

3D 설계품질 기준 정보의 온톨로지 구조 정의

Definition of the Ontology Structure about the information of 3D Design Quality Criteria

*#이필립¹, 유철호², 최양열³

#Philippe Lee(philippe_lee@xinnos.com)¹, Cheolho Ryu², *Yang-Ryul Choi¹
¹(주)지노스, ²인하공업전문대학 선박해양시스템과

Key words : PDQ, Ontology, 3D CAD, Quality Criteria

1. 서론

제품을 설계하고 생산하는 과정에서 고성능 컴퓨터 시스템을 이용한 결과, 효율이 높아졌고 생산성은 향상되었다. 컴퓨터를 이용해 만든 3D CAD 설계 정보는 이전에 비해 협업을 진행하기도 용이하며, 실제 생산될 제품을 사진에 더 정확히 파악할 수 있는 수단으로 널리 사용되고 있다. 특히 월등해진 컴퓨터 성능을 이용하여 CAE를 수행하고 실물 모형을 모니터를 통해 확인함으로써 전체 공정을 훨씬 짜임새 있게 줄일 수 있게 되었고, 결과적으로 설계 기간의 단축을 가져왔다.

그러나 3D CAD 모델 자체가 컴퓨터 상에서 만들어진 관념적인 대상인 까닭에 실제 제품으로 만들어지는 과정에서 문제가 될 수 있는 요소가 나타났다. 이를 해결하는 연구를 제품데이터품질(Product Data Quality, PDQ)이라 부른다. 설계 단계에서 제품데이터품질 관점의 문제를 해결하기 위해 많은 연구가 있어왔으며 상당부분은 이론적으로 규명되고 이를 알고리즘으로 구현한 상용 솔루션도 출시되었다.

반면, 정형화된 제품데이터품질 솔루션의 문제점도 계속 보고되고 있는데 규정된 기준에 의한 검색과 교정 기능이 유연하지 못하고 회사나 부서, 사용자 별 지식을 반영할 수 없어 검증 과정에서 아예 기능 자체를 무용화시키는 비효율적인 사용이 대표적이다. 이런 문제의 해결을 위해 본 연구에서는 제품데이터품질의 기준 정보를 온톨로지 구성하여 유연함을 확보하고 설계 지식을 축적할 수 있는 구조를 정의하여 제안한다.

2. 설계정보에 대한 제품데이터품질 검증

2.1 제품데이터품질

현대 제조업에서 생산되는 대부분의 제품은 복잡한 구조를 이루고 있으며 많은 부품을 조립하여 만들어진다. 완성차의 경우 대략 2만 ~ 3만개의 부품으로 만들어지며 60 ~ 80%가량이 협력업체에서 만들어진 부품이나 컴포넌트의 조합으로 이루어져 있다. 따라서 부서와 부서, 업체와 업체 간 설계 정보 이동이 매우 빈번하고 수정도 잦을 수 밖에 없다. 이 과정에서 3D CAD 설계 정보는 지속적으로 변경이 일어나고 수많은 수정을 거쳐 만들어진다.⁽¹⁾

물리적인 속성을 가지지 않는 컴퓨터 모델인 까닭에 실제 가공을 하거나 생산을 할 때는 문제가 되는 요소가 설계 당시에는 포함될 수 있고 이를 사전에 파악하지 못하면 제품생산 일정에 차질이 생기기 쉽다. 제품데이터품질은 실제 생산단계에서 문제가 될 수 있는 설계 정보의 요소를 사전에 파악하고, 이를 교정함으로써 신뢰도 높은 설계정보를 확보하고 효율적인 제품개발 공정을 지원하는 기술이다. 세계적으로도 자동차 업계를 위주로 제품데이터품질 기준과 방법에 대한 표준안이 만들어졌고, 자동차 산업 비중이 높은 일본과 독일 같이 자국 표준안을 만들어 산업계에 실용적으로 활용하는 경우도 있다.

대부분의 오류가 기하 수준에서 발생하기 때문에 학술적인 연구 또한 기하형상단계의 오류를 찾아내는데 집중되었고, 이를 바탕으로 만들어진 실용 솔루션과 국제적으로

통용되는 표준 또한 기하형상 수준에서 발생할 수 있는 오류를 검출하고 그에 대한 기준을 결정하는데 집중되어 있다.

2.2 제품데이터품질 수행 문제점

학계와 산업계에서 충분한 요구사항을 도출하고 많은 연구를 거쳐 신뢰성 높은 알고리즘과 규칙이 만들어졌고, 이에 기반한 상업용 솔루션과 자체(in-house) 솔루션이 산업계에서 사용되고 있다. 하지만 기계적으로 제품데이터 품질을 적용하는 현장에서 실제 사용자 단계의 추가적인 문제점이 도출되었고 이에 대한 해결이 필요한 상태다.

