분류할 수 있다. Table 1에 나타난 12개의 요구사항 중 다양한 CAD 형식 지원에 대한 요구사항의 경우 파일 열기 메뉴에서 지원하는 형식을 표시하기 때문에 기능 요구사항으로 분류할 수도 있지만, 직접적인 동작을 나타내기보다는 그 동작의 성능을 사용자에게 알려주는 정도의 역할이기 때문에 기능보다는 성능 요구사항으로 분류하였다. 나머지 요구사항들은 기능 요구사항과 성능 요구사항으로 명확하게 분류할 수 있었다. 12개의 요구사항을 4개의 성능 요구사항과 8개의 기능 요구사항으로 분류하였다.

두 번째 분류 기준인 운용 환경에 의한 요구사항의 경우 조선과 모바일의 특징을 모두 포함하는 요구사항이 존재하여 일부 요구사항의 경우 두 가지 환경 요소를 동시에 기재하였다. R005 요구사항의 경우 선박 모델의 형상 특징으로 인한 요구사항이기 때문에 조선과 관련한 요구사항이다. 선박의 경우 길이 방향으로 긴 형상을

하고 있고 많은 부품으로 구성되어 있어 모델을 회전했을 때 사용자가 원하는 위치를 찾기 어려운 경우가 종종 발생한다. 특히 찾고자 하는 부품의 위치가 모델의 중심에서 멀리 떨어져 있다면 모델의 중심을 기준으로 회전하면 회전 반경이 증가하여 미세한 조작으로도 부품의 위치가 심하게 변하여 사용자가 이동을 따라가기 어려운 상황이 발생한다.

Fig. 1은 회전 반경의 차이로 인한 회전 거리의 증가를 보여준다. 선박과 같이 길이 방향으로 긴 물체의 경우 그 효과가 두드러진다. 하지만 마우스를 사용하는 PC 운용 환경에서는 터치를 활용하는 모바일 환경에 비해 정밀한 이동이 가능하여 크게 문제가 되지 않는다. 따라서 R005 요구사항은 조선과 모바일 두 가지 환경이 복합적으로 작용하는 요구사항이다.

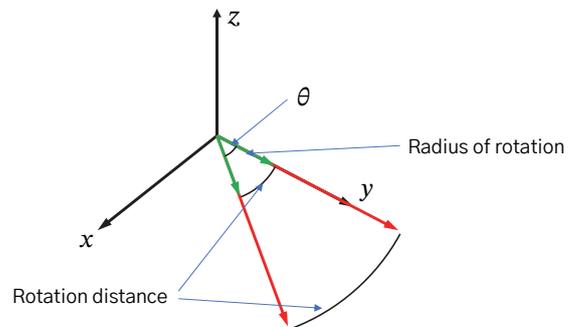


Fig. 1. Relationship between radius of rotation and rotation distance

Table 1. Requirements for developing mobile-based ship CAD model visualization program UX

No.	Name	Description	Type	Operational Environment
R001	Supporting file type	Support for various CAD formats (STL,IGES,STEP,JT,CGR)	Performance	Ship building
R002	File loading time	Small block model should load in less than 5 seconds	Performance	Ship building
R003	Visualize related production data	Visualization of production information of selected parts	Function	Ship building
R004	Clipping	Shows the clipped faces of the model relative to a specified plane	Function	Ship building
R005	3D model rotation	The center of rotation of the 3D model can be freely changed	Function	Ship building, mobile
R006	2D draft rotation	Provides 2D drawing rotation function using 2-point touch	Function	Mobile
R007	Spherical clipping	Show/hide only a specified radius range centered on a specified 3D element or point	Function	Ship building
R008	Visualize related drawings	Connect and visualize 2D drawing information related to 3D model	Function	Ship building
R009	Supporting touch UX	Provides a UX suitable for touch environment rather than keyboard and mouse	Performance	Mobile
R010	3-point touch	Provides functions using 3-point touch	Function	Ship building, mobile
R011	Offline mode	All features must be functional while offline	Performance	Ship building, mobile
R012	Dimension lines visualization	Dimension lines should be visualized	Function	Ship building

