

# 유비쿼터스 서비스 프로비저닝을 위한 서비스 조합 기법<sup>+</sup>

이선영\*, 이종연\*, 배정숙\*\*

\*충북대학교 컴퓨터교육과, \*\*한국전자통신연구원 이동통신연구단  
elesun@nate.com, jongyun@chungbuk.ac.kr, jsbae@etri.re.kr

## Service Composition Techniques for Ubiquitous Service Provisioning

Sun-Young Lee\*, Jong-Yun Lee\*, Jeong-Suk Bae\*\*

\*Dept. of Computer Education, Chungbuk National University

\*\*Mobile Telecommunication Research Division, ETRI

### 요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자가 원하는 서비스를 다양한 상황에 맞게 서비스를 검색하고 조합하여 적합한 서비스를 제공하는 것은 중요한 일이다. 그러나 기존 연구는 사용자 정보를 이용하여 기본 서비스들로부터 새로운 조합 서비스를 찾아내는 것이 미흡하다. 또한 단순한 기본 서비스들의 나열에 불과하고, 사용 이력에 대한 구체적 방안을 고려하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 상황 정보 및 서비스 사용 이력을 고려한 데이터 마이닝 기반 서비스 조합 기법을 제안한다. 세부적 연구내용은 최적의 서비스를 동적으로 생성하여 제공하는 COSEP(Context-based Service Provisioning) 시스템 프레임워크에서 데이터 마이닝 기능을 겸비한 온톨로지를 이용한 서비스 조합 기법을 제안한다. 결과적으로 본 연구는 사용자의 시간과 위치와 같은 상황 정보에 능동적으로 반응하여 서비스를 발견하고, 데이터 마이닝 기법을 가진 온톨로지를 이용하여 서비스를 조합함으로써 최적의 서비스를 생성하여 사용자에게 제공하는 것이 기대된다.

### 1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이용 가능한 자원과 서비스들은 사용자와 장치들의 이동성에 따라 변한다. 그러나 사용자들은 자신들의 위치나 주변 환경에 상관없이 최적의 서비스 사용을 원하므로, 다양한 상황에 맞게 적합한 서비스를 검색하여 제공해 주는 것은 매우 중요한 일이다. 만약 기존의 등록된 서비스 집합에서 사용자의 요구에 맞는 서비스가 존재하지 않는다면 새로운 서비스를 생성하거나 기존의 기본 서비스를 조합하여 제공해주는 것이 필요하다.

#### 1.1 문제 제기

기존의 서비스 조합[1, 3, 4, 5]에 관한 연구들은 단순한 기본 서비스들의 나열에 불과하고, 서비스 조합에 대한 구체적 방안을 제시하지 못한다. [1]의 서비스 조합 모듈은 조합 서비스를 만들기 위해 서비스 검색을 관리하는 작업을 수행하고 클라이언트가 서비스를 요청할 때 저장된 기본 서비스로부터 복잡한 서비스를 조합한다. USON[3, 4]은 서비스 조합 단계에서 사용자의 질의와 위치 정보 등에 기초

하여 ST(Service Template)을 검색하고 발견한 후, 획득한 ST 중에 하나의 후보를 선택하고 이에 적당한 SE(Service Entity)의 발견을 요청한다. 서비스 조합은 서로 연관성이 있는 서비스들끼리 그룹을 형성하는 특징을 가지고 있으나, 전혀 연관성이 없는 서비스들끼리 연관이 되는 경우도 발생한다. 이러한 경우 사용자의 서비스 사용에 대한 이력 정보를 활용하면 새로운 서비스 조합을 발견할 수 있다. 그러므로 서비스 조합에 있어 특정 사용자의 서비스 사용이력을 이용하여 새로운 서비스 조합의 규칙을 제공하는 것이 필요하다.

#### 1.2 기여도

본 연구에서는 위의 문제점의 해결책으로 사용자의 서비스 사용에 대한 이력정보를 이용하여 데이터 마이닝을 통해 새로운 규칙을 발견하고 서비스 조합에 활용한다. 세부적인 내용은 다음과 같다. 첫째, 사용자의 상황정보(context information)를 고려하여 최적의 서비스를 동적으로 생성하고 제공하는 COSEP(Context-based Service Provisioning) 시스템 프레임워크를 설계하고 둘째, 데이터 마이닝 기능을 가지는 온톨로지를 이용한 서비스 조합 기법을 제안한다. 온톨로지 엔진은 데이터 마이닝 기법을 적용하여 사용자의 서비스 사용에 대한 이력 정보를 이용하여 새로운 규칙을 발견하고 서비스 조합에 활용하여 사용자에게 동적으로 서

<sup>+</sup>이 논문은 2005년도 한국전자통신연구원의 정보통신연구 개발사업의 위탁 연구과제로 수행한 연구 결과임.

