

# 효율적인 의사결정을 위한 이벤트 기반의 프로세스 성과측정을 위한 모델

박 제 원<sup>†</sup> · 최 재 현<sup>††</sup> · 조 풍 연<sup>†††</sup> · 이 남 용<sup>††††</sup>

## 요 약

최근 정보시스템은 정보기술의 발달로 이기종의 환경으로 분산되어 프로세스를 중심으로 복잡하게 얽혀 있다. 프로세스는 어떠한 업무가 시작되어 끝날 때까지 의사결정의 선후관계를 갖는 인스턴스의 흐름을 가지고 여러 정보시스템을 넘나들며, 업무의 성과를 측정하는데 필요한 많은 정보를 담고 있다. 프로세스는 단위 업무활동인 작업으로 구성되며, 단위 작업은 정보 발생원인 이벤트로 구성된다. 그러나 대부분의 경우 직접 이벤트를 연계하여 프로세스의 진행이 경영적인 관점에서 얼마나 성과 있게 진행되고 있는지를 측정하는 것은 매우 어렵다. 따라서 프로세스가 완전히 끝나기 전에 작업의 진행에서 프로세스의 성과를 미리 측정한다면 운영비용 절감 및 효율적인 프로세스 실행이 가능하다. 이에 본 논문에서는 프로세스의 현재 성과를 사전에 평가할 수 있도록 이벤트 기반의 프로세스 성과측정 모델을 제안하였다. 첫째, 프로세스 성과측정 개념을 제시하고, 단위 정보시스템의 이벤트로부터 수집된 정보를 통해 프로세스의 성과측정을 위한 성과지표 선정방법을 연구한다. 둘째, 프로세스 성과측정을 위한 이벤트 수집을 위해 선정된 성과지표와 기존 시스템의 이벤트 간 매핑방법과 수집된 이벤트를 프로세스 관점에서 효율적으로 저장관리 하는 데이터 스키마와 방법을 연구한다. 마지막으로 수집된 이벤트를 바탕으로 프로세스의 성과 측정 모델을 제시한다.

키워드: 이벤트, 프로세스, 프로세스성과측정, 복합이벤트처리

## Process Performance Measurement Model Based on Event for an efficient Decision-Making

Jaewon Park<sup>†</sup> · Jaehyun Choi<sup>††</sup> · Poongyoun Cho<sup>†††</sup> · Namyong Lee<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

Information systems nowadays are heterogeneous and distributed which integrate the enterprise information by processes. They are also very complex, because they are linked together by processes. It aims to integrate the systems so that these systems work as one system. A process is a framework which contains all of the business activities in an enterprise, and has a lot of information which is needed for measuring performance. A process consists of activities, and an activity contains events which can be considered information sources. In most cases, it is very valuable to determine if a process is meaningful, but it is difficult because of the complexity in measuring performance, and also because finding relationships between business factors and events is not a simple problem. So it would reduce operation cost and allow efficient process execution if I could evaluate the process before it ends. In this paper we propose an event based process measurement model. First, we propose the concept of process performance measurement, and a model for selecting process and activity indexes from the events which are collected from information systems. Second, we propose at methodologies and data schema that can store and manage the selected process indexes, the mapping methods between indexes and events. Finally, we propose a process Performance measurement model using the collected events which gives users a valuable managerial information.

Keywords: Event, Process, Process Performance Measurement, Complex Event Processing

## 1. 서 론

최근 기업의 업무는 정보기술의 발달로 이종·다종의 다

양한 정보시스템으로 분산되어 프로세스 중심으로 연관성을 가지며 유기적으로 얽혀있다. 프로세스는 단순히 사람이나 정보시스템에 업무를 할당, 실행, 개선 등의 자동화뿐만 아니라 프로세스의 흐름을 통해 경영성과를 측정하고 만족시키는 것도 중요하다. 그러나 기존 방식의 성과측정은 개인별, 업무별, 부서별 등 특정 시스템의 단위 업무성과를 단순히 정적으로 측정하거나 지표를 산출하는데 그치고 있다. 그러므로 기업의 경영자나 관리자의 주요 관심사항인 단위

