

태스크 기반의 유비쿼터스 오퍼레이션 조합 (Ubiquitous Operation Composition based on Task)

황 윤 영 [†] 이 규 철 ^{**}

(Yun-Young Hwang) (Kyu-Chul Lee)

요약 이 논문은 유비쿼터스 환경에서 사용자의 서비스 조합 요구를 만족시키기 위한 오퍼레이션 단위의 태스크 조합 방법을 제안한다. 이 방법은 서비스 컴포넌트 아키텍처를 따르며 태스크 조합 시 시스템의 자동화를 위해 시맨틱 웹을 활용한다. 또한, 태스크 조합을 지원하기 위한 태스크 온톨로지(universal Task Ontology)에 대해 소개한다. 태스크 온톨로지 u-TO에서는 태스크 간의 계층구조를 표현하고, 태스크를 관점(View)에 따라 분류함으로써 사용자가 보다 쉽게 자신의 태스크를 정의하고 태스크를 수행할 수 있는 오퍼레이션을 검색하고 활용할 수 있도록 하였다.

키워드 : 유비쿼터스 서비스, 서비스 조합, 태스크, 시맨틱 웹

Abstract In this paper, we will introduce our approach for composing operation based on user tasks. It is based on Service Component Architecture (SCA). In addition, we developed ontology based on OWL and the MIT process handbook, called u-TO(universal task ontology), which can be used for users describing and specifying semantically their needs. We represent the hierarchy of tasks, and classify tasks according to views in u-TO. It aims at facilitating the modeling of complex demands or systems without regarding details of technical aspects of underlying infrastructure.

Key words : Ubiquitous Services, Service Composition, Task, Semantic Web

1. 서론

사람들은 어떤 목적을 달성하기 위해 여러 가지 방법 및 기기들을 이용하여 일련의 작업들을 정해진 순서나 반복적인 습관에 따라 처리한다. 아래 시나리오는 이러한 사람들의 특성을 보여주고 있다.

8월의 어느 평일 아침, A의 비서인 K는 오후에 이사진 긴급 회의를 소집하라는 지시를 받게 된다. K는 회의를 위해, 오후 시간에 비어 있는 회의 장소를 찾아 예약하고, 이사진들에게 회의 소집을 알린다. 또한, K는 회의 참석

인원수에 맞추어 회의 자료를 준비하고, 회의 후에 있을 저녁식사 장소를 예약해야 한다. 회의가 시작되기 전 K는 회의 장소에 미리 가서 회의실 조명을 켜고 에어컨디션을 동작시킨다.

위 시나리오에 따르면, 비서 K는 상사 A의 지시에 따라 여러 일(task)들을 순차적 또는 병렬적으로 처리해야 한다. 이 때 주변의 디바이스 및 서비스를 적절히 조합하여 사용하면서 좀 더 편안하고 빠른 일 처리를 추구할 것이다. 이 시나리오는 이 논문의 이해를 돕기 위해 논문의 본문에서 활용될 것이다.

서비스 조합을 위한 연구는 대학을 비롯한 많은 기업에서 진행되어 왔으며, 시맨틱 웹 기술이 등장하면서 많은 연구들이 자동화된 서비스 조합을 추구하기 시작하였다. 그러나 여러 개의 오퍼레이션으로 구성될 수 있는 하나의 서비스가 태스크를 만족시킬 수도 있지만, 서로 다른 서비스의 오퍼레이션들이 조합되어야 하는 경우도 발생할 수 있다. 즉, 오퍼레이션 단위 조합이 필요하다. 그러나 기존의 연구들은 사용자가 원하는 서비스 검색 시, 오퍼레이션 단위까지의 검색을 지원하는 방법으로서, 오퍼레이션 단위 조합과는 관계가 멀다[1].

