DOI: 10.3745/KIPSTD.2010.17D.5.317

SOA와 WOA의 통합 아키텍처 설계에 관한 연구

박 소 현[†] · 유 해 영[††]

요 약

IT 자원의 상호운용성 및 재활용성 등의 장점을 지니고 있는 서비스 지향 아키텍처(SOA : Service Oriented Architecture)는 새로운 비즈니스 환경변화에 가장 빠르게 대응할 수 있는 최적의 대안으로 각광받고 있다. 그러나 SOA는 구현의 복잡성 및 그에 따른 높은 비용 등의 문제점들을 갖고 있다. 이러한 문제점들의 보완을 위해 웹 지향 아키텍처(WOA: Web Oriented Architecture)가 제안되어 각광받고 있지만, 이 또한 보안 및 안정적인 메시지 전달 등의 문제점들을 안고 있다. 이에 본 논문에서는 SOA와 WOA의 핵심 개념인 서비스를 내·외부 서비스로 분류 후 각각을 SOA와 WOA에 적용하고, SOA와 WOA가 지닌 장점을 바탕으로 유연성이 강조된 통합 아키텍처 설계하였다. 제안한 아키텍처는 구현이 보다 간편하고, 서비스 지향적이며, 고객의 요구사항을 충분히 만족시킬 수 있다. 이를 검증하기 위해 AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법을 통하여 제안한 아키텍처 설계의 유용성을 평가하였다.

키워드 : 서비스 지향 아키텍처, 웹 지향 아키텍처, AHP

A Study of Design for the Integrated Architecture of SOA and WOA

Park Sohyun[†] · Yoo Haeyoung[††]

ABSTRACT

Service Oriented Architecture (SOA), which supports various features such as interoperability and reusability of IT resources, comes into the spotlight as an effective approach for adapting new business environmental changes. SOA, however, has some problems including the high realization complexity and low Return on Investment (ROI). To solve these problems, Web Oriented Architecture (WOA) has gained attention. However, it also has some drawbacks about security concerns and unstable message transmissions. In this paper, we design a novel integrated architecture that classifies services into inside and outside ones and applies SOA for the former and WOA for the latter, respectively. By converging the advantages of SOA and WOA simultaneously, the proposed architecture becomes more simple and service-oriented, and can satisfy diverse requirements of customers. The usefulness evaluation of the proposed architecture is conducted through the Analytic Hierarchy Process (AHP) scheme.

Keyword : SOA(Service Oriented Architecture), WOA(Web Oriented Architecture), AHP(Analytic Hierarchy Process)

1. 서 론

IT 자원의 상호운용성 및 재활용성 등의 장점을 지니고 있는 서비스 지향 아키텍처(SOA : Service Oriented Architecture)는 새로운 비즈니스 환경변화에 가장 빠르게 대응할 수 있는 최적의 대안으로 각광받고 있다[22]. 하지만 많은 기업이 SOA 도입에 신중을 기하고 있는 가장 큰 이유는 턱없이 부족한 SOA 전문 인력과 높은 비용에 대한 의구심 때문이다[16]. 실제로 SOA를 구현하기 위해서는 기업의 비즈니스 프로세스와 로직을 완벽하게 이해하고 SOA의 구현 방법을 능숙히 다룰 수 있는 IT 전문가가 필요하지만, SOA의 구현 방법 자체가 복잡하기 때문에 이러한 전문가가 그리 많지 않다.

이러한 SOA의 단점을 보완하기 위하여 최근 대두된 것이 웹 지향 아키텍처(WOA: Web Oriented Architecture)이다[9]. WOA는 SOA에서 사용되는 SOAP(Simple Object Access Protocol)에 비하여 간단한 REST(Representational State Transfer) 아키텍처 모델을 사용하여 보다 적은 IT

† 준 회 원 : 단국대학교 정보컴퓨터과학과 박사과정
†† 정 회 원 : 단국대학교 컴퓨터학부 교수
논문접수 : 2010년 3월 10일
수 정 일 : 1차 2010년 4월 8일
심사완료 : 2010년 4월 28일

전문가를 통해 쉽고 편리하게 웹 서비스(Web Service)를 구현할 수 있다는 점에서 각광받고 있지만, WOA 역시 표준과 정책이 수립되지 못한 실정이며, 보안, 안정적인 메시지 전달 등도 부족하다는 평가이다.

본 논문에서는 기업의 이윤 창출을 위한 활동과 직접적으로 연관되는 고객을 내부 고객과 외부 고객으로 분류하여 기업 내 내부 고객 간의 서비스를 내부 서비스로 분류하였으며, 외부 고객과 내부 고객 간의 서비스를 외부 서비스로 나누어, 서비스의 특성에 따라 SOA 또는 WOA를 적용한 서비스를 제공할 수 있도록 설계하였고, 이를AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용하여 유용성을 검증하였다. 설계된 아키텍처는 서비스의 추가 및 확장 시 SOA 기반 아키텍처에 비하여 구현이 복잡하지 않으며, 언어와 플랫폼에 독립적이며, 안정적인 메시지의 전달이 가능한 웹 서비스 지향의 통합 아키텍처의 구현을 가능하게 한다. 즉, 개발자의 경우 모든 서비스를 SOA로 구축 할 필요가 없기 때문에 SOA에서 요구되는 표준들 및 구현 복잡성의 획기적인 감소를 경험할 수 있으며, 이를 통하여 간편한 개발 및 개발시간의 단축이 가능하다. 또한, 외부 사용자는 WOA기반 아키텍처를 이용하여 자신에게 특성화된 웹 서비스를 제공 받을 수 있으며, 경영자의 입장에서는 SOA를 이용한 서비스 추가 및 확장에 비하여 전문 개발자 인력의 감소를 통한 비용상의 이익을 경험하며, 외부 고객의 만족을 통하여 기업의 이윤을 향상시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 관련연구 부분에서는 SOA와 WOA의 개요 및 핵심요소를 분석하고 각 핵심요소의 장점, 단점, 그리고 특징에 대하여 연구 분석하였다. 3장에서는 SOA와 WOA 통합 아키텍처를 내부 서비스, 외부 서비스 그리고 중복 서비스로 분류하여 설계하였으며, 4장에서는 설계된 SOA 와 WOA 통합 아키텍처의 유용성을 AHP 기법를 통하여 검증하였다. 끝으로 5장 결론 부분에서는 SOA와 WOA 통합 아키텍처의 효과와 향후 연구과제에 대하여 서술하였다.

