

# 제품 서비스 시스템 설계를 위한 온톨로지 An Ontology for Product Service System

\*#엄광호<sup>1</sup>, 강무진<sup>2</sup>, 반벤<sup>1</sup>, 김경하<sup>1</sup>

\* #K. H. Eum(laputa97@skku.edu)<sup>1</sup>, M. Kang<sup>2</sup>, B. Pan<sup>1</sup>, G.H. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 대학원, <sup>2</sup>성균관대학교 기계공학부

Key words : Product Service System, Ontology, Knowledge management

## 1. 서론

현대사회에서 제품시장이 글로벌화 되어감에 따라 제조업의 경쟁은 점점 심화되어 가고 있다. 이러한 시장환경에서 기업은 경쟁력을 갖추고자 고객의 요구를 분석하고 이를 만족하는 제품을 사용자에게 제공하고자 하였다. 하지만, 오늘날 기업 간의 기술적 격차가 점점 줄어드는 데 반해 고객의 요구가 다양화됨에 따라 제품이 제공하는 기능만으로는 고객의 요구를 충족시키기는 쉽지 않다. 이에 기업은 제품을 판매하는 것뿐만 아니라 고객의 요구를 반영하는 서비스 솔루션을 제공하여 보다 높은 가치를 부여함으로써 시장에서 경쟁력을 확보하고자 하고 있다.

제품-서비스 시스템(Product Service System : PSS)은 사용자의 Needs 를 충족시켜 줄 수 있는 제품과 서비스의 집합이다. 이는 제품의 개발 관점을 기존의 제품 중심 개발에서 서비스중심으로 이동 또는 확장하고 제품과 서비스를 제공하고자 하는 대상에 개인화하여 다양한 고객의 요구를 만족하게 하고자 하는 것이다.<sup>1</sup>

사용자의 요구를 만족시키는 PSS 을 개발하려면 제품과 서비스 그리고 이들 간의 관계에 대한 복잡한 설계 지식이 요구된다. 하지만 제품과 서비스에 대한 지식은 서로 다른 도메인의 다양하고 이질적인 지식을 포함하기 때문에 설계자가 이를 종합적으로 고려하여 PSS 을 설계하는 것은 쉽지 않다. 따라서, PSS 의 지식을 정형적으로 표현하고 체계적으로 관리하여 설계자에게 제공하는 것은 기업의 경쟁력을 재고시킬 수 있는 방법이 될 수 있다.

Function Model 은 사용자의 요구에 대한 물리적인 제품, 시스템, 소프트웨어와 같은 인공물의 Function 과 Function 의 Process 를 정의하는 모델로 제품 설계 과정에서 고객의 요구를 충족하는 기능을 설계하는 개념설계 단계의 중요한 요소가 된다. 또한 Function Model 의 기능적 정의로부터 물리적인 모델을 유도할 수 있다. Function Model 의 여러 연구 중에서 B.Stone<sup>2</sup> 은 Function Model 을 구축하는데 있어 Function 과 Function 간의 Process 를 정의하는 Flow 에 대한 Terminological Definition 인 Functional Basis 를 제안하였다. 설계자는 Black Box 모델로부터 Function Decomposition 을 통해 Function Model 을 유도하는 과정에서 Sub-Function 과 Sub-Function 간의 Flow 를 바탕으로 구성되는 Function Chain 을 정의하는데 있어 Functional Basis 의 Standard Vocabulary 를 이용하여 용어적으로 일반화된 Function Model 을 구축할 수 있다. PSS 설계에 있어 Functional Basis 는 Function 에 대한 일반적인 용어의 단서를 제공할 수 있다. 하지만 Functional Basis 에서 제공하는 Function 과 Flow 에 대한 Standard Vocabulary 는 용어와 용어간의 개념적인 정의가 형식화 되지 않아 실제 Sub-Function 과 Function Chain 모델링을 위한 정형화된 모델을 제공하지 못한다.

PSS 는 제품과 서비스의 조합으로 PSS 온톨로지를 구축하기 위해서는 제품뿐만 아니라 서비스에 대한 개념적인 정의가 요구된다. 서비스에 대한 정의로서 Tomiyama<sup>3</sup> 는 Service Provider 가 Service Channel 을 통해 Service Content 를 Service Receiver 에게 제공하여 Receiver 의 value 를 향상시키는 Activity 를 Service 라 제안하였다. 또한 서비스의 타입을 5 개의 카테고리 정의하고 서비스의 특성인 Service

Content, Channel, Goal, Target 등을 고려하여 서비스를 구분하도록 제시하고 있다. 이러한 서비스의 정의는 서비스를 모델링하는데 있어 서비스를 구성하는 구성요소와 서비스의 종류를 구분하는 기준을 제시한다. 하지만, 사용자의 Needs 를 충족시키는 서비스 및 서비스 제공 시 요구되는 물리적인 인공물과의 관계가 명확하게 정의되어 있지 않아 서비스와 함께 제공되는 전체 시스템에 대한 구조적인 모델을 제시하지 못한다.