비스를 제공한다. 즉, 본 연구는 데이터 마이닝 기법을 적용한 온톨로지 엔진을 이용하여 사용자의 서비스 사용이력을 이용하여 새로운 서비스 조합을 생성하며, 사용자 상황정보에 맞게 서비스를 조합하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 서비스 조합에 관한 기존 연구를 살펴보고 기존 연구들의 문제점을 제시한다. 3장에서는 기존의 서비스 조합의 단점을 보완하기 위해 상황 기반 서비스 프로비저닝 시스템의 프레임워크와 데이터 마이닝 기법을 적용한 온톨로지 엔진을 제안한다. 그리고 4장에서는 제안한 서비스 조합 기법의 성능을 실험을 통하여 분석한다. 마지막으로 5장에서는 논문의 결론을 간략히 요약한다.

## 2. 관련연구

이 장에서는 서비스 조합 기법에 관해 기존 연구 내용을 검토한다.

UBIDEV[6]는 사용자 환경의 상황 중심 관리를 제안하고, 애플리케이션이 상황의 변화에 따라 자동적으로 재구성하도록 한다. 동차 공간(Homogeneous space)의 애플리케이션 레벨에서 자원, 서비스, 상황 정보에 대한 통합된 관리 모델을 나타낸다. Ubiquitous Access 계층의 코디네이션 매니저가 입력된 복잡한 질의를 분해하여 기본 서비스를 합성한다. 여기서 온톨로지는 상황정보의 분류에 사용된다.

CB-SeC[1]는 서비스 실행에 있어 사용자의 위치와 자원에 상관없이 사용자의 요구를 만족시키기 위해 상황정보를 고려하여 서비스 발견과 조합의 기능을 증진시키기 위해 제안되었다. 조합 모듈에서 조합 서비스를 만들기 위해 서비스 검색을 관리하는 작업을 수행하고 클라이언트가 서비스를 요청할 때 저장된 기본 서비스로부터 복잡한 서비스를 조합한다. 검색 단계 후 서비스 조합 모듈은 발견된 기본 서비스들의 집합을 갱신한다. 사용자 선호도를 만족하는 서비스가 선택되고 대응되는 캡슐들은 서비스 실행 모듈로 보내진다. 단, UBIDEV와 CB-SeC는 상황 정보를 고려하여 기본 서비스들의 집합을 제공하는 역할만을 하고 사용자의 선호도나 서비스 사용 이력에 대한 고려가 없다.

USON[3, 4]에서는 SE(Service Entity)와 ST(Service Template)를 기초로 한다. 서비스 조합 단계에서 USON은 무엇을 원하는지, 어디에 위치했는지 등의 사용자 정보에 기초하여 ST를 검색하고 발견한 후 획득한 ST 중에 하나의 후보를 선택하고 이에 적당한 SE의 발견을 요청한다. 서비스 출현 단계에서 새로운 상황에 만족하는 새로운 ST는 SE와 ST의 사용이력을 기초로 얻어진다. 아무것도 없는 곳에서 ST가 생성되는 것이 아니라 현재의 ST나 그 일부에서 새로운 ST가 생성된다. 그러나 SE와 ST의 사용이력을 어떻게 이용하는지에 대해 구체적으로 제시하지 못한다.

[2]에서는 pervasive/ad-hoc 네트워크에서 중개자 기반 분산 서비스 조합 프로토콜을 제안한다. GSD 발견 프로토콜의 사용으로 서비스 탐사에 유연성 증가를 가져오고 서비스 요청의 전달 제어에 효율적인 광대역 사용으로 서비스 탐사의 효율성이 향상되었다. 중개자 선출 매커니즘을 사용하여 중개자가 결정되었을 때 조합서비스의 분산된 실행이 허락된다. 조합 능력, 중개자 중재 능력, 조합 환경에서 Fixed-Source based Composition과 비교하여 우수성을 보인다.

