

컨텍스트 기반 맞춤형 웹 서비스 제작을 위한 시뮬레이션 기반 방법론

장희정¹ · 김주원¹ · 최성운¹ · 이강선^{1†}

A Simulation-Based Development Methodology for CAS (Context-Aware Web Services) Personalization

Heejung Chang · Juwon Kim · Sungwoon Choi · Kangsun Lee

ABSTRACT

With the emergence of pervasive computing, personalization becomes an important issue to provide with users customized services, anywhere and anytime in their specific environment. Many researches have shown the possibilities of personalization by acquiring and processing sensor information around users. However, personalization remains still at its infancy, since most researches have failed to consider various contexts comprehensively besides sensor data, and just developed tailored services for a specific application domain. In this work, we propose a simulation-based CAS (context Aware Web Services) development methodology. Our methodology considers various contexts on users (eg. current location), web services (eg. response time), devices (eg. availability) and environment (eg. sensor data) all together by simulating them on the fly for personalized and adaptable services.

Key words : Pervasive computing, Context-aware computing, Web service, Web services composition, Simulation

요약

퍼베이시브 컴퓨팅(pervasive computing) 기술이 현실화됨에 따라, 사용자에게 언제 어디서나 맞춤형된 서비스를 제공하기 위한 연구가 확대되고 있다. 기존 연구에서는 주로 단일 서비스가 센서 정보를 처리하는 제한된 방향으로 맞춤형된 서비스를 제공하고 있어, 사용자의 다양한 요구에 적응적인 서비스를 제공하는데 한계가 있다. 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 시뮬레이션 기반 상황 인식 웹 서비스(CAS: Context-Aware Web services) 개발 방법론을 제안한다. 제안된 방법론은 사용자 상황 정보(예. 위치), 웹서비스 상황 정보(예. 반응시간), 사용 기기의 상태(예. 가용성), 환경 정보(예. 센서 데이터) 등을 시뮬레이션을 통해 종합적으로 고려하여 사용자 환경에 적응적인(adaptable) 서비스를 제공하도록 한다.

주요어 : 퍼베이시브 컴퓨팅, 상황 인식 컴퓨팅, 웹 서비스, 웹 서비스 조합, 시뮬레이션

1. 서론

퍼베이시브 컴퓨팅(pervasive computing)은 언제 어디서나 다양한 디바이스 상에서 사용자에게 적응적인(adap-

table) 서비스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 CAS(Context-Aware Service)에 대한 연구가 수행되고 있다. CAS에서 정의하는 컨텍스트(context)는 사용자에게 최적의 서비스를 제공하기 위해 퍼베이시브 환경에서 고려할 수 있는 다양한 환경 변화에 대한 정보로 요약할 수 있다. CAS는 사용자의 실생활에 편재되어 있는 다양한 센서와 컴퓨팅 자원들이 사용자의 의도와 주변 환경을 인식하고 이를 근거로 사용자에게 최적화된 서비스를 제공하는 것을 말한다. CAS의 실현을 위한 기반 기술로 다양한 자원들을 동적이고 유연하게 상호 융합하여 새로운 서비스를 생성할 수 있는 웹 서비스가 각광받고 있다^{1,2)}.

* 본 논문은 교육인적자원부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.

(No. R05-2004-000-11329-0)

2006년 6월 8일 접수, 2006년 10월 24일 채택

¹⁾ 명지대학교 컴퓨터공학과

주저자 : 장희정

교신저자 : 이강선

E-mail; ksl@mju.ac.kr

컨텍스트를 고려하는 웹 서비스의 개발 및 조합을 통해 맞춤형·개인화된 서비스를 제공할 수 있으며, 이를 위해서는 다음의 기술들이 필수적으로 요구된다.

- 웹 서비스 조합 기술 : i) 사용자의 요구사항을 정의하고, ii) 적절한 서비스를 탐색하며, iii) 탐색된 서비스들을 조합하여 이들 중 최적의 조합을 선택하고, iv) 구성된 웹 서비스 조합을 효과적으로 실행하는 기술
- 컨텍스트 평가 기술 : 사용자에게 최적의 서비스를 제공하기 위해 웹 서비스 조합의 각 단계에 걸쳐 다양한 컨텍스트 정보를 수집·분석·평가하기 위한 기술
- 컨텍스트 생성 기술 : 웹 서비스 개발과정에서 서비스가 인지해야 할 다양한 컨텍스트를 생성하고 제어하기 위한 기술

