

조선해양 기자재의 조립체 3D CAD 데이터의 간략화 요구 사항 분석

권순조(한국과학기술원), 문두환[†](경북대학교), 한순홍(한국과학기술원)

요약

조선사는 선박이나 해양 플랜트의 설계 과정에서 각종 기자재의 사양을 결정한다. 그리고 외부 공급업체로부터 기자재를 납품 받는다. 기자재 납품 시, 기자재의 3D CAD 데이터를 같이 제공받지만 데이터의 복잡도가 높아 조선 CAD 시스템에 맞도록 간략화를 하는 시스템이 필요하다. 기자재 3D CAD 데이터는 기계 CAD 시스템에서 단품이나 조립체 형식으로 만들어진다. 그리고 실제 업무에서는 조립체 형식으로 기자재 3D CAD 데이터를 만드는 것이 일반적이다. 3D CAD 단품 데이터의 간략화에 대한 연구는 기존에 많이 진행되어 온 반면, 3D CAD 조립체 데이터의 간략화에 대한 연구는 미미한 수준이다. 이 연구에서는 기존의 3D CAD 조립체 데이터의 간략화에 대한 관련 연구들을 소개한다. 그리고 조선해양 기자재의 3D CAD 조립체의 간략화에 필요한 요구 사항 및 요소 기술을 분석한다.

Keywords : 3D CAD assembly (3D CAD 조립체), Ship and offshore plant equipment (선박 및 해양플랜트 기자재), Simplification (간략화), Multi-Resolution (다중 해상도)

1. 서론

조선 산업에서는 기본 및 상세설계 단계에서 3D 조선 CAD가 보편적으로 사용되고 있다. 3D 조선 CAD 시스템은 설계 결과물에 대한 직관적인 가시화, 기자재 간의 간섭체크 및 경계계산으로 설계자의 실수를 줄여주며, 설계와 생산 단계와의 연계를 통해서 생산성을 높이는데 기여하였다.

기자재 3D CAD 데이터는 다양한 목적으로 이용되는데 구체적으로 디지털 목업 (Song&Chung, 2006), 생산관리 (Kim&Bae, 2011), 의장 카탈로그 구축, 생산 공정 계획 등이 있다. 이러한 목적에 따라 3D CAD 데이터는 다양한 상세도를 가지게 된다. (Lee, 2004) 기자재 업체는 기자재의 설계 및 제작을 목적으로 하기 때문에 매우 높은 상세도를 가지는 3D CAD 데이터를 구축하는 반면, 조선소는 선박 및 해양플랜트의 설계 및 생산을 목적으로 하기 때문에 상대적으로 낮은 상세도를 가지는 기자재 3D CAD 데이터를 구축하여 사용한다. 이렇게 목적에 따른 3D CAD 데이터 구축은 조선소의 업무 효율을 높여줄 뿐만 아니라, 데이터의 크기도 줄여주는 장점이 있다.

선박 및 해양 플랜트의 운영단계에서의 선박유지보수 시스템이나 생애주기 시스템의 도입은 3D CAD 데이터 간략화의 중요한 이유이다. 해양에서 운항하는 선박 및 해양플랜트에서 육상이나 원격 장치로 기자재의 정보를 실시간으로 전달하기 위해서는 상대적으로 간략한 기자재 3D CAD 모델을 사용해야 한다.

기자재 3D CAD 데이터는 기계 CAD 시스템에서 단품이나 조립체 형식으로 만들어지며, 조립체 형식으로 만드는 것이 일반적이다. 3D CAD 단품 데이터의 간략화에 대한 연구는 특징형상의 유효영역을 고려한 단품 모델의 다중해상도 제공 (Lee, 2005), 간략화 알고리즘의 개발 및 통합 (Kim, 2005), 조선업에 맞는 LOD 기준 정의 및 구현 (Kang, 2012) 등 기존에 많이 진행되어 온 반면, 3D CAD 조립체 데이터의 간략화에 대한 연구는 미미한 수준이다. 따라서 조선해양 기자재의 3D CAD 조립체의 간략화에 필요한 요구 사항 및 요소 기술의 분석이 요구된다. 본 연구에서는 기자재 3D CAD 데이터 간략화에 대한 관련연구를 조사하고 조립체 3D CAD 간략화의 요구 사항 및 요소 기술을 분석한다.

