

## 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 확장된 휘처 기반 도메인 분석 기법

신현석\* 송치양\*\* 백두권\*

\*고려대학교 컴퓨터공학과, \*\*상주대학교 소프트웨어공학과

{hsrepublic, baikdk}@korea.ac.kr, \*\*cysong@sangju.ac.kr

### Extended Feature-Oriented Approach to Domain Analysis in Ubiquitous Computing Service

Hyunsuk Shin\*, Chiyang Song\*\*, Dookwon Baik\*

\*Department of Computer Science and Engineering, Korea University,

\*\*Department of Software Engineering, Sangju National University

#### 요약

새로운 패러다임인 유비쿼터스에 대한 개념이나 적용 기술들에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있으나, 이를 고려한 도메인 분석 기법에 대한 연구는 많지 않다. 또한, 범용적으로 사용되고 있는 휘처 기반의 도메인 분석 기법은 공간 재설계나 상황 인지 등의 유비쿼터스 컴퓨팅의 대표적인 특징을 수용하는 데에는 한계를 가지고 있다.

본 논문에서는 ‘공간 재설계’나 ‘상황 인지’에 초점을 두고 휘처 개발 방법을 통해 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 도메인 분석 방법을 제시한다. 유비쿼터스 환경을 위한 정형화된 유비쿼터스 휘처 메타 모델을 제시하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 휘처로 표현함으로써 기존의 휘처 모델링 방법에 의한 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 모델링 접근을 가능하게 한다. 이로써 유비쿼터스 서비스 도메인 모델의 효과적인 분석을 가능하게 하고 정형화된 휘처 모델을 통한 기존 휘처 모델의 제품 계열 개발에 따른 재사용성을 증진시킬 수 있다.

#### 1. 서론

최근 연구가 활발히 진행되고 있는 새로운 패러다임인 유비쿼터스는 수 많은 서비스와 디바이스들의 융합을 통해 개인화된 서비스를 제공하는 것이다[1]. 유비쿼터스에 대한 개념이나 기술들에 대해서는 많은 연구가 있으나[8,9,10], 이를 고려한 도메인 분석 기법에 대한 연구는 많지 않고 전반적인 특징이 아닌 부분적인 특징만 반영된 도메인 분석 기법만 제시되고 있다[11,12,13]. 범용적으로 사용되고 있는 휘처 기반의 도메인 분석 기법은 공간 재설계나 상황 인지 등의 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징을 휘처 모델 상에 표현하지 못한다.

따라서, 본 논문에서는 ‘공간 재설계’나 ‘상황 인지’에 초점을 두고 휘처 개발 방법을 통한 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 도메인 분석 방법을 제시한다. 이를 위해 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 특성을 표현할 수 있는 데이터 요소를 명세하고 기존 휘처 기반 개발 방법을 사용한 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 모델링을 통해 문제점을 도출한다. 해결 방안으로 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 특성을 표현할 수 있도록 기존의 휘처 모델(카테고리)을 확장하여 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 위한 휘처 메타 모델을 정의하고 이를 바탕으로 휘처 모델링을 수행함으로써 제시된 모델을 검증한다.

유비쿼터스 환경을 위한 정형화된 휘처 메타 모델을 제시하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 휘처로 표현함으로써 범용적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 휘처 기

반 모델링 접근을 가능하게 한다. 이로써 유비쿼터스 서비스 도메인 모델의 효과적인 분석을 가능하게 하고 정형화된 휘처 모델을 통한 기존 휘처 모델의 제품 계열 개발에 따른 재사용성을 증진시킬 수 있다.

#### 2. 관련 연구

##### 2.1 휘처 기반 도메인 분석 기법

기존 제품 계열 공학에서 광범위하게 사용되고 있는 대표적인 방법으로 요구사항, 설계, 코드를 포함한 소프트웨어 공학에 파라미터화할 수 있는 개념을 제공하는 FODA[2]와 제품 라인을 휘처 중심으로 분석하고 이를 이용하여 재사용이 가능한 제품 라인 자산을 개발 가능한 FORM[3], 휘처 기반 도메인 분석 기법에 Reuse-Driven Software Engineering Business (RSEB)의 프로세스를 통합한 FeatuRSEB[4]를 그 대표적인 예로 들 수 있다. 하지만 이들 방법은 기존에 널리 사용되어 안정성 등은 확보가 되었으나 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 특징을 충분히 표현하지 못하는 한계를 가진다.

