

제품데이터품질(PDQ) 평가에 따른 함정 제품모델의 형상 품질검증 자동화 초기 시스템

오대균* · 황인혁** · 류철호*** · 이동건****†

*, **** 목포해양대학교 조선해양공학과, ** 서울대학교 조선해양공학과, *** 인하공업전문대학 조선해양과

Initial System for Automation of PDQ-based Shape Quality Verification of Naval Ship Product Model

Dae-Kyun Oh* · In-Hyuck Hwang** · Cheol-Ho Ryu*** · Dong-Kun Lee****†

*, **** Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

** Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University, Seoul, 151-744, Korea

*** Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha Technical College, Incheon, 402-752, Korea

요 약 : 우리 해군은 함정 제품모델(Naval Ship Product Model, NSPM)을 중심으로 하는 협업 제품개발 환경 구축을 통해 설계 데이터의 재사용성과 M&S의 활용도를 높이고 있다. 그 결과 설계결과의 신뢰성이 높아지고 있으며, 이를 활용한 운영, 건조 시뮬레이션을 통해 소요군의 요구사항이 면밀히 반영되도록 하는 연구도 진행 중에 있다. 이에 따라 설계 데이터의 DB 구축 및 그 품질에 대한 중요성이 부각되고 있으나, 그와 관련된 연구는 초기상태에 머물러 있는 실정이다. 본 연구에서는 저자들의 선행연구 결과인 함정 제품모델의 품질검증 방법론에 기초하여 함정 제품모델을 구성하고 있는 형상요소의 구체적인 품질검증 방안과 이를 자동화하기 위한 연구를 수행하였다. 함정 제품모델 데이터 중 상대적으로 중요하며, 검증과정에 많은 시간이 소요되고 있는 선각모델을 사례연구 대상으로 정의하였으며, 자동차산업에서 사용되고 있는 제품데이터품질(Product Data Quality, PDQ)을 형상검증 기준으로 활용하였다. 최종적으로 선각모델의 형상 품질검증을 위한 기준과 알고리즘을 제안하였으며 이에 기반 한 초기 시스템을 개발하였다.

핵심용어 : 함정, 획득, 제품데이터품질, 형상 품질검증, 함정 제품모델

Abstract : Recently, R.O.K. Navy is increasing re-usability of design data and application of M&S(Modeling and Simulation) through the establishment of collaborative product development environment focused on Naval Ship Product Model(NSPM). As a result, the reliability of the result of design is getting better, and furthermore, a study to improve quality of construction through simulation of production/operation is in progress. Accordingly, the database construction of design data and the DB(Database) quality become important, but there was not research related to those or it was just initial state. This paper conducted research about system of the quality verification process of shape elements which compose NSPM based on the quality verification guideline of NSPM as the result of the precedent study. The hull surface was limited as verification object. The study to verify two things that application of basic drawing by the cad model of hull surface, and whether there is error in the geometric quality of cad model was progressed. To achieve this goal, the verification criteria and algorithm were defined and the prototype system which is based on was developed.

Key Words : Naval ship, Acquisition, Product data quality, Shape quality verification, Naval ship product model

* First Author : dkoh@mmu.ac.kr, 061-240-7318

† Corresponding Author : dkleee@mmu.ac.kr, 061-240-7322

1. 서론

함정 획득사업은 타 무기체계보다 상대적으로 긴 개발기간과 수많은 개발 참여자를 포함하기 때문에 성공적인 함정 개발을 위해서는 철저한 사업관리와 높은 데이터 재사용성을 필요로 한다. 이러한 획득환경에서 철저하고 효과적인 시스템통합 및 획득업무의 협업을 이루기 위해서는 무엇보다 함정 개발과 관련된 기술 데이터의 표준화 및 검증을 필요로 하며, 특히 조전소를 중심으로 이루지는 설계, 건조 업무와 그 결과를 통해 얻어지는 설계 및 각종 기술자료 등 획득 데이터의 표준화 및 검증은 효과적인 함정개발 환경 구축을 위한 필수요소라 할 수 있겠다.

미 해군에서는 버지니아(Virginia) 급 잠수함과 DDX 개발프로그램에 본격적으로 3차원 모델링 시스템을 도입하였고, 이를 통해 구축된 디지털 함정 모델을 중심으로 하는 획득시스템을 구축 및 운영하였다. 이러한 협업기반 획득 시스템을 효과적으로 운영하기 위하여 별도의 데이터 전문 관리팀을 운영하였으며, 모델링 시스템 운영 그리고 외부 시스템과의 데이터 교환 및 최종 설계 데이터 획득을 위해 디지털 함정 모델의 정의와 획득 데이터 전자화 사양을 정의하였다.