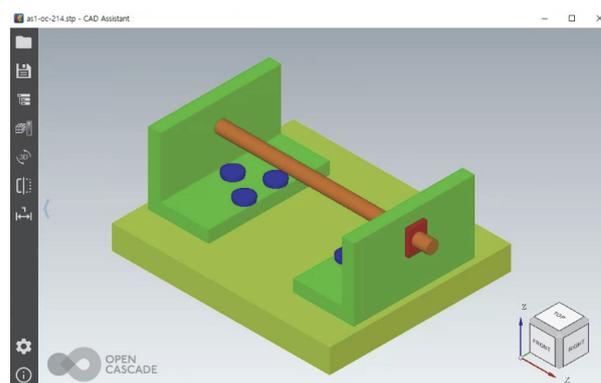
R011 요구사항도 조선과 모바일 환경이 복합적으로 작용하고 있다. 모바일 기기는 통신 환경의 불안정성으로 인한 문제가 발생할 위험이 있다. 하지만 국내의 우수한 통신 환경은 모바일 기기에서도 안정적인 통신 연결을 제공하고 있다. 따라서 모바일용 온라인 게임과 같이 항상 통신 연결이 필요한 애플리케이션이 널리 사용되고 있다. 하지만 선박 제작 환경은 일상 생활환경과 달리 철판으로 둘러싸인 격실에서 작업을 해야 하는 경우가 종종 있다. 이때 통신 연결의 불안정성으로 인한 오프라인 상태가 발생한다[4]. 따라서 오프라인 상태에서의 작동에 대한 R011 요구사항은 조선과 모바일 환경이 복합적으로 작용하는 요구사항이다.

#### 4. 상용 프로그램 분석

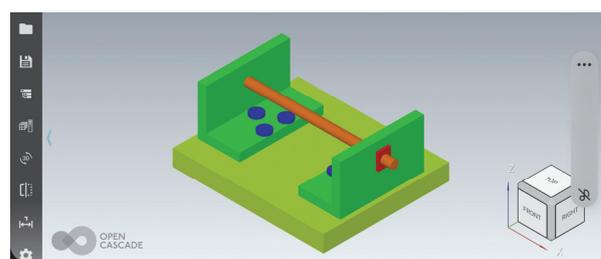
앞 장에서 분석한 요구사항을 기반으로 상용 프로그램에 대한 조사 및 적합도 분석을 수행하였다. 현재 모바일 환경에서 3D CAD 모델을 가시화할 수 있는 프로그램이 구글 플레이스토어에 5개 이상 등록되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 대부분의 프로그램에서 평점은 낮은 편이었다. CAD 가시화 프로그램은 산업 분야에서 사용하는 전문적인 프로그램으로 프로그램에 대한 설명이나 예제의 품질이 좋은 편이 아니라서 일반인의 평가를 그대로 받아들이기 힘들었다. 따라서 PC용 CAD 분야에서 성과가 있는 업체의 제품을 대상으로 비교를 수행하였다. 오픈소스 기반 CAD 라이브러리로 유명한 Open Cascade 사의 CAD Assistant, CAD 솔루션 NX와 Solid Edge를 보유하고 있는 지멘스 사의 Solid Edge Mobile Viewer, 대우조선해양의 CAD 가시화 프로그램인 다뷰를 개발한 소프트힐스 사의 VIZWeb을 비교 대상으로 선정하였다. 소프트힐스의 경우 다른 두 회사와 비교하였을 때 국제적인 인지도가 낮은 편이지만 조선 분야에서 경량 CAD와 가시화 프로그램으로 실적을 확보하고 있어 비교 대상에 포함하였다.

Fig. 2는 PC 환경(Fig. 2(a))과 모바일 환경(Fig. 2(b))에서 CAD Assistant의 실행화면이다. CAD Assistant는 PC, 안드로이드, iOS 환경에서 같은 소스를 기반으로 동작하는 프로그램을 제공하는 특징을 가지고 있다. 같은 모델을 로딩한 Fig. 2(a)와 Fig. 2(b)의 화면을 비교해 보면 해상도의 차이에 의한 가로세로의 비율이 차이 날 뿐 모델 가시화 화면과 기능에 대한 아이콘이 일치하는 것을 알 수 있다. 이러한 제품의 특징은 PC와 모바일

기기를 함께 사용하며 업무를 수행하는 산업 현장의 일반적인 환경을 고려했을 때 매우 유용한 기능이다. 하지만 PC와 모바일 환경의 차이로 인한 UX의 차이를 생각한다면 오히려 단점이 될 수도 있다. 이러한 문제는 프로그램의 코어 모듈은 함께 사용하고 UX에 해당하는 부분은 플랫폼에 따라 분리하는 형태로 해결이 가능할 것으로 생각된다.



