

온톨로지 기반 제품가족 모델링*

김태운
경성대학교 산업공학과
(twkim@ks.ac.kr)

이경중
경성대학교 산업공학과
(lkjnine@ks.ac.kr)

.....

고객에 대한 빠른 대응과 유연하고 효율적으로 새로운 제품을 적기에 개발하기 위해서는 제품 플랫폼에 기초한 대량 맞춤이 절실히 요구된다. 본 연구의 목적은 대량맞춤을 구현하는 방안으로서 제품 가족 모델링을 위한 방안과 온톨로지를 이용하여 제품개발 관련 정보를 공유하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 제품들이 점점 복잡해지고, 수명이 짧아지고 고객맞춤으로 되어감에 따라서 이를 실현하기 위한 디자인 노력은 보다 더 지식 집약적이고, 협업을 요구하며 정보의 공유를 필요로 하고 있다. 일련의 연관된 제품군간에 지식, 정보, 구성부품, 제조공정을 공유함으로써 제품 실현화 과정은 더 효율적이고 비용 대 효과가 좋고 고객에 대한 빠른 반응이 가능할 것이다. 본 연구에서 제시할 주요 내용으로는 제품가족 디자인을 위해서 필요한 기능분석, 제품가족 지도 및 가족 모델링을 위한 방안과, 제품가족 개발을 위해서 온톨로지 이용방안이다. 구현을 위해서 휴대전화기의 제품가족 분석과 분해에 의한 기능 분석 및 이 제품가족에 대한 온톨로지를 구축하였다.

.....

논문접수일 : 2006년 7월 게재확정일 : 2006년 9월 교신저자 : 김태운

1. 서론

고객의 요구에 기민하게 대응하는 신제품을 유연하고 효율적으로 개발하기 위해서는 제품의 플랫폼에 기초한 대량맞춤(Mass Customization : MC)이 절실히 요구된다. 생산방식이 대량생산 체제에서 대량맞춤으로 바뀌고 있으나, 개별 고객의 취향만을 고려하는 완전 주문생산 방식은 현대의 생산라인이 갖춰야 하는 제품군의 공통성(commonality), 부품의 상호 이용가능성(compatibility), 표준화 (standardization), 모듈화(modularization) 등을 충족시킬 수 없다. 따라서 대부분의 기업은 대량생산의 이점을 유지하면서 소비자 고객의 취향

을 만족시키기 위해, 제품가족의 개념에 따라서 가능하면 작은 변화를 통해서 제품의 다양성을 유지하고자 한다.

제품가족(product family)이란 공통의 특성, 구성품과 서브 시스템을 공유하는 일련의 제품으로서 다양한 시장의 요구를 만족시키기 위해서 제품을 개발하는 전략이다. 제품 플랫폼(product platform)은 제품가족을 구성하는 핵심적인 부분으로써, 주어진 제품가족 내에서 동일한 값을 가지는 일련의 공통된 파라메타, 특성이나 구성품을 가리킨다. 이러한 제품 플랫폼에 기초한 제품가족개념을 통하여 신제품 개발과정에 기존의 지식, 정보, 구성부품, 제조공정을 공유함으로써 제품 실현화

* 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-002-D00459).

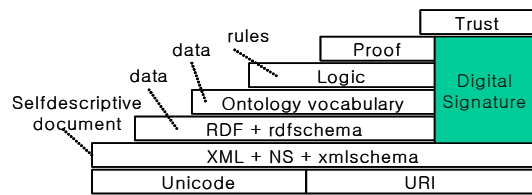
과정을 더 빠르고 효율적이고 비용 대 효과가 우수한 형태로 진행해 갈 수 있다.

신제품 개발에 있어서는 제품설계나 구성부품의 파라메타 정보와 기하학적 조건을 CAD를 통해서 나타내곤 한다. 근래에 이용되고 있는 PDM(Product Data Management)에서는 제조공정, BOM(Bill Of Material), 재고 등과 같은 구체적인 정보와 더불어 비 기하학적인 지식도 나타낼 수 있도록 발전되었다. 그러나 PDM에서도 기능, 구조 및 행태와 같은 제품의 구조도에 대한 형식적인 표현 프레임워크가 결여되어 있다. 왜냐하면 제품가족 구조도는 새로운 제품을 개발할 때에 중요한 요소이며, 새로운 제품 개발 아이디어는 기능요구에 의해서 개념화 되고, 구조에 따라서 제품으로 만들어져서 그 행태를 통해서 고객의 요구사항을 만족하게 된다.

제품의 기능이 점점 복잡해지고, 수명이 짧아지고 고객맞춤으로 되어감에 따라서 이에 따른 디자인 노력은 보다 더 지식 집약적이고, 협업을 요구하며, 정보의 공유를 필요로 하고 있다. 특히 개발 과정이 지리적으로 분산되어 있는 환경에서 단순한 DB공유 이상의 관련 지식과 자료를 활용하기 위해서는 지능적인 웹 기반의 인프라를 필요로 한다. 이를 위해서 지능적으로 작동되고 프로그램에 의해서 직접 간접으로 처리되는 시맨틱 웹을 활용할 수 있다.

시맨틱 웹의 목적은 사람이 아닌 기계 즉 응용 프로그램이 웹상에서 더 많은 정보를 이해하도록 돕고 더 풍부한 정보의 발견과 데이터 종합 및 업무의 자동화를 촉진하기 위해서 고안된 표준과 기술을 개발하고자 하는 것이다(Koivunen and Miller, 2001). 시맨틱 웹에서 웹의 데이터나 지식을 표현하기 위해서 XML(Extensible Markup Language)과 RDF(Resource Description Framework)가 요구

된다. XML은 웹 문서를 구조적으로 표현해 주고 RDF는 웹 자원간의 상호관계를 알려주게 된다. RDF schema에서는 필요자원을 위한 특성을 선언할 수 있는 메카니즘을 제공한다. 이러한 시맨틱 웹의 여러계층이 [그림 1]에 나타나 있다.



[그림 1] 시맨틱 웹 계층(Berners-Lee, 2000)

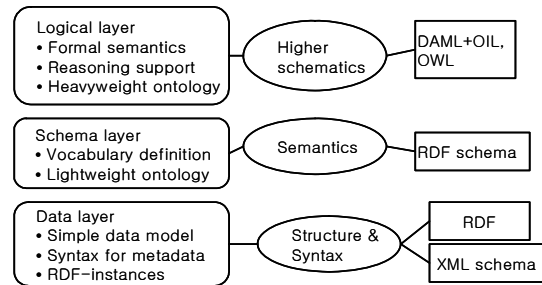
온톨로지는 해당 분야에 따라서 다양한 정의가 내려지고 있다. 우선 철학적인 관점에서는 세상의 기본이 되는 구성요소에 대한 명확한 이해와 정의를 나타낸다. 이론적으로는 어떤 영역에서 공통적으로 사용되는 어휘들의 집합을 표현하고 있다. 자연어 처리와 관련해서는 실세계 혹은 특정 도메인에 존재하는 모든 개념들과 개념들의 속성 그리고 개념들이 상호간에 의미적으로 어떻게 연결되어 있는가에 대한 정보를 가지고 있는 지식 베이스를 의미한다. 인공지능 분야에서는 관심영역분야에 존재하는 객체, 개념, 개체를 어떻게 나타내는데 대한 명시적이고 공식적인 사양을 의미한다. 시맨틱 웹에서의 온톨로지는 두 개의 데이터 베이스간에 정보를 비교하고 연결하기를 원하는 프로그램으로서 응용 프로그램간에 웹 기반 지식의 처리, 공유, 재사용을 위해서 아주 중요한 역할을 수행한다. 결론적으로 온톨로지는 어떤 문제 영역에 대한 개념, 그 개념에 대한 특성과 속성, 제한조건, 그들간의 관계에 대한 명시적인 서술이라고 정의해 볼 수 있다. 응용분야별 온톨로지의 예는 아래와 같다.

