

운영지원시스템(OSS)과 비즈니스지원시스템(BSS)의 통합 및 연동 기술과 사례 분석

박선호*, 정태명**

*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

**성균관대학교 정보통신공학부

e-mail : shpark@imtl.skku.ac.kr

Analysis of Technology and Case for Integrating OSS and BSS

Seon-Ho Park*, Tai-Myoung Chung**

*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

**School of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

유무선 통신 기술 및 컴퓨팅 기술의 발전은 다양한 기술과 산업의 융합으로 이어지고 있으며, 융합서비스를 위한 다양한 플랫폼 기술들의 연구도 함께 활발하게 진행되고 있다. 이러한 환경에서 통신설비의 공유나 대여 관리 및 플랫폼을 통한 융합 서비스 제공 및 관리가 이루어져야 하는데 효과적인 인프라 관리와 서비스 제공 및 과금 관리를 수행하기 위해서는 융합 서비스 플랫폼 환경에 적합한 OSS/BSS의 구축이 필요하다. 본 연구는 고비용의 새로운 OSS/BSS 구축보다 기존 통신망 사업자들의 OSS/BSS의 연동 및 재사용을 통해 효과적인 OSS/BSS 서비스를 제공할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다. 본 논문에서는 기존의 OSS/BSS 통합 및 연동을 위한 국내외 연구와 사례들을 분석한다. 본 논문은 융합 서비스 플랫폼을 위한 OSS/BSS 연동 방안을 위한 기초적이고 중요한 기반 자료로 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

유무선 통신 기술의 발전 및 사용자 중심 서비스에 대한 고객 요구 증대로 인해 향후 통신 패러다임은 지식 네트워크 기반의 사용자 지향형 서비스 제공을 위한 환경으로 변화될 것으로 전망된다. 또한 플랫폼 기술은 여러 산업과 기술의 융합화가 진전됨에 따라 미래에는 산업 융합형 플랫폼 기술로 진화할 것으로 예측된다. 이러한 추세에 발맞추어 국내 IT 융합 산업의 경쟁력 제고를 위해 산업계 전반의 다양한 응용 분야에서 서비스 개발의 효율성 제고를 위해 다양한 융합서비스를 공통으로 지원하는 새로운 플랫폼 기술 개발 접근 방법이 필요하며, 특히 중소 기업 중심의 국내 산업의 균형적인 경쟁력 향상을 위해 다양한 산업 분야에서 IT 기반의 융합 서비스 창출 및 고부가가치 서비스 제공을 위한 공통기반 플랫폼 기술 개발이 확산될 것이다. 이러한 상황에서 융합서비스를 위한 SDP의 고려와 공통플랫폼의 특징을 고려하여 기존 통신망 사업자들의 OSS/BSS를 연동하여 공통플랫폼을 위해 통합하는 방안에 대한 연구 개발은 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 논문은 국내외의 OSS/BSS 통합 또는 연동에 관련된 연구 및 현황들을 분석하고자 한다. 기존의 통신망 사업자들의 OSS/BSS 통합 시스템들을 최대한 활용하여 공통 플랫폼에서 이용함으로써 공통플랫폼 기술 도입을 앞당길 수 있으리라 판단되며, 이는 국

내 SW/서비스 산업 활성화 및 국제 경쟁력 향상으로 이어질 수 있을 것이다. 본 논문은 2장에서 OSS/BSS의 개요와 국내외 OSS/BSS 기술 개발 현황을 간단하게 요약하여 설명하고, 3장에서 OSS/BSS 통합 및 연동 관련 연구 및 현황을 자세히 분석한다. 4장에서는 분석 결과에 대한 고찰을 기술하고, 5장을 통해 결론 및 향후 연구 계획을 소개한다.

