

응용논문

기업통합을 위한 설계프로세스 기반의 제품정보모델
- A Product Information Model based on Design Process
for Enterprise Integration -

김 중 수¹⁾
Kim, Chong Su

Abstract

Enterprise integration, which aims to enhance an enterprise's competitive edge, requires a highly structured product information model as a common product database. Previous research works on this issue have been narrowly focused on the transformation of product information between various operation areas, leading to a situation where enterprise integration lacks a formal method of information modeling. In this paper, research works and issues surrounding product information modeling for enterprise integration are reviewed, and the requirements for a product information model are identified. A product information model called L3DPIM (Layered Three Dimensional Product Information Model) is proposed, which is based on a feature-based design process. This model is expected to serve as a modeling paradigm for enterprise integration.

1. 서론

기업통합 (Enterprise integration)은 기업의 전체업무를 시스템상에서 일괄적으로 그리고 통합적으로 관리하여 기업의 효율을 높이고자 하는 경영합리화 전략이다. 제조부문에서 자동화의 섬을 통합하여 전체조직으로서의 효율을 추구하는 컴퓨터통합생산(Computer Integrated Manufacturing)이 현장중심의 개념이었다면, 기업통합은 개발, 생산, 영업, 지원, 재무 등 기업 업무의 전 부문을 포함하는 보다 확장된 형태라고 할 수 있다. 현대기업의 규모 및 업무의 복잡성으로 미루어 볼때, 기업통합의 실현을 위해서는 이를 지원하는 정보시스템의 구축이 필수적이다. 이러한 정보시스템은 구조화된 제품정보 데이터베이스를 기반으로 한다.

업무수행방법을 근본적으로 개선하여 경쟁력을 갖추려는 경영혁신방법론인 BPR (Business Process Reengineering)에 의해 업무조직이 기존의 공정중심에서 제품중심으로 변화하고 있다. 이는 기업통합의 실현을 위한 업무시스템 구축의 핵심이 제품정보임을 의미한다. 그러나 기존의 시스템들은 제품정보구조상 여러가지 문제점을 안고 있다. 근래 많이 도입되고 있는 전사적 자원관리시스템 (ERP, Enterprise Resources Planning)의 기준정보로 사용되는 제품정보는 주로 구매, 회계, MRP전개 등의 기능을 지원하기 위한 것으로 제품정보를 생성하는 과정인 설계를 적절하게 지원하지 못한다. 설계관리 시스템인 PDM (Product Data management)의 제품정보도 설계프로세스의 지원이 아닌 후공정에서의 사용을 목적으로 구성되는 경우가 보통이다. 이러한 환경에서는 동시공학적인 고려가 미흡하여 전체적으로 기업통합시스템 구축에 의한 경제적 이득을 얻기 어렵다. 효율적인 기업통합시스템을 구축하기 위해서는 설계프로세스에 기반을 둔 통합적 구조의 제품정보모델이 요구된다.

본 논문에서는 우선 통합적 구조의 제품정보를 둘러싼 제반 문제점들이 다루어진다. 그리

1) 한남대학교 산업공·기계공학부 산업공학과

고 이에 관련된 기존의 연구성과 및 상용화시스템에서의 제품정보 구현현황이 개략적으로 고찰된다. 이를 바탕으로 기업통합을 위한 제품정보모델의 구체적인 요구사항이 파악되고, 그 해결책으로서 설계프로세스에 기반을 둔 제품정보모델이 제안된다. 본 논문에서 제안되는 설계프로세스 기반의 통합형 제품정보모델은 기업통합시스템을 구현하기 위한 모델링 체계의 역할을 할 것으로 기대된다.

2. 기업통합과 제품정보모델

2.1 기업통합과 기업간통합

기업의 전체업무를 하나의 시스템으로 통합, 지원하고자 하는 기업통합은 이제 기업외부의 사업환경을 포함하는 기업간통합으로 그 개념을 확장하고 있다. CALS (Commerce at Light Speed)의 비전이 데이터베이스 공유의 기반에서 전자상거래를 통한 가상기업의 실현이라면, 기업간통합은 이를 실현하기 위한 구체적인 모델이라고 할 수 있다. 기업간통합이 실현되면 개별 기업은 국경의 벽을 넘어 정보인프라의 기반위에서 상호작용적으로 기업활동을 영위하게 되는데, 이러한 기업을 개방형기업 (Interprise)이라고 한다 [1]. 법적 측면에서 개방형기업은 책임과 권한의 명확한 경계선을 지닌 독립적 기업이나, 운용적 측면에서는 더 이상 독립적이지 않다. 오히려 현대의 기업은 자신을 부가가치창출의 연쇄의 일부로 인식하고 있다. 예를 들어, 대부분의 제조업체들은 출하비용기준으로 50 ~ 90%를 구매비용으로 지불한다. 그러므로 이와 관련된 외부요소와의 통합을 통한 기업간통합의 실현은 경쟁력 제고의 중요한 요소가 된다. 기업내부의 국지적 최적화의 틀에서 벗어나 전체를 조망할 수 있는 시각이 요구되고 있다.

기업간통합을 지원하기 위한 업무시스템 구축의 체계로 개방형기업모델 (Interprise Model)이 사용될 수 있는데 이 모델의 특징은 주 업무흐름모델 (Primary Flow Model)에서 잘 나타난다 [2, 3]. 기업간통합환경에서 제품과 서비스는 상향의 흐름을 보이며 이는 하향으로의 자금의 흐름을 유도한다. 이러한 흐름을 제어하는 것이 정보, 특히 제품과 관련된 정보이며 이의 유통은 본질적으로 양방향이다. 따라서 기업간통합을 실현하기 위해서는 제품에 관련된 정보를 체계적으로 구성한 제품정보모델이 요구된다. 이러한 제품정보모델은 설계에서 생산, 판매, 유지보수에 이르는 제품수명주기의 전과정을 지원해야 함은 물론이고 기업외부요소와의 상호작용도 고려하여 구축되어야 한다.

