

유비쿼터스 환경에서 피쳐 기반 서비스 식별 방법

신현석*, 송치양**, 강동수*, 백두권***

A Feature-based Method to Identify Services in Ubiquitous Environment

Hyun-Suk Shin *, Chee-Yang Song **, Dong-Su Kang *, Doo-Kwon Baik ***

요약

비즈니스 적으로 재사용 가능한 서비스와 언제 어디서나 컴퓨팅 서비스를 제공하는 유비쿼터스는 중요한 패러다임으로 이슈화되고 있다. 서비스의 필수 요소는 유연성과 독립성이고, 유비쿼터스 모델링의 핵심 요소는 상호운용과 상황인지이다. 서비스 식별 방법으로는 비즈니스 프로세스 기반의 하향식 방법과 컴포넌트 기반의 상향식 방법이 있다. 하향식 방법은 전문가의 직관에 의존하며, 상향식 방법은 컴포넌트의 제약으로 비기능 요소를 표현하지 못하는 단점이 있다. 반면, 피쳐는 비기능 표현이 가능하여 유비쿼터스 환경에서의 서비스 식별로 적합하나, 이를 기반으로 하는 서비스 식별 연구가 미흡하다. 본 논문에서는, 피쳐를 기반으로 유비쿼터스 환경에서의 서비스를 식별하는 방법을 제안한다. 피쳐 모델로부터 초기 후보 서비스를 도출, 정제, 분석하여 최종 서비스를 식별한다. 제안 방법을 통해, 피쳐 기반의 효과적인 유비쿼터스 도메인 분석과 재사용 단위의 다양화에 의한 재사용성 증가를 기대할 수 있다.

Abstract

Services are reusable units in business level. Ubiquitous computing provides computing services anytime and anywhere. The combination of both is becoming an important paradigm of computing environment. Fundamentals of services require flexibility and interoperability, and key elements of ubiquitous modeling require interoperability and context-awareness. There are two kinds of methods to identify services. The top-down approach is based on business process, and the bottom-up approach is based on components. The first approach depends on experts' intuitions, while the second approach suffers the incapability of expressing non-functional expression through components. Although a feature-based approach is capable of expressing non-functional expression and identifying services in ubiquitous environment, the research on this issue is not adequately addressed by far. To promote this research, this paper proposes a feature-based method to identify services in ubiquitous computing. The method extracts initial-candidate-services from a feature model. Then, the ultimate services are identified through optimizing and analyzing the candidate-services. The proposed method is expected to enhance the service reusability by effectively analyzing ubiquitous domain based on feature, and varying reusable service units.

▶ Keyword : 유비쿼터스(Ubiquitous), 피쳐(Feature), 서비스 식별(Service Indication), 재사용성(Reusability)

• 제1저자 : 신현석 교신저자 : 백두권

• 접수일 : 2008. 10. 22, 심사일 : 2008. 10. 24, 심사완료일 : 2008. 12. 24.

* 고려대학교 컴퓨터·전파통신공학과 ** 경북대학교 소프트웨어공학과 교수

*** 고려대학교 컴퓨터·전파통신공학과 교수

※ 본 연구에 참여한 연구자는 '2단계 BK21' 사업의 지원을 받았음.

I. 서론

최근, 연구가 활발히 진행되고 있는 패러다임인 유비쿼터스는 다양한 서비스들과 디바이스들의 융합을 통해 서비스를 제공하는 것이다(1). 유비쿼터스 환경은 자원들이 시스템에 동적 연결을 위한 상호운용과 개인화 서비스를 위한 상황인지가 핵심 모델링 요소이다. 모델링의 기초가 되는 비즈니스 모델은 변화의 예측으로 결정되는데, 급변하는 환경에 의해 그 예측이 어렵다(2). 따라서 비즈니스의 유연성이 필요하며, 해결책으로 비즈니스 적으로 재활용 가능한 서비스 개념이 도입되었다. 위치 투명성과 상호연동을 보장하는 프로토콜을 통해 느슨하게 결합된 독립적 단위인 서비스는 유비쿼터스와 함께 중요한 패러다임으로 이슈화되고 있다. 유비쿼터스 환경 역시, 다양한 자원들이 동적으로 연동되고, 상호작용을 통하여 사용자에게 서비스를 투명하게 제공해야 하므로, 서비스를 식별하는 것이 중요하다.

SOMA(Service-Oriented Modeling and Architecture)(3)에서는 서비스 식별을 하향식 방법과 상향식 방법으로 구분한다. 그러나 비즈니스 프로세스 기반의 하향식 방법은 전문가의 직관에 의해 결정되며, 비교적 많은 시간이 필요하다는 단점이 있다. 또한, 컴포넌트 기반의 상향식 방법은 비기능 표현에 한계가 있는 컴포넌트의 제약으로, 비기능 요소인 상호운용이나 상황인지에 대한 모델링이 어렵다. 따라서 이들 방법은 비기능 요소의 표현이 중요한 유비쿼터스 환경에서의 서비스 식별에는 적합하지 않다. 반면, 피쳐는 비기능 요소의 표현이 가능하지만, 이에 기반을 두는 서비스 식별에 대한 연구가 많지 않다. 대표적인 피쳐 기반의 도메인 분석 및 재사용 방법인 FODA(Feature-Oriented Domain Analysis)(4)와 FORM(Feature-Oriented Reuse Method with Domain)(5)에서도 상호운용과 상황인지를 고려 없이 도메인을 분석하는 문제를 갖고 있다.

따라서 본 논문은 비기능 표현이 가능한 피쳐를 기반으로 상호운용과 상황인지를 고려한 유비쿼터스 환경에서의 서비스를 식별하는 방법을 제안한다. 유비쿼터스 환경에서의 서비스는 서비스의 특징인 유연성과 독립성을 가지며, 유비쿼터스의 특징인 상호운용과 상황인지가 고려되어야 한다. 이를 위해, 일반적인 서비스의 특징과 피쳐의 특징을 포함할 수 있는 피쳐 기반의 서비스를 정의하고 특징을 도출한다. 도출된 특징을 기반으로, 피쳐 모델로부터 초기 후보 서비스인 바인딩 유닛을 도출하고 객관적인 적합성 판별을 위해 피쳐간 결합도 기반의 평가 기준을 제공한다. 서비스의 특징인 유연성과 독립성은 시

간이나 상황의 흐름에 따라 변하지 않는 정적인 의미의 특성이고, 유비쿼터스의 특징인 상호운용과 상황인지는 동적인 의미를 가지고 있다. 따라서 도출된 후보 서비스는 공통성 레벨을 기준으로 하는 유연성과 서비스간 결합도를 기준으로 하는 독립성 측면의 정적 정제 과정을 통해 서비스의 최적 규모가 결정된다. 또한, 시그니처 레벨과 프로토콜 레벨로 구성된 매트릭스에 의한 상호운용과 공간 상황과 사용자 상황으로 구성된 매트릭스에 의한 상황인지 측면의 동적 분석을 통해, 유비쿼터스 환경의 특징을 고려한다. 제안 방법은 국립 중앙 박물관의 PDA 영상 안내 시스템을 통해 적용성 및 실효성을 보인다.