##### 2.2 유비쿼터스 지능 공간 개발을 위한 수정된 UML

현재 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 모델링 연구는 시작단계이지만 대표적인 연구인 ‘유비쿼터스 지능 공간 개발을 위한 수정된 UML 제안[11]’에서는 유비쿼터스

지능 공간 개발을 위해 ‘As-Is 분석’과 ‘To-Be 분석’으로 구분하여 도메인을 분석한다. ‘As-Is 분석’은 Scenario, Actor, Event Table, Input Information, Use Case Diagram 의 세부 항목을 가지며, ‘To-Be 분석’은 Available Technology, Possible Device, Output Mechanism 항목이 추가된다. 표 1 은 각 분석에서 사용되는 Event Table 을 보여준다.

이 기법은 UML 다이어그램 중 Use-Case 다이어그램 에 공간 재설계의 개념을 추가한 기법을 제시했지만, 유비쿼터스 컴퓨팅의 다양한 특징 중 지능 공간에 대해서만 고려하기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 특징을 충분히 표현하지 못하는 한계를 가진다.

<표 1-1> As-Is 분석 Event Table

User Action	Action on Device	Event Sent from Device	Action on Server	Event Sent from Server
...	...	...	...	...

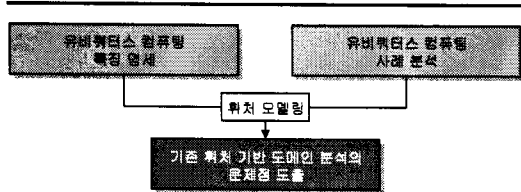
<표 1-2> To-Be 분석 Event Table

User Action	Agent Action			Device Action	Action on Server	Event Sent from Agent		
	AA	BB	...			AA	BB	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...

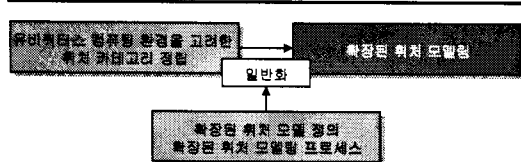
3. 접근 방법

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 고려한 확장된 휘처 기반의 도메인 분석 기법 도출 모델을 기술한다.

단계 1. 기존 휘처 기반 도메인 분석



단계 2. 확장된 휘처 모델링



(그림 1) 확장된 휘처 기반 도메인 분석 접근 모델

1 단계에서는 기존 휘처 기반 도메인 분석 기법에 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 서비스를 적용하여 발생하는 문제점을 사례 기반으로 도출한다. 이를 위해 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징을 분석하고, 국립 중앙 박물관을 도메인으로 하여 휘처를 도출한다. 2 단계에서는 도출된 문제

점을 해결하기 위해 새로운 카테고리를 정립하고 일반화하여 확장된 휘처 모델링을 제시한다. 본 기법의 접근 모델에 대한 각 단계별 세부 수행 내용은 그림 1 에서 도식화하여 나타내고 있다.

4. 기존 휘처 기반 도메인 분석

4.1 유비쿼터스 특징 정의 및 명세

유비쿼터스라는 새로운 패러다임은 기존보다 더욱 많은 컴퓨팅 자원을 이용하여 사용자의 편의를 지원하는 것을 목표로 하고 있다. 유비쿼터스의 특징에 대해서 많은 연구가 진행되고 있지만 주요 특징은 크게 ‘공간 재설계’와 ‘상황 인지’로 나눌 수 있다.

4.1.1 공간 재설계

유비쿼터스 컴퓨팅의 특징 중, “사용자에 따라 컴퓨팅 공간이 이동되며, 언제, 어디서나 컴퓨터를 사용할 수 있어야 한다[6,7].”는 공간 재설계와 관계가 있는 정의들이다. 다시 말해, 제공되는 서비스는 사용자가 위치한 공간(지능 공간)과 밀접한 관계가 있다. 공간은 크게 내부 공간과 외부 공간으로 구성되며, 자세한 속성은 표 2 에서 설명된다.