우리 군도 IPT(Integrated Project Team) 중심의 함정개발 프로그램 체계를 구축하고, M&S 기반 획득시스템을 도입하는 등 체계적이고 효과적인 함정 개발체계 구축에 노력해오고 있다.

함정 제품모델의 정의와 또 이를 중심으로 하는 협업설계 환경구축과 관련된 연구가 꾸준히 진행되어 오고 있으며, 더 나아가 M&S 기반 획득시스템 구축을 통한 설계 신뢰성과 건조효율을 높이기 위한 연구도 진행되고 있다.

획득 데이터의 전자화와 관련된 선행연구로는, 디지털 함정을 표현하기 위한 데이터 아키텍처와 이를 기반으로 함정 제품모델을 구축하기 위한 연구가 수행된 바 있으며(Oh et al., 2009b), 함정 제품모델 데이터베이스의 품질검증을 위한 검증방안과 사례연구가 수행되었다(Oh et al., 2009a). 또한 해군에서는 이러한 연구결과를 기반으로 함정의 설계 및 건조 과정에서 획득되는 디지털 데이터에 대한 분류, 표준 및 납품절차에 대한 기준을 정의하고 있는 목적문건 전자화의 사양기준(R.O.K Navy, 2009)을 마련하였다.

목적문건 전자화 사양기준에서는 3D 함정모델의 구축 요건 및 검증 방안이 제시되어 있으며, 제시된 사양기준에 따라 주요 설계단계 및 건조 후 3D 함정모델을 구축하여 납품 및 검증 받게 되어 있다.

현재 함정 제품모델의 검증과정은 CAD 모델의 형상검증을 중심으로 수행되고 있으며 그 과정은 표본 혹은 전수 비교검사를 통해 이뤄지고 있다. 형상검증 업무의 특성상 수많은 반복 업무로 구성되어 있으며, 육안을 통한 수작업으

로 진행된다. 현재의 이러한 검증과정에는 검증오류가 발생할 가능성이 있으며, 검증을 위한 전문지식이 있다 하여도 CAD 모델에 포함되어 있는 설계자의 오류작업 검증에는 한계가 있을 수 있다(Lee et al., 2010).

본 연구에서는 저자의 선행연구 결과인 함정 제품모델 검증방안(Oh et al., 2009a)을 기본으로 함정의 형상검증 프로세스를 자동화하기 위한 연구를 수행하고자 한다.

함정 제품모델의 주요 구성항목을 대상으로 CAD 모델의 형상이 기준도면을 잘 반영하고 있는지에 대한 사실성(reality) 여부와 형상품질(geometric quality)에 문제가 없는지에 대한 여부 이 두 가지를 형상검증 목표로 하였으며, 이를 자동화하기 위한 평가기준(verification criteria)과 알고리즘을 정의하였고 이에 기반 한 초기 시스템을 개발하였다.

2. 함정 제품모델(NSPM) 형상 품질검증 방안

2.1 형상 품질검증 대상 정의

함정 제품모델(NSPM : Naval Ship Product Model)은 설계, 건조 후 설계, 생산 및 관련 기술자료를 데이터베이스로 구축하기 위한 개념으로 제품 형상(product shape), 제품 데이터(product data), 프로세스 데이터(process data)를 서로 연계하여 표현된다. 본 연구에서의 검증 자동화 대상은 제품형상을 구성하고 있는 CAD 모델이며, Fig. 1은 함정 형상을 구성하고 있는 주요 요소를 중심으로 NSPM의 개념을 보이고 있다. 이러한 NSPM의 품질검증을 위해 본 논문에서는 NSPM을 크게 제품구조, 형상, 속성 관점에서 평가를 수행하였으며, 여기서 제품 구조는 Oh et al.(2009b)에 의해 제안된 110여개 아이템으로 정의된 함정 제품구조(naval ship product structure)를 참조하였다. 함정 제품구조는 함정의 형상을 결정하고 관급장비를 구성하기 위한 기능관점의 구조로서, 복잡한 함정 데이터를 유기적으로 연계하기 위한 핵심 개념이다.

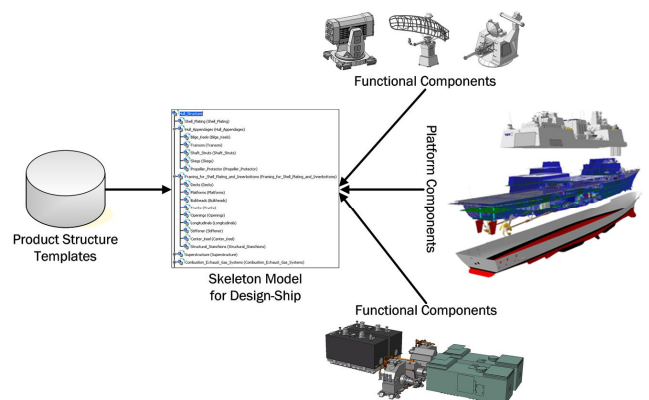


Fig. 1. Concept of naval ship product model(Oh et al., 2009b).