2. OSS/BSS 개요와 국내외 OSS/BSS 기술 개발 현황

2.1 OSS/BSS

OSS(Operation Support System)는 엔지니어링, 디자인, 계획(planning), 성능(performance) 그리고 유지(maintenance) 기능에 초점을 맞춰 통신 네트워크를 관리하는 시스템을 의미한다[1]. 초기 OSS는 전화 회사들의 직원들을 지원하기 위한 목적으로 독립적으로 디자인 되었는데, 본질적으로는 회사 시스템의 운영을 보다 향상시키기 위함이었다. 하지만 오늘날에는 경쟁에서 살아남기 위해서 이전에 비해 상당히 복잡해진 서비스와 네트워크 기술을 효율적으로 관리하기 위해서 사용된다. OSS 시스템은 기업 정보를 좀 더 효율적으로 접근할 수가 있으며, 다양한 서비스를 제공하면서 고객관리를 원활하게 하고, 시스템 자원을 유용하게 사용할 수가 있다. BSS(Business/Billing Support System)는 고객이나 비즈니스 파트너에 초점을 두고, 시스템의 최종 사용자에게 대한 프론트엔드

역할 및 대부분의 재무적 트랜잭션 처리를 관리하는 역할을 수행하는 프로그램을 나타낸다[1].

2.2 국내외 OSS/BSS 통합 기술 개발 개요

국외의 OSS 기술 연구는 약 10년 전부터 시작하여 통신 서비스 변화에 따라 지속적으로 발전해왔으며, OSS와 BSS의 통합에 대한 연구는 2000년대 중반 무렵(약 2004년 무렵)부터 NGOSS와 OSS/J를 이용한 아키텍처와 인터페이스 설계, TMF의 eTOM 모델을 통한 OSS/BSS 시스템 프로세스 아웃라인 제공 연구와 함께 발전하였다. 다양한 서비스 지원 및 이기종의 망 이용 환경을 지원하기 위해 OSS/BSS의 통합에 대한 연구도 활발히 이루어졌는데 SOA나 EAI 기술을 활용하거나 TM Forum의 SID 모델을 활용하는 방법들이 국외 OSS/BSS 통합 연구에서 이루어졌다. 국내의 OSS/BSS 통합에 대한 연구도 역시 EAI 기술을 기반으로 메시징 버스 구조를 활용하는 연구를 비롯하여, SOA 기반의 서비스 지향적 통합과 TM Forum SID 모델을 활용한 OSS 통합 DB 설계 방법 등과 같은 연구들이 활발히 진행되어 왔다.

3. OSS/BSS 통합 기술 해외 사례 분석

3.1. 해외 사례 분석

R. Shukla와 J. McCann의 연구[2]에서 GTE Lab.의 TONICS (Telephone Operations Network Integrated Control System)의 확장인 TOSS를 소개하였다. TOSS는 System Fault Management (FM), Fault Recovery Actions, System Performance Management (PM), Security, System & Database administration tools and APIS 등과 같은 서비스들을 제공한다.

M.H.Sherif와 S. Ho의 연구[3]에서는 통신 모델 변화로 인해 발생하는 기존의 OSS 구조의 한계를 극복하기 위해 필요한 요구사항 도출과 보다 진화된 형태의 OSS 구조를 소개하였다.

앞서 소개한 연구들은 유선 통신망 사업자들을 위한 원시적 형태의 OSS 구조에 대한 연구들이었다. Latha Kant와 Deh-Phone Hsing의 연구에서는 무선망 서비스를 위해 필요한 OSS 고려사항들을 도출하고 무선망 OSS (W-OSS)의 디자인과 평가를 위한 방법론을 소개하였다[4]. 이 연구에서는 TMN (Telecommunications Management Network)[5]과 TMF (Tele-Management Forum)[6] 가이드라인을 기반으로 W-OSS의 주요 5 컴포넌트들(Network Management Layer(NML), Fault Management (FM), Performance Management (PM), Configuration Management (CM), Inventory Management (IM), Network Development & Planning (NDP))의 구조를 설명하였다[4].

Nokia와 TietoEnator에서 발간한 백서인 “OSS/BSS reference architecture and its implementation scenario for fulfillment”에서는 이동통신 사업자들이 직면하게 될 사업 환경 변화와 급격한 시스템 다양화로 인해 직면하게 될 도전 과제들에 대하여 지속적인 경쟁력을 유지하기 위한 방안으로 OSS/BSS 통합

참조 구조를 제시하였다[7]. 백서의 내용에 따르면, 이동 통신 및 비이동 통신 환경의 고객들을 모두 효과적으로 관리하기 위해서 기존의 수직적 OSS 구조를 버리고 모듈형태의 컴포넌트 기반의 구조로 변화해야 한다. 이 백서에서는 OSS/BSS의 새로운 구조에서 추가되는 개념인 “Integration Enablers”에 대해 설명하고 있으며, 모바일 서비스 환경에서의 케이스 스터디 결과를 보여준다.

