프로세스 기반 이벤트 분석을 이용한 비즈니스 활동 모니터링

Business Activity Monitoring Using Process-based Event Analysis

손성호(Sungho Son)*, 정재윤(Jae-Yoon Jung)**,
조남욱(Nam Wook Cho)***, 강석호(Suk-Ho Kang)****

초 록

본 논문에서는 복합 이벤트 처리를 적용하여 비즈니스 활동 분석(BAM)을 위한 이벤트 분석 방안을 제안한다. 이는 프로세스 관리자가 프로세스가 종료되기 이전에 발생 가능한 위험을 감지하고 모니터링하기 위하여 실시간에 진행되는 이벤트에 대하여 조기 경보를 제공하기 위하여 개발되었다. 본 연구에서는 의미 있는 위험을 가지는 이벤트를 추출하는, 프로세스 기반의 이벤트 모니터링 과정을 제시하였다. 복합 이벤트 패턴은 과거 누적된 이벤트 로그를 바탕으로 정의되며, 이벤트의 위험도는 그 패턴들에 기반하여 평가된다. 제안된 방법론은 홈쇼핑업체의 서비스 프로세스의 예를 이용하여 설명한다.

ABSTRACT

Based on a complex event processing technique, an event analysis method for Business Activity Monitoring(BAM) is developed to provide an early warning for on-going events so that process managers effectively detect and monitor potential risks prior to the completion of the events. In this study, process-based event monitoring procedures to extract events with significant risks are presented; Complex event patterns are defined from historical event log data and risks of events are evaluated based on the patterns. A process-based event monitoring architecture for BAM is also presented. The proposed method has been applied to a service process of a home shopping company.

키워드 : 복합 이벤트 처리, 이벤트 패턴, 비즈니스 활동 모니터링
Complex Event Processing, Event Patterns, Business Activity Monitoring.

본 연구는 서울시 산학연 협력사업의 지원에 의해 수행되었음.
* 한국전기연구원
** 서울대학교 u-컴퓨팅원천기술개발지원센터
*** 서울산업대학교 산업정보시스템공학과, 교신저자
**** 서울대학교 산업공학과

1. 서 론

최근의 경쟁적 비즈니스 환경은 각 기업으로 하여금 좀 더 빠른 시간에 복잡한 업무를 처리할 것을 요구함에 따라 비즈니스 프로세스(Business Process)를 체계적으로 관리하기 위한 IT도구로 BPMS(Business Process Management System)가 널리 도입되고 있다[6]. BPMS는 업무절차를 체계적으로 설계, 관리, 개선하는 활동을 효율적으로 통합 관리 함으로써 리드타임을 줄이고, 오류를 감소시키며, 비즈니스 프로세스 관리의 유연성을 확보하여 궁극적으로는 기업의 이윤을 극대화한다[15, 17]. BPMS는 기업 안팎으로 산재한 프로세스를 정의, 구현, 개선하는 등의 모델링과 프로세스를 작동(enactment)하는 핵심 기능 외에도 비즈니스 프로세스의 실시간 모니터링을 통해 기업경영의 효율성을 극대화하고 위험을 최소화하도록 한다[15]. 이러한 실시간 모니터링을 제공하기 위하여 등장한 개념이 BAM(Business Activity Monitoring)이다. BAM은 업무를 수행하는 과정에서 발생하는 이벤트와 데이터를 실시간으로 수집하여 핵심성과지표(Key Performance Indicator)와 같은 의미 있는 정보로 변화하여 제공하고 위험 또는 기회 발생 등의 변화에 신속하게 대응하고자 제안되었다[4, 12]. BAM은 실시간 의사결정의 중요성이 증대되는 기업 경영 환경변화에 적극적으로 대응하기 위한 실시간 기업(Real-Time Enterprise; RTE)의 핵심 도구로 인식되고 있으며[3], 현재 대부분의 BPMS 업체들이 BAM솔루션을 제공하고 있다[15].

BAM 기능의 핵심은 비즈니스 프로세스 수행 시 발생하는 수많은 이벤트들을 실시간으로 수집, 분석하여 적절히 대응하는 데 있다. BAM 기능의 실현을 위해 대표적인 개념이 복합 이벤트 처리(Complex Event Processing; CEP)이다. 복합 이벤트 처리는 시스템 내에서 발생하는 여러 이벤트를 바탕으로 이들 조합의 의미를 발견하고 이를 해석하여 적용 및 처리하는 것을 의미한다[8, 11].

Luckham은 CEP의 구현을 위해 RAPIDE 언어를 개발하였으며 이벤트의 연관성(causality) 정보를 사용하여, 이벤트 poset(partially ordered set of events)을 정의하였다[9]. 이를 바탕으로 이벤트 패턴, 추출, 결합(event pattern, filtering, aggregation) 등의 강력한 기술을 사용하여 시스템 프로토타입을 개발하였다[10].

Perrochon은 모니터링 시스템 구축을 위한 이벤트 처리 아키텍처(event processing architecture)를 제안하였는데[13], 적용된 이벤트 처리 기술을 이벤트 마이닝(event mining)이라 부르기도 한다. CEP 기반의 모니터링 기법을 특정 영역에 적용하는 연구가 진행되었다[13, 18].