NSPM에 따라 정의된 세부 요소별 품질평가 관점과 검증 대상은 Fig. 2와 같다. 제품구조(product structure) 관점에서 평가는 NSPM 중 형상을 갖는 모든 아이템들의 자료구조의 연관성과 필수성을 판단하는 것이며, 제품형상(product shape) 관점이란 아이템 컴포넌트들이 설계 정보와 합정의 작업분류체계(work breakdown structure)를 제대로 반영하는지 여부를 평가하는 것을 의미하고, 마지막으로 제품속성 관점은 탑재 장비와 설계 및 생산, 운영과 관련한 정보가 적절히 반영되었는지를 판단하는 것이다. 개별 합정은 주요 설계단계 별 고유의 NSPM을 갖고 있으며, 이는 실제 합정 개발단계에서 사전에 정의된 품질평가참조모델(Quality Verification Reference Model)과 함께 조직화되어 의미를 갖게 된다(Fig. 2).

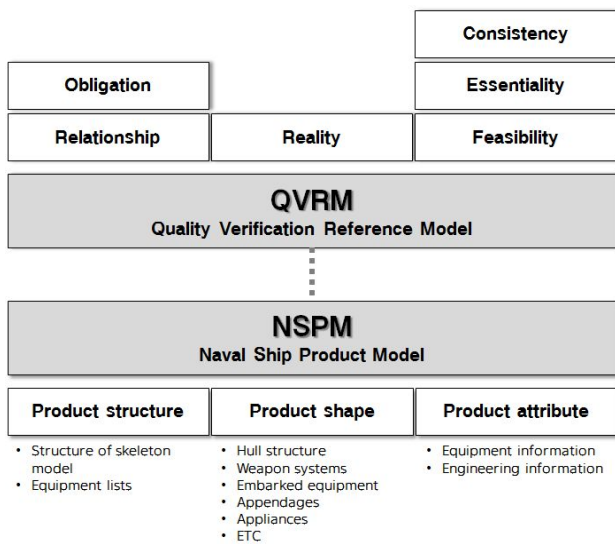


Fig. 2. Verification objects and quality verification of naval ship product model.

본 논문에서는 디지털 합정의 형상을 구성하고 있는 CAD 모델에 대한 품질검증을 중점적으로 다루고자 하며 이러한 제품형상 모델은 선각, 상부구조물, 선체구조, 선체부가물, 기관, 추진기, 격실, 장비 및 설비 등으로 구분되어진다. 형상 품질검증은 각각의 파트를 구성하고 있는 CAD 모델에 대하여 검수 기준도면 및 핵심 확인사항, 오차허용 범위/용량기준 검토 등의 작업을 통해 이루어진다. 이 중에서도 검수작업량이 많고 모델의 재사용성이 높고 설계자 별로 CAD 모델 결과의 품질차이가 많이 발생하는 아이템이 선각 CAD 모델이며, 본 연구에서는 선각 CAD 모델을 중심으로 형상 품질검증 방안을 적용하고자 한다. 선각 모델의 경우 선도(lines)가 검수 기준도면으로, 구현 확인사항 및 검수방법 등은 해군의 ‘합정 설계/건조 기준 전자화 사양기준’ 3D 합정 모델 검수방법(R.O.K Navy, 2009)을 따랐다.

2.2 제품데이터품질(PDQ) 평가기준

PDQ(Product Data Quality)(SASIG, 2005)는 자동차산업에서 제품데이터의 품질향상에 대한 요구를 충족시키기 위하여 제안되었으며 제품데이터의 공유에 따른 측면, 데이터의 재사용에 따른 측면, 그리고 공학설계변경에 따른 지연시간의 단축 측면에서 CAD 모델의 품질을 접근하고 있다. 이를 통해 모든 제품데이터를 필요로 하는 사람들, 하위 CAD 시스템 또는 협력업체에게 시간과 공간에 제약을 받지 않고 데이터를 제공할 수 있도록 데이터의 정확성과 타당성을 보증하는 수단으로써의 역할을 수행한다(Yang et al., 2005).

제품데이터는 CAD 모델의 형상정보뿐만 아니라 CAE (Computer-Aided Engineering), PDM(Product Data Management) 시스템에서도 호환될 수 있는 정보를 포함하고 있으며, PDQ는 이 모두를 다루고 있다. 하지만 현재 모든 부분에 있어 완전한 품질검증 기준이 정의된 것은 아니며, 본 연구에서도 품질검증 대상으로 CAD 모델의 형상데이터 품질만 다루고자 한다. 이에, QVRM에 따라 NSPM의 제품형상을 구성하고 있는 CAD 모델 컴포넌트의 사실성 검증을 수행하고 이후 제품형상 데이터에 대한 품질 평가는 SASIG PDQ 가이드라인의 오류판단 기준에 따라 품질기준과 검증방안을 정의하였다.