기존의 컨텍스트 기반 웹 서비스 조합에 대한 연구는 사용자가 있는 고정된 장소(location)와 고정된 사용 장치의 종류 등 결정적(deterministic)인 컨텍스트만을 고려하고 있으며, 이러한 컨텍스트를 고려하기 위해 규칙 기반·에이전트 기반 지능형 서비스 조합 기술을 적용하고 있다^{3, 4)}. 그러나 실제 서비스 환경에서 맞춤형 서비스를 위해 인지되어야 할 컨텍스트 정보는 온도, 습도, 네트워크의 상태 등 사용자의 물리적 환경에 대한 정보, 성능·신뢰성 등 웹 서비스의 QoS(Quality of Service) 정보, 사용 장치의 가용 상태 정보 등 다양하고 비결정적(nondeterministic) 요소를 포함한다. 따라서 기존의 결정적 규칙 기반·에이전트 기반 지능형 서비스 조합 기술은 실제 환경의 컨텍스트 정보를 충분히 고려하는데 한계가 있으며, 컨텍스트 기반 웹 서비스의 개발 및 테스트 환경의 구축에도 많은 노력과 비용이 발생하게 된다. 본 논문에서는 변화하는 컨텍스트 정보를 분석·예측하고 이를 근거로 사용자에게 맞춤형 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 시뮬레이션 기반 CAS 개발 방법론을 제안한다. 또한 이를 지원하는 도구인 SimP4P(Simulation-based Personalization Web Services Composer for Pervasive Computing)의 아키텍처를 제안한다. 제안된 방법론은 사용자의 물리적 환경, 웹 서비스의 QoS, 사용 기기의 가용 상태 등의 비결정적 요소까지 서비스의 인식 대상을 확대하고, 시뮬레이션 기법을 통해 이를 분석 및 예측하여 사용자에게 적응적인 서비스를 제공하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구들을 소개하고 이들의 문제점을 살펴본다. 3장에서는 2장에서 제기된 문제점을 극복하기 위해 본 논문이 제시하는

컨텍스트 기반 맞춤형 서비스 조합 방법론을 설명하고 이를 지원하는 도구를 제안한다. 4장에서는 제안된 방법론을 적용한 맞춤형 서비스 조합의 예를 보인다. 5장에서는 연구의 결과를 평가하고 향후 연구과제에 대해 논한다.

2. 관련연구

2.1 컨텍스트의 정의

컨텍스트에 대한 최초의 정의는 “사람과 그 사람에 인접한 사물의 Location, Identity 그리고 그 사물의 변화”였다⁵⁾. 이후, 특징화 할 수 있는 정보에 주목하여 “애플리케이션과 사용자 사이의 사용자, 사물, 대상물 등의 개체 상태를 나타내는 정보”, “사용자의 위치 변화에 따른 사용자의 행위나 장치의 동작이 대상이 되는 사물의 변화를 수반하는 경우, 그 특징적인 변화를 표현하는 정보” 등으로 정의되었다^{6, 7)}. 이와 같이 컨텍스트의 정의는 컨텍스트를 활용하는 시스템의 응용에 따라 조금씩 차이를 보이고 있으며, 본 논문에서는 ‘사용자와 서비스간의 상호작용에 영향을 미치는 정보’ 즉, ‘웹 서비스의 실행 및 실행 결과에 영향을 미치는 정보’를 컨텍스트로 정의한다.

2.2 컨텍스트 기반 웹 서비스 조합

웹 서비스의 개발과 이들의 조합에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으나 컨텍스트 정보를 이용해 사용자에게 맞춤형·개인화된 서비스를 제공하고자 하는 연구는 다음과 같은 이유로 매우 제한적으로 이루어지고 있다.³⁾

- 웹 서비스의 수동적 조합 : 현재의 웹 서비스는 컨텍스트의 변화에 따라 동적으로 조합되어야 하는 컨텍스트 기반 컴퓨팅의 특징을 지원하지 못하고 있다. 웹 서비스 조합을 구성하는 개별 웹 서비스를 실행 시간에 대체할 수 있는 dynamic composition 분야의 구체적인 연구가 필요하다.
- 관련 표준의 부재 : 웹 서비스 조합을 위한 WSFL,^[8] BPEL4WS^[9] 등이 표준으로 자리 잡고 있으나, 사용자와 서비스, 서비스 환경 등의 컨텍스트 정보는 고려하지 않고 있다.
- 모델링 및 명세 기술의 한계 : 사용자의 요구사항을 정의하고 이를 만족시키기 위한 웹 서비스들로 웹 프로세스(web process)를 구성 및 정의할 때 관련된 컨텍스트 정보를 효과적으로 명세하기 위한 모델링 및 명세 기법이 마련되어 있지 않다.

2.3 퍼베이시브 컴퓨팅을 위한 시뮬레이션 기법의 적용

시뮬레이션 기법을 통해 퍼베이시브 컴퓨팅 시스템 개발에서 야기되는 복잡성과 고비용 등의 문제점을 극복하고자 하는 연구가 진행되었으며, 대표적인 연구는 다음과 같다^[10-12].

