SyncML 서버 응용 개발을 위한 통합 개발 환경

이 지 연† · 최 훈††

요 약

데이터 동기화를 위한 표준 프로토콜인 SyncML은 현재 주소록, 일정 관리와 같은 다양한 응용 서비스 타입에 대한 클라이언트 디바이스와 서버간 동기화를 지원한다. 비록 표준 프로토콜은 제정되었지만, SyncML 응용 서비스 개발자들은 각 응용 서비스의 구체적인 로직을 구현하기 위해서 많은 개발 시간과 노력을 들여야 한다. 본 연구에서는 SyncML 서버 개발자들이 응용 서비스를 신속 정확하게 구현할 수 있도록 SDE(Service Development Environment)라는 통합 개발 환경을 설계하고 구현하였다. SDE는 Sync Library와 SEG(Sync Engine Generator) 툴로 구성된다. 또한 본 연구 결과의 실용성을 입증하기 위해 SDE를 이용하여 SyncML 서버를 구현하였으며, 여러 가지 동기화 시험과 성능 평가를 수행하였다. 본 연구가 SyncML 개발자들이 모바일 응용 서버를 개발하거나 응용 서비스를 추가하는데 보다 쉽고 효과적으로 완수하도록 지원할 것으로 기대된다.

An Integrated Development Environment for SyncML Server Applications

Jiyeon Lee† · Hoon Choi††

ABSTRACT

The SyncML, the standard synchronization protocol, supports the synchronization of various application services between a client and a server such as an address book, a calendar. Even with this standard protocol, SyncML application developers usually spend a long time and efforts implementing service specific logics and databases. This paper designed and implemented the SDE(Service Development Environment) which is an integrated development environment for SyncML server developers to develop an application service rapidly and correctly. The SDE consists of two components i.e., the Sync Library and the SEG(Sync Engine Generator) tool. To prove the applicability of this study we implemented a SyncML server by using the SDE and also carried out the correctness tests and the performance test. We hope this system helps developers implement mobile application services more efficiently.

키워드 : SyncML, 데이터 동기화(Data Synchronization), 동기화 응용 서비스(SyncML Application Service), 동기 라이브러리(Sync Library)

1. 서 론

무선 인터넷이 발전함에 따라 휴대용 PC(Personal Computer)나 PDA(Personal Data Assistant), 이동 전화기 같은 단말기에서 네트웍 서버의 개인정보관리(PIM : Personal Information Manager) 서비스를 사용하여 주소록 검색, 일정 관리, 전자 메일을 교환하는 것이 개인적인 용도뿐만 아니라 엔터프라이즈용으로 이용되어 비즈니스의 새로운 수단으로 발전하고 있다. 또한 개인이 보유하는 단말기의 수도 증가하여 개인의 동일한 정보가 여러 단말기에 분산되어 존재하는 경우도 많아졌다. 이러한 경우 데이터 동기화(data synchronization) 기능이 필요한데, 이는 다수의 단말기에 존재하는 동일한 데이터 항목에 대하여 갱신된 내용을 반영하고 데이터간의 버전 차이를 해결하여 가장 최신 값으로 일치시키는 중재 동작을 의미한다.

모바일 산업의 몇몇 선두 업체를 중심으로 하여 SyncML(Synchronization Markup Language) 그룹이 구성되었고 데이터 동기화를 위한 표준 프로토콜인 SyncML이 제정되었다[1, 2]. 현재까지 발표된 SyncML은 동기화 대상으로서 주소록, 일정 관리와 같은 PIM 서비스를 지원하고 있으며, 이 외에도 전자 메일, 텍스트 메모장 등의 다양한 응용 서비스 타입으로 확장될 수 있다. 2002년 11월 기준으로 약 110여 개의 제품이 SyncML 그룹의 적합성 테스트 및 상호 연동성 테스트를 통과하였으며, 많은 업체와 기관들이 SyncML 회원으로서 활동하고 있다[1].

전세계적으로 많은 업체와 개발자들이 SyncML에 관심을 가지고 프로토콜 및 응용 서비스 개발을 활발하게 진행

※ 이 연구는 정보통신부 정보통신기초연구사업의 지원을 받아 수행됨.
† 정 회 원 : 한국수자원공사 정보관리실
†† 종신회원 : 충남대학교 전기정보통신공학부 교수
논문접수 : 2003년 7월 7일, 심사완료 : 2003년 12월 15일

하고는 있지만, 프로그램 개발 툴(tool)이나 테스트 기술, 표준 API(Application Program Interface) 정의, 데이터 충돌 시 해결 솔루션 등과 같은 지원 기술 개발은 미약한 실정이다. 현재까지 SyncML 개발을 위한 툴로써 업체에서 개발된 것으로는 Extended Systems사의 XTNDAccess™ SyncML SDK(Software Development Kit)[3]와 Starfish사의 TrueSync® SDK[4]가 있으며, 오픈 프로젝트 그룹에서 개발 중인 것으로는 SyncML SDK 프로젝트[5]와 Lib SyncML 프로젝트[6]가 있다. Extended Systems사의 XTNDAccess™ SyncML SDK는 클라이언트 응용을 개발하기 위한 툴킷이고, TrueSync® SDK는 데스크탑(desktop) 기반의 제품으로서 데이터 동기화 기능을 갖는 모듈을 개발하기 위한 소프트웨어 툴이다. 후자의 SyncML SDK와 LibSyncML 프로젝트는 단지 여러 디바이스 플랫폼에서 PIM 데이터 동기화를 위한 응용 서비스를 개발하기 위해 C와 C++로 스펙의 일부를 구현해 놓은 정도이다. 많은 업체들이 SyncML 개발에 관심을 갖고는 있지만 이에 비해 동기화 서버 또는 클라이언트 개발 툴킷(toolkit)용 솔루션은 매우 적고 다양하지 못하며, 특히 서버 응용 개발을 위한 툴은 더욱 그렇다.

SyncML 규격에 의해 클라이언트와 서버 사이에 동일한 방법으로 데이터 변경 정보를 표현하고 전달할 수 있는 기반이 마련되지만, 각 응용 서비스마다 필요한 동기 시나리오를 구현하거나 룰(rule)에 따라 표준 언어를 사용하여 동기 정보를 기술하는 것은 응용 서비스 개발자가 담당해야 한다. 결국 개발자 입장에서는 하위 계층 프로토콜이 표준화되어도 응용 개발을 위한 환경이 지원되지 않으면 개발에 많은 시간이 소요되며, 구현된 응용 서비스 정보의 호환성이 보장되지 않을 가능성이 있다.

본 논문에서는 이러한 제약을 완화하는데 기여하기 위하여 SyncML 서버 개발자들이 응용 서비스를 신속 정확하게 구현할 수 있도록 SDE(Service Development Environment)라는 통합 개발 환경을 설계하고 구현하였다. 구현된 통합 개발 환경에는 여러 응용 서비스에서 공통적으로 이용되는 데이터 동기 기능을 라이브러리 형태로 제공하고, 응용 서비스의 확장 시에 필요한 많은 작업들을 자동 생성하는 기능의 툴을 제공한다. 본 연구를 위해 우선 이미 구현된 SyncML 서버인 CNU SyncML Server 3.3을 바탕으로 하여, 응용 서비스에 종속적인 부분을 분석한 후 다른 응용 서비스에도 공통적으로 이용되는 부분을 일반화하여 Sync Library로 패키지화 하였으며, 응용 서비스 확장 시 수반되는 많은 일련의 작업들을 정리하고 체계화하여 프로그램 코드를 자동 생성하는 SEG(Sync Engine Generator) 툴을 설계하고 구현하였다. 또한 본 연구 결과의 실용성을 입증하기 위해 SDE를 이용하여 CNU SyncML Server 3.3.1을 구현하였으며, 여러 가지 동기화 시험과 CNU SyncML Server 3.3과의 성능 평가를 수행하였다. 본 연구를 통해 SyncML 개발자들은 응용 서비스 확장 시에 많은 개발 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구로서 SyncML과 본 연구팀이 이미 구현한 SyncML 서버인 CNU SyncML Server에 대하여 간단히 소개한다. 3장에서는 CNU SyncML Server 3.3을 바탕으로 응용 서비스 종속적인 부분을 분석하고, SyncML 응용 서비스를 위한 통합 개발 환경인 SDE와 그 구성 요소인 Sync Library와 SEG 툴의 설계 및 구현 내용에 대하여 기술한다. 4장에서는 SDE를 이용하여 개발한 SyncML 동기 서버인 CNU SyncML Server 3.3.1에 대하여 설명하고, 5장에서는 여러 가지 적합성 시험 및 SyncML 클라이언트와의 연동성 시험을 수행함으로써 SDE와 이를 기반으로 구현된 CNU SyncML Server 3.3.1의 검증과 성능 평가 및 분석을 하고 마지막으로 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

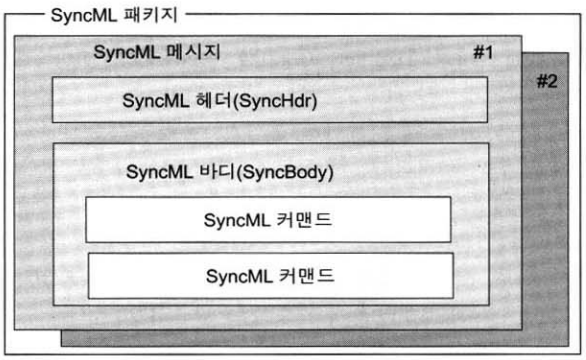
관련 연구로서 데이터 동기화의 표준 프로토콜인 SyncML(Synchronization Markup Language)과, 본 논문의 응용 서비스를 위한 분석 대상 및 성능 평가의 대상이 되며 SyncML 규격을 기반으로 이미 구현한 SyncML 동기 서버인 CNU SyncML Server에 대하여 기술한다.