2.2 기존의 제품정보모델

기존의 제품정보모델은 특정분야의 응용목적에 맞게 구성된 경우가 대부분이다. 구매나 생산관리 등의 생산지원활동에 사용되는 경우, 제품정보는 BOM (Bill-of-Material) 혹은 부품표 (Parts List)의 형태로 구성되는 것이 일반적이다. 기존의 제품정보모델의 대표적인 예인 BOM에 대한 각종 정의는 <표1>과 같다.

정 의	참 조
생산시스템에서 폭넓게 사용되는 정보단위	[4]
주로 관계형 데이터베이스상에서 표형식으로 표현되는 제품의 구성에 대한 표현	[5]
자재조달용 데이터베이스의 기본 요소	[6]
제품을 생산하기 위해 요구되는 모든 부품의 구조화된 목록	[7]

<표 1> BOM에 대한 각종 정의

BOM이나 부품표와 같은 특정한 응용목적의 제품정보모델은 기업통합을 위한 모델로 사용하기에는 여러 문제점을 지니고 있다. 무엇보다도 이들은 각 부문에서의 응용에 맞게 부분적으로 최적화되어 있으므로 다른 부문에서 사용하려면 적절한 변환이나 재구성이 필요하다. 이를 BOM변환 혹은 BOM생성이라고 하는데, 설계부문에서 생성된 제품정보를 변환하여 다른 부문에 적용하는 방식과 통합 BOM (Generic BOM)과 같은 중립적인 제품정보를 바탕으로 각 부문에서 필요로 하는 형태의 제품정보를 View로서 제공하는 방식의 두가지로 대별될 수 있다. 전자의 경우, 설계부문이 제품정보의 생성과정이므로 동일한 정보를 한번 입력하여 반복사용한다는 점에서 효율적이나 실제로 시스템으로 구현하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 후자는 보다 근본적인 접근방식이나 그의 실현에는 보다 포괄적인 통합 BOM구조를 확립하는 등의 여러 연구과제가 남아있다.

CALS용의 국제표준인 ISO10303으로 채택된 STEP에서는 제품모델 (Product Model)이라는 개념으로 전통적인 제품정보모델의 영역을 확장하고 있다. STEP의 제품모델에서는 설계단계에서 각종 동시공학적인 분석을 가능케하는 다양한 표현형식을 모델내에 내재하는 것이 가능하다. 그러나 기존의 모델과 마찬가지로 제품의 전영역에 걸친 다양한 형태의 제품정보에의 요구에 대한 대응이 미흡하며, 설계프로세스의 반영도 기업통합을 위한 제품정보모델로 사용하기에는 적지 않은 한계를 가지고 있다. STEP은 현재도 진화하고 있는 미완성의 표준이므로 앞으로 기업통합을 고려한 방향으로 발전해 가리라고 기대된다.

2.3 동시공학과 설계프로세스

기업통합의 개념은 동시공학과 밀접히 연관되어 있다. 동시공학의 중요성은 제품비용의 대부분이 설계과정에서 결정된다는 사실에 기인하며 [8], 참고문헌 9에 동시공학의 여러 측면들이 잘 요약되어 있다. 동시공학적 접근방법의 하나인 팀식 접근방법 (Team Approach) 혹은 협동설계 (Collaborative Design)가 팀내의 문화적, 조직적인 차이에 의해 여러가지 문제점을 야기하고 있어서 [10], 컴퓨터 도구를 사용하는 대안이 강구되고 있다. 이를 위해서는 동시공학에 필요한 지식이 전산적으로 표현되어 설계지식과 호환적인 형태로 제공되어야 하는데, 그 핵심이 되는 지식이 바로 제품정보라고 할 수 있다. 지금까지의 연구에서는 설계단계에서 동시공학적 방법을 적용하는데 적합한 제품정보모델의 수립이 주된 관심사였으며 기업통합의 다른 부문과 공유하기 위한 통합형모델은 고려의 대상이 아니었다. 동시공학의 본질은 단순히 설계시에 모든 후공정의 어려움을 고려하는 것에 그치지 않고 후공정의 실제적 활동을 설계와 동시병행적으로 수행하데 있다. 이는 바로 기업통합이 지향하는 목표이기도 하다.

기업통합환경에서 사용하는 제품정보모델은 설계프로세스와 밀접한 관련을 갖는다. 설계는 제품에 대한 기본개념을 상세사양으로 변환시키는 과정이다. 기업통합용의 제품정보모델은 설계과정에서 생성되는 중간산출물 및 최종산출물을 적절한 형태로 표현해야 하며, 이를 위해서는 설계프로세스를 이해하고 적절한 모델로 나타내는 것이 필요하다. 체계적으로 정의된 모델상에서만 설계과정에 대한 이해 및 체계적인 연구가 가능하기 때문이다. 설계프로세스에 대한 기존의 연구성과는 Yang과 Rosenblit에 의해 잘 정리된다 [11]. 설계프로세스에 대한 대표적인 모델로는 scheme 생성모델 [12], design-and-debug모델 [13], 그리고 제약조건모델 [14] 등이 있다.