태스크 조합은 어떤 목적을 달성하기 위해 태스크들의 관계성을 정의하는 것이다[2]. 태스크 조합 역시 서

· 본 연구는 중소기업청의 산학 공동기술개발지원사업의 연구결과로 수행되었음

[†] 학생회원 : 충남대학교 컴퓨터공학과
yyhwang@cnu.ac.kr

^{**} 종신회원 : 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
kclee@cnu.ac.kr

논문접수 : 2009년 11월 18일

심사완료 : 2010년 3월 8일

Copyright©2010 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨터의 실제 및 레터 제16권 제5호(2010.5)

비스 조합과 마찬가지로 시맨틱 웹 기술을 접목하여 자동화된 태스크 조합에 관한 연구가 진행되고 있다. 이와 관련된 기존 연구로는 WS-BPEL[2], HTN[3], OWLS-XPlan[4] 등이 있으나 이들 역시 태스크를 서비스 기반으로 조합하는 방법을 추구한다.

이 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 사용자의 서비스 조합을 만족시키기 위한 오퍼레이션 단위로의 태스크 기반 조합 방법을 제안한다. 이 방법은 서비스 컴포넌트 아키텍처[5]를 따르며 WS-BPEL 및 BPMN으로 태스크를 기술하였다. 태스크 온톨로지(u-TO: universal task ontology)를 기반한다. u-TO에서는 태스크 간의 계층 구조를 표현하고, 태스크를 관점(View)에 따라 분류함으로써 사용자가 보다 쉽게 검색하고 활용할 수 있도록 하였다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 태스크 조합 방법을 소개하고, 3장에서는 태스크 조합에 사용되는 태스크 온톨로지 u-TO에 대해 설명한다. 마지막 장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

2. 유비쿼터스 환경을 지원하는 태스크 조합 방법

이 절에서는 동적 서비스 발견 및 태스크 기반 오퍼레이션 조합을 지원하는 WSUN(Web Services on Universal Networks)[6]에 대해 기술하고, 이 논문에서 소개되는 조합 방법에서 사용되는 용어들을 정의한다.

2.1 용어 정의

WSUN은 그림 1과 같이 리소스 간의 관계성을 정의하여 유비쿼터스 환경에서 사용자가 필요한 오퍼레이션을 쉽게 발견할 수 있도록 한다. 사용자는 태스크 카테고리를 통해 자신이 필요한 태스크를 발견할 수 있고, 태스크를 수행할 수 있는 오퍼레이션을 검색하기 위해 오퍼레이션 그룹을 활용한다.

이들 각각의 정의는 다음과 같다.

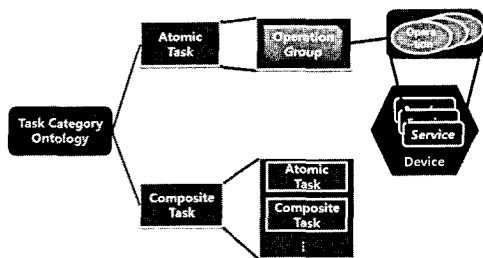


그림 1 용어간의 관계도

정의 1: 디바이스 다른 서비스를 호스트하고 하나 이상의 특정 메시지를 주고받는 서비스의 구별된 종류로 [7], 하나 이상의 서비스를 제공함

정의 2: 서비스 잘 정의되고, 스스로 만족되며, 다른 서비스의 상태나 컨텍스트에 의존하지 않는 기능으로서 [8], 하나 이상의 오퍼레이션으로 구성됨

정의 3: 오퍼레이션 어떤 행위를 수행하기 위해 사용되는 목적을 가진 단위[9]로서 각각의 오퍼레이션은 하나 이상의 오퍼레이션에 그룹에 포함될 수 있다.

정의 4: 오퍼레이션 그룹 유사한 기능을 가진 오퍼레이션을 그룹화한 것

정의 5: 태스크 행위[10]로 정의되며, 각 태스크는 하나 이상의 태스크 카테고리에 포함될 수 있으며, 태스크 간에는 계층구조를 가진다. 태스크는 오퍼레이션 그룹으로 구성되며, 종류에는 단일 태스크(Atomic Task), 복합 태스크(Composite Task)가 있음

