e-chautauqua 워크플로우 엔진의 예외 처리 메커니즘

안형진° 김광훈 백수기
경기대학교 전자계산학과 일반대학원
{hjahn°, kwang, skpaik}@kyonggi.ac.kr

Exception Handling Mechanism of e-chautauqua Workflow Engine

Hyungjin Ahn°, Kwanghoon Kim, Suki Paik
Dept. Computer Science, Kyonggi University

요 약

최근의 비즈니스 환경은 조직 내의 업무 프로세스 자동화 뿐만 아니라, 조직 간의 상호 운용을 통한 복잡하고 거대한 서비스들의 처리를 요구하고 있다. 업무 처리 복잡도와 요청 밀집도가 높은 워크플로우 서비스를 처리하기 위한 시스템이 e-chautauqua 워크플로우 엔진이다. e-chautuaqua 워크플로우 엔진은 대량의 워크플로우 인스턴스 처리에 목적을 둔 초대형 워크플로우 기반의 엔진이기 때문에, 워크플로우 프로세스에 대한 예외 발생을 최소화하는데 목적을 둔 트랜잭션 워크플로우 기반의 엔진에 비해서 신뢰성 보장이 미흡하다는 문제점을 가진다. 따라서, 본 논문에서는 신뢰성 강화와 비즈니스 트랜잭션의 안정적인 처리를 위한 e-chautauqua 워크플로우 엔진의 예외 처리 메커니즘에 대해 기술하고자 한다.

1. 서 론

최근 네트워크 인프라의 급속한 발전은 워크플로우를 사용하는 조직 및 조직에서 사용되는 워크플로우 자체의 거대화의 주요한 역할을 하였다. 워크플로우의 거대화를 통하여 나타난 새로운 동향이 '초대형 워크플로우(Very Large-Scale Workflow)' 이다. 초대형 워크플로우는 조직의 워크플로우 시스템을 대량의 사용자와 서버, 데이터라는 환경에 들어가게 함으로써 워크플로우 엔진이 관리할 수 있는 수 이상의 거대량의 작업들을 처리해야 한다. 이렇듯 막대한 양의 작업들을 처리할 수 있는 시스템이 '초대형 워크플로우 엔진' 이다[2]. 현재의 비즈니스 환경은 업무의 복잡도가 증가하고 여러 다양한 서비스들의 접목을 통한 광범위한 비즈니스 통합 서비스 제공을 요구함에 따라, 대량의 워크플로우 인스턴스들을 처리 가능하도록 요구하고 있다. 기존의 초대형 워크플로우 관리 시스템에서 가장 중요하게 다루어진 이슈는 '확장성(Scalability)'을 고려한 다수의 사용자 요청에 대한 많은 양의 인스턴스 처리를 가능하게 해줄 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어 구축이다. 그러나, 초대형 워크플로우 엔진에게 여러 명의 사용자가 동시에 업무를 요청하게 될 경우, 확장성만큼 중요하게 고려되어야할 요소는 워크플로우 트랜잭션 처리에 대한 '신뢰성(Reliability)'이다. 신뢰성이 보장되지 않는 워크플로우 관리 시스템의 비즈니스 업무 처리는 기업 및 조직의 운영에 치명적인 손실을 가져오게 된다. 신뢰적인 워크플로우 엔진이라는 것은 비즈니스 환경에서 발생될 수 있는 예기치 못한 예외 상황에 대한 유연한 회복 능력을 가진 엔진을 의미한다. 따라서, 본 논문에서는 초대형 워크플로우 개념을 바탕으로 제작된 e-chautauqua 워크플로우 엔진의 예외 처리 기법을 기술함으로써 더욱 신뢰성과 안정성이 강화된 엔진을 구현하는 기반을 마련하고자 한다.

2. 워크플로우 시스템의 잠재적 오류

대량의 워크플로우 인스턴스를 처리하는데 주 목적을 둔 초대형 워크플로우 시스템은 다수의 사용자 요청과 이에 대한 빠른 응답처리를 요구받음으로 인하여 워크플로우 트랜잭션 처리가 안정적인 보장을 받지 못하는 경우에 처할 수 있다는 문제점이 있다. 그러나, 트랜잭션 워크플로우 시스템 또한 예기치 못한 상황으로 인해 워크플로우 트랜잭션을 실패하게 될 경우가 발생할 수 있다. 거대하고 복잡한 비즈니스 환경은 우리가 예측하기 힘든 수많은 오류들이 발생한다. 워크플로우 오류들은 사용자, 프로그램 또는 시스템 등의 여러 원인 개체에 의해 잠재적으로 일어나게 된다.