SASIG PDQ 가이드라인에서는 CAD 모델 데이터를 평가하기 위하여 그 구성요소를 Curve, Surface, Edge, Edge Loop, Face, Shell, Solid 7가지 요소로 정의하고 있으며, 이들 요소에 대하여 29가지의 평가기준(quality code)을 적용함으로써 총 69개의 CAD 모델 오류판단 기준(geometric quality criteria)을 두고 있다(SASIG, 2005). 본 연구에서는 국내 합정 제품모델이 3D CAD 어플리케이션 개발 도구인 Dassault Systemes社의 CATIA로 구축되어 있음을 고려하여 CATIA CAA V5(DS CAA Website)를 이용하여 형상 품질검증 시스템을 구현하였으며, 그 적용방안은 다음과 같다.

본 논문의 적용대상 모델인 NSPM 선각 CAD 모델은 두께를 고려하지 않은 면(surface) 모델로서 SASIG에서 정의한 구성요소를 기준에 의하면 Solid를 제외한 6가지 요소로 정의할 수 있다. 이를 CATIA에서 정의하는 기하구조(topology)로 정의하면 Cell, Face, Edge에 해당된다. Cell, Face, Edge의 관계는 Fig. 3과 같이 Vertex로 이루어진 Edge가 Face를 구성하고 다시 Face의 집합의 형태로 Cell이 이루어진다. 따라서 NSPM 기반의 CATIA 선각 모델의 가장 상위 구조인 Cell에 대한 형상검증을 위해서는 Cell에 대한 형상검증뿐만 아니라 Edge와 Face의 검증도 함께 이루어지도록 구현할 필요가 있다. 이러한 SASIG 구성요소와 CATIA 기하구조 요소간의 세부 관계는 다음 Table 1과 같다.

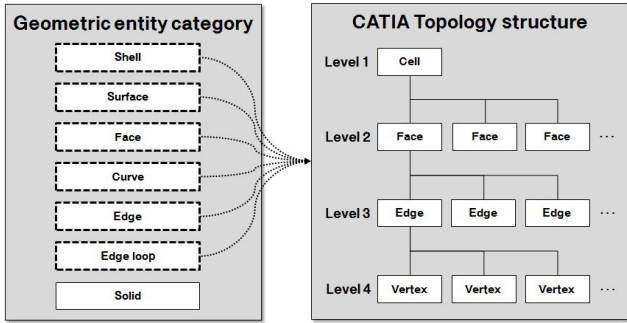


Fig. 3. Relationship between geometric entity category and CATIA topology structure.

Table 1. Detailed relationship between geometric entity category and CATIA topology structure

CATIA Topology	Geometric entity
Cell	Shell
Face	Surface / Face
Edge	Curve / Edge / Edge loop

3. NSPM 형상 품질검증 시스템

3.1 시스템 개요 및 구현범위

앞서 기술하였듯이 형상검증 대상은 함정의 가장 중요한 형상 정보이자 반면에 오류의 내재 가능성이 가장 큰 선각

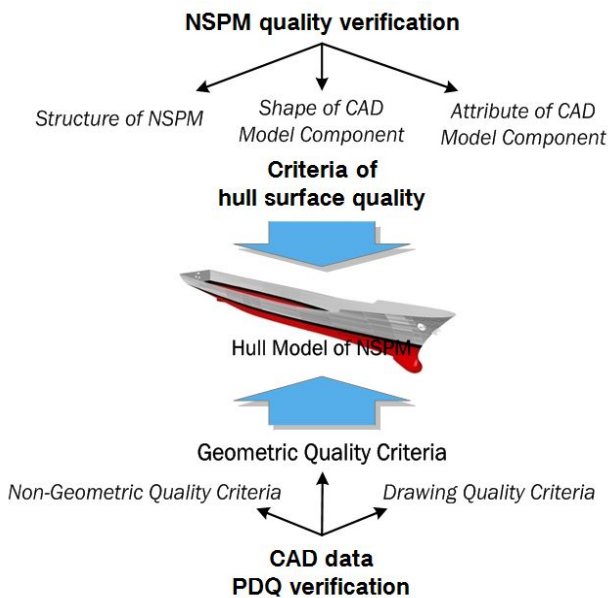


Fig. 4. Concept of product shape quality verification for hull CAD model of NSPM.

