

# 제품 개발 협업을 위한 설계변경 정보 공유 및 지적자산 보안 기술 소개

글 \_ 문두환 \_ 한국해양연구원 \_ dhmun@moeri.re.kr

## 1. 서론

제조업에서는, 1980년대의 생산 비용의 절감, 1990년대의 제품 품질 향상에 이어, 1990년대 후반부터는 IT (information technology) 기술의 접목과 시장 진입 시간 (time to market)의 단축이 기업 경쟁력 확보를 위한 핵심 요소로 인식되고 있다. 이런 추세에 따라 현재의 설계 및 생산 방식은 글로벌화 및 모듈화를 지향하고 있으며, 이는 제조업에서 협업의 중요성을 부각시키는 계기가 되었다. 예로, 애플 사의 iPod 사업을 수행 함에 있어 그림 1과 같이 기획과 판매 일부를 담당하고 부품 생산, 조립, 그리고 판매 등은 세

계 각지의 전문기업들에 위탁하는 방식을 취하였다 [1].

제조업 경쟁력을 위한 세가지 핵심 항목인, 비용 절감, 품질 향상, 시간 단축에 관련되어 손실 기회가 가장 큰 원인은 설계변경 (engineering change) 문제이다. 제품의 생애주기에 있어 설계변경의 발생 시점이 후반부에 위치할수록, 비용 소모, 품질 하락, 시간 지연으로 인한 손실 비용이 매우 커지는 경향이 있다. 따라서 초기 개념 설계 단계부터 제품 정보 관리 및 프로세스 관리를 통해 이러한 설계변경 문제에 대응해야 하는데, 이를 위해서 설계변경 정보의 효율적인 공유 및 설계변경 시간의 단축이 필요하다.

그러나 기업의 지적자산에 해당하는 제품 정보는 협력 파트너에게도 공개할 수 없다는 현실적 문제로 인해 제품 설계 협업에 참여하는 기업들간의 정보의 원활한 공유는 쉽지 않다. 오히려 지적 재산에 대한 인식의 향상으로 설계도에 담긴 기업의 개발 노하우를 협력 기업에 제공하지 않는 상황은 더 강화되기도 한다.

제품 개발 협업에 참여하는 기업의 역할-완성품 제조업체 및 부품 공급업체-에 따라 보호해야 할 지적자산의 종류가 다르다.

완성품 제조업체는 개념 설계 단계에서 개발할 제품에 관한 전략적인 의사결정을 내린다. 이 단계에서 설계 및 생산 비용의 약 80%가 결정된다. 완성품 제

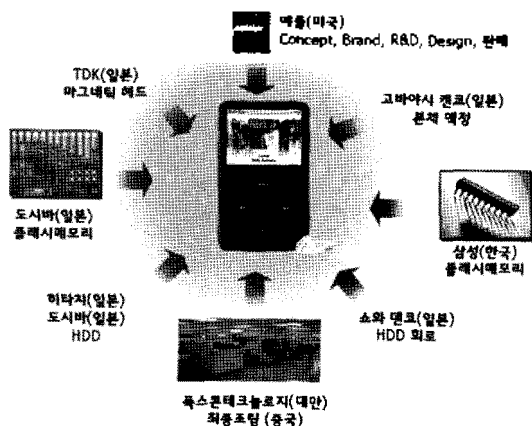


그림 1. 애플 사의 iPod의 개발 [1]

조업체는 개념 설계 과정에서 수행된 주요 의사결정에 관한 지식·예를 들어, 제품 구성에 관한 지식·을 보호하고자 한다. 따라서 완제품 제조업체 입장에서는 부품 공급업체와의 협업을 개념 설계 단계 이후에 시작하는 것이 중요하고, 협업 과정에서 위에서 기술한 지식이 타 기업에 노출되지 않도록 해야 한다.

부품 공급업체는 부품에 관한 독립적인 설계 기술을 바탕으로 제품을 구성하는 부품의 설계 및 생산을 담당한다. 부품 공급업체 입장에서는 부품 설계 정보가 경쟁력의 원천이기 때문에 설계 정보를 완성품 제조업체 및 다른 부품 공급업체에 공개하지 않는다. 따라서 부품 공급업체는 완성품 제조업체에 부품의 형상 정보만이 담긴 CAD (computer-aided design) 데이터들 STEP (standard for the exchange of product model data) 이나 IGES (initial graphics exchange specification) 등의 중립 포맷으로 제공한다. 또한 부품 공급업체는 제품 개발 협업에 참여하는 다른 공급업체들이 자사의 CAD 데이터에 접근하는 것을 원하지 않는다.