제안 방법은 유비쿼터스 환경에서의 제품을 효과적으로 개발하기 위해 유비쿼터스 환경에서의 피쳐 기반 서비스 식별 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다. 이를 통해, 유비쿼터스 도메인에 대한 피쳐 기반의 분석을 가능하게 하고, 피쳐 단위 재사용에서 서비스 단위 재사용으로 규모를 다양화한다. 따라서 유비쿼터스 환경에서 도메인 분석 모델의 재사용성을 제고시키며 정제와 분석 과정을 통한 최적 규모의 서비스를 식별할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장은 관련 연구로서 서비스 식별 방법과 유비쿼터스 환경 및 피쳐 바인딩 분석에 대해 설명하고, 제 3장에서는 유비쿼터스 환경에서 피쳐 기반 서비스 식별 방법에 대해 제안한다. 마지막으로 제 4장에서는 국립 중앙 박물관 PDA 영상 안내 시스템을 피쳐 모델링하고, 제안 방법으로 서비스를 식별한다.

II. 관련 연구

서비스 식별 방법에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, SOMA(3)에서 이들 방법들을 하향식 방법과 상향식 방법으로 구분하여 비교하였다. 언제, 어디서나 컴퓨팅 자원을 사용할 수 있는 유비쿼터스 환경(1)의 특징에 대한 많은 연구들은 상호운용과 상황인지를 핵심 특징으로 도출하였다. 하지만, 피쳐를 기반으로 하는 서비스 식별에 대한 연구는 많지 않은데, 피쳐 바인딩 분석(6)은 효과적인 제품 개발을 위해 동일 목적의 피쳐들을 분류하고 분석하는 방법을 제시하였으며, 제안하는 방법과 유사한 접근 방법을 가지고 있다.

2.1 서비스 식별

서비스는 상호연동이 보장된 프로토콜을 통해 느슨하게 결합되어 비즈니스 적으로 재사용이 가능한 독립적인 단위이다. 최근, 서비스에 대한 관심이 높아지면서, 이를 식별하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, SOMA(1)에서는 서비스 식별을

하향식 방법과 상향식 방법으로 구분한다. 하향식 방법인 비즈니스 프로세스 기반의 방법은 전문가의 직관적 능력에 의존한다는 단점이 있고, 상향식 방법은 전체를 파악하기가 불가능하다.

하지만, 비기능 표현이 어려운 컴포넌트는 상호운용이나 상황인지를 고려해야 하는 유비쿼터스 환경에서의 서비스 식별 방법으로 적합하지 않다. 반면, 비기능 표현이 가능한 피쳐는 유비쿼터스 환경의 특징을 표현할 수 있으나, 이를 이용한 연구가 많지 않다. 제안 방법은 도출된 요소(피쳐)로부터 서비스를 식별하므로 피쳐 기반의 상향식 기법으로 볼 수 있으며, 상향식 서비스 식별 방법과 피쳐의 장점을 모두 취할 수 있다.

기능 및 비기능 요구를 포함한 아키텍처의 요구와 재사용 가능한 미래 지향적인 기능으로 정의되는 피쳐[4] 기반의 서비스는 일반적인 서비스의 특징과 피쳐의 특징을 모두 포함하여야 한다. 따라서 피쳐 기반 서비스는 피쳐의 세 가지 관계 (composed-of, generalized-by, implemented-by)와 계약을 통해 결합되고 유연성과 독립성을 보장하며 재사용 가능한 피쳐들의 집합으로 재정의될 수 있다.

2.2 유비쿼터스 환경

유비쿼터스란 언제 어디서나 사용자가 컴퓨팅자원을 사용할 수 있는 환경을 말하며, 이를 위해 Smart space, Invisibility, Localized scalability, Uneven conditioning이 보장되어야 한다[1]. 이 주요 조건을 기반으로 유비쿼터스 환경의 특징에 대해 많은 연구가 진행되고 있는데, 이 특징들은 복잡하고 다양한 컴퓨팅 자원의 융합을 통해 서비스를 제공하는 것으로 대표될 수 있다[7]. 따라서 유비쿼터스 환경에서는 자원들의 원활한 융합을 위한 상호운용과 개인화 서비스 제공을 위해 상황인지가 필수적으로 인지되어야 한다.

유비쿼터스 환경에서의 서비스 상호운용에 관한 연구[8]에서, 문법과 데이터를 나타내는 시그니처 레벨, 규칙이나 절차를 나타내는 프로토콜 레벨, 의미적 오류를 최소화하는 시맨틱 레벨, 유비쿼터스 환경을 위한 컨텍스트 레벨을 상호운용의 요소로 도출하였다. 하지만, 시맨틱 레벨은 시그니처 레벨과 프로토콜 레벨의 보충적인 개념이며, 컨텍스트 레벨은 상황인지분석에서 다루기 때문에, 상호운용의 주요 요소는 시그니처 레벨과 프로토콜 레벨로 도출될 수 있다. 또한, 유비쿼터스 환경에서의 피쳐 기반 도메인 분석 방법[7]에서는 상황인지의 주요 요소를 공간과 사용자로 도출하였다.

따라서 유비쿼터스 환경을 위한 상호운용과 상황인지에 대한 분석은 각각 시그니처 레벨과 프로토콜 레벨로 구성된 상

호운용 매트릭스와 공간 상황과 사용자 상황으로 구성된 상황 인지 매트릭스로 가능하다.

2.3 피쳐 바인딩 분석

어떤 피쳐들이 언제, 어떻게 바인딩 되는지를 연구한 피쳐 바인딩 분석[6]은 효율적인 제품 개발을 위해 바인딩 유닛(어떤), 바인딩 타임(언제), 바인딩 기술(어떻게)에 대해 제시하고 있다.