<표 2> 공간 재설계 데이터 요소 정의

Property	Definition	Cardinality
Internal Space	실제적인 모든 서비스가 제공되는 공간을 말한다.	1..*
External Space	제한적인 서비스가 제공되는 공간을 말한다.	0..*

4.1.2 상황 인지

또 다른 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징 중, “사용자의 입력 없이 수집된 정보 분석에 의해 시스템이 동작하여 [5,8] 개인화된 서비스가 동적으로 생성된다[11].”라는 특징은 상황 인지와 관련된다. 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스는 사용자나 공간, 디바이스들의 상황에 대한 정보 분석을 통해 서비스가 동적으로 제공된다. 자세한 속성은 표 3 에서 설명된다.

<표 3> 상황 인지 데이터 요소 정의

Property	Definition	Cardinality
User Context	사용자의 선호도나 이동 속도 등을 나타낼 수 있다.	1..*
Space Context	서비스되는 공간들의 상태를 표현한다.	0..*
Device Context	서비스 제공을 위해 사용되는 디바이스들의 상태를 표현한다.	0..*

4.2 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 사례 분석

유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 사례 연구로 국립 중앙 박물관의 PDA 영상 안내 시스템을 선정하였고, 표 4는 PDA 영상 안내 시스템의 서비스 내용을 설명한다.

<표 4> PDA 영상 안내 시스템 서비스

Service	Description
박물관 안내	전시실 및 편의시설 안내
전시실 안내	관심 전시물 관람을 위한 최적화된 동선 안내
전시물 안내	전시물 위치 및 정보 검색 이외에 관람한 전시물 정보를 단말기 및 개인 DB 저장
외부 서비스	홈페이지를 통한 박물관 방문 예약이나 관람 중 저장한 전시물의 정보 열람

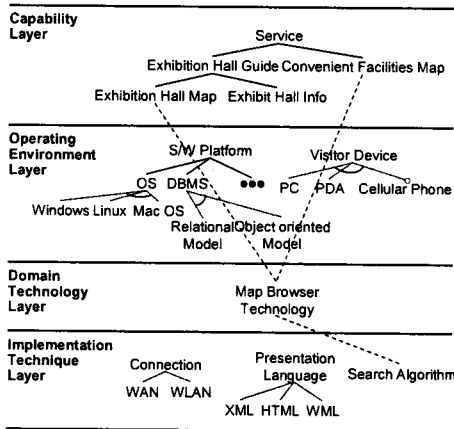
국립 중앙 박물관은 총 6 개관에 15 만점의 유물이 소장되어있고, 전체 동선은 4Km, 관람 시간은 11 시간이

소요된다. 박물관을 효과적으로 관람하기 위해 제공되는 PDA 영상 안내 시스템은 전시물에 대한 정보뿐 아니라, 최적화된 관람 동선까지 제시한다. 또한 단말기의 적외선 센서와 전시물에 설치된 적외선 발생 장치가 정보를 주고 받아 관람객들에게 전시물에 대한 안내를 제공하며, 관람 도중 전시물의 정보를 단말기에 저장하면 국립 중앙 박물관 홈페이지를 통해 확인할 수 있다[15].

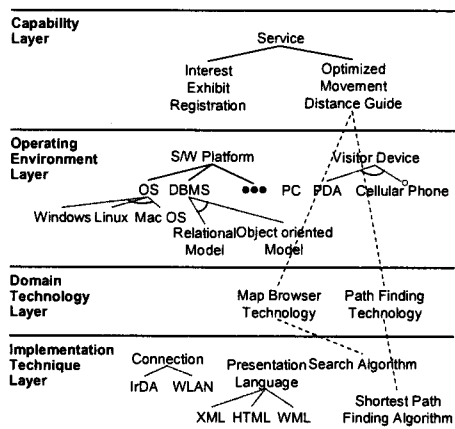
4.3 기존 휘처 기반 도메인 분석

국립 중앙 박물관의 PDA 영상 안내 시스템을 기존의 휘처 기반 도메인 분석 방법인 [2,3]의 방법을 이용하여 모델링 하면 다음과 같다.