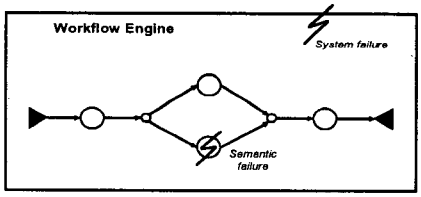

그림 1 워크플로우 시스템의 잠재적 오류

워크플로우 시스템의 잠재적 오류들에 대한 타입은 그림 1과 같이 크게 두 가지로 분류한다[1]. 첫 번째 타입은 '시스템 레벨의 잠재적 오류(System failure)' 가 발생할 경우이다. 워크플로우 시스템 레벨 오류는 워크플로우 엔진이 수행되는 중 시스템의 예기치 못한 고장이나 임의의 외부 요소에 의한 비정상적인 종료로 인해 발생되는 시스템 관련 오류를 말한다. 두 번째 타입은 워크플로우 프로세스가 진행되는 중 '의미적 오류(Semantic failure)' 가 발생하는 경우이다. 이러한 논리적 처리 과정 중 발생되는 의미적 오류를 예외 상황(Workflow Exceptions)이라 일컫으며, 이를 회복하기 위해서는 액티비티 컨텍스트에 대한 예외 발생 이전의 가장 최근의 상태로 백워드시킨 후, 엔진의 재실행을 통해 정상적인 워크플로우의 상태로 재시작시키는 방법을 사용할 수 있다.

3. e-chautauqua 워크플로우 엔진

3.1 워크케이스 기반 e-chautauqua 워크플로우 엔진

본 논문에서 사용되는 워크플로우 엔진은 e-chautauqua 라는 이름의 워크플로우 엔진으로서 대량의 워크플로우 프로세스 인스턴스에 대한 수행을 처리할 수 있도록 자체 제작된 초대형 워크플로우 엔진이다[5]. e-chautauqua 엔진을 구성하는 컴포넌트들 중 가장 주요 역할을 담당하는 컴포넌트는 '워크케이스(Workcase)' 이다. 워크케이스 컴포넌트는 워크플로우 프로세스 인스턴스를 나타내는 개체로서 프로세스를 구성하는 액티비티들을 오브젝트 데이터의 형태로 처리하며 작업의 흐름을 주도하는 주체가 된다. 엔진에 다수의 사용자가 작업 요청을 하게 되면 해당 사용자의 요청된 수만큼 워크케이스가 발생하여 업무가 처리되어진다.

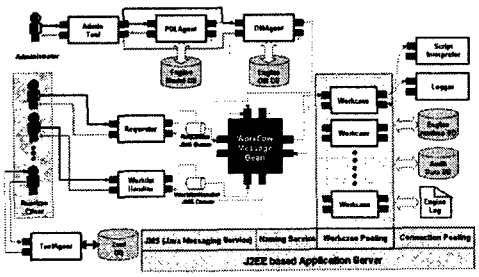

그림 2 e-chautuaqua 워크플로우 엔진 아키텍처

이러한 워크케이스 처리 기반의 e-chautauqua 초대형 워크플로우 엔진의 현재 이슈는 거대량의 워크케이스 처리에 대한 확장성과 더불어 다수 접속에 의해 동시적으로 발생되는 대량의 워크케이스들의 워크플로우 트랜잭션 처리에 대한 신뢰성 및 안정성을 보장해주는 것이다.

3.2 액티비티 타입 및 상태값 분류

e-chautauqua 워크플로우 엔진의 워크플로우 프로세스에 대한 흐름 처리는 워크플로우 모델러에 의해 정의된 XPDL(XML Process Definition Language) 파일을 엔진의 가용 데이터로 변환함으로써 시작된다. XPDL은 내부에 정의된 액티비티, 액티비티와 연동되는 애플리케이션 참조 정보, 액티비티 처리에 참여하는 참여자들에 대한 정보, 액티비티간에 흐름을 결정해주는 트랜지션에 대한 정보 등 워크플로우를 처리하는데 필요한 각종 정보들을 포함하고 있으며, 이러한 워크플로우 정보들을 엔진 가용 데이터로 전환하게 되는데 이를 '워크플로우 모델 데이터 (Workflow Model Data)' 라고 한다. 엔진은 모델 데이터를 구성할 때 XPDL에 정의된 액티비티의 정보들을 분석하여 구성 액티비티들을 타입별로 구분하게 되는데 그 내용은 표 1과 같다.