시맨틱 정보를 이용한 동적 서비스 조합[5]은 미래 애플리케이션의 유연성과 적응성을 가져오며, 요소(component)들을 선택하고 조합함으로써 애플리케이션은 각각 개인의 선호도에 적응하고 이용 가능한 상황 정보를 고려한다. 현재 조합 서비스 시스템이 데이터 타입, 서비스 템플릿, 논리식과 같은 정확한 구문 형식을 요구하는 것에 대한 방안을 제시하였다

## 3. 데이터 마이닝을 이용한 서비스 조합

이 장에서는 서비스 사용이력 등과 같은 상황 정보를 이용하여 서비스를 사용자에게 제공할 수 있는 서비스 프로비저닝 기법을 위한 프레임워크를 기술하고, 데이터 마이닝 기법을 적용한 온톨로지 엔진을 이용한 COSEP[7]의 서비스 조합에 대해 기술한다.

### 3.1 COSEP

그림 1은 네 개의 층으로 구성된 상황 기반 서비스 프로비저닝(COSEP: Context-based Service Provisioning) 미들웨어 시스템을 나타낸다.

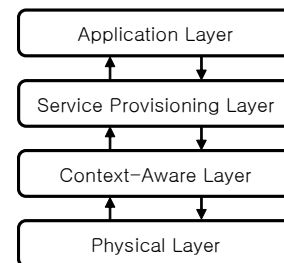


그림 1 COSEP의 미들웨어 시스템의 구조

첫 번째 물리 계층(Physical Layer)은 서비스 제공에 영향을 미칠 수 있는 상황 정보를 발생하는 계층이다. 발생된 상황 정보는 상황 인지 계층(Context Awareness Layer)에서 수집되고 이용된다. 두 번째 상황 인지 계층(Context-Aware Layer)은 최적의 서비스 제공을 위한 상황 정보를 인식하는 곳이다. 세 번째 서비스 프로비저닝 계층(Service Provisioning Layer)은 서비스 소비자로부터 서비스 질의를 받아 최적의 서비스를 발견하고 새로운 서비스를 생성하는 곳으로 데이터 마이닝 엔진과 온톨로지 엔진을 기반으로 기본 서비스들 간의 조합을 통한 조합 서비스를 생성한다. 마지막 애플리케이션 계층(Application Layer)은 COSEP에게 서비스를 질의하고 최적의 서비스를 제공받는 서비스 소비자(Service Consumer)와 자신의 서비스를 COSEP에 등록하고 소비자에게 서비스를 제공하는 서비스 제공자(Service Provider)가 위치하고 있다.

그림 2는 그림1의 서비스 프로비저닝 계층의 서비스 요청에 대한 질의처리 과정이다. 그림 2에서 서비스 질의를 받은 룩업 서비스(Lookup Service)부는 서비스 데이터베이스(Services DB)에서 서비스 소비자의 상황 정보에 알맞은 서비스를 검색하고 평가부(Service Evaluation)로 검색한 서비스들을 보낸다. 그러나 알맞은 서비스가 없는 경우는 서비스 조합부(Service Composition)에 새로운 서비스 조합을 요청한다. 조합 서비스는 상황 정보와 사용자 선호도를 고려하여 기본 서비스들로부터 생성되고, 온톨로지 엔진에 정의된 규칙을 기반으로 한다. 이때 온톨로지 엔진은 데이터 마이닝에서 사용자의 서비스 사용 이력을 통해 발견된

새로운 지식도 이용한다. 발견된 서비스는 평가부에서 사용자에게 평가받고, 그 중 선택된 서비스는 서비스 실행부 (Service Execution)를 통해 소비자에게 제공된다. 그리고 평가 받은 서비스들의 정보는 상황 데이터베이스와 서비스 데이터베이스에 저장되어 다음 서비스 요청 시 이용된다. 서비스 소비자의 서비스 사용 이력은 트랜잭션 데이터베이스에 저장되어 데이터 마이닝 엔진에서 서비스 소비자의 서비스 사용 패턴에 대한 새로운 규칙의 발견에 이용한다. 데이터 마이닝 엔진에서 발견된 새로운 조합 서비스들은 온톨로지 엔진을 재구축 한다.

