

상황인식 및 직교배열표 응용에 기반한 적응형 서비스 지향 아키텍처

김수호¹ 정우성¹ 이병정² 우치수¹

¹서울대학교 컴퓨터공학부 소프트웨어공학연구소, ²서울시립대학교 컴퓨터과학부

{ksh⁰¹, wsjung, wuchisu}@selab.snu.ac.kr, bjlee@venus.uos.ac.kr

An Adaptive Service-oriented Architecture based on Context Awareness and Orthogonal Array Application

Suho Kim⁰¹ Woosung Jung¹ Byungjeong Lee² Chisu Wu¹

¹SE Lab, School of Computer Science & Engineering, Seoul National University

²School of Computer Science, University of Seoul

인간은 주변 상황정보(Context Information)를 감지하고, 학습이나 사고, 상호간의 의사소통을 통해 결정을 내리고 행동한다. 최근의 유비쿼터스 서비스 환경에서는 인간뿐만 아니라 사물들도 정보처리 및 의사소통이 가능하기 때문에 주변 상황을 인식하고 판단할 수 있다. 사물과 사람과의 의사소통의 한 방법으로 제시되는 것이 상황인식(Context Awareness) 개념이다. 상황인식 개념은 상황정보를 통하여 사물과 사람간의 의사소통 수준을 향상시킴으로써 보다 효율적이고 정확한 서비스를 제공하는 것이다. 상황정보란 단순한 객체 인식(Object Recognition)이 아니라 현실세계에서 존재하는 실체의 상태를 특징화하여 정의한 정보로 규정할 수 있다. 이런 각각의 상황정보를 융합해서 사용자가 처한 상황을 도출하고 서비스에 반영하여 제공하는 상황인식 서비스 개념은 현재 인간이 일하고 있는 어떤 환경에서도 활용이 가능하며, 유비쿼터스 서비스 환경이 조성되기 위해 필수적인 기술 요소이다.

적응형(Adaptive) 서비스의 특징은 실제 환경과 그 환경에서 동작하는 적절한 서비스를 가지고 있고 모델과 실제 환경의 차이를 발견하면 차이점의 본질을 진단하고, 서비스를 재구성하여 서비스가 적합하게 제공되는 것이다. 이를 위해 적응형 서비스는 상황정보의 변화에 맞추어 자신의 행위를 변경할 수 있어야 한다. 서비스는 실행 중에도 상황정보를 통해 동적으로 환경을 관찰하고, 규정되지 않은 상황이 발생했을 때 주어진 규칙과 서비스들을 적절히 조합하여 적용할 수 있어야 한다.

상황인식에 필요한 상황정보를 물리센서(Physical Sensor)에서 자료를 수집하여 적응형 서비스를 제공하기 위해서는 인간관계에서 의사소통이 필요한 것처럼 서비스를 제공하는 사물과 서비스를 제공받는 사람간의 의사소통을 할 수 있도록 상황정보의 표현에 대한 표준화 정의가 필요하다. 본 논문에서는 수집되는 자료를 3가지(객체, 술어, 값)로 구분하여 적응형 서비스의 구성요소로서 추출한다. 또한 OWL(Web Ontology Language)을 통해서 다양한 논리 추론 메카니즘(Logic Inference Mechanism)을 활용함으로써 사물이 상황을 이해하고 데이터를 해석하는 것을 지원할 수 있기 때문에 상황인식 서비스를 제공하기 위한 효과적인 수단일 수 있다. 센서에서 수집된 자료를 상황정보로 추출한 후 일차술어논리(First Order Predicate Calculus)인 상황인식의 형식으로 조합한다. 일차술어논리는 불 대수(Boolean Algebra)의 합집합(Union), 교집합(Intersection), 보수(Complement)등의 연산으로 상위의 복잡한 상황을 표현할 수 있다. 예를 들면, 아버지(철수, 진영) \cap 아버지(영수, 석진) \cap 아버지(형제, 같다)라는 일차술어논리의 집합은 '진영과 석진은 형제가 아니다'라고 추론할 수 있다. 본 연구에서 생성된 일차술어논리는 OWL형식으로 계층화하여 관리된다.