- **센서 모델링** : 사용자의 위치 변화에 따라 센서가 발생시키는 데이터를 인위적으로 생성하여 컨텍스트 기반 시스템의 테스트 및 모니터링에 이용하기 위한 시뮬레이션 모델 연구.
- **디바이스 모델링** : 모바일 디바이스와 사용자간의 상호작용을 가시화하기 위한 연구나 가상 환경을 구축하는 연구.
- **환경 모델링** : 센서, 사람, 로봇 등의 사용 가능한 컴포넌트와 이를 둘러싼 공간, 로봇이 제공하는 서비스들간의 상호작용을 모니터링하고 평가하기 위한 프레임워크 연구.

기존의 연구들은 센서를 통한 컨텍스트 정보의 수집과 수집된 컨텍스트와 단일 서비스간의 상호작용에 한정되어 있다. 따라서 사용자의 기능적·비기능적 요구사항, 사용자의 물리적 환경(온도, 네트워크의 상태 등), 서비스의 QoS 등 다양한 컨텍스트 정보들에는 어떤 것들이 고려될 수 있으며, 어떻게 분류되어 처리될 수 있는지에 대한 연구가 부족하다. 또한 기존 연구에서는 단일 서비스가 어떻게 컨텍스트를 처리하는가에만 집중되어 있을 뿐, 다수의 서비스가 조합되어 수행되는 경우 다양한 컨텍스트간의 상호작용을 어떻게 고려해야 하는가에 대한 연구는 미흡한 상태이다.

3. 컨텍스트 기반 맞춤형 웹 서비스 조합 방법론

3.1 컨텍스트 모델링

본 논문에서는 사용자와 서비스간의 상호작용에 영향을 미치는 요소들을 <표 1>과 같이 사용자, 웹 서비스, 장치, 환경요소로 분류하고 각각의 특징을 User Context, Web Service Context, Resource Context^[4], Environmental Context로 표현한다.

이러한 컨텍스트 정보들은 다음을 통해 획득될 수 있다.

- **컨텍스트 제공 서비스** : 사용자에게 서비스를 제공하는 과정에서 고려되어야 할 컨텍스트 정보들은 이를 제공하는 서비스를 호출함으로써 획득된다. 예를 들어, 센서를 통해 현재 기온을 측정하여 제공하는 서비스를 통해

해당 서비스 지역의 기온 정보를 제공받을 수 있으며, 디바이스의 상태 정보를 감시하고 이를 제공하는 서비스를 통해 해당 디바이스의 가용 여부 등을 획득할 수 있다.

- **시뮬레이션 기반 예측 모델** : 필요한 컨텍스트가 미래의 특정 시점의 기온, 또는 특정 시점의 네트워크의 상태 등 실측될 수 있는 정보가 아닌, 예측이 필요한 정보인 경우 시뮬레이션 기반 예측 모델을 사용할 수 있다. 또한, 조합된 웹 프로세스의 수행 시 컨텍스트 제공 서비스의 호출이 어렵거나 컨텍스트 기반 웹 서비스의 개발 시 특정 컨텍스트와 서비스간의 상호작용을 평가하고자 하는 경우, 해당 컨텍스트를 인위적으로 생성할 수 있는 시뮬레이션 모델을 사용하여 컨텍스트를 획득할 수 있다. 예를 들어, 기온의 변화에 따른 서비스의 수행 결과를 평가하는 경우, 시뮬레이션 모델을 통해 다양한 온도 데이터를 생성하고 생성된 컨텍스트를 활용하여 효율적으로 CAS를 평가할 수 있다.

3.2 맞춤형 웹 서비스 조합 방법론

본 논문이 제안하는 맞춤형 웹 서비스 조합 과정은 <그림 1>과 같다.

- **단계 1** : 사용자의 기능적·비기능적 요구사항을 분석하고 이를 바탕으로 워크플로우(workflow) 형태로 웹 서비스 조합 형태와 필요한 컨텍스트 및 컨텍스트 획득 방법을 명세한다. 컨텍스트의 획득 방법은 컨텍스트 제공 서비스와 시뮬레이션 기반 예측 모델 중 선택할 수 있다. 본 논문에서는 비즈니스 프로세스 모델링에 사용

표 1. 컨텍스트의 분류

분류	의미
User Context	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자의 Identification, Activity, Preference, Location 등 개인 컨텍스트 정보 • 사용자의 기능적·비기능적 요구사항
Web Service Context	<ul style="list-style-type: none"> • 웹 서비스가 언제 어디서 실제 수행되어야 하는가에 대한 정보 (예 : 수행위치, 수행시간, 수행 중 제약사항) • 웹 서비스의 QoS 만족도
Resource Context	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자에게 서비스를 제공하게 될 디바이스에 대한 정보 (예 : 디바이스의 가용정도(availability), 향후 웹 서비스 실행 능력(schedulability))
Environmental Context	<ul style="list-style-type: none"> • 온도, 날씨, 네트워크의 상태 등 사용자가 서비스를 받는 환경에 대한 정보