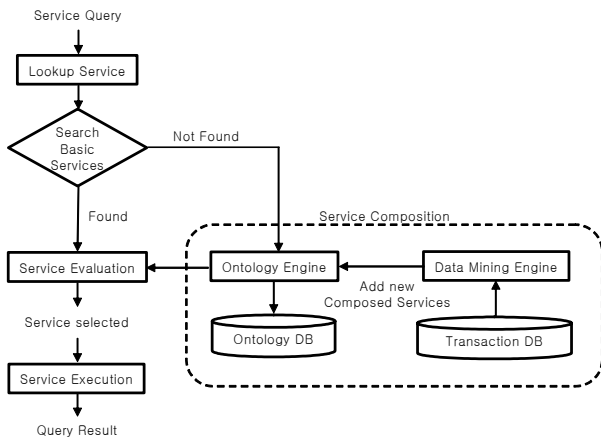


그림 2 서비스 프로비저닝 계층의 질의처리 과정

3.2 데이터 마이닝 기법을 적용한 온톨로지 엔진

이 절에서는 COSEP의 서비스 조합에 대해 기술한다. 이미 정의된 표현들과 규칙을 통해 온톨로지 엔진에서 동적으로 서비스 조합이 이루어지고, 사용자의 서비스 사용이력을 통한 새로운 서비스 조합은 데이터 마이닝을 통해 생성된다.

3.2.1 온톨로지 엔진

온톨로지는 이미 정의된 관계나 규칙을 통하여 서비스를 조합한다. 서비스 소비자의 위치, ID 또는 등급에 따라 이용 가능한 서비스와 서비스 조합이 달라진다. 예로 만일 서비스 소비자의 위치가 방 A-1구역이라고 해도 소비자의 등급에 따라 이용 가능한 서비스가 달리 표현될 수 있다. 이렇게 미리 정의된 서비스 조합의 정보를 이용하여 서비스 소비자가 서비스를 요청할 때 서비스 조합이 이루어진다. 그러나 미리 정의된 서비스 조합에 관한 정보가 없으면 사용자에게 적당한 새로운 서비스를 제공할 수 없는 단점이 있다. 그래서 향후 서비스의 추가나 새로운 서비스 조합을 위해서 새로운 관계와 규칙을 도출하는 것에 데이터 마이닝을 적용한다.

3.2.2 데이터 마이닝 기법을 적용한 온톨로지 엔진

데이터 마이닝이란 일반적으로 “대량의 데이터로부터 새롭고 의미 있는 정보를 추출하여 의사결정에 활용하는 작업”이다[8]. 데이터 마이닝 기법은 마이닝 작업에서 발견되는 패턴의 종류를 명세하기 위해 사용된다. 데이터 마이닝을 통해 도출되는 정보의 종류는 다양하나 본 논문에서는 연관규칙을 이용한다. 데이터 마이닝을 이용한 새로운 서비스 조합 규칙을 살펴보면, 사용자의 서비스 사용이력에 대한 분석을 통하여 새로운 서비스 조합을 생성할 수 있다. 예를 들어 서비스 소비자 A가 저녁에 집에 오면 전등을 켜고 TV를 켜는 서비스를 계속하여 실행한다면 트랜잭션

DB에는 사용자 A의 사용이력이 저장된다. 이 서비스 소비자의 서비스 사용이력이 어느 정도 저장되면, 데이터 마이닝 엔진은 이 사용자의 서비스 사용 이력에 대한 분석을 한다. 그 결과 전등을 켜는 서비스와 TV를 켜는 서비스를 조합하여 새로운 조합 서비스를 제공해 줄 수 있다.

위에서 온톨로지 엔진과 데이터 마이닝 엔진이 독립적으로 작용했을 경우 장점과 단점이 있다. 온톨로지 엔진을 사용할 경우 미리 정의된 관계와 규칙을 사용하여 서비스 조합을 함으로써 서비스에 동적으로 서비스를 제공해 줄 수 있지만 새롭게 요청되는 조합 서비스는 제공해 줄 수 없다. 반면 데이터 마이닝 엔진은 서비스 사용에 대한 트랜잭션들이 데이터 마이닝을 할 수 있는 정도의 크기가 되어야 새로운 조합 서비스에 대한 지식을 발견해 낼 수 있다. 두 엔진의 장단점을 결합하여 데이터 마이닝 기법을 적용한 온톨로지 엔진을 구축하면 동적으로 서비스를 제공할 뿐만 아니라 사용자의 서비스 사용 이력에 대한 정보를 통해 새로운 조합 서비스도 얻어내어 사용자가 요청하는 서비스를 제공해 줄 수 있다. 그림 5는 데이터 마이닝에서 Apriori 알고리즘[20]을 이용하여 서비스를 조합하는 알고리즘이다.