2.1 SyncML

데이터 동기화는 서로 다른 디바이스 및 어플리케이션 간의 동일한 데이터 항목에 대하여 갱신된 내용을 반영하고 데이터간의 버전 차이를 해결하여 가장 최신 값으로 일치시키는 중재 동작을 의미한다. 2000년 2월에 IBM, Lotus, Motorola, Nokia, Palm, Psion, Starfish Software 등의 전 세계 모바일 관련 업체를 중심으로 SyncML 그룹이 구성되었어 데이터 동기화를 위한 표준 프로토콜인 SyncML 규격을 제정하였다[1, 2]. SyncML이란 임의의 네트웍 상에서 서로 다른 디바이스 및 응용 서비스 간에 데이터를 일치시켜 주기 위한 국제 표준 언어이며, XML(Extensible Markup Language) 기반으로 표현된 메시지를 서버와 클라이언트간에 주고 받음으로써 데이터 동기화를 수행하는데 표현 프로토콜(Representation Protocol)[7], 동기화 프로토콜(Synchronization Protocol)[8] 그리고 전송 프로토콜 바인딩(Transport Protocol Binding)[9]으로 구성된다.

SyncML *데이터 표현 프로토콜*은 동기화를 위한 XML DTD(Document Type Definition)를 정의하고 있는 SyncML 메시지에 대한 구조체 규약이다((그림 1))[7, 10]. 메시지는 헤더 요소 타입(SyncHdr)과 바디 요소 타입(SyncBody)으로 정의된다[11]. SyncML 헤더에는 SyncML 버전 정보, 인증 정보 및 SyncML 메시지가 전송될 타겟 주소 및 전송을 요구한 소스 주소가 포함된다. SyncML 바디는 하나 또는 그 이상의 SyncML 커맨드를 포함하는 컨테

이너 역할을 한다. 동기화를 수행하기 위하여 SyncML 메시지는 하나 혹은 그 이상으로 구성될 수 있으며, 이를 SyncML 패키지라고 하는 논리적인 개념으로 정의한다.



(그림 1) SyncML 메시지 구조

SyncML은 데이터 동기화를 위하여 표현 프로토콜에 다양한 커맨드를 정의하고 있다. 크게 동기화 요청을 위한 커맨드와 동기화 처리에 대한 응답 커맨드로 구성된다. 다음의 <표 1>은 SyncML 커맨드의 종류를 기능별로 분류한 것이다.

〈표 1〉 SyncML 커맨드 종류

종 류	역 할	커 맨 드
요청 커맨드	데이터 동기화	ADD, REPLACE, DELETE, COPY, MAP, EXEC, SEARCH
	초기화	ALERT
	디바이스 정보	GET, PUT
	컨테이너	ATOMIC, SEQUENCE, SYNC
응답 커맨드		STATUS, RESULTS

SyncML *동기화 프로토콜*은 클라이언트와 서버 간의 SyncML 메시지 교환 방법 및 절차, 동기화 수행 방법 그리고 동기화 타입을 정의한다[8]. 동기화 수행을 위하여 변경 기록 정보, Sync Anchor 정보, 데이터 아이템에 대한 식별자 맵핑(mapping) 정보가 중요한 역할을 한다. 각 디바이스는 자신의 데이터베이스 내에서의 변경 사항 정보를 유지함으로써 동기화 수행을 추적할 수 있다. 변경 기록 정보(Change Log Information)는 데이터의 추가, 수정, 삭제를 구분할 수 있는 변경된 타입에 대한 정보를 포함한다. 클라이언트나 서버는 데이터를 동기화 할 때 바로 이전의 마지막 동기 시점을 확인하는 작업이 필요하며, 이를 위해 SyncML은 Sync Anchor 정보를 사용한다. Sync Anchor는 가장 마지막으로 동기화를 마친 시점을 기록하는 'Last' Sync Anchor와 현재 진행 중인 동기화 시점을 알려주는 'Next' Sync Anchor 두 가지가 있다.

SyncML 클라이언트와 서버는 시스템 자원 및 성능의 차이로 동일 데이터 아이템에 대하여 부여하는 식별자(identifier)의 범위가 다를 수 있다. 서버측에서 데이터 아이템에 대하여 사용하는 식별자를 GUID(Global Unique Identifier)라 하고, 클라이언트측에서 사용하는 식별자를 LUID(Locally Unique Identifier)라고 한다. 서버는 동일한 데이터 아이템임을 알기 위하여 각 GUID와 LUID를 맵핑시키기 위한 테이블을 유지해야 한다.

SyncML 동기화 프로토콜은 7가지 동기화 모드를 정의한다. *Two-way Sync* 모드는 서버와 클라이언트가 변경된 정보를 서로 교환하는 일반적인 동기화 종류이며, *Slow Sync* 모드는 Two-way Sync 방식의 일종으로서 하나 이상의 데이터베이스 내에 있는 모든 데이터 아이템들은 항목별로 서로 비교한다[9]. 주로 클라이언트나 서버가 변경 기록 정보를 잃어버렸거나 마지막 동기화 시점이 서로 일치하지 않을 경우에 사용된다. *One-way Sync from Client Only Sync* 모드는 클라이언트만 자신의 변경 사항을 서버에게 보내고 서버는 자신의 변경 사항을 클라이언트에게 알리지 않는 동기화 종류이며, *Refresh Sync from Client Only Sync* 모드는 One-way Sync from Client Only Sync의 특별한 경우로서 클라이언트에 있는 모든 데이터 아이템을 서버에게 보내는 방식이다. *One-way Sync from Server Only Sync* 모드는 반대로 서버만 자신의 변경 사항을 클라이언트에게 보내고 클라이언트는 자신의 변경 사항을 서버에게 알리지 않는 동기화 종류이며, *Refresh Sync from Server Only Sync* 모드는 One-way Sync from Server Only Sync의 특별한 경우로서 서버에 있는 모든 데이터 아이템을 클라이언트에게 보내는 방식이다. *Server Alerted Sync* 모드는 동기화를 수행하기 위해 서버가 먼저 클라이언트에게 동기화를 요청하는 방법이다.

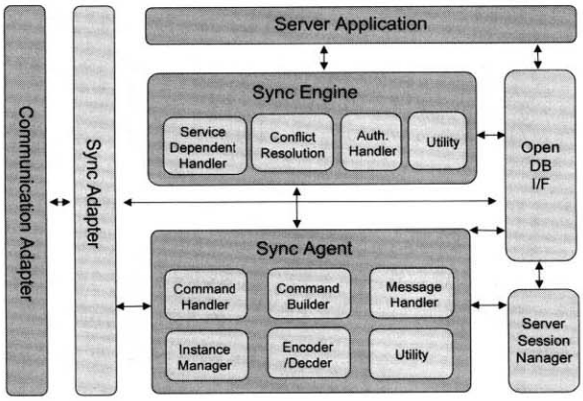
SyncML *전송 프로토콜 바인딩*은 메시지를 전송을 위하여 HTTP, WSP(Wireless Session Protocol), OBEX(OBject EXchange Protocol) 등과 같은 기존의 전송 프로토콜들을 이용할 수 있도록 바인딩 규칙을 정의한 것이다. 데이터 표현 프로토콜과 동기화 프로토콜이 전송 프로토콜에 독립적이므로 향후 다른 전송 프로토콜과의 바인딩이 가능하다[9-11].

2.2 CNU SyncML Server

본 연구팀은 별도의 연구에서 SyncML 규격을 따르며 다수의 단말기로부터의 다양한 동기화 요구를 처리하고 서버의 변경 사항을 반영할 수 있는 SyncML 서버(CNU SyncML Server)를 개발한 바 있다. CNU SyncML Server는 구조적인 특징에 따라 버전이 2.0부터 3.3까지 몇가지 버전이 구현되었는데 그 중 비교 대상이 되는 CNU SyncML Server 3.3의 구조와 특징에 대하여 설명하도록 한다.

CNU SyncML Server 3.3은 (그림 2)와 같이 총 7개의 프레임으로 구성되어 있는데, Session Manager와 Commu-

nication Adapter는 독립적인 프로세스 형태로 구현되었으며, 나머지 각 프레임은 DLL(Dynamic Link Library)로 구현되었다. SyncML 클라이언트와 서버의 통신은 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol) 프로토콜[9]을 이용하였다.



(그림 2) CNU SyncML Server 3.3의 구조

Server Application은 서버측에서 서버 데이터베이스를 접근하여 직접 데이터베이스의 데이터를 변경하거나 서버 내의 정보를 검색하는 등의 작업을 용이하게 하기 위한 GUI (Graphic User Interface) 툴이다. 실제 클라이언트와의 데이터 동기화를 수행하는 Sync Agent 및 Engine 등의 모듈과는 독립적이다.

Communication Adapter 프레임은 클라이언트와 서버간의 전송 바인딩을 지원[10, 12]하는 프레임이다.