온톨로지는 지식에 대한 Concept 과 Concept 간의 Relation 을 Domain 의 Axiom 에 따라 정의하여 대상영역의 지식을 명시적으로 표현하는 방법이다.<sup>4</sup> PSS 설계 지식을 온톨로지로 구축하면 이질적이고 분산되어 있는 제품-서비스 설계지식에 대하여 통합적인 지식 기반을 제공하며, 이를 이용하여 PSS 라이프 사이클에 관련된 다양한 Stakeholder 의 지식 공유가 가능하다. 또한 Axiom 에 기반하여 논리적으로 구축된 온톨로지부터 추론 메커니즘을 통해 암묵지를 형식지로 유도하여 키워드 기반의 지식검색보다 풍부하고 향상된 검색 결과를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 PSS 설계 지식의 공유와 재사용을 위한 지식베이스 구축을 위해 PSS 온톨로지를 제안한다.

## 2. 접근방법

제품-서비스 시스템을 개발하는 것은 사용자의 요구를 충족시키는 기능을 가진 제품과 서비스의 조합을 구성하는 것이다. 따라서, 제품-서비스 시스템 온톨로지는 제품과 서비스 그리고 기능에 대한 지식으로 구성된다고 볼 수 있다.

온톨로지 구축단계는 Table 1 에서 제시한 것과 같이 4 단계로 구성된다. Step 1에서는 제품에 대한 구조를 정의하고 제품 과 부품의 기능에 대한 용어를 정의한다. Step 2에서는 수집된 기능 관련 용어들의 개념 및 개념간의 상-하 위 관계 및 연관관계를 정의하여 Function 의 개념적인 구조를 정의한다. Step 3에서는 제품으로부터 정의된 기능들이 기능을 수행하는 데 있어 서비스를 요구하는 것들을 가려내고 이러한 서비스의 개념 및 개념간의 관계를 정의한다. Step 4에서는 제품, 기능, 서비스의 연관관계를 분석하여 요구되는 기능에 대하여 특정 제품과 서비스가 동시에 구현되거나 단독으로 구현되는지를 판별한다. 이러한 과정을 통해 기능에 기반한 PSS 온톨로지를 구축한다. 또한 PSS 온톨로지 개발 단계에서 서비스로부터 PSS 온톨로지를 구축하는 것이 가능하다. 동일한 단계를 서비스 중심으로 시작하여 제품으로 모델링하고 서비스와 제품 간의 관계를 정의할 수 있다.

Table 1 Development process for the PSS ontology

STEP NO	Direction
STEP 1	Product (service) structure is defined. Terminology for function of product (service) is described.
STEP 2	Concept and relation of function is defined.
STEP 3	Service (product) that related function is described. Concept and Relation of Service (product) is defined.
STEP 4	Relation between product and service is described with relation among product, function, service i

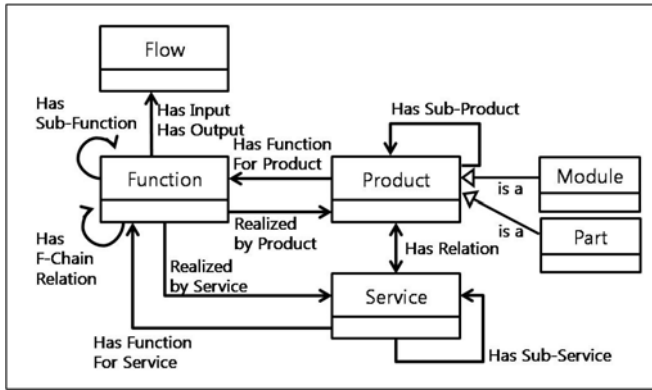


Fig. 1 Basic Structure of PSS Ontology

Fig.1 은 PSS 개발 과정을 통해 구축되는 PSS 온톨로지의 기본 구조를 나타낸다. 제품, 서비스, 기능은 기본적으로 하위 구조를 가질 수 있다. 특히 기능은 기능의 입출력을 가지며 입출력관계를 통해 Function Chain 을 구성할 수 있다. Function Chain 의 정보를 이용하여 기능 또는 제품의 부품을 조합하여 모듈화할 수 있다. 제품과 서비스는 이를 구현하는 기능을 가지며 이러한 기능 관계를 통해 관련된 제품과 서비스의 인과관계를 유도할 수 있다.

개념화된 온톨로지는 기계에서 사용 가능한 형태로 모델링하기 위하여 Computer Representation Language 인 OWL(Ontology Web Language)로 모델링 하고 OWL 의 표현력 확장을 위해 SWRL(Semantic Web Rule Language) 을 이용하여 복수 속성 관계 및 개념 간 인과관계를 모델링한다.