유비쿼터스 환경에서 필요한 사물과 사람간의 의사소통을 용이하게 하고, 효과적인 상황인식을 기반으로 가용한 서비스 자원을 활용하여 사용자에게 적응형 서비스를 제공하기 위한 목적으로 그림 1의 구조를 가진 상황인식 기반의 적응형 서비스 지향 아키텍처를 제안한다. 아키텍처는 크게 데이터를 수집하는 수집 계층(Sensing Layer)과 수집된 데이터를 상황인식정보로 조합하여 적응형 서비스를 추출하는 미들웨어 계층(Middleware Layer), 추출된 적응형 서비스를 제공하는 응용 계층(Application Layer)으로 구분한다.

수집 계층은 RFID기술을 활용한 물리센서와 사용자 프로파일(User Profile)로 구분된다. 사용자의 의도를 파악하기 위해 필요한 사용자 프로파일 정보를 분석하면 사용자 행동패턴을 추출할 수 있다. 이는 미들웨어 계층의 서비스 평가자 부분에서 사용자에게 적합한 적응형 서비스를 추출하는데 사용할 수 있다.

미들웨어 계층은 상황해석기(Context Interpreter), 서비스 통합기(Service Integrator), 서비스 저장소(Service Repository), 재구성 관리자(Reconfiguration Manager), 추론엔진(Inference Engine), 서비스 평가자 (Service

* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-11150-0)지원으로 수행되었음

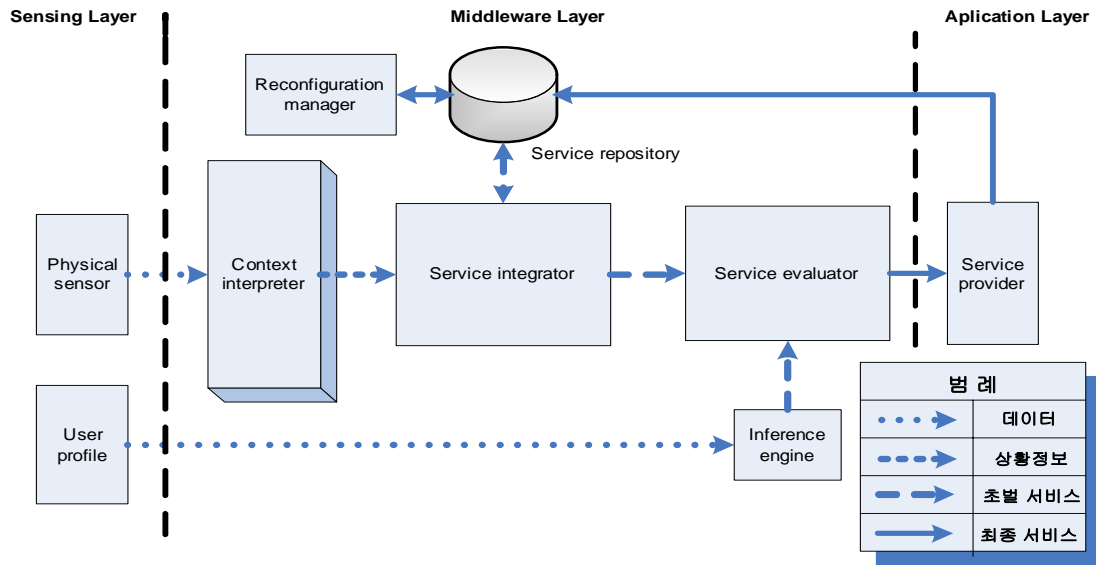


그림 1 상황인식 기반 적응형 서비스 아키텍처

Evaluator)로 구성된다. 상황해석기는 수집계층의 물리센서에서 수집된 온도, 소리, 빛, 영상등의 데이터에서 상황인식 형식으로 조합가능한 3가지 종류의 상황정보(객체, 술어, 값)를 추출하는 기능을 담당한다. 서비스 통합기는 상황 해석기에서 추출된 상황정보를 조합해서 상황인식정보로 서비스 저장소에 저장하고, 상황인식에 기반한 서비스를 제공하기 위해 서비스 저장소에서 계층화된 상황인식정보에서 역할모델(Role Model)을 검색한다. 역할 모델이란 서비스 저장소에 저장된 상황인식정보의 분류에 따른 추상화된 최상위 상황정보를 의미하며, 하위 상황인식정보들의 집합이다. 예를 들면 ‘눈높이만큼 손바닥을 들고 다가온다’ 라는 최상위 상황인식정보가 있다면 하위 상황인식정보로는 ‘경례를 하고 있다’, ‘햇볕을 가리고 있다’, ‘하이파이브를 하려고 한다’, ‘숫자 5를 표현한다’, ‘받는 동작을 하고 있다’등등이 있을 수 있다. 서비스 저장소는 OWL 형식으로 계층화하여 서비스를 관리한다. 재구성 관리자는 서비스 저장소에서 상황인식에 따른 적합한 서비스가 검색되지 않을 때 기존의 저장된 서비스들을 재구성하여 상황인식정보에 가능한 효과적으로 적응 할 수 있는 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 서비스를 재구성하여 상황인식정보에 주요한 적응형 서비스를 찾기 위한 가장 확실한 방법은 모든 인자와 수준의 경우의 수에 대해 서비스를 조합하여 실험하는 것이다. 하지만 실질적으로 모든 변수를 아우르는 실험(Full Coverage Test)은 환경과 시간의 제약을 받는 적응형 서비스에 대해서는 무의미하다고 할 수 있다. 그래서 실험 횟수를 줄임으로써 적은 비용과 노력으로 주요한 적응형 서비스를 얻기 위해 직교배열표를 의한 실험계획법을 사용한다. 추론 엔진은 수집계층의 사용자 프로파일을 바탕으로 사용자의 의도(Intention)를 판단하는 역할을 한다. 의도를 판단함으로써 서비스 평가자에서 최종 제공되는 서비스를 추출할 수 있다. 서비스 통합기에서 제공된 초별 서비스집합의 술어부분과 사용자 프로파일로부터 결정된 사용자의 의도부분을 정합(Matching)시켜 사용자의 의도에 부합하는 서비스를 추출한다. 사용자의 의도는 일차 술어논리의 술어의 집합으로 표현한다. 예를 들면 ‘손을 들고 다가온다.’ 가 초별 서비스 집합이고, 사용자의 의도가 기쁨이라면 하위 구성요소의 술어 중 기쁨에 해당하는 구성요소를 가지고 있는 서비스인 ‘하이파이브를 하다’가 서비스 평가자에서 최종적으로 추출되는 서비스가 된다.

응용계층에서는 미들웨어 계층에서 최종적으로 추출된 적응형 서비스를 사용자에게 제공하는 역할을 하는 서비스 제공자(Service Provider)로 구성되어 있다. 서비스 제공자는 제공하는 적응형 서비스를 사전상황과 사후상황을 포함하여 서비스 저장소에 저장한다. 사전상황과 사후상황을 통해서 사용자의 행동 패턴을 분석하여 차후에 같은 서비스를 제공할 때 더욱 효율적으로 제공할 수 있다.

본 논문에서는 동적인 환경을 고려하여 사용자의 상황을 인식하고, 그 결과를 이용하여 적합한 서비스를 검색하거나 직교배열표를 이용하여 효과적인 대체 서비스를 재구성하여 제공할 수 있는 적응형 서비스 지향 아키텍처를 제안하였다. 또한 상황인식의 표현방법으로 불 대수를 활용한 일차술어논리를 이용하여 표준화함으로써 상황인식정보의 추출을 용이하게 하였다. 그리고 적합한 서비스가 존재하지 않을 때, 대체 서비스를 제공하기 위한 방법으로 사용자의 개입 없이 기존 서비스를 재구성하여 상황인식정보에 적용함으로써 가용한 서비스 자원을 활용하였다. 효과적인 적응을 위한 방법으로 소수의 실험을 실행하여 주요한 실험결과를 얻을 수 있는 직교배열표를 이용한 실험계획법을 제시하였다. 향후 과제로 본 논문에서 제시한 아키텍처에 대해 많은 사례 연구를 통하여 유효성 검증과 서비스 재구성시 변수들의 교호작용을 포함한 연구도 필요하다. 또한 적응형 서비스의 구현 방안으로서 기존의 자료를 재구성하는 것이 아니라 스스로 상황인식을 통해 사용자에게 최적화된 서비스를 제공할 수 있도록 동적으로 서비스를 생성할 수 있는 구체적인 연구가 이루어져야 할 것이다.