2. 관련연구

2.1 SOA의 핵심요소 분석

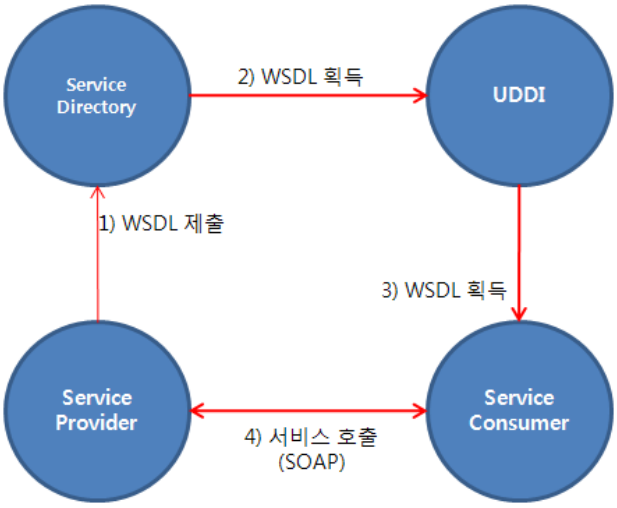
현재의 비즈니스 환경변화는 매우 급격하게 이루어지고 있으며, 이에 기업들은 변화에 대한 유연한 대처 능력과 적응력을 높이는 것이 성공적인 경영 전략의 핵심 목표가 되었다. 기업이 급변하는 외부 변화에 대해 민첩하게 비즈니스에 적용할 수 있도록 비즈니스의 유연성을 확보하기 위해서는 IT 시스템의 유연성이 필수적이다[4].

과거의 경영 환경에서의 비즈니스 변화는 현재의 변화에 비하여 평이하였으므로 기존의 IT 시스템을 통하여 경영 환경의 변화를 예측하는 것이 가능했다. 하지만 현대의 경영 환경에서의 비즈니스 변화는 예측이 불가능할 정도로 빠르고 급격하기 때문에 기존 IT 시스템을 통하여 현재의 경영 환경을 예측하는 것은 불가능하며, 현재 경영 환경에 맞춘 새로운 IT 시스템 패러다임이 필요하게 되었다[19][21].

이와 같은 필요에 따라 등장한 개념이 SOA이다[22]. SOA는 웹 서비스가 시작되기 이전에 출현한 패러다임이며, 웹 서비스 탄생의 기반이 되었다. SOA는 서비스 소비자, 서비스 제공자, 그리고 서비스 디렉토리 간의 상호작용을 정의하며, 서비스의 흐름은 (그림 1)과 같이 묘사할 수 있다. 서비스 제공자는 서비스 디렉토리에 자신이 제공하는 웹 서비스를 묘사한 WSDL(Web Service Description Language)를 제출하며, 서비스 소비자는 UDDI(Universal Description, Discovery, Integration)를 사용하여 서비스 디렉토리로부터 웹 서비스를 찾아 서비스 제공자가 제공한 웹 서비스의 WSDL을 획득한다. 그리고 서비스 소비자는 SOAP(Simple Object Access Protocol)을 이용하여 서비스를 호출함으로써 서비스 제공자와 연결된다[12].

SOA의 핵심적인 개념은 서비스 지향이며, 이러한 개념을 통하여 기존 방법론들과 차별화되고 현재 경영환경에 맞는 새로운 IT 시스템의 구축이 가능하다. 서비스란 비즈니스의 논리적 단위로 정의할 수 있다. 이러한 논리적 구성요소 단위들 간의 흐름을 통제하거나, 자료 형식을 변환시키려는 노력이 필요하기 때문에 서비스 컴포넌트들을 비즈니스 논리와 분리할 필요성이 있다[11]. 기술적 관점에서 서비스 수행 과정의 서비스들은 서비스 제공자와 요청자 간의 연속적인 네트워크 관계를 가진다. 이런 서비스가 이행되는 과정들의 네트워크 집합을 SOA라 볼 수 있다[3].

서비스란 기능이 아닌 업무를 통칭해 부르는 개념으로 정의할 수 있다. 다시 말해, 서비스란 데이터의 입출력, 처리 등의 기술적 요소를 지칭하는 것이 아니라 이러한 기술적 요소의 집합을 통하여 구축된 소프트웨어가 최종 사용자에게 제공하는 최종의 궁극적 기능을 지칭하는 개념이다. 서



(그림 1) SOA의 서비스 흐름

비스는 기술적 요소인 컴포넌트들의 집합을 통해 구성되며, 또한 서비스들의 집합을 통해 새로운 서비스를 구성할 수도 있다.

2.2 SOA의 장·단점

SOA의 실현을 통하여 얻을 수 있는 장점은 비즈니스 프로세스를 웹 서비스를 통해 공개함으로써 전체 기업 환경의 데이터를 통합하고, 비즈니스 사용자, 외부 파트너, 고객에게 유용한 정보를 제공할 수 있다는 점이다. 과거의 소프트웨어 컴포넌트는 서로 다른 시스템이 제공하는 경직된 인터페이스를 활용하는 방법 밖에 없었지만, SOA를 통하여 느슨하게 결합된 형태의 인터페이스를 구현하고 BPEL(Business Process Execution Language)과 같은 표준을 활용하여, 비즈니스 프로세스에 더 집중할 수 있게 되었다[1]. SOA는 느슨하게 연결된(loosely coupled) 컴포넌트의 집합을 통하여 서비스를 구성하기 때문에 다른 서비스 생성 시 뛰어난 재사용성과 확장성을 보여준다. 또한 웹을 통해 서비스를 공개하므로 최근 비즈니스 환경인 분산 컴퓨팅 환경에 적합하며, W3C 표준에 의거한 SOAP 프로토콜 및 BPEL과 같은 표준을 활용함으로써 보다 비즈니스 프로세스에 집중할 수 있다는 장점이 있다.

하지만 SOA의 장점은 단순히 표준에 의거한 구축을 통하여 얻어지는 것은 아니다. 환경을 올바르게 이해하는 개발자에게 SOA는 매우 다양한 혜택을 제공하지만, 새로운 프로토콜과 툴들을 이용하기만 한다면 이러한 혜택이 실현되는 것은 아니다[7]. 즉, 적절한 개발 방법론과 툴의 조합에 의하여 SOA의 진정한 비즈니스 가치를 실현할 수 있다는 것이다. 환경을 올바르게 이해할 수 있는 개발자는 핵심 비즈니스 프로세스와 로직을 정확하게 파악할 수 있어야 하는데, 현실상 이러한 개발자의 영입은 어려울뿐더러 많은 비용을 요구하게 되는 단점을 야기한다.

