

조선해양 CAD 기반 용접검사 정보 자동 추출 시스템 개발

김배성¹ · 황훈규^{1*} · 송창섭¹ · 이기택²

A Development of Automatic Extraction System for Welding Inspection Information based on Shipbuilding and Maritime CAD

Bae-Sung Kim¹ · Hun-Gyu Hwang^{1*} · Chang-Sub Song¹ · Ki-Taek Lee²

^{1*}Senior researcher, Division of Ocean ICT & Advanced Materials Technology Research, Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, Busan, 46757 Korea

²Research director, R&D center, DKSOFT, Busan, 46276 Korea

요 약

조선소에서 이루어지는 선박 건조는 용접에 의해 수행되고 있으며, 친환경선박에 대한 국제적인 요구에 따라 용접물량은 증가하고 있다. 용접부는 비파괴검사를 통하여 품질을 보증하고 있으며, 검사 정보를 나타내는 리포트는 인력이 설계된 도면을 확인하여 수작업으로 용접검사 리포트가 작성된다. 이 과정에서 소요되는 많은 공수와 인적오류로 인하여 손실이 발생하고 있다. 이러한 문제 해결을 위해 본 논문에서는 조선 전용 CAD 소프트웨어를 기반으로 설계된 데이터를 입력하여 용접검사에 관한 리포트가 자동으로 생성되는 시스템에 대하여 다룬다. 개발하는 시스템은 모델링의 도면으로부터 형상 데이터를 분석하여 부재 면의 확장을 통해 용접부를 판단 및 태그 넘버를 생성하고, 용접길이, 두께, 재질 등 검사에 필요한 정보를 자동으로 추출하는 기능을 제공한다. 시스템의 유용성을 검증하기 위해 시스템을 통해 추출된 검사 정보와 모델링 도면을 비교하여 일치하는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

In shipbuilding industry, there is conducting most of works by welding at the shipyard, and the volume of welding is increasing with international trends of green ships. Welding joint is guaranteed quality through non-destructive testing (NDT). The manual welding inspection report is produced by identifying the drawings designed, which results in losses the many workforce and occurs human errors. To solve these problems, this paper covers a system that reports on inspection information is automatically generation by input data based on shipbuilding-specific CAD. The developed system analyzes the shape data from drawings of modeling. Also, the system determines welding joints through expansion of the part boundary and generates tag numbers. In addition, it provides the function to automatically extract the information needed for inspection such as weld length, thickness and etc. We conducted test to verify the usefulness of the developed system and confirmed that the welding inspection information extracted through system matches the information shown in drawings of modeling.

키워드 : 용접검사 정보, 자동 추출, 조선해양 CAD, 비파괴검사, 태그 넘버

Keywords : Welding inspection information, Automatic extraction, Shipbuilding and maritime CAD, Nondestructive testing, Tag number

Received 8 November 2019, Revised 17 November 2019, Accepted 24 November 2019

* Corresponding Author Hun-Gyu Hwang (E-mail:hghwang@rims.re.kr, Tel:+82-51-974-5500)

Senior researcher, Division of Ocean ICT & Advanced Materials Technology Research, Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, Busan, 46757 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.1.28>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

최근 조선소는 생산 효율성 향상 및 경쟁력 확보를 위하여 공정의 자동화를 연계할 수 있는 IT 기술에 많은 투자를 하고 있으며, 과거 인력에 의한 작업에 투입되는 공수와 비용을 절감하기 위한 연구가 진행되고 있다 [1-2]. 특히, 이러한 연구의 큰 비중을 차지하는 분야는 용접과 관련된 기술로써 건조과정의 전반에 걸쳐 활용되고 있으며, 조립 공정뿐만 아니라 설계의 배치에서부터 선박의 기본 성능에 이르기까지 생산성에 가장 중요한 영향을 미친다. 또한, 국제적으로 선박의 대형화와 고성능화에 대한 요구로 인하여 용접물량이 증가하고 있으며, 환경규제로 인한 LNGC 및 LPGC 등 고부가가치 선박의 관심이 고조됨 따라 용접 관련 공정의 중요성이 더욱 강조되고 있다[3].

용접을 통하여 제작이 완료된 구조물의 이음부는 안정성을 확보하기 위해 신뢰성 있는 방법으로 검사 및 평가가 수행되어야 한다. 이러한 검사방법에는 파괴검사와 비파괴검사가 있으며, 전자는 신뢰성은 높으나 규모가 큰 구조물이나 완성품을 대상으로 직접 수행하기에는 한계가 있다. 후자는 대상물의 파괴나 손상을 가하지 않고, 물리적 현상을 응용하여 결합여부나 상태, 내부구조 등에 대한 조사 및 합부 판단이 가능하기에 산업계의 생산 공정에서 활용되고 있다. 조선 산업에서는 이러한 장점을 가지고 있는 비파괴검사 방법 중 방사선투과, 초음파탐상, 자분탐상 그리고 침투탐상 등을 통해 용접부의 품질을 보증하고 있다[4].