정의 5-1: 단일 태스크 하나의 오퍼레이션 그룹을 가지는 태스크

정의 5-2: 복합 태스크 두 개 이상의 단일 및 복합 태스크로 구성된 태스크

정의 6: 태스크 카테고리 태스크 행위에 따라 태스크를 계층구조화 한 것

2.2 태스크 기반 서비스 조합 방법

이 논문에서 제안하는 태스크 조합 방법은 그림 2와 같다. 사용자는 WSUN에 미리 정의되어 있는 태스크 온톨로지(u-TO)를 이용하여 자신이 원하는 태스크를 선택한다. 만약, 자신에게 필요한 태스크가 존재하지 않을 경우, 자신의 요구에 맞는 새로운 태스크를 생성하거나 기존의 태스크를 수정할 수 있다. 태스크 선택이나 생성을 마치면, WSUN은 해당 태스크를 수행할 수 있는 오퍼레이션을 자동으로 추천해 준다. 이 때, 오퍼레이션 간 조합이 가능하도록 I/O 매칭 등을 지원한다. 사용자는 시스템에서 추천한 오퍼레이션 중 자신이 원하는 오퍼레이션을 선택하여 실행시킬 수 있다.

WSUN의 태스크는 오퍼레이션 단위의 조합으로써 BPMN(Business Process Management Notation)[11]으로 기술되고 서비스 컴포넌트 아키텍처(SCA)[5] 표준에 따라 구현되었다. 서비스 컴포넌트 아키텍처 및 BPMN은 애플리케이션 설계 시에 정의된 서비스간의

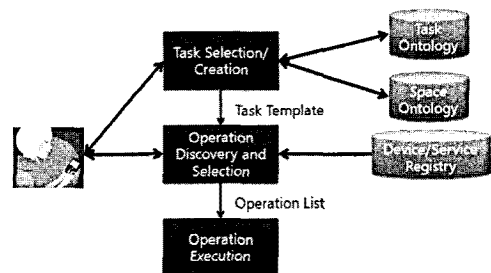


그림 2 WSUN 태스크 조합 방법

관계성에 따라 런타임에 서비스가 수행되도록 정의하는 표준으로서, 미리 정의된 서비스 관계성은 런타임에 수정될 수 없다. 유비쿼터스 환경에서는 런타임에 고려되어야 하는 동적인 요소들이 많다. 서비스 상태 정보, 서비스 및 사용자의 위치 변화 등이 이에 해당된다. 이러한 요소들은 태스크를 수행하는 서비스 뿐 아니라 태스크 자체를 수정을 요구한다.

WSUN은 서비스 컴포넌트 아키텍처 및 BPMN의 한계점을 극복하기 위하여 “대체”라는 방법을 이용한다 [12]. WSUN은 각 태스크를 서비스 컴포넌트 아키텍처의 조합(Composite) 컴포넌트로 구현하였다(그림 3).

그림 3의 T1, T2, T3는 설계시점에 구현된 태스크로서, 각각이 조합 컴포넌트로 구현되어 있다. 만약, 런타

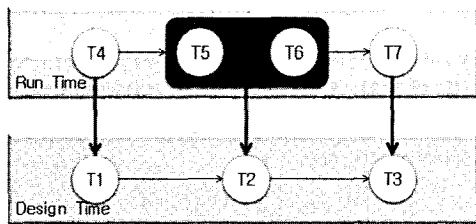


그림 3 태스크 삽입

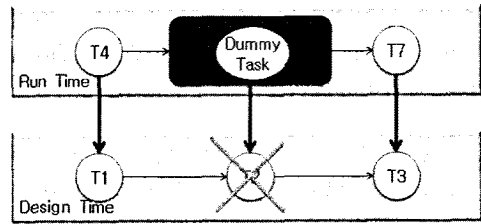


그림 4 태스크의 삭제

임에 T2에 대한 변경이 요구될 때는 그 것을 T5와 T6으로 조합된 태스크로 대체되어 실행 되도록 한다. 이때, T1과 T3 대신에 T4와 T7이 동작되어 수정된 태스크(T5, T6)가 동작되도록 한다. 태스크 삭제의 경우도 태스크 삽입과 동일한 방법으로 처리된다[12]. 만약, T1, T2, T3가 순차적으로 연결되어 처리되는 태스크에서 T2를 제외하고 T1과 T3를 연결하여 처리하고 싶을 경우에, T2를 대신하는 더미 태스크(Dummy Task)를 대체하여 실행한다(그림 4).