기계적인 기준과 자동화된 알고리즘이 주로 목표로 하고 있는 부분은 설계정보 중에도 오류가 집중되는 기하(Geometry) 정보다. 대부분의 문제점이 집중되기는 하지만 현대 3D CAD 데이터는 기하정보로만 이루어져 있는 것은 아니며, 설계자의 의도를 반영하고 공학적인 계산의 편의성을 위해 솔리드 정보와 특정형상 기반의 제품 구조 정보 등이 담겨 있다. 이런 정보에 대한 접근이 결여된 채 기하 정보에 대하여 기준 검증을 기계적으로 수행해서는 오류가 발생하기 쉬우며, 설계자의 의도를 반영하지 못해 잘못된 결과를 제공하기 쉽다. 설계자라면 설계 프로세스 상의 설계정보 성숙도와 의도를 감안해 유연하게 검증할 내용을 기계적으로 검증하면 높은 수준의 정밀도를 요구할 경우 이상이 없는 결과까지 오류로 판정하기 쉽고, 낮은 수준의 정밀도로 검사할 경우 이상이 있는 결과를 오류로 판정하지 않게 되어 결과적으로 제품데이터품질 수행 결과에 대한 사용자 신뢰가 하락하게 된다. 이런 문제를 해결하기 위해 설계 이력 정보를 감안해 제품데이터품질 검사를 수행하는 알고리즘 연구가 있었고,⁽²⁾ 실제로 실무에서 제품데이터 품질을 사용하는 경우 규정 상에는 설계정보를 개정할 때마다 제품데이터품질 검사를 수행하게 되어 있지만 미완 단계의 정보에 대한 과도한 검사를 막기 위해 설계책임자가 임의로 특정 프로세스에서 제품데이터품질 기준의 정밀도를 낮게 조정하는 경우가 있다.

이렇게 실무에서 사용하는 제품데이터품질 기준은 사용자의 경험과 조직의 특수한 상황을 유연하게 반영할 방법이 필요하고, 그간 연구된 알고리즘을 기계적으로 적용하는 수준 이상의 접근방법이 필요하다.

3. 온톨로지를 이용한 제품데이터품질 기준 정의

3.1 온톨로지

온톨로지란 철학의 존재론 또는 본체론에서 유래한 말로써, 이를 공학적으로 접근한 스탠포드의 Tom Gruber는 이를 간단한 개념화 명세서라고 정의하였다.⁽³⁾ 간단하게 풀어쓰면 데이터 모델에 지식을 부여함으로써, 인간과 기계 사이의 의사소통을 가능하게 해주는 방법론이라 할 수 있다.⁽⁴⁾ 최초 온톨로지라는 개념은 언어 영역에서 활용되기 시작했다. 그러나 온톨로지의 영역이 공학적인 측면으로 옮겨오면서 온톨로지에 대한 접근을 개념적, 물리적, 구조적 그리고 화학적인 접근으로까지 확대되고 있다. 인공지

능분야를 비롯해서 전자상거래 및 여러 가지 정보교환 프로토콜에까지 온톨로지 개념을 적용시켜 다른 분야의 전문화된 지식을 공유하려는 연구가 많이 진행되었거나 진행중에 있다. (5) 현재 공학적인 접근에서 온톨로지에 대한 연구는 온톨로지 이론을 기반으로 한 시맨틱 웹(Semantic Web)을 중심으로 진행되고 있는데, 공학적 지식을 공유하는데 초점이 맞추어져 있다. 이 기존 CAD 간의 설계지식을 공유한다던가 전자상거래를 위한 제품정보를 공유하는 방법같이 다양한 방향으로 응용이 이루어졌다.

3.2 온톨로지 구조와 제품데이터품질 문제 해결

온톨로지는 개념과 관계, 개념 사이의 계층관계로 구성되고, 여기에 개념 간의 관계와 개념, 속성 간의 관계가 덧붙여진다. Fig. 1과 같이 기존에 용어를 분류하고 통일하도록 사용되었던 분류체계가 어휘와 그들의 구조(structure)로 구성이 되었다면, 온톨로지는 이 분류체계에 규칙(rule)이나 관계(relation), 제약조건(constraint), 등의 정보를 더 포함하여, 기존의 분류체계 만으로는 해결할 수 없었던 의미(semantic)를 부여한 데이터 모델이라고 할 수 있다. (6)

