온톨로지 기반의 서비스 상호운용을 위한 협업 시스템

황치곤* · 문석재* · 정계동* · 최영근*

An Ontology-based Collaboration System for Service Interoperability

Chi-gon Hwang* · Seok-Jae Moon* · Kye-dong Jung* · Young-keun Choi*

본 논문은 2012년 광운대학교 교내연구비 지원에 의해 연구되었음.

요 약

기업의 업무 환경 변화에 따른 정보 시스템 간의 협업 개발은 기존 업무 서비스의 중복 및 유지보수 비용의 증가라는 문제가 발생한다. 이에 따라 웹 서비스는 동일한 비즈니스 도메인 내 서비스의 중복을 방지하고 이미 활용 중인 서비스를 위한 분산 컴퓨팅의 표준으로 제안되었으나, 웹 서비스가 필요로 하는 데이터가 규격화되어 있지 않기 때문에 사용자는 다양한 비즈니스 목적에 부합하는 서비스를 찾기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 서비스 운용을 위한 온톨로지를 기반으로 한 협업 시스템을 구축한다. 온톨로지는 협업 처리를 위한 분산 시스템 환경 하에서 상호 의존적으로 존재하는 서비스를 찾아 융합 서비스를 지원할 수 있다. 협업 시스템의 역할은 온톨로지를 기반으로 서비스의 개발, 등록 및 호출하는데 사용한다. 로컬 시스템은 서비스 프로파일을 통해 협업 지원을 요청한다. 협업 시스템은 해당 서비스 프로파일을 참조하여 개발을 지원하고, 온톨로지를 통해 실 데이터 간의 의미적 연관관계를 표현하며, 서비스에 포함된 인스턴스들에 대한 관계를 추론한다. 이를 바탕으로 여행 예약 서비스를 위한 협업 시스템에 적용한다. 그 결과로 협업 시스템에서 발생하는 데이터 충돌 문제를 해결하여 서비스를 효율적으로 관리할 수 있으며, 시스템 간의 매핑이 감소됨을 검증한다.

ABSTRACT

The development of collaboration among information systems in accordance with changes in enterprises' business environment brings about the problems of duplication of the existing business services and increase in costs of maintenance. Accordingly, Web service has been suggested as the standard of distributed computing to prevent the duplication of services within the same business domain and to attain the services that are already being utilized. But since the data needed for Web services are not standardized, it is difficult for the users to find services that meet diverse business purposes. In this paper, we construct an ontology-based collaboration system for service interoperability. The ontology can support fusion service by finding services which are existed interdependently under the distributed environment for collaboration processing. The role of the collaborative system includes development, registration and call of services based on ontology. A local systems request collaboration support through the service profile. Collaborative system supports the development of service using the service profiles, represents the semantic association between real data through system ontology, and infers relationship between instances contained in the services. Based on this, we applied the travel booking services for collaboration system. As a result, service can be managed effectively preventing collision in collaborative system, and we verify that the mapping between system is reduced.

키워드

협업시스템, 온톨로지, 서비스 상호운용, 서비스 온톨로지, 협업 서비스

Key word

Collaboration System, Ontology, Service Interoperability, Service Ontology, Collaboration Service

* 정회원 : 광운대학교

접수일자 : 2012. 08. 17

심사완료일자 : 2012. 09. 11

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.1.210>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