이벤트를 다루기 위한 기술은 CEP의 개념이 나오기 이전에, 이벤트 흐름 처리(Event Stream Processing; ESP) 분야에서 연구가 진행되어왔다. ESP는 프로세스 수행 시 발생하는 이벤트를 모니터링, 분석하고, 그에 따른 적절한 조치를 실행하기 위한 기술이다. 초기의 ESP 연구는 프로세스 진행 상 발생하는 모든 이벤트에 순서를 부여하여 상관관계를 파악하기 위하여 수행되었다[16]. 이후 프로세스가 복잡해짐에 따라 발생되는 이벤트 또한 복합 이벤트(complex event) 형태로 복잡해지면서, CEP와 유사한 개념으로 발전하였다[2]. 복합 이벤트를 위한 ESP 기반 연구는 이벤트가 나타나는 패턴과 그에 따른 조치를 미리 명시하고 해당 패턴이 나타날 때, 정의된 조치를 수행하는 명세 기반의 접근법(specification-based approach)을 따른다[1, 5, 14]. 그러나 이벤트를 기반으로 시스템을 진단하는 이벤트 기반 진단(event-based diagnostics)은 아직도 낮은 단계의 이벤트(low-level event)에 기반한 단순한 이벤트의 모니터링에 그치고 있어[7], 기업의 핵심성과지표와 연계하려는 BAM 본

래의 목적을 달성하기에는 한계가 있는 실정이다.

본 논문에서는 이벤트 기반 실시간 모니터링을 실현할 수 있도록 복합 이벤트 처리 개념을 바탕으로 프로세스 기반 이벤트 분석을 BAM에 적용하는 방안에 대해서 제시하고자 한다. 이를 위하여 조기 경보의 발생을 통한 프로세스의 지속적인 개선을 기본 목적으로 두고, 프로세스 기반의 이벤트 분석을 바탕으로 한 모니터링 프로시저와 이에 맞는 아키텍처를 제시하였다. 제안된 CEP 아키텍처는 홈쇼핑업체의 서비스 프로세스를 대상으로 적용되었다.

본 연구는 다음과 같은 의의를 갖는다. 첫째, 복합 이벤트 처리 개념을 비즈니스 액티비티 모니터링의 도메인에 적용가능 하도록 조기경보를 위한 이벤트 모니터링 아키텍처를 제시하였다. 둘째, 산업에서 원하는 조기 경보 기능을 위하여 프로세스 기반 이벤트 분석을 적용한 비즈니스 활동 모니터링 방법론을 제시하였다. 본 연구에서 제시하는 방법론은 프로세스 내의 과거 데이터 분석을 바탕으로 핵심성과지표에 큰 영향을 미치는 복합 이벤트의 패턴을 파악함으로써, 현 시점에서 발생한 이벤트 상황에 따라 필요한 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 이를 통하여 기업 내의 다양한 사용자들은 각자의 역할에 따라 의사결정에 대한 정보를 지원받아 전보다 더 민첩하고 정확하게 비즈니스 프로세스를 진행할 수 있게 된다.

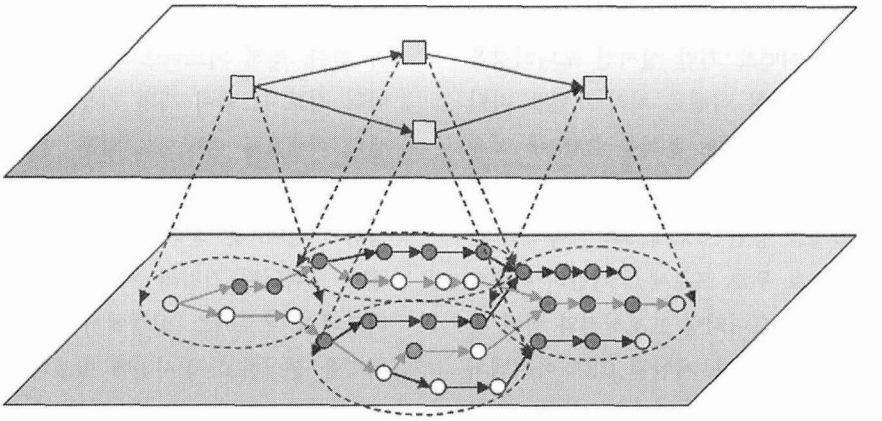
2. 비즈니스 프로세스 모니터링

2.1 복합 이벤트 모니터링

이벤트 주도적 아키텍처(Event-Driven Architecture)는 서비스 기반으로 통합된 정보시스템 구조에서 다양한 이벤트 상황을 바탕으로 이벤트 교환, 이벤트 트리거, 실시간 대응을 구현하고자 한다. 특히 비즈니스 프로세스 관리 시스템은 여러 정보시스템이 개별 기능을 수행함으로써 발생한 이벤트를 바탕으로 업무 자동화를 수행하기 때문에 복잡다단한 이벤트 구름(event cloud)을 형성하게 된다. 본 연구에서 다루고자 하는 복합 이벤트 모니터링 기반의 프로세스 모니터링 방법은 비즈니스 프로세스 실행에서 발생한 이벤트들의 이력을 분석하고, 실시간에 발생하고 있는 이벤트를 관찰함으로써 프로세스 관리자에게 의미 있는 상황과 주목할 만한 상황을 사전에 알려주는 것을 목표로 한다.

홈쇼핑업체의 예를 들면, 일상적으로 발생하는 제품배송의 서비스 경쟁력과 고객 만족을 향상시키기 위하여, 과거의 제품 배송 이력을 분석하여 배송 지연의 문제를 분석하여, 실시간에 진행 중인 배송 현황을 개선하고자 한다. 일반적인 비즈니스 성과 관리는 배송 시간에 영향을 미치는 핵심성과지표를 정성적으로 탐색하여 비즈니스 규칙을 적용하는 정성적 접근법을 사용하는 것이 일반적이다. 일반적으로 비즈니스 규칙은 전문가들에 의해 지정되는데, 전문가에 의존한 규칙 설계 및 실행은 예기치 못한 현상이나 새로운 추세를 민첩하게 반영하지 못할 우려가 있다. 본 연구에서 제시하는 사례 분석을 통한 복합 이벤트 모니터링은 비즈니스 규칙 관리를 보완할 수 있는 자동화된 비즈니스 감시 방안을 제공할 수 있다. 본 연구에서 제시하는 시스템은 규칙의 발견과 이상 징후의 검출을 자동화하여, 시스템의 변화에 능동적으로 대응하면서 시스템의 이상징후를 조기경보할 수 있다는 점에서 전문가에 의해 수동적으로 운영되는 시스템과 차이점이 있다.