2. 관련 연구

기존에는 단품 3D CAD 데이터의 간략화에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 본 장에서는 단품 데이터 간략화에 대한 관련연구를 소개하도록 한다.

2.1 특징형상의 재배열

이상헌은 (Lee, 2005) 특징형상의 유효영역을 고려한 특징형상의 재배열을 통해서 단품 3D CAD 모델의 다중해상도를 제공해주는 방법을 제안하였다. 또한 감법 특징 형상, 가법 특징형상, 특징형상의 부피 등 형상 정보를 LOD 기준으로 적용해서 다양한

다중해상도 모델을 제공해 준다. 하지만 연구 대상이 단품 3D CAD 모델이며, LOD 기준으로는 볼륨 등의 형상정보만을 고려한다. 본 연구에서는 조립체 수준의 3D CAD 모델이 고려대상이며, LOD 기준으로는 형상 및 비 형상 정보를 포함한다.

2.2 다중해상도 구현을 위한 간략화 알고리즘 통합

김성찬은 (Kim, 2005) B-Rep 모델의 다중해상도를 구현하는 통합 시스템을 개발하기 위한 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 Wrap-around, Smooth-out 및 Thinning 알고리즘을 통합하여 단품 및 조립체 수준의 간략화를 수행했다. 알고리즘을 통해 검색된 피처를 MR-Feature로 정의하고 최상위 조립체에서 관리하면서 면적이 작은 MR-Feature부터 제거하면서 사용자가 원하는 LOD 수준으로 간략화 한다. 단품 뿐만 아니라 조립체 수준의 간략화를 지원하지만 간략화 시에 기지재의 조립관계를 고려하지 않았다.

2.3 Feature Tree Pruning Operation

김성찬은 (Kim, 2002) 다중해상도 모델 생성을 위한 Feature Tree Pruning Operation을 제안하고 3D CAD 모델에 적용하였다. Feature Tree Pruning은 총 3가지 방법을 사용하는데 방법으로는 Feature의 재배열, 스케치의 단순화, Small Additive Feature의 제거가 있다. Feature의 재배열 시에는 감법 특징형을 LOD 판단 기준으로 놓는다. 주로 단품 형상의 간략화가 위주이며, 조립체 간략화의 경우 mating/interference 조건을 고려하여 확인된 face로부터 특징형상 및 스케치 요소를 고정하는 것으로 기술되어 있다.

2.4 조선해양 기지재 LOD 기준 개발

강연욱은 (Kang, 2012) 선박 외장 카탈로그 구축을 위한 기지재 3D CAD 간략화에 대한 연구를 진행하였다. 이 때 조선해양 3D CAD 모델에 맞는 간략화를 위해서 형상정보 및 비 형상정보를 고려한 새로운 LOD 기준을 정립하였다. 형상 정보로는 특징형상의 부피, 비형상정보로는 단품 모델의 외곽경계 및 포트 유무 등을 고려하였다. 하지만 적용 대상이 단품 3D CAD 모델이며, 간략화시에 기지재의 조립 관계를 고려하지 않았다.

3. 조립체 간략화 요구 사항 및 요소 기술 분석

3.1 조립체 간략화 요구 사항

대부분의 기지재 3D CAD 데이터는 조립체의 형식으로 만들어진다. 조립체는 구성 단품들간에 조립 제약을 부여하여 단품들을 3차원 공간상에 배치한 형태로 볼 수 있다. 단품은 특징형상 수준들의 집합으로 구성되어 있으며, 조립체는 단품들의 집합으로 구성되어 있다. 따라서 단품과 조립체 데이터를 간략화 할 때 고려해야 할 조건은 상이하하다. 조립체 수준의 간략화 시 요구 사항은 다음과 같다.

3.1.1 내부 형상 정의 및 처리

조선해양 기지재 카탈로그에 사용되는 간략화된 3D CAD 데이터의 경우, 형상 측면에서는, 외곽 형상, 포트, 그리고 유지보수 공간의 표현이 중요하다. 그러나 내부에 보이지 않는 형상은 중요하지 않다. 따라서 간략화 과정에서 내부 형상의 제거가 필요하다. 조립체 형식의 CAD 데이터의 간략화를 하게 되면 다음 두 가지 관점의 내부 형상이 나타나기 때문에 내부 형상에 대해서 구체적으로 정의를 해야 한다.