기업에서 개발하는 대부분의 정보 시스템들은 업무의 다양성 및 세분화로 인해 협업 환경에서 필요한 서비스를 동시에 개발하는 경우가 많다. 이러한 환경에서 개발한 단위 서비스들은 데이터들 간의 구조적, 의미적 이질성을 해결해야 한다. 그리고 데이터들이 사용하는 인스턴스들은 의미적 연관관계가 고려되어야 한다. 그 뿐만 아니라 협업 환경에서 개발한 서비스들을 등록 및 호출하여 활용할 수 있는 시스템이 필요하다. 협업 시스템에 포함된 여러 서비스는 시간대와 지역에 걸쳐 공동 작업을 한다. 이에 관련된 서비스는 활동적이고 다양한 도메인 전문가의 상호 작용이 필요하다[1][2]. 이를 위해 본 논문에서는 온톨로지를 기반으로 하는 서비스 상호운용을 위한 협업 시스템을 제안한다. 협업 시스템의 운용은 서비스의 개발이 요구되면, 기존의 프로세스들을 이용하여 서비스를 개발하고, 기존에 개발된 프로세스가 없는 경우 협업 시스템에 해당 프로세스에 대한 프로파일을 제출하고, 협업 시스템에 포함된 로컬 시스템에서 이를 개발하여 등록하게 함으로써 동시에 서비스를 개발할 수 있도록 하는 협업 시스템을 제안한다. 이에 따른 논문의 구성은 2장의 관련연구, 3장의 서비스 상호운용을 위한 협업시스템, 4장은 협업 시스템의 적용 및 구현, 5장 평가 그리고 6장에서 결론을 기술한다.

II. 관련연구

온톨로지는 의미론적 추론이나 데이터 이질성 해결을 위해 필요하며, 이 기종의 분산처리 환경에서 상호운용성을 위하여 사용하고 있다[3]. 따라서 온톨로지는 공통적인 지식에 대한 표준화를 통하여 데이터 접근성을 높이고, 웹 기반의 지식처리, 공유 및 재사용이 가능하도록 한다[4]. 또한, 온톨로지는 사람과 응용 프로그램 사이에서 의사소통을 위해 공통된 언어 통신 환경을 제공하며, 웹을 검색할 때 의미적으로는 유사하지만 구조적으로 다른 웹 사이트의 온톨로지와 연관성을 적용한다[5]. 온톨로지는 데이터 흐름을 단순화하기 위한 형식, 데이터 간의 의미론적 연관성을 추론하여 연관관계, 데이터 간의 발생하는 이질성을 해결하기 위해서 제공하며, 서비스 영역, 메타 영역, 인스턴스 영역으로 구성된

다. 서비스 영역은 로컬 시스템에서 구축된 서비스 사이에서 발생하는 연관관계와 파라미터를 제공하기 위한 지식 저장소이다. 메타 영역은 로컬 시스템에서 추출된 스키마와 글로벌 스키마 항목의 연관관계 분석을 통해 구성한 지식저장소이다. 인스턴스 영역은 로컬 시스템의 인스턴스를 추출하여 데이터 간의 연관관계를 분석한 지식 저장소이다[6].

이렇게 구성된 온톨로지는 영역 간의 상호작용으로 협업을 위한 서비스 상호운용을 지원한다.

웹 서비스는 UDDI, WSDL, SOAP(Simple Object Access Protocol) 기술을 바탕으로 간단하고 표준화된 분산 서비스를 제공한다. 이 같이 제공된 기술들은 분산 응용 시스템의 핵심 요소 기술로 정착되었고, SOA 시스템 구축의 새로운 방향을 제시하고 있다[7]. 그러나 웹 서비스 기반의 실질적인 분산 서비스 통합은 이질적인 서비스의 의미적 상호운용성을 실현할 수 있는 통합 방법이 부족하며, 제공자와 요청자 사이의 이질적인 서비스도 의미적 통합을 위한 방법이 제공되어야 하는 문제점을 가지고 있다[8]. 그리고 대부분 정적인 형태의 서비스 조합만이 가능하기 때문에 동적인 업무에 적용하기 어렵다[9]. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 시맨틱 웹이 출현하였다. 시맨틱 웹은 기존의 웹 서비스 방식에서 사용하던 데이터 중심 처리방식에 의미론적 연관관계를 부여하며, 분산 환경에서 의미 모델과 서비스 모델을 각각 제시하고 있으므로, 이들을 통합한 차세대 인터넷 기반 기술을 시맨틱 웹 서비스라 한다[10].