용접부 품질 검사를 위해서는 조선소에서 건조되는 선박의 구조에 대한 상세도면과 용접부에 대한 검사 정보를 나타내는 리포트가 선주사 및 선급에 제출되어야 하며, 승인을 득해야 한다. 현재 조선소에서는 이 리포트를 작성하기 위해서 한 블록 당 약 2,000 포인트 이상의 용접검사 정보를 작업자가 수동으로 확인 후 리포트를 작성하고 있어 많은 공수(20 man-hour/block)가 소요된다. 또한, 이 과정에서 데이터의 누락 및 오작 등의 인적오류로 인한 추가 작업이 발생하여 시간과 비용이 손실되고 있다. 뿐만 아니라 용접부위 및 정보 확인에 있어서 작업자 각자의 주관적인 경험에 의한 판단이 이루어지고 있어 동일한 결과가 도출되기 어렵다.

따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서 제안하는 시스템은 부재 및 용접검사 정보를 추출하기 위

해 조선 CAD 소프트웨어 환경에서 입력된 모델링 형상 데이터를 분석하고, 이를 기반으로 용접부를 판단하여 검사에 필요한 정보를 자동으로 생성하여 사용자에게 제공한다. 본 논문의 2장에서는 배경 및 필요성을 비롯하여 국내의 관련 연구에 관해 기술하고, 3장에서는 시스템의 설계에 서술한다. 또한, 4장에서는 시스템을 개발하여 검증하는 것에 다루며, 5장에서 결론 및 향후 연구로 마무리한다.

II. 관련 연구 동향

조선해양 산업에서 전용 CAD 소프트웨어가 도입되어 기본설계에서부터 생산설계까지 전 단계에 걸쳐 사용되고 있다. 특히, 영국 Aveva 사의 트라이본(Tribon)과 AM(AVEVA Marine)은 대표적인 3차원 CAD 소프트웨어로 현재 국내 대형조선소들과 중소형 조선소에서 널리 이용되고 있다. 이들은 사용자들의 편의를 위해 개별적으로 애드인(add-in)이 가능한 확장 프로그램을 개발할 수 있도록 API(Application Programming Interface)를 제공하고 있다. 이를 활용하여 배관 오프셋 라우팅 프로그램, 선박의 부재 마진 자동화 프로그램, Outfitting 모델링 및 도면 자동 생성 시스템, 대조립장 정반배치계획 자동화 시스템, 강재마진 보상 인공지능 시스템 등 선박의 설계를 지원하는 연구가 수행된 바 있다[5-10].

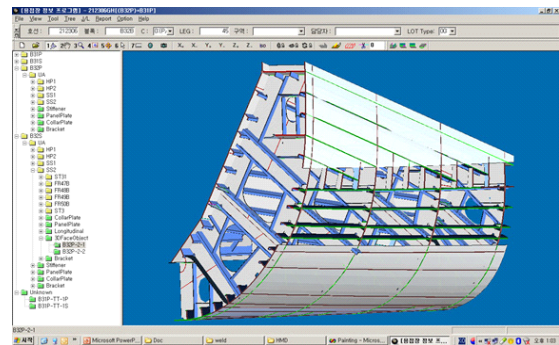


Fig. 1 Welding amount estimation system

그 외에 용접과 관련된 연구는 생산 계획 반영하기 위하여 용접물량을 산출하는 시스템이 대부분으로 선체 구조물의 형상정보를 입력하고, 연결관계를 파악하여 용접장, 각장 등에 관하여 추정하는 기능을 가진다

[11-13]. 또한, 그림 1은 부재형상 및 속성, 조립계층 구조의 정보를 활용하여 물량을 산출하는 시스템을 나타낸 것으로 용접부의 두께, 각장, 자세, 길이 등의 데이터를 자동으로 추출하여 제공한다[14].

상술한 내용과 같이 조선 전용 CAD 소프트웨어를 기반으로 설계 지원 및 용접물량 산출에 관한 연구는 진행되고 있는 반면 용접검사를 수행하기 위해 필요한 정보 추출하는 시스템은 상대적으로 미비하다. 따라서 본 논문에서는 용접검사 정보를 나타내는 리포트에 대하여 기존의 수작업으로 작성되어 발생하는 문제를 해결하기 위해 설계된 모델링 형상 데이터를 통해 용접부 판단 및 태그 넘버 형성, 검사 정보 추출을 자동으로 수행하는 시스템을 개발한다.

III. 시스템 설계

3.1. 부재 형상 데이터 분석

용접검사 정보 자동 추출 시스템은 기존의 형성되어 있는 조선 설계 환경에 대한 변화가 필요하지 않고, 기반시설 구축에 대한 비용이 소요되지 않도록 전용 CAD 소프트웨어인 AM에서 애드인하여 사용하는 확장 기능으로 개발한다.