바인딩 유닛은 피쳐의 세 가지 관계와 계약을 통해 관련된 피쳐들의 집합으로 정의되며, 동일한 바인딩 유닛에 속한 피쳐들은 동일한 서비스를 위해 동작한다. 바인딩 유닛은 피쳐 기반의 서비스와 특징이 유사하여 초기 후보 서비스로 적합하다. 하지만, 효율적인 제품 개발을 위한 바인딩 유닛과 비즈니스적인 재사용을 위한 서비스는 동일한 목적을 위한 최적의 단위지만, 재사용 개념이 없는 바인딩 유닛이 서비스로 도출되기 위해서는 유연성과 독립성 측면의 정제가 필요하다.

바인딩 타임 분석이란 도출된 바인딩 유닛이 어느 제품 개발의 단계(Asset development, Product development, Installation, Operation)에서 필요한지, 피쳐 바인딩의 상태(Inclusion, Availability, Activation rule)를 고려하여 분석하는 것이다. 이는 바인딩 유닛이 시간(개발 단계)과 상황(바인딩 상태)에 따라 가변적으로 사용되는 환경을 “개발단계X바인딩상태” 매트릭스를 이용하여 동적인 변화에 대한 분석을 가능하게 하는 것으로, 서비스와 디바이스가 사용자와 공간의 상황이나 프로토콜과 데이터들의 변화에 따른 동적 할당과 의미가 유사하다고 볼 수 있다.

III. 피쳐 기반의 서비스 식별

피쳐는 상호운용과 상황인지를 표현할 수 있고, 상향식 방법은 단시간에 구체적인 파악이 가능하다. 본 장에서는 이 두 가지 장점을 모두 포함할 수 있는 피쳐 기반의 상향식 방법을 통한 유비쿼터스 환경에서의 서비스 식별 방법을 기술한다. 서비스 식별 프로세스는 그림 1과 같다. 먼저, 피쳐 모델로부터 바인딩 유닛을 도출하고 후보 서비스로의 적합성을 판별하는 것이 단계 1이고, 후보 서비스를 서비스의 두 가지 특징 측면의 정제를 하는 것이 단계 2이며, 정제된 후보 서비스를 유비쿼터스 환경의 특징 반영을 위한 분석을 하는 것이 단계 3이다. 따라서 피쳐 모델로부터 총 3단계의 식별 프로세스를 거치게 되어 유비쿼터스 환경을 고려한 최적 규모의 서비스가 식별된다.

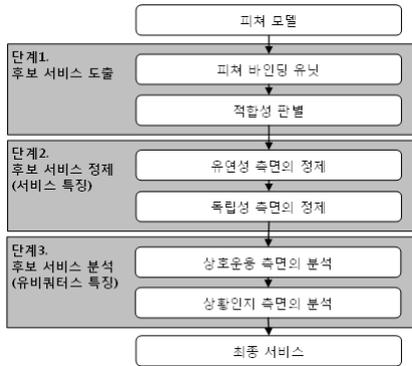


그림 1 피쳐 기반의 서비스 식별 프로세스
Fig. 1 Identification process of feature-based service

유비쿼터스 환경에서 피쳐 기반의 서비스는 서비스의 특징인 유연성과 독립성을 가져야 하며, 유비쿼터스의 특징인 상호 운용과 상황인지가 고려되어야 한다. 유연성과 독립성은 시간이나 상황의 흐름에 따라 변하지 않는 정적인 의미의 특성이고, 상호운용과 상황인지는 동적인 의미를 가지고 있다. 따라서 피쳐 모델로부터 서비스를 식별하기 위해서는 후보 서비스를 도출하고 서비스 특징을 포함하기 위한 정적인 정제 과정과 유비쿼터스 특징을 고려하기 위한 동적인 분석 과정을 거치게 되며, 다음과 같은 원칙으로 프로세스를 진행하게 된다.

- 서비스 식별을 위한 분석 방법으로 피쳐 기반의 도메인 분석 방법을 사용한다.
- 유연성과 독립성 기반의 최적의 서비스 규모로 정제한다.
- 유비쿼터스 환경의 특징인 상호운용 및 상황인지를 핵심 모델링 요소로 정의한다.

3.1 후보 서비스 도출

본 단원에서는 피쳐 모델로부터 초기 후보 서비스인 바인딩 유닛을 도출하고, 피쳐간 결합도에 의한 객관적인 적합성을 판별하여, 후보 서비스를 도출하는 방법을 서술한다.

3.1.1 초기 후보 서비스 도출

동일 목적을 위한 피쳐의 집합인 바인딩 유닛은 피쳐의 세 가지 관계와 제약으로 결합되고, 유연성과 독립성을 보장하며, 재사용 가능한 피쳐의 집합인 피쳐 기반의 서비스와 그 의미가 유사하여 초기 후보 서비스로 적합하며, 다음의 원칙을 통해 도출된다.

- 피쳐의 세 가지 관계와 제약으로 연결된 피쳐들을 바인딩 한다.

- 자유선택(Optional) 피쳐와 자손 피쳐들은 별도로 바인딩 한다.
- 양자택일(Alternative) 피쳐들과 부모 피쳐는 별도로 바인딩 한다.

3.1.2 초기 후보 서비스의 적합성 판별

후보 서비스의 적합성이란 후보 서비스가 관련 높은 피쳐들로 구성되어 서비스 기능에 부합할 수 있는 능력을 말한다. 초기 후보 서비스인 바인딩 유닛 개념을 제시한 피쳐 바인딩 분석 [6] 연구에서는 그 결과가 후보 서비스로 적합하지에 대한 평가 기준을 제시하지 않았다. 본 논문에서는 정의 1의 피쳐간 결합도를 기반으로 좀 더 객관적인 적합성 판별 기준을 제공한다.

정의 1 피쳐간 결합도

Def. 1 Coupling level between features

$$CoupF(CS) = \left[\sum_{i=1}^{NoD} \left[\sum_{j=1}^{NoSFNoE} (KF \leftrightarrow SF_m) \right] \right]^{m-1}$$

KF: Key Feature
SF_m: Sub Feature within Depth m
CS: Candidate Service
KF ↔ SF: Edge between KF and SF
NoD: Number of Depths
NoE: Number of Edges
NoSF: Number of Sub Features
CoupF(CS): Feature Coupling Level of CS

정의 1의 피쳐간 결합도는 후보 서비스의 적합성을 판별하는 기준이며, Key 피쳐와 Sub 피쳐 사이의 관계(Edge) 개수가 작을수록 후보 서비스는 밀접한 관계의 피쳐들로 구성되어 있다고 판단한다. 그림 2의 유닛 C에서 Key 피쳐인 "feature3"과의 Edge 개수가 2인 "feature3-1-1"의 경우 보다는 Edge 개수가 1인 "feature3-1"인 경우가 두 피쳐가 서로 관련이 높다. 다시 말해, Key 피쳐를 기준으로 깊이(Depth)가 낮을수록 관련이 높은 피쳐라고 볼 수 있다. 제안한 정의 1은 이러한 정의를 객관적인 평가가 가능한 정량적인 값으로 추출하기 위한 것이다.