Sync Adapter 프레임은 Communication Adapter로부터 SyncML 메시지를 전송 받으며, 메시지 처리를 위한 작업 공간 및 인스턴스를 생성하고 Sync Agent을 호출한다.

Sync Agent 프레임은 SyncML 프로토콜을 구현한 것이며 응용 서비스에 비종속적이다. Sync Agent는 Command Handler, Command Builder, Message Handler, Instance Manager, Encoder/Decoder, Utility 모듈로 구성된다. Command Handler 모듈은 실제적으로 동기화를 수행하는데 있어서의 동작 흐름을 제어하고 있는 모듈로서, 전체적인 동기화 메커니즘을 실행한다. Sync Engine에게 관련 데이터 정보를 넘겨주고 해당 데이터베이스에 데이터를 반영하도록 지시한다. 또한 Session Manager에 커맨드와 처리 상태 정보를 등록하는 기능을 한다. Command Builder 모듈은 STATUS 커맨드와 서버 내의 변경 사항을 알리기 위해 클라이언트에게 보낼 커맨드를 생성한다. Message Handler 모듈은 Command Handler로부터 요구되어진 커맨드에 대한 리스트 관리와 이에 대한 상태 정보 유지를 한다. Instance Manager 모듈은 인스턴스의 생성, 종료, 관리를 담당하며, 다른 프레임들이 인스턴스의 버퍼를 접근하여 검색할 수 있는 인터페이스를 제공한다. Encoder/Decoder 모듈은 클라이언트로부터 받은 메시지를 커맨드 별로 파싱하는 기능과 보낼 메시지를 Representation 프로토콜에 맞게 조립하는 역할을 담당하며, Utility 모듈은 SyncML 메시지 타입의 변환 및 SyncML DTD 구조체에 대한 메모리 해제 등의 유틸리티를 제공한다.

Sync Engine 프레임은 서비스 정책에 종속적이며, Service Dependent Handler, Conflict Resolution, Authentication Handler, Utility 모듈로 구성된다[13]. Service Dependent Handler 모듈은 데이터 동기화 시에 응용 서비스 종속적인 부분을 처리하는 모듈로서 서비스의 확장성을 고려하여 설계되었다. Conflict Resolution 모듈은 동기화를 요청한 디바이스로부터 온 데이터가 서버에 있는 데이터와 충돌할 경우, 이를 해결하기 위한 정책을 구현한다. Authentication Handler 모듈은 동기화를 요청한 디바이스가 서버에 등록되어 있는 정당한 사용자인지를 검증하는 기능을 제공하며, Utility 모듈은 문자열 생성 및 제어 기능, 데이터 토큰화 기능과 기타 공통적으로 이용 가능한 유틸리티를 제공하는 모듈이다.

ODBI(Open Database Interface) 프레임은 데이터를 저장하기 위한 데이터베이스와의 인터페이스 역할을 한다[14].

Session Manager 프레임은 동기화를 위한 세션을 유지하고 관리하는 기능을 담당한다. SyncML 서버는 동기화를 위하여 세션이 시작되어서 종료할 때까지 필요한 정보를 유지하고 있어야 하는데 Session Manager 프레임이 이런 역할을 담당한다. Session Manager 프레임은 독립된 프로세스로 구성되며 서버에 데몬(daemon)처럼 항상 실행된 상태로 되어 있다. 또한 동기화 수행에 필요한 세션 정보를 메모리에서 직접 관리하게 된다[15]. 즉, SyncML 서버는 클라이언트로부터 요청 메시지를 받으면 세션 매니저에 새로운 세션을 생성하여 클라이언트로부터 받은 요청 메시지에서 필요한 정보를 등록하고, 서버가 클라이언트에게 보낼 응답 메시지 생성에 필요한 정보들도 관리한다. 클라이언트와 서버 간에 동기화 작업에 필요한 데이터는 세션 매니저로부터 얻을 수 있으며, 모든 동기화 작업이 끝날 때 세션 매니저에 있는 해당 세션의 정보를 삭제하고 세션 종료를 하게 된다.

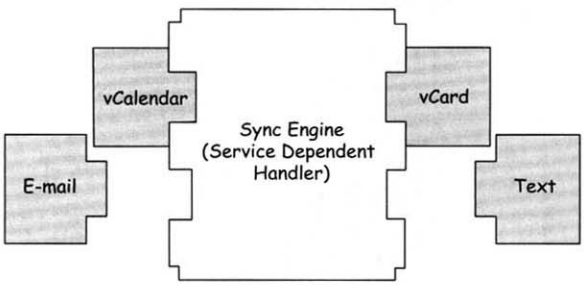
3. SDE의 설계 및 구현

서론에서 언급하였듯이 많은 업체나 개발자들이 활발히 SyncML 응용 서비스 개발을 진행하고는 있지만, 프로그램 개발 툴이나 테스트 기술, 표준 API 정의, 데이터 충돌 시 해결 솔루션 등과 같은 기반 기술의 개발은 미약한 실정이다. 이에 본 논문에서는 SyncML 응용 서비스를 신속 정확하게 구현할 수 있는 통합 개발 환경을 설계 및 구현하였다.

3.1 서버의 응용 서비스 종속성 분석

SyncML은 일정 관리나 주소록 서비스 이외에도 전자

메일, 메시지, 텍스트 메모장 등 여러 가지 응용 서비스에 적용할 수 있다. 2장에서 살펴본 CNU SyncML Server 3.3은 vCard 포맷의 주소록 서비스와 vCalendar 포맷의 일정 관리 서비스에 대하여 동기화를 지원하며, 새로운 응용 서비스를 추가하려 할 때 응용 서비스 종속적인 부분을 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈에 추가하면 되도록 설계되었다. 즉 SyncML 프로토콜을 구현한 Sync Agent 프레임과는 무관하다. 이는 응용 서비스의 확장성을 고려한 것이며, 적은 비용으로 신속하게 서비스를 적용할 수 있도록 설계된 것이다[13].



(그림 3) 응용 서비스 확장성을 고려한 Sync Engine 프레임

이 구조가 응용 서비스에 대하여 최대한으로 확장성은 고려되어 있지만, 개발자는 서비스를 확장할 때마다 반복적인 일련의 작업을 거쳐야 한다. 예를 들면, 응용 서비스에 대한 데이터베이스 테이블 추가, Sync Engine 프레임과 데이터베이스와 인터페이스하기 위한 API 추가, Sync Agent 프레임과 Sync Engine 프레임의 인터페이스를 위한 API 추가 등이다. 응용 서비스와 관련된 인터페이스 API들은 서비스 종류에 따라 구체적으로 입출력 파라미터, 데이터 구조체, 데이터베이스 테이블의 속성(attribute)들은 다르지만, 궁극적으로 응용 서비스마다 필요한 API들의 기능과 결과는 동일하다. 따라서 각 API들을 기능별로 분류하고 다른 응용 서비스에도 이용 가능하도록 일반화하여 공통적인 기능을 라이브러리화할 수 있다.

CNU SyncML Server 3.3에서 응용 서비스에 영향을 받는 영역을 크게 데이터베이스와 동기를 위한 프로그램 코드 두 가지로 분류할 수 있다. 전자의 경우 "ADDRESS-BOOK", "CALENDAR" 테이블과 같이 각 응용 서비스의 컨텐츠(contents) 저장을 위한 데이터베이스 테이블과 각 응용 서비스 식별자와 테이블 이름을 데이터로 포함하는 나머지 테이블들이다. 후자의 경우 응용 서비스의 데이터 구조체, 컨텐츠를 데이터베이스 테이블에 저장하기 위한 인터페이스인 ODBI API, 응용 서비스에 대한 커맨드 처리를 위한 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈 그리고 기타 유틸리티를 위한 Sync Engine 프레임의 Utility 모듈이다.

다음 (그림 4)는 CNU SyncML Server 3.3의 경우 응용 서비스 종속적인 프로그램 코드의 일부이다. Service Dependent Handler 모듈의 응용 서비스별 데이터를 검색하기 위한 sdhFindEntry( ) 함수인데, 점선으로 표시된 부분이 바로 응용 서비스 종속적인 코드이다. dbID가 "C"인 경우, 즉 응용 서비스가 일정 관리 서비스일 때 DbCalendarEntry_t 타입의 데이터 구조체 크기만큼 메모리를 할당하고(9라인), odbiCalFindEntry( ) 함수를 호출하여 검색된 데이터를 얻고(11라인), pObj 구조체에 응용 서비스의 속성을 지정한다(15라인~17라인). 응용 서비스가 주소록 서비스인 경우에도 데이터 구조체, 호출하는 ODBI API, pObj의 속성 값은 다르지만 같은 방식으로 데이터를 검색한다(28라인~36라인). 따라서 데이터 구조체, ODBI API, pObj의 속성 값을 파라미터화하면 두 응용 서비스 모두 sdhFindEntry( ) 함수의 기능을 공통적으로 이용할 수 있다.