용접검사 정보를 추출하기 위해서는 먼저 한 부재의 어떤 부분이 다른 부재와 용접되는 부위인지를 판단하여야 한다. 용접부를 인식하기 위한 가장 간단한 방법은 설계자가 입력한 데이터를 가져오는 것이다. 이를 위해 국내 조선소에서 설계한 자료를 분석한 결과, 설계자가 데이터를 기입하지 않거나 입력된 데이터의 오류 발생, 비표준 포맷으로 인한 개개인적인 표현 등으로 인하여 정확한 정보를 추출하기 어렵다.

따라서 본 논문에서 제안하는 시스템은 선체 모델링의 특성을 분석하여 부재를 형상화하고, 부재와 이웃부재 간의 거리 등으로 용접부를 판단한다. AM을 통하여 설계된 모델링 및 도면은 리뷰파일(RVM)에 해당 선박의 선체나 블록 등을 원시데이터 형식으로 저장하고 있으며, 모든 부재가 면을 이용하여 형상을 구성하도록 되어 있다. 곡선이나 복잡한 형상의 경우, 면을 작게 분리하여 부재를 구성하고, 이러한 부재들이 연결되어 블록을 구체화하는 방법으로 이를 그림 2에 도시하였다. 리뷰파일은 형상의 이름, 위치 및 무게중심 좌표, 색상과

속성 등의 정보를 텍스트로 저장하고 있으며, 이를 가시화하면 부재가 되고, 부재가 모여 블록을 이룬다. 선체 및 블록을 형성하는 다수의 부재들은 서로 접촉되거나 중첩되지 않고, 용접비드가 형성될 부분에 일정한 간격으로 갭을 설정하여 부재들이 서로 이격된 상태로 표현된다.

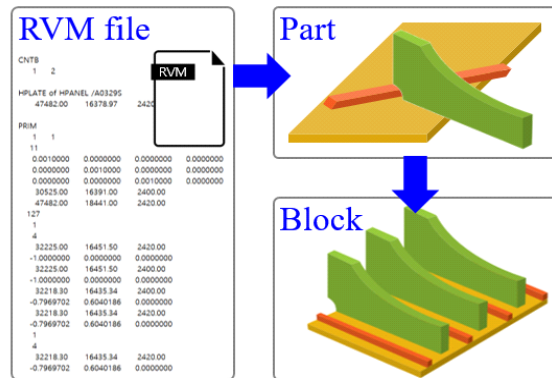


Fig. 2 The process of rebuilding a block using RVM file

3.2. 용접부 추출

설계된 선체 모델링 도면으로부터 형상에 관한 데이터를 이용하여 부재의 용접부를 추출하기 위한 방법을 설계하였다. 먼저 루트갭(Root gap)을 가지는 다수의 부재가 배치되어 있는 모델링의 리뷰파일에 저장된 데이터를 기반으로 각각의 부재를 형상화한다. 용접부를 추출하고자 하는 부재를 기준부재로, 기준부재와 가까운 좌표에 위치한 부재를 이웃부재로 정의한다. 기준부재와 이웃부재를 이루는 테두리 면을 수직인 방향으로 그림 3의 상단과 같이 확장한다. 이들의 중첩되는 부분이 허용범위 이상이 되면 용접부로 판단하며, 이를 그림 3의 하단에 나타내었다. 기준부재의 테두리 면을 확장하여 다른 부재의 내부와 중첩되는 경우, 필릿 용접부로 판단한다. 리뷰파일에 저장되어 있는 전체 부재들을 대상으로 각각의 용접부를 추출함과 동시에 해당 용접 길이, 부재의 두께와 재질 등의 정보를 추출하여 저장한다. 또한, 부재의 크기와 모양, 유형, 설계 데이터의 정밀도 등에 따라 중첩되는 부분의 차이가 발생하므로, 사용자의 중첩 판단을 지원하기 위하여 허용범위를 조절할 수 있도록 구성하였다.

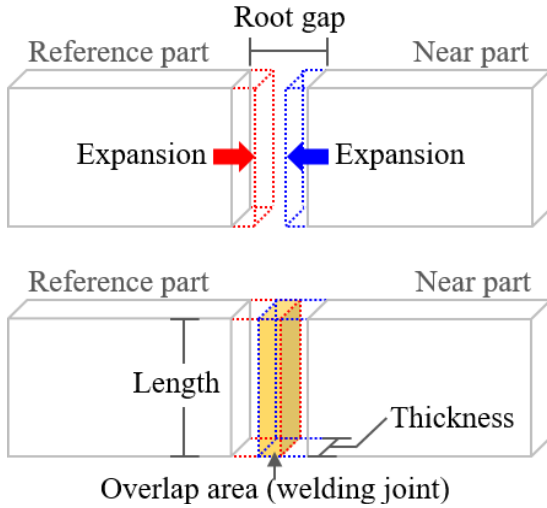


Fig. 3 The method of extraction for welding joint

이러한 방법으로 용접부를 추출하는 것은 부재가 많아질수록 과정이 복잡해지고, 소요 시간이 증가한다. 하지만 설계가 완료된 데이터를 기반으로 용접부를 추출함으로써 정보의 오류 발생률을 줄이고, 실제 건조 과정에서 다방면으로 활용이 가능한 이점이 있다.