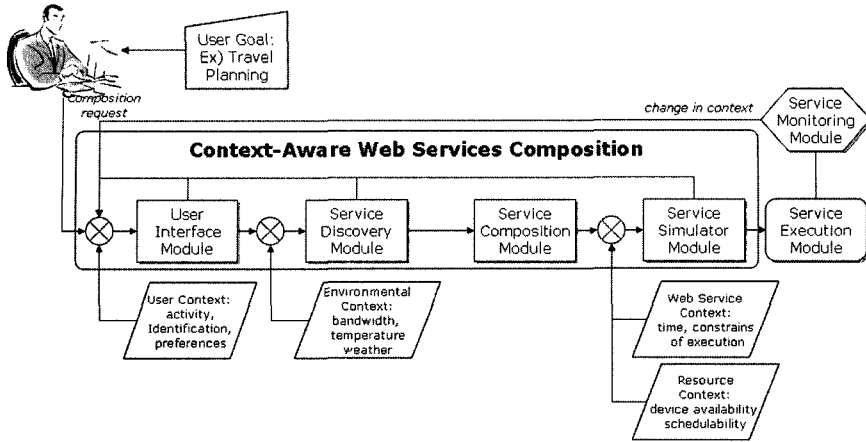


그림 1. 컨텍스트 기반 맞춤형 웹 서비스 조합 구성 과정

되는 표준 그래픽 표기법인 BPMN(Business Process Modeling Notation)^[13]을 확장하여 웹 서비스 조합의 형태와 활용될 컨텍스트를 표현하며 3.2.1절에서 자세한 표기법을 설명한다. 또한 컨텍스트 제공 서비스로부터 필요한 User Context를 수집한다.

- 단계 2 : Environmental Context를 수집한다. 또한 사용자의 요구를 만족시킬 수 있는 기능을 갖는 적절한 웹 서비스들을 검색하여 조합에 참여할 수 있는 웹 서비스 후보군을 생성한다.
- 단계 3 : 단계 2에서 생성된 후보군의 웹 서비스들을 조합하여 웹 프로세스(web process)를 구성하고 프로세스 실행을 위한 표준 명세 언어인 BPEL4WS로 변환한다. 또한 Web Service Context 및 Resource Context를 수집한다. 단계 1에서 시뮬레이션 기반 예측 모델을 통해 컨텍스트를 획득하기로 결정하였다면 이에 대한 시뮬레이션 모델을 생성한다.
- 단계 4 : 단계 3에서 생성된 시뮬레이션 모델을 모의 실험한다. 실험을 통해 예측된 컨텍스트와 단계 3까지 수집된 컨텍스트들을 바탕으로 적절한 웹 서비스를 선택한다.
- 단계 5 : 단계 1 ~ 단계 4의 과정을 통해 선택된 웹 서비스의 조합을 실행하여 사용자에게 서비스를 제공하고 이를 모니터링한다. 컨텍스트의 변화가 생기면 조합 과정을 반복하여 최적의 서비스를 제공한다.

3.2.1 컨텍스트 기반의 웹 프로세스 명세 방법

개인별 맞춤형 웹 서비스의 조합에 컨텍스트 정보를 응용하기 위해서는 서비스의 조합 형태와 필요한 컨텍스트


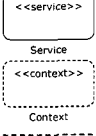
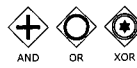
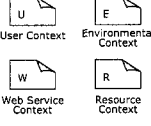

정보에 대한 효과적인 표현 방법이 요구되나, 기존의 웹 서비스 명세 연구들은 컨텍스트 정보에 대한 표현을 제공하지 않고 있다. 본 논문에서는 BPMN을 확장하여 컨텍스트 정보와 웹 프로세스를 그래픽으로 표현하고, 이를 BPEL4WS로 변환하여 실행하는 방법을 마련하였다. BPMN은 BPEL4WS(Business Process Execution Language for Web Services)^[16]와의 매핑을 지원하므로, BPMN으로 표현된 프로세스는 BPEL4WS 명세로 변환되어 실행 엔진을 통해 자동으로 실행될 수 있다. BPEL4WS는 웹 서비스 환경에서 비즈니스 프로세스를 정의하고 실행하기 위한 표준 언어로서, 웹 서비스의 데이터 조작, 오류보고, 프로세스 종료 등의 작업이 가능하다. 또한 자바 기반의 런타임 실행엔진인 BPWS4J(Business Process Execution Language for Web Services Java™ Run Time)^[14]를 통해 자동화된 웹 서비스 실행 환경을 제공받는다. 제안된 컨텍스트 기반 BPMN의 주요 구성 요소는 <표 2>와 같다.