그림 5는 1절에서 소개한 시나리오를 따르는 태스크를 중심으로 앞서 정의한 컴포넌트 간의 관계를 도식화한 것이다. 가장 하위에 위치한 사각형은 디바이스를 뜻하고, 그 내부의 사각형은 서비스를, 그 내부의 정육각

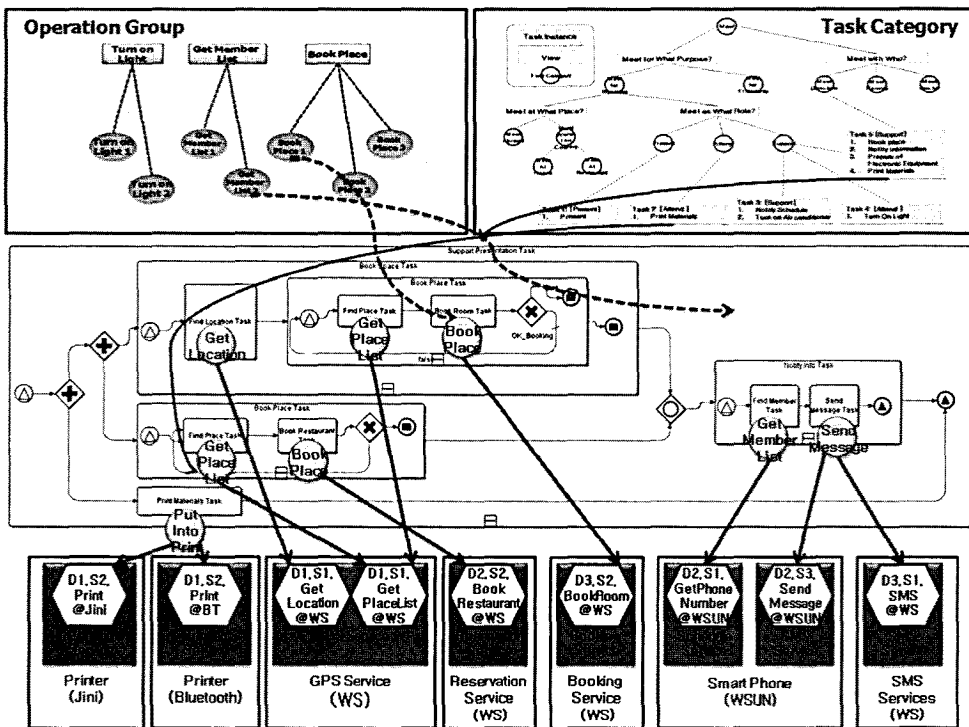


그림 5 WSUN의 태스크, 태스크 카테고리, 오퍼레이션 그룹 및 오퍼레이션 간의 관계

형은 오퍼레이션을 뜻한다. 그림 5 중심에 위치한 BPMN 은 태스크를 의미하는 것으로서 복합 태스크(Support Presentation Task)가 가운데 위치해 있다. 이 복합 태스크는 두 개의 복합 태스크(Book Place Task, Notify Info Task)와 한 개의 단일 태스크(Print Materials Task)로 구성되어 있다. 또한 이 복합 태스크는 회의를 주관(Support)하는 태스크 카테고리의 인스턴스다. 복합 태스크는 최종적으로 단일 태스크로 구성되며, 단일 태스크는 하나의 오퍼레이션 카테고리를 가지게 된다. 예를 들어, 장소를 예약하는 태스크(Book Place Task)는 장소 예약 오퍼레이션 그룹(Book Place)을 가진다. 또한, 오퍼레이션 그룹은 하나 이상의 오퍼레이션을 가질 수 있는데, 이 장소 예약 오퍼레이션 그룹은 두 개의 오퍼레이션(D2.S2.Book Restaurant@WS, D3.S2.BookRoom@WS)을 인스턴스로 갖는다. D2.S2.BookRestaurant @WS 는 웹서비스 네트워크(@WS)에 있는 두 번째 디바이스(D2)의 두 번째 서비스(S2)의 Book Restaurant 오퍼레이션을 의미한다. 이는 WSUN에서 사용자와 서비스 간의 바인딩을 위한 명명규칙이다.