- 단순 개념 계층구조
- 시맨틱 네트워크
- 웹의 분류법
- 프레임 시스템
- 논리적 모델
- 개념분류 어휘사전
- 온라인 쇼핑 카탈로그
- 도메인 기반 표준 용어

이제까지 많은 온톨로지가 개발되었으나 이 중에 가장 많이 사용되는 것으로 DAML(DARPA Agent Markup Language)과 OWL(Web Ontology Language)을 들 수 있다. DARPA에서 개발을 지원한 DAML은 에이전트가 웹 상의 정보를 읽고 이해할 수 있도록 한 XML기반의 마크업 언어이다. DAML에서는 서로 연관된 여러 웹 페이지 간에 온톨로지에 의한 연결을 제공하고 있다. 또한 이미 존재하는 OIL(Ontology Interface Layer)과 DAML을 결합한 DAML+OIL에서는 이전의 RDF에서 제공하던 것보다 더 강화된 웹 페이지간의 의미론적 관계와 상호운용성을 제공해 주고 있다. 이는 표현력에서는 양호하지만 초보자나 미숙련자를 위한 쉬운 개발환경을 제공해 주지 못하였다. 따라서 보다 더 보편적인 사용자를 위한 온톨로지 언어로서 OWL이 탄생하게 되었다.

OWL은 DAML+OIL을 개선한 온톨로지로서 정보를 사람에게 단순히 제공하는 대신에 정보의 내용을 에이전트나 응용 프로그램이 처리할 수 있도록 만들어진 보다 더 보편적인 것이다. OWL에는 다른 차원의 표현 정도에 따라서 OWL Lite, OWL DL, OWL Full로 구분된다(OWL, 2006). OWL Lite은 분류 계층도와 단순한 제한조건을 지원한다. OWL DL은 모든 결론이 도달가능하며 최대한의 표현을 가능하게 해 준다. OWL Full은 온

톨로지로서 하여금 사전에 정의된 RDF나 OWL 어휘의 의미를 증가할 수 있게 해 준다. 즉 RDF의 문법적인 자유와 최대한의 표현을 가능하게 한다. [그림 2]는 이러한 온톨로지의 계층적 구조를 나타내고 있다.



[그림 2] 온톨로지 언어 계층 구조

한편 전문가 시스템의 관점에서 규칙이나 사례 형태의 지식을 XML로 표현하여 공유하고자 하는 RuleML(Rule Markup Language)과 데이터 웹을 지능형 웹으로 한 단계 더 발전시킬 수 있는 확장형 규칙표식언어(XRML : eXtensible Rule Markup Language)이 제안되었다(이재규 외, 2006). XRML은 비정형화된 HTML 문서로부터 정형화된 메타 지식을 추출하기 위한 언어로서 웹 페이지로부터 암묵적인 지식을 식별 용이하고 구조적인 양식으로서의 변환을 통해 교환가능하며 궁극적으로 다양한 응용 시스템을 활용하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 현재 시맨틱 웹이 지향하는 중요한 특성인 상호운용성을 지원하기 위해서 온톨로지의 기능인 정보통합을 쇼핑몰 환경에 적용하고자 하였다(김우주 외, 2006). 대표적인 쇼핑몰 사이트에 대한 상품정보 카테고리를 온톨로지화 시켜 실험함으로써 서로 이질적인 분류체계로 이루어진 온톨로지 간에 매핑이 가능한 방법론을 제시하고 있다.

제품의 체계적인 분류 및 관련 정보의 지능적

활용을 위해서 Noy et al.(2001)은 포도주에 관한 온톨로지를 구성하고 이를 Protégé-2000(2006)을 이용해서 구현하고 있다. Uschold and Gruninger (1996)는 제품 클래스 계층을 만드는 방법으로 하향식, 상향식, 복합적 접근법을 제시하고 있다. 하향식 접근방식은 해당 문제 영역에서 가장 일반적인 개념의 정의에서 시작하여 그 개념을 특수화해 나가는 과정을 거치게 된다. 상향식 접근방식은 계층구조의 가치에 해당하는 가장 특수한 클래스의 정의로부터 시작해서 이러한 클래스들을 서브그루핑함으로써 보다 더 일반적인 개념을 만들어 간다. 복합적 접근방식은 하향식과 상향식 방식의 복합적인 방법이다. Nanda et al.(2006)은 제품가족 모델링에 온톨로지를 이용하기 위해서 FCA (Formal Concept Analysis) 방법을 새로운 개념의 시맨틱 구조를 만들고 데이터를 분석하는 목적에 응용하고자 하였다. 구현을 위해서는 FCA 도구인 ToscanaJ를 이용하여 개념격자를 만들고 일회용 카메라를 대상으로 시맨틱 웹을 구축하였다. Mohan and Ramesh(2002)는 제품과 서비스의 변화관리에 온톨로지를 이용하였다. 제품가족의 개발을 지식 집약적 과정으로 파악하고, 제품가족에 속하는 여러 제품의 변화를 관리하는 일은 곧 해당 제품에 있어서 공통이거나 차이가 나는 부분을 파악하는 것으로 판단하고 이를 위해서 온톨로지를 이용하여 지식을 생성하고 검색하는 지식관리 시스템을 제안하고 있다. Brown(2003)은 제품가족 아키텍처 측면에서는 제품의 특성을 구조, 행태 및 기능의 3가지 요소를 이용하여 표현하고자 한다. Koga and Aoyoma(2004)는 제품의 행태를 어느 한 순간의 상태에 해당하는 제품의 구성요소로 보고, 제품의 행태를 표현하기 위해서 페트리 넷과 도달가능 트리를 이용하고 있다.

본 연구의 목적은 온톨로지 기반의 제품가족 모

델링 프레임워크를 제안하고자 한다. 온톨로지는 공유된 개념에 대한 형식적이고 명시적인 사양이다. 이것은 관심있는 분야를 서술하는 일련의 개념, 공리, 관계로 구성되어 있다. 따라서 제품 설계에 필요한 데이터를 효율적으로 표현하고 저장하는 것이 기존의 데이터를 재사용하고 정보를 검색하며 제품개발 시간을 줄이는데 도움이 된다. 이를 위해서 제품가족과 관련된 새로운 개념을 기술하고 온톨로지를 이용한 모델링 방안을 제시하고자 한다. 구현을 위해서 본 연구의 목적에 부합하는 휴대용 전화기를 대상으로 하여 제품가족을 분석하고 이의 온톨로지를 Protégé-2000을 이용해서 표현하고 구현하였다.