모델로 정의하였다. 형상검증 시스템은 크게 두 가지 과정을 통해 선각모델의 품질을 검증하도록 하였다. 첫 번째는 선각모델이 갖고 있는 데이터에 대한 사실성 확인이며, 두 번째는 선각모델을 구성하고 있는 기하구조 요소에 대한 오류여부를 확인하도록 하였다(Fig. 4).

3.2 형상 품질검증 방안 및 기준

선각 모델의 사실성 검증은 3차원 함정모델 검수방법 및 기준 중 선각분야 검수방법을 적용하였으며, 사실성 검증을 위한 검수 기준도면은 선도와 오프셋(off-set)으로 정의하였다. 해군에서 제시하는 선각분야의 주요 구현사항은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 선각모델은 오프셋 테이블 및 선도를 기준으로 Surface 형태로 구현되며, 두께는 고려하지 않음
- 선각형상은 Station, Water lines, Buttock lines 별로 Sectioning하였을 때 기준도면의 데이터와 동일한 결과를 가져야 함
- 최소단위 패치로 나누어 표현되도록 구현하여야 하며, 각각의 패치는 접합 영역이 완전히 일치하고 기울기의 연속성이 보장되어야 함

이때, 가용한 오차범위는 선각 주요기준선 위치에서 0.1 mm 이하로 모든 오프셋 데이터와 전수비교가 수행되어야 한다. 2.2절의 평가기준에 따르면 CATIA 선각 모델은 SASIG의 Curve, Surface, Edge, Edge loop, Face, Shell 부분에 대한 검증이 필요함을 알 수 있다. 일반적으로 널리 사용되고 있는 상용 CAD 패키지인 CATIA, NX, SolidWorks 등은 이미 현업에서 검증된 우수한 3차원 모델링 도구로써 기본적인 CAD 모델의 품질은 이미 확보되어 있다고 가정할 수 있기 때문에, 본 연구에서는 실제 함정 설계자가 전체 선각 모델의 곡면을 설계하는 과정에서 임의로 구분한 Face들 간의 관계를 중심으로 형상 품질검증을 구현하였다.

3.3 형상 품질검증 프로세스

선각 모델의 데이터 사실성 확인기준과 형상 품질 확인기준의 정의에 따라 전체 형상 품질검증 프로세스가 이뤄지며 이를 정리하면 Fig. 5와 같다. 이는 크게 NSPM 데이터의 사실성 검증 단계와 형상 품질검증 단계로 구분되며, 형상 품질검증은 앞서 언급한 바와 같이 SASIG 기준을 따르고 있다. Fig. 6은 SASIG 기준에 따른 형상 품질검증 기준 9가지 패턴을 보이고 있다.

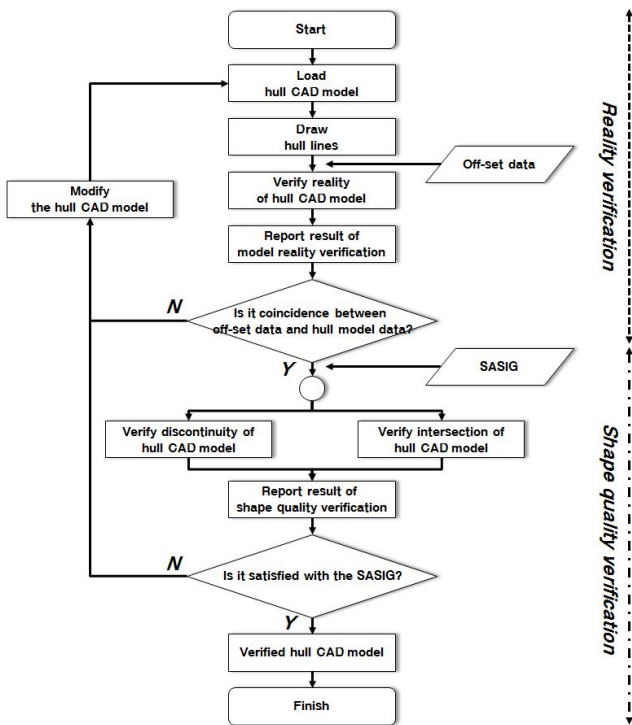


Fig. 5. Flowchart of the shape quality verification process.

4. 시스템 구현 및 사례연구

형상 품질검증 시스템의 구현은 앞서 정의한 PDQ 평가기준 적용방안에 따라 CATIA CAA V5를 이용하여 구현하였으며, 사례연구를 위한 함정의 선각모델은 CATIA V5로 구축하였다.

형상 품질검증 시스템의 설계를 위해 현업 설계자의 요구사항을 반영하고자 ooCBD(object-oriented Component Based Development) 방법론의 요구사항 분석법을 사용하였다. ooCBD 방법론은 소프트웨어 개발에 있어 체계적일 뿐만 아니라 기능 확장 등의 수정에 있어 유연한 소프트웨어 설계가 가능한 특징이 있다. 향후 형상 품질검증 시스템의 확장성을 고려하여 ooCBD의 요구사항 분석법을 적용하여 요구사항 분석 및 사용자 환경 설계를 하였다. Fig. 7, 8은 구현된 형상 품질검증 시스템의 사용자 환경을 보이고 있다.