3.3. 태그 넘버 생성

용접검사를 수행함에 있어서 중요한 요소인 태그 넘버(tag number) 또는 조인트 넘버(joint number)는 용접부를 식별하는 고유코드로서 해당 용접부를 지칭하는 것이다. 태그 넘버는 용접검사 정보를 확인하는 담당자 뿐만 아니라 용접 작업자, 비파괴 검사자, 품질 관리자 등 선박을 생산하기 위한 다양한 공정에서 다수의 인력이 사용한다. 때문에 혼선을 방지하기 위해 각각의 용접부에 대한 태그 넘버는 단 한가지로 유일하여야 하며, 중복될 수 없는 유의미한 문자 및 숫자의 조합으로 구성된다. 이를 정의하는 규칙은 조선소마다 차이가 있지만 일반적으로 두가지 방법이 사용되고 있다. 전자는 ①호선번호-②블록번호-③부재명-④조립도면 내 위치를 조합하는 방법이고, 후자는 ①호선번호-②블록번호-③부재명1-④부재명2을 조합하는 방법으로 태그 넘버만으로도 용접부에 대한 대략적인 연상이 가능하도록 정의하고 있다.

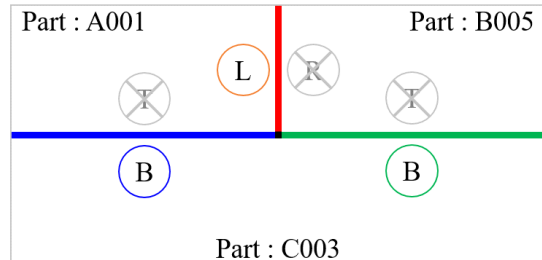
인력에 의해 태그 넘버를 생성하는 과정에서 발생하는 중복, 오기, 오타 등의 작업 오류는 해당 용접부가 다

른 방법으로 검사되거나 잘못된 정보 전달로 연결되어 재검사 및 정보의 교정으로 인한 추가시간과 비용을 야기한다. 따라서 본 논문에서는 3.2에서 기술한 방법으로 용접부가 추출되면 표 1과 같은 조합을 적용하여 용접부의 고유한 태그 넘버를 자동으로 생성하도록 설계하였다. 또한, ③과 ④에 해당되는 부재명의 순서는 부재간의 위치에 따라 아래>위, 좌측>우측, (필릿 용접) 내부 중첩 부재>확장 부재의 순으로 우선순위를 가지도록 설정하여 동일한 용접부지만 기준부재에 따라 태그 넘버가 다르게 생성되는 것을 방지하였다. 예를 들어서 그림 4(a)와 같이 호선번호 HN2019의 블록번호 P310 내에 있는 부재 A001, B005, C003가 맞대기 용접되는 경우, 각 용접부의 태그 넘버는 그림 4(b)와 같이 나타난다.

Table. 1 Tag number combination sequence

Sequence	Item	Remark
①	Hull number	with 20 charaters
②	Block number	with 20 charaters
③	Part 1 name	with 10 charaters
④	Part 2 name	with 10 charaters

Hull number : HN2019, Block number : P310



(a)

HN2019-P310-A001-B005

HN2019-P310-C003-A001

HN2019-P310-C003-B005

(b)

Fig. 4 Examples of generation for tag number (a) example case of butt welding, (b) generated tag number

IV. 시스템 개발 및 검증

4.1. 개발 환경

본 논문에서 다루는 용접검사 정보 자동 추출 시스템의 개발 환경 및 테스트 환경은 다음과 같다. Microsoft Windows 10 Professional 운영체제에서 CAD 소프트웨어 AM 12.1 SP6 Hull Designer를 활용하였으며, C#.NET 및 WPF 프로그래밍 언어를 사용하여 개발하였다. 또한, Intel Core E5-8400 2.8GHz CPU, 32GB RAM 사양의 워크스테이션을 사용하여 개발한 시스템을 테스트하였다.