<sup>†</sup> 준 회 원: 숭실대학교 컴퓨터학과 시간강사  
<sup>††</sup> 준 회 원: 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정  
<sup>†††</sup> 정 회 원: 숭실대학교 컴퓨터학과 공학박사  
<sup>††††</sup> 정 회 원: 숭실대학교 컴퓨터학과 교수  
논문접수: 2010년 1월 25일  
수정일: 1차 2010년 3월 9일, 2차 2010년 4월 14일, 3차 2010년 5월 10일  
심사완료: 2010년 5월 28일

시스템의 업무를 직접 연계, 통합한 경영관점의 프로세스 진행 중에 성과를 측정하는 것이 필요하다. 기존의 성과측정은 프로세스 운영관리를 위해 수집된 정보를 바탕으로 측정하는 방식이며, 즉 BPM(Business Process Management), BAM(Business Activity Monitoring), CPM(Corporate Process Management) 등은 프로세스의 시작/종료 및 특정 작업(Activity)의 생명주기 등에 초점을 맞춘 업무자동화의 프로세스 수행에 목적을 갖는다[12]. 여기서 BAM은 이러한 실시간 모니터링을 제공하기 위하여 등장한 개념으로 업무를 수행하는 과정에서 발생하는 이벤트와 데이터를 실시간으로 수집하여 핵심성과지표(Key Performance Indicator)와 같은 의미있는 정보로 변화하여 제공하고 위험 또는 기회발생 등의 변화에 신속하게 대응하고자 제안되었다[6, 12].

또한 ERP(Enterprise Resource Planning), CRM(Customer Relationship Management) 등의 비 프로세스관리시스템은 다양한 정보환경의 내·외부 정보시스템과 연계하여 정보를 수집하는 경우 단순히 프로세스의 수행에 목적을 둔 정보이거나 단위 정보시스템의 성과지표 값을 위한 것이다. 따라서 경영자 관점으로 선정된 프로세스의 액티비티별 성과지표를 다양한 관련 하위정보시스템과 직접 매핑(Mapping)하고, 해당 이벤트(Event)를 수집하여 저장 관리될 필요가 있다. 수집 저장된 액티비티 별 성과지표 값들은 경영성과지표를 측정하기 위하여 검증된 통계방식을 이용 경영성과에 직접적으로 미치는 주요 액티비티 성과지표를 선정하며, 전체의 프로세스가 끝나지 않아도 특정 액티비티 활동에서 미리 경영성과지표를 예측 측정하는 모델의 연구가 필요하다.

본 논문에서는 경영자 관점에서의 프로세스 성과측정의 개념을 제시하고, 이를 측정하기 위한 이벤트 수집 및 관리 체계를 연구하며, 수집된 이벤트를 바탕으로 프로세스 성과를 프로세스의 종료 전·후에 측정하는 모델을 연구한다. 논문은 다음과 같은 연구내용을 제시한다. 첫째, 관련연구의 분석을 통해 기존 단위시스템 중심의 업무 성과측정, 프로세스 운영성과측정 등의 성과측정과는 차별화되는 경영관점의 프로세스 성과측정의 개념, 성과지표 선정, 특징을 제시한다. 둘째, 다양한 정보시스템에서 발생하는 이벤트를 프로세스 성과측정에 활용하기 위한 매핑 룰을 제시하고, 프로세스 기반의 이벤트 수집 및 저장 관리를 위한 모델을 설계한다. 셋째, 프로세스의 흐름에 따라 수집된 성과지표 값을 통해 프로세스의 종료이전에 미리 프로세스의 성과를 유효하게 측정한다. 여기서 프로세스 성과측정의 정확성을 높이기 위해 실제 운영되는 업무프로세스와 데이터, 통계기법을 이용하여 모델을 연구하고 검증한다.