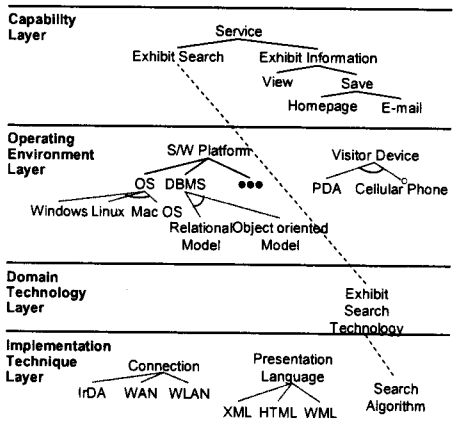
국립 중앙 박물관에서 제공 하는 박물관 안내, 전시실 안내, 전시물 안내, 외부 서비스는 제품 라인 공학 관점에서 각각 다른 제품이라고 볼 수 있다. 따라서 그림 2에서 휘처 모델링 한 4 가지의 서로 다른 제품이 모여 하나의 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 형성한다.



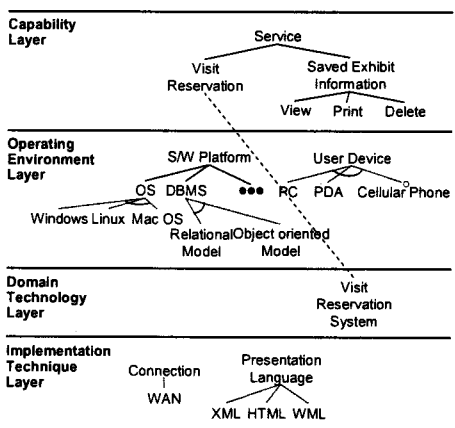
a) 박물관 안내



b) 전시실 안내

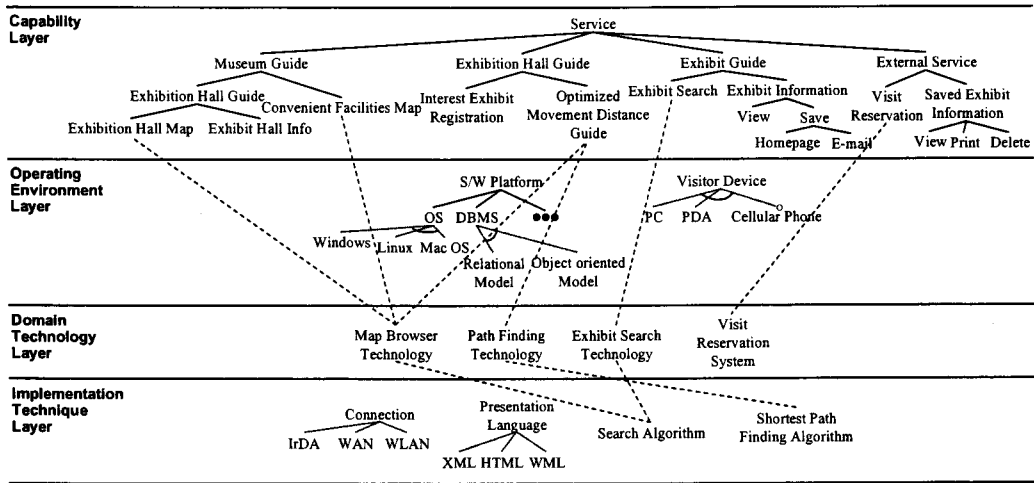


c) 전시물 안내



d) 외부 서비스

(그림 2) 단일 제품 휘처 모델링



(그림 3) 통합 제품 휘처 모델링

유비쿼터스 컴퓨팅 서비스는 서로 다른 서비스들의 상호 운용으로 이루어 지므로 u-Museum의 휘처 다이어그램은 그림 2의 휘처 다이어그램의 통합으로 볼 수 있기 때문에 휘처 모델은 그림 4와 같이 모델링 된다.

