

# 웹 서비스 환경에서의 사용자중심 동적 e-비즈니스 응용 프로그램 통합 (eAI) 프레임워크

한국정보통신대학교 한동수\*\* · 고인영\*

## 1. 서 론

인터넷 및 웹 응용 서비스 프로그램의 확산은 기업의 비즈니스 환경을 급격하게 변화시키고 있다. 또한 기업들은 다양한 e-비즈니스의 창출을 통해서 보다 나은 고객 서비스의 제공과 기업의 생산성 향상을 꾀하고 있다. 이러한 요구사항에 부합하며 제시된 기업 정보화 지원 솔루션 중 하나가 e-비즈니스 응용 프로그램 통합 (이하 eAI)이다. 기존에도 다양한 형태의 응용 프로그램 통합이 추구되었지만 대부분의 경우 기업 내부의 응용 프로그램들을 통합하는 수준이었다[1,2]. eAI는 기존 EAI (Enterprise Application Integration)와 B2Bi (Business-to-Business Integration)를 하나로 통합한 시스템으로, 통합 대상을 기업 내부에 머무르지 않고 기업 외부의 응용 프로그램까지 포함한다. 즉 eAI는 기업 내·외부의 상이한 플랫폼 상에 산재되어 있는 복수의 응용 프로그램 및 비즈니스 프로세스를 효율적으로 통합해 기업 정보화의 효과를 극대화하는 것을 지원하는 솔루션이라고 정의할 수 있다.

웹 서비스(Web Services)는 문서 위주의 기존의 웹의 개념을 벗어나 웹의 데이터 전달 프로토콜을 이용하여 다양한 서비스들을 기업이나 사용자들 간 상호 접근 및 이용을 가능하게 해주는 기술이다. 이미 주요한 IT 기업들은 웹 서비스를 응용 프로그램 통합의 비용을 줄이는 주요한 수단으로 인식하여 활발한 연구 및 웹 서비스 플랫폼 개발 활동을 추진하고 있다. 가트너 그룹(Gartner Group)은 웹 서비스가 상용화 되면 IT 프로젝트의 비용 절감 및 효율성의 증대가 30% 까지 이를 수 있다고 전망하고 있다[3]. 따라서 eAI에 웹 서비스를 이용하는 것은 앞으로 필수 불가결한 것이 될 것으로 전망된다.

이러한 웹 서비스를 통한 eAI 환경 구축시 중요하게 고려해야 할 점들은 시스템의 유연성 및 사용자중심의

동적인 비즈니스 프로세스 관리(Business Process Management) 지원으로 요약될 수 있다. 즉, eAI 환경은 특정한 웹 서비스 플랫폼에 종속되지 않고, 웹 서비스 표준화 과정 중의 변화에 효과적으로 대처할 수 있도록 유연한 소프트웨어 아키텍처를 제공해야 한다. 또한 사용자가 손쉽게 원하는 비즈니스 프로세스를 정의하고 이에 따라 필요한 웹 서비스들이 연결되어 응용 프로그램으로 통합될 수 있어야 하며, 시시각각 변하는 사용자들의 요구사항에 따라 적합한 웹 서비스들을 선택하여 응용 프로그램을 재구성할 수 있도록 동적인 응용 프로그램 통합 기법이 지원되어야 한다. 이러한 유연하고 사용자중심의 동적인 eAI 환경의 지원은 웹 서비스 기술의 발전에 능동적으로 대처하여 효율적이고 최점단의 시스템을 유지시켜 나아가고, 보다 다양한 웹 서비스들을 응용 프로그램 통합에 효과적으로 활용하기 위한 필수 조건이라 할 수 있다.

본 고에서는 이러한 유연하고 사용자중심의 동적인 웹 서비스 기반의 응용 프로그램 통합 환경을 제공하기 위한 방법론에 대해 설명하고 그러한 환경의 제공을 위한 eAI 프레임워크를 소개한다.

## 2. 웹 서비스 표준 및 기술 현황

웹 서비스와 관련된 핵심이 되는 표준들에는 WSDL (Web Services Description Language), DAML-S (DARPA Agent Markup Language for Services), SOAP (Simple Object Access Protocol), 그리고 UDDI (Universal Description Discovery and Integration) 등이 있다. WSDL은 XML을 이용하여 웹 서비스의 기능 및 입출력 데이터의 타입과 바인딩을 표현하기 위한 인터페이스 정의 언어이고, SOAP은 웹 서비스 간 교환되는 데이터의 내용을 인코딩하기 위한, 역시 XML을 사용하는 메시지 전달 프로토콜이다. 또한, DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)에서는 웹 서비스의 속성(Properties)과 능력

\* 정회원

\*\* 종신회원

(Capabilities)의 의미 구조(시맨틱스, Semantics)를 표현할 수 있는 DAML-S 언어를 정의하였다. 그리고 UDDI는 웹 서비스들을 등록하고 검색, 통합할 수 있도록 해주는 디렉터리 서비스에 관한 규약이다.

한편, IBM, 마이크로소프트, 선 마이크로시스템즈 등의 주요 IT 기업들은 손쉽게 웹 서비스들을 개발하고 웹 서비스를 이용하여 응용 프로그램을 개발할 수 있도록 하기 위한 플랫폼들을 앞다투어 내어놓고 있다. 대표적인 웹 서비스 플랫폼들을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 IBM의 WebSphere

IBM에서는 e-비즈니스 웹 서비스들을 이용하여 응용 프로그램들을 빠르고 쉽게 개발할 수 있는 기반 환경 및 도구들을 포함하는 WebSphere<sup>1)</sup>라는 소프트웨어 플랫폼을 개발하여 상용화하고 있다. WebSphere는 Java 언어를 기반으로 하며 기존의 Java를 사용하여 개발된 소프트웨어 컴포넌트들을 쉽게 웹 서비스화 시켜주고 새로운 웹 서비스를 빠르고 간편하게 개발할 수 있는 개발 도구를 제공한다. 이 소프트웨어 플랫폼의 특징은 서비스들 뿐 아니라 사람들의 작업 및 정보의 흐름 등을 통합하여 표현하고 관리할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 통합을 주문형으로 처리할 수 있도록 함으로써 사용자들의 요구사항을 즉시 반영하여 웹 서비스를 이용한 신속한 비즈니스 소프트웨어 개발을 지원한다. 또한 WebSphere에서 제공하는 GUI(Graphic User Interface) 도구들은 사용자들이 쉽게 자신들이 원하는 비즈니스 프로세스를 정의하여 목표로 하는 업무를 위해 웹 서비스들을 조직하는 것도 가능하다.

### 2.2 마이크로소프트의 .NET

마이크로소프트에서는 윈도우즈 운영체제를 기반으로 한 .NET 플랫폼(.NET Platform)<sup>2)</sup>을 개발하여 웹 서비스의 개발 및 웹 서비스를 이용한 소프트웨어 시스템의 구성을 가능하도록 하고 있다. .NET 플랫폼은 C#이라는 새로운 프로그래밍 언어를 기반으로 웹 서비스들을 개발할 수 있는 도구들을 제공하며, IBM의 WebSphere에서 제공하는 도구들과 유사하게 사용자들에게 웹 서비스들을 쉽고 빨리 개발할 수 있게 해 주기위한 개발환경을 제공한다. .NET 플랫폼에서 제공하는 편리한 기능 중의 하나는 .NET 패스포트(.NET Passport)인데 이것을 이용하면 등록된 웹 서비스들에 한해서는 한번의 로그인으로 별도의 인증작업 없이 여러 웹 서비스들을 접근할 수 있게 해 준다. 이것은 여러 웹 서비스들이 서

로 연동되어 수행되어야 하는 경우 특히 유용한 기능이다.