## 2. 관련 연구

기업은 프로세스를 중심으로 조직이나 개인의 성과를 측정하고 개선하는데 끊임없이 노력해 왔다. 또한 프로세스 운영에서 발생하는 실시간 데이터를 처리 및 분석하기 위한 체계에 대한 연구가 수행되었다[10, 16]. 비즈니스프로세스를

체계적으로 처리하기 위한 BPMS는 비즈니스프로세스의 실시간 모니터링을 통해 기업경영의 효율성을 극대화하고 위험을 최소화하는 기능을 제공한다[15]. 이렇게 실시간 모니터링을 제공하기 위해 등장한 개념이 BAM이다. BAM시스템은 프로세스 환경에서 다양한 정보시스템의 데이터를 수집 및 가공하여 전사적인 관점에서 정리하고 파악할 수 있도록 한다. 이를 통해 전사적으로 발생하는 중요항목을 실시간으로 모니터링하여 파악하고, 일정 이상이나 이하의 수준에서 유지되어야 하는 사항을 지속적으로 관리할 수 있게 한다. BAM은 실시간 의사결정의 중요성이 증대되는 기업 경영환경변화에 적극적으로 대응하기 위한 실시간 기업(Real-Time Enterprise : RTE)의 핵심도구로 인식되고 있다. BAM을 실현하기 위한 개념으로 가장 중요한 개념이 바로 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[3, 11].

복합 이벤트기반에 관련된 연구는 주로 CEP 기반의 모니터링 시스템에 관한 연구가 주로 되었다. Luckham은 복합 이벤트처리인 CEP의 구현을 위해 이벤트 연관성정보를 사용하여 이벤트 poset(partially ordered set of events)를 정의하였다[10], 또한 이를 바탕으로 이벤트 패턴, 추출, 결합 등에 관한 연구결과를 토대로 시스템 프로토타입을 제시하였다[15]. Perrochon은 모니터링 시스템 구축을 위한 이벤트 처리 아키텍처(Event Processing Architecture)를 제안하였는데[13], 적용된 이벤트 처리기술을 이벤트 마이닝이라고 부르기도 하는데, CEP기반의 모니터링 기법을 특정 영역에 적용하는 연구가 진행되기도 하였다[14, 17]. Sonnen은 비즈니스애플리케이션에 내부에 존재하는 비즈니스성과관리문제해결을 위한 이벤트 기반의 TIPCO라는 도구를 제안하였다[14]. 그러나 지금까지 연구된 이벤트 기반의 연구는 아직도 단순한 진단만 가능한 낮은 수준의 이벤트 모니터링에 그치고 있어 프로세스 성과측정을 위한 연구는 부족한 실정이다. 프로세스 성과측정에 관한 연구는 일부 연구가 되었는데 Savitha(2005)는 화물 선적 프로세스의 실시간 정보를 수집 관리하여 모니터링 하는 체계를 연구하였으며, IBM 맥시코 센터에 적용하여 그 효과를 입증하였다. 그는 프로세스의 선적 프로세스의 운영 데이터를 저장하기 위한 모델과 정보를 통합하여 의미 있는 지표로 변환하는 결론을 도출하였다. 그러나 범용적인 프로세스 운영 데이터를 저장 관리하기에는 제시한 데이터 모델의 활용성이 제한적이며, 본 연구가 목적으로 하는 프로세스 진행 중에 성과를 예측하기 위한 모델과 방법이 부재한 실정이다. 근래에 들어서는 EDA(Event Driven Architecture)기술이 접목되면서 정보시스템의 데이터를 이벤트화 시켜 처리하는 기술이 등장하였다[1-4]. 이벤트화 된 정보는 이벤트 간의 상호 관계를 규정하고, 각 이벤트가 전체 업무에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하며, 이벤트 간의 관계에 따라 어떠한 의미가 도출되는지를 판단할 수 있게 한다. 이벤트는 실시간적으로 발생,

소멸되기 때문에 이를 수집하기 위한 아키텍처가 제시되었다. 이 같은 연구를 기반으로 프로세스 성과 분석을 수행하는 연구가 진행되고 있다. 대표적인 프로세스 성과 분석 아키텍처로는 ARIS와 FileNet Process Analyzer 등이 있다 [7][9]. 이들 아키텍처는 프로세스 관점에서 복잡한 이벤트를 일목요연하게 수집 정리할 뿐 아니라 실시간적으로 분석하여 프로세스 관점에서 보고할 수 있도록 도와주지만, 다양한 정보시스템에서 발생하는 문제를 모니터링 하기 위해서는 한계점을 지닌다.