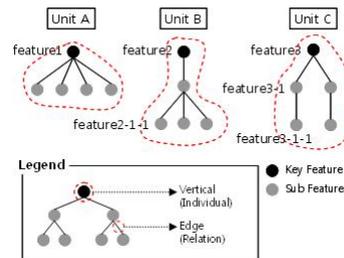


그림 2 피쳐간 결합도

Fig. 2 Coupling level between features

그림 2의 모든 유닛은 각각 하나의 Key 피처와 4개의 Sub 피처로 구성되어있다. 그러나 피처의 개수는 동일하지 만, 정의 1에 의해, 유닛 A는 0.25, 유닛 B는 0.03, 유닛 C는 0.06의 각각 상이한 피처간 결합도를 가진다. 따라서 유닛 A > 유닛 C > 유닛 B 순으로 유닛의 도출이 잘되었다고 볼 수 있다. 도메인 규모와 서비스의 개념에 따라 가변 하는 피 처간 기준 결합도에 의해 피처 바인딩의 재설정 여부가 결정 된다. 예를 들어, 피처간 기준 결합도가 0.05이라면, 0.03의 피처간 결합도를 가진 유닛 B의 바인딩을 재검토해야 한다.

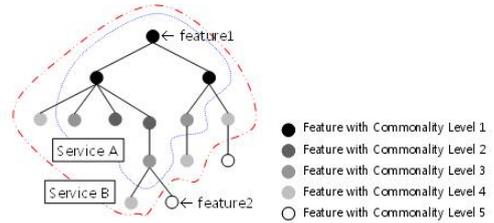


그림 3 유연성 측면의 정제
Fig. 3 Flexibility-side optimization

3.2 후보 서비스 정제

도출된 후보 서비스가 최종 서비스로 식별되기 위해서는 서비스의 특징인 유연성과 독립성을 만족해야 한다. 유연성은 비즈니스 프로세스 변경에 대하여 민첩하게 대응하는 능력을 말하며, 독립성은 서비스가 자신만으로 하나의 기능을 수행할 수 있는 능력을 말한다.

3.2.1 유연성 측면의 후보 서비스 정제

후보 서비스가 최종 서비스가 되기 위해서는 비즈니스 프로세스 변경에 따라 모든 피처는 As-is 도메인과 To-be 도메인 에 모두 적용이 가능해야 한다. 이를 유연성이라 하며, 피처 기반의 재사용 기법(5)에서 제시한 공통성과 그 의미가 유사 하다. 공통성은 하나의 피처가 To-be 도메인에 적용됨에 있어 서 100% 재사용된다고 볼 때, 공통성을 100이라고 보며, 50%의 변경을 통해 재사용이 가능하면, 공통성을 50이라고 정의한다. 재사용 정도에 따른 공통성 레벨은 다음과 같다.

- 공통성 레벨 1: 피처의 공통성 95% 이상
- 공통성 레벨 2: 피처의 공통성 95%~90%
- 공통성 레벨 3: 피처의 공통성 90%~85%
- 공통성 레벨 4: 피처의 공통성 85%~80%
- 공통성 레벨 5: 피처의 공통성 80% 이하

그림 3의 feature1(●)은 어떤 도메인에도 적용 가능하 고, feature2(○)는 일부 도메인에만 적용 가능하다. To-be 도메인의 공통성 레벨이 4이면 서비스 A가 서비스가 되고, 3 이면 서비스 B가 서비스로 도출된다.

To-be 도메인의 공통성 레벨은 프로젝트의 규모나 투입 자원에 따라 가변적으로 결정되며, 비즈니스 프로세스 변경에 따라 피처가 적용될 To-be 도메인의 공통성 레벨을 기준으로 최적의 규모를 가진 서비스로 정제된다.

3.2.2 독립성 측면의 후보 서비스 정제

후보 서비스가 최종 서비스로 식별되기 위한 다음 조건은 독립성이며, 이를 위해서는 서비스간의 상호 작용이 약해야 한다. 서비스간의 결합도는 후보 서비스의 독립성을 판별하는 기준이며, 서비스간의 관계(Edge) 개수가 작을수록 두 서비스는 밀접한 관계에 있으며 서로 상호 작용이 강하다고 볼 수 있다. 정의 2에 의해 정량적으로 결정되는 서비스간 결합도는 서비스간의 밀접한 관계의 정도를 나타내므로 서비스 내부의 피처간 집적 정도를 나타내는 피처간 결합도(정의 1)와는 상 이한 척도이다.

정의 2 서비스간 결합도
Def. 2 Coupling level between services

$$CouplF(CS) = \left[\sum_i \left[\sum_j \left(\sum_k (KF \leftrightarrow SF_{jk}) \right) \right] \right]^{m-1}$$

KF: Key Feature
SF_j: Sub Feature within Depth m
CS: Candidate Service
KF ↔ SF: Edge between KF and SF
NoD: Number of Depths
NoE: Number of Edges
NoSF: Number of Sub Features
CouplF(CS): Feature Coupling Level of CS

그림 4에서 서비스 A와 서비스 B 사이의 Edge 개수는 1 이고 서비스 B와 서비스 C 사이의 Edge 개수는 3이므로 각 각의 서비스간 결합도는 정의 2에 의해 1과 3으로 계산되며, 서비스 A와 서비스 B는 상대적으로 서로 밀접한 관계라고 판 단할 수 있다. 따라서 서비스 A와 서비스 B는 독립성 확보를 위해 병합되어야 한다. 이때, 서비스 A의 Key 피처인 feature1이 서비스 B의 Key 피처인 feature2보다 상위 피 처이기 때문에 서비스 A를 원병합 서비스라 하고, 서비스 B 를 피병합 서비스라 한다.