설계프로세스에 대한 모델을 수립한 후 이를 시스템으로 구현하려면 적절한 표현이 필요한데, 우선 무엇을 표현할 것인가가 먼저 결정되어야 한다. 일반적으로 설계시스템의 유용성은 설계대상 및 그와 관련된 정보를 얼마나 포괄적으로 표현하는가에 달려 있다 [15]. 이 사실은 설계업무를 주요 요소로 포함하는 기업통합시스템에 대해서도 마찬가지이다. 특히, 설계의 대상인 제품뿐 아니라 설계프로세스도 적절한 형태로 표현될 필요가 있다. 그리고 표현자체가 계산적으로 다룰 수 있는 형태여야 한다. 다시 말하면, 설계를 표현하는 언어가 컴퓨터에 의해

이해될 수 있어야 하며 표현에 사용된 정보량이 컴퓨터의 처리능력을 벗어나지 않아야 한다.

3. 기존의 연구성과

3.1 Generic BOM

전술한 바와 같이 제품수명주기의 한 부문에서 사용되는 제품정보를 다른 부문과 공유하려면 단일의 제품정보모델에 기반을 둔 제품정보를 사용해야 한다. 이를 위한 제품정보모델의 대표적인 것이 통합형 BOM (Generic BOM 혹은 Unified BOM)이다. 이에 대한 연구성과는 참고문헌 16에 잘 요약된다. 특히, 자동적인 BOM 생성 및 변환에 인공지능 기법을 사용한 여러 접근방법은 참고문헌 17 및 18에서 설명된다.

이들 연구는 제조업에 있어서의 제품정보의 역할 및 그를 지원하기 위한 제품정보의 구조를 명확히 한 것에 그 의의가 있다. 그러나 이들은 각 부문간, 정확히 말하자면 설계와 생산간의 BOM 변환 및 통합에 역점을 두고 제품정보의 효율적 이용에 관심을 가질 뿐 그 정보가 어떻게 생성되고 관리되는가에 대한 고려는 미흡하다. 즉, 정보의 생성단계인 설계프로세스에 기반을 둔 모델이 아니므로 기업통합과 같이 전부문이 동시병행적으로 단일의 제품정보를 생성, 변경, 이용하는 상황에 그대로 적용하기에는 여러가지 문제점을 안고 있다.

3.2 상용시스템에서의 제품정보모델

제품정보모델에 대한 이론적 연구와는 별도로 ERP나 PDM같은 기업통합을 지향하는 상용시스템에서는 실제적으로 구현가능한 제품정보모델에 관심을 가져왔다. 대부분의 상용화된 ERP는 기준정보로서의 단일의 제품정보를 가지며, 각 기능모듈에서는 이 기준정보의 View를 취한 후 모듈전용의 정보를 부가하여 모듈용 제품정보로 사용한다. 그런데 특별한 변환절차나 알고리즘이 없이 최소한의 공통적인 부분만을 기준정보로 규정하여 관리하므로 개별모듈의 수가 많아질수록 기준정보로 사용하는 공통부분은 줄어들어 제품정보로서의 역할을 수행하기 어렵게 된다. 또한, 설계프로세스도 제대로 반영되어 있지 않다.

PDM시스템은 제품에 관한 모든 정보와 제품에 관한 모든 프로세스를 관리하는 기술로서, 부품정보, 구성정보, 문서, 도면 등 제품을 기술하는데 필요한 모든 정보를 승인과 배포, 제품수명주기의 관리 등의 제반 업무절차를 통해 관리한다 [19]. PDM은 프로세스 밀착형 제품정보구조를 지향하므로 기업통합에 필요한 제품정보구조에 보다 접근하여 있다. 그러나 그 대상범위가 주로 설계영역에 한정되어 있으므로, 설계이외의 부문에서 필요로 하는 형태의 제품정보를 제공하는 일은 용이하지 않다. 최근 PDM에서 생성, 관리되는 제품정보가 ERP 등의 시스템에서 공유될 수 있도록 제품정보모델을 통합하려는 시도가 나타나고 있다.

지금까지 PDM은 설계부문의 정보관리도구로, ERP는 영업, 재무, 생산, 자재 등의 영역을 지향하는 전사적 업무시스템으로 발전해왔다. 현실적인 기업통합시스템 구현방법의 하나는 이들 두 시스템을 통합하는 것이다. 이 문제는 기업의 정보시스템에 대한 전략과 그 범위, 목적, 사업성적 등 여러 요인들이 고려되어 결정되어야 하는데, 무엇보다도 중요한 기술적 과제는 양 시스템에 모두 적용될 수 있는 제품정보모델을 확립하는 일이다. PDM-ERP의 통합유형의 하나인 통합시스템전략은 기존의 독립된 ERP와 PDM을 대등한 관계에서 묶는 방식으로, 양측의 최상의 시스템을 사용할 수 있으나 제품정보모델에 대한 충분한 고려가 선행되지 않으면 기술적으로 구현되기 어렵다. 단일시스템전략에서는 PDM이 ERP의 하나의 모듈로서 구현된다. 이 전략은 공통의 제품정보모델을 채택하므로 통합문제를 근본적으로 해결할 수 있으며 단일시스템으로 기업통합을 구현하려는 원래의 취지에도 부합된다. 그러나 이 방식 역시 적절한 제품정보모델을 수립하는 것이 성공의 관건이 된다.

4. 통합형 제품정보모델에의 요구사항

기업통합을 위한 제품정보모델을 수립하기 위해서는, 우선 기업통합시스템의 차원에서 모델에 대한 요구사항을 파악하는 것이 선결과제이다. 설계프로세스 기반의 통합형 제품정보모델에의 일반적인 요구사항은 다음과 같다.