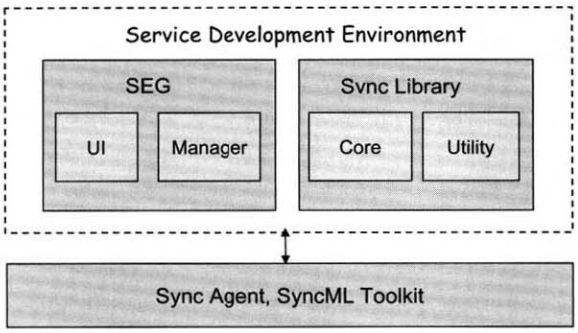
이러한 방식으로 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈과 Utility 모듈을 여러 응용 서비스에서 이용 가능하도록 일반화하고 공통되는 기능을 라이브러리화 할 수 있으며, 응용 서비스 관련된 데이터베이스 테이블, 데이터 구조체 그리고 ODBI API들은 개발자로부터 프로그램 코드 및 테이블 생성에 필요한 입력을 받아 자동 생성할 수 있다.

```
1  // This is used to retrive the data item of an application service
2
3  Ret_t ServiceDependHandler::sdhFindEntry
4  (HDBC hdbc, HENV henv, String_t UserID, String_t dbID, Short_t deviceID, Long_t guidNum, DataObjectPtr_t pObj)
5  {
6    /*-------------------------------------------------------*/
7    if ( !strcmp ( dbID , "C" ) )
8    {
9      DbCalendarEntryPtr_t pCalendarEntry = (DbCalendarEntryPtr_t) malloc (sizeof (DbCalendarEntry_t)) ;
10     ..........................................................
11     rc = odbiCalFindEntry ( hdbc , henv , UserID , guidNum , pCalendarEntry );
12     ..........................................................
13     if (rc == ODBI_OK)
14     {
15       pObj->objectType = OBJECT_SDA_CALENDAR ;
16       pObj->length = sizeof (pCalendarEntry) ;
17       pObj->pContent = (VoidPtr_t) pCalendarEntry ;
18
19       ret = SML_RESP_OK ;
20     }
21     else
22     {
23       /*-----------------------------------------------------*/
24     }
25   }
26   else if ( !strcmp ( dbID , "A" ) )
27   {
28     DbAddressEntryPtr_t pAddressEntry = (DbAddressEntryPtr_t) malloc (sizeof (DbAddressEntry_t)) ;
29     ..........................................................
30     rc = odbiAddressFindEntry ( hdbc , henv , UserID , guidNum , pAddressEntry );
31     ..........................................................
32     if (rc == ODBI_OK)
33     {
34       pObj->objectType = OBJECT_SDA_ADDRESS ;
35       pObj->length = sizeof (pAddressEntry) ;
36       pObj->pContent = (VoidPtr_t) pAddressEntry ;
37
38       ret = SML_RESP_OK ;
39     }
40     else
41     {
42       /*-----------------------------------------------------*/
43     }
44   }
45   return ret;
46 }
47
```

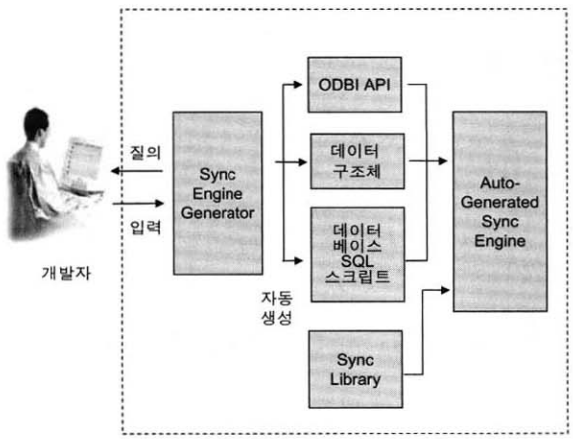
(그림 4) 응용 서비스 종속적인 프로그램 코드(일부)

분석된 결과를 바탕으로 (그림 5)와 같은 구조를 갖는 SDE(Service Development Environment)를 설계하였다. SDE는 SyncML 서버 개발자가 응용 서비스 확장을 위해 필요한 통합 개발 환경이며, 다양한 응용 서비스의 확장에 공통적으로 이용될 수 있는 Sync Library와 코드 및 환경을 자동으로 생성하는 툴인 SEG(Sync Engine Generator)로 구성된다. SEG 툴을 이용하여 코드 생성에 필요한 최소한의 입력을 하면 ODBI API, 데이터 저장 구조체, 데이터

베이스 테이블 관련 SQL 스크립트가 생성된다. 개발자는 생성된 결과와 함께 Sync Library의 API를 이용하여 편리하고 신속하게 Sync Engine을 생성할 수 있다((그림 6)).



(그림 5) SDE의 구조



(그림 6) SDE를 이용한 Sync Engine 개발

3.2 Sync Library

Sync Library는 여러 응용 서비스에서 공통적으로 이용되는 기능을 (그림 4)에서 설명한 방법으로 일반화하여 라이브러리 형태로 설계하였으며, 기능적으로 동기화를 위한 커맨드 및 데이터 처리를 위한 Core 모듈과 응용 서비스 처리 및 기타 범용적으로 이용 가능한 기능의 Utility 모듈로 구성된다.

Core 모듈은 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈의 기능을 일반적 API로 확장한 것이며, 주된 기능은 커맨드 처리(command processing)와 데이터 처리(data processing)이다. 커맨드 처리는 응용 서비스의 동기 요구 메시지 중에서 ADD, REPLACE, DELETE, COPY 커맨드에 대한 처리 및 해당 컨텐츠를 검색하는 기능을 한다. 데이터 처리는 vCard, vCalendar 등의 응용 서비스 포맷을 서버가 처리 가능한 데이터 포맷으로 디코딩(decoding)하고 반대의 경우에 인코딩(encoding) 및 응용 서비스 컨텐츠에 대해 항목별로 비교하는 기능을 한다. <표 2>는 Core 클래스의 주요 메소드와 기능에 대하여 기술한 것이다.

〈표 2〉 Core 클래스의 메소드

메 소 드	설 명
slibInit	데이터베이스 핸들 값, 사용자 ID, 디바이스 ID값을 초기화
cmdFindEntry	응용 서비스 타입의 GUID에 해당하는 엔트리를 검색
cmdAddEntry	응용 서비스 타입에 따라 새로운GUID 번호를 얻어 데이터베이스 테이블에 해당 데이터를 추가 (ADD 커맨드의 처리)
cmdReplaceEntry	응용 서비스 타입에 따라 데이터를 변경 (REPLACE 커맨드의 처리)
cmdDeleteEntry	응용 서비스 타입에 따라 데이터를 삭제 (DELETE 커맨드의 처리)
cmdCopyEntry	응용 서비스 타입에 따라 원본 GUID에 해당하는 데이터 아이템을 새로운 데이터 아이템으로 복사 (COPY 커맨드의 처리)
datEncode	내부 구조체 포맷의 컨텐츠를 응용 서비스 타입 관련 포맷으로 인코딩
datDecode	응용 서비스 타입 관련 포맷으로 인코딩되어 있는 컨텐츠를 내부 구조체 포맷으로 디코딩
datCompare	응용 서비스 타입별 원본 엔트리와 대상 엔트리를 각 항목별로 비교

Utility 모듈은 문자열 생성 및 제어 기능, 응용 서비스별 컨텐츠의 토큰(token)화 기능 및 기타 서버의 다른 프레임에서 범용적으로 이용 가능한 유틸리티 기능을 제공한다. <표 3>은 Utility 클래스의 주요 메소드와 기능에 대하여 기술한 것이다.

〈표 3〉 Utility 클래스의 메소드

메 소 드	설 명
utParseURI	절대 또는 상대 경로로 된 URI로부터 서비스 타입과 LUID값을 얻음
utBuildURI	서비스 타입과 LUID값으로 모드에 적합한 URI를 생성
utGetdbIDfromGuid	소스 주소 값으로부터 GUID값과 서비스 식별자를 분리
xutMakeUTC	로컬 현재 시간을 UTC 타임 포맷으로 변환
utChopNull	문자열에서 널(Null) 문자 제거
utGetToken	주어진 문자열로부너 구분자와 토큰 값을 얻음
utTokenize	서비스 타입의 데이터를 토큰화

Sync Library는 Windows 2000 운영 체제와 C++ 언어와 Microsoft Visual Studio C++ 개발 툴을 이용하여 구현하였다. 정적 라이브러리(static library)로 형태로 구현되었고, SyncML 서버 개발자는 링크하여 쉽게 라이브러리의 API를 이용할 수 있다. Sync Library는 Core 클래스와 Utility 클래스로 구성된다.