위와 같은 이유로 제품 개발 협업 과정에서 필요한 제품 설계변경 정보의 공유는 설계변경 정보의 표현 방법과 함께 지적자산 보안 문제를 함께 고려해야 한다. 따라서 본 원고에서는 제품 개발 협업 측면에서 설계변경 정보의 공유 방법과 설계 정보의 보안 방법에 대해서 살펴본다.

## 2. 제품의 협업 설계를 위해 공유해야 하는 정보

제품의 설계 프로세스는 일반적으로 기능 설계, 개념 설계, 그리고 상세 설계로 구분된다. 기능 설계 단계에서는 고객의 요구를 만족시키기 위해 필요한 제품의 기능이 명세된다. 개념 설계 단계에서는 요구되는 기능을 낼 수 있는 부품과 부분 조립품들을 선택하고 이들간의 관계를 명세한다. 상세 설계 단계에서는 제품을 구성하는 모든 부품들의 상세 형상을 결정한다.

완성품 제조업체와 부품 공급업체는 CAD 시스템을 이용하여 담당하는 부품, 또는 부분 조립품에 대한 상세 설계를 수행한다. 상세 설계 과정에서 협업에 참여하는 기업이 부품의 형상, 위치, 기구학적 움직임을 결정하려면 다른 참여 기업들이 담당하는 부품들에 대한 상세 설계 데이터가 필요하다. CAD 시스템을 이용한 상세 설계 과정에서 협업에 참여하는 기업들간에 공유해야 하는 정보는 다음과 같다.

- 제품을 구성하는 부품 및 컴포넌트들의 구성
- 부품들간의 상관 관계 및 기능적 연결
- 부품들의 위치 및 점유 공간
- 부품들의 기구학적 움직임

3차원 CAD 시스템을 이용한 상세 설계 방법은 상향식 모델링 (bottom-up modeling) 방법과 하향식 모델링 (top-down modeling) 방법으로 구분된다.

상향식 모델링 방법에서는 개별 부품에 대한 상세 사양을 결정한 후에, 이들 부품들을 연결하여 상위 시스템을 구성하고, 최종적으로 최상위 시스템을 구성한다. 따라서 상향식 모델링 방법에서 부품의 위치, 형상, 다른 부품들과의 기능적 연결 관계들 정의하기 위해서는 다른 부품들의 상세 설계 결과가 담긴 CAD 데이터가 필요하다.

반면에, 하향식 모델링 방법에서는 제품의 전체적인 구조를 먼저 정의한 후에, 서브 시스템, 부분 조립품의 하위 요소를 명세하고, 최종적으로 개별 부품을 상세화한다. 제품의 전체적인 구조는 골격 모델 (skeleton model data)로 표현하고 이 정보는 별도의 CAD 파일에 저장된다. 부분 조립품이나 개별 부품의 모델링은 골격 모델 데이터를 참조하여 수행한다. 따라서 하향식 모델링 방법에서 부품의 상세 설계를 위해서는 골격 모델 데이터가 필요하다.

그림 2는 골격 모델 데이터에 포함된 UB\_Hub, MAX\_Dia\_Hub, 그리고 CONN\_Hub\_TubBase 정보를 참조하여 세탁기 수조의 구성 부품인 Hub 컴포넌트

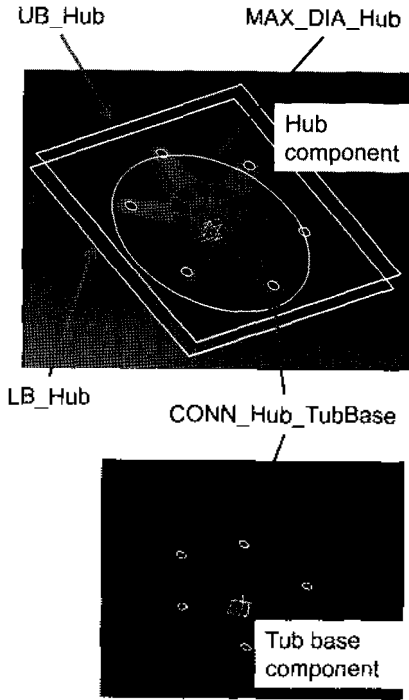


그림 2. 골격 모델 데이터를 이용한 하향식 상세 설계 사례 [8]