4.2. 시스템 개발

용접검사 정보 자동 추출 시스템은 국내외 조선 산업의 설계, 제조 및 생산 계획 등 다양한 공정에서 사용되는 CAD 소프트웨어인 AM의 애드인 형식으로 개발하였다. 시스템은 선체 형상 데이터가 저장된 파일로부터 용접부와 검사에 필요한 태그 넘버, 좌표, 길이, 두께 등의 정보를 자동으로 추출하여 제공하는 기능을 한다. 이를 위해 앞서 설계한 내용을 바탕으로 시스템을 개발하였으며, 개발한 시스템의 사용자 인터페이스는 그림 5와 같다. 화면의 우측은 AM에서 제공하는 도면 뷰어로 용접검사 정보를 추출하기 위해 입력으로 사용되는 모델링 도면이 표시되어 있고, 사용자가 도면을 확인할 수

있도록 구성하였다. 화면의 좌측은 시스템의 메인 GUI (Graphical User Interface)로써 용접검사 정보를 추출하려는 도면번호 또는 블록번호를 입력할 수 있고, 추출이 시작되는 도면을 지정하거나 선택된 도면을 확대하여 전시할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 사용자의 편의를 위하여 Pick Page 버튼을 통해 우측 뷰어 상에 표시된 도면을 직접 선택할 수 있도록 하고, 이에 드래그 앤 드롭 방식을 적용하여 선택된 도면을 좌측 List Area로 전달하면 추가가 되도록 하였다. 도면번호 입력 또는 선택 기능을 통해 정보의 추출 대상이 되는 도면의 시작 포인트와 끝 포인트 좌표가 순차적으로 정렬되도록 구성하고, 목록에서 불필요하거나 잘못 입력된 도면을 선택하여 제거하는 기능의 Remove 버튼을 포함하였다. 용접검사 정보를 수집하고자 하는 도면들이 모두 정렬되면 OK 버튼으로 추출이 시작한다.

추출이 완료되면 디스플레이 창을 생성하여 부재에 대한 정보를 나타내고, 기준부재를 지정하면 해당 부재와 연계된 용접검사 정보를 전시하여 사용자가 원하는 관점에서 데이터를 확인할 수 있도록 구성하였다. 부재 정보는 도면번호를 시작으로 호선번호, 블록번호, 부재명, 수량, 사이즈, 두께, 무게 그리고 재질 순으로 표 2와 같이 표현한다.

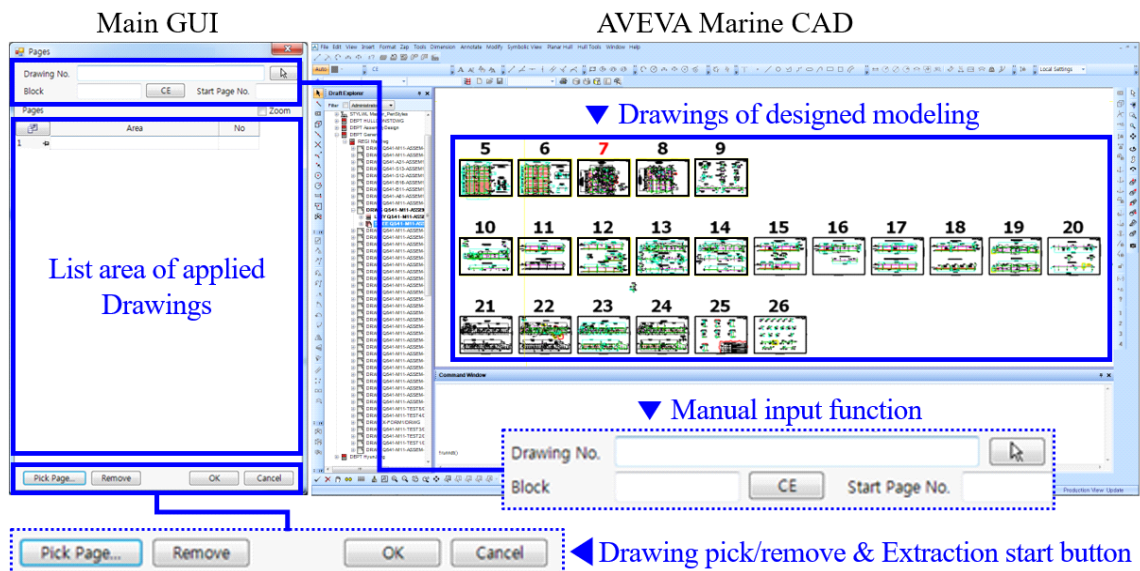


Fig. 5 GUI of the developed system

Table. 2 List of the extracted part informations

Field	Item	
1	Drawing number	
2	Hull number	
3	Block number	
4	Part name	
5	Amount	Part
		Stiffener
6	Size	Width (mm)
		Heigh (mm)
7	Thickness (mm)	
8	Weight (kg)	
9	Material	

용접검사 정보는 도면번호와 용접부의 태그 넘버 및 용접 길이, 부재의 두께 및 재질, 비파괴검사 계획 그리고 검사 방법의 규모 순으로 표 3과 같이 표현한다. 정보의 대부분은 도면으로부터 추출이 가능하지만 검사 방법의 규모의 경우, 용접검사 정보를 추출 및 확인하는 담당자가 선급 규격에 의거하여 선주사와 협의를 통해 결정되는 부분으로 사용자가 직접 기재할 수 있도록 하였다. 또한, 추출된 데이터는 용접검사 및 품질관리 등 관련 작업을 수행하는 부서로 전달하기 위해 엑셀 파일로 출력이 가능도록 개발하였다.