Telecom New Zealand사의 백서인 “OSS/BSS Re-engineering: The Telecom New Zealand case”에서는 OSS와 BSS의 영역 구분의 무의미함을 피력하면서 사용자 중심적인 광대역 네트워크 환경에서 지원 시스템 (Support System)의 성공적인 리엔지니어링은 비즈니스 프로세스 지원 시스템들과 서비스 제공(Service Delivery) 지원 시스템들 간의 중요한 구조적 인터페이스가 “Profile”임을 인식하는 것과 직결되는 것임을 강조하였다[8]. 이 백서에서는 OSS/BSS를 가장 효과적으로 리엔지니어링 하기 위해서는 IMS Profile 통합 및 프로파일 변형, 통합 서비스 구조, 프로세스 관리 구조 등이 중요하다고 강조하고, 사용자 중심적인 광대역 모델에서의 오버레이 구조를 설명하였다.

Progress Software사의 백서 “Using the SID in OSS/BSS Integration”는 OSS/BSS를 위한 통합 프로젝트에서 속도 향상, 재사용성 증대, 데이터의 질적 향상 등을 위한 공통 데이터 모델로서 SID(Shared Information/Data) model을 사용하기 위한 구조를 지원하는 Progress DataXtend Semantic Integrator에 대해 소개하였다[9].

Herbert Goestl[10]는 SDP(Service Delivery Platform) 구조를 포함하는 IMS(IP Multimedia Sub-System)인 IMS/SDP를 지원할 수 있는 OSS/BSS를 위해 NGOSS의 원리(Principle)들을 사용하기 위한 요구조건들의 분석을 수행하였다. 이 연구에서는 IMS/SDP ready OSS/BSS를 위한 NGOSS 접근법을 AS-IS의 NGOSS 비즈니스 관점과 TO-BE의 NGOSS 시스템 관점을 분석하였다. 이 연구는 모듈 기반의 OSS/BSS 매크로 구조를 소개하고, OSS와 BSS 간의 연결 계층으로서 통합 버스-EAI 계층을 두고 그 안에 Business Process Layer를 포함시켰다.

Thierry Pollet et al.의 연구[11]는 비즈니스 영역의 서비스 지향 접근법을 통신 서비스 영역에서 어떻게 확장할 수 있는 지 조사 연구하고 있으며 서비스 오케스트레이션을 통해 SOA에서 통신 서비스 생성을 위한 방법에 대해 TPS의 유즈케이스를 이용하여 자세히 설명하고 있다.

Ing-Yi Chen et al.의 연구[12]에서는 통신망 사업자들이 OSS를 이용하면서 직면하게 되는 문제점 중 과금 시스템의 관리 복잡성에 대해 지적하고 있다. 과금 시스템은 이기종의 플랫폼 상에서 구동되는 여러 다른 레거시 시스템들 상에 존재하는 방대한 데이터들을 처리해야 하며, 이들은 종종 SOA를 통해 통합된다. 빌링 시스템의 fault 발생은 비즈니스적 측면에서 가용성(availability)과 신뢰성(reliability) 두 속성 모두에 대한 fault로 이어진다. 이 연구에서는 SOA 기반

의 Fault-Tolerant 환경 제공을 위한 SOFTEN (Service Oriented Fault Tolerant Environment)을 소개하였다.

3.2. 국내 사례 분석

국내의 경우는 광대역통합망 구축을 통한 다양한 통신망 이용서비스들의 증대로 인해 OSS/BSS 통합에 대한 연구가 국외의 연구 현황과 유사하게 활발히 이루어져 왔다. 윤학수의 연구 [13]는 다양한 OSS/BSS 시스템들을 통합 운용함으로써 운용효율을 극대화 하기 위한 연구로서 EAI 기술을 이용한 OSS/BSS 시스템 통합 방법론을 제시하였다. 이 연구는 비즈니스 프로세스 관점에서 OSS 들과 BSS 들의 통합 구조에 초점을 두고 EAI 의 메시징 기반 미들웨어를 이용하여 OSS/BSS 를 통합하는 메커니즘을 제시한다. 하지만 이 연구에서는 OSS/BSS 통합 시스템 구현을 위한 절차에 대한 설명과 OSS/BSS 어플리케이션간 이벤트 흐름에 대해서만 설명하고 있으며, 메시징 데이터의 구조에 대한 설명이 없고, EAI 플랫폼의 메시징 버스에서 사용될 API 들과 OSS/BSS 통합을 위한 연동에 대한 상관 관계 정의가 없으며, 상이한 OSS 들과 BSS 들 간의 데이터 변환을 위한 어댑터 구조에 대한 설명이 없다. 따라서 이 연구는 실제 통합 구조 구축을 위한 추가적인 연구가 필요하다.