(a) PC

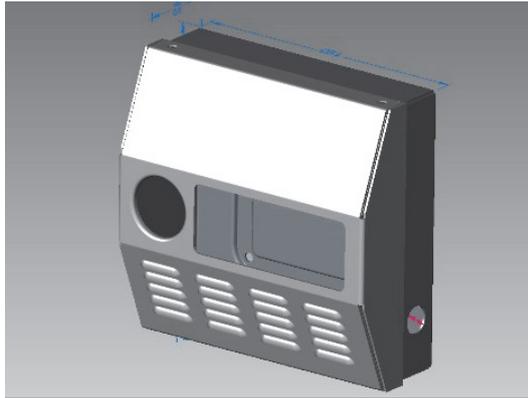


(b) Mobile device

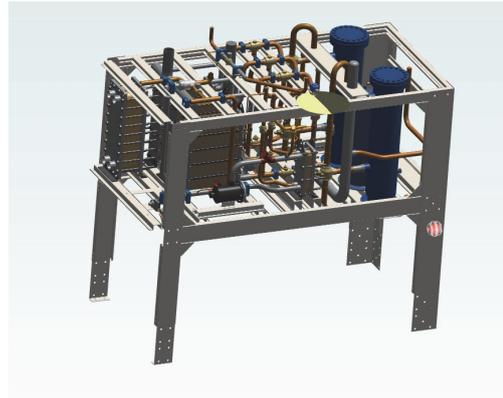
**Fig. 2.** CAD Assistant program's execution screen on PC and mobile device

Fig. 3는 지멘스사에서 개발한 Solid Edge Mobile Viewer의 실행화면이다. Fig. 3(a)는 3D 모델을 가시화한 화면이고, Fig. 3(b)는 같은 모델에 대한 2D 도면을 가시화한 결과이다. Solid Edge Mobile Viewer는 2D 도면에 대한 가시화 기능을 제공하고 있어 모델과 도면의 연계와 관련한 요구사항을 만족하는 프로그램이다. 하지만 모바일 뷰어의 핵심 기능인 가시화와 관련하여 잘라보기, 투명도 설정 등과 같은 기능을 충분히 제공하지 않고 있었다.

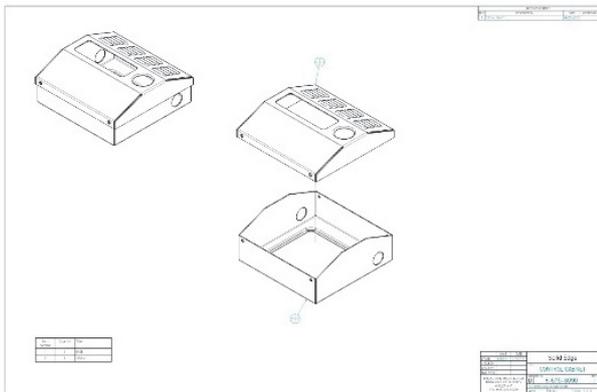
Fig. 4는 소프트힐스사의 VIZWeb의 기능 중 하나인 잘라보기 기능을 나타낸다. 위의 Fig. 4(a) 화면이 원본 모델이고, 아래의 Fig. 4(b) 화면이 모델을 yx 평면으로 잘라서 본 화면이다. 모델을 자르는 평면에 대한 표시와 잘린 형상을 표시하는 UX가 직관적으로 잘 구현된 것을