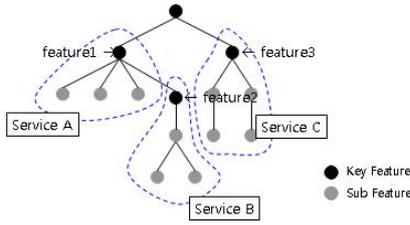


그림 4 독립성 측면의 정제
Fig. 4 Independency-side optimization

서비스의 독립성은 결합도가 강한 서비스들을 병합함으로써 확보될 수 있다. 병합의 최소 조건인 기준 결합도는 최종 서비스의 개념과 규모에 따라 가변적이며, 아래의 규칙에 따라 병합이 이루어진다. 특히, 피병합 서비스의 피쳐간 결합도가 1이 아니면, 병합된 서비스의 응집도에 영향을 줄 수 있기 때문에 주의해야 한다.

- 서비스간 결합도가 기준 결합도 이상이어야 한다.
- 서비스간의 관계는 피쳐의 세 가지 기본 관계이어야 한다.
- 피병합 서비스의 피쳐간 결합도가 10이어야 한다.
- 위 조건을 만족하지 않으면, 각각의 서비스로 존재한다.

정의와 원칙에 따라 독립성 측면의 정제를 통해, 후보 서비스는 자신만으로 하나의 기능을 수행할 수 있는 독립성과 크기를 가진 서비스로 정제된다.

3.3 후보 서비스 분석

본 장에서는 유비쿼터스의 특징인 상호운용과 상황인지가 서비스에 어떻게 적용되는지를 기술한다. 단원 3.2의 유연성과 독립성은 서비스의 특징으로 시간에 따라 변하지 않는 정적인 특성이고, 본 장에서 다루는 상호운용과 상황인지는 동적인 의미를 가지고 있기 때문에, 정제가 아닌 분석을 통해 후보 서비스에 적용한다.

3.3.1 상호운용 측면의 분석

상호운용은 여러 요소가 상호작용하기 위한 특징으로, 서비스의 개념이 중시되는 유비쿼터스 환경에서는 서비스 간의 상호운용이 중요한 이슈이다. 유비쿼터스 환경에서의 서비스 상호운용에 관한 연구[8]에서, 상호운용의 주요 요소를 시그니처 레벨과 프로토콜 레벨로 도출하였다. 따라서 상호운용은 그림 5의 상호운용 매트릭스를 이용하여 어떠한 서비스들이 어떤 데이터, 어떤 프로토콜을 필요로 하는지 분석이 가능하다.

매트릭스의 X축인 시그니처 레벨 관점에서는 서비스간의 데이터 송수신을 위해 미리 약속된 형식들을 나열, Y축인 프

로토콜 레벨 관점에서는 서비스간 통신을 위해 지원 가능한 방법들을 나열한다. 이후, 도출된 서비스들이 어느 영역에 속하는지 분석한다.

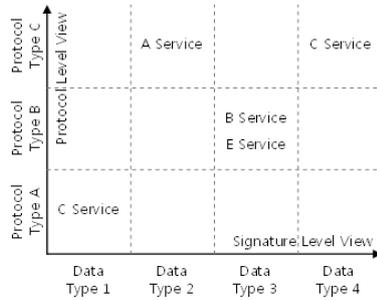


그림 5 상호운용 측면의 분석
Fig. 5 Interoperability-side analysis

그림 5에서 B 서비스와 E 서비스는 서로 동일한 프로토콜과 데이터 타입을 사용하므로 서로 상호 운용이 가능하다. 반면, A 서비스와 C 서비스는 동일 프로토콜을 사용하지만, 송수신 데이터가 다르므로 상호운용이 불가능하다. 이처럼 서비스가 상호운용하기 위해서는 매트릭스에서 동일 좌표에 있어야 하며, 상호운용 측면의 분석을 통해 도출된 서비스의 상호 운용 가능 여부를 분석할 수 있다.

3.3.2 상황인지 측면의 분석

상황인지는 수집된 정보를 이용하여, 사용자의 행동이나 의사 결정에 영향을 미치는 행위를 말하며, 특히, 유비쿼터스 환경에서는 이러한 상황인식이 필수 요소로 자리 잡고 있다. 유비쿼터스 환경에서의 피쳐 기반 도메인 분석 방법[7]에서 상황인지의 주요 요소를 공간과 사용자로 도출하였다.

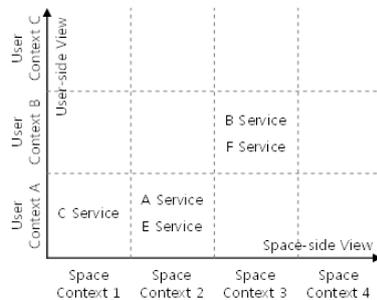


그림 6 상황인지 측면의 분석
Fig. 6 Context-awareness-side analysis

따라서 상황인지는 그림 6의 상황인지 매트릭스를 통해, 서비스가 어떤 공간 상황과 어떤 사용자 상황에서 제공되는지 분석이 가능하다. X축인 공간 상황 관점에는 지원 가능한 모든 공간에 대하여 나열하고, Y축인 사용자 상황 관점에는 지원 가능한 모든 사용자의 상황에 대해 나열한다. 이후, 도출된 서비스가 어느 영역에 속하는지 분석한다. 그림 6에서 공간 상황 2와 사용자 상황 A인 상황에서는 서비스 A와 서비스 E가 제공되는 것으로 분석된다. 이처럼 도출된 서비스가 어떤 사용자 및 공간 상황에서 제공되는지를 상황인지 측면의 분석 단계에서 알 수 있다.

3.4 최종 서비스 식별

피쳐 모델로부터 초기 후보 서비스를 도출하여 적합성을 판별하고, 정적 정제 과정을 거치면서 최적 규모가 결정되며, 동적 분석을 통해 서비스가 어떤 상호운용을 가지고 어떤 상황에서 제공되는지를 알 수 있었다. 이렇게 도출, 정제, 분석의 단계를 거치면서 유비쿼터스 환경에서의 피쳐 기반 서비스가 식별되었다.