이건복 외 다수의 연구 [14]은 BSS/OSS 에서 생성된 정보와 IP 미디어센터에서 생성된 정보를 상호 연동하여 각 시스템들에 제공하고, 시스템들 간의 중개자 역할로서 연동되는 일련의 프로세스 기능을 제공하는 PMS(Provisioning and Mediation System)를 소개하였다. 이 연구에서는 BSS/OSS 시스템과 플랫폼들이 연동방식이 달라 생길 수 있는 문제를 해결하고자 원활한 연동 지원을 위한 XML, HTML, EDI 메시지 포맷과 HTTP, FTP, Socket 의 연동 프로토콜을 지원할 수 있도록 구조를 설계하였다. PMS 는 다양한 연동 대상 및 방식에 대한 유연성 확보, 효율적인 고객관리를 위한 OSS/BSS 와의 유연한 융합, 연동되는 시스템간의 데이터의 정합성 보장 및 관련 시스템들의 모니터링 등의 기능을 제공한다. 이 연구는 IPTV 운용 환경을 위한 BSS/OSS 연동 구조를 제안한 것으로써 시스템 구조 및 기능 명세들의 확장을 통해 보다 다양한 서비스들의 운용 관리 시스템에 적용이 가능할 것이라 사료된다.

우영욱 외 다수의 연구 [15]는 비즈니스 설계 단계에 머물러 있던 SID(Shared Information/Data) 모델의 확장 방법 및 확장된 SID 모델을 OSS 에 적용하기 위한 OSS 의 통합 DB 모델 설계 방법을 제시하였다. 이 논문에서 소개하는 SID 기반 모델은 미완의 SID 모델을 기반으로 하기 때문에 발생하는 문제점을 갖고 있으며, 몇몇 엔티티들의 정보가 부족하여 모델링에 충분히 활용할 수 없는 문제를 갖고, 또한 SID 기반 메시지의 크기가 커서 시스템에 부하를 줄 수 있는 문제와 메시지 스키마 관리 및 버전 관리가 어렵다는 문제점을 갖는다.

김대우 외 다수의 연구 [16]에서는 KT 의 통합 OSS 시스템인 NeOSS(New Operations Support System)을

소개하고, NeOSS 의 개발 동안의 Testing Activity 들을 가지고 수행한 Case Study 에 대해 소개하였다. NeOSS 는 여러 OSS 들의 통합을 위해 EAI Information Bus 를 이용하는 구조를 가진다. 하지만 이 연구는 BSS 들의 통합은 고려하지 않아서 다양한 서비스들을 도입할 때 비즈니스 관점에서 확장성이 떨어지는 문제점을 갖는다. KT 는 IMS 와 SDP 의 통합 기반의 차세대 서비스 제공을 위한 구조로서 전용 OSS 가 아닌 범용의 공통 OSS 구조를 기반으로 통합 프로파일, 통합 AAA & Policy 관리, 통합 과금 등의 기능을 수용하는 공통 프레임워크에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구에서 소개하는 차세대 서비스 제공 구조의 SDP 는 3rd party CP ecosystem 관리와 새로운 서비스 프로비저닝, 차별화/가입자 위주의 QoS 등 차세대 서비스를 위한 새로운 요구사항들을 포함하고 있다.

유성환, 옥경화의 “SOA 기반 통합운영시스템 설계” 연구[17]에서는 KTF 에서 수행한 KTF OSS 통합 모델의 설계 및 구조를 소개하였다. KTF 통합 운영 시스템은 UI, Data, Service, Process 의 5 가지 핵심 영역에 SOA 를 적용하였으며, 공통 아키텍처로 UI 표준 정립, 인프라 정비, 공통 기능 재사용의 표준화/통합화에 중점을 두었다.