2. 제품가족 및 플랫폼 전략

2.1 제품가족 모델링

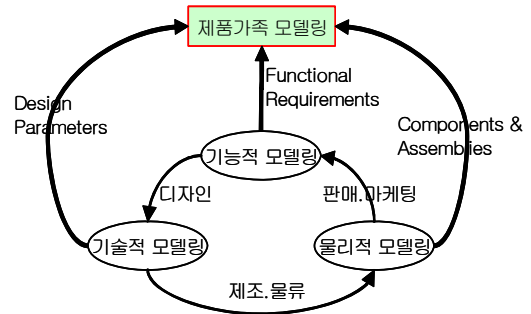
제품가족 디자인의 접근방식에는 하향식(능동적 플랫폼 방식) 접근법과 상향식(반응적 재설계 방식) 방법이 있다(Simpson et al., 2001). 하향식 방식은 Sony의 워크맨이나 Kodak의 일회용 카메라의 경우처럼 회사가 전략적으로 플랫폼을 개발하고 이로부터 제품가족을 개발하고 확장해 나가는 방식이다. 상향식 방식은 서로 구별되는 제품을 규모의 경제를 위해서 부품을 표준화하고 재설계를 통해서 유사한 제품그룹으로 통합하거나 제품가족화 해 가는 것이다. 농기계 회사인 John Deere나 공구회사인 Black & Decker 사는 그들의 모터와 벨브라인에 대한 재설계와 디자인 개선을 통해서 다양성을 줄여 제품가족화를 이룰 수 있었다.

새로운 제품을 디자인할 때, 새로운 개념에 대한 서술이 불완전하거나 추상적으로 표현되기 싶

다. 이러한 추상적인 개념을 구체화해 가는 방법으로 제품의 구조적 행태적 수준에 있어서 추상화의 계층적인 표현방법을 채택할 수 있다. 보다 더 구체적으로 이는 제품의 구조(structure), 행태(behavior) 및 기능(function)의 SBF 모델을 통해서 나타낼 수 있다. 구조와 관련된 내용으로는 모양, 형태, 사양, 재료, 표면가공 상태 등을 들 수 있으며, 행태와 관련해서는 상태의 변화, 시간의 경과, 유동속도와 같이 표현가능하고, 기능의 예로는 어떤 조건에서 어떠한 성능을 나타내거나 주어진 환경과 사용조건에서 요구되는 제품의 특성을 들 수 있다.

동시공학이나 통합적인 제품개발의 가장 중요한 점은 디자인 단계에 고객의 요구나 고객을 능동적으로 참여시키는 일이다. 이를 위해서 개별 제품의 디자인에서 제품가족의 디자인으로 바꾸는 것이며 제품가족 아키텍처(Product Family Architecture : PFA)가 필요하게 된다. PFA는 기능적 관점, 기술적 관점 및 물리적 관점의 3가지 요소로 구성된다. 기능적 관점은 제품의 기능적 요소에 관한 구조적 기능적 요구사항(Functional Requirements : FRs)를 나타내는데, 이는 구성요소간의 분할과 상호의존관계를 의미한다. 기술적 관점은 제품개발에 소요되는 기술을 의미하며 제품을 구성하는 각각의 모듈과 모듈의 구조를 나타낸다. 이는 최종 제품을 작은 구성품 단위로 세분하고 그 모듈간의 상호연관관계를 나타낸다. 기술적 모델링에서는 모듈과 모듈의 구조를 FR에 해당하는 설계 파라미터(Design Parameters : DPs)를 이용해서 나타낸다. 물리적 관점은 제품 디자인의 물리적인 실현을 의미하는데 제품의 제작을 가리킨다. 이러한 물리적 모델은 구성품과 조립(Components and Assemblies : CAs)으로 구성되며, 기업의 프로세스별 능력을 고려한 여러 CA간의 절충을 통하여 경제적인 평가도 수행한다. 전반적으로 PFA는 FR → DP → CA로

의 순환적인 매핑관계를 이루고 있는데 [그림 3]에 나타나 있다. 이러한 3가지 모델링 방법의 주요 항목이 <표 1>에 나타나 있다.



[그림 3] 제품가족 모델링 아키텍처(PFA)

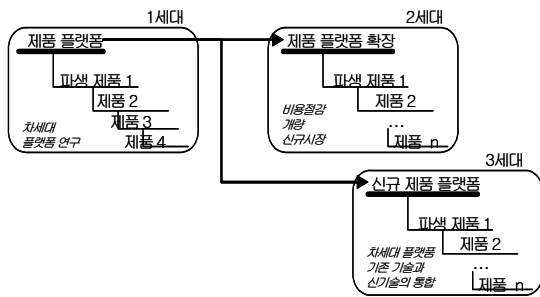
<표 1> 기능적 기술적 물리적 모델링의 주요 항목

기능적 모델링 (고객요구분석)	기술적 모델링 (모듈화)	물리적 모델링 (경제적 평가)
① 기존 제품으로부터 귀납적인 FRs 도출 ② 제품개발 전략으로부터 연역적인 FRs 보완 ③ 수요 자료를 이용한 FRs 인스턴스화로 특정제품 표현 ④ 고객 그룹별 기능의 분류 ⑤ 제품가족별 FR 결정	① FR를 충족하는 DP 도출 ② FR-DP 간의 관계 행렬 도출 ③ 행렬의 모듈화를 통한 그룹화 ④ FR-DP로 구성된 세부 디자인 모듈 작성	① 프로세스 능력을 고려한 물리적 속성 결정 ② CA능력을 고려한 가능한 물리적인 모듈 형성 ③ 물리적 모듈의 성능평가

2.2 제품가족 지도

제품가족 지도는 시간의 경과에 따른 제품가족, 플랫폼과 파생제품의 진화과정을 지도형태로 보여준다. 하나의 제품으로부터 제품가족으로 이행하게 되면 비용의 효율성, 기술적인 효과와 시장지배효과가 나타나게 된다. HP 사는 개인용 프린터인 잉크 젯 프린터를 기본적인 컴포넌트 기술에서

출발하여 제조기술과 결합함으로써 일련의 제품 가족을 개발하고 시장을 주도하여 오고 있다. HP의 DeskJet 시리즈의 플랫폼을 보면, 당초 DeskJet 500 흑백 프린터에서 시작하여 칼리용 500C 계열로 확장하고, 여기에서 보다 선명한 흑백과 개선된 칼리를 제공하는 “600” 시리즈로 발전시켜서 2세대를 도입하고, 새로운 영역인 소규모 기업과 가정용 사무실을 위한 “800” 시리즈의 신규 플랫폼을 도입함으로써 3세대로 발전해 나가고 있다. 이러한 제품 플랫폼의 확장 및 신규 플랫폼의 전개과정이 [그림 4]에 나타나 있다.

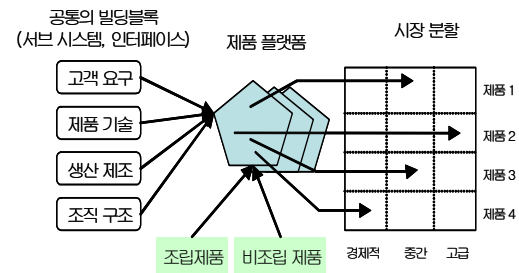


[그림 4] 제품가족의 진화를 보여주는 제품가족 지도

2.3 제품 플랫폼

제품가족을 성공적으로 개발하고 관리해 나가기 위해서는 상품의 시장에 대한 분할 및 이해, 제품 플랫폼 및 이를 뒷받침하는 기업의 공통적인 인프라에 해당하는 빌딩블록의 3가지에 대한 종합적인 관리가 요구된다. 제품 플랫폼을 구성하는 기본적인 빌딩블록으로 고객의 요구사항, 컴포넌트 자체 서버 시스템 인터페이스 같은 제품기술, 양질의 제품을 경쟁적인 가격으로 생산가능하게 해 주는 생산제조기술 및 고객지원, 정보기술, 판매 등을 지원하는 조직구조를 들 수가 있다. 이러한 빌딩블록과 제품 플랫폼 및 시장분할과의 관계가 [그림 5]에

나타나 있다.