〈그림 1〉은 비즈니스 프로세스의 이력을 분석하고, 실행 과정을 모니터링하기 위한 이벤트 기반의 방안을 보여준다. 하나의 비즈니스 프로세스가 실



〈그림 1〉 드릴다운(drill-down)을 통한 프로세스의 이벤트 모니터링

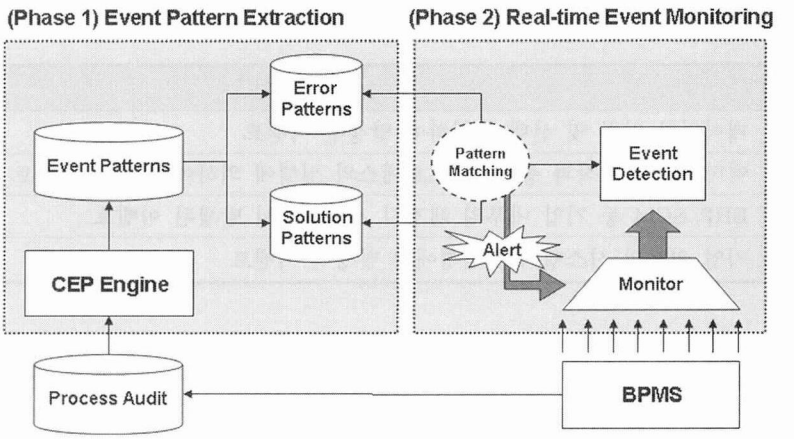
행될 때('프로세스 인스턴스'라고 부름), 액티비티나 관련 데이터의 실행 과정은 미리 정의된 이벤트의 발생을 통하여 그림과 같이 하위 단계에서 모니터링 할 수가 있다. 이러한 복합적인 이벤트를 분석함으로써 어떤 목표값의 달성 유무(예를 들면, 적시배달 실패)를 비롯한 프로세스 성과지표들과의 복합적인 연관성을 추정할 수 있다.

복합 이벤트 모니터링을 통한 민첩성은 문제 발생 가능성을 미리 발견하여 관리자로 하여금 적절한 조치 필요성을 검토하게 할 수 있다. 이는 사용자들이 기존의 수동적인 사후 반응에서 능동적인 사전 반응으로 움직이게 하며, 단지 사후에 사실 보고가 아니라 조기에 성과에 대한 원인을 발견하고 적절한 대안을 강구하도록 한다. 이처럼 복합 이벤트 처리를 활용한 실시간 모니터링이 도입되면, 기업은 사전 경보를 통하여 시간을 절약하고, 비즈니스 규칙 위배를 미연에 방지함에 따라 비용을 절감할 수 있다. 또한, 이상 징후 가능성을 더 빨리 발견함에 따라 고객서비스의 제고, 내부적인 운영의 효율성, 그리고 비용절감을 달성할 수 있다.

2.2 프로세스 기반의 이벤트 모니터링

WfMC에 따르면, 비즈니스 프로세스(business process)란 비즈니스 목표를 실현하는 데 필요한 하나 이상의 과정이나 액티비티의 집합으로 정의되며, 액티비티(activity)란 프로세스 내의 논리적 단계를 형성하는 업무의 기술 단위로 정의한다. 이는 WFMS나 BPMS와 같은 프로세스 기반의 정보시스템에서 보편적으로 통용되는 개념이다. 특히, 본 연구에서 분석 대상으로 다루는 비즈니스 프로세스는 방향성 그래프 형태로 정의된 프로세스 정의를 가정하고 있으며, 그래프의 각 노드는 액티비티이며 이벤트는 각 액티비티의 수행 중에 발생한다고 가정한다. 즉, 프로세스 기반의 이벤트 모니터링은, 프로세스를 형성하는 액티비티를 수행하는 도중에 발생된 여러 가지 사건들("이벤트")을 분석함으로써 프로세스의 실행결과를 예측하기 위한 활동이다.

본 연구에서는 지능적 프로세스 모니터링을 지원하기 위하여, 비즈니스 프로세스의 과거 데이터를 분석하여 유의한 이벤트 패턴을 추출하고 프로세스의 실시간 모니터링에 반영할 수 있는 방법론



〈그림 2〉 조기 경보를 위한 이벤트 모니터링

을 제시한다. 프로세스 기반의 이벤트 분석은 크게 2단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 이벤트 패턴 추출로서, 과거 프로세스 데이터를 바탕으로 핵심성과지표에 큰 영향을 미치는 이벤트 패턴을 찾아내는 것이다. 두 번째 단계는 이벤트 패턴 매칭으로서, 실시간에 발생하고 있는 이벤트들을 발견된 이벤트 패턴과 비교하여 경고나 개선 방향을 제시하는 것이다.

지능적 비즈니스 모니터링을 위하여 제시된 프로세스 기반의 이벤트 분석 방법론은 프로세스 내의 과거 데이터 분석을 바탕으로 핵심성과지표에 큰 영향을 미치는 복합 이벤트의 패턴을 파악함으로써, 현 시점에서 발생한 이벤트 상황에 따라 필요한 의사결정을 도울 수 있고, 기업 내의 다양한 사용자들은 각자의 역할에 따라 의사결정에 대한 정보를 지원받아 전보다 더 민첩하고 정확하게 비즈니스 프로세스를 진행할 수 있게 된다.