액티비티 타입	내 용
START	시작 액티비티
INTERACTIVE	워크아이템 형태 액티비티
AUTO	자동 수행 액티비티
SUBFLOW	서브플로우 액티비티
AND-Split	AND 분기 시작 액티비티
AND-Join	AND 분기 종료 액티비티
XOR-Split	XOR 분기 시작 액티비티
XOR-Join	XOR 분기 종료 액티비티
END	워크플로우 작업 종료 액티비티

표 1 액티비티 타입 분류

위의 표에서 보는 바와 같이, 모델 데이터 로딩 시에 액티비티들의 정보는 타입별로 구분되며, 각각의 액티비티들은 타입별로 공통된 상태 전이를 가지게 된다.

액티비티 상태	내 용
INACTIVE	액티비티의 초기화 상태
ACTIVE	일반적인 활성화 상태
COMPLETED	정상적인 액티비티 완료 상태
TERMINATED	액티비티의 강제 종료 상태
SUSPENDED	사용자에 의한 일시 중지 상태
ABORTED	오류 발생에 의한 강제 중지 상태

표 2 액티비티 상태 정의

작업의 진행 여부 변화에 따라 표 2에 정의된 상태값을 바탕으로 엔진의 로깅이 이루어지며, 기록된 로그의 내용들을 바탕으로 워크플로우 진행 중 예외 상황이 발생하게 되면 그에 대한 복구 작업을 진행하게 된다. 엔진의 로깅 메커니즘은 워크플로우 감사 데이터 표준인 인터페이스 5[6]의 내용을 기반으로 구성되었다.

4. e-chautauqua 워크플로우 엔진의 오류 복구 메커니즘

4.1 액티비티 타입에 따른 오류 복구 처리 메커니즘

본 논문에서 사용되는 e-chautauqua 워크플로우 엔진은 액티비티에 대한 수행을 모델 데이터 로딩 시 타입 별로 구분하여 가용 데이터로 변환됨을 앞서 언급하였다. 액티비티 수행 중 컨텍스트 관련 예외가 일어나게 되면, 액티비티 타입에 관계없이 e-chautauqua 워크플로우 엔진은 공통적으로 강제 중지(Aborted) 상태값과 해당 이벤트가 발생한 시각 및 이벤트 내용에 대한 로그를 감사(Audit) 레지스트리에 기록하게 된다. 액티비티 컨텍스트 예외에 대한 로깅이 이루어지게 되면, 해당 액티비티는 자신이 수행하면서 점유하고 있던 워크플로우 트랜잭션을 반납하게 되고, 워크플로우 프로세스의 흐름은 예외가 발생한 시점에서 멈추게 된다. 중지된 프로세스는 강제 중지 이벤트를 발생시킨 액티비티가 어떤 타입의 액티비티인가에 따라 적합한 예외 처리 기법을 적용하게 된다. 액티비티 컨텍스트 예외 처리를 위한 메커니즘에 대한 설명은 다음과 같다.

4.1.1 START & AND-Split/Join & XOR-Split/Join 액티비티 타입에 대한 예외 처리

START, AND-Split/Join, XOR-Split/Join 액티비티들의 공통된 특성은 empty 타입의 액티비티라는 것이다. 즉, 다른 타입의 액티비티들과 달리 특정 애플리케이션 또는 프로세스와의 연동이 필요하지 않은 상징적 의미를 가지는 빈 형태의 액티비티라 할 수 있다. 이러한 empty 타입의 액티비티들은 수행 중 예외가 발생하게 될 경우 초기화 상태인 INACTIVE 상태값으로 롤백이 이루어지게 되며, 프로세스의 복구를 위하여 e-chautauqua 엔진을 재실행하는 시점에 ACTIVE 상태로 전환되어 정상적인 액티비티의 작업을 수행하게 된다.