4.1 선각모델 사실성 검증

선각모델 사실성 검증은 3차원 함정 모델로부터 추출한 선도 데이터와 기준도면의 오프셋 데이터의 비교를 통해 이루어진다. 먼저 선각모델의 선도 데이터인 station line, water line, buttock line을 포함하는 평면을 생성하고 생성된 평면과 선각모델의 교차 계산을 통해 선도 데이터를 추출한다. 추

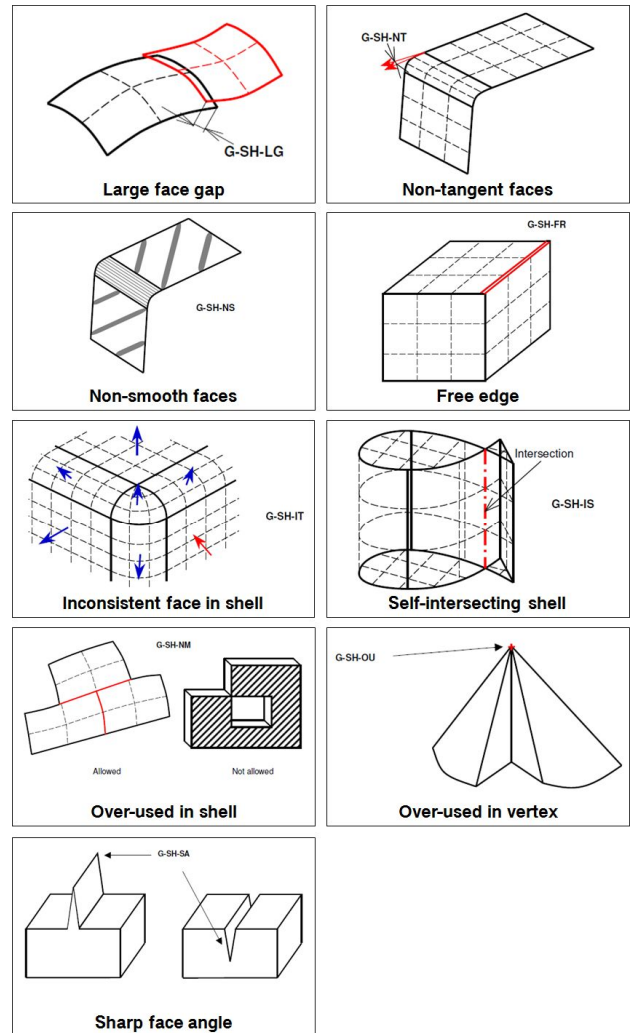


Fig. 6. Shell criteria of SASIG-product shape data quality.

출한 선도 데이터들 간의 교차 계산을 통해 오프셋 테이블과 비교하기 위한 교차 포인트 데이터를 생성한다. 이렇게 생성된 데이터와 오프셋 테이블의 데이터를 비교하여 오차가 0.1 mm 이하이면 사실성 검증 기준을 통과하게 된다.

Fig. 7의 ‘Geometry Data Range’는 선각 CAD 모델을 포함하는 최소의 bounding box를 구성하는 기능으로 CAD 모델이 존재하는 영역을 확인하는 역할을 한다. 또한, ‘Coordinate System’은 선각 CAD 모델의 좌표계와 오프셋 데이터의 좌표계를 일치시키고 교차 계산을 위한 평면을 생성하는 기능이다. 사용자는 오프셋 테이블의 좌표계에 맞춰 CAD 모델의 좌표계와 원점을 설정할 수 있다. 사실성 검증을 실행하게 되면 선도를 기반으로 한 평면에 대해 교차 계산을 수행하고 그 결과를 오프셋 테이블과 비교하여 CAD 모델에 가시화 하고 Text 혹은 HTML 문서 형태로 결과보고서를 출력하게 된다.

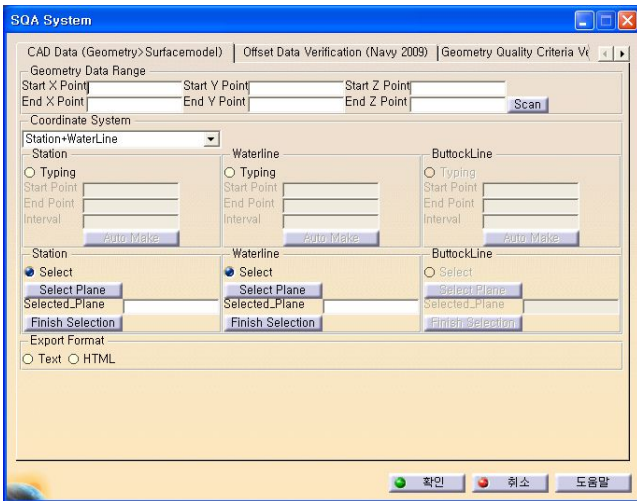


Fig. 7. The user interface of SQA(Shape Quality Assurance) system #1.