[그림 5] 제품 플랫폼과 연관된 개념적인 프레임워크

제품 플랫폼은 새로운 컴포넌트를 활용하는 기술을 통해서 기존 제품으로부터 개량을 통해서 제품 플랫폼이 없이 신제품을 개발하는 경우보다 훨씬 적은 비용이 소요된다. 기존의 제품 플랫폼을 갖추는데 소요된 비용은 이미 지불된 매몰비용(sunk cost)이므로 이를 활용하면 추가 비용만 투자함으로써 새로운 상품의 개발이 가능하다.

제품 플랫폼이 유사 제품 개발을 위한 기본적인 플랫폼을 제공하지만 그래도 그것이 변하지 않고 고정되어서는 안 되며, 새로운 시장정보와 기술의 변화에 따라서 진화해 나가야 한다. 기존의 서버 시스템으로 구성된 제품 플랫폼에서 다소 확장된 제품군을 생산해 나가다 결국은 서버 시스템의 추가 변화로 제품 플랫폼 자체가 다음 세대로 변화되면서 차세대의 제품군을 생산하는 시스템으로 변화해 간다.

제품 플랫폼은 또한 제품가족을 생산 제조하는 여러 가지 요소들 즉 소요기술, 시설, 장비, 조직, 프로세스 등과 협력해 나아가야 한다. 제품의 형태에 따라서 플랫폼의 요소도 변하게 된다. 조립제품의 경우 구성품의 획득, 생산 조립과 시험평가의 과정을 거치게 된다. 재료 화학분야와 같은 비조립 공정위주의 제품의 경우 프로세스 플랫폼의 생성 및 갱신이 요구된다.

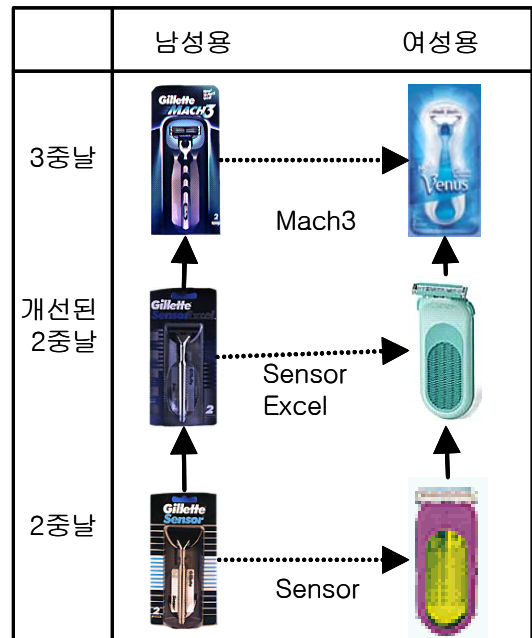
2.4 시장분할에 따른 제품 플랫폼 전략

제품가족을 개발하기 위한 플랫폼 전략을 위해서 시장을 그리드로 분할해서 각각의 상황에 맞는 전략을 수립할 필요가 있다. 시장분할 그리드는 상품의 원가와 성능이 수직에 위치하고 시장의 분할이 수평에 위치하는 모양으로 구분해 볼 수 있다. HP의 프린터의 경우 PC 사용자, 포터블 노트북, 홈 오피스나 소규모 기업가로 시장 그리드를 분할해 볼 수 있으며, 저가의 잉크젯 프린터, 고속 칼리 잉크젯, 레이저 프리터로 가격과 성능을 구분할 수 있다. 이러한 시장 분할에 따른 제품 플랫폼 전략으로는 다음과 같은 4가지가 제시되어 있다(Meyer and Lehnerd, 1997).

첫 번째로 틈새 시장 중심의 플랫폼으로서 각각의 그리드에서 서브 시스템과 제조 프로세스 간에 공유가 거의 없는 형태이다. 각각의 틈새 시장은 서로 다른 플랫폼 구조에 의해서 운영된다. 그 결과 많은 제품 가족이 존재하게 되고 틈새시장 별로 시스템, 기술 및 정보의 공유가 없어서 원가가 상승하고 이윤은 감소하게 된다. 또한 하나의 플랫폼은 다른 팀에서 쉽게 복사가 가능하고 반면에 한 팀에서 개발한 기술은 타 부서로 이전도 되지 않고 따라서 전파도 되지 않게 된다. 마케팅 관점에서 하나의 플랫폼에서 행해진 광고나 이벤트가 다른 플랫폼으로 이전되지 않고 브랜드 마케팅의 효과도 줄어든다. 생산의 관점에서 다양한 구성품도 제조 프로세스와 관리를 복잡하게 한다.

두 번째로 핵심적인 플랫폼의 서브 시스템과 제조 프로세스를 제품의 성능과 가격이 유사한 수준에서 수평적으로 연결하는 전략이다. 사무용 펜을 예를 들면 크로스(Cross) 사는 고가 고 성능의 제품군에 치중하는 반면 펜텔(Pentel) 사는 보다 경

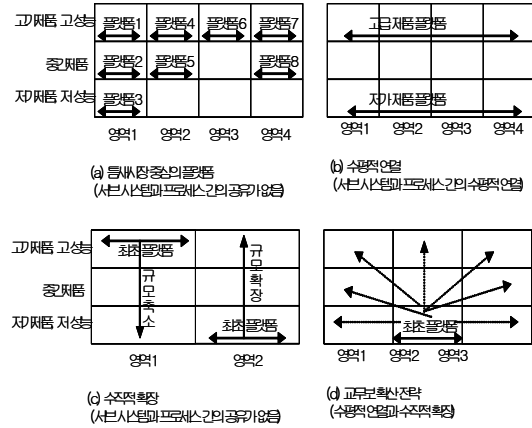
제적인 가격과 성능의 제품군에 중점을 두고 있다. 이 전략은 하나의 제품이 개발되면 유사한 제품 가족이 쉽게 개발 가능하고 제조 생산설비 부품조달 등의 비용이 감소한다. 질레트 면도기의 Sensor, Sensor-Excel, Mach3으로 발전된 제품 플랫폼을 보면 남성용과 여성용간에 손잡이의 모양 색깔, 디자인은 완전히 다르지만 면도날의 카트리지는 동일하다. 따라서 질레트는 카트리지를 핵심적인 레버리지의 중심으로 해서 성능을 개선하고 공통의 자동화된 제조 공정을 통해서 원가를 줄일 수 있는데 [그림 6]에 질레트 면도기의 수평적 플랫폼 연결 확장 전략이 나타나 있다. 수평적 연결방법에도 문제가 있는데 만약 제품 플랫폼이나 핵심 구성품에 결함이 있으면 연관된 제품 가족들에 문제가 발생하게 된다. 또한 제품군을 자기 다른 조직이 담당하게 되면 플랫폼의 개선을 주도할 부서가 애매해 질 수도 있다.



[그림 6] 질레트 면도기의 플랫폼 연결 확장 전략

세 번째로 동일한 시장내에서 공통의 제품 플랫폼으로 가격과 성능면에서 수직적인 확장을 시도하는 것이다. 예를 들면 고가-고성능의 제품 군에서 주도적인 기업이 해당 상품의 저가 저 성능의 시장으로 확장하는 것으로, 고가-고성능 제품에서 기존의 기능을 줄이거나 주요한 서브 시스템을 저가 제품에 이용하는 경우이다. 반대의 경우는 저가-경제적 성능 시장에서 주도적인 기업이 고가-고성능 시장으로 확장을 하는 경우인데, 기존 제품에 고성능의 기능을 추가하거나 새로운 모듈을 첨가해서 고가-고성능 시장에서 요구하는 사양에 만족하게 제품을 개선하는 경우이다. 이 전략의 장점은 특정 시장 영역에서의 지식이나 기술이 고가 저가 상품 군에 널리 활용이 가능한 것이나 문제점으로는 핵심 모듈이나 서브 시스템에 문제가 있으면 관련 제품에 걸쳐서 전반적으로 문제가 발생한다는 것이다.