다음 (그림 7)은 Core 클래스의 일부 코드이며, 응용 서비스의 데이터 아이템을 검색하기 위한 cmdFindEntry( )

함수이다. getServiceType( ) 함수를 이용하여 정의된 응용 서비스 코드 타입을 얻은(8라인) 후, 서버 개발자에 의해 등록된 해당 응용 서비스의 콜백(callback) 함수를 호출한다(15라인). 그리고 DataObject_t 타입의 pObj 구조체에 응용 서비스의 속성 값을 지정하는 기능은 호출되어진 ODBI API에서 하도록 하여 특정 응용 서비스의 구조체를 사용하지 않도록 구현하였다. Sync Library의 cmdFindEntry( ) 함수에서는 findFunc 함수 포인터를 사용하여 해당 응용 서비스의 콜백 함수를 호출하기 때문에 특정 응용 서비스 타입에 종속적이지 않다. 또한 ODBI API 함수 인자에 검색된 데이터를 가져오기 위한 특정 응용 서비스 타입의 구조체를 넘기지 않고, DataObject_t 타입의 pObj를 사용한다. DataObject_t 타입의 구조체는 응용 서비스 타입, 컨텐츠 크기 그리고 컨텐츠 내용을 멤버 변수로 취하므로 응용 서비스가 주소록이든 일정이든 상관 없이 사용할 수 있다. ADD, REPLACE, DELETE, COPY 커맨드 그리고 데이터 아이템 검색을 위한 처리도 이와 같은 방식으로 특정 응용 서비스 타입에 국한되지 않도록 구현하여 여러 응용 서비스에서 공통적으로 이용 가능하도록 하였다.

```
// This is used to retrive the data item of an application service
Ret_t CCore::cmdFindEntry(String_t dbID, Long_t guidNum, DataObjectPtr_t pObj)
{
  Ret_t  ret  = SML_RESP_INIT;
  Ret_t  rc = SML_RESP_INIT;

  sllbServiceType_t sType = getServiceType(dbID);
  ..........................................................
  if(sType == SLIB_UNKNOWN)
  {
    return SML_RESP_UNSUPPORTED_MEDIA;
  }

  rc = pODBI[sType].findFunc ( xcriteria.buffer , xcriteria.bsize , xcriteria.xcriID , guidNum , pObj );
  if (rc == ODBI_OK)
  {
    ret = SML_RESP_OK ;
  }
  else
  {
    pObj = NULL ;
    if (rc == ODBI_NO_ENTRY)
      ret = SML_RESP_NO_ENTRY ;
    else
      ret = SML_RESP_COMMAND_FAILED ;
  }
  return ret;
}

// This is used to get the service type of an application service
sllbServiceType_t CCore::getServiceType(String_t dbID)
{
  if ( !strcmp ( dbID , "C" ))
    return SLIB_VCALENDAR;
  else if( !strcmp ( dbID , "A" ))
    return SLIB_VCARD;
  else
    return SLIB_UNKNOWN;
}
```

(그림 7) Core 클래스의 구현 코드(일부)

3.3 SEG

SEG 툴은 툴의 사용자인 SyncML 개발자로부터 GUI를 통해 최소한의 필요한 사항만 입력 받아 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 그리고 ODBI API 코드를 생성함으로써 개발자가 SyncML 응용 서비스 프로그램을 빠른 시간 내에 편리하게 개발할 수 있도록 지원한다. 크게 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성 기능과 ODBI API 생성 기능으로 나뉜다.

<표 4>는 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성을 위해 개발자로부터 입력을 요구하는 최소한의 항목으로서 응용 서비스에 종속적인 사항들이다. 응용 서비스의 이름과 식별자는 공통적으로 필요한 항목이고, 데이터 구조체의 이름 및 구조체 멤버의 속성 그리고 데이터베이스 테이블 이름 및 테이블 속성 정보를 입력받는다.

〈표 4〉 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성을 위한 요구 항목

요구 항목	데이터 구조체	데이터베이스 테이블
응용 서비스 이름	공통	공통
응용 서비스 식별자	공통	공통
데이터 구조체 이름	○	
데이터 구조체 포인터 여부	○	
구조체 멤버 변수 이름	○	
구조체 멤버 변수 타입	○	
구조체 멤버 변수 길이	○	
테이블 이름		○
테이블 컬럼 이름		○
테이블 컬럼 타입		○
테이블 컬럼 길이		○
기본 값		○
Primary Key 여부		○
Not Null 여부		○

요구 항목에 대한 입력 후 다음 <표 5>의 결과물이 생성된다.

〈표 5〉 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성 결과물

생성 항목	데이터 구조체	데이터베이스 테이블
로그 파일(.log)	공통	공통
데이터 구조체 정의 파일 (.h)	○	
SQL 스크립트 파일 (.sql)		○

다음의 <표 6>과 <표 7>은 ODBI API 생성을 위해 필요한 최소한의 입력 요구 항목과 생성 결과물이다. 앞 절의 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성을 위해 입력된 정보를 함께 이용하여 응용 서비스 컨텐츠 정보를 추가, 변경, 삭제, 검색을 위해 필요한 C 언어 기반의 ODBI API 소스 파일과 헤더 파일을 생성한다.

〈표 6〉 ODBI API 생성을 위한 요구 항목

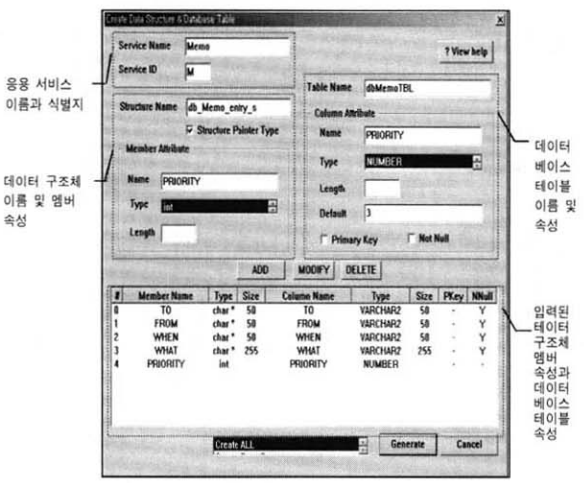
요구 항목
응용 서비스 이름
응용 서비스 식별자
컨텐츠 추가를 위한 함수 생성 여부
컨텐츠 변경을 위한 함수 생성 여부
컨텐츠 삭제를 위한 함수 생성 여부
컨텐츠 검색을 위한 함수 생성 여부

〈표 7〉 ODBI API 생성 결과물

생성 항목
로그 파일(.log)
ODBI API 정의 파일 (.h)
ODBI API 소스 파일 (.c)

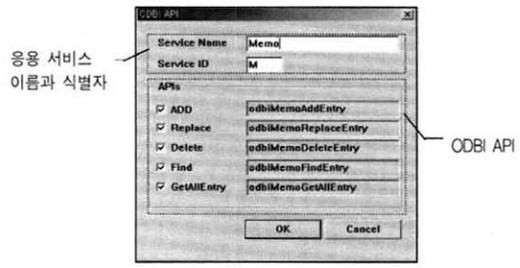
SEG 툴은 Windows 2000 운영 체제와 MFC(Microsoft Foundation Class library) 기반의 C++ 개발 언어와 Microsoft Visual Studio C++ 개발 툴을 이용하여 구현하였다.

다음의 (그림 8)은 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성을 위한 입력 화면이다. 응용 서비스의 이름과 식별자, 데이터 구조체의 이름과 멤버의 속성, 데이터베이스 테이블 이름과 속성을 입력한 후 ADD 버튼을 누르면 아래 리스트로 추가되고, MODIFY 버튼과 DELETE 버튼을 누르면 각각의 속성을 변경하고 삭제할 수 있다. 데이터 구조체 멤버의 속성은 멤버의 이름, 변수의 타입, 변수의 길이로 구성되며, 테이블 속성은 컬럼의 이름, 컬럼의 타입, 컬럼의 길이, 기본 값, 기본 키 지정, Not Null 지정으로 구성된다. 사용자의 편리성을 위해서 주어진 명명 규칙(naming convention)에 따라 응용 서비스 이름을 입력하면 응용 서비스 식별자, 구조체 이름, 데이터베이스 테이블 이름을 자동 생성하여 기본 값으로 보여주고, 데이터 구조체의 멤버 속성을 입력하면 자동으로 상응하는 테이블 속성 값을 생성하여 기본 값으로 보여준다.



(그림 8) 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성을 위한 입력화

ODBI API 생성을 위한 입력 화면은 (그림 9)과 같다. 응용 서비스의 이름(Service Name 필드), 서비스 식별자(Service ID 필드), 각 ODBI API의 생성 여부를 입력 받고 명명 규칙(naming convention)에 따라 각 ODBI API의 이름을 자동 생성하여 기본 값으로 보여준다.



(그림 9) ODBI API 생성을 위한 입력 화면

다음은 메모장 서비스를 위해 SEG 툴을 사용하여 생성된 파일의 내용이다. (그림 10)의 데이터 구조체 정의 파일과 (그림 11)의 SQL 스크립트 파일은 SEG 툴의 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성 기능을 이용한 결과이고, (그림 12)의 ODBI API 소스 파일은 ODBI API 생성 기능을 이용한 결과이다.

```
/*-------------------------------------------------------------
    Structure Name : db_Memo_entry_s
    Description    : MEMO service
-------------------------------------------------------------*/

typedef struct db_Memo_entry_s{
  unsigned long int  guidNum;
  char *  TO;
  char *  FROM;
  char *  WHEN;
  char *  WHAT;
  int     PRIORITY;
  struct db_Memo_entry_s  *next;
} *DbMemoEntryPtr_t, DbMemoEntry_t;
```

(그림 10) 생성된 데이터 구조체 정의 파일

```
/*-------------------------------------------------------------
    TABLE Name: dbMemoTBL
-------------------------------------------------------------*/

DROP TABLE dbMemoTBL CASCADE CONSTRAINTS;

CREATE TABLE  dbMemoTBL (
  usrID  VARCHAR2(20)   NOT NULL,
  guidNum  NUMBER       NOT NULL,
  TO  VARCHAR2(50)      NOT NULL,
  FROM  VARCHAR2(50)    NOT NULL,
  WHEN  VARCHAR2(50)    NOT NULL,
  WHAT  VARCHAR2(255) NOT NULL,
  PRIORITY  NUMBER,

  CONSTRAINT IDX_dbMemoTBL
  PRIMARY KEY (usrID,guidNum )
);
```