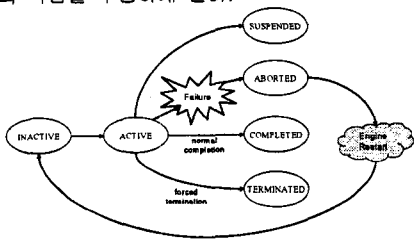

그림 3 START, AND, XOR 액티비티에 대한 예외 처리 메커니즘

4.1.2 INTERACTIVE 액티비티 타입에 대한 오류 복구

INTERACTIVE 타입의 액티비티는 워크아이템 형태의 액티비티로써 일반적인 업무 형태의 액티비티이다. INTERACTIVE 액티비티는 해당 업무를 수행하게 될 수행자가 명시적으로 정의되어 있기 때문에, 수행자로 지정된 사람 또는 리소스에게 작업 할당이 이루어지게 된다. INTERACTIVE 액티비티가 수행되는 과정에서의 예외는 세 가지 형태로 나타날 수 있다. 첫 번째는 지정된 수행자에게 워크아이템(또는 작업)을 할당하는 과정 중에 발생하는 예외이며, 두 번째는 수행자가 할당된 워크아이템을 가져가는 중 예외가 발생할 수 있다. 마지막으로 수행자가 획득한 작업을 끝마치고 해당 워크아이템에 대한 완료 작업을 엔진에게 알리는 중 예외 발생이 일어날 수 있다.

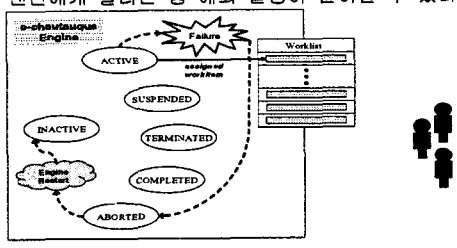

그림 4 워크아이템 할당 중 발생된 예외 상황에 대한 처리 메커니즘

그림 4는 e-chautauqua 엔진이 INTERACTIVE 액티비티에 대한 정보를 해석하고 그에 대한 워크아이템을 생성하여 할당하는 중 발생하는 예외에 대한 회복 처리 메커니즘을 나타내고 있다. 액티비티의 정상적인 워크아이템 할당에 실패할 경우, 엔진은 강제 중지 상태로 전환하여 이벤트에 대한 로깅 작업을 수행한 뒤 프로세스 작업을 중단한다. 강제 중지된 작업에 대한 오류 회복을 위하여 엔진을 재실행하게 되면, 해당 액티비티의 워크아이템 할당 실패에 대한 로그를 해석하여 INACTIVE 상태로 백워드가 이루어진후 액티비티 상태를 초기화한다.

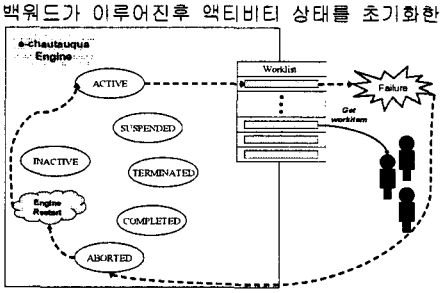

그림 5 워크아이템 획득 과정 시 발생한 예외 상황에 대한 처리 메커니즘

위의 그림 5는 INTERACTIVE 액티비티에 명시된 수행자가 자신에게 할당된 워크아이템을 획득하기 위해 가져오는 중 발생하는 예외에 대한 처리 메커니즘을 나타내고 있다. 수행자가 워크아이템 획득을 위해 엔진에게 요청을 하게 되면, 엔진은 할당된 워크아이템들이 저장되어 있는 워크리스트 저장소에서 해당 수행자가 처리해야할 워크아이템들을 내려주게 되는데 이 과정에서 예외가 발생할 경우, 엔진에 의해 INTERACTIVE 액티비티는 강제 중지 상태로 전환되며 프로세스의 흐름이 정지된다. 워크플로우 관리자의 개입에 의해 엔진이 재실행되면 e-엔진은 해당 액티비티의 워크아이템 획득 실패에 대한 로그 메시지를 해석하여 이전 상태인 워크아이템 할당 중의 상태로 백워드가 이루어지게 된다.