Procedure Service Composition

Input: TDB, Transactional Database; MSC, Min-Support count  
Output: ComposedServices

- 1 initialize ComposedServices;
- 2 For each transaction  $t \in TDB$
- 3 ComposedServices = apriori\_gen( $t, MSC$ );  
//generate composition service using apriori Algorithm
- 4 If ComposedServices is not in the OntologyDB then  
// check if they are existing composition services
- 5 add ComposedServices to OntologyDB;
- 6 End if
- 7 End for

그림 3 Apriori 알고리즘을 이용한 서비스 조합

그림 3에서 입력은 사용자의 사용이력을 저장한 트랜잭션 데이터베이스(TDB)와 최소 지지도(MSC)이고, 출력은 조합된 서비스들(ComposedServices)이다. 서비스들은 트랜잭션 데이터베이스에 저장된 사용이력의 수가 최소 지지도 이상일 때 데이터 마이닝에 이용된다. 단계 2에서 트랜잭션 데이터베이스를 가져와 각 트랜잭션에 대해 새로운 서비스 조합 규칙을 찾는 것으로 시작한다. 단계 3에서는 Apriori 알고리즘을 이용하여 새로운 조합 서비스를 발견하고, 단계 4~6에서는 조합된 서비스가 온톨로지 엔진에 존재하는지 아닌지를 확인한다. 새로 조합된 서비스가 온톨로지 엔진에 존재하지 않으면 온톨로지 엔진에 추가 (단계 5)한다. 이 과정을 거쳐 새로운 조합 서비스가 추가되어 온톨로지 엔진이 재구축된다.

4. 실험 평가

이 장에서는 본 논문에서 제시한 데이터 마이닝 기법을 이용한 온톨로지 엔진의 성능평가를 이론적인 실험 모델과 실험 결과를 통해 향상된 서비스 조합 성능을 분석한다. 데이터 마이닝을 이용한 서비스 조합에 대한 실험을 위하여 연관 규칙 데이터 마이닝 기법으로 많이 사용되는 Apriori 알고리즘[9]을 구현하였다. Apriori 알고리즘은 생성된 연관 규칙에 대해 지지도와 신뢰도를 이용하여 이를 만족하는 연관규칙을 찾아낸다. 각 엔진의 조합되는 서비스의 수를

두 가지 경우에 대해서 비교한다.

#### 4.1 단일 시간에 조합되는 서비스의 수

이 실험에서는 전체 트랜잭션(1000개)에서 발생될 수 있는 서비스 조합의 수를 알아보았다. 데이터 마이닝을 통해 발생된 서비스 조합 집합에서 각각의 서비스 조합이 Ontology DB에 있으면 삭제하여 순수하게 데이터 마이닝을 통해 발생한 서비스 조합만을 추출하였다. 그림 4는 단일 시간에 조합되는 서비스의 수를 나타낸다. 데이터 마이닝을 통해 발생될 수 있는 서비스 조합의 수는 온톨로지에서 제공하는 조합 서비스를 제외하면 210개이다. 따라서 데이터 마이닝을 적용한 온톨로지를 통해 서비스 사용자에게 제공할 수 있는 서비스 조합의 수는 모두 310개가 된다. 이러한 실험 결과에서 온톨로지에서 정의된 서비스 조합이 많다면 온톨로지의 서비스 조합의 수가 늘어날 수 있으므로 결과에서 보이는 두 기법 사이의 서비스 조합에 대한 차이는 중요하지 않다. 하지만 데이터 마이닝을 온톨로지에 적용함으로써 서비스 소비자에게 제공할 수 있는 서비스의 수가 증가하므로 두 기법을 혼합하여 사용하는 것이 서비스 조합에 좋은 결과를 보이는 것을 알 수 있다.

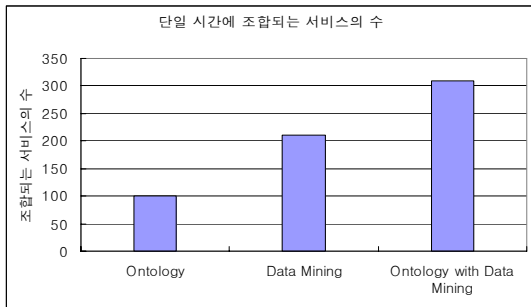


그림 4 단일 시간에 조합되는 서비스의 수

#### 4.2 시간에 따라 조합되는 서비스의 수

이 실험은 각 타임스탬프 마다 트랜잭션의 수를 다르게 하여 데이터 마이닝을 적용해보았다. 각 타임스탬프마다 트랜잭션의 수가 2000개씩 추가로 발생하였다. 그림 5의 실험 결과를 보면, 데이터 마이닝 기법은 시간이 지남에 따라 조합되는 서비스의 수가 증가하는 추세를 가진다. 이러한 실험 결과를 보이는 것은 트랜잭션의 수가 많을수록 발생 빈도가 높은 서비스들의 출현수가 많아지고, 기본 서비스를 포함하는 조합 서비스가 고정 변수 값으로 정해놓은 Min Support 값을 만족할 확률이 높아진다.