Table. 3 List of the extracted welding inspection informations

Field	Item	
1	Drawing number	
2	Welding tag number	Hull number
		Block number
		Part 1 name
		Part 2 name
3	Welding length (mm)	
4	Thickness (mm)	Part 1
		Part 2
5	Material	Part 1
		Part 2
6	NDT category plan	Type
		Groove
7	NDT extent	RT (radiographic testing)
		UT (ultrasonic testing)
		MT (magnetic particle testing)
		PT (liquid penetrant testing)

4.3. 시스템 검증

개발한 시스템의 유용성 검증을 위해서 그림 6과 같이 우측에 표시된 도면을 선택하여 정보 추출 대상으로 적용되면 해당 도면의 외곽선이 검은색에서 노란색으로 변경되고, 목록에 도면의 좌표가 정상적으로 표시되는지를 확인하였다. 도면의 적용을 완료한 후 OK 버튼을 실행하면 각각의 도면 내에 표시된 선체의 부재를 형상화하고, 용접부를 판단하여 태그 넘버 생성 및 검사에

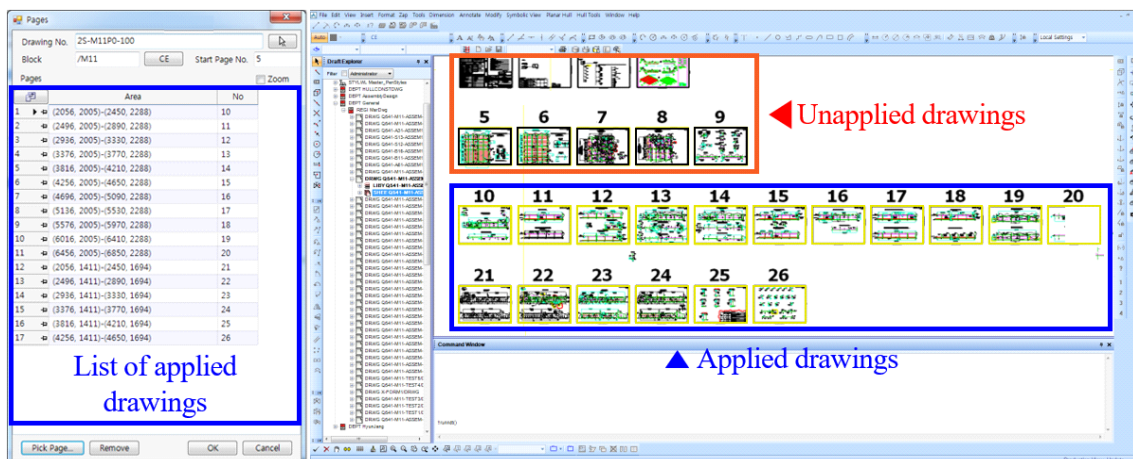


Fig. 6 Test for drawings selection and operating

필요한 정보를 추출하는 과정을 그림 7과 같이 진행바 형태로 나타낸다. 여기서 부재를 확장하는 크기는 10 mm로 하고, 중첩되는 부분을 용접부로 판단하는 허용 범위는 5 mm 이상으로 설정하였다.

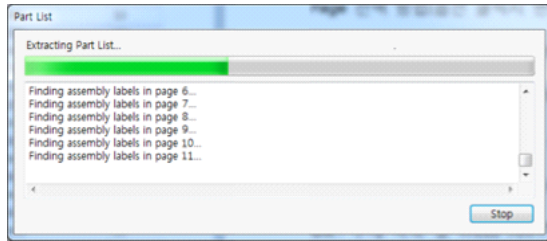


Fig. 7 Progress bar for processing

추출이 완료되면 그림 8과 같이 부재 및 용접검사 정보를 디스플레이하는 창이 생성된다. 상단의 B28G를 기준부재로 지정하였을 경우, 부재 B28A, B28D, B28F와 용접되는 것을 하단에 나타난 정보를 통하여 간접적으로 확인할 수 있다. 이때 하단의 태그 넘버 Q541-M11P-B28G-B28F에 해당되는 용접검사 정보를 상단의 부재 B28F 및 B28G와 비교해보면 두께와 재질 정보가 일치하는 것을 확인하였다.