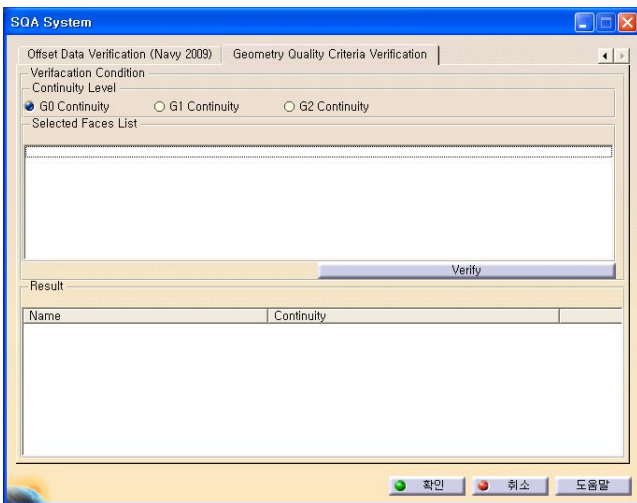


Fig. 8. The user interface of SQA(Shape Quality Assurance) system #2.

4.2 CAD 모델 형상 데이터 검증

형상 데이터 검증은 하나의 선각 모델을 구성하고 있는 여러 곡면들 간의 연속성과 중첩성 검증으로 이루어진다. 연속성 검증은 Fig. 6의 패턴 중 Non-tangent faces와 Non-smooth faces의 만족여부를 확인한다. Non-tangent faces 조건은 두 개의 Face가 접하는 공통 Edge에 속하는 포인트에서 법선벡터를 비교하여 검증할 수 있으며, Non-smooth faces 조건의 경우 두 개의 Face가 갖는 곡률값의 차이를 통해 검증 가능하다. 중첩성은 두 개의 Face가 인접하는 공통 Edge에 대한 Large face gap 조건을 통해 검증할 수 있다(Fig. 6).

Fig. 8은 형상 품질검증 기능에 대한 사용자 인터페이스를

보이고 있다. ‘Verification Condition’은 검증을 하기 위한 연속성의 단계를 설정하고 검증 대상 Face들을 선택하는 기능이다. 연속성의 단계는 SASIG의 기준에 따라 앞서 언급한 연속성과 중첩성 조건 3가지를 선택할 수 있도록 구성하였다. 또한, 검증 대상은 기본적으로 선각 모델 전체를 대상으로 하고 사용자의 판단에 따라 일부 영역으로 한정할 수 있도록 하였다. 검증 결과를 표시하는 Result는 선택된 Face들 중에서 검증하고자 하는 연속성 단계 조건을 만족하지 못하는 Face를 List의 형태로 나열하여 표시할 수 있게 구현하였다.

Fig. 9는 형상 품질검증 프로세스 및 시스템의 사례 연구를 위한 선각 모델을 보이고 있다. 선각 모델의 사실성 검증을 위해 선도를 기반으로 교차 포인트 데이터를 추출하고 오프셋 테이블과 비교를 수행하였으며 그 결과 화면은 Fig. 10과 같다.

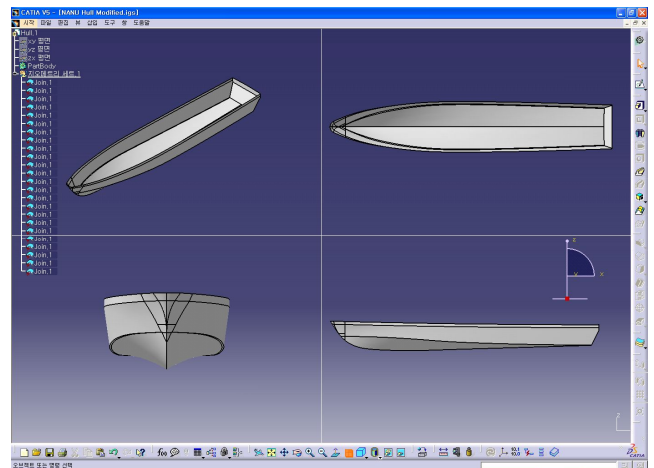


Fig. 9. Hull form model for the case study.