4.1 공통 데이터베이스의 역할

시스템의 측면에서 볼 때 기업통합은 공통의 데이터베이스를 사용하는 각종 업무시스템의 통합체로 구현된다. 이를 통해 기업은 전체업무를 일괄적, 통합적으로 관리하여 기업의 운영효율을 높이고자 하는 기업통합의 목표를 달성하게 된다. 제조업과 같이 제품이 업무의 중심이 되는 기업에서는 공통 데이터베이스의 중핵을 이루는 요소가 제품정보이다. 따라서, 기업통합 전 부문에 공통으로 사용할 수 있는 제품정보모델의 수립은 기업통합에의 필요불가결한 조건이 된다.

전장에서 설명된 통합형 BOM 및 ERP와 PDM의 통합은 이러한 공통의 제품정보모델에 관련되어 있다. 제품정보를 공통의 데이터베이스로 사용하기 위해서는 기업통합 각 부문에서 요구되는 제품정보의 구조에 대해 그 공학적 의미를 통합하는 작업이 가장 먼저 선행되어야 한다. 또한, 효과적인 데이터베이스 구조를 도출하기 위해서는 각 부문에서 제품정보가 이용되는 모습도 충분히 고려할 필요가 있다.

4.2 설계프로세스의 반영

설계는 제품정보를 생성하는 제품수명주기상의 가장 중요한 단계이다. 정보의 입력측면에서 보자면 제품정보모델은 설계프로세스와 밀접한 연관을 가진다. 또한, 설계 재사용 및 시뮬레이션 본위설계 등 동시공학적인 측면에서도 제품정보가 설계프로세스에 사용될 수 있는 형태로 존재해야 한다. 이것이 기업통합을 위한 제품정보구조에 설계프로세스의 특징이 반영되어야 하는 이유이다.

설계자동화나 동시공학해석에 제품정보를 이용하기 위해서는 설계의 중간결과가 포함되어 있어야 한다. 기존의 대표적인 제품정보모델인 BOM은 완성된 설계산출물을 기반으로 구성되었다. 이는 BOM이 주로 설계의 후공정인 생산이나 구매 등의 기준정보로 사용되었으며, 완성된 설계산출물과 같이 자체완결적인 형태의 정보가 아니므로 BOM을 구성하기 어려웠던 시스템 구축기술의 한계가 있었기 때문이다. 그러나 동시공학적인 설계방식에서는 설계가 완성되기 전에 해당 제품의 생산성, 조립성 등을 가상적으로 점검해보는 것이 매우 중요하다 [20]. 이를 위해서는 제품구성에 대한 정보가 필수적이므로 불완전한 설계의 중간산출물로 제품정보를 구성할 수 있어야 한다.

4.3 이용가능한 정보기술 사용

본 논문이 지향하는 기업통합을 위한 제품정보모델은 실제적인 시스템으로의 구현과는 독립된 논리적인 성격을 지닌다. 하지만 제품정보모델이 시스템으로 구현되지 않고는 실제 상황에 적용되기는 매우 어려우므로 현재 혹은 가까운 미래에 사용가능한 정보기술로 구현할 수 있어야 한다.

제품정보와 가장 관련이 깊은 부문은 데이터베이스 관련기술이다. 초창기의 제품정보는 계산표 방식의 문서나 파일형 데이터베이스를 사용하여 구축되었으나, 이후 관계형 데이터베이스가 널리 사용됨에 따라 제품정보는 이러한 관계형 데이터베이스의 테이블의 집합으로 표현되

게 되었다. ERP나 PDM같은 대부분의 상용시스템은 관계형 데이터베이스에 기초하고 있다. 그러나 제품정보는 그 특성상 관계형으로 표현하기에는 부적절한 구조를 지니고 있다. 우선, 제품정보중 제품의 구조를 나타내는 부분은 테이블형보다는 트리형 혹은 네트워크형인 경우가 일반적이다. 또한, 제품정보를 구성하는 도면, 사양 등의 각종 멀티미디어 데이터도 관계형 데이터베이스에서는 다루기가 용이하지 않다. 따라서, 객체관계형이나 객체지향형 데이터베이스를 제품정보모델의 구현에 이용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다.

이밖에도 객체기술이나 인터넷 중심의 정보고속도로 등 통합형 제품정보의 구축에 응용될 수 있는 컴퓨터 관련 신기술은 급속히 고도화되는 추세이다. 이들 기술은 네트워크 위주의 분산환경에서 사용자가 직접 응용프로그램을 만들 수 있는 객체기술을 바탕으로 하고 있으며 네트워크상의 협업을 지향한다. 기업통합시스템은 그 규모나 복잡함을 고려할 때 구축하기 용이한 시스템은 아니다. 따라서, 이용가능한 모든 정보기술을 적극적으로 수용할 필요가 있다.

5. 설계프로세스 기반의 제품정보모델: L3DPIM

본 논문에서는 기업통합을 위한 설계프로세스 기반의 제품정보모델로서 L3DPIM (Layered Three Dimentional Product Information Model)을 제안한다. 전술한 바와 같이 제안된 모델은 기존 설계프로세스모델의 단점을 보완하여 기업통합시스템에 적합한 제품정보의 표현구조를 제시하는데 그 목적이 있다.

우선, 제안된 모델인 L3DPIM에서 설계의 해가 구체화되는 과정을 설명하기 위해 제품정보공간의 개념을 도입한다. 그리고 제품정보모델의 기반이 되는 설계프로세스모델을 설정한다. 이를 기반으로 설계진행중의 제품이 객체와 정보의 이중계층구조로 모델화되는 과정이 설명된다. 또한 실제적인 응용의 측면에서, 제안된 L3DPIM모델이 응용부의 형태로 기업통합환경의 각 부문에서 어떻게 이용될 수 있는지를 제시한다. 마지막으로 본 모델의 다양한 설계활동에서의 이용가능성을 점검해본다.