또한 SOA의 장점으로 부각되고 있는 표준을 통한 서비스의 제공은 표준의 범위가 계속해서 확대됨에 따라 점차 복잡해지게 되었으며, 이에 따라 너무 많은 표준에 의하여 제약사항이 증가하였고 개발의 복잡성도 증가하는 문제점을 초래하였다. 최초 SOA의 핵심 프로토콜인 SOAP의 장점으로 부각하였던 Simple의 의미는 SOAP 1.2 버전에서 Simple이라는 의미를 삭제함으로 과도한 표준에 의한 문제점을 인정하였으며, 구체적으로 SOA는 타 기술과의 경쟁, 비준 등의 이유로 인하여 8년 이상 진화하는 동안 지원하는 표준들이 50개 이상으로 확대되었다[8][10].

SOA의 또 다른 문제점은 많은 기업에서 SOA를 구축함에 따라 점차 ROI(Return on Investment)에 대한 회의적인 시각이 확산되고 있다는 것이다. ROI에 대한 회의적인 시각은 SOA의 구현 시 비즈니스 부서가 아닌 IT 부서의 주도로 너무 기술적인 측면만 주목한 나머지 비즈니스 사용자의 요구를 적절히 수용하지 못하였으며, 디자인 원칙, 아키텍처를 의미하는 SOA의 개념을 솔루션과 동일시하여 프로젝트를 추진함에 따라 결과적으로 투자비용이 늘어나는 결과를 초래하고 있다는 것이다[2]. SOA를 도입한 기업 중 37%만이 ROI의 향상을 경험하였으며, ROI의 향상을 경험한 경우에도 조직 내부에서만 경험을 하였고, 조직외부, 엔터프라이즈 간 연계 등으로 확장되지는 않았다[6].

SOA의 개념을 적용하기 위하여 소요되는 인력만 살펴보아도 프로젝트 매니저, 분석가, 아키텍처, 모델러, 개발자, 테스터, 운영자 등 수 많은 인력들이 투입되며, 이들 모두가 핵심 비즈니스 프로세스 및 로직과 SOA의 표준들 및 SOAP, UDDI, WSDL의 정확한 이해가 수반되어야 한다는 제약사항이 발생하며, 이들의 비용 역시 ROI의 평가를 낮추는 중요한 요소이다. SOA의 장점과 단점에 대한 요약은 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 SOA의 장점과 단점

SOA의 장점	SOA의 단점
확장성	과도한 표준
분산 컴퓨팅 환경에 적합 (웹을 이용)	낮은 ROI 평가
언어, 플랫폼, 통신 독립	개발의 복잡성
표준을 통한 웹서비스 이용	WOA에 비하여 어렵고 무거움

2.3 WOA의 핵심요소 분석

SOA의 구축 비용에 대한 회의적인 시각이 확산됨에 따라, SOA를 보완할 수 있는 WOA에 대한 관심이 증가하였다. 하지만 WOA를 통하여 SOA를 대체할 수 있다는 관점보다는 WOA를 통하여 보다 개선된 SOA의 구현이 가능하다는 관점으로 WOA를 보아야 타당할 것으로 보인다[17].

WOA는 데이터 중심적인 아키텍처이며, REST와 HTTP 프로토콜을 이용하여 웹 서비스를 생성한다. WOA의 최초 시작은 SOA의 복잡한 표준에 얽매이지 않고 쉬운 방식으로 웹 서비스를 구축하기위한 REST의 연구와 함께 시작되었으며, REST를 가장 적극적으로 이용한 것 역시 WOA이다. WOA는 웹의 아키텍처를 기반으로 전 세계적으로 연결된 하이퍼미디어를 통해 시스템과 사용자를 통합하는 SOA의 아키텍처 서비스타일이다. WOA는 <표 2>와 같이 다음의 다섯 가지 기본적인 인터페이스 제약을 통해 글로벌 네트워크 효과를 얻기 위한 인터페이스의 일반성을 강조한다[9].

WOA의 핵심 기술인 REST는 Representational State Transfer의 약자로, 웹과 같은 분산 하이퍼미디어 시스템을 위한 소프트웨어 아키텍처 스타일이라고 정의할 수 있다. 최초의 REST는 웹과 같은 대규모 네트워크 시스템을 위한 표준들의 집합이었으나, 최근에는 XML과 HTTP를 이용한 단순한 웹 기반 인터페이스를 지칭한다.

〈표 2〉 WOA의 다섯 가지 기본 인터페이스 제약

1	리소스의 식별(Identification of resources)
2	표현을 통한 리소스의 조작(Manipulation of resources through representations)
3	자기설명적 메시지(Self-descriptive messages)
4	하이퍼미디어를 어플리케이션 상태의 엔진으로 변환 (Hypermedia as the engine of application state)
5	어플리케이션 중립성(Application neutrality)

REST는 잘 정의된 URI를 통하여 웹 어플리케이션을 구동하며, 그 결과를 전달받아 처리하는 방식이다. 잘 정의된 URI로 리소스를 표현하는 REST는 웹 서비스에서 지향하는 4가지의 속성을 따르며, 이 속성들을 만족하였을 때 RESTful하다고 표현한다. RESTful 웹 서비스의 속성은 URI 표현 가능성(Addressability), 연결성(Connectedness), 요청의 일회성(Statelessness), 동일한 인터페이스(Homogeneous Interface)이다[13].

즉, REST는 원하는 데이터의 위치를 URI를 이용하여 요청하고 그 결과를 XML로 전달 받는다. 이것을 확대하면 웹의 모든 리소스들을 URI로 표현하고, 이를 구조적이고 유기적으로 연결하여 비 상태 지향적 방법으로 일관된 메소드를 통하여 리소스를 사용하는 웹 서비스 디자인이다. REST는 자원에 대한 정의를 제공하며, 자원을 이용하기 위하여 HTTP에 정의되어진 GET, PUT, POST, DELETE라는 4가지의 명령어를 사용한다.

2.4 WOA의 장·단점

SOA를 활용하여 쉽고 편리하게 서비스 지향의 비즈니스 어플리케이션 아키텍처를 구현하고자 했던 초창기의 취지가 사라지면서 SOA의 효용성에 의문이 제기되었다. SOA를 통하여 보다 편리하게 웹 서비스를 구축하고자 했으나 오히려 더 복잡해지는 결과를 초래한 것이다. 이에 따라 WOA의 필요성이 제기되었다.

WOA 역시 SOA와 마찬가지로 장점과 단점을 동시에 지니고 있으며, 그 장점과 단점은 <표 3>과 같다. WOA는 SOA와 다르게 기존 개발자를 활용하거나 개발자를 찾는 것이 쉽고, 매우 잘 알려져 있으며 거의 모든 사람이 사용하는 검증된 기술인 웹 기술(REST, HTTP)을 이용하여 웹 서비스를 쉽게 구축한다. 또한 웹을 적극적으로 이용하기 때문에 상호운영성이 뛰어나며 수행속도가 빠른 장점 역시 존재한다.