우영욱, 김상훈, 황복규의 “TM Forum SID 표준의 모델링 패턴에 기반한 운용관리시스템 데이터 모델링 방법” 연구[15]는 통합된 운용 관리 환경에서 데이터 모델의 잦은 변경으로 인해 발생할 수 있는 문제점을 해결하기 위해 TM Forum SID 의 characteristic Pattern 이라는 모델링 패턴을 기반으로 하는 OSS 데이터 모델링 방법을 소개하였다.

nTels 는 SOA 기반의 차세대 OSS/BSS 솔루션인 N-CCBS 시스템을 개발하였다[18]. N-CCBS 시스템은 B2B 환경의 기업 고객과 B2C 환경의 개인고객을 수용할 수 있는 기반 환경을 제공하는 B2BC 기반의 CCBS(Customer care and Billing System)이다.

4. 분석 결과에 대한 고찰

- 국내의 OSS 와 BSS 통합에 대한 연구는 2001 년 소개된 EAI 기술 기반의 OSS/BSS 통합에 대한 연구 이후 통신망 사업자 및 빌링 기술 관련 사업자들을 중심으로 수행되었다.
- 국내의 OSS/BSS 통합에 대한 연구들은 SOA 를 기반으로 하는 서비스 지향적인 통합에 초점을 두거나 TM Forum 의 SID 모델을 활용하거나, 또는 EAI 의 메시지 버스나 정보 버스 구조를 활용하는 방법들을 기반으로 하고 있다.
- 국내의 OSS/BSS 통합에 대한 연구에서 서비스 융합 환경을 고려한 확장성 있는 구조 연구는 아직 미비한 실정이다.
- 국외의 OSS 기술 연구는 약 10 년 전부터 시작하여 통신 서비스 변화에 따라 지속적으로 발전해왔으며, OSS 와 BSS 의 통합에 대한 연구는 2000 년 대 중반 무렵(약 2004 년 무렵)부터 NGOSS 와 OSS/J 를 이용한 아키텍처와 인터페이스 설계,

TMF의 eTOM 모델을 통한 OSS/BSS 시스템 프로세스 아웃라인 제공 연구와 함께 발전하였다.

- 국외의 OSS/BSS 통합에 대한 연구들은 SOA, TMF의 SID 모델 등을 기반으로 이루어지고 있으며, 이는 국내의 OSS/BSS 통합 경향과 유사하다.
- 국외의 OSS/BSS 통합 사례 중에는 EAI를 단지 BSS와 OSS의 연동을 위해서만이 아니라 워크플로우 정의 및 실행, 관리 등과 같은 비즈니스 프로세스 관리를 위해 사용한 연구에서 볼 수 있다시피 OSS/BSS 연동에서 EAI의 활용 범위가 넓다는 것을 확인할 수 있다.
- 국내의 OSS/BSS 통합에 대한 연구들과 SDP 및 공통 플랫폼에 대한 연구 동향 분석 결과 현재는 유사 기술 또는 유사 서비스 간의 통합 관리를 위한 OSS/BSS 연동 및 통합 구조에 대한 연구는 활발하지만, 향후 네트워크 기반 수요자 지향적인 융합 서비스 공통 플랫폼에 적합한 OSS/BSS 연동 구조의 재정의와 과금 관리를 위한 새로운 요구사항 도출이 필요하다는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 계획

OSS/BSS는 통신 사업자들이 효과적으로 통신 설비들을 관리, 유지, 보수할 수 있도록 지원해주며, 통신 서비스를 제공과 과금 관리를 효과적으로 지원해주기 위한 시스템들을 포함한다. 이러한 기존의 OSS/BSS들은 필요에 의해 구축되면서 중복된 기능을 포함하고 효율적인 관리가 어려운 단점을 가지는데 이러한 문제점을 해결하기 위해서 OSS와 BSS의 통합 또는 연동을 위한 연구와 노력이 계속되어 왔다. 이러한 OSS/BSS 통합은 OSS와 BSS 관리 및 운영 효율성을 높여주는 효과와 동시에 OSS/BSS 간의 연동 방법론을 통해 향후 보다 진화된 통신 서비스 지원을 위한 연동 기능으로의 확장 가능성을 열어줄 수 있다. 이에 본 연구에서는 기존의 OSS/BSS 통합 및 연동에 관련된 연구 및 사례들을 분석하였다.