의 상세 설계를 한 결과를 보여주고 있다. *UB\_Hub*와 *MAX\_Dia\_Hub*는 *Hub* 컴포넌트의 형상에 관한 정보이고 *CONN\_Hub\_TubBase*는 *Hub* 컴포넌트와 *Tub Base* 컴포넌트의 인터페이스에 관한 정보이다. 상향식 모델링에서는 *Hub* 컴포넌트의 모델링을 위해서 *Tub Base* 컴포넌트 CAD 데이터를 참조해야 하지만 하향식 모델링에서는 그림 2와 같이 골격 모델 데이터를 참조해서 상세 설계를 수행한다.

제품 개발 협업에 관한 기존 연구들 [2,3]은 서버-클라이언트 방식의 단일 설계 시스템을 사용하여 개별 설계자가 설계한 부품 또는 부분 조립품을 가상의 공간 상에 등록시킨 후 조립 제약조건을 이용하여 부품들 간의 연관관계를 표현하는 상향식 모델링 방법을 사용하였다. 따라서 참여 기업들이 담당하는 부품들의

CAD 데이터를 서로 공유해야 했고, 이것은 앞 장에서 언급한 기업의 지적자산 보안 측면에서는 단점이 된다.

### 3. 제품 설계변경 정보의 공유

설계변경 관리의 기업 간의 협업 체계 구축 및 수행에 있어 핵심적인 부분이다. 초기의 설계변경 관리에 관한 연구들은 설계변경에 따른 파급 효과를 최소화하기 위한 문서나 프로세스의 관리에 초점을 두었다.

2000년대 이후 PDM (product data management) 시스템의 보급이 활성화 됨에 따라 PDM 시스템의 제품 구조를 이용하여 설계변경 정보를 관리하는 제품 구조 기반 접근 방식이 연구되었다 [4-6]. 제품 구조 기반의 설계변경 정보 공유 방법에서는 부품 공급업체가 부품의 설계를 하기 위해서 필요한 다른 설계 데이터의 범위 (그림 3의 *Shared area*)를 제품 구조 상에 표시 한 후 해당 범위 안에 있는 데이터만을 완성품 제조업체와 부품 공급업체 사이에서 공유한다. 그림 3의 예에서 부품 공급업체는 *Part 10* 부품을 설계하고 있고, 부품의 설계 결과 *P10 VI*는 부품의 설계 시 참조한 다른 부품들에 대한 참조 정보 (그림 3의 *P7 VI*, *P8 VI*, 그리고 *P9 VI*)와 함께 완성품 제조업체에 납품한다.

그리고 제품의 주요 파라미터들 간의 상관 관계를 분석하여 비 순환 방향 그래프를 구성한 후, 설계변경 정보를 전파하는 방법도 제안되었다 [7]. 이 방법에서는 먼저 제품의 주요 파라미터들과 이들간의 상관관계-그림 4의 파라미터 네트워크 (parameters network)-를 정의한다. 그리고 제품 파라미터들에 대한 담당자를 결정하여, 파라미터 네트워크와 파라미터 담당자 정보로부터 설계변경에 관한 워크 플로우를 정의한다. 또한, 제품 파라미터들을 기반으로, CAD 시스템에서 제공하는 파라메트릭 기능을 이용하여 상세 설계를 수

〈특집 1〉 제품 개발 협업을 위한 설계변경 정보 공유 및 지적자산 보안 기술 소개 · 문두환

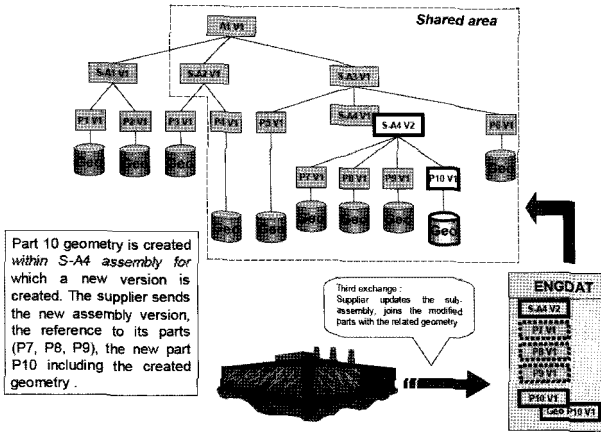


그림 3. 제품 구조 기반의 설계변경 정보 공유 [6]