본 논문에서 다루는 제품정보모델과 기존의 연구는 그 성격상 여러 가지 차이점이 존재한다. 우선, 통합형 BOM에 관한 기존 연구는 BOM 구조보다는 그의 생산적 의미에 중점을 둔 것이고, 상용 시스템에서 사용된 모델은 자료구조적인 측면이 강하다. 즉, 본 논문에서 제안하는 모델은 그 성격상 기존의 모델과는 새로운 것이라고 할 수 있다.

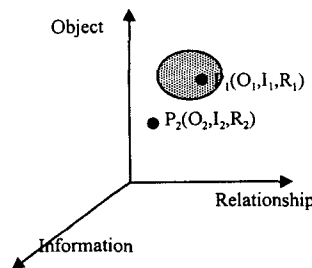
5.1 제품정보공간 (Product Information Space)

<그림 1>에서 보는 바와 같이, L3DPIM에서는 제품정보를 3차원의 공간으로 간주하며 이 정보공간을 제품정보공간 (Product Information Space)라고 부른다. 제품정보공간은 3개의 축으로 이루어지며 각각은 제품정보모델에 있어서 핵심적인 세계의 개념단위를 나타낸다. 객체 (Object)는 제품의 구조에 관한 단위이며 정보 (Information)는 객체에 대한 설명이다. 관계 (Relationship)는 객체와 객체, 정보와 정보 그리고 객체와 정보간의 의존관계를 나타낸다. 설계가 완료된 기계조립품에서 중간조립품이나 개별부품은 객체에 해당되며, 정보는 각 객체를 표현하는 부품도면, 조립도, 사양서 등이라고 할 수 있다. 부품간의 조립사양은 객체와 객체사이의 관계, 부품도면 개정본간의 의존여부는 정보사이의 관계, 그리고 정보의 객체에 대한 귀속여부는 정보와 객체의 관계로 표현할 수 있다.

이와 같이 객체를 조립품 혹은 부품에 해당하는 단위로 설정하는 경우 특정제품에 대한 정보모델은 제품정보공간의 부분집합인 불연속공간으로 나타낼 수 있다. 설계의 대상이 되는 제품은 이산적인 형태의 유한개의 부품으로 이루어진다. 따라서, 우리가 제품정보공간상의 객체로 간주할 수 있는 단위의 갯수도 유한개이다. 그리고 각각의 개체는 유한량의 정보로 표현되고 유한개의 단위사이의 관계의 수도 유한개이다. 그러므로 제품의 정보모델은 제품정보공간

상의 유한개의 불연속적인 점의 집합으로 표현된다.

여기서 객체와 정보는 위상적 측면에서는 구별이 없다는 점에 유의할 필요가 있다. 이들 두 단위가 구분되는 점은 해당 어플리케이션에서의 의미 (Semantics)이다. 설계의 대상이 되는 제품이 기계조립품과 같이 형상위주인 경우에는 객체와 정보의 구분이 비교적 명확히 이루어질 수 있다. 그러나 논리회로 혹은 소프트웨어 등의 제품에 대해서는 시스템을 구축하는 입장에서 주관적으로 결정할 성질의 것이다. 또한 정보와 객체와 관계는 1대 (0,N)의 관계를 허용해야 한다. 즉, 정보가 없는 객체가 존재할 수 있다.²⁾ 이는 개념설계에서는 일반적인 경우로서 기존의 제품정보모델에서는 제대로 다루어지지 않는 점이기도 하다.



<그림 1> 제품정보공간

5.2 설계프로세스모델

본 논문에서 제안되는 제품정보모델인 L3DPIM은 정보이용의 관점에서 구성되는 기존의 모델과는 달리 설계프로세스에 기반을 둔다. 제품정보모델이 기업통합환경에서 보다 광범위하게 적용되기 위해서는 다양한 종류의 설계프로세스를 지원할 필요가 있다. 따라서 그 기반이 되는 설계프로세스는 될 수 있는 한 일반적이고 개념적이어야 한다. 그러나 논점을 설계프로세스가 아닌 제품정보에 집중하기 위하여 본고에서는 일반성을 지니는 특정의 설계프로세스를 상정한다. 구체적으로 Feature본위의 설계프로세스모델이 채택된다 [21].