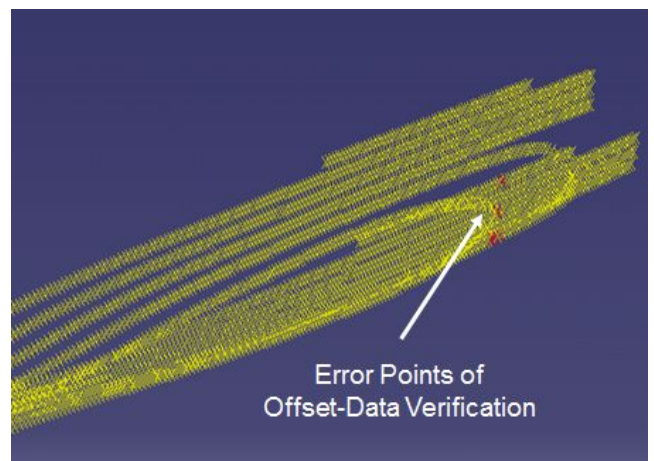


Fig. 10. Result of offset-data verification with sample hull.

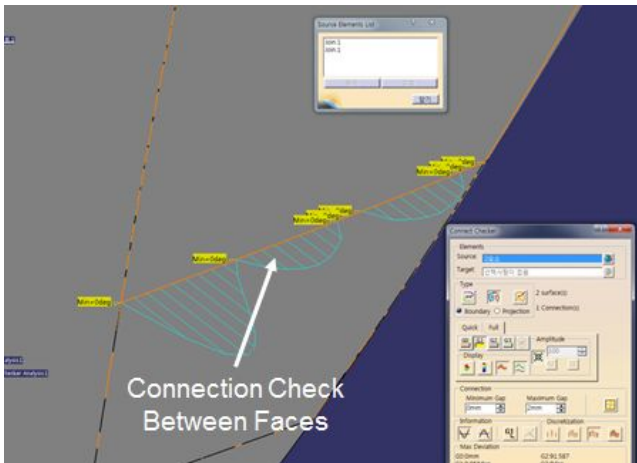


Fig. 11. Result of geometry quality verification with sample hull.

Fig. 11은 사례 선각 모델의 Non-tangent faces와 Non-smooth faces 만족여부를 확인하기 위한 형상 데이터 검증 과정을 보이고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 디지털 함정 선각 모델의 형상 품질검증을 자동화하기 위한 초기 시스템을 개발하였다. 해군의 3D 함정모델 검수방법과 SASIG의 제품데이터품질 평가기준을 기반으로 선각 모델의 사실성 검증과 CAD 모델의 품질검증을 위한 방안을 제시하였으며, 사례 시스템 개발을 통해 그 효용성을 보였다.

실제로 선각 모델의 사실성 검증은 수 시간 동안의 반복 검증과정을 거쳐야 하기 때문에, 본 시스템을 검수에 활용한다면 기존보다 업무 효율을 높일 수 있을 것이며, 검증결과 또한 기존의 표본, 전수 비교검사 보다 신뢰할 수 있을 것이다.

그동안 선각 모델 검수에서 간과되었던 Shell 모델의 품질검증을 형상 검증에 적용한 것도 의의가 있다고 하겠다. 다만, 본 연구에서는 선각 Shell 모델의 활용을 고려하지 않은 상태에서, 연속성과 중첩성 검증을 중심으로 기초적인 형상검증을 정의하였기 때문에 향후 이 부분에 대한 보완이 필요하다.

References

- [1] DS CAA Website (Component Application Architecture Version 5), <http://www.3ds.com/plm-glossary/caa-v5/>
 [2] Lee, P. L., H. Y. Lee, I. H. Hwang, C. H. Ryu, D. K. Oh

- and J. G. Shin(2010), A Study on the Evaluation Criteria for Automatic Verification Hull of Naval Warship, Proceeding of the Society of CAD/CAM Engineers, p. 78.
 [3] Oh, D. K., J. G. Shin and Y. R. Choi(2009a), A study of product information quality verification in database construction of naval ship product models, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 46, No. 1, pp. 57-68.
 [4] Oh, D. K., J. G. Shin, Y. R. Choi and Y. H. Yeo(2009b), Development of a naval ship product model and management System, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 46, No. 1, pp. 43-56.
 [5] R.O.K. Navy(2009), Criteria for Digital Data Acquisition, DAPA(Defense Acquisition Program Administration).
 [6] SASIG(2005). Product Data Quality Guidelines for the Global Automotive Industry.
 [7] Yang, J. S., S. H. Han, S. H. Park and G. S. Jang(2005), Investigation of product data quality in the korean automotive industry, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, Vol. 10, No. 4, pp. 274-283.

원고접수일 : 2013년 11월 27일

원고수정일 : 2014년 01월 15일

게재확정일 : 2014년 02월 25일