(그림 11) 생성된 SQL 스크립트 파일

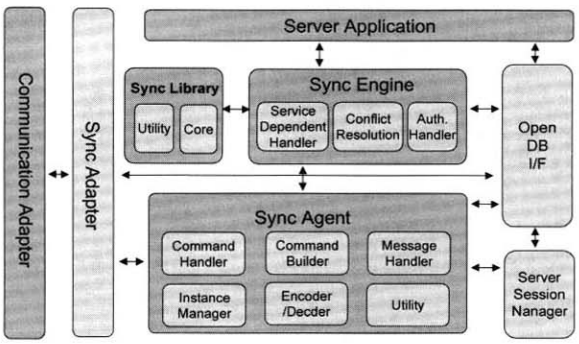
```
#include "Memo.h"
/*****************************************************************************/
/*                                                                           */
/* Function    : odbiMemoAddEntry                                            */
/* Description : Add Entry to Memo                                           */
/*                                                                           */
/*****************************************************************************/

DLLExport Ret_t odbiMemoAddEntry
(HDBC hdbc, HENV henv, String_t UsrID, Long_t guidNum, DataObjectPtr_t pObject)
{
    SQLHSTMT        hstat ;

    SQLCHAR SqlState[6], Msg[SQL_MAX_MESSAGE_LENGTH] ;
    SQLINTEGER NativeError ;
    SQLSMALLINT i, MsgLen ;

    Ret_t rc, ret;
    SQLRETURN rcl ;

    char query[MAX_STMT_LEN] ;


    DbMemoEntryPtr_t        pEntry = NULL;
    pEntry = (DbMemoEntryPtr_t)pObject->pContent;

    printf("odbiMemoAddEntry() started\n")

    rc = ODBI_INI() ;
    ret = ODBI_INI();

    i = 1 ;

    SQLAllocStat (hdbc, &hstat) ;

    strcpy(query, "INSERT INTO dbMemoTBL (usrID,guidNum,TO,FROM,WHEN,WHAT,PRIORITY ) VALUES ( ?,?,?,?,?,?,?) ");
    rc = SQLPrepare (hstat, query, SQL_NTS) ;
    if (rc != SQL_SUCCESS)
    {

        printf("ODBI:odbiMemoAddEntry :started\n");
        ret = ODBI_ERR_INTERNAL ;
    }
    else{

        SQLBindParameter (hstat, 1, SQL_PARAM_INPUT, SQL_C_CHAR, SQL_CHAR, strlen (UsrID), 0, UsrID, 0, NULL) ;
        SQLBindParameter (hstat, 2, SQL_PARAM_INPUT, SQL_C_SLONG, SQL_INTEGER, 0, 0, &guidNum, 0, NULL) ;


        if ( pEntry->TO )
            SQLBindParameter (hstat, 3, SQL_PARAM_INPUT, SQL_C_CHAR, SQL_CHAR, strlen(pEntry->TO), 0,TO, 0, NULL
        else
            SQLBindParameter (hstat, 3, SQL_PARAM_INPUT, SQL_C_CHAR, SQL_CHAR,  sizeof(char), 0, "", 0, NULL);
        if ( pEntry->FROM )
```

(그림 12) 생성된 ODBI API 소스 파일 (일부)

4. CNU SyncML Server 3.3.1의 설계 및 구현

구현된 SDE의 기능 검증을 위하여 우선 Sync Library와 SEG 툴을 이용하여 동기 서버인 CNU SyncML Server 3.3.1을 구현하였다. CNU SyncML Server 3.3.1의 구조는 CNU SyncML Server 3.3과 유사하며 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈에서 응용 서비스 종속적인 처리를 위하여 Sync Library의 API를 이용하고, 기존의 Sync Engine 프레임의 Utility 모듈은 Sync Library의 Utility 모듈의 API를 이용한다.

CNU SyncML Server 3.3.1은 Windows 2000 운영 체제, C와 C++ 언어, Microsoft Visual Studio C++ 개발 툴, Oracle 8i 데이터베이스를 이용하여 개발되었다.



(그림 13) CNU SyncML Server 3.3.1의 구조

CNU SyncML Server 3.3.1에서 제공하는 응용 서비스는 버전 3.3 서버와 동일한 주소록과 일정 관리 서비스이다. (그림 8)의 데이터 구조체 및 데이터베이스 테이블 생성을 위한 입력 화면과 (그림 9)의 ODBI API 생성을 위한 입력 화면에서 두 응용 서비스에 대한 정보를 입력한다. 응용 서비스 이름과 식별자에 대하여 주소록 서비스는 "ADDRESS-BOOK", "A"를 입력하고, 일정 관리 서비스는 "CALENDAR", "C"로 입력한다.

개발자는 Sync Engine 프레임에서 Sync Library의 API를 사용하기 전에 먼저 자신의 동기 서버의 ODBI API 중 변경 기록을 위한 것과 응용 서비스에 관련된 것들을 Sync Library의 Core 모듈에 콜백 함수(callback function)로 등록해 주어야 한다. Sync Library는 특정 응용 어플리케이션의 구조에 영향 받지 않으며 일반적이고 공통적으로 사용 가능한 라이브러리이므로, 이 절차는 해당 처리를 위해 자신의 동기 서버의 ODBI API가 호출될 수 있도록 하기 위한 것이다. (그림 14)는 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈 중 sdhLibRegister( ) 함수의 일부 코드이다. sdhLibRegister( ) 함수는 ServiceDependHandler 클래스의 생성자 함수에서 호출되며, 자신의 동기 서버의 변경 기록을 위한 ODBI API와 주소록과 일정 관리 서비스의 ODBI API를 콜백 함수로 등록한다.

```
1  // This is used to register the ODBI APIs at Core class
2
3  void ServiceDependHandler::sdhLibRegister()
4  {
5    // To register the ODBI APIs for ChangeLog
6
7    core.pComODBI.getNewIdFunc       = &odbiGetNewGuidNum;
8    core.pComODBI.clFindFunc         = &odbiChgLogFindEntry;
9    core.pComODBI.clAddFunc          = &odbiChgLogAddEntry;
10   core.pComODBI.clUpdateFunc       = &odbiChgLogUpdateEntry;
11   core.pComODBI.clDeleteFunc       = &odbiChgLogDeleteEntry;
12   core.pComODBI.clGetAllFunc       = &odbiChgLogGetAllEntry;
13   core.pComODBI.clGetAll4DBFunc    = &odbiChgLogGetAll4DbEntry;
14   core.pComODBI.clGetChangedFunc   = &odbiChgLogGetChanged;
15   core.pComODBI.clDeleteAllFunc    = &odbiChgLogDeleteAllEntry;
16   core.pComODBI.clDeleteAll4DBFunc= &odbiChgLogDeleteAll4DbEntry;
17   core.pComODBI.clFindOriginIdFunc = &odbiChgLogFindbyOriginGuidEntry;
18
19   // To register the ODBI APIs for AddressBook service
20
21   core.pODBI[SLIB_VCARD].findFunc    = &odbiAddressFindEntry;
22   core.pODBI[SLIB_VCARD].getAllFunc  = &odbiAddressGetAllEntry;
23   core.pODBI[SLIB_VCARD].addFunc     = &odbiAddressAddEntry;
24   core.pODBI[SLIB_VCARD].replaceFunc = &odbiAddressUpdateEntry;
25   core.pODBI[SLIB_VCARD].deleteFunc = &odbiAddressDeleteEntry;
26
27
28   // To register the ODBI APIs for Calendar service
29
30   core.pODBI[SLIB_VCALENDAR].findFunc    = &odbiCalFindEntry;
31   core.pODBI[SLIB_VCALENDAR].getAllFunc = &odbiCalGetAllEntry;
32   core.pODBI[SLIB_VCALENDAR].addFunc     = &odbiCalAddEntry;
33   core.pODBI[SLIB_VCALENDAR].replaceFunc = &odbiCalUpdateEntry;
34   core.pODBI[SLIB_VCALENDAR].deleteFunc = &odbiCalDeleteEntry;
35 }
36
```

(그림 14) Core 모듈에 동기 서버의 ODBI API 등록

다음 (그림 15)는 Service Dependent Handler 모듈에서 응용 서비스의 커맨드별 처리를 위해 Sync Library의 Core 모듈의 API를 호출한 코드의 일부이다. ADD 커맨드에 대한 처리를 위한 sdhAddEntry( ) 함수를 보면, 데이터베이스 핸들 값, 사용자 ID, 디바이스 ID 정보로 우선 초기화(8라인)한 후 Core 클래스의 cmdAddEntry( ) 함수를 호출하여(9라인) 응용 서비스 컨텐츠의 추가 후 처리 결과 값을 받기만 하면 된다. 실제적으로 Core 클래스의 cmdAddEntry( ) 함수는 컨텐츠를 응용 서비스의 데이터베이스 테이블에 추가하고, 변경 기록을 위하여 이미 콜백 함수로 등록된 ODBI API를 실행함으로써 ADD 커맨드의 처리를 수행한다.