네 번째로 수평적 연결과 수직적 확장을 복합한 방법으로 교두보 확산 전략이다. 기업은 특정 시장 영역에서 저가의 효율적인 제품 플랫폼을 구축하고 이를 기반으로 하여 성능을 발전시켜 고가 제품으로 확장하고, 기능을 추가하여 다른 시장 영역도 담당이 가능하게 한다. 최초 플랫폼에 기반해서 다른 유사제품을 개발하고 낮은 제조원가로 생산할 수 있는 능력은 보다 고가의 고성능 제품의 시장으로 진출을 가능하게 해 준다. PC 업체인 델 컴퓨터는 데스크 탑 수준의 기업용 'Deskpro' 모델에서 출발하여 워크그룹 서버인 'ProSignia', 'SytemPro', 'ProLiant' 모델을 개발하고 'ProLiant' 모델로부터 '엔터프라이즈' 서버 ProLiant'를 개발하였으며, 'DeskPro'에서 개인 및 가정용 PC인 'Presario' 플랫폼을 개발 하였다. 이상에서 서술한 시장분할에 따른 플랫폼 전략이 [그림 7]에 나타나 있다.



[그림 7] 시장 분할에 따른 플랫폼 전략
(자료 : Meyer and Lehnerd, 1997)

2.5 기능 분석

제품 기능분석은 제품가족을 디자인 하고 제품의 구성을 정의하는데 기본적으로 요구된다. 제품의 기능은 그 환경에 작용하는 효과로 정의해 볼 수 있다. 환경은 행태, 구조, 구조적인 특성을 이용해서 입력이나 영향력을 만들고 이를 통해서 그 기능이 상호작용을 일으키고 오 작용을 방지하고 성능을 유지해 나갈 수 있도록 기능이 작동하게 해 준다. 기능 모델링은 제품가족 디자인과 분석에 있어서 중요한 단계이다. Stone et al.(1999)은 기능으로부터 모듈을 식별하기 위한 방법으로 세가지 휴리스틱을 제안하고 있다. 그 휴리스틱은 폼 구조에서 기능 모델을 필요로 하며, 하부 기능은 에너지, 자재, 신호의 흐름에 근거해서 그루핑되어 진다. Pahl and Beitz(1996)는 기능 구조를 만드는 방법으로 하향식의 단계적 방안을 제시하고 있다.

하나의 제품은 여러 가지 기능으로 나뉘질 수 있고, 각각의 기능은 수단에 의해서 실현되어 진다. 분해는 해공간의 복잡성을 많이 축소시키며, 분해된 기능은 제품의 역할을 기술하게 된다. 계층적 구조에

있어서 기능과 수단을 나타내는 Function-means tree가 Janhager(2004)에 나타나 있다. function-means tree는 사용자가 없이 기술적인 시스템의 도식적 모델이다. 이것의 기본 아이디어는 기술적인 시스템을 그 기능과 하부 기능으로 분해하고 그들에 의해서 모든 가능한 수단을 발견하고자 하는 것이다. function-means tree에 사용자의 행태와 정신적인 활동을 더함으로서 사용자 - 기술적인 시스템에 더 나은 사양인 function-action tree가 얻어진다.

행태와 구조를 가지는 제품 정보모델과 관련하여 기능 행태 상태(Function Behavior State : FBS) 모델이 제품 행태에 대한 요구사항으로서 제품기능을 정의하고 있다(Umeda et al., 1990). FBS 모델링은 개념적이고 덜 핵심적인 디자인 단계에 있어서 기능 분할의 어려움을 극복하고 있는데, 이는 공리적 일반 디자인 이론(Yoshikawa, 1990)과 디자인 원리(Suh, 1990)에 있어서 문제점으로 남아 있었다. FBS는 우리로 하여금 제품의 행태를 제품기능의 분해 방법론에 따라서 분해할 수 있게 해 준다.

기능과 행태와 구조간의 매핑은 이전의 연구결과를 이용해서 설명되어 질 수 있다. 기능으로부터 구조로의 매핑은 공리적 일반 디자인 이론을 이용해서 설명된다. 기능은 FBS 모델을 이용해서 행태로 변환될 수 있다. 행태로부터 구조로의 변환은 하향식 행태 디자인 시스템(Top-down oriented Behavior Design system : TBD)에 의해서 이뤄 질 수 있다(Koga and Aoyama, 2004). TBD에는 제품정보 모델과 제품 디자인 시스템이 이용된다. TBD는 디자이너로 하여금 제품의 행태와 위상적인 구조를 그들간의 상호 의존성은 유지하면서 단계별 분할에 의해서 만들어 내게 한다. 또한 TBD는 디자이너로 하여금 제품의 구조와 행태를 만들고 이들을 초기의 설계단계에서 세부설계단계로 상속시킨다.










3. 온톨로지 기반 제품가족 모델링

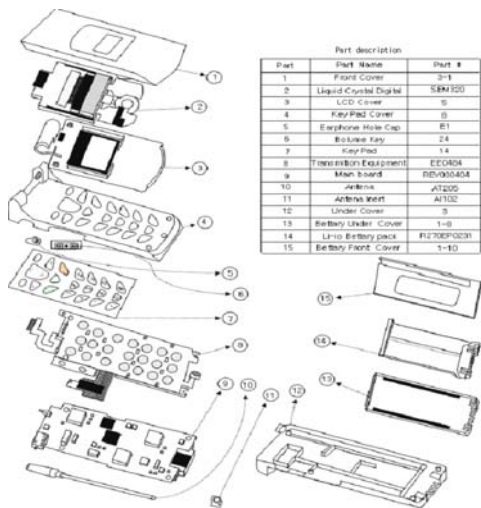
제품가족의 개발에 따른 지식공유, 정보활용, 원거리 정보교환, 이전 경험의 재활용 등의 목적을 위해서 온톨로지를 이용한 프레임워크를 제안하고자 한다. 적용을 위한 대상 도메인으로는 제품가족 개념의 적용이 적합한 휴대용 전화기가 채택되었다. 온톨로지 구현을 위해서는 Protégé-2000을 사용하였다. Protégé-2000은 사용자로 하여금 문제영역에 대한 온톨로지를 만들 수 있게 하고, 데이터 입력폼을 고객에 맞출 수 있으며, 데이터를 입력할 수 있게 해 준다. 이것은 또한 그래프, 테이블, 소리 이미지 비디오와 같은 미디어, OWL, RDF, XML, HTML과 같은 여러 가지 데이터 저장형식 같은 그래픽 구성요소를 포함할 수 있도록 쉽게 확장 될 수 있는 플랫폼이다. Protégé-2000은 아주 맞춤형이어서 새로운 에디터를 처음부터 만드는 것 보다 더 빠르게 새로운 언어를 위한 에디터로서 적용이 가능하게 해준다.