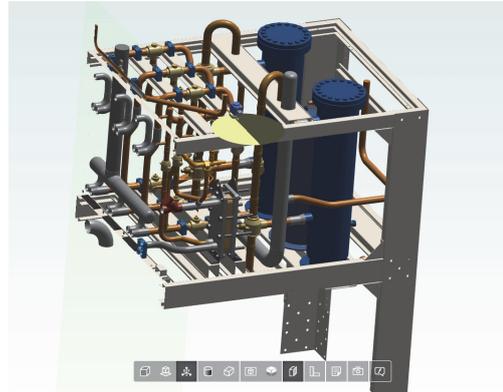
(a) 3D model



(a) Original model



(b) 2D draft



(b) Clipping model

**Fig. 3.** Solid Edge Mobile Viewer's screen of 3D model and 2D draft visualization

**Fig. 4.** VIZWeb's 3D model clipping function

확인할 수 있었다. 이 외에도 모델의 BOM(bill of material) 정보를 확인할 수 있는 계층 트리를 표시하거나 각각의 파트에 대해 투명도를 설정하여 내부의 형상에 대한 확인을 도와주는 기능과 같이 3D 모델 viewer로서의 기능에 충실한 프로그램이었다.

Fig. 5는 CAD Assistant, VIZWeb, Solid Edge Mobile Viewer의 치수선 가시화 기능에 대한 비교 화면이다. 이 기능은 요구사항 R012번 치수선 가시화 기능과 직접적으로 관련되어 있다. 또한 R003번 요구사항인 생산데이터 연계 기능의 구현과 간접적으로 관계되어 있다. 치수선 정보를 변형하여 3D 모델에 문자 형태의 tag를 작성함으로써 생산정보를 가시화하는 기능의 구현이 가능하다. Fig. 5(b)와 같이 VIZWeb을 활용하여 가시화한 치수선은 표시되는 치수의 폰트 사이즈가 크고 모델이 회전하여도 문자가 항상 사용자가 보는 화면을 향하고 있어 문자의 가독성이 뛰어나다. 반면에 CAD Assistant (Fig. 5(a))와 Solid Edge Mobile Viewer(Fig. 5(c))의 치수선은 치수를 나타내는 텍스트가 모델과 함께 회전

하여 가독성이 떨어지는 문제가 있었다.

Table 2는 3가지 상용 프로그램에 대하여 앞서 정의한 요구사항에 대한 평가를 수행한 결과이다. 각각의 요구사항에 대하여 프로그램의 기능 및 성능을 평가하여 수준에 따라 2점, 1점, 0점을 부여하고 프로그램 별로 총점을 집계하였다. 기능 요구사항에 대해서는 VIZWeb이 가장 높은 점수를 획득하였고, 성능 요구사항에서 CAD Assistant가 높은 점수를 획득하였다. Solid Edge Mobile Viewer는 잘라보기 기능을 전혀 제공하지 않아 다른 두 가지 프로그램에 비해 부족한 평가를 받았다.

최종 평가 결과는 CAD Assistant, VIZWeb, Solid 3D Viewer 순으로 나타났다. 2D 모델 회전과 3점 터치와 같은 요구사항은 모든 가시화 프로그램에서 제공하지 않고 있어 상용 프로그램의 기본 기능은 수집된 요구사항을 모두 만족시키기 어렵고 이를 위해서는 추가적인 개발이 필요함을 알 수 있었다. 즉, 상용 프로그램 평가 과정을 통해 프로그램 커스터마이징에 대한 요구사항이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