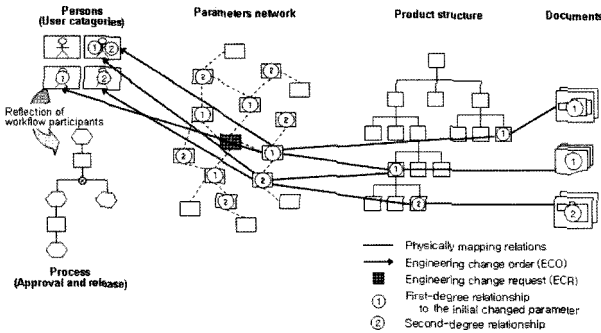


그림 4. 파라미터 기반의 설계변경 [7]

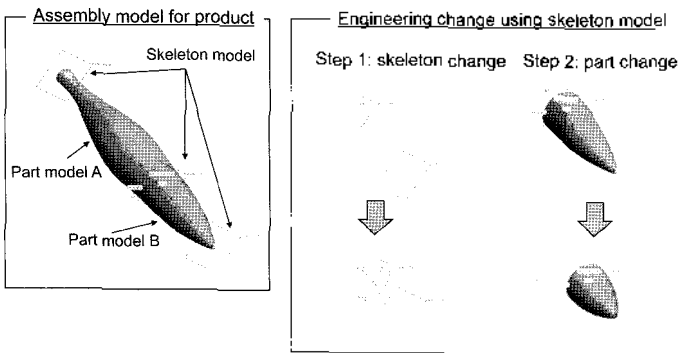


그림 5. 골격 모델 데이터를 이용한 설계변경 정보의 전파 [8]

행하여, 설계변경-파라미터의 변경-에 따라 해당 파라미터에 대응되는 CAD 데이터를 자동으로 변경한다.

최근에 중립 골격 모델을 이용하여 설계변경 정보를 표현하고, 제품 개발 협업에 참여하는 기업들간에 공유하는 방법이 제안되었다[8]. 이 방법에서는, 그림 5에서 같이 두 개의 부품 Part A, Part B로 구성된 조립품의 설계에 있어서, 설계 요구 사항- 부품들의 위치, 길이, 단면을 골격 모델로 표현한 후 공유한다. 만약 설계변경이 발생하면 골격 모델 데이터를 수정하여 참여 기업들에게 다시 배포함으로써 설계변경 정보를 전파한다.

#### 4. 기업의 지적자산 보안

일반적인 정보 보안은 권한을 부여 받지 않은 상태에서 정보와 정보 시스템에 접근, 사용, 공개, 방해, 수정, 또는 제거를 할 수 없도록 하는 것이다 [9]. 정보 보안의 핵심 원칙은 완전성, 기밀, 그리고 가용성이다. 정보 보안을 위해서 정보 보안 등급 정의, 접근 제어, 그리고 암호화 기법이 사용된다. 그러나 이와 같은 일반적인 정보 보안 기술들은 제품 개발 협업

에 적용하기가 어렵다. 왜냐하면 제품 설계 협업에서 참여 기업의 보안 대상 데이터는 CAD 데이터이고 다른 협력 기업들이 이 데이터에 접근하는 것을 막아야 하나 공동으로 제품을 개발하기 위해서는 서로의 CAD 데이터를 공유해야 하기 때문이다.

기업의 지적자산 보안에 관한 접근 방법은 일반적으로 사용자의 접근 권한 제어 방법 [10], 모델 단순화 방법 [11,12], 워터마킹 방법이 사용된다.

접근 권한 제어 방법은 인가된 사용자의 역할에 따라 제품 데이터에 대한 접근 권한을 다르게 부여하여 불필요한 데이터에 대한 접근을 막는 방식으로 PDM 등의 정보 관리 시스템에서 주로 적용하고 있다.