3. 복합 이벤트 패턴 추출

3.1 이벤트 처리 대상

프로세스 관리 시스템에서 발생 가능한 이벤트는 다양하고, 단시간에 무수히 발생할 수 있다. 복합 이벤트 처리의 궁극적인 목표는 시스템 내외에서 발생된 모든 이벤트를 대상으로 패턴을 추출하고 그 복합적인 의미를 파악하는 것이지만, 본 논문에서는 프로세스 기반 모니터링을 위한 이벤트로 대상을 한정한다.

비즈니스 프로세스에서 하나의 프로세스 인스턴스가 생성되어 소멸될 때까지 발생할 수 있는 이벤트의 종류는 그 발생 원인에 따라 〈표 1〉과 같이 네 가지로 분류할 수 있다.

① 데이터 기반 이벤트 (Data-based Event; DE)

프로세스 인스턴스가 실행되기 위하여 많은 데이터 정보가 발생된다. 데이터의 입력 및 선택으로 발생하는 관련 정보들을 모두 이벤트로 취급할 수 있다. 이를 위해서 미리 발생 가능한 데이터 집합과 범위를 정해둠으로써 발생된 데이터의 값에 따라 적합한 이벤트를 할당할 수 있다. 예를 들어,

〈표 1〉 비즈니스 프로세스와 연관된 이벤트의 발생원인 분류

카테고리	발생원인
DE	데이터의 입력 및 선택에 의하여 발생된 이벤트
PE	액티비티의 시작과 종료 등 프로세스의 실행에 의하여 발생된 이벤트
LE	ERP, SCM 등 기업 내부의 레거시 시스템에서 발생된 이벤트
EE	기업 외부의 시스템이나 환경에서 발생된 이벤트

보험료를 산출하기 위해 고객 정보를 수집하는 액티비티에서 고객의 나이에 따라 해당되는 연령대의 이벤트를 발생시킬 수 있다.

② 프로세스 기반 이벤트 (Process-based Event; PE)

프로세스가 진행되면서 각 액티비티의 시작과 종료가 반복한다. 일반적으로 하나의 액티비티 종료는 하나 이상의 다른 액티비티의 시작을 유도한다. 어떠한 액티비티가 시작되고 종료되었으며 그 결과 어떤 액티비티를 시작하였는지에 대한 정보를 담고 있는 이벤트는 인스턴스가 종료될 때까지 반복된다.

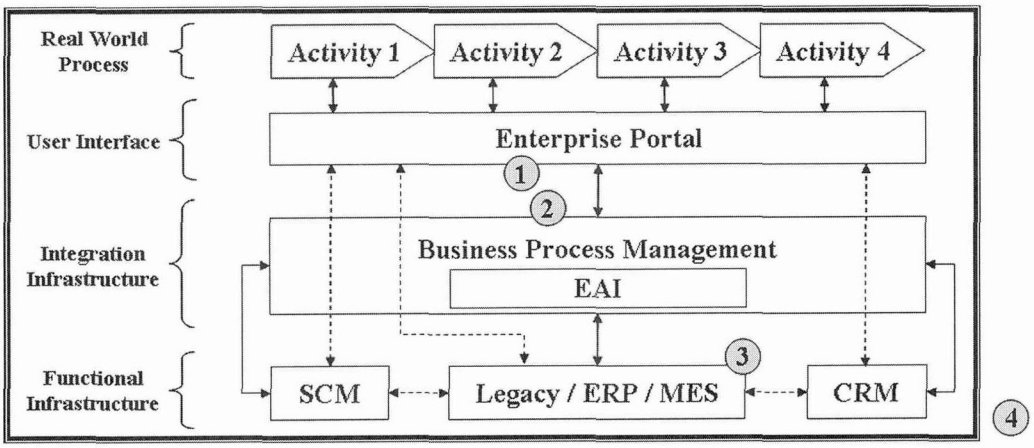
③ 레거시 시스템 기반 이벤트 (Legacy system-based Event; LE)

ERP, SCM 등을 포함한 기업의 레거시 시스템은 프로세스 관리 시스템의 하위에서 발생한다. 작업자 및 관리자는 프로세스 관리 시스템 상에서 업무를 직접 다루지만, 그 하위 계층에서는 프로세스의 진행과 함께 레거시 시스템의 이벤트가 계속적으로 발생한다. 이런 이벤트들은 기업 내의 시스템의 작동에 의해 발생되기도 하지만, 미리 정의된 비즈니스 룰에 의해 발생하기도 한다.

④ 외부 이벤트 (External Event; EE)

기업은 고객 및 협력 기업들과 연계되어 있으며, 수많은 거래를 수행하여 데이터 및 메시지를 교환한다. 하지만 그 중 대부분은 레거시 시스템을 통하여 전달되는 경우가 대부분이지만, 웹 서비스 기반의 프로세스 실행 엔진 등에 의하여 프로세스 관리 시스템에 직접 전달되는 구조도 증가하고 있다.

〈그림 3〉은 비즈니스 프로세스 관리 시스템을 중심으로 한 기업 정보시스템 아키텍처에서 발생



〈그림 3〉 기업 시스템에서 발생되는 이벤트의 원인별 분류

되는 이벤트의 전달 과정을 보여주고 있다. ①에서 ④까지의 번호는 각각 DE, PE, LE, EE를 나타낸다.

3.2 이벤트 인과관계

복합 이벤트 처리를 프로세스 관리 시스템에 도입하기 위해서 먼저 프로세스 인스턴스에서 수행된 액티비티와 그 액티비티에서 발생한 정보를 이벤트로 표현한다.