3.2.2 Simp4P 아키텍처

Simp4P(Simulation-based Personalization Web Services Composer for Pervasive Computing)는 제안된 방법론을 지원하기 위해 현재 개발 중인 도구로, CAS 개발 전 과정을 지원하며, 필요한 컨텍스트 정보를 생성·제어하기 위한 시뮬레이션기반 환경을 제공하고자 한다. <그림 2>는 시스템의 아키텍처를 간략히 소개하고 있다.

- Context-Aware Process Composer : *Web Services Composition Designer*는 본 논문에서 제안하는 컨텍스트 기반 BPMN을 사용해 사용자의 목적을 수행하기 위한 웹 프로세스를 구성한다. 또한 사용자에게 맞춤형

표 2. 컨텍스트 기반의 BPMN 주요 요소

요소	설명	그래픽
Message	웹 프로세스를 시작하도록 하는 메시지(Receive) 또는 수신된 메시지에 대한 응답(Reply)을 나타냄	 Receive Reply
Task	사용자의 요청을 수행하기 위한 단일 혹은 복합 웹 서비스와 컨텍스트 정보를 나타내며 각각을 <<service>>, <<context>>의 스테레오 타입(Stereo Type)으로 분류하여 표기함. 또한 <<context>>는 획득방법에 따라 컨텍스트 제공 서비스인 <<S_context>>와 컨텍스트 서비스의 시뮬레이션 기반 대체 모델인 <<M_context>>로 나누어 표기할 수 있음	 <<service>> Service <<context>> Context <hr/> <<S_context>> Context Service <<M_context>> Simulation-based Context Model
Gateway Control Type	순차 흐름의 분기(fork)와 합병(join) 등을 나타냄. AND, OR, XOR 등의 다양한 의사결정 의미를 표현할 수 있음	 AND OR XOR
Context	컨텍스트를 나타내며 정보의 성격에 따라 'User Context', 'Environmental Context', 'Web Service Context', 'Resource Context'로 분류됨	 U User Context E Environmental Context W Web Service Context R Resource Context
Flow	프로세스에서 수행되는 작업들의 순서를 나타냄	

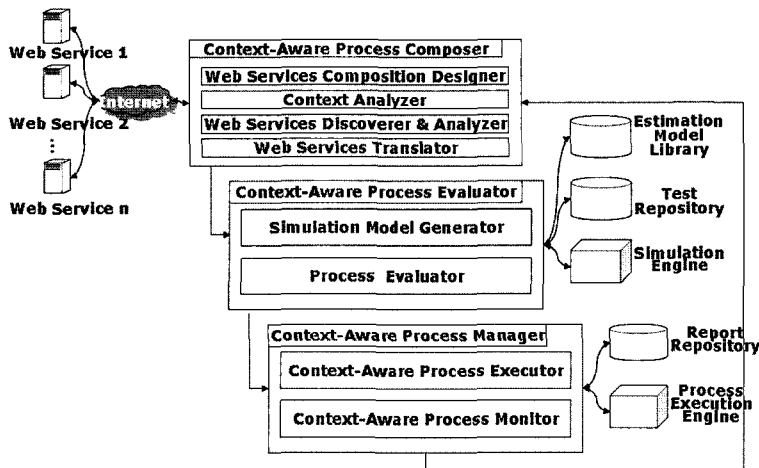


그림 2. SimP4P 시스템 아키텍처

서비스를 제공하기 위해서 컨텍스트 기반 웹 서비스가 고려하여야 하는 컨텍스트를 명세한다. 이때, 컨텍스트 획득 방법은 컨텍스트 정보를 제공하는 서비스나 이를 대체할 수 있는 시뮬레이션 기반의 예측 모델 중에서 결정할 수 있다. Context Analyzer가 필요한 컨텍스트 정보를 수집·분석하고 Web Service Discoverer &

Analyzer를 통해 사용자의 요구를 만족하는 웹 서비스 후보군을 생성한다. Web Services Translator는 선택된 웹 서비스들을 조합하여 프로세스를 생성하고 BPEL 4WS로 변환한다.

- Context-Aware Process Evaluator : Simulation Model Generator는 시뮬레이션 모델을 생성한다. 프로세스의

명세 시 컨텍스트 획득 방법으로 예측 모델을 선택하였다면 *Estimation Model Library*에서 해당 모델을 검색하여 프로세스 시뮬레이션 모델에 반영한다. 시뮬레이션을 수행하고 *Process Evaluator*가 이를 분석하여 최적의 서비스 조합을 찾는다.

- Context-Aware Process Manager : *Context-Aware Process Executors*는 최종적으로 선택된 웹 프로세스를 실행시켜 사용자에게 제공하고 *Context-Aware Process Monitor*가 실행동안 컨텍스트 변화를 모니터링 한다. 컨텍스트에 변화가 생기면 조합과정을 반복한다.