III. 서비스 상호운용을 위한 협업 시스템

온톨로지를 기반으로 한 협업 시스템은 개발자들이 동시에 접근하여 업무를 개발할 수 있도록 지원하는 시스템 유형으로, 온톨로지를 이용하고, 개발을 위한 신청서인 서비스프로파일을 참조하여, 공동 개발을 할 수 있도록 하는 시스템이다. 그리고 온톨로지를 이용한 서비스의 등록, 검색, 호출이 가능하다. 본 시스템의 기능은 서비스의 사용을 효율적으로 제공하는데 있다. 이를 바탕으로 한 세부 기능은 다음과 같다. 첫째, 서비스의 개발, 등록 및 호출하기 위한 온톨로지와 에이전트를 제공한다. 둘째, 서비스의 재사용을 위한 검색과 효율적 접근이 가능하도록 온톨로지 에이전트를 제공한다. 셋째, 시

스텝 전반에 걸친 서비스 간의 데이터의 흐름을 글로벌 항목으로 단일화하여 데이터의 의미적 또는 구조적 차이에 의해 발생하는 문제점을 해결한다. 그림 1은 온톨로지를 기반으로 한 협업 시스템의 구성도이다.

그림 1. 온톨로지 기반의 협업 시스템 구성
Fig. 1 Configurations of Collaborative System based on Ontology

본 시스템은 협업을 위한 서비스를 개발하고 운용할 때 발생하는 데이터의 충돌을 해결하기 위해 온톨로지를 도입하였다. 이는 업무 간에 발생할 수 있는 데이터 이동을 단순화 한다. 따라서 충돌을 해결하기 위해서 서비스의 등록과 서비스 간의 데이터 이동을 그림 1의 온톨로지 저장소의 메타 영역에서 정의된 표준 항목인 글로벌 항목으로 한다. 또한 각 로컬 시스템의 수행은 각 어댑터를 통하여 수행되며, 메시지는 SOAP 메시지를 통해 전달한다. 그리고 수행된 결과는 글로벌 항목에 따라 이동하므로 서비스 간에 발생하는 인터페이스 문제, 데이터 사이에서 발생하는 데이터 충돌 문제를 해결할 수 있다.

3.1. 서비스 인터페이스 관리자

이 관리자는 시스템을 운영함에 있어 사용자와 시스템 중재자 기능을 제공하기 위한 에이전트의 집합이다.

- 서비스 접근 인터페이스 : 서비스 접근 인터페이스는 사용자의 요청에 따른 서비스를 호출하여 사용할 수 있도록 지원하는 에이전트의 집합이다.

- 온톨로지 접근 인터페이스 : 온톨로지 접근 인터페이스는 온톨로지를 참조하기 위한 인터페이스를 제공하는 에이전트들의 집합이다. 이는 서비스 중재 관리자의 온톨로지 중재기를 이용하여 인터페이스를 생성하고, 이를 통해 온톨로지에 접근하는 역할을 한다.

그림 2는 서비스 개발을 위한 과정으로 협업 사용자와 로컬 시스템의 상호 작용에 따라 공동으로 개발하는 과정을 나타낸다.

그림 2. 서비스 개발 과정
Fig. 2 Service Develop Sequence

3.2. 서비스 중재 관리자

이 관리자는 서비스 등록, 조정, 검색과 글로벌과 로컬 항목간의 매핑을 수행하고 이를 로컬 시스템의 어댑터에게 제공하여 로컬 시스템의 요구에 효율적으로 적용할 수 있도록 하는 에이전트들의 집합이다.

- 서비스 검색기 : 이는 서비스 등록과 사용을 위해 서비스를 검색하는 에이전트이다.
- 온톨로지 중재기 : 이 중재기는 계층상 관리자 사이의 연결을 위한 서비스 인터페이스, 온톨로지 인터페이스가 있고, 온톨로지의 접근을 위한 온톨로지 선택, 중재요구 확인, 온톨로지 확인, 온톨로지 등록/수정이 있으며, 인스턴스 영역을 접근하는 연관관계 적용으로 구성된다.
- 협업 서비스 관리자 : 이 관리기는 서비스의 등록 요구, 개발 요구를 서비스 인터페이스 관리자에게 받아서 서비스를 등록하고, 등록된 서비스를 조정할 때 사용되는 요소로 그림 3과 같다.