### 2.3 선 마이크로시스템즈의 J2EE

선 마이크로시스템즈는 그동안 Java 언어를 기반으로 개발된 컴포넌트 기반의 소프트웨어 개발 환경 및 분산 데이터 / 서비스 접근 기법 등을 통합한 J2EE(Java 2 Platform, Enterprise Edition)<sup>3)</sup>를 웹 서비스 개발 표준으로 발전시켰다. J2EE는 웹 서비스 개발을 위한 각종 Java API (Application Program Interface) 표준을 제공하여 응용 프로그램 작성자들로 하여금 쉽게 웹 서비스를 만들어 낼 수 있도록 해준다. 또한 선 마이크로시스템즈는 웹 서비스 개발 및 웹 서비스 관리를 위한 도구들을 모은 SunOne<sup>4)</sup>이란 소프트웨어 개발 플랫폼을 제공하고 있다. 주목할 점은 선 마이크로시스템즈는 웹 서비스의 라이프 사이클(Life Cycle) — 디자인, 개발, 실험, 배치, 수행, 관리 — 전반을 통한 품질관리를 가능하게 하는 웹 서비스 관리 프레임워크를 정의하고 있는 것이다. 이 프레임워크에서는 웹 서비스를 이용하는 시스템을 응용 프로그램 층, 통합 층, 인프라스트럭처 층, 네트워크 층 등의 4가지 층들로 나누어 각 층별로 필요한 품질관리 컴포넌트들을 정의하고 있다[4].

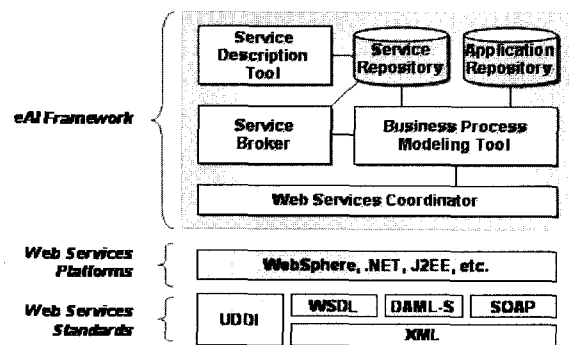


그림 1 웹 서비스 표준, 플랫폼 및 프레임워크 구성 요소

그림 1은 웹 서비스 표준들과 그것들을 이용하여 웹 서비스 개발 및 접근을 용이하게 하는 플랫폼들, 그리고 그러한 플랫폼 위에서 사용자에게 비즈니스 프로세스의 정의를 통하여 웹 서비스를 기반으로 한 응용 프로그램 통합을 가능하도록 하는 eAI 프레임워크와 이러한 요소들 간의 계층적 관계를 보여준다. eAI 프레임워크는 웹 서비스들의 기능, 입출력들을 기술하기 위한 서비스 명세 도구 (Service Description Tool), 이러한 서비스 명세를 저장하기 위한 서비스 목록(Service Repository), 서비스 명세를 기반으로 적합한 웹 서비스를 찾아주는 서비스 브

1) <http://www.ibm.com/websphere>

2) <http://www.microsoft.com/net>

3) <http://java.sun.com/j2ee>

4) <http://www.sun.com/software/sunone>

로커(Service Broker), 비즈니스 프로세스 개발 도구(Business Process Modeling Tool), 통합된 응용 프로그램들을 저장, 관리하기 위한 응용 프로그램 목록(Application Repository), 그리고 응용 프로그램의 실행을 담당하는 웹 서비스 코디네이터(Web Services Coordinator) 등으로 구성된다. 주요한 eAI 프레임워크의 요소에 대해서는 4절에서 보다 자세히 설명하도록 한다.

한편, 시스템 플랫폼, 응용 프로그램 및 프로그래밍 언어 사이의 웹 서비스 호환성을 증진시키고 유지하기 위하여 위에서 설명한 웹 서비스 개발 플랫폼들을 제공하는 3개 회사 이외에 주요한 웹 서비스 관련 기업들이 공동으로 Web Services Interoperability Organization (WS-I)<sup>5)</sup>을 구성하였다. 이 컨소시엄의 목적은 특정한 종류의 문제해결을 위한 연관된 웹 서비스 관련 스펙(Specification)들을 묶어 각각의 역할 및 서로 간의 관계 등을 명확히 규정한 프로파일들을 만듦으로써 웹 서비스간의 호환성 및 상호운영성의 논의를 쉽게 만들고, 스펙을 따르는 시험 구현이나 구현 가이드라인을 제공하며, 웹 서비스와의 상호작용을 모니터하고 기록하여 정확한 동작을 분석할 수 있는 기법들을 제공하는데 있다.

### 3. 웹 서비스 기반의 eAI 환경의 요건

#### 3.1 유연성 있는 소프트웨어 아키텍처의 제공

웹 서비스는 그 성질상 분산되어 있고, 느슨히 상호연결(Loosely Coupled) 되며, 표준 기반(Standard-based) 이고, 프로세스 중심(Process Centric) 이다 [5]. 따라서 이러한 서비스들을 조직하여 만들어지는 응용 프로그램은 기존의 소프트웨어 컴포넌트들을 이용하여 만든 시스템에 비해 훨씬 유연성이 높게 된다. 즉, 분산적인 특성 때문에 응용 프로그램을 구성하는 각 서비스들은 네트워크 내의 어떠한 호스트에서도 수행 가능하며, 상호 느슨히 연결되기 때문에 응용 프로그램 내의 다른 서비스들에 영향을 주지 않으면서 일부 서비스들을 유사한 다른 서비스들로 쉽게 대체하여 응용 프로그램을 재조직 가능하며, 표준 기반이기 때문에 서비스의 공급자에 구애받지 않고 서비스들을 선택 가능하고, 프로세스 기반이기 때문에 웹 서비스들이 어떠한 임무 수행을 위해 쉽게 비즈니스 프로세스로 구성될 수 있다.

이러한 웹 서비스의 장점을 충분히 살려 진보적인 eAI 기법을 제공하기 위해서는 웹 서비스 환경에서 기업 내/외부 응용 프로그램 및 시스템을 이음새 없이(seamlessly) 통합할 수 있는 개발 및 실행 환경을 제공해야 한다. 사용자는 이러한 환경하에서 기업 내/외부

응용 프로그램들을 별다른 구분 없이 연결하여 새로운 비즈니스 프로세스를 손쉽게 설계, 구현하게 되는 것이다. 이를 위해서 프레임워크는 웹 서비스 환경에서 다양한 기간 시스템(Legacy Systems) 및 응용 프로그램의 연동 및 통합이 필요한 비즈니스 프로세스를 설계하고 실행할 수 있는 방법 및 도구를 지원함과 더불어 통합을 지원하는 핵심적인 모듈을 제공하여야 한다. 이 밖에도 SOAP/ HTTP, JAVA/JMS(Java Message Service) 등의 다양한 전송 프로토콜 지원, 표준화의 진전에 따른 모듈의 확장성 확보, 워크플로우 표준 API 준수, 그리고 기존의 개발 및 운영 중인 워크플로우 관리 시스템의 구성 컴포넌트에 미치는 영향 최소화 등을 고려하여 시스템이 설계되어야 한다. 유연성 있는 eAI를 제공하기 위하여 고려해야 할 사항을 정리하면 다음과 같다.