관련연구들을 고찰한 결과 단순히 프로세스 중심의 이벤트 분석이나 프로세스의 개선위주로 대부분 연구가 진행되어 왔다. 프로세스 관점에서 경영환경에 미치는 중요한 요소를 파악하고, 프로세스와 다양한 정보시스템간의 이벤트를 연계하여 프로세스의 흐름에서 성과를 측정하는 것은 아직도 중요한 연구 분야로 남아있다. 그러므로 하부 정보시스템과 직접적으로 연계한 이벤트 정보를 분석하여 경영자 관점의 프로세스 성과측정을 하기 위해서는 프로세스의 시작에서 끝날 때까지의 인스턴스 흐름 속에 단위 작업 활동내의 각 이벤트와 성과지표가 관계를 갖고 측정하는 새로운 모델이 필요하다. 또한 프로세스의 흐름을 나타내는 단위 정보시스템의 이벤트들이 원인 관계를 가지고 분석되어 의미 있는 성과지표로 사용되기 위해서는 앞선 연구들을 바탕으로 한 새로운 프로세스 성과지표를 정의하고, 수집 방법과 분석 방법의 연구가 필요하다.

### 3. 프로세스의 성과측정 모델

#### 3.1 프로세스의 성과측정 모델의 정의

본 절에서는 프로세스 성과측정 모델을 정의한다.

**[정의 1]** <프로세스(Process)> 프로세스는 조직이나 단위 목표를 이루기 위해 목적성을 가지고 구조화된 흐름의 의존적인 업무활동인 작업(Activity)의 집합이다. 일반적으로 프로세스의 중요한 구성요소로는 프로세스를 수행하는데 필요한 작업들의 시간적 선후 관계를 나타내는 프로세스 구조(Process Structure)와 작업을 처리하는 참여자(Participant), 작업을 처리하는 참여자의 역할(Role), 그리고 프로세스를 처리하는데 필요한 문서 등의 개체 등이 있다[5].

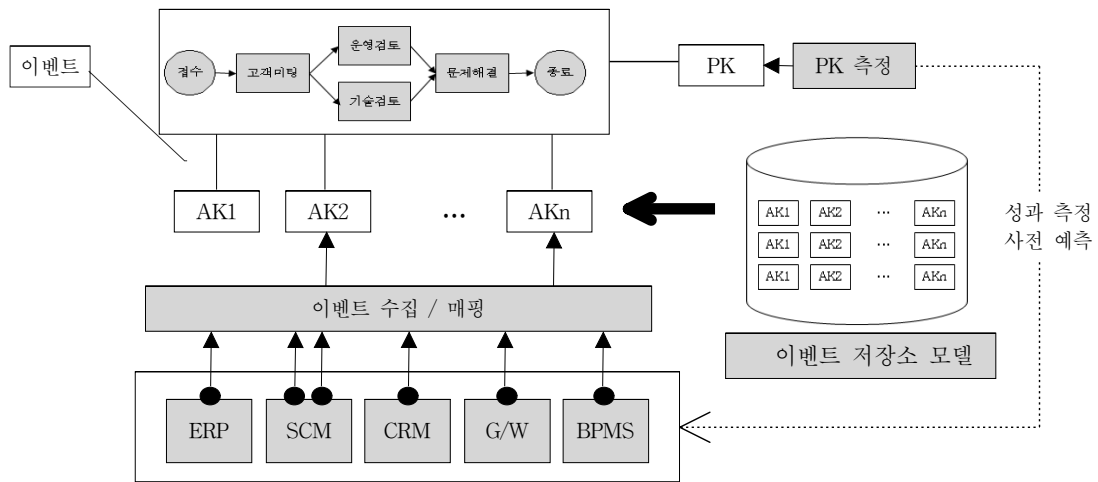
**[정의 2]** <프로세스 구조(Process Structure)> 프로세스 구조는 프로세스 정의(Process Definition)이라고도 하며, 액티비티간의 의존성을 기반으로 하는 네트워크 구조이다. 보통 프로세스 설계자에 의해 업무를 분석한 결과에 따라 표준적인 기술언어를 통해 표현된다.

**[정의 3]** <프로세스 인스턴스(Process Instance)> 프로세스 인스턴스는 프로세스 흐름에서 해당하는 하나의 업무를 처리하는 단위 개체로서, 생명주기를 가지며, 액티비티의 수행에 따라 현재의 상태가 변경된다.