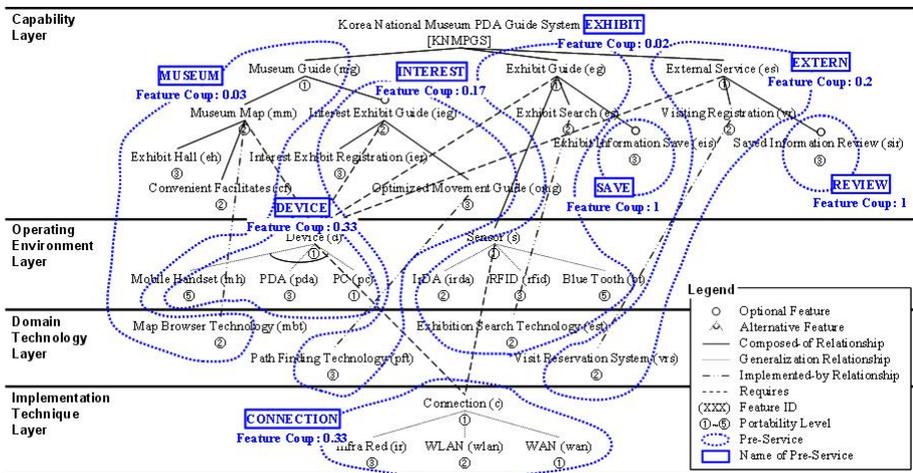


그림 7 KNMPGS에서 도출된 후보 서비스
Fig. 7 Drawn candidate-services of KNMPGS

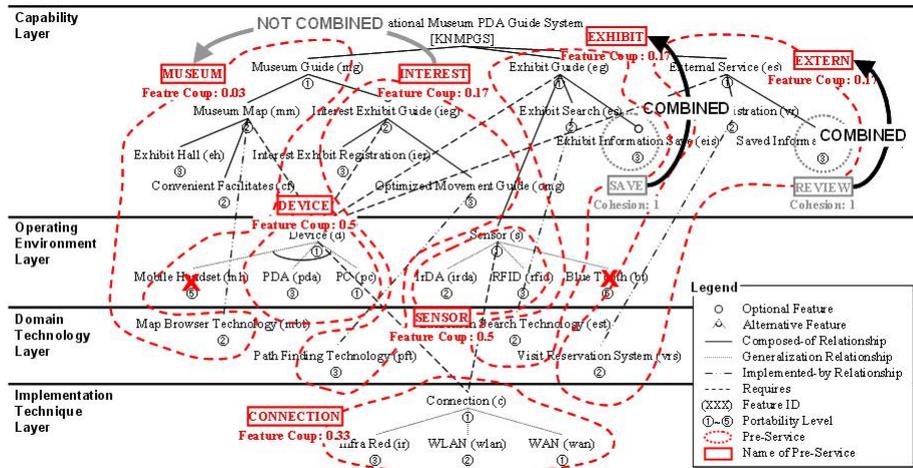


그림 8 KNMPGS의 정제된 후보 서비스
Fig. 8 Optimized candidate-services of KNMPGS

IV. 사례 적용

제안 방법의 적용성과 실효성을 검증하기 위해, 제한된 구역에서 구현된 유비쿼터스 환경의 대표적인 사례인 국립 중앙 박물관의 PDA 영상 안내 시스템을 대상으로 사례 적용을 한다. 박물관의 효과적인 관람을 위해 제공되는 PDA 영상 안내 시스템(KNMPGS: Korea National Museum PDA Guide System)은 전시품 정보뿐 아니라, 최적화된 관람 동선까지 제시한다. 또한 단말기의 적외선 센서와 전시품에 설치된 적외선 발생 장치가 정보를 주고받아 관람객들에게 전시물에 대한 안내를 제공하며, 관람 도중 전시품의 정보를 단말기에 저장하면 홈페이지를 통해 확인할 수 있다(9).

시나리오를 바탕으로 피처를 도출하여 모델링한 결과는 그림 7과 같다. 피처 표기에 있어서 괄호는 식별 ID이고 번호(①~⑤)는 공통성 레벨이다.

4.1 KNMPGS의 후보 서비스 도출

단원 3.1.1의 초기 후보 서비스 도출 원칙에 따라 그림 7과 같이 총 8개의 초기 후보 서비스가 도출되며, 이들의 객관적인 적합성 판별을 위한 피처간 결합도는 정의 1에 따라, MUSEUM = 0.03, INTER-EST = 0.17, EXHIBIT = 0.02, EXTERN = 0.2, DEV-ICE = CON-NECTION = 0.33, SAVE = REVIEW = 1로 계산된다. 피처간 기준 결합도가 0.03이면, 0.02의 EXHIBIT은 재 바인딩 되어야 하므로, 이에 속한 sensor 피처 및 Sub 피처들은 피처간 기준 결합도 만족을 위해 다른 서비스(SENSOR)으로 분리한다.

4.2 KNMPGS의 후보 서비스 정제

후보 서비스는 서비스의 특징을 만족하기 위해 유연성 및 독립성 측면의 정제가 이루어진다. 먼저, 기준 공통성 레벨이 3이라는 가정하에, 유연성 측면의 정제를 하면, 공통성 레벨 3 이하의 피처를 포함하고 있는 DEVICE와 SENSOR는 유연성 측면에서 정제가 필요하다. 따라서 이식성 레벨 5의 mh와 bt는 제외된다. 다음으로, 독립성 측면의 정제를 위해 각 후보 서비스간의 결합도를 측정하면, 그 결과는 다음과 같다. 단원 3.3.2의 서비스 병합 원칙에 따라 피처의 세가지 기본 관계가 아닌 Required 관계의 (DEVICE와 CONNECTION) 서비스 쌍은 제외되었고, 서비스간 기준 결합도가 1이라는 가정하에, (EXHIBIT과 SAVE) 서비스 쌍과 (EXTERN과 REVIEW) 서비스 쌍은 병합되었고,

INTEREST와 SENSOR의 피처간 결합도가 1이 아니므로 (MUSEUM과 INTEREST) 서비스 쌍과 (EXHI- BIT과 SENSOR) 서비스 쌍은 병합되지 않았다.

- 서비스간 결합도가 1인 서비스 쌍:
(MUSEUM,INTEREST), (EXHIBIT,SENSOR),
(EXHIBIT,SAVE)*, (EXTERN,REVIEW)*
- 서비스간 결합도가 2인 서비스 쌍:
(MUSEUM,EXHIBIT), (MUSEUM,EXTERN),
(EXHIBIT,EXTERN), (SENSOR,SAVE)
- 서비스간 결합도가 3인 서비스 쌍:
(MUSEUM,SAVE), (MUSEUM,REVIEW),
(MUSEUM,SENSOR), (INTEREST,EXHIBIT),
(INTEREST,EXTERN), (INTEREST,SENSOR),
(EXHIBIT,REVIEW), (EXTERN,SENSOR),
(EXTERN,SAVE)
- 서비스간 결합도가 4인 서비스 쌍:
(INTEREST,SAVE), (INTEREST,REVIEW),
(SENSOR,REVIEW), (SAVE,REVIEW)

최적 규모의 서비스를 도출하기 위해 그림 8에서와 같이, 공통성 레벨 5의 mh와 bt가 제외(유연성 측면의 정제)되었고, SAVE는 EXHIBIT에, REVIEW는 EXT-ERN에 병합(독립성 측면의 정제)되었다. 이로써, 후보 서비스들은 정제 과정을 통해 최적 규모를 가진 총 7개의 MUSEUM, INTEREST, EXHIBIT, EXTERN, DEVICE, SENSOR, CONNECTION 서비스가 식별되었다.