##### 3.1.1 웹 서비스 표준의 지원

웹 서비스 환경에 기반하여 시스템을 구성하여 기업 외부 서비스 및 응용 프로그램과의 효과적인 통합 수단을 제공하기 위해서는 시스템 모듈들이 웹 서비스 표준 스펙을 준수하도록 구성되어야 한다. 즉, 시스템 모듈들은 XML, SOAP, WSDL, UDDI 등의 웹 서비스 표준을 완벽하게 지원할 수 있도록 구현되어야 한다.

##### 3.1.2 다양한 전송 프로토콜의 지원

인터넷 상에 산재한 응용 시스템 및 기간 업무 시스템은 많은 경우 다양한 프로그래밍언어와 운영 환경에서 작동하고 있으며, 각 시스템 간 전송 프로토콜 또한 다양한 방식을 취하고 있다. 따라서 HTTP, CORBA, EJB, .Net 등 다양한 전송 프로토콜을 사용하는 응용 프로그램들의 연동을 지원하기 위한 방법이 제공되어야 한다.

##### 3.1.3 이식성(Portability)의 지원

eAI 환경은 자주 워크플로우 시스템 및 메시징 서비스 시스템과 긴밀하게 연결되어 구성된다. 따라서 특정 워크플로우 시스템 또는 메시징 서비스 시스템에 의존적이지 않고 다양한 시스템에 플러그인 될 수 있는 eAI 환경을 구축하는 것이 필요하다. 특히 이식성은 eAI 프레임워크이 기존에 설치 운영 중인 워크플로우 시스템 등의 수용을 위해서는 반드시 필요한 중요한 요소이기도 하다.

##### 3.1.4 웹 서비스 표준 변화에 대한 유연한 대처

현재 웹 서비스 표준은 다양한 개념을 적용해 가면서 계속해서 표준안이 변경되거나 기능이 추가되고 있다. 따라서 이러한 표준의 변화 및 기능 추가에 쉽게 대처 가능한 eAI 환경의 구축이 필요하다.

### 3.2 사용자중심의 동적인 비즈니스 프로세스 개발 및 관리 환경 제공

현재의 웹 서비스 기술의 발전 및 이용 추세를 미루어

5) <http://www.ws-i.org>

보면 가까운 시일에 웹 서비스가 인터넷의 범위를 벗어나 상용화되어 사용자들은 필요로 하는 소프트웨어를 자유롭게 웹을 통해 찾고 접근하게 될 것이다. 이러한 글로벌 웹 서비스 환경에서 가장 문제시 될 수 있는 것은 어떻게 사용자들이 수많은 웹 서비스들 중에서 자신의 업무에 가장 적합한 서비스들을 찾아낼 수 있는가 하는 것과 사용자들의 요구사항 변화에 동적으로 대응하여 빠르게 응용 프로그램을 재조직하고 발전시켜 나아갈 수 있는가 하는 것이다.

따라서 개발자 중심(Developer-centric)의 정적인(Static) 응용 프로그램 통합 방법들을 제공하는 기존의 웹 서비스 기반의 플랫폼들만을 이용하여서는 앞으로의 웹 서비스에 대한 사용자들의 수요 및 요구사항을 유연성 있게 대처해 내기 힘들 것이다. 그러므로 다양한 사용자들의 요구사항들이 잘 반영되고, 시시각각 변하는 사용자의 요구사항에 동적으로 대처할 수 있는 응용 프로그램 개발 기법이 필수적이다.

다음의 그림 2는 이러한 웹 서비스를 통한 응용 프로그램 통합의 주체 및 통합 방법의 변화의 추세를 도식적으로 보여준다. 그림에서 세로축은 어떠한 응용 프로그램 개발 환경이 프로그램 개발에 관한 전문 지식이 있는 사람들만이 이해하고 이용할 수 있는 것부터 일반 사용자들도 자신의 응용 업무 분야의 특성에 기초하여 쉽게 이용할 수 있는 것까지의 범위를 나타낸다. 그리고 그림에서 가로축은 응용 프로그램이 실행되기 이전에 모두 구성되어야 하는 단계부터 실행주기 동안에도 사용자의 요구사항 변화에 따라 동적으로 변할 수 있는 단계까지를 표현한다. 효과적인 웹 서비스를 기반으로 하는 eAI 환경을 제공하기 위해서는 사용자 중심의 동적인 응용 프로그램 통합 기법이 제공되어야 하는 것이다.

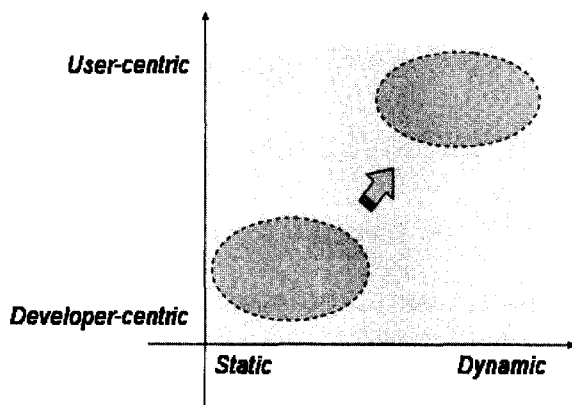


그림 2 웹 서비스를 통한 응용 프로그램 통합 주체 및 방법의 변화 추세

이렇게 사용자중심의 동적인 응용 프로그램 통합을 가능하게 하기 위해서 eAI 환경은 먼저 사용자가 자신

의관점에서 비즈니스 프로세스를 쉽게 작성할 수 있도록 하고, 그 비즈니스 프로세스를 사용자와의 최소한의 상호작용을 통해 웹 서비스 간의 상호연결을 이루어 응용 프로그램으로 조직해 나아갈 수 있도록 하여야 한다(6). 이러한 과정에는 사용자가 대규모의 비즈니스 프로세스를 실험을 통해 점진적으로 구성하고, 사용가능한 웹 서비스의 상황에 따라 목표로 하는 비즈니스 프로세스의 기능적 시맨틱스는 유지하며 웹 서비스간의 조직을 변형시킬 수 있는 방법이 제공되어야 한다. 사용자중심의 동적인 응용 프로그램 통합을 가능하게 하기 위한 조건들을 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다.

### 3.2.1 점진적인 대규모 비즈니스 프로세스 개발 지원

사용가능한 기업 내/외부의 웹 서비스가 많아지고, 필요로 하는 비즈니스 프로세스의 복잡도가 높아짐에 따라 사용자는 자신이 원하는 비즈니스 프로세스를 초기에 정확하게 기술하고 조직하는 것이 힘들어지게 된다. 또한 비즈니스 프로세스 개발 또는 사용 중 그에 대한 요구사항도 변할 수 있다. 따라서 일반적인 대규모의 소프트웨어 개발 프로세스처럼 웹 서비스를 기반으로 한 비즈니스 프로세스의 개발 시에도 점진적이고 반복적인 개발 프로세스의 적용이 필요하다. 즉, 웹 서비스를 기반으로 동적인 응용프로그램의 통합이 가능하도록 함으로써 대규모의 비즈니스 프로세스를 단계적으로 시험하고 검증하면서 개발해 나아갈 수 있는 환경을 제공해야 한다.