**[정의 4]** <프로세스 성과모델(Process Performance Measurement Model)> 프로세스 성과모델은 프로세스 인스턴스의 진행에 따라 각 액티비티의 성과가 결정되어 프로세스 인스턴스의 경영 관점에서 목표 도달치를 갖는 모델이며, 다음과 같은 성과지표 요소를 갖는다.

- 1) <액티비티 성과지표(AK: Activity KPI)> 액티비티 성과지표는 액티비티별 목표 도달치를 측정하는 AK 성과지표이며, 하나의 액티비티에는 0 또는 한개 이상의 AK가 존재할 수 있다. 정의된 AK가 갖는 실제 값은  $ak$ 로 정의하고,  $ak_{ij}$ 를  $i$ 번째 프로세스 인스턴스의  $j$ 번째 AK 값으로 정의한다.
- 2) <프로세스 성과지표(PK: Process Instance KPI)> 프로세스 성과지표는 프로세스 인스턴스 흐름 전체의 목표 도달치를 측정하는 PK 성과지표이며, 하나의 프로세스 인스턴스에는 하나의 PK가 존재한다. 정의된 PK가 갖는 실제 값은  $pk$ 로 정의하고,  $pk_i$ 를  $i$ 번째 프로세스 인스턴스의 PK 값으로 정의한다.

여기서 PK는 프로세스의 인스턴스가 해당 프로세스의 운영 목적에 얼마나 부합하는 성과를 나타냈는지를 측정한다. AK는 각 액티비티의 수행이 해당 프로세스의 운영 목적에 얼마나 부합하는 성과를 나타냈는지를 측정한다. 프로세스 기반의 성과측정은 기존의 일반적인 정적인 성과측정과 크게 차이점을 갖는다. 프로세스 성과측정은 경영자 관점의 프로세스 흐름에 따라 평가되는 최종 성과지표 값을 정량적으로 분석하여 구체적인 성과에 대해 어느 정도 만족시키고 있는지를 측정하는 것이다. 즉, 프로세스 성과지표는 프로세스의 흐름에 따라 전사적으로 다양한 정보시스템과 연계하여 수집된 성과지표 값을 경영성과에 반영하므로 기존 프로세스의 흐름과 관계없이 경영성과를 단순히 집계하는 정적인 수치와는 차이가 있다. 또한, 프로세스 성과측정은 프로세스의 흐름 자체가 경영성과로서 활용될 수 있지만 다양한 이유에서 원하거나 원하지 않는 흐름을 가질 수 있다. 예를 들어, 지식서비스기술업종의 기술지원 프로세스에서 고객미팅 업무의 상담처리, 상담거절처리는 단순한 업무 흐름 항목으로 경영자 관점에서 별로 중요하지 않지만 고객만족과 같은 업무 흐름 항목은 중요한 경영성과로 필요하다. 이와 같이 프로세스의 성과측정은 기존의 일반적인 성과측정과 그 차이를 가지며, 정확한 프로세스 성과측정을 위해서는 프로세스 흐름에 따라 경영자 관점의 성과지표 선정, 경영성과에 반영, 전사적 다양한 정보시스템 연계 수집 등의 요소를 극복 할 수 있는 프로세스 성과측정 모델이 필요하다. 본 논문에서는 프로세스 성과측정을 위한 성과지표 정의 및 분석을 가능하게 하는 모델과 시스템을 제안하여 기업의 전사적인 데이터를 활용하면서도 프로세스 관점의 성과측정을 통해 경영 정보를 생성 할 수 있도록 한다. (그림 1)는 논문에서 목표로 하는 프로세스 성과측정 모델의 개념도이다.



(그림 1) 프로세스 성과측정 모델의 개념

프로세스 성과측정 모델은 크게 네 부분으로 구분될 수 있다. 첫째로 성과항목을 선정하는 부분이며, 기존의 성과항목의 선정과는 차별화되는 PK를 선정하는데 필요한 고려요소를 파악하고, 효율적인 PK를 구성한다. 이때 PK는 경영 환경에서 활용될 수 있는 고차원적이면서도 실제 업무의 흐름과 연관 지어질 수 있어야 한다. 또한 프로세스의 특성을 잘 고려하여 단순한 상황을 전달하는 지표가 아니라 프로세스의 흐름과 관련되어 프로세스의 진행에 영향을 줄 수 있는 지표이어야 한다. 또한 동시에 선정된 PK를 적절히 설명할 수 있는 AK를 선정한다.