WOA의 장점을 요약해 보자면 별도의 솔루션 비용이 필요하지 않으며, 개발 인력도 SOA에 비하여 상대적으로 줄어들고, 특히 고급 개발 인력의 소모가 적다. 따라서 비용 측면에서 볼 때 SOA에 비하여 상대적으로 유리한 입장이며, 이것은 SOA의 불확실한 ROI에 의구심을 가지고 있던

〈표 3〉 WOA의 장점과 단점

WOA의 장점	WOA의 단점
언어와 플랫폼 독립적	보안 취약성
SOA에 비하여 간편한 개발 가능	지원을 위한 표준 부족
소비자 중심 서비스 구현 가능	
구현이 간편하여 고급 인력의 비용 감소	

기업들이 WOA에 주목하는 이유가 되었다. 또한 WOA는 SOA에 비해 쉬운 웹서비스 개발과 Mash-up을 통한 새로운 웹서비스 개발도 쉽게 해줌으로써 경쟁력을 갖추고 있음이 분명하며, 소비자 중심의 서비스 구현 역시 가능한 장점이 있다.

하지만 WOA는 분산 컴퓨팅 환경에서 메시지가 여러 중간 단계를 거쳐 보안이 취약하며, 정책 부분, 안정적 메시지 전달의 지원을 위한 표준이 부족하다는 단점이 있다. 특히 보안에 관련된 취약점은 기업의 경영을 위해 전사적인 프로세스를 WOA로 설계·관리하게 될 경우 큰 걸림돌로 작용할 수 있다. 따라서 WOA가 완벽하게 SOA를 대체하는 새로운 아키텍처가 아닌 SOA의 부족한 부분을 보완하는 보완재로써의 역할을 해야 한다는 것이다[10].

2.5 SOA와 WOA의 차이점 비교

앞의 절에서 살펴본 SOA와 WOA의 장단점과 함께 SOA와 WOA의 통합 아키텍처 설계를 위한 고려 사항인 End Point, 구현, 설계, 보안, 서비스로 구분지어 살펴보았다. 그 차이점은 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 SOA와 WOA의 차이점

구분	SOA	WOA
End Point	작고, 잘 정의된 End Point	크고, Open된 많은 End Point
구현	표준을 따르는 구현 요구	HTTP 및 그에 알맞은 전송 메카니즘에 따라 구현
설계	벤더를 중심으로 Top Down 형태로 설계	개발자를 중심으로 Bottom up 형태로 설계
보안	WS-Security를 이용한 보안	HTTPS를 이용한 보안
서비스	웹 브라우저 및 mash-up 형태가 부적합	웹 브라우저와 mash-up의 이용이 수월함

3. SOA와 WOA 통합 아키텍처 설계

SOA의 도입은 표준을 통한 전사적 차원의 통합 환경과 재사용성을 제공하여 비즈니스 프로세스의 개선에 강점을 보이고 있다. 그러나 IT의 복잡성 증대에 따라 SOA를 구현하기 위한 표준이 비약적으로 증가하였으며, 이에 따라 구현이 까다로워지면서 SOA에 대한 회의적인 시각이 존재하

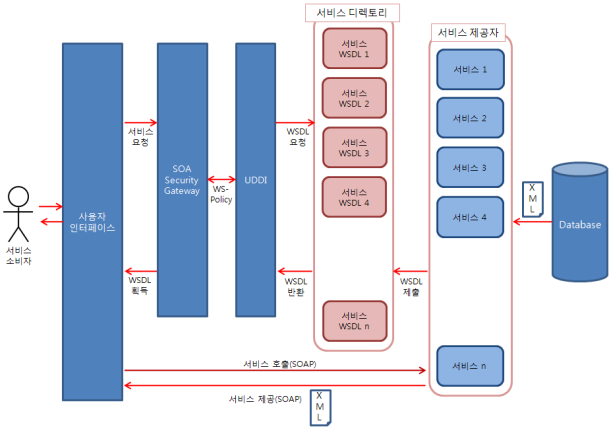
는 것도 사실이다.

본 논문에서는 SOA와 WOA의 장점을 취합하고 단점을 최소화하는 통합 아키텍처를 설계하여 신규 서비스의 추가 또는 재구성시 SOA와 WOA 중 적합한 아키텍처를 사용하여 서비스를 구축할 수 있도록 하였다. 통합 아키텍처를 위해서는 우선적으로 기존 서비스 단위를 SOA와 WOA에 알맞도록 재구성할 필요성이 있다. SOA의 보안성이 WOA에 비하여 뛰어나고 분산형 컴퓨팅 환경에 적합하다는 장점과 WOA의 웹 서비스 지향적이고, 사용자 지향적인 장점을 결합하기 위하여 내부, 외부, 그리고 중복 서비스로 서비스 단위를 재구성하였다. 또한 실제 SOA의 구축 사례가 WOA에 비하여 많기 때문에 SOA를 기반으로 외부 서비스 단위에 WOA를 적용하여 서비스의 확장이 간편하며, 외부 고객에게 다양한 서비스와 쉬운 인터페이스 제공이 가능하도록 하였다. 보안성이 중요시되고 안정적인 서비스가 중요시되는 분산형 컴퓨팅 환경의 내부 고객에게는 기존 SOA를 적용하여 고객 특성에 따른 맞춤형 서비스를 지향하도록 설계하였다.

3.1 통합 아키텍처 설계를 위한 내/외부 및 중복 서비스의 정의

현재 SOA의 아키텍처는 (그림 2)와 같이 제공할 서비스를 WSDL을 통하여 서비스 디렉토리에 제출하고, UDDI는 서비스 디렉토리로부터 서비스 소비자가 원하는 서비스를 찾아 WSDL을 통하여 서비스를 요청하게 된다. 요청받은 서비스는 데이터베이스로부터 원하는 데이터를 XML형식으로 불러오며, 이를 SOAP을 통하여 서비스 소비자와 연결시키게 된다.

반면, WOA의 아키텍처는 (그림 3)과 같이 제공되는 서비스의 URI 정보를 사용자에게 제공하여 그들이 원하는 서비스를 REST 프로토콜을 통하여 직접 호출하여 사용할 수 있도록 되어있으며, 제공되는 URI의 단위를 사용자의 편의대로 묶어서 제공받을 수 있는 mash-up 서비스에 매우 유리하다.