### 3.2.2 응용 프로그램 개발 프로세스 전반에서 걸친 시맨틱스의 고려

사용가능한 웹 서비스의 종류 및 수가 증가함에 따라 비즈니스 프로세스를 수행하기 위한 응용 프로그램의 조직(Composition), 실험(Testing), 재구성(Reconfiguration) 과정 전반의 과정에서 웹 서비스들의 기능 및 입출력 시맨틱스가 고려되도록 하는 것은 응용 프로그램이 비즈니스 프로세스와 부합하도록 정확히 구성되는데 중요한 역할을 한다. 이러한 응용 프로그램 개발 프로세스 전반에 걸친 시맨틱스 고려 기능은 앞에서 설명한 점진적인 비즈니스 프로세스의 개발 및 다음에 설명할 다중 추상화 수준들을 제공하는데 필수적이 요소이다.

### 3.2.3 다중 추상화(Multi-level Abstraction) 기법의 지원

대규모의 비즈니스 프로세스의 개발시에는 사용자의 요구사항이 잘 설명될 수 있는 적합한 추상적 수준(Abstraction Level)에서 비즈니스 프로세스가 정의되도록 하는 것이 그 프로세스의 복잡도를 줄이고 이해도를 높이는데 중요하게 된다. 예를 들어 어떠한 상품의 구매자는 상품 카탈로그의 검색, 상품 선택, 비용 지불

방법 선택, 상품 배달 방법 선택등의 전반적인 구매 프로세스에 관심이 있으며 비용 결제를 위한 자세한 금융 프로세스 등에 대한 이해가 없을 것이다. 따라서 그 사용자는 구매 절차 전반을 표현하는 수준에서 비즈니스 프로세스를 구성할 수 있어야 하며, 프로세스 내의 각각의 추상적인 절차들(예를 들어 비용 결제 및 상품 배달 관리)은 보다 하위의 추상적 수준에서 그 분야의 전문가가 정의한 비즈니스 프로세스와 연관되도록 할 수 있어야 한다. 이러한 다중 추상화 기능은 웹 서비스 및 비즈니스 프로세스의 재사용성(Reusability)을 높이는 중요한 역할을 하게 될 것이며 다음에 설명하는 가시적 비즈니스 프로세스의 개발도 용이하게 한다.

### 3.2.4 가시적(Visual) 비즈니스 프로세스 개발 환경의 제공

사용자들이 자신들이 원하는 응용 프로그램을 높은 수준(High Level)에서 비즈니스 프로세스를 가시적으로 정의함으로써 개발할 수 있는 환경의 제공은 사용자중심의 응용프로그램 통합을 위해 필수적인 요소이다. 이러한 환경을 통해 사용자들은 자신의 요구사항을 추상적 수준의 비즈니스 프로세스로 표현한 후 실질적인 웹 서비스들의 조직으로 쉽게 발전시켜 나아갈 수 있게 된다.

### 3.2.5 동적인 응용 프로그램 재구성(Reconfiguration) 기법의 제공

웹 서비스는 다양하고 가변적인 특성을 갖고 있다. 즉, 같은 종류의 서비스라도 여러 다른 개발자들이 만든 것들이 존재할 것이며, 각 서비스들의 질(Quality)과 상태(Status)도 서로 다르고 시간에 따라 변할 수 있을 것이다. 이러한 현상은 일반적인 소프트웨어 컴포넌트들에서 보다 훨씬 두드러지게 나타날 것이며, 이러한 성격의 웹 서비스들을 효율적으로 상호운영(Interoperable) 되도록 구성하여 대규모의 소프트웨어 시스템을 구성하기 위해서는 고정적인 소프트웨어 개발 기법과는 다른, 동적으로 웹 서비스들을 선택, 구성하고 관리할 수 있는 고유한 모델과 체계가 필요하다. 이러한 모델과 체계를 통해 웹 서비스들의 가용성(Availability) 및 기타 상태들을 고려하여 시스템을 경제적으로 조직 및 재구성 할 수 있게 된다.

## 4. 웹 서비스 기반의 동적인 eAI 프레임워크의 설계

eAI 솔루션을 구성하는 다양한 방식이 존재할 수 있지만 많은 전문가들이 eAI 솔루션을 구성하는 주요 컴포넌트로 eAI 플랫폼, 어댑터(Adapter), 데이터 브로커(Data Broker), 워크플로우 시스템(Workflow System)의 4가지 소프트웨어 컴포넌트를 들고 있다[1].

eAI 플랫폼은 데이터의 안전한 전달과 시스템으로서의 안정성, 성능 등을 보장하는 기반 소프트웨어 모듈에 해당하고, 어댑터는 해당 소프트웨어와 eAI 플랫폼 사이에 위치해 데이터 중개와 응용 프로그램 연동의 인터페이스를 담당하는 모듈이다. 데이터 브로커는 데이터 포맷 및 수준에 따른 다양한 변환을 자동화하는 모듈이며, 워크플로우 시스템은 미리 정의한 업무 프로세스에 따라 응용 프로그램 간 데이터 전달 및 응용 프로그램 연동을 처리하는 소프트웨어 모듈이다.

ICU와 브이아이소프트사는 이러한 eAI 솔루션의 요소들을 포함하는 eAI 프레임워크를 WebVine이라는 이름으로 2003년부터 공동으로 설계하고 구현하고 있다 [7]. 이 프레임워크는 앞에서 설명한 웹 서비스 기반의 eAI 환경이 갖추어야 할 조건들을 만족하도록 구성되었다. 본 절에서는 유연하고 사용자중심의 동적인 eAI 환경을 제공하는 eAI 프레임워크 구성에 관하여 WebVine 솔루션을 중심으로 소개한다.

### 4.1 WebVine eAI 프레임워크 아키텍처

최근까지 응용 프로그램 통합은 개별 기업 수준에 맞게 포인트-투-포인트(Point-to-Point) 방식으로 해결되어 왔다. 하지만 시스템 수가 증가함에 따라 이런 방식의 통합은 유지보수가 까다롭고 복잡하다는 한계점을 노출하고 있다. 이러한 한계는 중앙의 응용 프로그램 허브를 통해 시스템을 통합하는 Hub-and-Spoke 방식 [8,9]의 응용 프로그램 통합을 통해 극복할 수 있다. 모든 통합 메시지가 허브를 통해 스포크로 분배하는 구조는 각 참여 시스템들에게 중앙 허브에 대한 어댑터만을 요구하기 때문에, 기존 시스템의 변경을 최소화하면서 전체 응용 프로그램의 통합이 가능하게 되며, 새롭게 추가되는 시스템과의 통합에도 유연한 인프라를 제공하게 된다.

WebVine eAI 프레임워크는 XML 및 웹 서비스에 기반한 메시지 서비스(Message Service) 방식의 응용 프로그램 통합 프레임워크로, Hub-and-Spoke 방식의 응용 프로그램 통합 방식을 웹 서비스와의 접목을 통해 확대하여 개발하였다. 즉, 어댑터와 데이터 교환에 있어서 웹 서비스 표준을 도입함으로써 통합 개방형 프레임워크를 추구하는 것이며 이를 통해 서비스 공급자와 서비스 브로커 그리고 서비스 수요자를 유기적으로 결합시켜 주게 된다. WebVine eAI 프레임워크의 구성 요소로 웹 서비스에 기반한 eAI 플랫폼, eAI 프로세스 정의 도구(BPMT), 비즈니스 프로세스 상호변환 모듈, 표준 등록 저장소(UDDI) 상호연계 모듈, 프로세스 관리용 워크플로우 시스템 등이 있다.