둘째로는 이벤트 매핑/수집 부분이다. 선정된 AK는 프로세스 성과측정에는 매우 중요한 요소이지만 실제 정보시스템을 운영하는데 있어서는 큰 의미가 없거나 구체적인 수치를 프로세스의 흐름과 자동으로 연관 짓기는 어려운 정보일 수도 있다. 따라서 프로세스 흐름과 AK의 매핑이 필요하며, 매핑 규칙을 통해 정해진 정보시스템의 운영 이벤트를 수집하여 해당 AK 정보로 가공하는 단계가 필요하다.

셋째로는 수집된 이벤트를 프로세스의 PK, AK 관점에서 저장 관리하는 이벤트 저장소를 제시한다. 이벤트 저장소는 다양한 정보시스템에서 발생하는 관심 있는 이벤트를 프로세스 관점에서 저장 관리하여 향후 PK의 예측을 위한 학습과 운영에 사용되는 정보를 제공한다.

마지막으로는 PK 측정 부분이다. 과거 저장된 프로세스 인스턴스의 AK 값을 이용 성과측정모델을 학습하여 PK를 예측하는 식을 도출하고, 실제로 사전에 PK를 예측하여 프로세스 인스턴스 종료 전 프로세스 흐름에 대한 의사결정을 지원하는 부분이다. 단 그림에서 제시한 성과측정, 사전예측 결과가 점선으로 된 화살표로 표기된 이유는 성과측정이 자동으로 피드백되는 것이 아닌, 관리자가 필요에 의해 할 수도 있다는 것을 의미한다.

### 3.2 이벤트 수집 및 관리

#### 3.2.1 이벤트 매핑

본 절에서는 프로세스 성과측정을 위해 기존의 정보시스

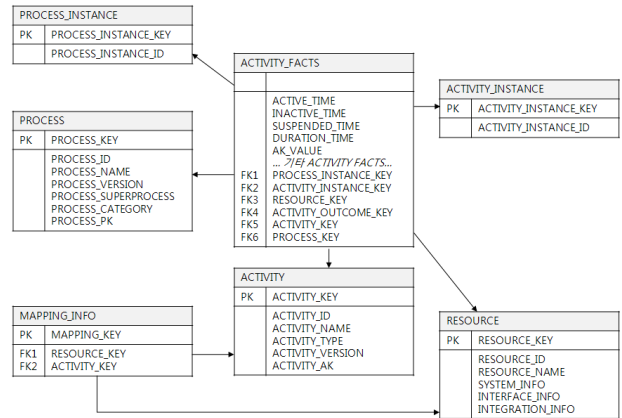
템에서 이벤트를 수집하고 관리하기 위해 관심 있는 AK와 정보시스템의 이벤트를 매핑 하는 과정에 대해 살펴본다. 이벤트는 다양한 관점으로 정의 될 수 있으나 본 논문에서는 Gero Muhl의 정의를 따르기로 한다[8]. 그는 이벤트는 필요에 의해 다양한 시스템에서 발생되고, 다른 복수의 이벤트와 관계를 맺을 수도 있으며, 특정 이벤트에 대해 답장을 하거나 재진송이 가능한 형태라고 정의하고 있다. 여기서 이벤트는 하부 단위시스템에서 발생하는 데이터이며, 액티비티와 연계되어 다양한 형태로 질의된다. 본 논문에서는 정보시스템에서 발생하는 이벤트 중에서 특히 프로세스 성과측정에 관련된 수 있는 사건에 해당되는 이벤트에 중점을 둔다. 이러한 이벤트와 AK, PK와 상호 관련성을 정의하여 발생한 이벤트가 프로세스 또는 액티비티의 성과에 어떠한 영향을 주는지 알 수 있게 된다. 발생한 이벤트는 그 자체로는 하나의 단순한 사건에 불과하지만 AK, PK와 상호 관련성을 갖게 됨으로써 이벤트가 특정 액티비티 또는 프로세스 전체의 성과에 어떠한 영향을 얼마나 주는지 알 수 있다. 이같이 정의된 이벤트는 확장되어 이벤트와 정의된 AK 간의 관계를 정의하고, 정보시스템에서 발생하는 이벤트를 프로세스 관점에서 저장 관리된다. 이를 통해 이벤트는 프로세스 상의 액티비티와 관련하며, 어떤 정보시스템에서 프로세스가 시작됨에 따라 인스턴스가 발생하게 되고, 각 인스턴스는 액티비티의 활성화 및 비활성화를 통해 이벤트를 발생시킨다. 또한 액티비티의 수행 중에 관련된 다양한 정보 시스템은 프로세스의 운영에는 직접적으로 관련이 없지만, 사실상 전체 프로세스 운영을 평가하는 데에 중요한 이벤트 정보들을 지속적으로 발생시킨다. 그러므로 본 절에서는 이 같은 프로세스와 관련 있는 이벤트와 프로세스 정의간의 매핑에 대해 살펴보도록 하겠다. 앞서 언급한 AK는 이미 구성된 프로세스 정의에 관심 있는 지표를 액티비티 별로 정의한 논리적인 변수에 불과하다. 이를 실제 운영되는 다양한 정보시스템에서 실시간으로 수집하기 위해서는 정의된 AK와 구체적인 정보시스템의 이벤트와 매핑을 필요로 한다. 이러한 매핑은 PMR(Process Mapping Rule)에서 AK와