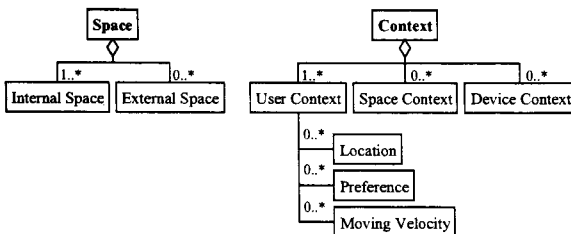
4.4 문제점 도출

기존 휘처 모델링 방법을 u-Museum에 적용한 결과로 ‘공간 재설계’와 ‘상황 인지’에 대한 표현을 할 수 없기 때문에 단일 제품들간의 유기적 상호 정보 교환에 대한 모델링을 할 수 없었음을 알 수 있었다. 특정 공간이나 상황에서 어떤 서비스가 선택적으로 적용이 되는지 알 수 없기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 ‘공간 재설계’와 ‘상황 인지’를 나타낼 수 없다.

5. 확장된 휘처 기반 도메인 분석

5.1 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 고려한 확장된 휘처 모델

4장에서 도출된 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징 중, 표현되지 않은 ‘공간 재설계’와 ‘상황 인지’를 메타 휘처 모델로 표현하면 그림 4와 같다.



(그림 4) 유비쿼터스 컴퓨팅 특징의 휘처 모델

그림 4는 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 정의 하고, 제공되는 각각의 서비스들이 어떤 관계를 가지고 있는지 나타내는 중요한 휘처이다.

5.2 확장된 휘처 모델 정의

특정 제품 계열이 여러 제품(서비스)으로 이루어진다면 기존의 휘처 기반 모델링 기법에서는 정의 1 과 같이 단일 제품 휘처의 합으로만 표현될 수 있다.

정의 1. 기존 휘처 모델에서의 통합 제품 휘처 모델

$$F_C = f_1 + f_2 + \dots + f_n$$

$$= \sum_{k=1}^n f_k \quad \text{일 때,}$$

- $f_n$  : 단일 제품의 휘처 모델
- $F_C$  : 기존 제품 계열에서 여러 단일 제품이 결합된 통합 제품의 휘처 모델이다.

하지만 이 표현은 유비쿼터스 컴퓨팅의 특징 중 ‘공간 재설계’와 ‘상황 인지’를 나타낼 수 없다. 따라서 휘처 모델은 정의 2와 같이 공간과 상황을 표현할 수 있는 방법으로 변경되어야 한다.

정의 2. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 고려한 통합 제품 휘처 모델

$$F_U = \mathcal{R}(S, F_C) + \mathcal{R}(C, F_C)$$

where  $\{s_1, s_2, \dots, s_n\} \in S, \{c_1, c_2, \dots, c_n\} \in C$  일 때,

- $\mathcal{R}(X, F_C)$  : 속성 X(공간 재설계 | 상황 인지)와 휘처 사이의 관계 표현
- $S$  : 통합 제품에서 고려해야 할 공간의 집합
- $s_n$  : 고려해야 할 공간
- $C$  : 통합 제품에서 고려해야 할 상황의 집합
- $c_n$  : 고려해야 할 상황
- $F_U$  : 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 고려한 제품 계열에서의 휘처 모델이다.

FODA 에서 제시한 4 가지 카테고리(Capability Layer, Operating Environment Layer, Domain Technology Layer, Implementation Technique Layer)로는 단일 제품들 사이의 관계를 나타낼 수 없으므로 이를 나타낼 수 있는 카테고리인 'Relationship Layer'를 추가한다. 따라서 휘처 카테고리는 표 4 와 같이 다시 정의될 수 있다.

을 포함한 통합 제품의 휘처 모델링(UFM2)하는 것으로 구성된다.