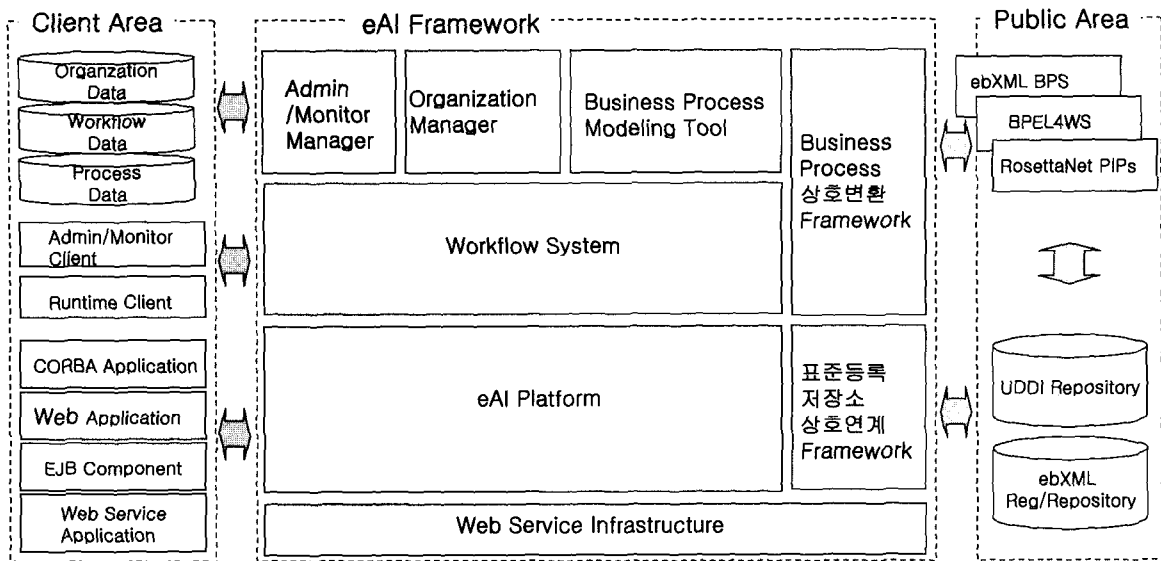


그림 3 WebVine eAI 프레임워크 구성도

WebVine eAI 프레임워크 상에서 웹 서비스를 포함하는 다수의 응용 프로그램 들은 특정 비즈니스 프로세스를 구성하기 위하여 다양한 프로토콜로 데이터를 상호 송/수신하면서 통합될 수 있게 된다. 또한 WebVine eAI 프레임워크는 시스템의 이식성과 유연성을 갖추어서 임의의 메시징 시스템 및 워크플로우 시스템과도 손쉽게 연결될 수 있는 수단을 제공하고 새로운 웹 서비스 표준이나 기능 확장에 손쉽게 대응하게 된다.

WebVine eAI 프레임워크 상에서 eAI 서비스 제공자는 e-Business Process Modeling Tool(이하 e-BPMT)를 이용하여 서비스를 정의하고 적절한 포맷으로 변환한 후 표준 저장소에 등록한다. 표준 저장소에 새롭게 정의된 서비스의 등록을 지원하기 위해서 프레임워크는 표준등록 저장소 상호연계 모듈을 포함한다. eAI 서비스 사용자 또한 표준등록 저장소 상호연계 프레임워크를 통하여 표준 저장소를 검색하여 원하는 서비스를 찾아내며, 사용자 응용 프로그램을 통해 웹 서비스에 연결하여 해당 서비스를 호출하게 된다. 호출된 서비스는 워크플로우 시스템에 의해 수행되는데 수행 과정에서 다양한 응용 프로그램과의 통합이 요청되면 비즈니스 프로세스 상호변환 프레임워크를 이용하여 서로 다른 데이터 포맷의 한계를 극복하게 된다. 이러한 일련의 과정은 많은 경우 eAI 플랫폼을 허브로 이용하여 처리된다. 그림 3은 이와 같은 과정을 지원하기 위하여 WebVine에서 구현한 eAI 프레임워크의 개략적인 구성을 보여주고 있다.

#### 4.2 사용자중심의 eAI 비즈니스 프로세스 정의 도구(e-BPMT)

앞 절에서 설명한 바와 같이 eAI 프레임워크가 구성되

기 위해서는 몇 개의 핵심적인 구성 요소가 필요하지만 본 글에서는 지면 관계상 구성 요소 중 하나인 비즈니스 프로세스 정의도구(e-BPMT) 만을 소개하기로 한다. 다른 구성 요소에 관한 더 상세한 내용은 참고 자료 [7]에 기술되어 있다. 비즈니스 프로세스 정의도구(e-BPMT)는 eAI 프레임워크 구성에 반드시 필요한 중요한 요소 중 하나로서 비즈니스 프로세스 설계자 및 개발자는 이것을 사용하여 웹 서비스를 포함하는 기업 내/외부의 다양한 응용 프로그램을 연결하여 원하는 새로운 비즈니스 프로세스를 설계, 구현, 그리고 테스트하게 된다. 따라서 e-BPMT는 워크플로우 시스템과 연결된 기존의 BPMT와 유사하게 프로세스 설계를 위한 캔버스(Canvas) 및 드로잉(Drawing) 환경을 제공함과 더불어 응용 프로그램 통합 기능 및 프로그램 개발 작업대로 활용할 수 있는 보장된 기능을 지원한다.

WebVine eAI 프레임워크는 보다 사용자중심인 비즈니스 프로세스 개발 및 운영 환경을 제공하기 위하여 UMM(UN/CEFACT Modeling Methodology) 방법론에 따른 가시적인 프로세스 설계를 지원하며, 사용자가 자신의 업무에 맞고 잘 이해할 수 있는 상위 추상화 수준에서 비즈니스 프로세스를 작성할 수 있도록 해 준다. 또한, 이러한 비즈니스 프로세스를 각 단계 및 전체 프로세스의 의미(시맨틱스)에 부합하는 웹 서비스를 쉽게 찾고 연결하여 유연하고 동적으로 응용 프로그램으로 통합시켜 갈 수 있는 환경을 제공한다. 그리고 WebVine eAI 프레임워크는 비즈니스 프로세스 수행시 발생할 수 있는 예외 상황들의 감지 및 처리 절차를 비즈니스 프로세스 정의시 기술할 수 있도록 함으로써 응용 프로그램