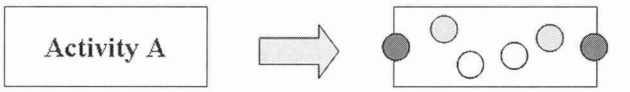
프로세스 인스턴스에서 수행된 각 액티비티에는 데이터 기반 이벤트(DE), 레거시 시스템 이벤트(LE), 액티비티의 시작 및 종료를 알리는 프로세스 이벤트(PE)가 존재한다. 예를 들어, 〈그림 4〉의 경우 액티비티 A에서는 시작과 종료 시에 PE(검은색)가 발생하였으며, 수행 과정에 있어서 레거시 시스템과의 상호작용으로 인한 LE와, 작업 수행중 데이터 입력으로 인한 DE가 발생하였다(흰색). 이들 세 가지 이벤트 유형의 관계는 시간적 선후관계(time)에 의하여 이벤트 간의 인과관계(causality)를 유추할 수 있다.

또한 액티비티의 종료 이벤트는 그 액티비티가 프로세스의 최종 액티비티가 아니라면, 하나 이상의 다른 액티비티를 시작시킨다. 이는 〈그림 5〉과 같이 선행 액티비티의 종료 이벤트와 후행 액티비티의 시작 이벤트의 의존관계(dependency)로 나타낼 수 있으며, 마찬가지로 이벤트 간의 인과관계(causality)로 표현될 수 있다.

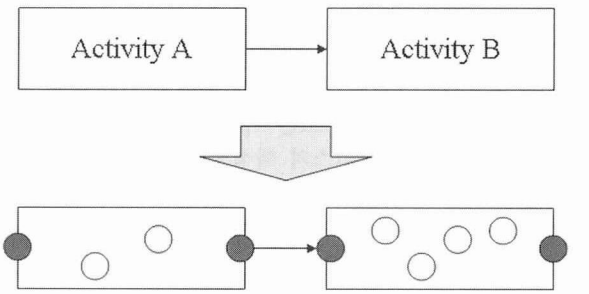
(정의 1) Event causality. 이벤트 인과관계(event causality)란 액티비티 내에서 발생된 이벤트들의 시간적 선후관계(time causality)와, 액티비티 간에 발생된 종료와 시작 이벤트들의 의존관계(dependency causality)를 의미한다.

(정의 1)에서 제시된 프로세스 인스턴스의 이벤트 인과관계는 프로세스 성과에 영향을 미치는 이벤트 패턴을 찾기 위하여 사용된다. 현실세계에는 다양한 이벤트 인과관계가 존재할 수 있지만, 본 연구에서는 프로세스 이력 분석의 자동화를 위하여 시간적 선후관계와 액티비티 간 의존관계만을 다루기로 한다.

두 가지 이벤트 인과관계를 바탕으로 프로세스 인스턴스의 실행에서 발생된 이벤트들의 관계 그래프를 작성할 수 있다. 이처럼 프로세스 인스턴스



〈그림 4〉 프로세스 액티비티의 이벤트 추출



〈그림 5〉 액티비티 의존관계에 의한 이벤트 인과관계

가 시작하여 종료될 때까지 발생한 이벤트들의 인과관계를 표현한 그래프를 복합 이벤트 그래프라고 한다.

(정의 2) Complex event graph. 복합 이벤트 그래프(complex event graph)란 프로세스 인스턴스가 시작하여 종료될 때까지 발생한 모든 이벤트들의 관계를 시간 인과성(time causality)과 의존 인과성(dependency causality)에 의해 표현한 그래프이다.

3.3 이벤트 패턴 추출

비즈니스 인스턴스의 생성과 소멸까지 생성된 사전 경고 대상이 되는 이벤트 패턴을 추출함으로써 프로세스 관리자의 의사결정을 지원하기 위한 단계이다. 사전 경고 대상이 되는 이벤트 패턴이란 프로세스 인스턴스의 결과가 핵심성과지표의 일정 수준을 만족하지 못하게 되는 이벤트 패턴을 의미한다. 프로세스 모니터링에 사용될 수 있는 핵심성과지표의 예로는 납기일의 미준수, 대출 신청 거절, 품질 수준 미달 등 적용 영역에 따라 다양하게 선택될 수 있다.

(정의 3) Event Pattern. 이벤트 패턴(event pattern)이란 하나의 프로세스 인스턴스에서 발생할 수 있는 복합 이벤트(complex event)의 순차적인 발생이다.

핵심성과지표에 영향을 미치는 프로세스의 복합 이벤트 패턴을 추출하는 과정은 〈그림 6〉과 같이 다섯 단계를 따른다. 먼저, 3.2절에서 설명한 바와 같이 복합 이벤트 그래프를 생성한다. 두 번째 단계로 복합 이벤트 그래프의 모든 이벤트 패턴을 추출한다. 이는 한 복합 이벤트 그래프에서 분기와 병합으로 인하여 다수의 이벤트 패턴이 추출될 수 있음을 의미한다. 세 번째 단계는 각 프로세스 인스턴스의 여러 가지 핵심성과지표 중 달성 수준을 선정하고 사전 경고할 수준과 값의 영역을 지정하는 단계이다. 네 번째 단계는 위에서 선정된 핵심성과지표에 근거하여 각 이벤트 패턴의 핵심성과지표 달성수준을 계산하는 것이다. 마지막 단계는 한계치 이하의 핵심성과지표를 갖는 이벤트 패턴을 추출하기 위하여 위험도를 측정하는 단계이다. 각 이벤트 패턴의 위험도 측정에 관해서는 다음 절에서 설명하도록 한다.