4. 실험 및 결과

본 장에서는 제안된 방법론이 어떻게 웹 서비스의 조합과 실행 시 컨텍스트 정보를 고려하여 맞춤형 서비스를 제공하는지 예제를 통해 보이고, 시뮬레이션 기법이 컨텍스트 기반 웹 서비스의 개발에 주는 이점을 살펴본다. 실험 시나리오는 다음과 같다.

- 서울에 사는 A씨는 휴가를 보내기 위해 비행기를 이용해 미국 뉴욕으로 출발했다. A씨는 PDA를 이용해 Travel Planner 프로세스를 실행한다. Travel Planner는 A씨가 탄 비행기의 도착시간을 조회하여 뉴욕에 도착할 무렵의 현지 날씨를 예측한다. 예측된 날씨에 따라 관광명소를 추천하고 간략한 안내를 제공한다.

이 시나리오는 제안한 방법론이 Environmental Context를 고려한 맞춤형 서비스를 효율적으로 제공하는가를 보인다. <그림 3>은 3.2.1에서 제안한 컨텍스트 기반 BPMN으로 Travel Planner 프로세스를 표현한 것이다. 프로세스는 컨텍스트를 수집하기 위한 SchedulerService와 WeatherService 및 여행지를 추천하기 위한 AttractionService로 구성된다. SchedulerService는 사용자의 스케줄을 조회하여 목적지, 도착 시간 등의 정보를 제공하는 컨텍스트 제공 서비스이며, WeatherService는 현지의 날씨 정보를 시뮬레이션을 통해 예측하여 제공하는 시뮬레이션 기반 예측 모델이다. 실험을 위해 사용자의 스케줄은 미국의 몇몇

도시와 임의의 도착 시간으로 작성하였으며, 날씨 예측 시뮬레이션 모델은 미 기상국(the US national Weather Service, <http://www.nws.noaa.gov>)에서 제공하는 기상 기록 데이터를 기반으로 작성하였다. 또한, 도시별로 야외 또는 실내 관광 명소를 추천하는 서비스를 작성하였다. Travel Planner를 위한 수행 과정은 다음과 같다.

SchedulerService를 호출하여 사용자의 스케줄을 조회한다. 이를 통해 사용자의 목적지와 도착 시간에 대한 컨텍스트를 획득한다. 관광 명소 추천 서비스들로 AttractionService의 후보군을 작성한다.

날씨 컨텍스트를 예측하는 시뮬레이션 모델을 작성하고 모의 실험하여 사용자가 도착할 때의 현지 날씨를 예상한다.

도착 도시와 현지의 날씨 정보를 바탕으로 AttractionService의 후보군들 중 적절한 서비스를 선택하여 실행시킨다. <표 3>은 컨텍스트 변화에 따른 Travel Planner의 수행 결과를 보이고 있다. <표 3>을 통해 사용자의 목적지와

표 3. Travel Planner 수행 결과

1	SchedulerService	목적지 : 뉴욕 도착시간 : 2006-09-09, 10:50am
	WeatherService	기온 : 28℃ 습도 : 61% 강수확률 : 20%
	AttractionService	여행추천 서비스 : 야외 (OutdoorNYService) 센트럴 파크, 타임스퀘어 등
2	SchedulerService	목적지 : 시카고 도착시간 : 2006-09-09, 07:00am
	WeatherService	기온 : 19℃ 습도 : 61% 강수확률 : 60%
	AttractionService	여행추천 서비스 : 실내 (IndoorSeattleService) 파이크 파레스 마켓, 시애틀 센터 등
3	SchedulerService	목적지 : 시카고 도착시간 : 2006-09-12, 09:00am
	WeatherService	기온 : 23℃ 습도 : 65% 강수확률 : 5%
	AttractionService	여행추천 서비스 : 야외 (OutdoorSeattleService) 워터 프론트 공원, 레이니아 국립공원 등

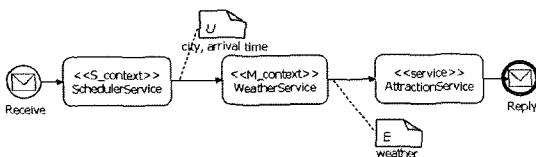


그림 3. Travel Planner 프로세스

현지의 날씨 상황에 따라 야외 혹은 실내의 적절한 여행 추천 서비스가 제공됨을 알 수 있다.