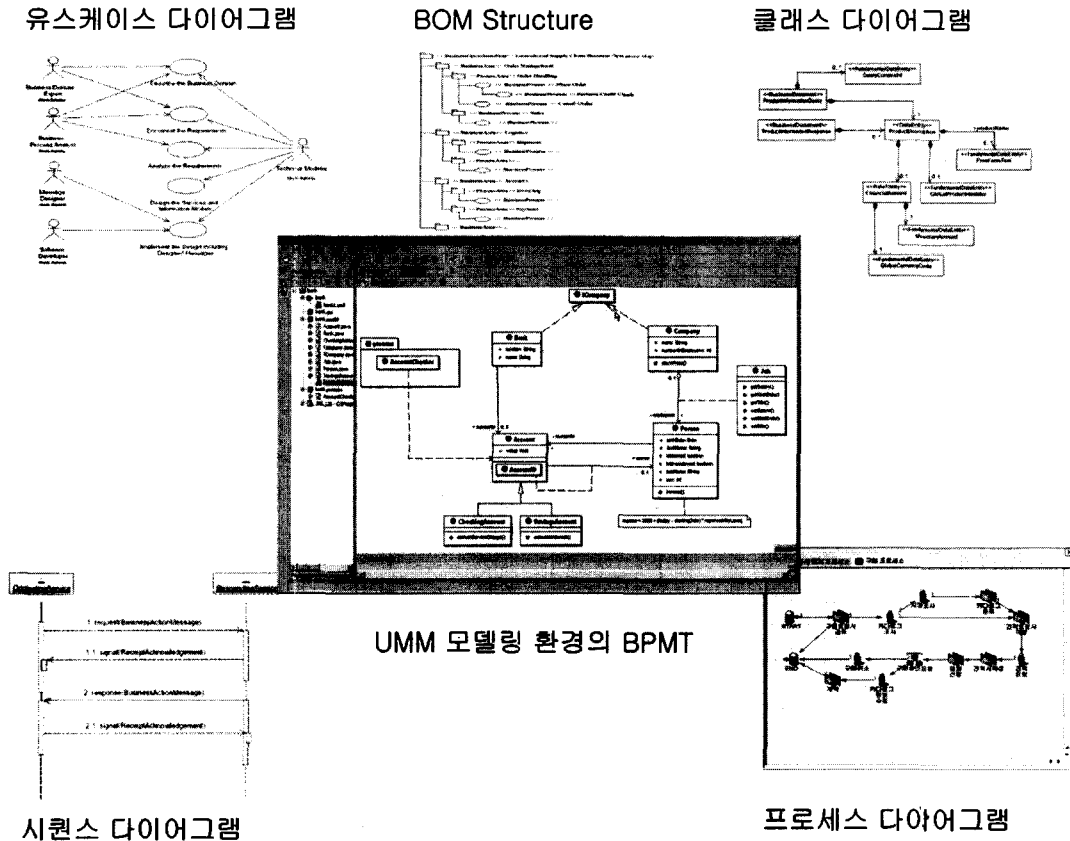


그림 4 e-BPMT 및 관련 산출물

램의 안정성을 높이도록 하며, 정의된 비즈니스 프로세스의 일부 또는 전체의 정확성을 시뮬레이션을 통해 검사할 수 있는 방법을 제공한다.

#### 4.2.1 UMM반의 가시적 비즈니스 프로세스 설계 환경

UMM 방법론은 UN/CEFACT<sup>6)</sup>가 제시한 e-Biz 구축 방법론으로서 UMM 방법론을 통해 정의되는 비즈니스 프로세스는 객체지향적 언어이면서 시스템에 적용이 빠르고 용이한 UML 형태로 표현된다. UML 형태로 표현된 비즈니스 프로세스는 XML 형태로의 상호변환을 통해서 손쉽게 표준등록 저장소에 등록되고 참조될 수 있다. 따라서 비즈니스 프로세스 설계자가 UMM 방법론에 기반하여 비즈니스 프로세스를 설계하는 경우에는 프로세스 설계 과정에서 생성되는 산출물을 체계적으로 생성하고 관리하는 것이 용이하다. 또한 표준화된 모델링 방법론의 채택으로 이 방법론에 따라 얻어진 기존의 연구 성과들을 손쉽게 이용할 수 있는 장점도 있다.

UMM 방법론에 따른 모델링 과정은 비즈니스 프로세스 설계 단계와 구현 단계로 구성된다. 비즈니스 프로세스 설계 단계는 다시 3가지 단계로 구성되는데 Conceptual Design, Logical Design, Physical Design

등이 그것이다. 구현 단계에서는 디자인된 비즈니스 프로세스를 적합한 웹 서비스들의 연결로 변환하는 작업이 진행된다. e-BPMT는 이 과정에서 유스케이스 다이어그램(Use Case Diagram), 클래스 다이어그램(Class Diagram), 시퀀스 다이어그램(Sequence Diagram) 등을 생성하고, 설계된 프로세스를 수행할 워크플로우 엔진과의 프로토콜에 해당된다고 볼 수 있는 BOM (Business Object Model) 모델과 프로세스 다이어그램도 생성하게 된다. 그림 4는 이러한 UMM 기반의 e-BPMT 및 관련 산출물들의 모습을 보여주고 있다.

#### 4.2.2 시맨틱스 기반의 웹 서비스 선택 및 통합 기법

현재 WebVine 프로젝트에서는 시맨틱스 기반의 웹 서비스 선택 및 통합 기법을 개발하고 있다. 이것은 비즈니스 프로세스를 구체적인 웹 서비스 인스턴스(Instance)들과 연관되지 않고 독립적으로 정의될 수 있게 하기 위한 것으로, 이것이 완성되면 사용자는 비즈니스 프로세스를 순수히 사용자의 업무적 관점에서 추상적으로 기술하는 것이 가능하게 될 것이다. 즉, 사용자는 웹 서비스들의 가용성 및 상호운영성등의 기술적 측면을 고려하지 않고 원하는 업무를 수행하기 위한 절차만을 그들이 이해할 수 있는 추상화 수준에서 표현할 수 있는

6) <http://www.unece.org/cefact/>

것이다. 그리고 이렇게 시맨틱스를 기반으로 정의된 비즈니스 프로세스는 앞에서 설명한 비즈니스 프로세스의 구현 단계에서 서비스 브로커(Service Broker)에 의해 웹 서비스들의 기능(Functionality), 필요한 입출력 자료(Input/output Data), 그리고 그밖의 수행 조건들(Preconditions and Postconditions)의 시맨틱스를 고려하여 적합한 웹 서비스들이 선택되고 연결되어 구현되게 된다.

이러한 시맨틱스를 고려한 웹 서비스의 선택과정은 기업 내/외부에 존재하는 다양하고 많은 웹 서비스들 중에서 비즈니스 프로세스를 의미있게 구현하기 위한 서비스들만을 쉽고 빠르게 찾아낼 수 있도록 도와줄 것이다. 또한, 기능이나 입출력 자료의 시맨틱스는 만족하지만 데이터 표현법(Data Representation)의 이종성(Heterogenioty) 때문에 직접 사용할 수 없는 웹 서비스들도 판별할 수 있게 해주고, 그러한 서비스들을 사용하여야 할 경우 필요한 데이터 표현 변환기등을 자동으로 찾아줌으로서 웹 서비스 선택의 폭을 넓힐 수 있게 할 것이다. 그리고 웹 서비스간의 상호연결시에도 서로간의 시맨틱스를 기반으로 한 상호운영성의 판별을 통해 부가적으로 필요한 서비스들을 찾아줌으로서 비즈니스 프로세스 구현과정을 반자동화 할 수 있게 될 것이다.

현재의 UDDI는 단순한 이름으로 표현된(Name-based) 서비스의 기능(Functionality) 및 종류(Category)에 관한 정보에 기반하여 웹 서비스를 찾는다. 따라서 비즈니스 프로세스에 표현된 시맨틱스 정보를 기반으로 웹 서비스들을 선택하기 위해서는 UDDI보다는 상위 수준에서 사용자의 응용 분야에 맞는 개념과 용어를 이용하여 서비스들을 기술하고 검색할 수 있는 방법이 필요하다.

WebVine eAI 프레임워크에서는 사용자중심의 서비스 속성의 명시를 위하여 온톨로지(Ontology) 기반의 표현법을 사용한다. 온톨로지는 어떠한 대상의 의미(시맨틱스)를 표현하기 위한 기본적인 용어들 및 그들 사이의 관계, 그리고 새로운 용어들을 첨가할 때의 규칙 등을 말한다[10]. 많은 경우에 있어서 어떠한 온톨로지는 다른 온톨로지로부터 보다 세분화된 개념으로 정의하고 부가적인 속성들을 표현하는 경우가 많다. 예를 들어 이동서적을 검색하는 서비스는 일반적인 서적 검색 서비스의 특별한 경우로 독자의 연령이 18세 이하인 경우라고 기술할 수 있을것이다.