3.4 이벤트 패턴 위험도 측정

핵심성과지표를 높이기 위한 조기 경보는 현재 발생되고 있는 프로세스 인스턴스의 위험도를 계산하여 허용 범위를 벗어날 경우에 발생된다. 위험도 계산은 이벤트 유사성 계산에 의한 패턴 매칭에 의해 수행된다. 프로세스 인스턴스에서 실행되는 이벤트 패턴은 기존 이벤트 패턴들을 바탕으로 앞으로 발생 가능한 이벤트 패턴을 추정할 수 있다. 이를 통하여 현재의 프로세스 인스턴스가 앞으로 핵심성과지표를 미달할 확률을 추정할 수 있다.

(Step 1) 모든 프로세스 인스턴스의 복합 이벤트 그래프를 생성한다.
(Step 2) 복합 이벤트 그래프의 모든 이벤트 패턴을 추출한다.
(Step 3) 모든 프로세스 인스턴스의 핵심성과지표를 선정한다.
(Step 4) 핵심성과지표에 대한 각 이벤트 패턴의 위험도를 계산한다.
(Step 5) 위험도가 한계치를 벗어나는 이벤트 패턴을 추출한다.

〈그림 6〉 조기 경보 대상 오류 패턴의 추출 과정

특정 이벤트가 발생한 프로세스 인스턴스의 위험도는 아래와 같이 측정할 수 있다.

$r_k = \sum_{i=1}^{n} p_i r_i$

n = k 번째 이벤트의 경로의 수

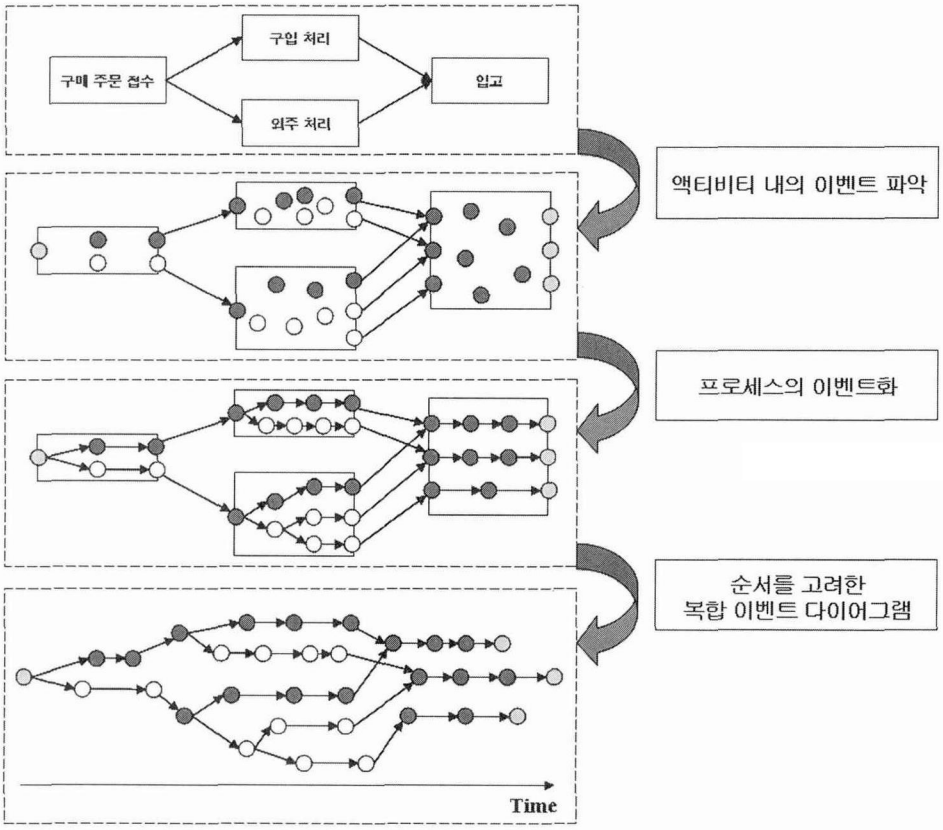
p_i = i 번째 경로(k, i)로의 확률

r_i = i 번째 이벤트의 위험도

이를 바탕으로 앞서 생성했던 복합 이벤트 다이어그램에서의 각 이벤트 별 위험도를 계산해 보기 위해서는 복합 이벤트 다이어그램의 생성을 통해서 각 분기별 이벤트 생성 확률을 미리 알고 있어야 한다.

4. 복합 이벤트 모니터링의 사례

복합 이벤트 처리를 이용한 비즈니스 활동 모니터링(Business Activity Monitoring)의 예제를 살펴보자. 국내 A 홈쇼핑업체는 적시배달과 관련된 고객서비스 프로세스에서 지속적으로 문제가 발생하고 있는 상황이다. 이 회사의 목표는 주문에 대한 적시배달을 99% 이상 달성하는 것이나 실제로는 90%에도 미달하는 수준이다. 적시배달은 서비스 경쟁력과 고객만족을 위한 핵심성과지표이다. 고객 주문일에 대한 납기지연은 사후적인 문제이므로, 실시간에 제품 배송의 지연을 예측하거나 위험을 감지하여 이러한 문제를 해결할 수 있다. 〈그림