<표 4> 확장된 휘처 카테고리

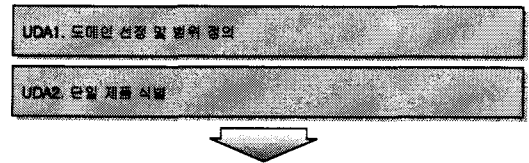
Category	Definition
<b>Relationship Layer *</b>	서비스들 간의 관계를 나타낼 수 있는 공간 제설계와 상황인지
Capability Layer	사용자 측면의 어플리케이션의 능력
Operating Environment Layer	어플리케이션이 운용되는 환경
Domain Technology Layer	하나의 도메인에서 공통적으로 사용되는 기술
Implementation Technique Layer	알고리즘과 데이터 구조에서 설계자가 결정하는 구현 기술

\* 새로 추가된 카테고리

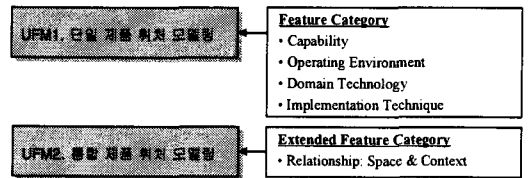
5.3 확장된 휘처 모델링 프로세스

유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 위한 확장된 휘처 모델링 프로세스는 그림 5 와 같이 2 단계로 이루어진다. 1 단계의 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 도메인 분석(UDA)은 도메인의 전반적인 분석(UDA1)과 도메인이 어떠한 제품들로 구성되어있는지 분석하여 단일 제품을 식별(UDA2) 하는 단계로 구성된다. 2 단계의 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 휘처 모델링(UFM)은 식별된 단일 제품 별로 휘처 모델링(UFM1)을 하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 특징

단계 1. 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 도메인 분석 (UDA)



단계 2. 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 휘처 모델링 (UFM)

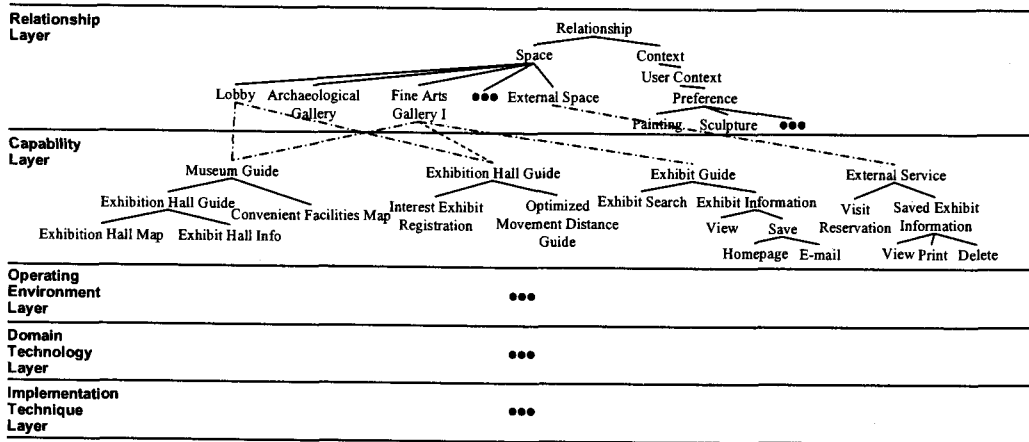


(그림 5) 확장된 휘처 모델링 프로세스

6. 사례 연구

본 장에서는 제 5 장에서 제시한 확장된 휘처 모델링의 검증을 위해 제시된 프로세스에 따라 국립 중앙 박물관의 PDA 영상 안내 시스템을 모델링 한다. 1 단계 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 도메인 분석은 4.2 에서와 동일하고 2 단계의 단일 제품 식별 역시 4.3 의 그림 2 와 동일하여 생략하도록 한다.

그림 6은 본 논문에서 제시한 기법에 의해 국립 중앙 박물관에서 제공하는 PDA 영상 안내 시스템의 확장된 휘처 모델링이며, 'Capability Layer'와 'Relationship Layer' 이외의 카테고리는 생략한다.