모델 단순화 방법은 CAD 모델을 단순화하여 타 업무에 적합하게 가공하기 위해 고안되었다. 예로, 그림 6에서 설계 모델 (그림 6 (a))는 강체 시뮬레이션 (그림 6 (b)), 열 해석 (그림 6 (c)), 그리고 구조 해석 (그림 6 (d))의 목적에 맞게 단순화되어 사용된다. 제품 개발 협업 측면에서 모델 단순화 방법은 각 사용자들의 접근 권한에 따라 차별화된 상세도를 가지는 모델을 생성해서 제공하는 것이다. 예로, 그림 7에서 부품

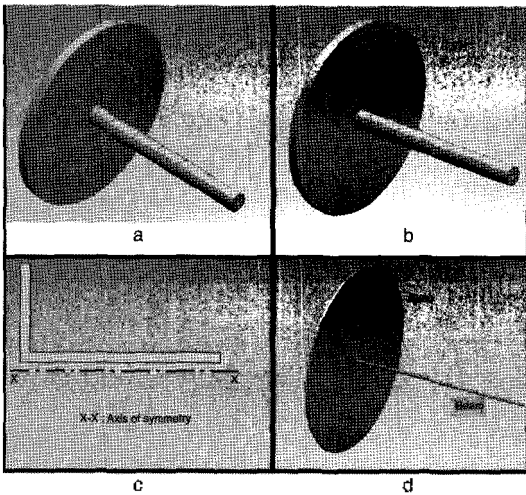


그림 6. CAD 모델 단순화 사례 [11]

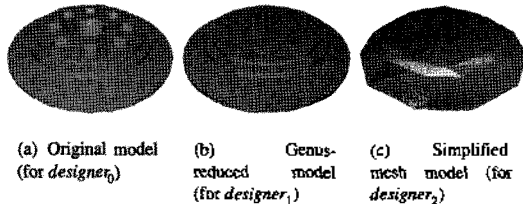


그림 7. 설계자의 권한에 따른 단순화 모델 생성 [12]

P의 설계를 designer<sub>0</sub>가 담당한다고 할 때 다른 설계자 designer<sub>1</sub>, designer<sub>2</sub>에게는 역할에 따라 서로 다른 상세도를 가진 CAD 데이터가 제공된다.

위터마킹 방법은 CAD 데이터에 '위터마크'라고 불리는 구조를 첨가하여 CAD 데이터가 원형 그대로임을 보장하는 방법이다. 그러나 이 방법은 정적인 정보를 가지는 대상물에 효과적이기 때문에 협업적 제품 설계에서 수시로 갱신되는 CAD 데이터에 대해서는 적용이 어렵다.

최근에 제품 개발 협업 과정에서 골격 모델을 활용하여 참여 기업들의 지적자산을 보호하는 방법이 제안되었다 [13]. 이 방법에서 설계변경 사항이 발생하면 완성품 제조업체는 설계변경 요구서와 함께 수정된 골격 모델 데이터를 중립 포맷으로 변환한 후 부품 공급업체에 배포한다 (그림 8 (a)). 중립 골격 모델 데이터를 받은 부품 공급업체는 자사의 포맷에 맞게

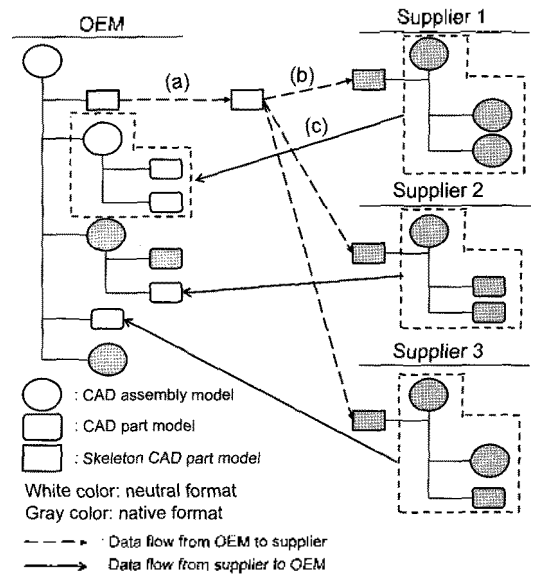


그림 8. 제품 설계 협업에서 골격 모델을 이용한 기업 지적자산의 보안 [13]

변환한 후, 수정된 골격 모델 데이터에 따라 설계변경 요구서를 참조하여 설계변경을 수행한다(그림 8 (b)). 설계변경이 완료되면 부품 공급업체는 형상만이 담긴 중립 포맷의 CAD 데이터 형태로 결과물을 완성품 제조업체에 납품한다(그림 8 (c)). 이 과정에서 CAD 데이터를 다른 기업들과 공유하지 않고 골격 모델 데이터만을 이용하여 설계변경을 진행하기 때문에 참여 기업들의 지적자산을 보호할 수 있다.