〈그림 7〉 복합 이벤트 그래프 생성의 예

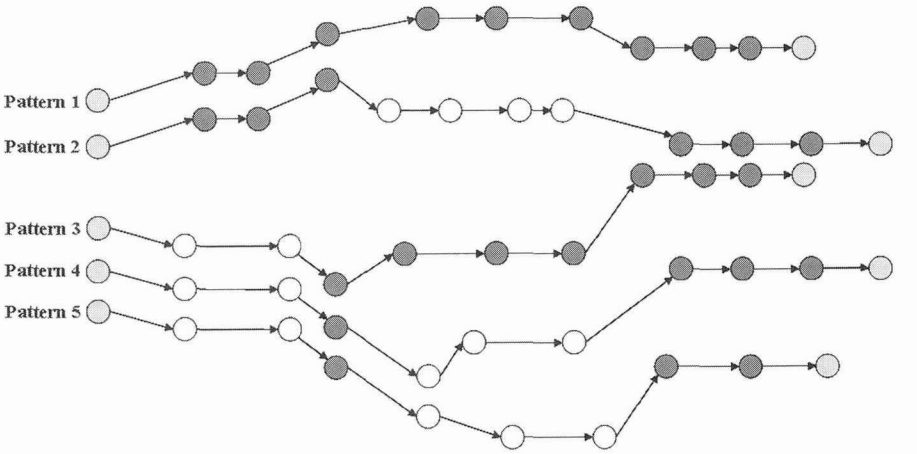
7〉는 고객서비스 프로세스로부터 복합 이벤트 그래프의 생성 과정을 보여준다(Step 1). 이 복합 이벤트 그래프로부터 우리는 〈그림 8〉의 다섯 가지 이벤트 패턴을 추출할 수 있다(Step 2).

이 회사의 목표는 주문에 대한 적시배달을 99% 이상 달성하고자 하며, 적시배달은 서비스 경쟁력과 고객만족을 향상시키기 위한 핵심성과지표 중 하나이다. 이 예제의 조기경보를 위한 핵심성과지표는 납기준수율로 지정하였다(Step 3).

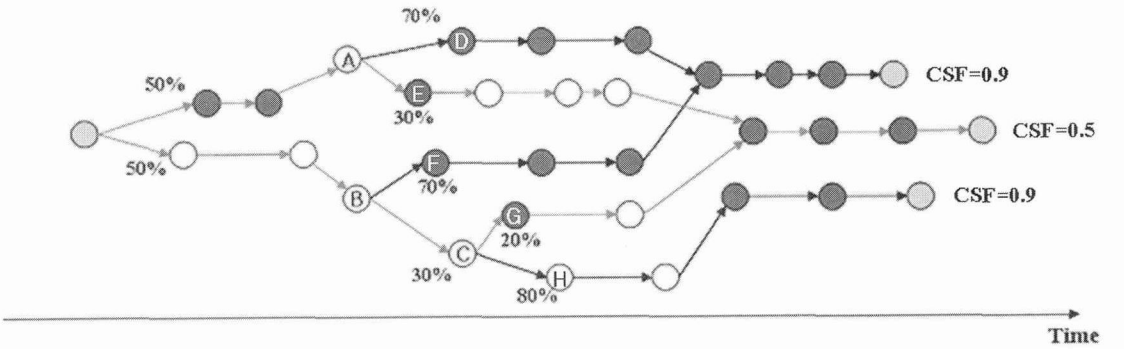
위에서 제시된 고객서비스 프로세스의 이력을 분석한 결과, 다섯 가지 패턴은 〈표 2〉와 같은 납기 준수율을 가지고 있으며, 〈표 3〉에서 나타난 확률과 같이 각 분기별로 이벤트가 전이한다고 가정하자.

시스템 내에서 각 분기별 이벤트가 발생했을 때에 위험도를 구해보면 다음과 같다(Step 4).

$$r_A = (0.7 \times 0.1) + (0.3 \times 0.5) = 0.22$$
$$r_B = (0.7 \times 0.1) + (0.3 + r_C) = 0.124$$
$$r_C = (0.2 \times 0.5) + (0.8 \times 0.1) = 0.18$$



〈그림 8〉 복합 이벤트 그래프에서 추출된 이벤트 패턴의 예



〈그림 9〉 각 분기 이벤트별 이동 확률과 패턴의 납기 준수율

〈표 2〉 이벤트 패턴의 핵심성과지표

이벤트 패턴	1	2	3	4	5
납기준수율	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9

〈표 3〉 각 이벤트의 발생 확률 및 최종 납기일 준수 실패율

발생 이벤트		발생 확률	납기실패율
A	D	70%	0.1
	E	30%	0.5
B	F	70%	0.1
C	G	20%	0.5
	H	80%	0.1

사용자가 선정한 납기지연에 대한 위험도의 한계치를 0.2라고 설정하였을 때, 위의 예에서는 A 이벤트가 발생했을 때의 위험도는 0.22로서 한계치 0.2를 상회한다(Step 5). 따라서 A 이벤트가 발생하게 되면, 조기 경보를 알리고 시스템은 이 이벤트를 모니터링하게 된다. A 이벤트 후에 상위 이벤트(D)가 발생했을 때와 하위 이벤트(E)가 발생했을 때의 위험도가 각각 10%와 50%라는 정보를 줌으로 의사결정자가 프로세스를 진행하고 통제하는데 도움을 줄 수 있다. 반면, B 이벤트와 C 이벤트에 대해서는 위험도가 각각 0.124와 0.18로서 한계치 0.2를 하회하므로, 사용자 설정 수준에서는 위험 대상이 아니므로 조기 경보를 하지 않는다.

5. 결 론

현재 이벤트의 위험도는 미래에 일어날 이벤트의 조건부 확률 및 위험도에 의존한다. 프로세스 모니터링 중에 경보 시점을 앞당기려면 위험도가 100%에 이르기 전에 사전 경고를 발생시켜야 하며, 이 사용자별로 정의된 한계치를 지정함으로써 접근할 수 있다. 나아가, 의사 결정자가 느끼는 위험은 매우 주관적이며, 위험에 대한 개인적 성향은 위험 회피형, 위험 중립형, 위험 선호형으로 분류한다. 만일 위험도 기준에 대한 일관된 기준은 느슨하거나 지나친 경고의 가능성이 존재한다. 이러한 기준은 의사결정자가 선택하도록 하여 최종 결정을 지원하는 정책적 결정이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] Adi, A., Botzer, D. and Etzion, O., "Semantic Event Model and Its Implication on Situation Detection", Proceedings of the 2000 European Conference on Information, 2000.