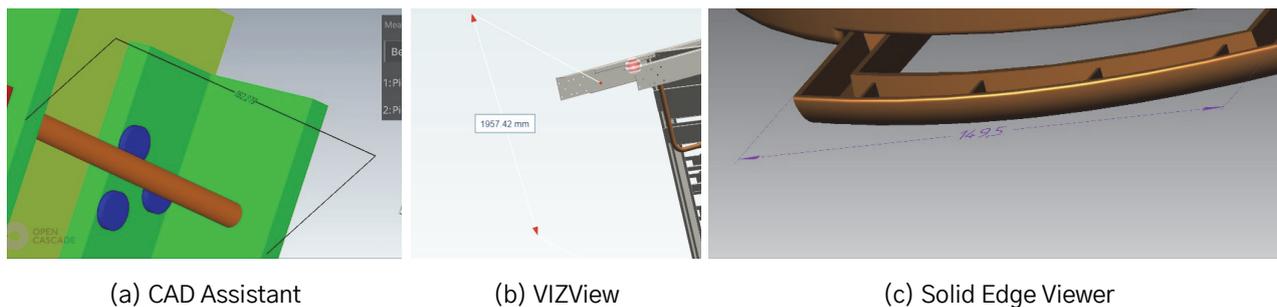


Fig. 5. Results of dimension line creation

Table 2. Evaluation results of commercial mobile 3D model visualization programs

No.	Name	CAD Assistant	VIZWeb	Solid Edge Mobile
R001	Supporting file type	○	△	△
R002	File loading time	○	○	○
R003	Visualize related production data	△	△	△
R004	Clipping	△	○	×
R005	3D model rotation	△	△	△
R006	2D draft rotation	×	×	×
R007	Spherical clipping	×	×	×
R008	Visualize related drawings	△	×	△
R009	Supporting touch UX	○	○	○
R010	3-point touch	×	×	×
R011	Offline mode	○	△	○
R012	Dimension lines visualization	△	○	△
	Total points	13	12	11

## 5. 결론

모바일 기기와 관련된 기술의 발달로 조선 분야에서 모바일 기기 활용에 대한 요구가 지속해서 증가하고 있다. 본 연구에서는 조선 분야의 특성을 반영한 모바일 기반의 선박 가시화 프로그램과 관련한 요구사항을 분석하고 이를 기반으로 상용 프로그램에 대한 평가를 수행하였다. 시스템 개발 분야의 일반적인 요구사항 분류 기준인 기능과 성능에 추가로 조선과 모바일 운용 환경에 대한 기준을 추가하여 모두 12개의 요구사항을 수집하였다.

수집된 요구사항에 대하여 CAD Assistant, VIZWeb, Solid Edge Mobile Viewer 3가지 프로그램의 성능을 평가하였고, CAD Assistant가 가장 높은 평가 점수를 획득하였다. 하지만 모든 상용 프로그램이 연결 도면 보기나 구형 잘라보기와 같은 조선 환경과 관련된 요구사

항을 완벽하게 만족시키지 못하였다. 이를 통해 조선 환경에 기반한 요구사항이 일반적인 프로그램의 지원 범위를 넘어선다는 것을 알 수 있었다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위해 제작사의 추가적인 기능 개발 또는 API 제공을 통한 커스터마이징이 필요하다. CAD Assistant의 경우 Open 소스인 Open Cascade를 기반으로 개발함으로써 쉽게 커스터마이징이 가능할 것으로 생각된다. VIZWeb는 국내 개발사의 프로그램으로서 개발사와의 적극적인 협업이 가능하고 실제 대우조선해양에 특화 프로그램인 다뷰를 납품한 경험이 있다. 반면에 Solid Edge Mobile Viewer는 다른 두 개의 프로그램에 비해 새로운 기능의 개발이 어려운 편으로 생각된다.

본 논문의 연구결과는 향후 개발용 API를 확보하고 부족한 기능에 대한 알고리즘 개발을 통해 모든 요구사항을 만족시키는 조선 분야에 적합한 CAD 가시화 프로그램을 개발하는 과정에 도움이 될 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- [1] Sanguk Cheon, Ji-Hoon Lee, Kwang-Phil Park, and Heung-Won Suh, "Requirement Analysis on Lightweight CAD Models in Ship PLM Environment and Its Application Examples," *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 2013, 18(4), pp. 299-307.
- [2] Kate TS. Lee, "Mobile Browser UX Based on Mobile User Behavior", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2010, 29(4), pp. 547-551.
- [3] Inhyuck Hwang, Jungkyu Song, Myunggi Back, Cheolho Ryu, Kwangkook Lee, and Jong Gye Shin, "Development of Shipbuilding Execution Scheduling Support System Using Mobile Device : A Case Study for a Panel Block Assembly Shop," *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 2013, 50(4), pp. 262-271.
- [4] Hyun-Sik Kim, and Seog Geun Kang, "A Powerline-based Legacy-line Communication System for Implementation of a Communication Network in Ship," *Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, 2015, 19(8), pp. 1831-1838.
- [5] Open Cascade CAD Assistant (2022), <https://www.opencascade.com/products/cad-assistant/>
- [6] Softhills VIZWeb (2022), <https://www.softhills.net/vizweb.html>
- [7] Siemens Solid Edge Mobile Viewer (2022), <https://resources.sw.siemens.com/ko-KR/download-solid-edge-free-viewer>