컨텍스트 기반 웹 서비스의 성공적인 개발을 위해서는 서비스가 컨텍스트의 변화에 적절히 대응하는지 충분히 테스트 되어야 한다. 따라서 테스트를 위한 다양한 컨텍스트 정보가 요구되나, 컨텍스트 제공 서비스의 호출을 통한 컨텍스트의 수집에는 한계가 따른다. 예를 들어, Travel Planner 예제의 여행 추천 서비스를 테스트 한다고 가정하자. 서비스의 검증을 위해서 여행 추천 서비스가 다양한 날씨 변화에 따라 적절히 여행지를 추천하는지 검토되어야 한다. 이때, 날씨 제공 서비스를 호출하여 날씨 정보를 제공받는다면, 호출한 시점의 계절 날씨 정보 이외의 다른 계절 날씨의 정보로 테스트 하는 것은 쉽지 않다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 본 방법론에서는 시뮬레이션 기법을 이용한 효율적인 테스트 환경을 제공한다. <그림 4>는 날씨 컨텍스트를 생성하기 위한 사용자 인터페이스를 보이고 있다. 예를 들어, 컨텍스트 생성 인터페이스를 통해 2007년 9월 9일의 뉴욕의 평균 기온과 습도, 강수확률을 예측하도록 설정하면 시뮬레이션을 통해 컨텍스트를 생성하고 이를 사용하는 컨텍스트 기반 웹 서비스의 테스트에 활용하게 된다.

또한, 시뮬레이션 기법의 적용은 컨텍스트 기반 웹 서비스의 개발 및 테스트에 소요되는 비용 및 시간을 절감할 수 있다. <그림 5>는 미국 기상청의 날씨 정보를 제공하는 웹 서비스(<http://www.webservicex.net/WeatherForecast>.

asmx)를 사용하여 구성한 Travel Planner 프로세스와 날씨 예측 시뮬레이션 모델을 사용한 Travel Planner 프로세스를 각각 테스트하여 소요되는 시간을 비교한 그래프를 나타낸다. <그림 5>를 통해 테스트 횟수가 증가할수록 시뮬레이션을 통한 시간절감 효과가 커짐을 알 수 있다. 이것은 시뮬레이션 기술이 실제 웹 서비스를 호출하고 응답을 받는데 걸리는 시간을 절약할 수 있기 때문이다.

한편, 컨텍스트는 사용자와 서비스간의 상호작용에 중요한 영향을 미치는 요소이므로, 컨텍스트 정보의 정확성은 사용자에게 제공되는 서비스의 만족도와 직접적으로 연관된다. 따라서 시뮬레이션을 통한 컨텍스트의 예측에서 결과의 정확성은 필수적인 요소이다. <그림 6>은 날씨 예측 시뮬레이션의 결과와 미국 기상청 웹 서비스의 날씨 정보를 비교한 것이다. 그래프는 뉴욕의 2007년의 월 평균 기온을 나타내고 있으며, 시뮬레이션 모델이 날씨 정보를 제공하는 웹 서비스를 충분히 대체할 수 있음을 보이고 있다.