- 어댑터 관리기: 이 관리기는 협업 서비스 관리기의 서비스 등록 작업에 의해 발생하는 로컬 시스템의 글로벌 항목과 로컬 항목 간의 매핑정보를 로컬 시스템의 어댑터에게 전달하여 서비스 간의 데이터 이동을 글로벌 항목만으로 가능하도록 하는 역할을 수행한다.

그림 3. 협업 서비스 관리기 모듈
Fig. 3 Module of Collaboration Service Manager

```

INPUT : local, service information
OUTPUT : service list, adapter mapping result

procedure col_service_manager ( )
begin
  confirmLocal ( );
  service_list := serviceExplorer ( ); //서비스 영역 검색
  meta_list := metaExplorer ( ); //메타 영역 검색
  case service requirement of
    service update : serviceUpIntf ( ); //서비스 갱신
    service create and register :
      if service create then
        if not exist then coServiceReg ( ); //서비스가 없을 때 협업 과정
        work ( ); //서비스 개발 협업
      end;
      regService ( ); //서비스 등록
      service revision : serviceRev ( ); //서비스 조정
    end;
    adapterRes := glMapping ( );
    adapterMan(adapterRes);
  end;
end;

```

그림 4. 협업 서비스 관리기 알고리즘
Fig. 4 Algorithm of Collaboration Service Manager

계층상 다른 관리자들과 연결을 위한 서비스 인터페이스, 온톨로지 인터페이스, 온톨로지 검색기 호출, 온톨로지 등록/수정, 글로벌-로컬 매핑 모듈이 있고, 서비스 개발을 위한 협업지원, 서비스 프로파일 관리 모듈과 서비스 프로파일 저장소로 구성된다. 서비스와 온톨로지 인터페이스는 다른 관리자와의 연결 역할을 수행한다. 서비스 검색기 호출 모듈은 서비스 영역을 검색하기 위해 서비스 검색기를 호출한다. 온톨로지 중계기 호출 모듈은 검색된 온톨로지를 접근하고, 서비스를 등록하는 업무에 대한 세부항목인 서비스 명칭, 타입 링크, 서비스 파라미터, 오퍼레이션 정보 등을 이용하여 온톨로지 중계기를 호출하여 서비스 영역에 등록한다. 글로벌-로컬 매핑은 서비스 정보 추가 및 수정부분을 통하여 글로벌-로

컬 매핑한 정보를 어댑터 관리기에 등록한다. 협업지원은 서비스를 개발할 때 사용자를 지원하는 모듈이다. 그리고 협업에 필요한 서비스가 존재하지 않을 경우 서비스를 신청하는 형식이 필요한데, 이를 프로파일이라 한다. 프로파일을 통해 서비스 개발을 요구하는데, 이를 위한 모듈이 서비스 프로파일 관리와 저장소 모듈이다. 프로파일은 등록된 서비스로 로컬 시스템의 접근 정보, 서비스 명칭, 오퍼레이션 명칭, 서비스 설명, 입·출력 파라미터, 등록 날짜로 된다. 그림 4는 협업 서비스 관리기에 대한 알고리즘이고, 시퀀스 다이어그램은 그림 5와 같다.

그림 5. 협업 지원 모듈에 대한 시퀀스
Fig. 5 Sequence about the Module of Collaboration Assist

3.3. 온톨로지 관리자

온톨로지 관리자는 온톨로지의 각 영역과 영역 간의 상호 작용을 관리하고, 요구된 내용을 검색하여 제공하고, 온톨로지에 추가되는 내용을 통해 갱신하는 역할을 수행한다. 서비스 중재 관리자와 서비스 중재 관리자의 요청에 따른 접근 기능을 제공한다.