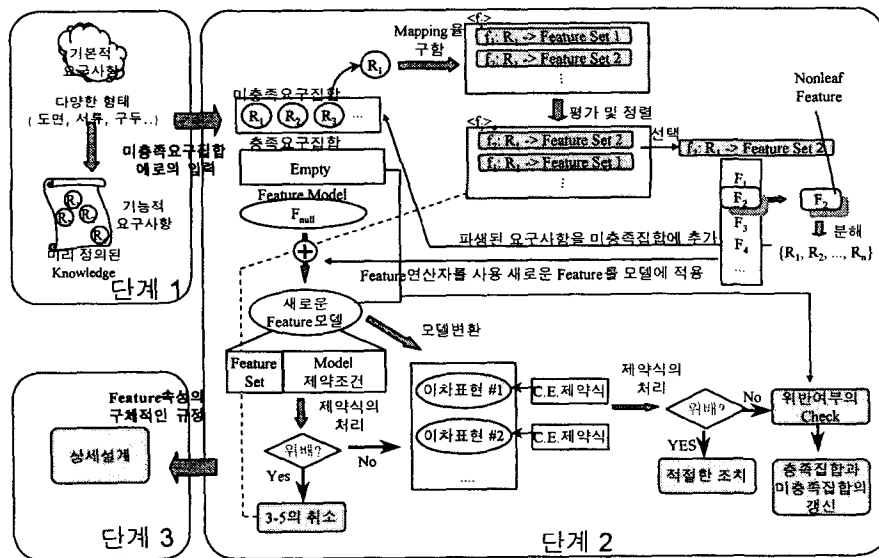
Feature본위설계는 기존의 3차원모델링의 한계를 극복하기 위한 차세대 제품설계기법중의 하나이다. Feature본위설계에서는 하나의 제품이 복수개의 설계Feature 및 관계의 집합으로 표현되며, 설계는 Feature연산자를 통해 Feature를 조합함으로써 이루어진다. 이러한 방식에 의해 설계와 동시공학적 응용에 적합한 표현방식을 얻을 수 있다. 본 논문에서 기본모델로 채택한 Feature본위 설계프로세스모델은 정형적인 정규적 표현법 (Representation Formalism)에 기반을 두고 있다. 정규적 표현법은 Feature 대수, Feature본위설계 알고리즘 및 시스템구조 및 구축방법론의 세 요소로 구성된다. Feature 대수에서는 Feature본위설계에서 표현되어야 할 대상들이 정규적으로 정의된다. 앞장에서 언급한 Feature Taxonomy, Feature연산자 등이 이에 해당한다. Feature본위 설계알고리즘은 설계프로세스가 절차적으로 규정된 것으로, 이는 Feature본위설계의 계산적 모델의 기능도 수행한다. Feature 대수 및 Feature본위 설계알고리즘을 바탕으로 시스템구조 및 구축방법론이 확립된다.

Feature본위 설계프로세스모델의 중핵을 이루는 Feature본위 설계알고리즘은 <그림 2>과 같이 요약되어 표현될 수 있다. 제품의 개념을 그와 동등한 기능적 요구사항의 집합으로 변환하는 단계 1의 준비과정을 거쳐, 단계 2에서는 미충족 요구집합 및 충족 요구집합이 초기화된다. 그리고 미충족 요구집합의 각 기능들이 이를 충족시키는 Feature로 변환되면서 설계가 진

2) 인식론적 측면에서 정보없는 객체는 존재할 수 없다. 그러나, 본 논문에서는 시스템 구현의 측면에서 정보 없는 객체를 상정하였다. 설계의 초기 단계에서는 객체가 설계자의 사고에서 개략적으로 상정되어 있는 경우가 많은데 이를 시스템상에서 표현하기는 매우 어렵다. 따라서, 시스템을 구현할 때 정보없는 객체를 허용하고 보다 구체적인 형태를 갖춘 후에 입력을 할 수 있게 허용하는 것이 개념설계를 지원하기 위한 보다 현실적인 방법일 것이다.

행된다. 이 과정에서 생성되는 중간모델의 유효성과 각종 동시공학적 제약조건에 대한 평가가 지속적으로 이루어지면서 단계3의 상세설계에서 구체화되는 최종모델의 적합성을 보장하게 된다.

이러한 설계프로세스모델에서 제품정보공간은 보다 구체적인 모습을 보인다. 우선, Feature는 객체와 정보의 혼합체로 간주할 수 있다. 이는 형상과 그에 수반되는 각종 공학적 의미를 Feature라는 하나의 단위로 취급하고자 하는 Feature본위설계의 기본적인 사상에서 비롯되는 특징이다. 따라서, Feature는 제품정보공간에서 객체-정보평면상의 하나의 점 혹은 정보축에 평행한 직선으로 늘어난 일련의 점으로 표현된다. 중요한 점은 이러한 Feature에 대응되는 제품정보공간상의 위치가 대부분의 경우 미리 결정된다는 사실이다. 이는 설계에서 사용되는 Feature는 사전에 정의된다는 사실에 기인한다. 그 결과, 일반적인 설계프로세스모델과 비교할 때 Feature본위 설계프로세스모델에서는 제품정보공간의 자유도가 감소하고 이는 결과적으로 설계라는 문제의 해공간 (Solution Space)의 탐색을 용이하게 하는 효과를 낳는다. Feature사이의 관계를 나타내는 설계알고리즘상의 모델제약식은 객체-객체 혹은 객체-정보사이의 관계로 분화된다.



<그림 2> Feature본위 설계알고리즘

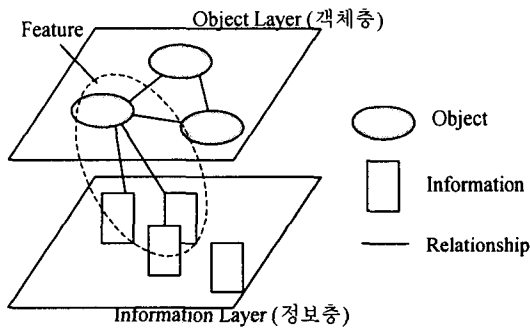
5.3 계층구조 (Layered Structure)

설계가 진행되는 동안 제품정보모델은 지속적으로 변화한다. 최종적인 결과가 같은 경우라도 그 변화의 양상은 설계의 진행방식에 따라 다르다. 본 논문에서 제안되는 모델인 L3DPIM은 그와 무관하게 정합적인 제품정보모델을 지향하고 있다. 설계방식이 전형적인 하향방식인 경우를 가정하자. 최초의 모델은 제품이라는 하나의 객체, 하나의 정보 (기능사항) 그리고 이를 연관짓는 관계로 이루어진다. 설계가 진행됨에 따라 제품모델의 객체, 정보 그리고 관계는 여러 단계의 복합적인 분해과정을 겪는다.