3. 유니버설 태스크 온톨로지

앞서 정의한 각각의 태스크는 u-TO(Universal Task Ontology)의 인스턴스이다. u-TO에서는 태스크 카테고리를 온톨로지로서 정의하여 시맨틱 웹 요소를 추가함으로써 시스템에서의 자동화된 태스크 조합 및 사용자가 필요한 태스크 검색 및 조합 기능을 제공하고자 한다. 즉, 사용자는 u-TO를 이용하여 자신에게 필요한 태스크를 검색할 수 있으며, 검색된 태스크를 수정하거나 새로운 태스크를 생성할 수 있다. 이 때, 기존의 태스크를 조합하여 새로운 태스크를 생성할 수 있다.

3.1 u-TO 계층구조

u-TO의 계층구조는 그림 6과 같다. u-TO의 구조는 태스크 카테고리 클래스와 태스크 뷰로 구성되는데, 태스크 뷰는 태스크를 여러가지 관점에 따라 분류한 것으로서, 이를 통해 사용자가 여러 관점으로 태스크를 좀더 쉽고 빠르게 검색하는 것을 지원한다. 이는 MIT Process Handbook[13]의 뷰와 비슷한 기능을 한다. u-TO의 태스크와 태스크 카테고리 간의 관계는 아래와 같은 규칙을 기반으로 생성된다.

태스크 카테고리: TC, 태스크 카테고리 클래스: T, 태스크: TI, 뷰: V

규칙 1: 태스크 카테고리는 하나 이상의 태스크 카테고리 클래스로 구성된다.

$$TC \ni \sum_1^n T_i$$

규칙 2: 모든 태스크 카테고리 클래스는 하나 이상의 태스크를 가질 수 있다. 또한 태스크 카테고리의 모든 태스크 카테고리 클래스는 부모 뷰와 부모 태스크 카테고리 클래스를 갖는다.

$$T_i \supset \left(\sum_j^k T_i(k \geq j) \cup \sum_x^y V_m(x \geq y) \right)$$

규칙 3: 태스크 카테고리 내의 모든 태스크 카테고리 클래스는 뷰를 가질 수 있으며, 그 뷰는 반드시 하나 이상 존재해야 한다.

$$T_i \supset \sum_j^k V_i(k \geq j+2)$$

규칙 4: 모든 태스크 카테고리 클래스는 하나 이상의 태스크를 가질 수 있다.

$$T_i \supset \sum_j^k T_i(k \geq j)$$

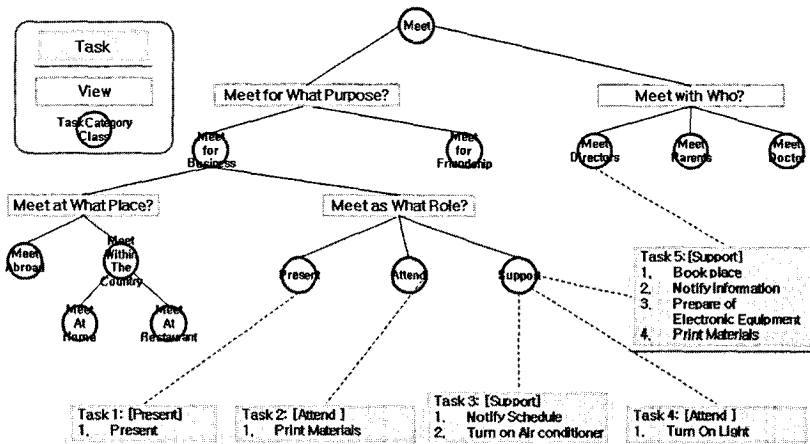


그림 6 태스크 카테고리 온톨로지(u-TO)

규칙 5: 모든 태스크는 하나 이상의 태스크 카테고리 클래스에 포함될 수 있다.