4.3 KNMPGS의 후보 서비스 분석

정제 과정을 거친 최적 규모의 서비스는 유비쿼터스의 특징인 상호운용과 상황인지가 피처 기반의 서비스에 어떻게 적용되는지 알기 위해, 각각의 측면에서 분석을 수행한다.

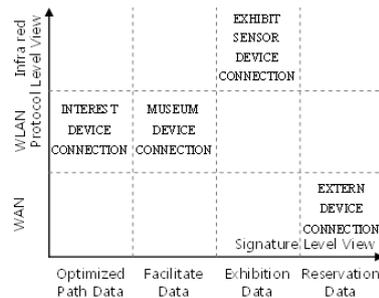


그림 9 KNMPGS의 상호운용 측면의 분석
Fig. 9 Interoperability-side analysis of KNMPGS

표 3 독립성 측면의 정제에 따른 서비스간 결합도 변화
Table 3 Variation of coupling between services via independency-side optimization

※ (*): 병합된 서비스

구분	MUSEUM	INTEREST	EXHIBIT	EXTERN	DEVICE	SENSOR	CONNECT.	SAVE	REVIEW
MUSEUM		1	2	2	-	3	-	3	3
INTEREST	1		3	3	-	3	-	4	4
EXHIBIT	2	3		2	-	1	-	1(*)	3
EXTERN	2	3	2		-	3	-	3	1(*)
DEVICE	-	-	-	-		-	-	-	-
SENSOR	3	3	1	3	-		-	2	4
CONNECT.	-	-	-	-	-	-		-	-
SAVE (*)	3	4	1(*)	3	-	2	-		4
REVIEW (*)	3	4	3	1(*)	-	4	-	4	

안하는 방법의 실효성을 평가하고, 기존의 연구와의 비교 평가함으로써 제안하는 방법의 우수성을 증명한다.

5.1 제안 방법의 재사용성 평가

서비스가 밀접한 관계의 피쳐들로 구성 되었음을 나타내는 피쳐간 결합도는 제안하는 정제 과정을 거치면서 향상되는 것을 볼 수 있다(표 1). EXTERN은 약간 낮아진 수치를 나타내지만, 모든 서비스가 최소 0.17의 값을 가지므로 피쳐간 기준 결합도 0.03에는 크게 상회한다. 공통성 레벨은 서비스의 유연성을 판단하는 기준이며, 재사용성 제고를 위한 필수 요소이다. 표 2는 각 서비스의 최저 공통성 레벨을 나타내며, 정제 과정을 통해 모든 서비스가 유연성이 향상되었음을 알 수 있다. 독립성 판별 기준인 서비스간 결합도는 재사용성 향상을 위해 낮은 수치로 정제되어야 한다. 표 3은 정제 과정을 통해 서비스간 결합도가 높은 서비스 쌍이 4개에서 2개로 감소되어 독립성이 확보되었음을 보인다. 최종적으로, 피쳐는 29개에서 27개로, 서비스는 8개에서 7개로 최적화되었다. 따라서 재사용성 향상을 위한 최적 규모의 최종 서비스를 식별할 수 있었다.

5.2 기존 연구와의 비교 평가

본 단원에서는 Service Identification of Component Based System(SICBS)[10]과 Feature Binding Analysis(FBA)[6]를 제안 방법과 비교 평가한다. 제시한 방법을 다수의 사례에 적용하여 그 실효성을 입증해야 하나, 유비쿼터스 환경의 구현 사례가 많지 않기 때문에, 다수의 프로젝트 적용이 어려운 실정이다. 따라서 비정량적인 비교방법을 사용

하여 서비스의 도출 방법, 서비스의 특징과 유비쿼터스의 특징에 대하여 기존연구와 분석하였다. 평가 항목은 방법간의 비교를 위한 요소로 표 4와 같이 자체 선정하였으며, 구성 요소의 범용성, 비기능 표현의 가능성, 서비스 도출의 객관성, 서비스의 재사용성, 약결합의 특성반영, 최적화된 규모 선정, 상호운용 고려, 상황인지 고려의 8가지 요소로 구성된다.

표 4 기존 연구와의 비교 평가 기준
Table 4 Standard of compared evaluation

구분	비교항목	내용
서비스 도출 방법	구성요소의 범용성	구성 요소가 서비스 식별에 범용적으로 사용되는가?
	비기능표현의 가능성	구성 요소가 비기능 표현을 할 수 있는가?
	서비스도출의 객관성	구성 요소로부터 서비스 도출 방법의 객관성이 있는가?
서비스 특징	서비스의 재사용성	최종 식별된 서비스의 재사용성이 확보되었는가?
	약결합의 특성반영	변화에 민첩하게 대응할 수 있는가?
	최적화된 규모선정	상황에 따라 최적 규모의 서비스가 도출되는가?
유비쿼터스 특징	상호운용고려	식별된 서비스의 상호운용성 표현이 가능한가?
	상황인지고려	식별된 서비스의 상황인지 표현이 가능한가?

표 4의 평가 기준의 항목별 평가 등급은 G(Good), M (Medium), P(Poor) 3단계로 나누고, 각 등급별 점수는 9, 3, 1점으로 환산하여 합계 점수로 평가한다. 각 방법의 비교 평가는 표 5와 같다.