본 논문의 결과는 융합 서비스 및 공통 플랫폼 서비스 개발 연구를 위한 사전 기술 조사 단계이다. 본 연구는 향후 기존의 OSS/BSS 시스템들을 공통 플랫폼 서비스 인프라구조에 연동하기 위해 필요한 요구 조건 분석과 방법론 연구를 진행할 예정이다. 이를 위해서는 서비스 지향 구조(SOA), TMFORUM의 OSS/J, 오픈 API 등에 대한 연구를 함께 진행해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] K. Parkhi, "Next Generation Network OSS/BSS Markets and Forecast 2009-2014," February 2009.
- [2] R. Shukla and J. McCann, "TOSS: TONICS for Operation Support Systems," in *Network Operations and Management Symposium, 1998. NOMS 98., IEEE*, pp. 100--109.
- [3] M. Sherif and S. Ho, "Evolution of operation support systems in public data networks," in *Computers and Communications, 2000. Proceedings. ISCC 2000. Fifth IEEE Symposium on*, 2000, pp. 72--77.
- [4] L. Kant and D. Hsing, "A methodology for designing and evaluating wireless operations support systems," in *Proceedings of Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM'01*, 2001, pp. 3686--3692.
- [5] *Telecommunications Management Network*. Available: http://www.google.co.kr/url?sa=t&source=web&cd=9&ved=0CFkQFjAI&url=http%3A%2F%2Fwww.hit.bme.hu%2F~jakab%2Fedu%2Flitr%2FTMN_EMS%2Ftmn.pdf&ei=IyKjTlqPCYWmsQOEm9T6Bg&usg=AFQjCNFkTYX53tFyMeggDjtRyhLH5TIyCA&sig2=kuVKFnSVQIjzb_FTjqtRlg
- [6] *TM Forum*. Available: http://www.google.co.kr/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tmforum.org%2F&ei=USKjTO7tBY3QsAOezIT6Bg&usg=AFQjCNHbVjE9BJKRR-VOfzc5xvWx2ejZZQ&sig2=jPQDxgpAd_3ALhFNuBZ8yw
- [7] Whitepaper, "OSS/BSS reference architecture and its implementation scenario for fulfillment," ed: Nokia & TietoEnator, May 2004.
- [8] P. Carden and G. Patchell, "OSS/BSS Re-engineering: The Telecom New Zealand case," *Alcatel Telecommunications Review*, 2005.
- [9] Whitepaper, "Using the SID in OSS/BSS Integration," ed: Progress Software Corporation, 2006.
- [10] H. Goestl, "Using NGOSS Principles in today's OSS/BSS Projects NGOSS meets IMS/SDP," in *Proceedings of 12th International Symposium on Telecommunications Network Strategy and Planning*, Nov. 2006.
- [11] T. Pollet, et al., "Telecom Service Delivery in a SOA," in *Proceedings of 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, 2006.
- [12] I.-Y. Chen, et al., "A Service-Oriented Fault-Tolerant Environment for Telecom Operation Support Systems," in *Proceedings of 2008 IEEE International Symposium on Service-Oriented System Engineering*, 2008, pp. 208--214.
- [13] 윤학수, "EAI 기술을 이용한 OSS/BSS 시스템 통합 전략," *KNOM Review*, vol. 4, 2001.
- [14] 이건복, et al., "IPTV 프로비저닝 및 메디에이션 시스템," *KNOM Review*, vol. 9.
- [15] 우영욱, et al., "TMF NGOSS SID 표준 기반의 OSS의 정보모델설계," *KNOM Review*, vol. 10, 2007.
- [16] D. W. Kim, et al., "A Case Study on Testing Activities for KT-OSS Maintenance," in *Proceedings of Software Engineering Advances, 2007. ICSEA 2007. International Conference on*, 2007, p. 77.
- [17] 유성환 and 옥경화, "SOA 기반 통합운영시스템 설계," in *KNOM 2008 컨퍼런스 프로시딩*, 2008.
- [18] 발표자료, "SOA 기반의 차세대 OSS & BSS 솔루션," ed: nTels, 2008.