[2] Baker, D., Cassandra, A.R. and Rashid, M. "CEDMOS: Complex Event Detection and Monitoring System", Technical Report, 1999.

[3] Buytendijk, F. and Flint. D. "How BAM Can Turn a Business Into a Real-Time Enterprise", Gartner Research Note, AV-15-4650, 2002.

[4] Dresner, H. "Business Activity Monitoring: BAM Architecture", Gartner Symposium ITXPO, Cannes, France, November 2003.

[5] Gross, P.N., Gupta, S., Kaiser, G.E., and Parekh, J.J. "An Active Events Model for Systems Monitoring", Working Conference on Complex and Dynamic Systems, 2001.

[6] Hellinger, M and Fingerhut, S. "Business Activity Monitoring: EAI Meets Data Warehousing". eAI Journal, pp. 18-21, July 2002.

[7] Luckham D.C. The Power of Events, Pearson Education, 2002.

[8] Luckham D.C. and Frasca B. "Complex Event Processing in Distributed Systems", Technical Paper, Stanford University, 1998.

[9] Luckham, D.C., Kenney, JJ., Augustin, L.M., Vera, J., Bryan D., and Mann, W. "Partial Ordering of Event Sets and Their Application to Prototyping concurrent, Timed Systems", Journal of Systems and Software, Vol. 21, Issue 3, pp.253-265, 1993.

[10] Luckham, D.C., Kenney, J.J., Augustin, L.M., Vera, J., Mann, W., and Bryan D. "Specification and Analysis of System Architecture Using Rapide", IEEE transactions on Software Engineering, Vol. 21, No. 4, pp.336-355, 1995.

[11] Lundberg, A. "Leverage Complex Event Processing to Improve Operational Performance", Business Intelligence, Vol.11, No.1, pp.55-65, 2006.

[12] McCoy, D.W. "Business Activity Monitoring: Calm Before the Storm", Gartner Research Note, LE-15-9727, 2002.

[13] Perrochon, L. Jang, E. and Luckham, D.C. "Enlisting Event Patterns for Cyber Battlefield Awareness", DARPA Information Survivability Conference & Exposition, Vol. 2, pp.1411, 2000.

[14] Porras, P.A. and Neumann, P.G. "EMERALD: Event Monitoring Enabling Responses to Anomalous Live Disturbances", Proceedings of 20th NIST-NCSC National Information Systems Security Conference, 1997

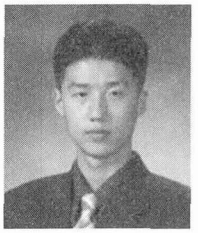
[15] Reijers, H. "Case Prediction in BPM Systems: A Research Challenge", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 33, No. 1, pp.1-10, 2007.

[16] Schwarz, R. and Mattern, F., "Detecting Causal Relationships in Distributed Computations: In Search of the Holy Grail", Distributed Computing, Vol. 7, No. 3, pp.149-174, 1994.

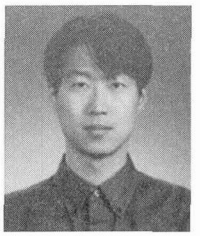
[17] Smith, H. and Fingar, P. Business Process Management - The Third Wave, Meghan-Kiffer Press, 2003.

[18] Wang, F., Liu, S., Liu, P., and Bai, Y. "Bridging Physical and Virtual Worlds: Complex Event Processing for RFID Data Streams", LNCS, Vol. 3896, pp.588-607, 2006.

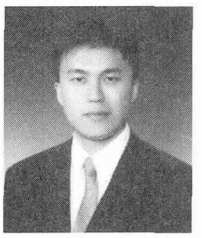
저 자 소 개



손성호	(E-mail : son629@gmail.com)
2004.8.	서울대학교 산업공학과 (학사)
2007.2.	서울대학교 산업공학과 (석사)
2005.9 ~ 2005.2.	Tangible Plus, Consultant
2006.3 ~ 2006.8.	산업연구원(KIET), Research Assistant
2006.12 ~ 현재	한국전기연구원(KERI) 전력산업정책연구그룹, 연구원
관심분야	비지니스 프로세스 관리



정재윤	(E-mail : jyjung@ara.snu.ac.kr)
1999.2	서울대학교 산업공학과 (학사)
2001.2.	서울대학교 산업공학과 (석사)
2005.8.	서울대학교 산업공학과 (박사)
2005.12 ~ 2006.11.	아인트호벤공대 초빙연구원
2006.12 ~ 현재	서울대학교 유비쿼터스원천기술개발지원센터
관심분야	워크플로우, 지능정보시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅



조남욱	(E-mail : nwcho@snut.ac.kr)
1994.2.	서울대학교 산업공학과 (학사)
1996.2.	서울대학교 산업공학과 (석사)
2001.2.	Purdue 대학교 산업공학과 (박사)
2001.3 ~ 2002.12.	Agere Systems, Member of Technical Staff(MTS)
2003.1 ~ 2004.2.	삼성 SDS, 책임컨설턴트
2004.3 ~ 현재	서울산업대학교 산업정보시스템공학과
관심분야	비지니스 프로세스 관리, e-manufacturing, 정보시스템

강석호	(E-mail: shkang@cybernet.snu.ac.kr)
1970.	서울대학교 물리학과 졸업
1972.	University of Washington (석사)
1976.	Texas A&M University (박사)
1976 ~ 현재	서울대학교 산업공학과 교수
관심분야	지능형 생산시스템, 전자거래