- 온톨로지 등록기: 온톨로지 등록기는 서비스 중재 관리자의 요구에 대한 온톨로지를 등록한다. 온톨로지는 서비스 영역, 메타 영역 그리고 인스턴스 영역으로 구성되며, 이 영역들은 서로 상호 작용한다.
- 온톨로지 검색기: 온톨로지 검색기는 서비스 중재 관리자의 요구에 따라 각 영역을 검색하여, 검색된 결과를 XML 형식으로 전송한다.
- 온톨로지 조정기: 계층상 관리자 사이의 연결을 위한 중재 인터페이스, 온톨로지 저장 인터페이스가 있고, 온톨로지의 접근을 위한 온톨로지 영역 확인, 갱신, 조정이 있으며, 온톨로지 구성의 예외처리를 위한 관리자 적용으로 구성된다.

그림 6. 서비스 등록 과정 시퀀스 다이어그램
Fig. 6 Sequence Diagram for Service Registration Process

3.4. 로컬 시스템을 위한 어댑터

어댑터는 로컬 시스템과 협업 시스템을 연결해주는 인터페이스 역할을 담당하며, 그 기능은 서비스 수행을 위한 분석, 글로벌 항목 추출, 매핑을 위한 매핑정보 검색, 변환을 위한 G2L 부합검사와 G2L 변환, 변환결과에 대한 서비스 적용이다.

3.5. 협업 시스템의 동작 및 흐름

이 절은 앞에서 구축한 협업 시스템을 이용하여 서비스 등록 과정과 업무 생성 과정을 시퀀스 다이어그램을 통하여 표현한다.

그림 7. 업무 생성 과정에 대한 시퀀스 다이어그램
Fig. 7 Sequence Diagram for Business Creation Process

그림 7은 업무 생성을 위해 서비스를 이용하는 과정으로 개발자의 시스템 접근과 사용자 인증 과정을 시작으로, 서비스 중재 관리자는 요구에 따라 온톨로지에 서비스를 검색하고, 서비스 영역 검색결과를 통해 업무 적용을 위한 인터페이스 생성하여, 개발하고자하는 업무에 사용할 서비스를 선택함으로써 서비스 영역에 완성된 서비스를 등록하고, 서비스 리스트를 사용자에게 반환하는 순서로 진행된다.

IV. 구현 및 분석

본 절은 앞에서 설계한 온톨로지와 협업 시스템을 이용한 여행 검색 서비스의 사례 구현을 기술한다.

4.1. 적용 시나리오 및 구현

사례를 적용하기 위한 환경은 로컬 시스템 세 개와 협업 시스템으로 구성된다. 로컬 시스템은 온톨로지가 없고, 서비스를 생성하고 이용한다. 협업 시스템은 설계한 온톨로지를 기반으로 구현된 시스템이다.

그림 8. 협업 흐름도 적용 사례
Fig. 8 Application Example of Collaborative Flow

그림 9는 여행 예약 서비스를 개발하는 과정에서 세 시스템이 협업을 수행하는 흐름도이다. A 시스템에서 여행 예약 서비스를 개발하고자 한다. “비행기 검색”과 “패키지 검색”을 제외한 서비스는 협업 시스템의 서비스 영역에 등록되어 있어 A 시스템에서 호출하여 사용할 수 있다. 그러나 “비행기 검색”과 “패키지 검색”은 미등록 서비스로 다른 개발자에게 신청할 수 있다.

A 시스템은 비행기 검색과 패키지 검색을 위한 프로 파일을 협업시스템의 서비스 중재 관리자의 협업 서비

스 관리기에 등록한다. B 시스템과 C 시스템은 각자 비행기 검색과 패키지 검색에 대한 요청을 확인하고, 서비스를 개발하여 협업 시스템에 등록한다. 이에 따라 A 시스템은 개발 완료된 서비스를 호출하여 여행 예약 서비스를 생성하는 과정에 따라 시스템을 구현한다.