3.1 휴대용 전화기 제품가족

제품가족의 개념에 적합한 상품은 유사한 제품이 많이 존재하고, 수명주기가 짧으며 플랫폼에 기초해서 외양이나 다소의 기능의 변화로 많은 유사 제품군이 존재하는 상품이 적합하다. 이러한 관점에서 볼 때 휴대전화기는 다양한 모델, 수시로 추가되는 기능, 짧은 수명주기, 색상과 디자인의 다양성 등으로 제품가족으로서의 개념에 잘 부합하는 상품으로 판단되어 적용 도메인으로 정하였다. <표 2>는 A사 휴대전화기의 9가지 모델을 요약해서 보여주고 있다. 구별되는 특성으로는 디스플레이 형태, 칼라, 소리, 카메라, mp3 기능 등을 들 수 있다.

<표 2> A사 휴대전화기의 9가지 제품가족 특성비교

Model	Image	Display type	Color	Sound	Camera	Special function
SCH-100S		Flip 5 line	B/w	Single tone	X	
SCH-6200		Folder 5 line	B/W	Single tone	X	
SCH-X130		Folder	128*128 dot	16 tones	X	- Dual folder - Yamaha FM sound chip
SCH-X210		Folder	256 color STN LCD	16 tones	X	- Dual folder - 3rd generation CDMA 2000 1x
SCH-X590		Folder	4096 color	40 tones	Sunscreen and Scratch resistant lens	- Dual folder - CCD type camera
SCH-E170		Slide	262 color TFT LCD	64 tones	0.3 M pixel	- Semi-automatic slide
SCH-V500		Slide	262 color TFT LCD	64 tones	1 M pixel	- Cross flip folder, MP3 - TV type
SCH-S250		Stretch	16M color TFT LCD	64 tones	5 M pixel	- 3 times optical zoom - 5M World-record
SCH-B100		Stretch	262 color TFT LCD	64 tones	1 M pixel	- Satellite DMB



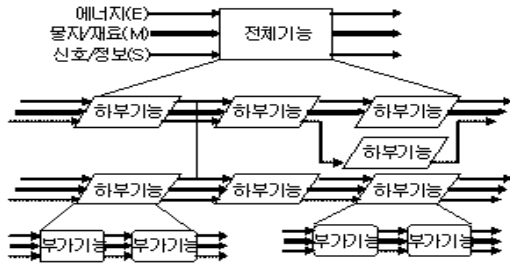
[그림 8] 휴대전화기 분해 및 구성부품

어떤 시스템의 기능과 구조를 이해하는 가장 좋은 방법은 해당 제품을 분해하는 것이다. 제품의 분해를 통해서 제품가족의 플랫폼을 식별해 내고 구성품간의 공통성 지수를 판단하거나 기능 구조도를 이해할 수 있다. [그림 8]은 SCH-6200 모델을 분해하여 도형으로 그린 이미지를 보여주고 있다.

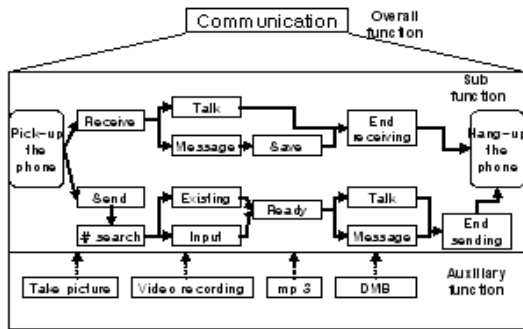
3.2 휴대전화기 기능분석

제품의 기능적 요소는 제품의 전체 기능에 기여하는 개별적인 운용과 변환이다. 이는 바로 제품의 특성을 나타내는 요구사항이다. 기능적인 요소들은 기능적 구조로 연합되어지고 이는 그 제품이 추상적인 수준에서 무엇을 하는지를 나타내게 된

다. 제품의 기능 구조를 만드는 단계는 우선 전체적인 제품 기능을 판단하고, 전체적인 기능을 하부기능으로 분할하며, 단순화한 기능 구조를 결정하고 각각의 하부기능에 대해서 자재, 에너지, 정보/신호를 식별하고, 마지막으로 2차적이고 부가적인 기능과 흐름을 더하는 순서로 진행 할 수 있다. 이러한 절차에 따라서 한 시스템의 기능을 하부기능과 부가적인 보조기능을 이용하여 계층적으로 나타낸 기능 구조도가 [그림 9]에 나타나 있다.



[그림 9] 자재, 에너지, 신호를 이용한 기능 구조도



[그림 10] 휴대전화기 기능의 블록 다이어그램

따라서 제품기능 분석은 핵심 기능을 하위의 세부적인 해결 가능한 보조기능으로 분해해 나가는 과정이다. 제품기능 분석이 실제 제품에 적용하는 사례를 위해서 휴대전화기를 대상으로 하였다. 이 제품은 많은 유사모델, 짧은 수명주기/개발기간,

개발 비용의 고가, 소비자 요구의 까다로움 등으로 MC의 특성이 가장 잘 나타나는 제품 중의 하나이다. 전반적인 기능은 통신으로 정의하고 주 기능으로 수신 송신과 사진/비디오 촬영을 들 수 있으며, 부가 기능으로 mp3, 디지털 방송수신, 등을 들 수 있는데 세부 기능에 대한 관계가 [그림 10]에 나타나 있다.

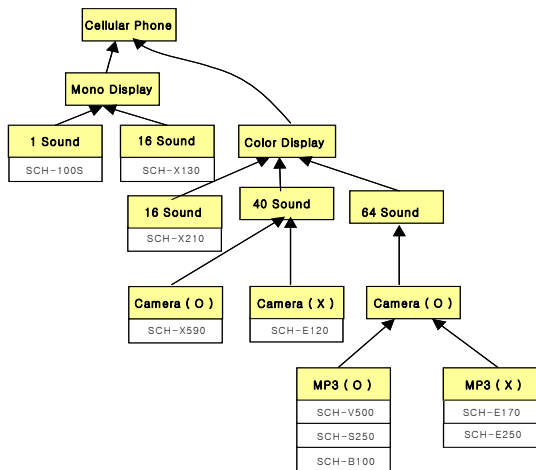
3.3 휴대전화기 온톨로지

어떤 아이디어에 대해서 설명하거나 기술서를 작성하려고 하면 일련의 용어에 대해서 써 두는 것이 유용하다. 이러한 것은 용어 자체이거나 그 용어와 관련된 특성이나 개념이 될 수 있다. 휴대전화기와 관련된 중요한 용어는 제작사, 디자인 형태, 디스플레이 형태, 음향 수준, 카메라 기능, MP3 기능, DMB 기능 등과 같은 기능을 이용해서 나타낼 수 있다. 우선 전체 용어 목록, 용어들 간의 관계 혹은 용어의 속성 등이 추출되어야 한다. 그다음으로 클래스 계층과 개념 혹은 슬롯의 특성이 나올 수 있다.

휴대전화기의 클래스 계층을 하향식, 상향식, 복합적인 접근방식의 관점에서 보면 다음과 같다. 하향식 접근방식은 휴대전화에 관한 가장 일반적인 개념을 만드는 것에서 시작하여 그것의 하부 서브 클래스 즉 폴더 타입, 소리 톤, 색상 해상도 등으로 특수화해 간다. 상향식 접근방식의 경우, 폴더 형태나 색상 해상도에 따른 클래스를 먼저 정의하고 이러한 클래스의 공통적인 상위 클래스를 만들어 간다. 복합적 접근방식에 의하면 우리는 휴대전화와 같은 상위 수준의 개념을 택하기도 하고 폴더 타입과 같은 하위수준의 개념을 택해서 진행해 나갈 수도 있다. 다음으로 보다 더 중간적인 개념인 슬라이더 형태 등으로 접근할 수 있다. 그 다음에는 이러한 클래스에 해당하는 모든 제품가족 클래스를 만들어 나갈 수 있다.