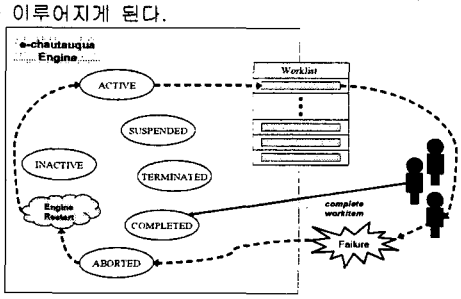

그림 6 워크아이템 완료 시 발생되는 예외 상황에 대한 처리 메커니즘

그림 6은 지정된 수행자가 자신의 워크아이템에 대한 업무 수행을 마치고 엔진에게 완료 메시지를 전송할 때 발생되는 에러에 대한 예외 처리 메커니즘을 보여주고 있다. 엔진은 워크아이템 완료 중 에러를 발생시킨 워크아이템과 맵핑을 이루는 INTERACTVE 액티비티에 대해서 강제 중지를 통한 완료 처리 예외에 대한 이벤트를 로그 메시지로 남긴 뒤 프로세스 처리를 중단하게 되며, 엔진 재실행시 e-chautauqua 엔진은 해당 액티비티의 완료 처리 예외에 대한 로그를 해석하여 워크아이템을 재획득할 수 있도록 조치해둔다. 이 때, 워크아이템에는 오류 발생 이전에 수행자가 업무 처리한 결과 데이터들이 저장되어 있기 때문에, 수행자가 처음부터 다시 업무를 처리해야 되는 불편함을 최소화해준다.

4.1.3 AUTO 액티비티 타입에 대한 오류 복구

AUTO 타입의 액티비티는 e-chautuaqua 엔진에 의해 직접 호출되어 처리되는 프로그램 타입의 액티비티이다. 수행자의 개입없이 엔진에 의해 자동적으로 호출되어 처리되는 액티비티이기 때문에, 연동되는 애플리케이션에 대한 호출 에러 또는 애플리케이션의 위치 경로에 해당 애플리케이션이 존재하지 않을 경우 에러가 발생하게 된다.

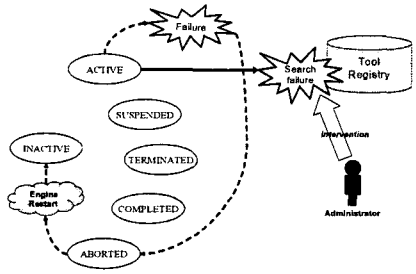

그림 7 AUTO 액티비티 예외 처리 메커니즘

AUTO 액티비티와 연동된 자동 애플리케이션이 연결되기 이전에 예외가 발생하게 될 경우에는 엔진에 의해 강제 중지 상태로 전환되며, 해당 이벤트에 대한 로그가 기록되고 프로세스의 흐름이 중단된다. 엔진이 재실행되면 해당 액티비티를 초기화 상태로 백워드시키게 된다. 만약 AUTO 액티비티와의 연동 애플리케이션을 수행하기 위해 애플리케이션의 참조 정보를 검색하는 중 정의된 경로에 애플리케이션이 존재하지 않을 경우, 워크플로우 시스템 관리자의 개입에 의한 연동 애플리케이션의 재조정이 필요하다.

4.1.4 SUBFLOW 액티비티 타입에 대한 오류 복구

SUBFLOW 타입의 액티비티는 주 워크케이스가 수행되는데 필요한 서브 워크케이스를 호출하여 수행하는 역할을 하는 액티비티이다. 서브플로우 워크케이스가 활성화되면, 또 하나의 워크케이스를 수행하는 것과 같은 개념이므로 서브플로우 워크케이스 내에 임의의 액티비티가 처리 중 예외가 발생할 경우 앞서 살펴보았던 액티비티 타입들에 대한 예외 처리 메커니즘이 그대로 적용된다.

5. 결 론

지금까지 본 논문에서는 워크케이스 기반 초대형 워크플로우 시스템인 e-chautauqua 엔진의 특징인 확장성과 더불어 대량의 워크케이스를 처리하면서 발생할 수 있는 워크플로우 트랜잭션의 실패를 최소화하기 위한 방안으로써, 워크플로우 시스템의 잠재적 오류들 중 의미적 오류에 대한 복구 방안을 기반으로 한 예외 처리 메커니즘을 살펴보았다.

참 고 문 헌

[1] Johann Eder, Walter Liebhart. "Workflow Recovery"
[2] 심성수, 김광훈. "워크케이스 기반의 초대형 워크플로우 시스템 아키텍처"
[3] 심성수, 김광훈. "대규모 워크플로우 시스템을 위한 EJB 기반 워크리스트 핸들러의 설계 및 구현", 『한국인터넷정보학회 추계학술발표논문집』, 2001.11
[4] Kim. K, "Architecture for very large scale workflow management systems", PhD Thesis, Computer Science Department, University of Colorado at Boulder, May 1998
[5] 안형진, 박인재, 김광훈. "초대형 워크플로우 엔진의 로깅 메커니즘", 『한국정보처리학회 춘계학술발표논문집』, 제12권 제1호, 2005.05
[6] WfMC(Workflow Manangement Coalition), "Interface 5 - Audit Data Specification"