$$T_i \supset \sum_j^k T_i(k \geq j)$$

그림 6은 앞의 시나리오를 만족하는 태스크 카테고리다. “Meet” 태스크는 두 개의 태스크 뷰(“Meet for What Purpose?”, “Meet with Who?”)를 갖는다. 즉, 만남의 목적(Meet for what Purpose?)과 누구와 만나는지(Meet with Who?)에 따른 관점 분류다. 태스크 뷰는 하위에 다시 태스크 카테고리 클래스를 갖는다. 비즈니스를 위한 목적(Meet for Business)으로 어디서(Meet at What Place?) 또는 어떤 역할(Meet as What Role?)로 만나는지에 따라 다시 하위 태스크가 구성된다. 역할에 따른 분류를 보면 발표자(Present), 참가자(Attend), 주최자(Support)가 있다. 시나리오에 따르면 비서 K씨는 만남의 주최자가 되므로, 주최자 태스크 카테고리 클래스의 인스턴스인 Task 3, Task 4, Task 5 중 하나를 선택할 수 있다.

3.2 u-TO 구조

태스크 카테고리 온톨로지는 W3C 표준인 OWL[14]를 이용하여 기술하였으며, 그림 7과 같은 관계를 가진다.

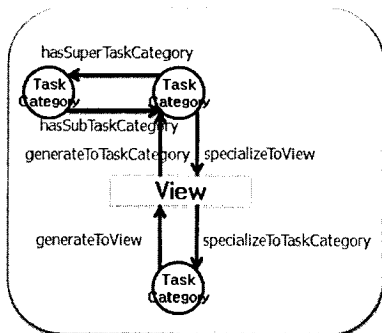


그림 7 태스크 카테고리 온톨로지 관계도

태스크 카테고리 클래스는 “hasSuperTask Category”와 “hasSubTaskCategory”로 그들 간의 계층구조를 표현하며, 태스크 카테고리 클래스와 태스크 뷰간의 관계는 “specialize”와 “generate” 관계를 갖는다. 즉, 태스크 카테고리 클래스는 태스크 뷰와 “specialize ToView” 관계를 가지며, 태스크 뷰는 태스크 카테고리 클래스와 “generateToTaskCategory” 관계를 가진다. 또한, 태스크 카테고리 클래스는 태스크 뷰나 하위 태스크 카테고리 클래스를 가질 수 있지만, 태스크 뷰는 바로 하위 태스크 뷰를 가질 수 없다.

이러한 관계를 가진 태스크 카테고리 온톨로지를 OWL로 표현하면 그림 8과 같다. 태스크 카테고리 클레

```

<owl:Class rdf:about="#View">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#viewName"/>
      <owl:qualifiedCardinality rdf:datatype="#xsd:nonNegativeInteger">1
    </owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onDataRange rdf:resource="#xsd:nonNegativeInteger"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#TaskCategory">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#taskCategoryName"/>
      <owl:qualifiedCardinality rdf:datatype="#xsd:nonNegativeInteger">1
    </owl:qualifiedCardinality>
      <owl:onDataRange rdf:resource="#xsd:nonNegativeInteger"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#specializeToView"/>
      <owl:onClass rdf:resource="#View"/>
      <owl:minQualifiedCardinality rdf:datatype="#xsd:nonNegativeInteger">2
    </owl:minQualifiedCardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
    
```

그림 8 OWL로 표현한 태스크 카테고리 온톨로지

스와 태스크 뷰는 단 하나의 이름을 가질 수 있으며, 태스크 카테고리 클래스는 태스크 뷰가 최소 두개 이상일 때만 태스크 뷰를 가질 수 있음을 표현하고 있다.

4. 결론 및 향후연구

이 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 사용자의 서비스 조합 요구를 만족시키기 위한 오퍼레이션 단위의 태스크 조합 방법을 제안한다. 이 방법은 서비스 컴포넌트 아키텍처를 따르며 태스크 조합 시 시스템의 자동화를 위해 시맨틱 웹을 활용한다. 태스크 온톨로지 u-TO에서는 태스크 간의 계층구조를 표현하고, 태스크를 관점(View)에 따라 분류함으로써 사용자가 보다 쉽게 검색하고 활용할 수 있도록 하였다.