하향식 접근방식에 따라서 휴대전화의 클래스

계층구조를 도식하면 [그림 11]과 같이 나타낼 수 있다. 상위 클래스와 하위 클래스간의 상속개념이 본 계층구조에서도 적용된다. 따라서 모든 하위 클래스는 부모 클래스와 “is-a”의 관계가 성립된다. 최상위 계층으로 “Cellular phone” 클래스가 전화통화 기능을 위해서 정의된다. 이로부터 모든 하위 계층(자식 계층)의 클래스인 흑백 디스플레이 휴대전화, 컬러 디스플레이 휴대전화 클래스가 상위 클래스의 속성을 상속 받게 된다. 이 클래스 계층구조에서 분류를 위한 첫 번째 기준은 색상 기능이다. 다음 기준으로는 음향 수준, 카메라 모듈, 음악 기능 등이다.



[그림 11] 휴대전화기 제품가족 클래스 계층구조

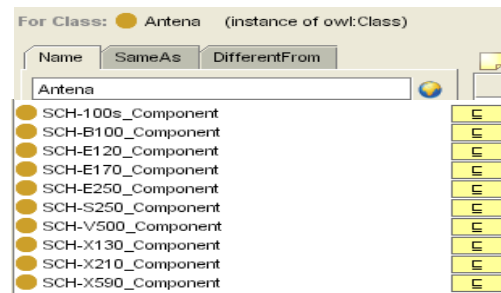
휴대전화의 온톨로지를 나타내기 위해서 Protégé-2000을 이용하였다. [그림 12]는 휴대전화 SCH-100S 모델 구성부품의 클래스와 그것의 하위 클래스를 보여주고 있다. 구성부품은 [그림 8]에 근거하여 15개로 구성되어 있다. 모든 하위 클래스 각각은 여러 휴대전화기에서 해당하는 구성품의 그룹을 나타내고 있다. 예를 들면 안테나 클래스는 휴대전화기 제품가족의 여러 가지 다른 안테나 그룹을 나타내 주고 있다.

- SCH-100s_Component
- Antena
- Antena_Inert
- Bettary_Front_Cover
- Bettary_Under_Cover
- Bolume_Key
- Earphone_Hole_Cap
- Front_Cover
- Key_Pad
- Key_Pad_Cover
- Lcd_Cover
- Li-io_Bettary_Pack
- ▶ Liquid_Crystal_Digital
- ▶ Main_Board
- Transmition_Equipment
- Under_Cover

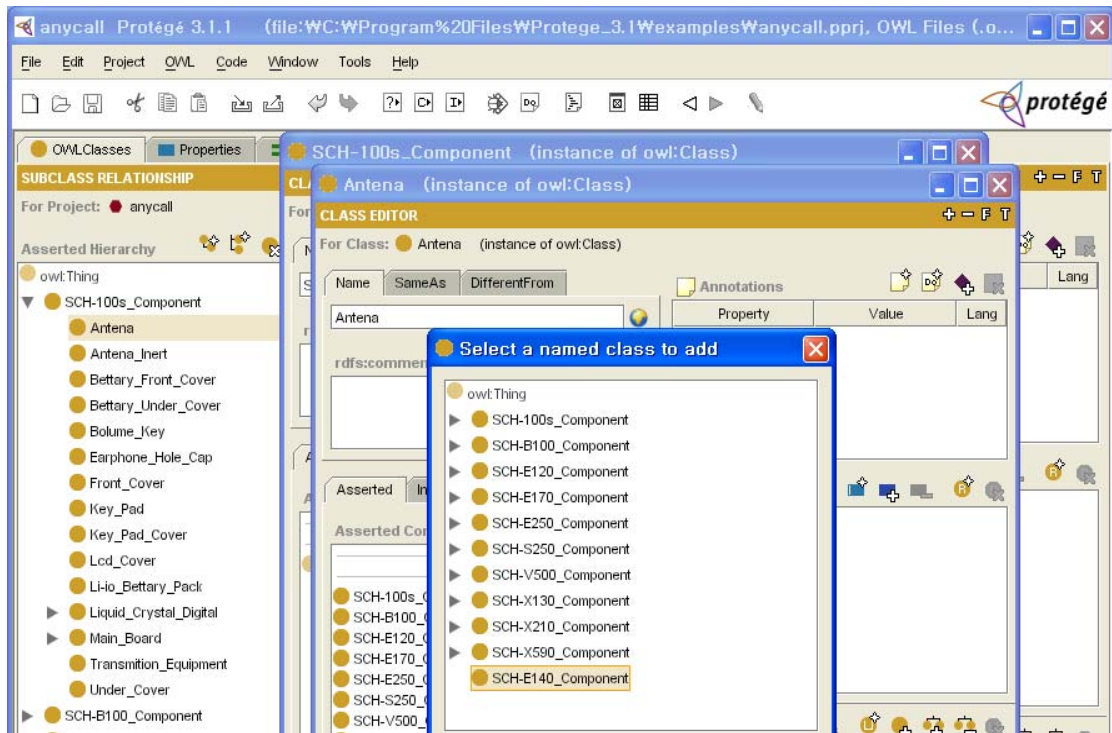
[그림 12] Component 클래스와 하위 클래스

[그림 13]은 안테나 구성부품에 대한 관련 클래스의 제품가족을 보여주고 있다. 안테나는 휴대전화기 10개 모델에 모두 소요되는 구성부품이므로 [그림 11]의 제품가족 클래스가 전부 구성부품과 관련 속성을 상속받아서 이용하고 있다.

일단 온톨로지가 완전히 구현되고 나면 새로운 제품과 관련되는 인스턴스를 추가할 수 있다. [그림 14]는 Protégé-2000을 이용한 휴대전화 전체에 대한 온톨로지 화면을 보여주고 있다. 기존의 제품가족 외에 SCH-E140이란 새로운 제품을 추가하는 경우 기존 제품의 구성부품에 추가되는 제품 클래스의 인스턴스를 추가하기만 하면 기존의 구성부품의 속성을 전부 자동으로 상속받아서 활용할 수 있게 된다.



[그림 13] 안테나 컴포넌트의 인스턴스



[그림 14] Protégé-2000을 이용한 휴대전화 온톨로지에서 새로운 제품가족 추가화면

이상의 연구에서 제품가족, 온톨로지, 신제품 개발과 같은 상이한 개념을 서로 결합하여 온톨로지 기반 제품가족 디자인의 프레임워크를 만들고 이를 통해서 휴대 전화기의 개발과정에서 클래스 구조나 부품간의 공유 개념을 활용하는 방안을 구현해 보았다. 이 온톨로지는 제품 디자인에 있어서 계층적인 개념에 대한 정의와 분류를 해 주고, 특별히 제품가족 디자인에 있어서 부품, 공정 및 정보를 공유하고 재사용할 수 있게 함으로써 부품의 복잡도, 납기, 개발비용을 줄일 수 있게 해 준다.