(그림 2) 기본적 SOA의 설계

(그림 3) 기본적 WOA의 설계

날로 복잡해지고 급변하는 비즈니스 환경에서 기업이 경영활동을 유지 존속하기 위해서 가장 중요한 것은 고객의 입장을 정확하게 이해하여 그들이 만족할 수 있는 서비스를 알맞게 제공하는 것이다. 현대 경영의 관점에서 고객의 의미는 외부고객에게 만족스러운 서비스를 제공하는 기업 내부의 직원들을 의미하는 내부 고객과 기업의 서비스를 구매하는 일반 고객을 의미하는 외부 고객으로 분류할 수 있다. 아직도 많은 기업은 외부 고객의 만족에 치중하는 경향이 있으나, 내부 고객을 만족시키지 못한다면 외부 고객을 만족시킬 수 없다는 것이 최근 경영의 핵심이다[23].

자동차 생산 및 판매를 하는 가상의 기업을 예로 들어 내부 서비스, 외부 서비스 그리고 중복 서비스에 대해 살펴보면, 외부 서비스는 제품 소개, 맞춤형 디자인 서비스, 기업정보 전달 등이 있을 수 있으며, 내부 서비스로는 고객 관리, 인사 관리 등의 서비스가 있다. 또한 중복 서비스로는 외부 고객과 내부 고객이 모두 사용하는 서비스로 구매, Q&A 게시판 등의 서비스를 예로 들 수 있다. 이와 같이 외부 서비스는 보안상 외부 고객에게 공개할 수 있는 서비스로 선별하여 분류하고, 내부 고객을 위한 서비스는 보안상 기밀이 요구되어 정보를 공개하지 않고 내부에서 소비되는 서비스로 분류하였다.

이러한 서비스 분류는 본 논문에서 제안한 SOA와 WOA의 통합 아키텍처 설계를 위한 1차적 단계에 해당한다.

3.2 SOA와 WOA 통합 아키텍처 설계

SOA의 경우 WOA에 비하여 웹 서비스 능력이 떨어지며, 구현이 복잡하여 다수의 전문가가 필요하기 때문에 높은 비용이 요구되는 단점이 있으나, WOA에 비하여 보안성이 뛰어나며, 표준에 의하여 안정성 있는 서비스의 제공이 가능하다는 장점이 있다.

많은 기업들은 SOA의 도입을 통하여 시스템을 구축하였으며, 또한 기업의 경영에 있어 내부 보안은 매우 중요한 문제이다. 따라서 보다 안정적인 보안의 지원이 가능하며 기존 시스템에 쉽게 융화가 가능하도록 융합 아키텍처는 기본적으로 SOA를 기반으로 설계하였다. 이러한 설계를 바탕으로 향후 서비스의 추가 및 확장 시 서비스의 특성을 내부, 외부, 그리고 중복 서비스로 구분하여 SOA 또는 WOA를 적용한 서비스를 제공할 수 있도록 설계하였다.

설계된 융합 아키텍처는 서비스 제공자에 서비스를 제출

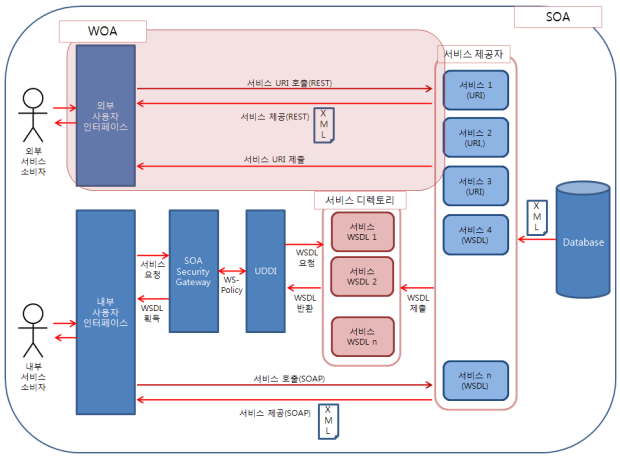
하고, 제출된 서비스 중 내부 서비스는 서비스 디렉토리에 SOAP을 통한 WSDL을 제출하도록 하였다. 또한 외부 서비스로 정의된 서비스들은 URI를 공개하여 내부 서비스 소비자는 SOAP을 통한 서비스를 제공받으며, 외부 서비스 소비자는 RESTful한 서비스를 제공받을 수 있도록 설계하였다. SOA와 WOA의 융합을 통한 아키텍처 설계도는 (그림 4)와 같다.

WOA에서 사용되는 REST 아키텍처는 웹 서비스를 사용하는데 있어서 장벽이 낮은 엔트리 포인트를 제공한다. 전형적인 WOA의 RESTful 스타일 어플리케이션의 외부 인터페이스는 URI로 접근할 수 있는 많은 리소스들과 몇 가지 연산들로 구성된다. RESTful 아키텍처 스타일의 장점은 단순함이며, URI를 참조하여 웹 서비스를 구동하고, 그 데이터를 호출한다.

외부 사용자는 WOA 기반 아키텍처를 이용하여 외부 사용자 인터페이스에 자신이 원하는 서비스의 URI를 지정하여 자신에게 특성화된 웹 서비스를 제공받을 수 있으며, 이를 통하여 고객 지향적인 서비스가 가능하다. 또한 개발자의 경우 구축되는 모든 서비스를 SOA로 구축할 필요가 없기 때문에 SOA에서 요구되는 표준들 및 구현 복잡성의 획기적인 감소를 경험할 수 있으며, 이를 통하여 간편한 개발 및 개발시간의 단축이 가능하다. 경영자의 입장에서는 SOA를 이용한 서비스 추가 및 확장에 비하여 전문 개발자 인력의 감소를 통한 비용 상의 이익을 경험하며, 외부 고객의 만족을 통하여 기업의 이윤을 향상시킬 수 있다.

SOA 기반 아키텍처의 서비스 디렉토리는 내부 서비스 또는 중복 서비스로 정의된 서비스로부터 WSDL을 제공 받으며, WSDL에 명시된 서비스의 위치를 SOAP 프로토콜을 통하여 내부 사용자에게 제공한다. 이를 통하여 내부 사용자는 자신이 원하는 서비스를 SOAP을 통하여 호출하고 제공받을 수 있다.

따라서 기업의 특성에 맞춰 서비스를 외부 서비스, 내부 서비스, 그리고 중복 서비스로 구분하며, 외부 서비스일 경우 URI를 공개하여 RESTful 한 서비스를 제공할 수 있다. 또한 내부 서비스 또는 중복 서비스일 경우 SOAP header Actor 속성에 처리할 노드를 지정하여 SOAP 프로토콜을 통하여 서비스를 제공하도록 설계하였다.