이 논문에서 제안하는 방법을 토대로 현재 프로토타입 시스템을 완성하였다. 이 완성된 시스템을 기반으로 타 시스템과 비교 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] S. Deng, Z. Wu, J. Wu, Y. Li, "An Efficient Two-Phased Service Discovery Mechanism," WWW 2008, pp.1189-1190, 2008.
- [2] A. Alves, et al., "Web Service Business Process Execution Language 2.0," <http://www.oasis-open.org>.
- [3] E. Sirin, B. Parsia, D. Wu, J. Hendler, and D. Nau, "HTN Planning for Web Service Composition using SHOP2," *Journal of Web Semantics*, vol.1, no.4, pp.377-396. 2004.
- [4] M. Klusch, A. Gerber, M. Schmidt "Semantic Web Service Composition Planning with OWLS-XPlan," In *Proceeding of the AAAI Fall Symposium on Semantic Web and Agents*, AAAI Proess. 2005.
- [5] D. Chappel, "Introducing SCA," In *Proceeding of*

the CHAPPELL & ASSOCIATES, 2007.

- [6] Y. Y. Hwang, I. J. Oh, H. J. Yim, K. C. Lee, K. Lee, S. Lee, "Web Services on Universal Networks," *The Second International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*, pp.555-559. 2008.
- [7] OASIS, "Devices Profile for Web Services Version 1.1," <http://docs.oasis-open.org/ws-dd/dpws/1.1/os/wsdd-dpws-1.1-spec-os.pdf>. 2009.
- [8] Service Architecture.Com. "Service-oriented architecture(SOA) definition," http://www.service-architecture.com/web-services/articles/service-oriented_architecture_soa_definition.html.
- [9] Wikipedia, "Operation," <http://en.wikipedia.org/wiki/Operation>.
- [10] Wikipedia, "Task," <http://en.wikipedia.org/wiki/Task>.
- [11] OMG "Business Process Model and Notation (BPMN)," FTP Beta 1 for Version 2.0, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>, 2009.
- [12] Y. Y. Hwang, K. C. Lee, "Dynamic Service Composition in Ubiquitous Environment," *In Proceeding of the The 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 2009.
- [13] Massachusetts Institute of Technology, "The MIT Process Handbook," <http://ccs.mit.edu/ph>, 2003.
- [14] W3C, "OWL Web Ontology Language Overview," <http://www.w3.org/TR/owl-features/2004>.

정부혁신 지방분권위원회 위원. 관심분야는 데이터베이스, XML, 정보 통합, 멀티미디어 시스템, e-비즈니스 시스템, 유비쿼터스 웹서비스(UWS)



황 윤 영

2002년 충남대학교 컴퓨터공학과(학사)
2004년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과
(석사). 2004년~현재 충남대학교 대학원
컴퓨터공학과 박사과정. 관심분야는 서비
스 지향 아키텍처, 유비쿼터스 웹서비스
(UWS)



이 규 철

1984년 서울대학교 컴퓨터공학(학사). 1986
년 서울대학교 컴퓨터공학(석사). 1990년
서울대학교 컴퓨터공학(박사). 1989년~
현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수. 1989
년 3월~1994년 6월 미국 IBM Alma-
den Research Center 초빙연구원. 1995
년 8월~1996년 8월 미국 Syracuse University, CASE
Center 초빙 교수. 1997년 1월~1998년 1월 교육부 학술진
흥재단 부설 첨단기술센터 파견 교수. 1997년 7월~현재 한
국정보과학회 논문편집위원. 2000년 2월~2004년 2월 산업
자원부 한국 ebXML 전문위원회 위원장. 2003년 3월~현재
한국전자거래학회 이사. 2003년 3월~현재 조달청 목록자문
위원. 2003년 8월~현재 웹 코리아포럼 부위원장. 2005년 1
월~현재 한국기록관리학회 이사. 2006년 2월~현재 충남대
학교 소프트웨어연구소 소장. 2006년 8월~현재 대통령자문