이러한 분해과정 및 분해 전후의 제품정보를 구조적으로 표현하기 위해 L3DPIM에서는 계층구조 (Layered Structure)를 지원한다. L3DPIM의 계층구조는 두가지 차원에서 설명할 수 있다. 우선, 제품정보의 원활한 이용을 위해 동일한 위상을 가지는 객체와 정보를 서로 다른 계층으로 구분시킨다. 두 계층은 관계에 의해 연결된다. 또 다른 차원의 계층은 분해의 순서를 구분하기 위해 설정된다. 분해순서를 제품정보모델내에 유지하는 것은 설계이력관리 등의 응용

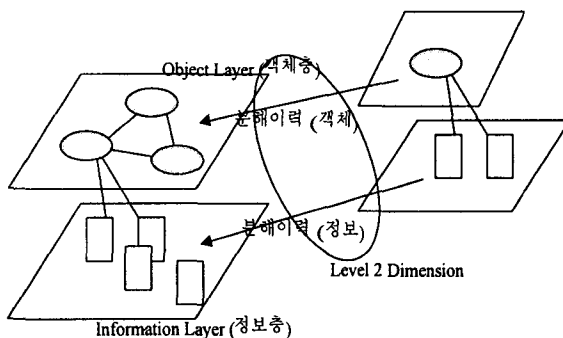
측면에서도 중요할 뿐 아니라, 제품정보모델의 완결성 및 엄밀성을 유지하기 위해서도 필수적인 요소이다.

<그림 3>에 첫번째 차원의 계층구조가 개략적으로 표시된다. 제품정보공간상에서 보면 공간상의 한점을 객체-정보평면에 투영한 후, 다시 객체축으로 투영한 것이 객체층, 정보층으로 투영한 것이 정보층이라고 할 수 있다. Feature는 개념적으로 객체층과 정보층에 걸쳐 존재한다. 설계자는 Feature를 하나의 단위로 취급하므로 객체층과 정보층의 구분을 알 필요가 없다. 그러나 정보관리의 측면에서는 이들 두 개념이 분리되는 편이 효율적이다. 물리적인 데이터베이스의 구현에서는 객체층 및 양층 사이의 관계는 상위정보 (Meta Data)에 해당하는 부분으로 구성되고 실제의 데이터를 저장하는 부분이 정보층에 대응된다. 본 논문에서 제안된 계층구조는 정보와 객체의 분리 및 설계진행에 따른 제품모델의 진화에 초점을 두었다는 점에서 제품의 물리적 분해순서에 기반을 둔 기존의 계층구조 (Hierarchical Structure)와 다르다.



<그림 3> Layered Structure (Level 1)

분해의 순서를 구분하기 위한 두번째 차원의 계층구조는 분해되는 각각의 단위별로 구성되고 유지된다. 임의의 객체나 정보가 분해되어 설계가 다음 단계로 이행하게 되면 각각의 분해결과는 객체별, 정보별로 관리된다. 데이터 측면에서는 <그림 4>와 같이 전단계의 객체정보와 분해이력, 그리고 분해이력간의 연관관계로 분리되어 저장된다.



<그림 4> Layered Structure (Level 2)

조립품의 경우 상위부품, 즉 중간조립품은 최종의 제품모델에 명시적으로 나타나지 않는다. 이 경우 제품의 조립구조는 분해의 순서를 규정하는 Level 2에 포함되거나 최종모델에서 객체간의 관계에 포함된다. 이는 본 모델의 기반이 되는 설계프로세스인 Feature본위설계의 기본사상에 부합되는 것이다. Feature본위설계에서의 제품모델은 단위 Feature와 이들간의 제약식으로 구성된다. 상위부품에 해당하는 Feature는 설계도중 분해되어 Feature간 제약식의 형태로 암묵적으로 표현될 뿐 최종모델에 명시적으로 포함되지 않는다.

5.4 응용뷰 (Application View)의 생성

제품정보모델이 생성된 후 이를 기업통합시스템의 각 부문에서 이용하기 위해서는 L3DPIM에 대한 부문별 응용뷰를 생성할 필요가 있다. 응용뷰는 제품정보모델중 일부의 정보를 재구성한 것이라고 볼 수 있다. L3PIM에서는 객체와 정보가 개념적으로 분리되어 있으므로 응용뷰는 이들을 적절히 조합시켜 얻을 수 있다. 예를 들어 부품표를 구성하는 경우는 최종 모델의 객체층과 객체사이의 관계정보가 주로 사용될 것이다. 또한 조립도를 생성하려면 Level 2차원의 객체의 분해이력을 참조하거나 객체사이의 관계정보를 참조한다.

5.5 설계행위예의 대응

제품의 설계는 일반적으로 다른 업무에 비해 매우 창조적이고 비정형적이라고 알려져 있다. 그리고 설계자 개인의 성향에 따른 편차도 심하다. 따라서 제품모델이 유용하게 사용되기 위해서는 다양한 설계프로세스를 지원할 필요가 있다. 본 논문에서 제안하는 제품정보모델인 L3DPIM은 전형적인 하향식 접근방식인 Feature본위설계에 기초하고 있으나, 상향식 접근방식 혹은 혼합방식 등의 설계프로세스에도 적용할 수 있다.

상향형식의 혹은 혼합형의 설계프로세스에서는 하향식 접근방식과는 달리 현 단계의 객체, 정보 혹은 관계가 합쳐지는 일이 발생한다. L3DPIM에서 이러한 방식의 설계를 다루기 위해서는 Level 2 계층에서의 운영방식을 새롭게 규정할 필요가 있다. 예를 들어 기존의 부품을 조합하여 새로운 제품을 구성하는 전형적인 상향식 설계에서는 Level 2의 정보층의 상향변환은 하향식 설계방식의 분해과정에 비해 훨씬 수월하게 이루어진다. 그러나, 객체층의 상향변환은 보다 복잡한 양태를 보인다. 이 부분에 대해서는 향후 더 많은 연구를 필요로 한다.