시맨틱스 기반의 서비스 기술 방법의 특징은 웹 서비스 상호간 의존성을 직접 명시하는 것이 아니라 각각 독립적으로 입출력 자료의 시맨틱스, 기능적 시맨틱스 그리고 선수/후위 조건들만을 명시하고 시맨틱스 추론 방

법을 통해서 상호연동성이 있는 서비스들을 파악해 내는 것이다.

#### 4.2.3 예외 상황 명시 및 처리

인터넷 환경에서 웹 서비스를 포함하는 기업 내/외부의 다양한 응용 프로그램을 연결하여 생성된 비즈니스 프로세스가 실제로 실행되는 경우에는 eAI 기반 시스템이 예기치 못하고 대처할 수 없는 많은 예외 상황에 직면할 수 있다. 이러한 예외 상황은 자칫 해당 비즈니스 프로세스를 운용하는 기업에 심각한 손실을 가져올 수 있고 그 역할이 중요한 비즈니스 프로세스의 경우에는 더 많은 주의가 요청된다. 비즈니스 프로세스 설계자는 비즈니스 프로세스 설계시 이와 같이 기반 시스템에 의해서 처리되지 못하는 예외적 상황을 염두에 두고 그러한 예외적 상황에 적절하게 대처하는 안전한 비즈니스 프로세스를 설계하여야 한다. 따라서 e-BPMT가 안전한 비즈니스 프로세스 설계를 지원하기 위해서는 예외 상황 명시 기능 및 해당 처리 루틴의 연결을 명시할 수 있는 기능 등을 갖추어야 한다[11,12]. 명시된 예외 상황은 워크플로우 시스템에 전달되고 워크플로우 시스템은 프로세스 실행 중 명시된 예외 상황의 발생을 감시하고 발생한 예외 상황에 대해서는 해당 처리 루틴을 호출하여 수행한 뒤, 다시 비즈니스 프로세스 설계자가 명시한 바에 의해서 비즈니스 프로세스의 적절한 곳으로 제어를 넘겨주게 된다.

e-BPMT 상에서 비즈니스 프로세스 설계자는 프로세스 설계시 단위 업무 또는 블록 단위로 예외 상황 발생 감시 영역을 설정하고 pre-condition과 post-condition을 통해서 예외 상황을 명시한 뒤 e-BPMT가 지원하는 예외 처리 모델 중 하나를 선택하게 된다. 그림 5는 e-BPMT가 지원하는 각각의 예외 처리 모델의 차이를 제어흐름 관점에서 보여주고 있다.

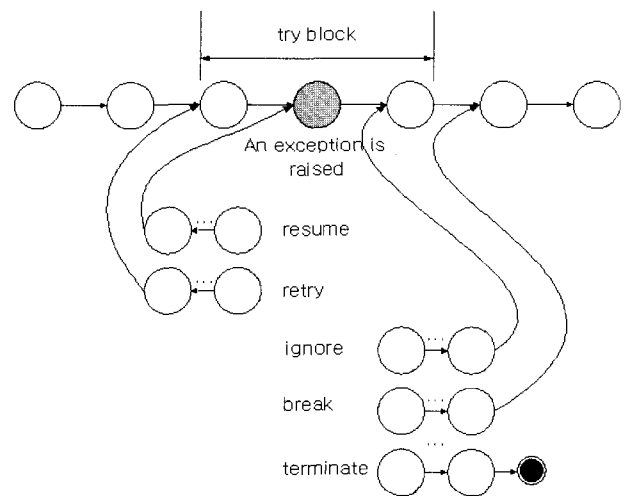


그림 5 예외 처리 모델



- **ignore 모델** : 예외 처리 후 제어 흐름이 다음 단위 업무 무로 이동
- **retry 모델** : 예외 처리 후 제어 흐름이 예외 상황 발생 감시 영역의 최초의 단위 업무로 이동
- **resume 모델** : 예외 처리 후 제어 흐름이 예외 상황을 발생시킨 단위 업무로 이동
- **break 모델** : 예외 처리 후 제어 흐름이 예외 상황 발생 감시 영역을 벗어난 지점으로 이동
- **terminate 모델** : 예외 처리 후 예외 상황을 발생시킨 프로세스 인스턴스 종료

WebVine 프로젝트에서는 예외 상황 처리 과정에서 필요한 경우 동적으로 프로세스 내의 일부 웹 서비스들을 다른 웹 서비스들로 교체하여 전체 프로세스를 계속 수행할 수 있는 방법을 개발하고 있다. 웹 서비스의 교체시에는 기존의 서비스들의 기능 및 입출력 자료 등의 시맨틱스가 유지되어 전체 프로세스가 올바르게 계속될 수 있도록 서비스 브로커를 통해 호환가능한 웹 서비스들을 찾아낸다. 그리고 웹 서비스의 교체후에는 최대한 그전까지의 수행상태 및 중간 결과를 기반으로 서비스들의 수행이 계속될 수 있도록 한다. 이러한 동적인 서비스 교체 방법은 특별히 그 수행에 오랜 시간이 걸리는 비즈니스 프로세스의 관리를 위해 유용할 것이다.

#### 4.2.4 프로세스 시뮬레이션 및 검증

e-BPMT 상에서 설계되는 비즈니스 프로세스는 자주 많은 기업 내/외부의 응용 프로그램의 통합을 도모하면서 구성되는 만큼 복잡하고 그 규모도 큰 것이 보통이다. 이와 같이 복잡하고 대규모 비즈니스 프로세스를 점진적으로 안전하게 개발하기 위해서는 비즈니스 프로세스 설계자 및 개발자는 설계 과정에서부터 설계된 비즈니스 프로세스가 올바른지 비즈니스 프로세스 실행 전에 프로세스를 검증하는 절차가 반드시 필요하다[13,14].

e-BPMT는 비즈니스 프로세스 시뮬레이션 기능과 비즈니스 프로세스용 Correctness Checker를 갖추고 이러한 검증 절차를 지원하고 있다. 비즈니스 프로세스 시뮬레이션 기능을 통해서 설계자는 단위 업무별로 임의의 입력 데이터와 출력 데이터를 생성하면서 비즈니스 프로세스의 전체 또는 부분의 동작 상황을 점검할 수 있게 된다. 이 과정에서 설계자는 예외 상황을 발생시켜 발생한 예외 상황이 올바르게 처리되고 있는지도 점검하기도 한다.

Correctness Checker는 명시된 비즈니스 프로세스에 내재된 오류를 찾아 주는 기능으로 현재 e-BPMT는 생성된 비즈니스 프로세스를 SWDL(Simple Workflow Definition Language) 형태로 변환한 후 Access

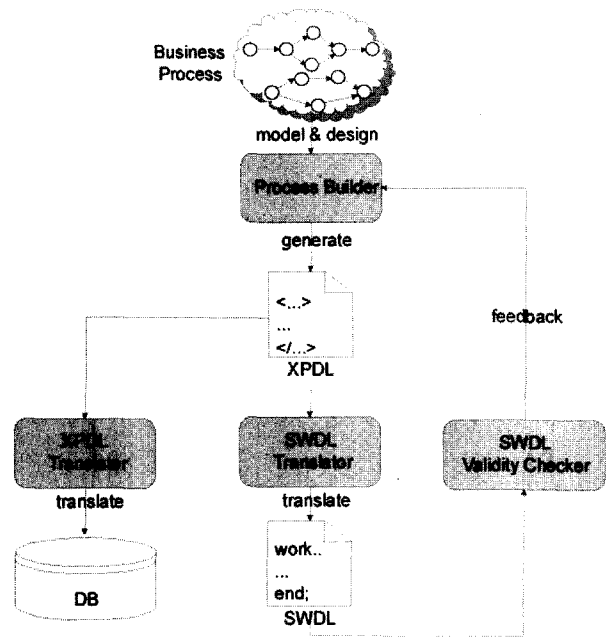


그림 6 프로세스 오류 검사 및 피드백 과정

Conflict 분석을 수행하고 Uncaught Exception을 찾아서 설계자에서 알려주는 기능을 가지고 있다. 이와 같은 기능 지원을 통해서 e-BPMT는 설계자가 올바른 비즈니스 프로세스를 설계하는 것을 도와준다. 그림 6은 설계된 프로세스가 SWDL로 변환되고 분석되어 그 결과가 다시 설계자에게 전달되는 일련의 과정을 보여주고 있다.