(그림 4) SOA와 WOA 통합 아키텍처 설계

4. SOA와 WOA 통합 아키텍처 유용성 평가

본 논문에서 제시한 SOA와 WOA 통합 아키텍처 설계의 유용성을 평가하기 위해서는 시스템 개발을 위한 다중의 요소들에 대한 분석과 정성적인 요인을 고려해야 한다. 따라서 T.L.Satty가 제안한 다기능 문제 의사결정방법인 AHP(Analytic Hierarchy Process)의 적용을 통한 가중치(weight) 추정(estimation)을 통하여 본 논문에서 제안한 설계의 유용성을 평가한다[14][20].

4.1 AHP의 개념

AHP는 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며 복합적인 경우, 이를 계층화(Hierarchy) 해, 주요 요인과 그 주요 요인을 구성하는 세부 요인들로 분해하고, 이러한 요인들을 쌍대 비교(Pairwise Comparison)를 통해 중요도를 산출하는 분석 방법이다. AHP는 의사결정요소들의 속성과 그 측정척도가 다양한 다기준 의사결정문제에 효과적으로 적용되어 의사결정자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 체계적으로 순위화를 시키고, 그 가중치를 비율척도(ratio scale)로 도출하는 방법을 제시 한다. AHP는 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔다[15][18].

AHP는 정량적인 분석이 곤란한 의사결정 분야에 전문가들의 정성적인 지식을 이용하여 각 요소의 가중치 또는 중요도를 구하는데 유용하게 응용 될 수 있다는 점에서 수리적인 기법만을 활용한 기타 분석방법에 대해 강점을 가지며, 평가자들에 대한 일관성 여부를 추론할 수 있다는 장점도 가지고 있다.

AHP는 인간이 의사결정시 두뇌가 단계적 또는 위계적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안하여 다음의 3가지 원칙을 제시 하였다.

A. 계층적 구조의 설정 : 맨 윗부분에 Goal(목표)을 두며, 그 밑에 판단 기준이 되는 Evaluation Standard(기준)을 두고, 가장 아래 계층에 Alternatives(대안)을 두는 구조다. Evaluation Standard 아래 Sub-Evaluation Standard 두어 판단 기준 요소를 여러 단계를 나누는 과정을 계속적으로 추가할 수 있으며, 시스템이 난해하거나 심층적 분석을 요할수록 더 복잡한 계층구조를 가지게 된다.

B. 상대적 중요도의 설정 : 여러 의사결정 요소들을 동시에 고려해서는 그들 사이의 중요도나 가중치를 산출하기가 사실상 불가능함으로 요소들의 쌍대비교(1:1비교)를 통하여

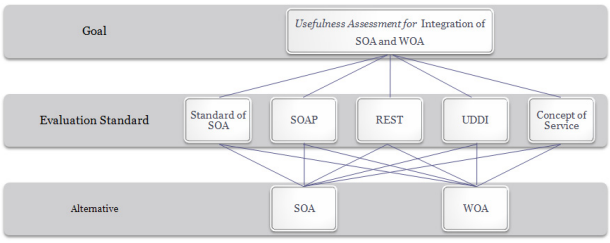
비교행렬을 구성, 중요도나 가중치를 산출한다.

C. 논리적 일관성의 유지 : 비교행렬의 고유벡터를 활용한 1:1 비교 결과의 통합과정에서 비일관성지수(Inconsistency Index)를 도출하여, 의사결정자의 논리적 일관성 유지 여부를 확인하고 의사결정의 합리성과 논리성을 높일 수 있게 된다.

4.2 AHP 적용 및 가중치를 통한 유용성 평가

본 논문에서 제안한 SOA와 WOA 통합 아키텍처의 AHP 적용을 위해 계층 구조도를 그리고, 목적설정 및 평가항목을 선택하여 상대적 중요도 및 가중치를 산출하여 유용성을 평가한다. 또한 산출된 가중치의 논리적 일관성 유지 평가를 위해 일관성지수를 도출하여 검증한다. 아래 (그림 5)는 SOA와 WOA 통합 아키텍처에 대한 계층 구조도를 나타낸 것으로 이 계층 구조도에서의 목표는 SOA와 WOA 통합 아키텍처의 유용성 평가이며, 평가 기준으로는 SOA표준, SOAP, REST, UDDI, 서비스개념을 두었으며, 대안은 SOA와 WOA로 개발된 서비스이다.

대안을 평가하기 위한 기준은 관련논문 및 연구보고서 등의 리서치를 통해 1차적으로 추출하고, IBM의 컨설턴트와 삼성SDS의 SOA전문가들, SERC(Software Engineering Research Center)의 SOA전문가들을 대상으로 설문조사 및 토의를 거쳐 5개의 평가 기준 항목을 선정하였다. 1차적 추출은 지식경제부와 정보통신산업진흥원에서 연구 발표한 소프트웨어 기술성 평가기준 해설서와 한국정보화진흥원에서 연구 발표한 정보시스템 운영을 위한 비용 산출 보고서를 기반으로 개발계획 부문, 개발 부문, 관리부문, 지원부문, 상호협력 부문으로 대항목으로 분류하고, 이 대항목의 상세 항목 중 개발 경험, 개발 대상에 대한 이해도, 기능 유형별 복잡도 및 가중치, 유지보수에 대한 항목들을 추출하였다. 다음은 앞서 언급한 SOA 전문가 50명들을 대상으로 SOA와 WOA를 이용한 개발 시 고려해야할 항목들을 설문과 토의를 통하여 2차 수집한 결과 전문가 92%가 필수 항목으로 제시한 SOA표준, SOAP프로토콜, REST프로토콜, UDDI, 서비스 개념을 평가 기준으로 설정하였다. 이 5가지 평가기준을 토대로 항목 간의 가중치를 <표 5>를 기준으로 각각 평가하고, 평가한 3차 설문을 분산 표준 편차를 이용하여<표 7>의 쌍대비교표를 작성하였다. <표 5>는 AHP에서 사용하는 일대일 비교치 목록이다.



(그림 5) Hierarchical layer for AHP analysis

각 평가기준에 대해서 항목 간에 어느 쪽이 얼마만큼의 가중치를 갖는지를 AHP에서 사용하는 일대일 비교치 목록을 기준으로 쌍대 비교 하여 중요성의 정도에 따라 두 번째 원칙인 상대적 중요도의 설정을 위해 앞에서 정의한 평가항목들의 가중치를 도출한다. 즉, 평가항목들의 일대일 비교치 목록을 기준으로 쌍대 비교하여 수치로 부여한다. 개별 구성원들의 평가 자료를 종합하는 방법으로는 기하평균법(Geometric Average)을 이용하였다[5].