첫 번째는 특징형상 (F_i)이 다른 특징형상(F_j)에 완전히 포함되는 경우 (Fig. 1 (a))이다. 조립체를 구성하는 단품들간의 간섭이 없도록 모델링이 되었다는 가정을 하면 간략화 전에는 이와 같은 내부 형상이 나타나지 않는다. 그러나 간략화 과정에서 이와 같은 내부 형상이 발생된다.

두 번째는 특징형상 (F_i)이 다른 특징형상에 포함되지 않지만 다른 특징형상들로 인해서 외부에서 보이지 않는 경우이다.

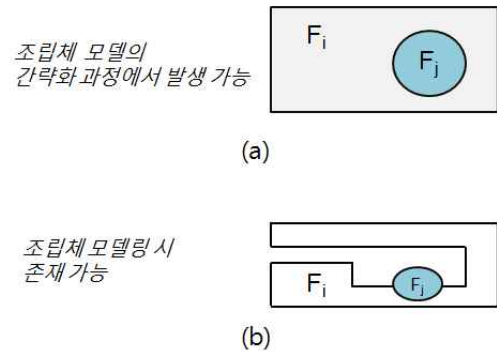


Fig. 1 내부 형상의 정의

3.1.2 조립체의 조립관계 보존

조립체 모델링 과정에서 단품들간에 조립 제약조건을 부여하여 모델링을 하게 된다. 조립 제약조건을 명시하기 위해서는 단품의 특징형상을 참조해야 한다. 간략화 과정에서 조립체 모델의 형상이 공간 상에 분리가 될 가능성이 있다. 그렇게 되면 기지재는 비현실적 간략화 형상을 갖게 된다. 따라서 조립체 수준의 간략화 시에는 단품들간의 조립관계 부여를 위해 참조된 특징형상은 간략화 과정에서 보존이 돼야 한다.

3.1.3 조립체의 외곽경계 판단

강연욱(Kang, 2012)은 단품 수준의 간략화 시에 외곽경계를 LOD 기준 중 하나로 정립하였다. 이때 외곽경계는 기지재의 가로, 세로, 높이 방향의 주요 치수와 관련된다. 기지재 제작업체가 기지재의 주요 부품들을 고려하여 주방향에서의 기지재의 길이를 계산한 것이 주요 치수이다.

조립체의 경우 주요 치수와 관련된 특징형상들이 하나의 단품에만 있는 것이 아니라 여러 단품에 분산되어 있다. 따라서 조립체의 경우 외곽경계 상에 존재하는 특징형상을 찾을 때는, 단품 중심이 아닌, 조립체 전체의 형상 중심으로 외곽 경계를 판단해야 한다.

3.1.4 정적 요소 및 동적 요소 구분

간략화 과정에서의 간략화 기준별 상태 변화 측면에서 보면 간략화 기준은 정적 요소와 동적 요소로 구분될 수 있다. 정적 요소는 간략화 과정의 진행 시 상태가 변하지 않는 기준이다. 특징형상의 부피 등의 대부분의 간략화 기준이 이에 해당된다.

반면에 동적 요소는 간략화 과정의 진행 시 상태가 변하는 기준이다. 내부 특징형상 (Fig. 1(a)) 기준이 이에 해당된다. 조립체를 간략화 하게 되면, Fig. 2와 같이, 처음에는 내부 형상이 아니지만 간략화 과정 후에 내부 형상이 되어버리는 경우가 발생한다.

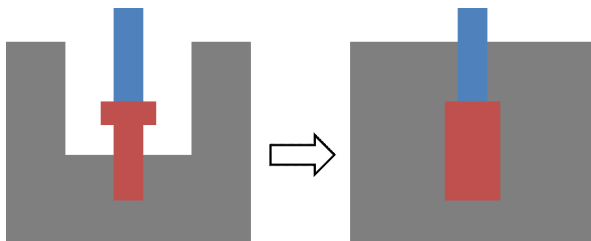


Fig. 2 정적 요소 (파란색) 및 동적 요소 (빨간색)

기자재 조립체의 간략화 과정에서 정적 요소와 동적 요소가 간략화 절차에 영향을 미치지 않기 때문에 이를 구분하는 것이 중요하다. 정적 요소의 경우 계산 값이 변하지 않기 때문에 간략화 초기 단계에서 정적 요소에 대해서 계산한 값을 사용할 수 있다. 반면에 동적 요소는 간략화 과정에 따라 달라지기 때문에 간략화 각 단계별로 동적 요소에 대해서 값을 계산해야 한다.