## 5. 결 론

웹 서비스 관련 표준 및 기술들은 계속적으로 변화되고 발전되고 있다. 본 글에서는 웹 서비스 표준 및 기술의 정비를 활용하면서, 그리고 인터넷 환경에서 기업 내/외 응용 프로그램 통합에 대한 요구에 부합하기 위한 eAI 환경이 갖추어야 할 요건을 시스템의 유연성 및 사용자중심의 동적인 비즈니스 프로세스 관리 지원으로 정리하였다. 그리고 그러한 요건을 만족하도록 설계된 WebVine eAI 프레임워크의 주요 요소들을 설명하였다.

WebVine eAI 프레임워크의 유연한 시스템 아키텍처는 기업 내외부 웹 서비스들을 그들의 플랫폼 및 메시지 전송 프로토콜에 상관없이 접근하여 응용 프로그램으로 통합될 수 있도록 해준다. 그리고 UMM을 이용한 가시적 비즈니스 프로세스 개발 도구 및 시맨틱스를 고려한 서비스 브로커링 방법은 eAI를 보다 사용자 수준으로 끌어올리고 동적으로 프로세스를 재조직 하는데 도움을 준다.

일반적으로 eAI 솔루션은 그 규모도 크고 복잡도도 높은 것으로 알려져 있다. 하지만 본 글에서는 주어진 웹 서비스 환경을 활용하고 몇 개의 핵심 모듈을 보강함으로써 기본적인 eAI 프레임워크의 설계 및 구현이 가능

함을 보여 주었다. 모든 기능이 잘 갖추어진 eAI 프레임워크를 만드는 데는 많은 노력과 시간이 필요하겠지만 WebVine eAI 프레임워크는 이와 같이 많은 기능이 갖추어진(full-fledged) 프레임워크 구성을 위한 토대로 활용하는 데 충분할 것으로 기대된다.

### 참고문헌

[1] Linthicum, D., Enterprise Application Integration, Addison-Wesley, 2000.

[2] Linthicum, D., "Application servers and EAI," eAI Journal, 2000.7

[3] Hendler, J., Berners-Lee, T., and Miller, E., "Integrating Applications on the Semantic Web," (English version) Journal of the Institute of Electrical Engineers of Japan, Vol. 122, No. 10, pp. 676-680, October, 2002.

[4] "Web Services Life Cycle: Managing Enterprise Web Services," White Paper, Sun Microsystems, October 2003. [http://www.sun.com/software/sunone/whitepapers/wp\\_mngwebsvcs.pdf](http://www.sun.com/software/sunone/whitepapers/wp_mngwebsvcs.pdf)

[5] "Application Architecture: A Critical Foundation for Service-Oriented Development and Web Services," White Paper, The Stencil Group and Wakesoft, August 2003. <http://www.wakesoft.com/product/WhitePapers.html>

[6] Ko, I-Y., and Neches, R., "Composing Web Services for Large-Scale Tasks," IEEE Internet Computing, Vo.7, No. 5, pp. 52-59, September/October 2003.

[7] Han, D., Goo, J-Y., Song, S-D., Lee, S-D., Seo, B-S., "Design of a Web Services Based eAI Framework," 6th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT 2004), Phoenix Park, Korea, 2004.

[8] Coyle, J.J., Bardi, E.J., and Novack, R. A., Transportation, 4th Ed., West Publishing Company, New York, pp. 402, 1994.

[9] Johannesson, P., Wangler, B., and Jayaweera, P., "Application and Process Integration-Concepts, Issues, and Research Directions," Information Systems Engineer-

ing Symposium 2000, eds. S. Brinkkemper, E. Lindencrona, and A. Slvberg, Springer Verlag, 2000.

[10] Neches R., "Knowledge Sharing in Integrated User Support Environments: Applications, Frameworks, and Infrastructure," In Fuchi, K., and Yokoi, T. (eds.), Proceedings of the 1993 International Conference on Building and Sharing of Very Large-Scale Knowledge Bases, Tokyo, Japan: Japan Information Processing Development Center (JIPDEC), December 1-3, 1993.

[11] Shim, J., Han, D., "Exception Analysis of Structured Workflow Definition," The 20th IASTED International Multi-Conference, Applied Informatics, February 18-21, 2002 Innsbruck, Austria.

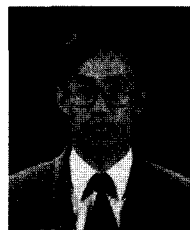
[12] Song, Y., and Han, D., "Exception Specification and Handling in Workflow Systems," The Fifth Asia Pacific Web Conference, 23-25 April 2003, Xi'an China, also in Lecture Notes in Computer Science 2642, pp.495-506, 2003.

[13] Lee, M., Han, D., and Shim, J., "Set-Based Access Conflict Analysis for Structured Workflow Definition Language," Information Processing Letters, Elsevier Science, Vol. 80, Issue 4, pp. 189-194, Nov. 2001.

[14] Shim, J., Han, D., Kim, H., "Communication Deadlock Detection of Inter-organizational Workflow Definition," Lecture Notes in Computer Science 2544, Springer Verlag, pp. 43-57, Dec. 2000.

---

### 한 동 수

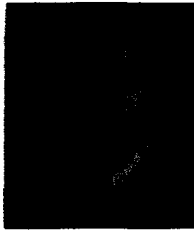


1989 서울대학교 계산통계학과(학사)  
 1991 서울대학교 계산통계학과(석사)  
 1996 일본 교토대학교 정보공학과(박사)  
 1996. 4~1996. 7 일본 NEC C&C 중앙연구소 연구원  
 1996. 9~1997. 10 (주)현대정보기술 정보기술연구소 책임연구원  
 1997. 11~현재 한국정보통신대학교 공학부 부교수  
 E-mail : dshan@icu.ac.kr

---

---

고 인 영



1990 서강대학교 전산학과(학사)  
1992 서강대학교 전산학과(석사)  
2003 미국 Univ. of Southern California(박사)  
1993. 6~1996. 6 공군사관학교 교관  
(전임강사)  
1997. 1~2003. 3 미국 USC Information Sciences Institute(ISI) 연구 조교

2003. 4~2003. 12 미국USC ISI Postdoctoral Research Associate

2004. 1~현재 한국정보통신대학교 공학부 조교수  
E-mail : iko@icu.ac.kr

---

• 11th Asia-Pacific Software Engineering Conference(ASPEC 2004) •

- 일 자 : 2004년 11월 30~12월 3일
- 장 소 : 해운대 그랜드 호텔(부산)
- 주 최 : 소프트웨어공학연구회
- 상세안내 : <http://www.comp.nus.edu.sg/~aplas>