각 항목의 모든 쌍을 쌍대 비교 하여 행렬로 나타내고, (식 1)을 이용하여 각 값들의 기하평균을 산출한 다음 (식 2)과 같이 산출한 기하평균 전체의 합에 각 항목의 기하평균 값을 나누어 각각의 가중치를 계산한다. 그 결과는 <표 6>과 같다.

$$GA_i = \left\{ \prod_{k=1}^{n} a_k \right\}^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdots a_n} \quad (1)$$

$$W_i = \frac{GA_i}{\sum_{k=1}^{n} GA_k} \quad (2)$$

〈표 5〉 AHP Pairwise comparison matrix

value of a_{ij}	interpretation
1	Objectives i and j are of equal importance
3	Objectives i is weakly more important than objective j
5	Experience and judgement indicate that objective i is strongly more important than objective j
7	Objective i is very strongly or demonstrably more important than objective j
9	Objective i is absolutely more important than objective j
2, 4, 6, 8	Intermediate values
reciprocal	Objectives j is more important objective i

〈표 6〉 각 평가기준에 대한 쌍대비교행렬과 기하평균 및 가중치

쌍대비교	SOA 표준	SOAP	REST	UDDI	서비스 개념	기하 평균	가중치
SOA표준	1	3	6	2	1/2	1.783	**0.269**
SOAP	1/3	1	3	1/3	1/4	0.608	**0.092**
REST	1/6	1/3	1	1/4	1/7	0.289	**0.044**
UDDI	1/2	3	4	1	1/3	1.149	**0.174**
서비스개념	2	4	7	3	1	2.787	**0.421**
					합계	6.616	**1.000**

쌍대비교행렬은 의사결정자의 주관에 따라 결정되므로, 전문가 집단이 주관적으로 판단한 요소간의 중요성을 얼마나 일관성 있게 응답했는가를 논리적으로 판단하기 위해 일관성 검사(consistency test)를 수행한다. 이것은 쌍비교행렬로 계산한 가중치를 사용하여 실제로 얻어진 행렬과의 차이를 수량적으로 검토하는 것이다. 일관성 검사에는 일관성 지수(consistency index : CI)와 일관성 비율(consistency ratio : CR) 값이 필요하다. 먼저 CI는 다음과 같이 계산한다.

① 쌍대비교행렬과 가중치 벡터를 곱하여 가중치 합 벡터를 구한다.
② 가중치 합 벡터의 값을 상응하는 가중치 값으로 나눈다.
③ 위에서 구한 값의 평균인 최대고유치(principal Eigen-value) λ max를 구한다.

일관성 지수 CI는 λ, 비교 요소의 수를 n이라고 했을 때, (식 3)과 같이 계산한다.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n-1} \tag{3}$$

일관성 비율 CR은 확률 지수(Random Index)와 CI 값을 이용하여 (식 4)와 같이 계산하며, 일관성이 작을수록 CR 값이 크다. 일반적으로 CR이 0.1 이하일 경우 논리적 일관성을 유지한 것으로 판단한다. 확률 지수 RI는 쌍대비교의 대상 개수 n에 따라 <표 7>과 같이 알려져 있다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{4}$$

<표 6> 의 쌍대비교 행렬 값과 도출한 가중치의 일관성 검사는 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 2 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{7} \\ \frac{1}{2} & 3 & 4 & 1 & \frac{1}{3} \\ 2 & 4 & 7 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1.783 \\ 0.092 \\ 0.044 \\ 0.174 \\ 0.042 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.365 \\ 0.476 \\ 0.223 \\ 0.899 \\ 2.155 \end{pmatrix} \tag{5}$$

$$\lambda = \frac{1}{5}\left(\frac{1.365}{1.783} + \frac{0.476}{0.092} + \frac{0.223}{0.044} + \frac{0.899}{0.174} + \frac{2.155}{0.042}\right) = 5.128 \tag{6}$$

〈표 7〉 Value of the random index

n	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

$$CI = \frac{\lambda - n}{n-1} = \frac{5.128 - 5}{5-1} = 0.032 \tag{7}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.032}{1.12} = 0.029 \tag{8}$$

평가항목 간 쌍대비교행렬의 일관성 비율 CR이 0.029로 0.1보다 작으므로 일관성에 문제가 없음을 검증하였다.

AHP를 응용한 유용성 평가를 위하여 SOA와 WOA 서비스 개발자들이 반드시 알아야하는 5가지 핵심 요소를 설문을 통하여 도출하였다. AHP를 통해 도출된 가중치는 하나의 SOA 또는 WOA 서비스를 개발하기위해 투입되는 인력들이 5가지 핵심 요소에 대하여 느끼는 어려움의 정도를 측정하였으며, 가중치의 결과는 서비스의 개념, SOA 표준, UDDI, SOAP 그리고 REST 순으로 도출되었다.

5가지의 핵심 요소 중 SOA 서비스의 개발을 위하여 필요한 항목은 서비스의 개념, SOA 표준, UDDI 그리고 SOAP이며, WOA 서비스의 개발을 위하여 필요한 항목은 서비스의 개념과 REST이다. 따라서 SOA와 WOA 서비스의 개발을 위하여 투입된 개발자들이 느끼는 어려움의 정도를 비율로 확인하자면 SOA : WOA = 0.956 : 0.465과 같은 결과를 도출할 수 있다.

위의 결과를 통해 SOA 서비스는 WOA 서비스의 개발에 비하여 2.056배의 어려움이 예상된다. 총 5개의 서비스를 신규 생성하여 추가 시 4.78의 어려움 정도가 측정된다고 가정한다면, 5개의 서비스 중 2개의 서비스를 WOA를 통하여 개발하였을 경우 3.78의 어려움 정도를 측정할 수 있다. 따라서 WOA를 통한 개발의 경우 단순히 SOA를 통한 구현에 비하여 개발자들이 느끼는 어려움의 정도가 상대적으로 낮으며, WOA를 통한 외부 서비스의 추가가 확대될수록 개발자의 어려움의 정도는 SOA를 통한 외부 서비스의 추가에 비해 낮아진다.

5. 결론 및 향후 연구

급변하는 비즈니스 환경에서 많은 기업들은 SOA를 적극적으로 도입하려는 움직임을 보이고 있음과 동시에, SOA의 관심과 비례하여 많은 기업들은 SOA에 대하여 부정적인 의견을 내놓고 있다. 이에 따라 SOA의 부정적인 부분을 보완해 줄 대상인 WOA에 대한 관심 또한 커지고 있으며, WOA를 SOA의 대체재로 바라보는 관점이 존재하는 것도 사실이다. 하지만, SOA와 WOA는 서비스라는 개념에서 함께 출발하기 때문에 별개의 개념이 아닌 상호 보완적인 형태로 이해해야 한다. 즉, 보다 유연하고, 개발이 간편하며, 재사용성이 뛰어나며, 고객의 요구사항을 충족시킬 수 있는 서비스는 SOA의 장점과 WOA의 장점의 융합을 통하여 완성될 수 있다.