표 5 기존 연구와의 비교 평가 결과
Table 5 Result of compared evaluation

구분	비교항목	SICBS	FBA	제안방법
서비스 도출 방법	구성요소의 범용성	G(9)	G(9)	G(9)
	비기능표현의 가능성	P(1)	G(9)	G(9)
	서비스도출의 객관성	G(9)	M(3)	G(9)
서비스 특징	서비스의 재사용성	G(9)	P(1)	G(9)
	약결합의 특성반영	G(9)	M(3)	M(3)
	최적화된 규모선정	G(9)	M(3)	G(9)
유비쿼터스 특징	상호운용 고려	P(1)	P(1)	G(9)
	상황인지 고려	P(1)	M(3)	G(9)
합계 (총72점)		48	32	66

피처를 기반으로 하는 제안 방법과 컴포넌트 기반의 SICBS는 구성 요소의 범용성이나 서비스 도출의 객관성이 우수하다. 하지만, FBA의 구성 요소는 범용성이 우수하나, 도출된 바인딩 유닛에 대한 객관적인 평가 방법을 제시하고 있지 않았다. 또한, 유연성 및 독립성 측면의 정제를 거치는 제안 방법과 포함관계 및 연관관계 기준의 정제를 하는 SICBS는 서비스의 특징을 반영하여 재사용성을 제고시킨 반면, FBA는 재사용성을 고려하고 있지 않았다. 다만, 제안하는 방법은 제품 계열 공학에서의 서비스 식별이기 때문에 웹에서 제공되는 서비스와 동등한 민첩성을 갖기 힘든 단점이 있다. 상호운용이나 상황인지 측면의 분석을 하는 제안 방법은 유비쿼터스 환경에 대한 고려를 하고 있고, 바인딩 유닛이 언제, 어떻게 적용되는지를 제시한 FBA는 개발 상황과 관련하여 이에 대해 일부 반영하고 있지만, SICBS는 이러한 표

현이 어렵다. 결과적으로, 제안하는 방법은 서비스 도출 방법이나, 서비스 및 유비쿼터스 환경의 특징 반영에 있어서 전반적으로 우수한 것을 알 수 있다.

기존 도메인 분석이 완료된 피쳐 모델에서 서비스를 식별하기 위해 몇 단계의 정제와 분석 과정이 부담이 될 수는 있겠으나, 이는 차후 효과적인 재사용을 위한 것으로, 프로젝트가 진행이 누적됨에 따라 기존의 피쳐 기반의 개발보다 서비스 기반의 재사용으로 인해 개발 기간을 단축할 수 있을 것이다.

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 유비쿼터스 환경을 위한 제품을 효과적으로 개발하기 위해 피쳐 기반의 서비스 식별 방법을 제안하였다. 이를 위해, 피쳐 기반의 서비스를 재정의하였고, 후보 서비스로 재정의된 피쳐 기반의 서비스와 유사한 특징을 가지고 있는 바인딩 유닛을 선정하였다. 도출된 바인딩 유닛이 후보 서비스로 적합한지를 객관적으로 판별하는 피쳐간 결합도 기반의 평가 기준을 제공하였으며, 후보 서비스는 공통성 레벨을 통한 유연성 측면의 정제와 서비스간 결합도를 통한 독립성 측면의 정제를 거쳐 최적 규모를 가진 서비스로 정제되었다. 정제된 서비스를 상호운용과 상황인지로 구분되는 유비쿼터스 환경의 특징을 나타낼 수 있도록 상호운용 매트릭스와 상황인지 매트릭스를 기준으로 분석하였다. 이로써, 피처를 기반으로 유연성과 독립성을 갖춘 최적 규모의 서비스를 식별하여 서비스 분석 모델의 재사용성을 증진시킨다. 더불어, 재사용 단위를 피처에서 서비스로 다양화하였다. 향후 연구 과제로 비즈니스 모델 기반의 서비스 식별 방법에 대한 연구와 본 논문에서 제시한 식별 방법을 지원하는 자동화 CASE Tool 개발을 진행하고자 한다.

참고문헌

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific American, Vol. 265, No. 3, pp. 94-104, 1991.9
- [2] 서경기, "유연한 비즈니스를 위한 유연한 IT 환경 - SOA", 정보과학회지 제 25권 제 1호, 2007.2
- [3] Arsanjani, A., "Service-oriented modeling and architecture: How to identify, specify, and realize services for your SOA," <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-design1/>, 2004.

[4] K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Nowak, S. Peterson, "Feature Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study," Technical Report CMU/SEI-90-TR-21, Pittsburgh, S/W Engineering Institute, CMU, 1990.11

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

[6] J. Lee, K. Kang, "Feature Binding Analysis for Product Line Component Development," In F. van der Linden, Ed., Software Product Family Engineering. LNCS 3014. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 266-276, 2004.

[7] 신현석, 송치양, 백두권, "유비쿼터스 컴퓨팅 서비스의 확장된 휘처 기반 도메인 분석 기법", 한국정보과학회 2007 가을 학술발표 논문집 제 34권 제 2호(B), 2007.10

[8] T. Strang, C. Linnhoff-Popien, "Service Interoperability on Context Level in Ubiquitous Computing Environments," SSGRR2003w, 2003.

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

[10] 이현주, 최병주, 이정원, "서비스 지향 아키텍처를 위한 컴포넌트기반 시스템의 서비스 식별", 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제 35권 제 2호, 2008.2

저 자 소개



신 현 석
 2000년 명지대학교 전기전자공학부 학사
 2001년~현재 LG전자 MC연구소 선임연구원
 2007년~현재 고려대학교 컴퓨터·전파통신 공학과 석사과정
 관심분야 : 소프트웨어공학, 유비쿼터스



송 치 양
 1985년 한남대학교 전산학과 학사
 1987년 중앙대학교 전산학과 석사
 2003년 고려대학교 컴퓨터학과 박사
 1990년~2005년 한국통신 중앙연구소 책임연구원
 2005년~2007 상주대학교 소프트웨어공학과 조교수
 2007년~현재 경북대학교 소프트웨어공학과 조교수
 관심분야 : UML 모델링 기술, 소프트웨어 개발방법, IP-TV 서비스



강 동 수
 1997년 해군사관학교 전기공학 학사
 2006년 국방대학교 전산학 석사
 2008년~현재 고려대학교 컴퓨터·전파통신 공학과 박사과정
 관심분야 : 소프트웨어공학, 시스템공학



백 두 권

- 1974년 고려대학교 수학과 학사
 - 1977년 고려대학교 산업공학과 석사
 - 1983년 Wayne State Univ. 전산학과 석사
 - 1985년 Wayne State Univ. 전산학과 박사
 - 1986년~현재 고려대학교 컴퓨터학과 교수
 - 1989년~현재 한국 정보처리학회 부회장
 - 1992년~현재 ISO/IEC JTC1/SC32 국내위원회 위원장
 - 1999년~현재 정보통신진흥협회 데이터 기술위원회 의장
 - 2005년~현재 한국 시뮬레이션학회 고문
- 관심분야 : 데이터베이스, 소프트웨어 공학, 데이터 공학, 컴포넌트 기반 시스템, 메타데이터 레지스트리, 정보 통합, 프로젝트 매니지먼트