응용 서비스의 컨텐츠 데이터를 검색하기 위한 함수인 sdhFindEntry( ) 함수를 보면, 사용자 디바이스의 정보를 초기화하고(33라인), Core 클래스의 cmdFindEntry( ) 함수를 호출하여(34라인) 처리 결과 값을 받기만 하면 된다. 이는 개발자가 각 응용 서비스에 대하여 직접 sdhFindEntry( ) 함수를 구현한 (그림 4) 비교할 때 코드가 매우 간소화되었음을 알 수 있다.

```
1  // This is used to add the contents data
2  Ret_t ServiceDependHandler::sdhAddEntry
3  (HDBC hdbc, HENV henv, String_t UserID, String_t dbID, Short_t deviceID, DataObjectPtr_t pObj, Long_t *guidNum)
4  {
5    Ret_t rc  = SML_RESP_INIT;
6    Ret_t ret = SML_RESP_INIT;
7
8    core.slibInit(hdbc,henv, UserID,deviceID);
9    ret = core.cmdAddEntry(dbID, guidNum, pObj);
10
11   return ret;
12 }
13
14 // This is used to replace the contents data
15 Ret_t ServiceDependHandler::sdhReplaceEntry
16 (HDBC hdbc, HENV henv, String_t UserID, Long_t guidNum, Short_t deviceID, String_t dbID, DataObjectPtr_t pObj)
17 {
18   Ret_t  rc  = SML_RESP_INIT;
19   Ret_t  ret = SML_RESP_INIT;
20
21   core.slibInit(hdbc,henv, UserID,deviceID);
22   ret = core.cmdReplaceEntry(dbID, guidNum, pObj);
23
24   return ret;
25 }
26
27 // This is used to retrive the entry
28 Ret_t ServiceDependHandler::sdhFindEntry
29 (HDBC hdbc, HENV henv, String_t UserID, String_t dbID, Short_t deviceID, Long_t guidNum, DataObjectPtr_t pObj)
30 {
31   Ret_t  ret  = SML_RESP_INIT;
32
33   core.slibInit(hdbc,henv, UserID,deviceID);
34   ret = core.cmdFindEntry(dbID, guidNum, pObj);
35
36   return ret;
37 }
38
39 // This is used to compare the contents data of two entries field by field
40 Ret_t ServiceDependHandler::sdhFbyFCompare
41 (DataObjectPtr_t pOriginEntry , DataObjectPtr_t pComparedEntry , String_t dbID )
42 {
43   Ret_t  ret  = SML_RESP_INIT;
44
45   ret = core.datCompare (dbID, pOriginEntry, pComparedEntry);
46
47   return ret;
48 }
49
```

(그림 15) Sync Library의 API를 이용한 Service Dependent Handler 모듈

5. 검증 및 성능 분석

SDE에 대한 검증을 위하여 이를 이용하여 개발한 CNU SyncML Server 3.3.1의 SyncML 적합성 테스트(conformance test)및 SyncML 클라이언트와 상호 연동성 테스트(interoperability test)를 수행하였다. 그리고 SDE를 이용하지 않고 구현한 동일 기능의 서버 3.3과 기능 및 성능을 비교 평가 하였다.

5.1 SDE의 검증

검증은 크게 적합성 시험 그리고 SyncML 클라이언트와의 연동 시험으로 진행되었다. SEG 툴을 이용하여 추가하려는 응용 서비스 관련된 ODBI API, 데이터 구조체, 데이터베이스 테이블을 생성한 후 결과물들과 Sync Library를 이용하여 Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈을 완성한다. 검증 단계 1은 구현된 CNU SyncML Server 3.3.1에 대하여 SyncML의 적합성 시험을 하는 단계이다. 적합성 시험은 구현된 SyncML 서버가 올바로 동작하는지를 확인하기 위한 작업으로서, SyncML 표준 규격을 바탕으로 구현한 시스템을 대상으로 하여 SyncML 규격의 일부인 SIC(SyncML Interoperability Committee)에서 제시하는 테스트 절차를 시험 시스템에 적용하여 그 결과를 예측된 결과와 비교 분석하여 프로토콜 구현의 적합성 여부를 판별하는 것이다[16].

검증 단계 2는 실제 SyncML 클라이언트와 구현한 SyncML 서버를 동기화 시나리오에 따라 연동 시험을 하는 단계이다. 연동 대상으로서 선택한 SyncML 클라이언트는, 본 연구팀이 이미 구현하여 SyncML 적합성 시험과 CNU SyncML Server 3.3과의 연동 시험을 통과한 시스템이다. CNU SyncML Server 3.3.1과 SyncML 클라이언트와의 동기화 시험은 Server Alerted Sync를 제외한 6가지 동기화 모드와 다양한 동기화 커맨드를 포함하는 시나리오를 가지고 수행되었다.

다음의 <표 8>은 검증 단계 1의 적합성 시험 결과에 대한 표이다. SyncML에서 제시하는 적합성 시험 절차[16, 17]대로 12가지 테스트를 수행하였으며, 서버에 해당하는 항목에 대하여 모두 적합성 통과 기준과 일치하는 결과를 얻었다.

CNU SyncML Server 3.3.1에 대하여 적합성 시험과 동기화 연동 시험을 수행하여 정상적이며 성공적인 결과를 확인하였다. CNU SyncML Server 3.3.1이 SDE를 이용하여 개발되었으므로, 이 검증은 SDE에 대한 검증 결과라고도 할 수 있다.

〈표 8〉 적합성 시험의 결과

테스트 내용	결과	비고
① Two-way with Client & Empty Server	Pass	
② Two-way with Client Add & Server Add	Pass	
③ Two-way with Client Replace & Server Replace	Pass	
④ Two-way with Client delete & Server Delete	Pass	
⑤ Two-way with Client Add (shows empty server sync data)	Pass	
⑥ Two-way with Server Add (shows empty client sync data)	Pass	
⑦ Two-way with Server with large amount of data(shows multiple message)	Pass	
⑧ Two-way with Client with large amount of data(shows multiple message)	Pass	
⑨ Two-way with Server responding busy	Pass	
⑩ Two-way with Server not responding	Pass	클라이언트 해당
⑪ Two-way with communication broken during sync	Pass	
⑫ Two-way Slow Sync	pass	

5.2 성능 평가 및 분석

CNU SyncML Server 3.3.1((그림 13))은 CNU SyncML Server 3.3((그림 2))의 기본 구조를 바탕으로 하였고, SDE를 이용하여 구현되었다. 서버를 구성하는 7개의 프레임 중에서 Sync Engine만 SDE의 Sync Library를 이용하여 구현되었으므로 인터페이스가 CNU SyncML Server 3.3와 약간 다르며, SEG툴을 이용하여 자동 생성된 소스 코드는 동일하다. 따라서, 본 논문에서는 SyncML 서버를 구현하는데 있어서 SDE를 이용하는 경우의 시간적·경제적 효율성을 입증하기 위하여, SyncML Server 3.3.1과 동일한 성능 및 기능을 갖는 CNU SyncML Server 3.3을 비교 대상으로 하였다.

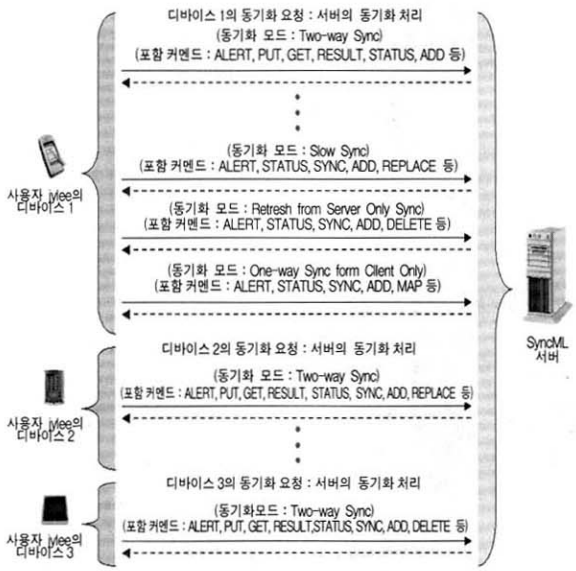
두 동기 서버의 성능 측정은 동일한 테스트 환경 하에서 동일한 동기화 시나리오로 수행하였으며, 동기화 처리를 위한 서버의 평균 수행 처리 속도에 대하여 측정하였다. 이때, 처리 시간에 대한 측정은 SDE를 이용하여 구현된 Sync Engine 프레임과 ODBI 프레임을 포함해야 한다. 따라서, Sync Agent 프레임에서 응용 서비스와 관련된 처리를 위하여 Sync Engine 프레임과 ODBI 프레임을 호출하기 전부터 동기화 처리 후까지를 측정 범위로 하였다.

테스트는 Pentium 4 1.7GHz의 CPU, 256MB 메모리, 60GB 하드 디스크 사양의 시스템에서 수행되었다. <표 9>는 동기화 시나리오의 파라미터들을 기술한 것이다. 동기화 시나리오는 6가지 동기화 모드를 포함하며 동기화 메시지 안에는 ADD, REPLACE, DELETE 커맨드들과 해당 디바이스의 최초 접근 시 수행되는 PUT, GET 커맨드와 기타 커맨드 등을 골고루 포함한다.