그림 9. 등록된 서비스의 프로시저 변환
Fig. 9 Procedure Conversion of Register Service

그림 9는 서비스를 변환하는 과정으로 사용될 글로벌 항목, 로컬 시스템과 서비스를 선택하여 프로시저를 불러온다. 호출된 글로벌 형식의 프로시저를 온톨로지의 메타 영역을 이용하여 변환하면 오른쪽 아래의 로컬 프로시저로 변환되어 진다. 이 메시지의 호출은 글로벌 항목을 통해서 호출되기 때문에 로컬시스템의 어댑터에서 글로벌 항목이 로컬 항목으로 변환되어 수행된다.

그림 10. 인스턴스 영역 적용 인터페이스
Fig. 10 Apply Interface of Instance Area

로컬시스템에 접근하여 사용될 데이터의 인스턴스 영역은 그림 10과 같이 표현된다. 글로벌 항목에 따른 인스턴스 항목이 “부산”이며, 연관관계인 Associations 중 가까운 공항을 의미하는 hasNear를 선택하면, 오른쪽에 연관관계에 대한 멤버와 역할 리스트인 Member(Role)가 나타난다. 역할 리스트 중 김해(airport)를 선택하여 인스턴스 연관관계를 적용한다. 따라서 서비스 사용은 그림 9의 협업 흐름에 따라 A 시스템에서 B 시스템이 개발한 “비행기검색”을 호출하기 위한 SOAP 메시지는 그림 11과 같이 생성되어 사용된다.

그림 11. 등록된 서비스 호출을 위한 SOAP
Fig. 11 SOAP for a registered service call

4.2. 시스템 구현 분석

앞의 적용사례를 분석해 보면 시스템 적용 결과의 장점은 다음과 같다.

- 첫째, 서비스 개발을 위한 협업을 수행할 수 있다.
- 둘째, 서비스의 등록과 관계의 검색이 쉽다.
- 셋째, 서비스 간의 데이터 이동이 단일화된다.

이에 반해, 온톨로지의 확장이 제한적이므로 도메인 온톨로지와 같이 특정 단일 업무 영역에 적합하다. 도메인의 영역이 너무 넓거나 여러 업무가 혼합된 영역에서는 글로벌 항목의 선정이 어렵고, 선정하더라도 시맨틱 웹 서비스와 유사한 문제가 있을 수 있다. 이에 따라 완전 자동화는 어렵다.

본 시스템은 글로벌-로컬 매핑을 적용하였으며, 다른 매핑 방식으로 로컬-로컬 매핑이 있다. 이에 대한 매핑 횟수 비교 분석은 표 1과 같다. 로컬 시스템의 개수 n 에

다른 망형 구조에서 발생하는 링크개수인 $O(n^2)$ 와 동일한 매핑을 수행해야 하므로 협업시스템에 참가하는 시스템이 증가할수록 매핑 데이터의 양이 많아지고, 데이터 교환에서도 기준이 없어 인터페이스를 단일화하기 어려운 단점이 있다. 그러나 본 시스템은 글로벌-로컬 매핑 방식을 적용하여 매핑 횟수를 $O(n)$ 으로 줄일 수 있다. 적용된 온톨로지는 온톨로지가 없는 로컬 시스템 간의 서비스 상호 운용을 위해 글로벌 항목을 기준으로 로컬 항목의 연관관계와 인스턴스의 연관관계를 표현한 온톨로지이다.

표 1. 로컬시스템의 수에 대한 매핑 회수 비교
Table. 1 Comparison with Number of Local Systems and Mapping Count

로컬 개수 매핑방식	2	3	4	5	6
글로벌-로컬 매핑	2	3	4	5	6
로컬-로컬 매핑	2	3	6	10	15

V. 결 론

본 논문에서는 협업에서 서비스 간의 상호 운용을 위해 서비스를 신청하고, 개발하여, 등록해 사용할 수 있도록 하는 시스템을 구축하였다. 서비스 개발시 협업에 참여하는 다른 시스템에 서비스를 요구하기 위해 서비스 프로파일로 신청하고, 이를 확인한 로컬 시스템은 서비스를 개발하여 사용할 수 있도록 등록함으로 협업이 이루어진다.