(그림 6) 국립 중앙 박물관의 확장된 휘처 모델링

7. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 ‘공간 재설계’나 ‘상황 인지’에 초점을 두고 휘처 개발 방법을 통해 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 도메인 분석 방법을 제시하였다. 유비쿼터스 환경을 위한 정형화된 유비쿼터스 휘처 메타 모델을 제시하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 휘처로 표현함으로써 범용적으로 사용되고 있는 기존의 휘처 모델링 방법에 의한 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 모델링 접근을 가능하게 한다. 이로써 유비쿼터스 서비스 도메인 모델의 효과적인 분석을 가능하게 하고 정형화된 휘처 모델을 통한 기존 휘처 모델의 제품 계열 개발에 따른 재사용성을 증진시킬 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 서비스는 수 많은 서비스와 디바이스의 상호 연동으로 제공되어지기 때문에 이들간의 상호 운용성 역시 고려해야 할 큰 특징 중 하나이다. 따라서 향후 각각의 단일 서비스 사이의 상호 운용성에 대한 부분이 향후 과제로 남아있다.

참고문헌

[1] Mark Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific American, pp. 94-104, Vol. 265, No. 3, Sept. 1991.

[2] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Nowak, and S. Peterson, "Feature-Oriented Domain Analysis(FODA) Feasibility Study", Technical Report CMU/SEI-90-TR-21, Pittsburgh, PA, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, November 1990.

[3] Kang, K. C., Kim, S., Lee, J., et al., "FORM: A Feature-Oriented Reuse Method with Domain Specific Reference Architecture", Annals of Software Engineering, Vol. 5, pp.143-168, 1998.

[4] Griss, M. L., Favaro, J., d'Alessando, M., "Integrating Feature Modeling with the RSEB", Proceedings of 5th International Conference on Software Reuse, Victoria Canada, IEEE, pp.76-85,1998.

[5] Abowd, G.D. and E.D. Mynatt, "Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing," ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol.7, No.1 (2000), pp.29-58.

[6] Cawley, D., "The components of a Smart Space Platform for Smart Service Deployment", Tele-communications Software and Systems Group, Waterford Institute of Technology, 2003

[7] M. Satyanarayanan, "Pervasive Computing: Vision and Challenges, IEEE Personal Communications", August 2001.

[8] 이주연, 이성진, 이수원, "유비쿼터스 환경에서 다양한 개인화 서비스에 적용하기 위한 사용자 모델링

의 일반화 방법론", 한국정보과학회 학술발표논문집 한국정보과학회 2006 가을 학술발표논문집 제 33 권 제 2 호(B), 2006.

[9] 박운경, 유진호, 이진우, "유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 서비스 발견 방법", 한국정보기술학회지 韓術 제 1 권 제 1 호, 2003.

[10] 김지인, "유비쿼터스 컴퓨팅: 어떻게 할 것인가?", 한국정보과학회, 정보과학회지 제 21 권 제 5 호, 2003.

[11] 권오병, 이남연, 김지훈, "유비쿼터스 지능 공간 개발 요구 분석을 위한 수정된 UML 제안", 한국지능정보시스템학회 학술대회논문집 한국지능정보시스템학회 2006 춘계학술대회논문집, 2006.

[12] 김형선, 김현, 조준면, 홍충성, "유비쿼터스 환경을 위한 온톨로지 기반 상황인식 모델링", 한국인터넷정보학회 학술발표대회 논문집 한국인터넷정보학회 2005 정기총회 및 추계학술발표대회 제 6 권 제 2 호, 2005.

[13] 송재구, 김석수, "유비쿼터스 컴퓨팅 정보관리를 위한 컨텍스트 기반의 데이터 모델링", 한국콘텐츠학회, 한국콘텐츠학회논문지 제 6 권 제 3 호, 2006.

[14] 이순복, 김진우, 송치양, 김영갑, 권주흠, 이태웅, 김현석, 백두권, "소프트웨어 제품 계열 공학의 온톨로지 기반 휘처 공통성 및 가변성 분석 기법", 한국정보과학회, 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제 34 권 제 3 호, 2007.

[15] 국립 중앙 박물관, <http://www.museum.go.kr/>