테스트 결과로 추출된 용접검사 정보의 검증을 위해 AM의 3차원 뷰어를 통하여 입력된 모델링의 형상과 비교 및 분석하여 그림 9와 같이 나타내었다. 먼저 기준부재 B28G(청색)는 시스템을 통해 용접부로 판단된 부재 B28A(녹색), B28D(황색), B28F(황색)와 근접하고 있으며, 4 mm 이내에 위치하고 있는 것을 확인하였다. 태그

넘버의 경우, 그 우선순위에 따라 부재명의 순서가 달라지는데 기준부재 B28G가 각각의 부재와 접한 위치는 B28A의 좌측, B28F의 아래가 되고, B28D의 확장된 면이 내부에서 중첩이 된다. 따라서 정의된 기준에 의해 B28G가 부재명1으로 적용되고, 이웃한 부재가 부재명2로 연결되어 설계에 부합하게 태그 넘버가 생성됨을 확인하였다.

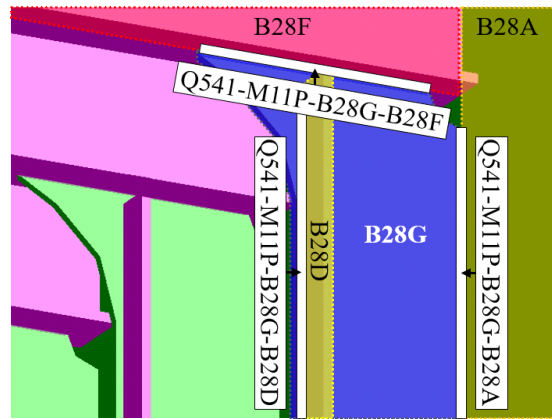


Fig. 9 Verification of the information through 3D viewer

V. 결론

최근 조선소는 인력을 통해 수행되고 있는 작업의 공수와 비용을 절감하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력의 일환으로 조선 전용 CAD 소프트웨어를 활용

Part List : Q541-M11-ASSEM											
Drawing No.	Hull No.	BLK No.	부재명	수량		가로 (mm)	세로 (mm)	두께 (mm)	무게 (kg)	재질	비고
				부재	스티프너						
633	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P B28F	1	0	F810*150*16.0		16.0	11.2	A	
634	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P B28F	1	0	1082	543	16.0	32.4	A	
635	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P B28G	1	0	F810*150*16.0		16.0	11.2	A	
636	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P B28G	1	0	1082	543	16.0	32.4	A	
637	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P B28A	1	0	F810*150*16.0		16.0	11.2	A	

Drawing No.	Welding Tag No.	Hull No.	BLK No.	부재명		용접길이 (mm)	두께 (mm)	재질	NDT category plan				NDT Extent						
				부재명 1	부재명 2				z	type	Groove	R1	OT	MT	PT				
1	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P	B28G	B28A	675.0	16.0	2.0 A	A										
2	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P	B28G	B28F	714.0	16.0	9.0 A	A										
3	Q541-M11-ASSEM-9	Q541	M111P	B28G	B28F	110.5	16.0	16.0 A	A										

Fig. 8 Display window of the extracted part and welding inspection informations

하여 공정의 자동화를 지원할 수 있는 시스템에 대한 연구가 다각적으로 이루어지고 있다. 본 논문에서는 작업자가 선박 부재의 용접부 검사에 필요한 정보를 나타내는 리포트를 수동으로 작성되고 있는 기존 방법을 대체하여 자동으로 정보를 추출하는 시스템을 개발하고, 검증을 통해 유용성을 확보하였다. 개발된 시스템을 통하여 생성된 정보는 설계된 모델링이 직접 입력되기 때문에 정확한 정보 추출이 가능하고, 용접검사에 소요되는 공수를 계산하는 용도로도 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

현재, 선체뿐만 아니라 배관에 대한 용접검사 추출을 위한 연구를 진행 중이며, 향후 실제 필드에서 현행 대비 개발된 시스템을 통한 공수 절감의 정량적인 측정과 실증 테스트를 통한 개선 및 보완사항 도출을 수행할 계획이다. 또한, 용접부를 판단하여 검사 정보를 추출하는 과정에서 발생하는 오차로 인한 위험성과 생산성 관련 저해요소에 대하여 분석할 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Technology Innovation Program (20000252, Development of automatic inspection for welding quality based on AI with integrated management platform in shipbuilding and maritime domain) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