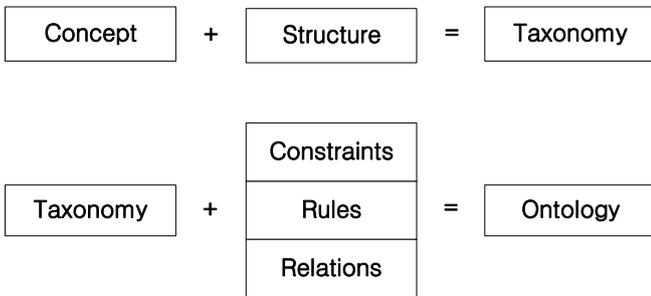


Fig. 1 Concept of Ontology

제품데이터품질 검증에 이용되는 기준은 기하형상을 이루는 요소와 그에 해당되는 규칙, 그리고 기준치에 해당하는 수치값으로 이루어져 있다. 대상요소는 단순 기하요소(Geometry)에 해당하는 점, 선, 면이 있고 위상요소(Topology)에 해당하는 구성점, 모서리, 구성면이 있다. 각 요소는 기하요소나 위상요소와 연관이 있을 수도 있고 단순히 자신에 대해서만 조건이 필요할 수도 있다. 예를 들어 G0 불연속은 곡선과 곡면에만 해당되는 기준이고 다른 요소와의 연관성은 없다. 반면에 극소예각은 위상요소에 해당하는 기준으로 그 중에서도 모서리 사이의 관계에서나 의미가 있는 기준이다. 각 요소에 적용되는 규칙 또한 중복 요소처럼 일정 수치 이하이면 통과되는 경우, 파편화나 미사용처럼 특정 형상요소가 있거나 없는 존재 유무만 파악하면 되는 경우, 그리고 두 위상요소 사이의 차나 합 등을 파악해야 하는 G2 불연속 같이 형태가 다르다.

Table 1 An example of Design Criteria Matrix

기준	곡선	곡면	한계선	모서리	한계면	구성면	입체
G0 불연속성							
G1 불연속성							
G2 불연속성							
한계선 간격							
꼭지점 간격							
극소 곡률 반경							
곡률 반복							
접힘							
곡선 생성 불가							
점 생성 불가							
극소 예각							
작음							

3.3 토픽맵을 적용한 제품데이터품질 기준 정의

분석한 제품데이터품질 기준을 온톨로지로 구성하기 위해 본 연구에서는 ISO 기준인 토픽맵(Topic Map)을 이용하였다. 온톨로지 기반으로 지식을 상호교환하기 위해 XML로 정의된 토픽맵을 이용해서 Table 1에서 분석한 제품데이터품질 기준을 형상요소, 규칙, 수치값으로 나누어 구성했고 설계 의도와 설계 프로세스 상의 예외 상황을 감안하기 위해 정황(context)를 추가했다. 이를 통해 구성된 제품데이터품질 기준의 토픽맵을 시각적으로 나타내면 Fig. 2과 같다.

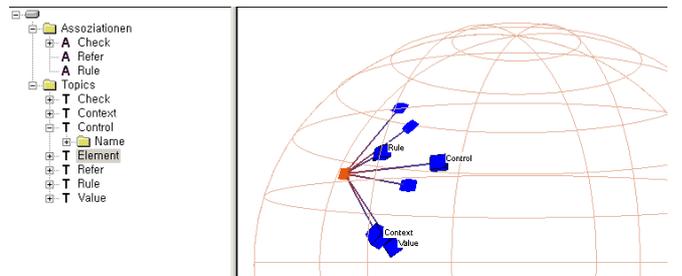


Fig. 2 Structure of An Initial Topic Map

4. 결론

제품데이터품질을 이용해 3D CAD 기반의 설계 프로세스를 효율적으로 개선할 수 있지만 현존하는 제품데이터품질 수행과정에는 개선이 필요하다. 제품데이터품질 기준에 온톨로지를 적용하여 유연성과 향후 확장을 노렸고, 이를 위해 제품데이터품질을 구성하는 요소를 분석하고 분류한 후 ISO 표준 온톨로지 구성방법인 토픽맵을 이용하여 구성하였다.

차후 연구는 이렇게 구성된 토픽맵을 효과적으로 이용할 수 있는 애플리케이션을 구축하고, 실무 적용과정에서 쌓인 지식을 분석하여 제품데이터품질 수행 능력을 개선하는 방법을 찾는 과정으로 진행될 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부에서 추진하는 차세대기술개발사업의 하나로 수행되고 있는 ‘글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발’ 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 양정삼, 한순홍, 박상호, & 장광섭. (2005 년). 국내 자동차산업에서 제품데이터품질에 대한 현황 조사. “한국 CAD/CAM 학회.” 10 권. 페이지: 274 - 283. 한국 CAD/CAM 학회 논문집.
2. 양정삼, 한순홍, & 천상욱. (2006). 전문가시스템을 이용한 CAD 모델 수정 시스템. “대한기계학회.” 30. 대한 기계학회 논문집.
3. Gruber, Tom. (1992). “A translation approach to portable ontology.” Stanford, CA: Stanford University.
4. 이경호, 이장현, & 한선우. (2006). 온톨로지 기반의 조선 BOM 지식 통합. 페이지 975 - 982. 한국 CAD/CAM 학회 춘계학술발표회 논문집
5. 최무라. (2001). 분산환경에서 온톨로지 개념을 이용한 부품 정보 검색. 인하대학교 대학원 공학석사학위논문.
6. 이윤숙, 전상욱, & 한순홍. (2004). CAD 시스템 간의 상호 운용성을 위한 설계 특징형상의 온톨로지 구축. 9 권 2 호, 페이지: 164 - 174. 한국 CAD/CAM 학회 논문집