## 5. 결론

본 원고에서 제품 개발 협업 과정에서 발생하는 설계변경 정보의 전파 문제와 설계변경 정보의 전파 과정에서 발생할 수 있는 기업의 지적재산 문제에 대해서 살펴보았다. 그리고 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 수행된 최근의 연구 결과에 대해서 논의하였다.

제품 개발 협업에서 참여 기업들간의 관계는 영속적이지 않고 유연하며, 수직적이지 않고 수평적인 관계를 가진다. 특히 매스 커스터마이제이션(mass customization)이 보편화 되고, 애플 사의 iPod의 개발 사례와 같이 내부 역량의 집중과 함께 다른 기업들과의 유연한 협업 관계 정립이 요구되고 있는 현 시점에서 이와 같은 경향은 더욱 가속화될 것이다. 따라서 기업 내부의 핵심 자산을 보호하면서 제품 개발 협업에 필요한 정보를 공유하는 방법에 관한 연구가 향후에도 지속적으로 수행되어야 한다.

## 참고문헌

[1] 박성배, 복득규, 임영모, 정호성, “글로벌 네트워크형 비즈니스 모델의 확산”, CEO Information 629호, 삼성경제연구소, 2008.

[2] N. Shyamsundar and R. Gadh, “Internet-based collaborative product design with assembly features and virtual design spaces”, *Computer-Aided Design*, Vol. 33, No. 9, pp. 637-651, 2001.

[3] L. Chen, Z.J. Song, and L. Feng, “Internet-enabled real-time

collaborative assembly modeling via an e-Assembly system: Status and promise”, *Computer-Aided Design*, Vol. 36, No. 9, pp. 835-847, 2004.

[4] T. Peng and A. Trappey, “A step toward STEP-compatible engineering data management: the data models of product structure and engineering changes”, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 14, No. 2, pp. 89-109, 1998.

[5] N. C. Do, I. J. Choi, and M. K. Jang, “A Structure-Oriented Product Data Representation of Engineering Changes for Supporting Integrity Constraints”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 20, pp. 564-570, 2002.

[6] VDA (Verband der Automobilindustrie), *Product Data Exchange: Part 1. Assembly Data Exchange*, VDA Recommendation 4956. Frankfurt, Germany, 2005.

[7] J. S. Yang, M. Goltz, and S. Han, “Parameter-based Engineering Changes for a Distributed Engineering Environment”, *Concurrent Engineering: Research and Applications*, Vol. 12, No. 4, pp. 275-286, 2004.

[8] J. Hwang, D. Mun, and S. Han, “Representation and propagation of engineering change information in collaborative product development using a neutral reference model”, *Concurrent Engineering: Research and Applications*, Vol. 17, No.2, pp. 147-157, 2009.

[9] G. Dhillon, “Principles of Information Systems Security: Text and Cases”, Wiley, 2006.

[10] R.S. Sandhu, E.J. Coyne, H.L. Feinstein, and C.E. Youman, “Role-based access control models”, *Computer*, Vol. 29, No. 2, pp. 38-47, 1996.

[11] A. Thakur, A.G. Banerjee, and S.K. Gupta, “A survey of CAD model simplification techniques for physics-based simulation applications”, *Computer-Aided Design*, Vol. 41, No. 2, pp. 65-114, 2009.

[12] C.D. Cera, T. Kim, J. Han, and W.C. Reagli, “Role-based viewing envelopes for information protection in collaborative modeling”, *Computer-Aided Design*, Vol. 36, No. 9, pp. 873-886, 2004.

[13] D. Mun, J. Hwang, and S. Han, “Protection of intellectual property based on a skeleton model in product design collaboration”, *Computer-Aided Design*, In Press, 2009.