이때 여러 로컬 시스템은 협업으로 서비스를 사용하기 때문에 서비스 간에 데이터 이동이 필요하다. 이에 시스템 간에 발생하는 데이터와 서비스의 이질성을 해결하기 위해 온톨로지를 설계하였다. 온톨로지는 서비스를 효율적으로 사용할 수 있도록 서비스 영역, 메타 영역, 인스턴스 영역으로 구분하여 상호 운용을 수행할 수 있다.

향후 연구는 협업을 위한 서비스들의 동적 운용을 위한 모델을 연구하고, 개발 등록된 서비스에 대한 재사용을 향상을 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Schahram Dustdar, "Caramba - A Process-Aware Collaboration System Supporting Ad hoc and Collaborative Processes in Virtual Teams," Distributed and Parallel Databases, 15, 45 - 66, 2004
- [2] Chigon Hwang, Seokjae Moon, Hyoyoung Shin, Gyedong Jung, Youngkeun Choi, "A study on the query conversion system based on TMDR for data integration.", International Journal of Grid and Distributed Computing Vol. 4, No. 4, pp.27-40, December, 2011.
- [3] B. Amann, C. Beeri, I. Fundulaki, and M. Scholl. "Ontology-Based Integration of XML Web Resources," In International Semantic Web Conference (ISWC), pp. 117 - 131, 2002.
- [4] T.R.Grubner, "Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing", International Journal of Human-Computer Studies, Vol.43, No.5, pp.1-2, 1995.
- [5] Architecture Committee, "Semantic Web Services Architecture requirements", Working draft, Version 1.0, June 2004. available at <http://www.daml.org/services/swsa/swsa-requirements.html>.
- [6] 황치곤, "서비스 상호 운용을 위한 온톨로지 기반의 협업 시스템," 광운대학교 박사학위 논문, pp.17-42, 2011.
- [7] J. Kopecky, "Web Services DescriptionLanguage (WSDL) Version 2.0 : RDF Mapping," W3C Working Group Note. 2007.
- [8] N. Josuttis, "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design," O'Reilly Media, Sebastopol, 2007.
- [9] Dirk Krafzig, Karl Banke, Dirk Slama, "Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices," Prentice Hall, Englewood Cliffs, 2005.
- [10] T. R. Payne and O. Lassila, "Semantic Web Service," IEEE Intelligent Systems, Vol. 16, No. 2, pp.46-53, 2004.

저자소개

황치곤(Chi-gon Hwang)

1995년 창원대학교 경영학과
(학사)
2004년 광운대학교 정보통신학과
(공학석사)

2012년 광운대학교 컴퓨터 과학 (공학박사)
2006년~현재 (주)인찬 연구원
※관심분야: 웹서비스, XMDR, 그리드컴퓨팅, 이동
에이전트, 상호운용

최영근(Young-keun Choi)

1980년 서울대학교 수학교육과
(이학사)
1982년 서울대학교 계산통계학과
(이학석사)

1989년 서울대학교 계산통계학과(이학박사)
1982년 ~ 현재 광운대학교 컴퓨터학과 교수
1992년 ~ 2000 광운대학교 전산정보원 원장
2002년 ~ 2005 광운대학교 교무연구처장
※관심분야: 객체지향 설계, 분산시스템, 이동에이
전트, 상호운용

문석재(Seok-Jae Moon)

2002년 독학사 전자계산학
(이학사)
2004년 광운대학교 컴퓨터소프트
웨어학과(공학석사)

2010년 광운대학교 컴퓨터과학과(공학박사)
2004년~2005년 필컴 정보시스템 주임연구원
※관심분야: XMDR, 데이터그리드, 상호운용성

정계동(Kye-dong Jung)

1985년 광운대학교 전자계산학
(이학사)
1992년 광운대학교 산업정보학
(이학석사)

2000년 광운대학교 컴퓨터과학(이학박사)
1993년 ~ 2004년 광운대학교 정보과학원 교수
2005년 ~ 현재 광운대학교 교양학부 교수
※관심분야: XML 분산시스템, 분산 컴퓨팅기술,
이동 에이전트