〈표 9〉 성능 측정을 위한 동기화 시나리오의 파라미터

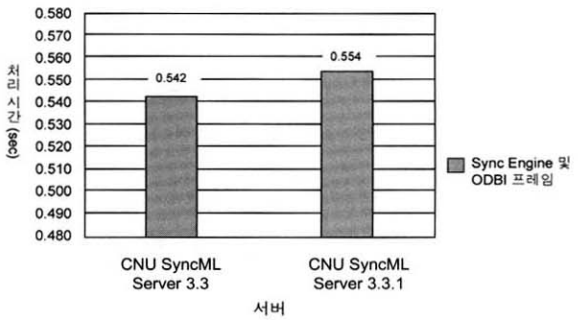
파라미터	내 용
사용자 수	10명
디바이스 수	사용자당 2개 이상
동기화 횟수	3000번
동기화 모드	Two-way Sync Slow Sync One-way Sync from Client Only Sync One-way Sync from Server Only Sync Refresh Sync from Client Only Sync Refresh Sync from Server Only Sync

(그림 16)은 수행된 동기화 시나리오의 예제를 도시화한 것이다. "jylee" 사용자가 디바이스 세 개를 가지고 SyncML 서버와 동기화를 수행하는 경우이다.



(그림 16) 동기화 시나리오 예제

두 동기 서버에 대하여 동기화 처리에 대한 평균 수행 속도를 측정하여 다음 (그림 17)의 그래프와 같은 결과를 얻었다. CNU SyncML Server 3.3.1은 응용 서비스의 동기 처리에 대하여 평균 0.554초의 수행 시간이 소요되며, CNU SyncML Server 3.3에 비하여 2%의 처리 시간이 더 소요된다. 이것은 CNU SyncML Server 3.3에 비해서 서버 3.3.1의 경우 Sync Engine 프레임에서 Sync Library의 Core 모듈, Utility 모듈과 추가적인 호출이 필요하기 때문에 발생한 결과이다. 즉 Sync Library의 모듈들과의 추가적인 인터페이스로 인한 오버헤드(overhead)이다. 그러나, 이 결과는 동기화 수행 처리 속도에 있어서 미소한 차이이기 때문에 CNU SyncML Server 3.3.1과 CNU SyncML Server 3.3은 성능의 차이가 거의 없다고 간주할 수 있다.



(그림 17) CNU SyncML Server의 성능 측정

두 동기 서버의 응용 서비스 확장을 위해 소요되는 개발 비용을 해당 소스 코드의 크기를 통해 비교해 보았다.

다음의 <표 10>은 두 서버의 경우 주소록, 일정 관리 서비스를 구현하기 위하여 서버 개발자가 직접 구현해야 하는 소스 코드의 크기를 비교한 것이다. CNU SyncML Server 3.3의 경우에 두 응용 서비스의 구현을 위한 Service Dependent Handler 모듈의 소스 크기는 총 920라인이며, CNU SyncML Server 3.3.1은 이보다 약 1/3정도로 총 290라인이다. 이는 많은 부분이 Sync Library의 API를 단지 호출하는 것만으로 해결되기 때문이다. ODBI 프레임의 API를 구현하기 위해 두 서버 모두 총 2,070라인이 필요하지만, CNU SyncML Server 3.3.1은 SEG 툴을 이용하여 약간의 정보 입력만으로 소스가 자동 생성되므로 실제적으로 구현을 위한 개발자의 노력은 많이 줄어든다. SEG 툴을 이용하여 정보를 입력해야 하는 노력을 Service Dependent Handler 모듈을 구현하는 노력과 같은 비율로 보고 작업량을 비교해 보면, CNU SyncML Server 3.3은 총 2,990라인이고, CNU SyncML Server 3.3.1은 총 580라인이므로 약 80%의 작업량이 감소된 것이다.

〈표 10〉 소스 코드 크기의 비교

(단위 : 개발자가 직접 구현해야 하는 라인(line) 수)

서버 / 개발 항목	CNU SyncML Server 3.3	CNU SyncML Server 3.3.1
Sync Engine 프레임의 Service Dependent Handler 모듈	920	290
ODBI 프레임의 API	2,070	2,070(자동 생성)

6. 결 론

전세계적으로 SyncML 프로토콜 개발은 활발히 진행되고 있는데 비하여, 개발을 위한 기반 기술은 미약한 환경이다. 그리고 SyncML이 현재까지는 주로 개인정보관리 서비스를 대상으로 하고 있지만, 앞으로 개인 및 기업의 정보를 위한 다양한 응용 서비스로 그 대상이 확장될 것이다.

본 논문은 SyncML 서버 개발자들이 응용 서비스를 신속 정확하게 구현할 수 있도록 통합 개발 환경인 SDE를 설계하고 구현하였다. 이 통합 개발 환경은 여러 응용 서비스에 공통적인 기능을 일반화하여 라이브러리로 구현한 Sync Library와 응용 서비스 확장에 필요한 코드 및 환경을 자동으로 생성하는 SEG 툴로 구성된다. 구현된 통합 개발 환경인 SDE를 이용하여 SyncML 동기 서버인 CNU SyncML Server 3.3.1을 개발하여 SyncML 적합성 시험과 SyncML 클라이언트와 동기화 연동 시험을 수행함으로써, CNU SyncML Server 3.3.1의 검증과 더불어 SDE에 대한 검증도 확인하였다. 검증된 CNU SyncML Server 3.3.1의 성능 평가를 위하여 비슷한 구조의 동기 서버인 CNU SyncML Server 3.3과 동일한 환경 하에서 주어진 시나리오로 응용 서비스의 동기화 수행에 소요되는 평균 처리 시간을 측정한 결과, CNU SyncML Server 3.3.1이 약 2%의 수행 처리 속도가 더 소요되었다. 그러나, 이는 매우 미소한 차이이므로 두 동기 서버의 성능은 크게 차이가 없다고 간주할 수 있다. SyncML 서버 개발자가 응용 서비스 확장을 위하여 SDE를 이용하여 개발하는 경우, 성능면에서는 동일 시나리오에 대하여 약간의 수행 속도 저하가 있지만 이는 매우 근소한 차이이므로 성능에 영향을 주지 않는다고 볼 수 있다.

또한 개발에 있어 많은 작업이 자동 생성되고 편리하게 Sync Library의 API를 이용할 수 있으므로, 시간적·경제적으로 많은 개발 비용을 절감할 수 있으며, 편리하고 프로그래밍 오류를 줄일 수 있어서 매우 효율적이다.

향후 연구로서 SDE를 이용하여 개발된 동기 서버의 성능을 최적화할 수 있는 방안을 연구하고, SyncML 개발자에게 보다 큰 편리성을 제공할 수 있도록 자동 생성 툴인 SEG의 기능 보강을 고려할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] SyncML Initiative, http://www.syncml.org

[2] SyncML Initiative, Building an Industry-Wide Mobile Data Synchronization Protocol, SyncML White Paper, Mar., 2000.

[3] Extended Systems, http://www.extendedsystems.com.

[4] Starfish, http://www.starfish.com.

[5] SOURCEFORGE, http://sourceforge.net/projects/syncmlsdk.

[6] SOURCEFORGE, http://sourceforge.net/projects/libsyncml.

[7] SyncML Initiative, SyncML Representation Protocol, version 1.0.1, Jun., 2001.

[8] SyncML Initiative, SyncML Synchronization Protocol, version 1.0.1, Jun., 2001.

[9] SyncML Initiative, SyncML HTTP Binding, version 1.0.1, Jun., 2001. SyncML Initiative, SyncML Architecture, version 0.2, May., 2000.

[10] SyncML Initiative, SyncML Architecture, version 0.2, May, 2000. SyncML Initiative, SyncML HTTP Binding, version 1.0.1, Jun., 2001.

[11] 이병윤,이길행, 조진현, 류수희, 최 훈, "세션매니저를 이용한 SyncML 동기화 시스템 설계 및 구현", 한국정보과학회논문지, 제8권 제6호, pp.647-656, Dec., 2002.

[12] SyncML Initiative, SDA2 Specification, version 0.2, Aug., 2000.

[13] 조진현, 최 훈, 김경용, "SyncML 서버 데이터 동기엔진의 설계 및 구현", 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제 28권 제2호, pp.580-582, Oct., 2001.

[14] 이지연, 조진현, 최 훈,"SyncML 데이터 동기를 위한 데이터베이스 설계 및 구현", 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, 제8권 제2호, pp.1343-1346, Oct., 2001.

[15] JiYeon Lee, ChangHoe Kim, Hoon Choi, "Implementation of the Session Manager for a Stateful Server," IEEE TENCON, Beijing, China, Oct., 2002.

[16] SyncML Initiative, SyncML Conformance Test Suite version 0.2, Jan., 2001.

[17] SyncML Initiative, SyncML Manual Test Cases version 0.3, Feb., 2001.

이 지 연

e-mail : eunbi@kowaco.or.kr

1998년 충남대학교 컴퓨터공학과 학사

2003년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사

1998년~2001년 삼성전자 반도체 총괄 근무

2003년~현재 한국수자원공사 정보관리실 근무

관심분야 : SyncML, 모바일 컴퓨팅, 분산 시스템, 웹 서비스, 데이터베이스 등

최 훈

e-mail : hc@cnu.ac.kr

1983년 서울대학교 전자계산기공학과 학사

1990년 Duke University 전산학과 석사

1993년 Duke University 전산학과 박사

1983년~1996년한국전자통신연구원 선임연구원

1996년~현재 충남대학교 전기정보통신공학부 컴퓨터전공 부교수

2000년 미국 NIST(National Institute of Standards and Technologies) 객원연구원

관심분야 : 모바일 컴퓨팅, 분산 시스템, Fault-tolerant 시스템