### 3. Case Study

PSS 온톨로지에 대한 Case Study 로 제품에 기능과 서비스가 통합되어 있는 휴대폰을 대상으로 PSS 온톨로지를 구축하였다. 먼저 휴대폰의 하위 부품 구조를 정의하고 구조 내의 하위 부품의 기능 정의와 함께 기능을 제공하는 서비스를 모델링한다. Table 2 는 휴대폰의 Product, Function 그리고 관련된 Service 개념정의 일부를 보여준다. 휴대폰의 하위 부품으로 벨 소리와 관련된 부품 일부가 기술되어 있으며 이에 해당하는 기능 과 서비스의 개념이 정의되어 있다. Table 의 Upper-Concept, Lower-Concept 은 개념 간의 상-하위 Relation 에 대한 개념정의를 나타낸다. 정의된 개념 중 ◆ 기호로 표시된 것은 Leaf-level-concept 을 나타낸 것으로 특정 개념에 해당하는 실제 Entity 를 의미한다. Table 3 은 개념 간의 Relation 을 정의한 것으로 벨 소리와 관련된 제품과 서비스가 어떤 기능을 가지는지 먼저 정의 되어 있고, 다음으로 기능 간의 입출력을 고려한 Relation 인 Function-Chain Relation 이 기술되어 있다.

이렇게 구축된 휴대폰 PSS 온톨로지를 설계과정에서 사용한다고 가정하면 다음과 같은 방법으로 온톨로지를 활용하는 것이 가능하다. 먼저, 설계 요구 사항의 예로서 ‘다양한 음악을 벨 소리로 휴대폰에서 사용’이라고 정의한다. 먼저 휴대폰에서 소리를 만들기 위한 기능의 입출력을 분석하여 Provide Music, Store Sound Source, Load Sound Source, Transfer Sound Source 4 개의 기능이 Function Chain Relation 의 결과로 획득된다. 다음으로 Provide Music 기능을 만족하는 서비스로 Music Service 및, Store Sound Source, Load Sound Source, Transfer Sound Source 기능을 수행하는 부품으로 Speaker, Sound Module, Storage 를 획득할 수 있다. Product, Function, Function-Chain, Function, Service 간의 관계 추론을 통해 요구사항에 만족하는 휴대폰의 하위 부품 정보와 서비스에 대한 정보를 획득할 수 있다. 최종적으로 개발되는 휴대폰(◆F450)은 Music 벨 기능과 함께 실제 음악 제공서비스(◆SoRi)가 사용자에게 제공될 수 있다.

Table 2 Example of concept definition for cell-phone PSS ontology

Term of Concept	Upper-Concept	Lower-Concept
<b>Product</b>	<b>Top-Level-Concept</b>	
Cell Phone	Product	◆ F450
Sound Component	Cell Phone	
Speaker	Sound Component	Inner Speaker
Sound Module	Sound Component	
Storage	Sound Component	Memory
<b>Function</b>	<b>Top-Level-Concept</b>	
Make	Function	Make Sound
Load	Function	Load Sound Source
Transfer	Function	Transfer Sound Source
Store	Function	Store Sound Source
Provide	Function	Provide Sound Source
<b>Service</b>	<b>Top-Level-Concept</b>	
Sound Source Service	Service	Music Service
Music Service	Sound Source Service	◆ SoRi

Table 3 Example of relation definition for cell-phone PSS ontology

Term of Relation	From	To
<b>Has Function For Product</b>	Sound Component	Make Sound
	Speaker	Transfer Sound Source
	Sound Module	Load Sound Source
	Storage	Store Sound Source
<b>Has Function For Service</b>	Music Service	Provide Music
<b>Has F-Chain Relation</b>	Provide Music	Store Sound Source
	Store Sound Source	Load Sound Source
	Load Sound Source	Transfer Sound Source
<b>Has Relation</b>	Cell Phone[◆ F450]	Music Service[◆SoRi]

### 4. 결론

제안된 PSS 온톨로지는 PSS 의 Function Based Design 을 지원할 수 있는 기반이 될 수 있다. 향후 보다 정교한 지식을 제공하기 위해 다양한 서비스의 요소에 대한 개념과 상황, 환경과 같은 설계 의사결정에 필요한 다양한 개념을 포함하는 확장된 PSS 온톨로지 개발이 요구된다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 전략기술개발사업 “통합디자인 지식 서비스 기술개발” 과제 수행의 일환으로 이루어진 것임을 밝히며, 지원 기관에 감사 드립니다.

### 참고문헌

- Goedkoop, M., van Halen C., te Riele, H., and Rommens, P., “Product Service Systems, Ecological and Economic Basics”, Pre consultants, 1999.
- Stone, B., Wood, L., “Development of a Functional Basis for Design”, Journal of Mechanical Design, 122, 359-370, 2000.
- Tomiyaama, T., Shimomura, Y., Watanabe, K., “A Note on Service Design Methodology”, ASME DETC’04, 57393, 2004.
- Gruber, T., “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications”, Knowledge Acquisition Journal, 3, 199-220,1993