이벤트간의 관계를 정의하는 매핑틀을 통해 하부 정보시스템에서 발생하는 이벤트 정보를 수집하여, 프로세스 관점으로 이벤트 저장소에 저장된다. 프로세스 매핑틀은 기존의 정보 시스템의 데이터 모델과 이벤트 저장소 모델 간의 이질적인 데이터 구조화 의미를 일치시켜 주고 통합한다. 이 규칙을 사용하여 기존 정보 시스템의 데이터 중 필요한 데이터는 수집 및 변환되어 이벤트 저장소에 해당 성과지표에 데이터가 축적되어진다. PMR는 기간 시스템의 정보를 통합 모니터링하기 위한 규칙을 담고 있는 파일이며, 주요 구성은 다음과 같은 세 가지로 구성된다. 첫째, Scope : 수집된 이벤트의 생명주기를 정의한다. 둘째, Trigger : 언제 이벤트가 수집되어야 하는지 시점을 정의한다. 셋째, Condition : 수집 이벤트의 취합 조건을 정의하여, 어떠한 데이터가 수집되어야 하는지 정의한다. PMR 파일은 이벤트 저장소에 이벤트를 모으기 위한 일종의 작업 지침서로써 사용자의 입력 이벤트 및 다양한 정보시스템에서 발행하는 이벤트에 대한 수집 방식을 표현 한다. 이에 따라 이벤트 수집기는 해당 명령을 수행하여 시간에 따라 발생하는 이벤트를 프로세스 관점에서 수집하게 해준다. 구성되는 내용은 사용자가 수집하고자 하는 이벤트와 수집 방식이 기록된 수집 대상 시스템의 명세들의 순차적인 정의이다. 이벤트의 출처에 따라 차이는 있지만, 기본적으로 수집 대상 시스템의 명세는 ‘이벤트의 출처 및 기본정보’, ‘이벤트의 위치’, ‘이벤트의 수집 구간’, ‘이벤트의 수집 조건’의 4가지 요소로 구성된다.

3.2.2 이벤트 관리모델

이벤트 관리모델은 다 계층적인 데이터 모델을 지원하고, 궁극적으로 이벤트가 프로세스 모델과 관계성을 가질 수 있도록 지원하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 우선 이벤트 저장소 개념을 두어 기존 정보시스템에서 생성되는 데이터 중 모니터링이 필요한 이벤트를 표준화하여 저장 관리한다. 이벤트 저장소에는 전사적으로 표준화된 정보 모델을 관리하여 프로세스 성과지표가 다양한 업무시스템과는 독립적으로 운영 관리되도록 한다. 기존 정보 시스템에서 관련된 정보가 발생하거나 수정되어 질 때 이벤트 저장소의 해당 정보 모델과 동기화하게 된다. 이때 정보는 액티비티를 중심으로 축적이 되는데 이는 축적된 정보를 프로세스 기반으로 응용하기 위함이다.