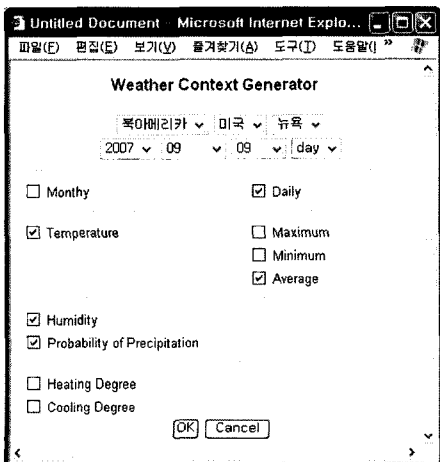


그림 4. 날씨 컨텍스트 생성 인터페이스

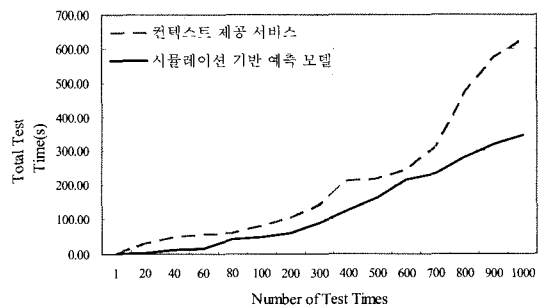


그림 5. Travel Planner의 전체 테스트 시간

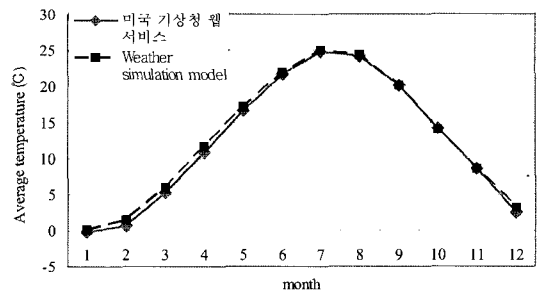


그림 6. 뉴욕 월 평균 기온

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 컨텍스트 기반의 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 방법론을 제안하고 지원 도구인 SimP4P를 소개하였다. 퍼베이시브 컴퓨팅은 사용자에게 언제 어디서나 적응적인 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해 사용자의 목적과 주위 환경이 효과적으로 고려되어야 한다. 본 논문에서는 서비스와 사용자간의 상호작용에 영향을 미치는 요소들을 컨텍스트로 정의하고, 사용자의 물리적 환경, 웹 서비스의 QoS, 자원 상태 등 비결정적인 컨텍스트를 포함하였다. 제안된 방법론은 시뮬레이션 기법을 통해 컨텍스트를 분석·예측하고, 이를 근거로 적절한 서비스들을 선택 및 조합하여 사용자에게 적응적인 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 사용자의 물리적 환경 변화를 고려하기위해 Environmental Context 해결에 초점을 맞추는 경우를 소개하였으며, 앞으로 웹 서비스의 상태, 사용자의 활동 등 다양한 컨텍스트를 고려하는 시나리오와 이를 위한 시뮬레이션 모델에 대한 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

1. 임신영, 허재두, 박광로, 김채규, “상황인식 컴퓨팅 기술 동향”, IITA 「주간기술동향」, 제1142호, 2004, pp. 1-15.
2. M. Keidl and A. Kemper. Towards Context-Aware Adaptable Web Services. In Proc. of the 13th International World Wide Web Conference (WWW'04), New York, USA, May 2004, pp. 55-65.
3. Paolo Bellavista, Antonio Corradi, Rebecca Montanari, Cesare Stefanelli, “Context-Aware Middleware for Resource Management in the Wireless Internet”, IEEE Transaction on Software Engineering, Vol.29, Issue 12, 2003, pp. 1086-1099.
4. Zakaria Maamar, Soraya Kouadri Mostefaoui, Hamdi Yahyaoui, “Toward an Agent-Based and Context-Oriented Approach for Web Services Composition”, IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, Vol. 17, No. 5, 2005, pp. 686-697.
5. Bill Schilit, Norman Adams, and Roy Want, “Context-aware computing application”, In IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Application, 1994, pp. 85-90.
6. Anind K. Dey and Gregory D. Abowd, “Towards a Better Understanding of context and context-awareness”, Technical Report GIT-GVU-99-22, Georgia Institute of Technology, Collage of Computing, 1999.
7. 강동훈, 안상철, 고희동, 권용무, 김형곤, 조위덕, “유비쿼터스 시스템 환경에서의 상황인지와 오토노믹 컴퓨팅”, 「정보과학회지」 제 23권 제 9호, 2005, pp. 42-49.
8. WSFL, <http://www-3.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSFL.pdf>.
9. BPEL4WS, <http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-bpel/>.
10. M.C. Huebscher and J. A. McCann, “Simulation Model for Self-Adaptive Application in Pervasive Computing”, Proceedings of 2nd International Workshop on Self-Adaptive and Autonomic Computing Systems (SAACS'04), 2004, pp. 694-698.
11. J.J. Bartin and V.Vijayaraghavan, “UBIWISE, A Ubiquitous Infrastructure Simulation Environment”, HP Labs Technical Report HPL-HP-2002-303, 2002.
12. Minsu Jang, Jaehong Kim, Meekyoung Lee and Joo-Chan Sohn, “Ubiquitous Robot Simulation Framework and Its Application”, Proceedings of Intelligent Robots and Systems 2005. 2005 IEEE/RSJ International Conference, 2005, pp. 3213-3218.
13. BPMN, www.omg.org/docs/dtc/06-02-01.pdf.
14. BPWS4J, www.alphaworks.ibm.com/tech/bpws4j
15. <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/>.
16. BPEL4WS v1.1 specification, <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/specification/ws-bpel/>.



장 희 정 (coltish@mju.ac.kr)

2001년 명지대학교 컴퓨터공학과 학사
2003년 명지대학교 컴퓨터공학과 석사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 박사과정

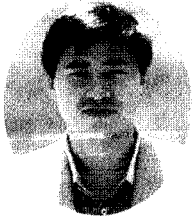
관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 웹 서비스, 소프트웨어 테스트



김 주 원 (sevensky@mju.ac.kr)

2001년 명지대학교 컴퓨터공학과 학사
2003년 명지대학교 컴퓨터공학과 석사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 웹 서비스, 소프트웨어 테스트



최 성 운 (choisw@mju.ac.kr)

1985년 한국외국어대학교 상학사
1988년 미) 오레곤주립대학교 컴퓨터공학과 석사
1992년 미) 오레곤주립대학교 컴퓨터공학과 박사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 컴포넌트 프레임워크, 객체지향 소프트웨어공학



이 강 선 (ksl@mju.ac.kr)

1992년 이화여자대학교 전자계산학과 학사
1994년 이화여자대학교 전자계산학과 석사
1998년 미) University of Florida, 박사
현재 명지대학교 컴퓨터공학과 부교수

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 웹 서비스