본 논문에서는 SOA와 WOA의 통합을 통하여 그들이 가진 단점을 보완하고 장점을 극대화한 아키텍처의 설계를 하였으며, 이를 AHP 기법을 통하여 검증하였다. 첫 번째로, 아키텍처를 이용하는 고객을 내부 고객과 외부 고객으로 나누어 각각에 제공되는 서비스를 내부 서비스와 외부 서비스로 나누었다. 두 번째로, 내부 서비스와 외부 서비스의 특성에 따라 SOA와 WOA를 적용하였으며, 세 번째로 SOA와 WOA 각각의 장점이 극대화 될 수 있도록 서비스 소비자에 따른 SOA와 WOA 통합 아키텍처를 설계하였다. 제안한 아키텍처는 구현이 복잡하지 않으며, 언어와 플랫폼 독립적이고, 안정적인 메시지의 전달이 가능하다. 마지막으로 1차적인 리서치와 전문가와 연구원들의 설문 및 토의를 통하여 SOA와 WOA 서비스 개발을 위해 필요한 5가지 필수 요소를 도출하여 이를 AHP 방식으로 가중치를 산정, 유용성을 평가 하였다.

SOA와 WOA의 융합 아키텍처는 서비스 사용자의 구분을 통하여 서비스를 분류하였으며, 이에 따라 보안과 안정적인 메시지 전달이 요구되는 분산형 컴퓨팅 기반의 내부 사용자 그룹에는 SOA의 장점을 통하여 서비스를 제공하며, 상대적으로 보안의 중요성이 강조되지 않으며 다양한 서비스와 간편한 구현 및 사용을 원하는 외부 사용자 그룹에는 WOA의 장점을 통한 서비스를 제공함에 따라 전체 시스템을 SOA로 구축하는 것에 비하여 구현의 복잡성을 감소하였다. 또한, 개발자의 어려움의 정도는 개발에 투입되는 인력의 비용과 직결된다. 어려움이 클수록 개발기간에 맞추기 위하여 인력을 확대하거나, 인력의 확대가 없을 경우 상대적으로 긴 개발 기간이 요구되기 때문이다. 따라서 상대적으로 낮은 어려움이 측정된 SOA와 WOA 통합 아키텍처를 통하여 구현의 복잡성 및 그에 따른 인력 비용의 축소와 더불어 개발 기간의 축소를 예상할 수 있다.

현재 SOA와 WOA의 통합 아키텍처 설계를 바탕으로 서비스를 실제 구현하고 있으며, 향후 SOA와 WOA의 통합 아키텍처를 통한 구현의 복잡성을 낮추고 신뢰성을 높일 수 있음을 실험적으로 검증할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] Alan Joch, “Modern Design,” Oracle Magazine, 2005.

[2] Anne T. Manes, “SOA is Dead; Long Live Services,” Burton group blogs, 2009.

[3] David Sprott, “The Business Case for Service Oriented Architecture,” CBDI, 2004.

[4] Gartner, “Business Intelligence Software market Grows 12 Percent in 2006,” 2007.

[5] Hannan, E.L., “An Eigenvalue Method for Evaluating Contestants,” Computer and Operations Research, 1983.

[6] John Soat, “The ROI of SOA: Get It Right!,” Information Week, 2007.

[7] Mark M. Davydov, “Beyond SOA: Principles of Service Engineering,” JAVAPro, 2004.

[8] Martin Gudgin, Marc Hadley, Noah Mendelsohn, Jean-Jacques Moreau, Henrik Frystyk Nielsen, Anish Karmarkar and Yves Lafon, “SOAP Version 1.2 Part 1: Messaging Framework,” W3C Recommendation, 2007.

[9] Nicholas Gall, Daniel Sholler, Anthony Bradley, “Tutorial: Web-Oriented Architecture: Putting the Web Back in Web Services,” Gartner Research Paper, 2008.

[10] Nilo Mitra, Yves Lafon, “SOAP Version 1.2 Part 0: Primer,” W3C Recommendation, 2007.

[11] Norbert Bieberstein, Sanjay Nose, Marc Fiammante, Keith Jones and Rawn Shah, “Service-Oriented Architecture(SOA) Compass: Business Value, Planning, and Enterprise Roadmap,” IBM Press, 2005.

[12] Peter Brittenham, Francisco Cubera, Dave Ehnebuske, Steve Graham, “Understanding WSDL in a UDDI registry,” IBM DeveloperWorks, 2001.

[13] Roy T. Fielding, “Architectural Styles and Design of Network-based Software,” Information and Computer Science, 2000.

[14] T.L.Satty. “The Analytic Hierarchy Process,” McGraw-Hill, 1980.

[15] Zahedi, F., “The Analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and its Applications,” Interfaces, Vol 16, No.4 pp.96-108, 1986.

[16] KIPA, “SOA 시장 활성화를 위한 벤더의 역할,” SW산업동향, 2008.

[17] KIPA, “SOA의 구원투수 WOA,” SW산업동향, 2008.

[18] 김지혁 외, “AHP를 활용한 서비스 컴포지션 대상 선정에 대한 연구,” 한국정보처리학회논문지D, 2009.

[19] 오상헌 외, “SOA 서비스 성능 측정을 위한 실용적 품질모델,” 한국정보처리학회논문지D, 2008.

[20] 이상완, “e-비지니스 패턴을 이용한 효율적 SOA 구축 방안”, 동아대학교 대학원, 박사학위논문, 2006.

[21] 이재유 외, “서비스 지향 아키텍처의 클라이언트를 위한 실용적 프로세스 모델,” 한국정보처리학회논문지D, 2008.

[22] 전병선, “SOA, What & How,” 와우 북스, 2008.

[23] 황수석, “내부고객 만족과 고객 만족 간의 관계에 관한 연구,” 창원대학교 경영대학원 석사학위논문, 2001.

박 소 현

e-mail : sobari@dankook.ac.kr

2001년 단국대학교 전산통계학과(학사)

2004년 단국대학교대학원 컴퓨터과학 및 통계학과 수료(석사)

2007년 단국대학교대학원 정보컴퓨터과학과 박사수료

관심분야 : 소프트웨어공학, 웹공학, SOA, WOA

유 해 영

e-mail : yoohy@dankook.ac.kr

1979년 단국대학교 수학과(학사)

1981년 단국대학교대학원 수학과수료(석사)

1994년 아주대학교대학원 컴퓨터공학과수료(박사)

1983년~현 재 단국대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : 소프트웨어공학, 웹공학