6. 결론

기업의 전체업무를 일괄적으로 그리고 통합적으로 관리하고자 하는 기업통합은 기업간통합으로 확대발전하고 있다. 이의 실현을 위해서는 설계프로세스에 기반을 둔 제품정보모델을 사용한 정보시스템의 구축이 필연적이다.

본 논문에서는 이러한 통합적 제품정보모델에 관련된 제반 문제점과 과제를 고찰하고, 그 해결책으로 기업통합을 위한 설계프로세스 기반의 제품정보모델인 L3DPIM (Layered Three Dimensional Product Information Model)을 제안하였다. L3DPIM은 제품정보모델에 대한 각종 요구사항에 바탕을 둔 것으로 기업통합시스템 구현의 모델링 체계로서의 역할을 하리라고 기대된다.

본고에서 제시된 제품정보모델은 넓은 범위의 설계상황에 적용될 수 있는 일반적이고 개념적인 성격을 띄고 있다. 구체적으로 특정의 설계분야에서 적용되기 위해서 필요한 작업인 논리적 알고리즘화 및 시스템 구현을 위한 물리적 데이터모델로의 변환은 향후의 연구과제로 남겨둔다. 또한, 본 모델의 타당성에 대한 검증도 연구의 객관성을 인정받기 위해 필요한 작업이다. 이는 실제 시스템 구현을 통해 이루어 지리라고 기대해본다.

참고문헌

- [1] Preiss K.; "The Emergence of the Enterprise, Keynote Lecture", IFIP WG 5.7 Working Conference, Ascona, Switzerland, 1997
- [2] Anderson E.G. Jr, Fine C.H. and Parker G.G.; "Upstream Volatility in the Supply Chain:

- The Machine Tool Industry as a Case Study", MIT MVP Working Paper, 1997
- [3] Lee H.L., Padmanabhan V. and Whang S.; "The Bullwhip Effect in Supply Chains", Sloan Management Review, Vol 38, No 3, 1997, pp 93-102
- [4] Trappey A.C., Peng T.K. and Lin H.D.; "An Object-Oriented Bill-of-Materials System for Dynamic Product Management", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol 7, 1996, pp 365-372
- [5] Olson K.A., Satre P. and Thorstenson A.; "A Procedure-oriented Generic Bill Of Materials", *Computers and Industrial Engineering*, Vol 32, No 1, 1997, pp 29-45
- [6] Bauer C.P.; "Automatic Bill of Material Generation", *Material Requirements Planning: Data Base Organization and Control*, Vol 1, S28, 1984
- [7] Schmuland R.H.; "Integrating Bill of Material and Design Engineering Data", *Material Requirements Planning: Data Base Organization and Control*, Vol 1, S42, 1985
- [8] Bloom H.M.; "Design for Manufacturing and the Life Cycle", *Design Theory '88: Proceedings of the 1988 NSF Grantee Workshop on Design Theory and Methodology*, edited by Newsome,S.L., Spillers,W.R., and Finger,S., Springer-Verlag, pp 302-312, 1988
- [9] O'Grady P.J. and Oh J.; "A Review of Approaches to Design for Assembly", *Concurrent Engineering*, Vol.1,No.3, pp 29-47, 1991
- [10] Carver G.P. and Bloom H.M.; "Concurrent Engineering through Product Data Standards," NISTIR 4573, National Institute of Standards and Technology, May, 1991
- [11] Yang J. and Rozenblit J.W., "Case Studies of Design Methodologies: A Survey", *Proceedings of AI, Simulation and Planning in High Autonomy Systems*, edited by Rozenblit,J., March 26-27, pp 136-141, 1990
- [12] French M.J.; Conceptual Design for Engineers, 2nd edition, The Design Council, 1985
- [13] Ulrich K.T. and Seering W.P.; "Function Sharing in Mechanical Design", *Artificial Intelligence in Engineering Design: Volume II*, edited by Tong,C. and Sriram,D.,Academic Press, Inc., New York, pp 185-214, 1992
- [14] Serrano D. and Gossard D., "Tools and Techniques for Conceptual Design", *Artificial Intelligence in Engineering Design: Volume I*, edited by Tong,C. and Sriram,D., Academic Press, Inc., New York, pp 71-116, 1992
- [15] Arbab F.; "Design Object Modeling", *Intelligent CAD, I: Proceedings of the IFIP TC 5/WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD*, edited by Yoshikawa,H. and Gossard,D., Boston, MA, October 6-8, pp 3-12, 1987
- [16] van Veen E.A.; Modeling Product Structures by Generic Bills-of-Materials, Elsevier, 1992
- [17] Bowen J.; "Automated Configurations using a Funtional Reasoning Approach", *Artificail Intelligence and its Applications*, 1986
- [18] Wu H., Chun H.W. and Mino A.; "ISCS: a tool kit for constructing knowledge-based systems configurators", *Proceedings of AAAI-conference*, 1986 pp 1051-1021
- [19] Mendel A. and Miller E.; "PDM, ERP and Project management Integration", *PDM97 Europe Proceedings*, 28-30 October 1997
- [20] 綾 日天彦; 인터넷 시대의 協創設計, 東京, 共立出版株式會社, 1996
- [21] Kim C. and O'Grady P.J.; "A Representation Formalism for Feature-based Design", *Computer-Aided Design*, Vol 28. No 6/7, pp 451-460, 1996