3.2 조립체 간략화 요소 기술

기자재 조립체의 간략화 요구사항을 만족시키는 간략화 방법을 개발하기 위해서는 다음과 같은 요소 기술이 필요하다.

3.2.1 내부 형상 처리 알고리즘

조립체 수준의 간략화에서 내부 형상의 처리는 필수적이다. 따라서 내부 형상인지 여부를 판별할 수 있는 알고리즘이 필요하다. 특징형상들간의 포함 관계는 ACIS 와 같은 형상 모델링 커널에서 제공되는 API를 이용하여 판별할 수 있으나 외부에서 보이지 않는 특징형상은 추가적인 알고리즘의 개발이 필요하다.

3.2.2 차별적 우선권이 부여된 다 기준 의사결정 방법

기자재 조립체의 간략화 기준별로 간략화 우선 순위가 달라진다. 부피, 외곽경계는 가중치 등의 조건에 따라 간략화 미치는 영향이 달라진다. 반면에 내부 특징형상은 반드시 간략화를 해야 한다. 그리고 포트나 조립 제약조건에 참조된 특징형상은 보존해야 한다. 즉, 간략화 기준별로 차별적인 우선권을 가지게 된다.

따라서 차별적 우선권을 부여하여 특징형상별 간략화 우선순위를 정량적인 값으로 계산해야 한다. 이와 관련하여 차별화된 우선권을 고려한 다기준 의사결정 방법 연구에 대한 조사가 필요하다. 다기준 의사결정이란 다수의 평가 기준이 있을 때, 각 기준 하에서 선택 대상으로 고려하고 있는 다수 대안들의 선호도를 각각 측정하고 종합하여 최선의 대안을 선택하는 과정이다.

4. 결론

조립체 3D CAD 모델의 간략화는 단품 모델의 간략화 기준과 함께 추가적인 간략화 요구사항을 고려해야 한다. 이를 위해 조립체 3D CAD 모델의 간략화에 관한 요구 사항을 분석하였다. 그리고 조립체 간략화 방법을 개발하기 위해 필요한 요소 기술에 대해 살펴보았다.

앞으로 분석된 요구 사항 및 요소 기술을 바탕으로 조립체 수준의 기자재 3D CAD 데이터 간략화를 위한 LOD 기준, LOD 계산에 필요한 요소 알고리즘의 개발, 그리고 프로토타입 시스템 구현 연구를 진행할 계획이다.

참고 문헌

- Cignoni, P., Montani, C. & Scopigno, R., 1998. A Comparison of Mesh Simplification Algorithms, *Computer & Graphics*, 22(1), pp.37-54
- Kim, S.R. & Bae, J.H., 2011. A Design and Implementation of a Web-based Ship ERP(SHERP). *The Journal of the Korea Information and Communications Society*, 36(b5), pp.710-719.
- Lee, G.W., 2004. Development of Modeling Kernel supporting Multi-resolution. *KOSEF Report No M1-9911-00-0013*
- W. J. Schroeder, J. A. Zarge, & W. E. Lorensen, 1992. Decimation of Triangle Meshes, *Proceedings of the ACM SIGGRAPH '92*, pp.65-70
- Song, I.H. & Chung, S.C., 2006. Design of Lightweight CAD Files with Dimensional Verification Capability for Web-Based Collaboration. *Transactions of the Korean Society of mechanical engineers.*, 30(5), pp.488-495.
- Kang, Y.U., 2011. Analysis of equipment catalog for Simplification of equipment 3D CAD. *The Society of Naval Architects of Korea Conference*.
- Kang, Y.U., 2012. Simplification procedure of equipment 3D CAD data with high complexity for the construction of equipment catalog. *Korea CAD/CAM Conference*.
- Lee, S.H., 2005. A Study on Feature-Based Multi-Resolution Modeling- Part I: Effective Zones of Features. *Korea CAD/CAM conference*
- Kim, S.C., 2005. An integrated approach to realize multi-resolution of B-rep model. *Korea CAD/CAM conference*
- Kim, S.C., 2002. Feature tree pruning operation to generate multi-resolution model. *Korea CAD/CAM conference*
- 3D ACIS Modeling, <http://www.spatial.com/>