Protégé-2000을 이용한 온톨로지 구현의 AI적 유용성을 모델링 수준, 사용자 인터페이스 수준, 사후적 수준의 관점에서 다음과 같이 기술할 수 있다. 우선 모델링 수준에서는 복잡한 클래스와 슬

롯의 개념을 나타낼 수 있게 하고 있다. 이는 RDF schema에서와 같이 OIL 모델링을 위한 수단을 제공한다. 예를 들면 하나의 새로운 클래스가 기존에 존재하는 계층구조상의 있는 클래스의 하위 클래스라면 Protégé-2000에서는 기존의 하위 클래스를 이용할 수 있게 해 준다. 사용자 인터페이스 수준에서는 어떤 개념에 내재된 추가 개념을 기술하기 위해서 새로운 슬롯 - 플러그인을 이용하거나 사용자가 스스로 정의해서 사용할 수도 있다. 사후적 수준에서는 플러그인을 통해서 Protégé-2000 지식베이스가 XML과 같은 다른 언어와 조화될 수 있도록 파일형태로 저장하거나 다른 에디터에서 개발된 모델을 받아들여 사용할 수 있게 해 준다. 이상을 종합하면 시맨틱 웹에서 주장하는 정보

의 공유, 재이용, 사용자 인터페이스, 지능적 접근과 처리 등의 기능을 구현할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 온톨로지를 이용한 제품가족 모델링 프레임워크를 제시하고 휴대전화기 온톨로지 모델링에 이를 적용해 보았다. 시맨틱 웹의 분야에서는 제품가족의 개념이 익숙하지 않으므로 온톨로지에 관한 개념과 제품가족에 대한 기존 연구 소개를 포함하였다. OWL은 정보를 사람에게 단순히 제공하여 보게 하기 위한 것이 아니라 정보의 내용을 응용 프로그램이 지능적으로 처리하기 위해서 만들어 졌다. 이는 인터넷의 지능적인 환경을 필요로 하는 신제품의 개발과정에 응용이 가능하다. 즉 휴대전화기와 같이 모델이 다양하고 신모델이 빠르게 개발되면서 기존의 기능적인 구성부품들을 최대한 활용하면서 부품의 이용가능성을 높여야 하는 개발환경에서 개발 관련 제품 정보를 관련 담당자들이 공유하고 기존의 자료를 재사용이 가능하게 해 줄 수 있다. 이를 위해서 휴대전화기의 구성부품에 대한 제품가족을 OWL을 이용하여 온톨로지를 구축하였다. 온톨로지는 제품의 구조를 저장할 뿐만 아니라 제품가족의 다른 구성부품의 진화과정을 보여주고 있다.

향후 연구와 관련하여 제품가족의 온톨로지를 OWL로 분석하는 과정을 통해서 제품가족에 대한 공통의 디자인 어휘를 만들 수 있다. 이는 곧 디자인 관련 자료를 지역적으로 멀리 떨어져 있는 개발자나 다른 제품군에도 공유하거나 재사용이 가능하게 해 준다. 또한 추론을 위해서는 지능적인 에이전트를 활용하면 기존의 온톨로지로부터 필요한 개발 관련 정보를 자동으로 획득할 수 있다.

온톨로지 작성은 그 자체가 완성품이 아니고 진화해 가는 과정이므로 기존의 구현위에 추가적으로 더 많은 제품가족에 대한 온톨로지가 추가되면 지식과 내용이 더 풍성하고 활용가능성이 높은 온톨로지로 발전해 갈 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 이재규, 최형림, 김현수 편저, "인터넷 환경의 지식시스템", 17장 시맨틱웹, 손미애, 법영사, (2006), 629-671.
- [2] 김우주, 최남혁, 최대우, "이질적인 쇼핑몰 환경을 위한 온톨로지 기반 상품 매핑 방법론", 한국지능정보시스템학회 논문지, 제12권 2호(2006), 33-48.
- [3] Berners-Lee, T., "Semantic web", *XML conference*, (2000).
- [4] Brown, D., "Functional, Behavioral and Structural Features", *Proceedings of the DETC 2003 ASME Design Engineering Technical Conferences*, DETC2003/DTM-48684, Chicago, Illinois, 2003.
- [5] Janhager, J., 2004, "Hierarchical Decomposition of Technical Functions and User Actions", *Proceedings of the DETC 2003 ASME Design Engineering Technical Conferences*, DETC2003/DTM-48642, Chicago, Illinois, 2003.
- [6] Koga, T. and K. Aoyama, "Product Behavior and Topological Structure Design System by Step-by-step Decomposition", *Proceedings of DETC'04 (Design Engineering Technical Conferences)*, DECT 2004-57513, September 28-October 2, Salt Lake City, Utah, 2004.
- [7] Koivunen, M. R. and E. Miller, "W3C Semantic Web Activity", <http://www.w3.org/>

- 2001/12/semweb-wcsw/, The World Wide Web Consortium, 2001.
- [8] Meyer, M. H. and A. P. Lehnerd, *The Power of Product Platforms*, Boston, Massachusetts, Free Press, 1997.
- [9] Mohan, K. and B. Ramesh, "Ontology-based Support for Variability Management in Product and Service", *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society, (2002), 1-9.
- [10] Nanda, J., T. W. Simpson, S. R. T. Kumara and S. B. Shooter, "A Methodology for Product Family Ontology Development Using Formal Concept Analysis and Web Ontology Language", *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Vol.6(June 2006), 103-113.
- [11] Noy, N. F., M. Sintek, S. Decker, M. Crubezy, R. W. Fergerson, and M. A. Musen, "Creating Semantic Web Contents with Protégé-2000", *IEEE Intelligent Systems*, (March/April 2001), 60-71.
- [12] OWL <http://www.w3.org/TR/owl-features/> 2006.
- [13] Pahl, G. and W. Beitz, *Engineering Design : A Systematic Approach* (2nd Rev. Ed.), Springer-Verlag, New York, 1996.
- [14] Pine, .B. II. *Mass Customization : The New Frontier in Business Competition*, Boston : Harvard Business School Press, 1993.
- [15] Protégé, <http://protégé.stanford.edu>, 2006.
- [16] Simpson, T. W., R. A. Maier, and F. Mistree, "Product Platform Design : Method and Application", *Research Eng Design*, Vol.13(2001), 2-22.
- [17] Stone, R., K. Wood, and R. Crawford, "Product Architecture Development with Quantitative Functional Models", *Proceedings of the DETC 1999 ASME Design Engineering Technical Conferences*, DETC99/DTM-8764, Las Vegas, Nevada, 1999.
- [18] Suh, N., *The principle of design*, Oxford University Press, New York, 1990.
- [19] Umeda, Y., Takeda, H., Tomiyama, T. and H. Yoshikawa, "Function, Behavior, and Structure, Applications of Artificial Intelligence in Engineering V.", Ed. Gero, *Proceedings of the Fifth International Conference*, Boston, Massachusetts, 1990.
- [20] Uschold, M. and Gruninger, M. "Ontologies : Principles, Methods and Applications", *Knowledge Engineering Review*, Vol.11, No.2(1996).
- [21] Yoshikawa, H., "General Design Theory and a CAD System, Man-Machine Communications in CAD/CAM", *Proceedings of IFIP WG5.2*, North_holland, Amsterdam, 1990.

Abstract

Ontology-based Product Family Modeling

Taioun Kim* · Kyungjong Lee*

As products become more complex, short-life cycled and customized, the design efforts require more knowledge-intensive, collaborative, coordinating, and information sharing. By sharing knowledge, information, component and process across different families of products, the product realization process will be more efficient, cost-effective and quick-responsive. The purpose of this paper is to propose an ontology-based product family modeling framework. The ideas of product family, ontology and Semantic Web were investigated in depth. A Semantic Web is originally defined as a web of data that can be processed directly or indirectly by machines, which operates intelligently. A Web Ontology Language (OWL) is designed for use by applications that need to process the content of information instead of just presenting information to humans. For the selected cellular phone product family, ontology was constructed and implemented using protégé-2000.

Key words : Product Family, Ontology, OWL, Semantic Web, Protégé-2000

* Department of Industrial Engineering, Kyungsung University