References

- [1] I. H. Hwang, S. H. Nam, and J. G. Shin, "An automatic block allocation methodology at shipbuilding midterm scheduling," *Society for Computational Design and Engineering*, vol. 17, no. 6, pp. 409-416, Dec. 2012.
- [2] C. H. Ryu, S. H. Son, H. G. Shen, Y. M. Kim, B. S. Kim, C. H. Jung, I. H. Hwang, and J. G. Shin, "Manufacturing Information Calculation System for Production Automation of 3-dimensional Template Used to Evaluate Shell Plate Completeness," *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 55, no. 2, pp. 136-143, Apr. 2018.
- [3] G. B. An, H. Y. Bae, B. D. Noh, Y. H. An, and J. K. Choi, "Design for avoid unstable fracture in shipbuilding and offshore plant structure," *Journal of Welding and Joining*, vol. 33, no. 1, pp. 35-40, Jan. 2015.
- [4] Y. S. Kim, and S. C. Kil, "Latest Technology of Non Destructive Inspection for Welded Structure," *Journal of Welding and Joining*, vol. 35, no. 2, pp. 63-70, Apr. 2017.
- [5] M. J. Son, J. Y. Lee, H. G. Park, J. O. Kim, J. J. Woo, and J. H. Lee, "Development of 3D CAD/CAE Interface in Initial Structural Design Phase of Shipbuilding," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, vol. 21, no. 2, pp. 186-195, Jun. 2016.
- [6] S. M. Kim, and D. M. Sheen, "Pipe Offset Routing Program By Using 3D CAD For Shipbuilding," *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 45, no. 4, pp. 432-440, Aug. 2008.
- [7] J. T. Kim et al, Ship Hull Welding Shrinkage Margin Design Automation Method, KR Patent 10-2010-0079692, to DSME, Korean Intellectual Property Office, Daejeon, 2010.
- [8] H. J. Kim, "A study on development of outfitting modeling and automatic creating drawing system by AVEVA Marine," M. S. thesis, Graduate School of Mokpo National University, Mokpo, 2012.
- [9] Y. Y. Park, "A Study on block arrangement simulation using 3D ship structural model and block assembly tree," M. S. thesis, Graduate School of Chosun University, Gwangju, 2013.
- [10] N. H. Kim, Y. S. Park, J. H. Kim, Y. Y. Kim, J. J. Chun, and H. S. Choi, "Development of artificial intelligence modeling system for automated application of steel margin in early modeling process using AVEVA Marine," *Special Issue of the Society of Naval Architects of Korea*, pp. 35-41, Dec. 2013.
- [11] J. H. Lee, S. H. Byun, J. H. Nam, and T. W. Kang, "Estimation of welding material quantity for shipbuilding at early design stage based on three-dimensional geometric information," *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, vol. 54, no. 1, pp. 57-62, Feb. 2017.
- [12] K. Y. Kwon, "A Boundary Curve Extraction Method using Triangular Elements of a Lightweight Model," *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, vol. 22, no. 1, pp. 28-36, Mar. 2017.
- [13] K. Y. Kwon, "Welding length estimation based on lightweight model for construction of offshore structures," *The Korean Society of Mechanical Engineers*, vol. 43, no. 2, pp. 111-118, Feb. 2019.
- [14] W. S. Ruy, H. K. Kim, and D. E. Ko, "A study on the welding amount estimation system combined with 3D CAD

tool,” *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 14, no. 7, pp. 3184-3190, Jul. 2013.



김배성(Bae-Sung Kim)

2010년 : 동서대학교 전자공학과 (공학사)
2012년 : 한양대학교 전자전기제어계측공학과 (공학석사)
2012년 ~ 2013년 : LG이노텍 부품소재연구소 연구원
2013년 ~ 현재 : 중소조선연구원 해양IT융복합소재연구본부 선임연구원
※관심분야 : 해양CT융합기술, 항해통신장비, 임베디드 시스템, 안전항해지원시스템



황훈규(Hun-Gyu Hwang)

2009년 : 한국해양대학교 IT공학부 컴퓨터정보공학전공 (공학사)
2011년 : 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
2016년 : 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사)
2013년 ~ 2016년 : 한국해양대학교 IT공학부 시간강사
2016년 ~ 현재 : 중소조선연구원 해양IT융복합소재연구본부 선임연구원
※관심분야 : 해양CT융합기술, 선박 네트워크, 정보보안, 모델링 및 시뮬레이션, 신뢰성 분석



송창섭(Chang-Sub Song)

2006년 : 한국해양대학교 조선해양시스템공학부 (공학사)
2008년 : 한국해양대학교 조선해양시스템공학과 (공학석사)
2008년 ~ 2016년 : 대우조선해양 생산시스템연구부 과장
2016년 ~ 현재 : 중소조선연구원 중소조선기술지원본부 책임연구원
※관심분야 : 조선해양 용접기술, 비파괴검사 기술, 인공지능, 생산 및 공정 자동화 시스템



이기택(Ki-Taek Lee)

1999년 : 부산대학교 조선해양공학과 (공학석사)
2006년 ~ 2010년 : 삼호하이테크 CAD개발팀 차장
2011년 ~ 2014년 : 포스텍 CAD개발팀 부장
2015년 ~ 현재 : 디케이소프트 기업부설연구소 연구소장
※관심분야 : 조선해양 CAD, Third-party 소프트웨어, 용접물량 산출