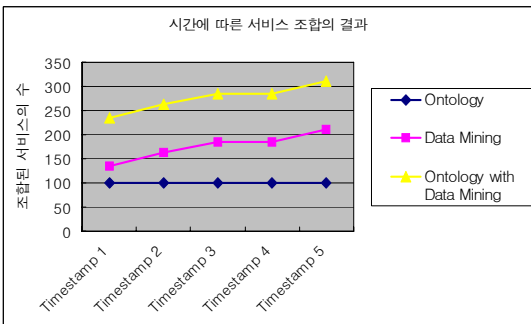


그림 5 시간에 따른 서비스 조합의 수

## 5. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자가 원하는 서비스를 다양한 상황에 맞게 적합한 서비스 검색하고 조합하여 제공하는 것은 중요한 일이다. 그러나 기존 연구는 사용자 정보를 이용하여 기본 서비스들로부터 새로운 조합 서비스를 찾아내는 것이 미흡하였다. 또한 서비스 조합에 있어 기존 연구는 단순한 기본 서비스들의 나열에 불과하였고, 사용 이력 고려에 대한 구체적 방안을 제시하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 상황 정보 및 서비스 사용 이력을 고려한 데이터 마이닝 기반 서비스 조합 기법을 제안하였다. 본 연구는 데이터 마이닝 기법을 가진 온톨로지에서 서비스 사용에 대한 이력 정보를 이용하여 새로운 서비스 조합 규칙을 발견하고, 서비스 조합에 활용하여 사용자에게 동적으로 서비스를 제공한다. 또한 실험을 통하여 데이터 마이닝을 온톨로지에 적용하여 서비스를 조합하는 것이 서비스 소비자에게 더 많은 조합 서비스를 제공할 수 있음을 확인하였다. 향후 우리는 본 연구를 바탕으로 조합된 서비스의 사용자 평가와 데이터마이닝 기법의 향상에 관하여 연구할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Soraya Kouadri Mostefaoui and Beat Hirsbrunner, "Context Aware Service Provisioning," *Proceedings of The IEEE/ACS International Conference on Pervasive Services*, ICPS 2004, pp. 71~80, 19-23 July 2004.
- [2] Dipanjan Chakraborty, Yelena Yesha and Anupam Joshi, "A Distributed Service Composition Protocol for Pervasive Environments," *Wireless Communication and Networking Conference 2004*, IEEE, Vol. 4, pp. 2575~2580, 2004.
- [3] Michiharu Takemoto, Tetsuya Oh-ishi, Tetsuya Iwata, Yoji Yamato and Yohei Tanaka, "A service-Composition and Service-Emergence Framework for Ubiquitous-Computing Environments," *Proceedings of the 2004 International Symposium on Applications and the Internet Workshops(SAINTW'04)*, pp. 313~318, 26-30 Jan. 2004.
- [4] Michiharu Takemoto, Hirosi Sunaga, Kenichiro Tanaka, Hiroaki Matsumura and Eiji Shinohara, "The Ubiquitous Service-Oriented Network(USON): An Approach for a Ubiquitous World based on P2P Technology," *Proceeding of the second International Conference on Peer-to-Peer Computing*, IEEE, 2002.
- [5] Keita Fujii and Tatsuya Suda, "Dynamic Service Composition Using Semantic Information," *ICSOC'04*, November 15-19, 2004.
- [6] S. Maffioletti, S. kouadri Mostefaoui and B. Hirsbrunner, "Automatic Resource and Service Management for Ubiquitous Computing Environments," *Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'04)*, pp. 219~223, 14-17 March 2004.
- [7] 이선영, 신병철, 이종연, 배정숙, 신경철, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 서비스 프로비저닝 프레임워크", 한국정보과학회 제32회 추계학술발표회, Vol.32, No.2(I), pp.604~606, 2005. 11.
- [8] 장남식의 2명, 데이터 마이닝, pp. 19~47, 대청미디어, 1999.
- [9] Jiawei Han and Micheline Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann, 2001.