(그림 2)는 이벤트 저장소의 이벤트 저장 스키마를 나타낸다. 제안하는 스키마는 일반적인 데이터 웨어하우스의 스키마와 상당히 유사한 구조를 갖는다. 그러나 데이터 웨어하우스의 스키마와는 달리 FACTS 테이블의 액티비티를 기준으로 발생하는 모든 이벤트를 저장 관리하게 된다. 일반적인 프로세스 마이닝(Process Mining)과는 달리 발생하는 이벤트의 값을 통해 프로세스의 흐름을 모니터링하고, 성과측정에 관련된 데이터를 저장한다. 프로세스의 운영 추적 및 프로세스 인스턴스와 액티비티 인스턴스의 기본적으로 구체적인 데이터를 저장하지는 않는다. 구체적으로 앞으로 언급될 프로세스 성과측정에 관련된 중요 속성을 살펴보면,



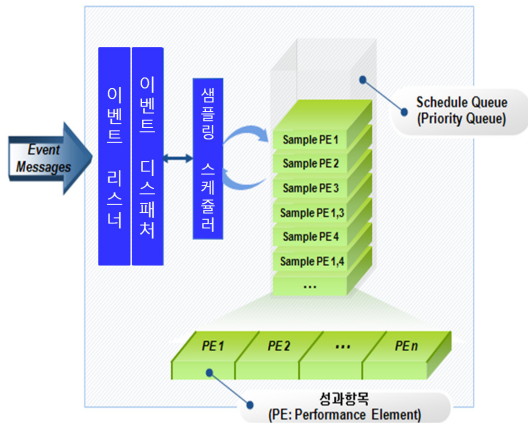
(그림 2) 이벤트 저장소의 이벤트 저장스키마

AK는 ACTIVITY 테이블의 ACTIVITY\_AK 속성에 저장되며, PK는 PROCESS 테이블의 PROCESS\_PK 속성에 저장된다. 또한 실제 수집되어 저장될 특정 프로세스의 특정 AK 값들은 중앙의 ACTIVITY\_FACTS 테이블의 AK\_VALUE 속성에 저장된다. MAPPING\_INFO 테이블은 AK와 어떠한 정보시스템이 매핑되는지를 정의하는 테이블로서 매핑틀에 의해 기록된다.

3.2.3 이벤트 수집

이벤트의 수집은 PMR에서 정의된 수집 규칙에 의해 다양한 정보시스템에서 AK에 관련된 이벤트를 추출하여 수집하는 것을 의미한다. 이때 원하는 AK는 수집된 이벤트 정보에 의해 직접적으로 얻어지는 경우도 있지만, 많은 경우가 수집된 하나 이상의 이벤트나 의미 있는 이벤트를 선택하여야 하는 경우가 존재한다. EDA에서 시간의 흐름에 따라 대량의 스트림 형태로 발생되어 직접적으로 동일한 항목에 대한 정보가 시간차를 두고 발생하는 경우가 많기 때문이다. 이를 해결하기 위해 유효한 이벤트 수집을 위한 이벤트 수집기가 필요하며, (그림 3)은 이벤트 수집기의 구조를 설명한다.

이벤트 수집기의 주요 모듈은 다음과 같다. 첫 번째는 이벤트리스너(Event Listener)로 이벤트 수집 대상 시스템에서 수집되는 여러 이벤트를 취합하는 모듈로서, 모든 감지 대상에 대해 이벤트를 받아드린다. 경우에 따라 폴링(Polling)과 푸싱(Pushing)방식을 혼합하여 사용할 수 있다. 두 번째는 이벤트 디스패처(Event Dispatcher)는 수집된 이벤트는 실시간으로 도착하기 때문에 버퍼링을 통해 처리대기 이벤트를 관리하며, 이벤트의 종류에 따라 이벤트 샘플러에게 해당 이벤트를 넘긴다. 세 번째 이벤트 샘플러(Event Sampler)는 받은 이벤트를 PMR의 규칙을 적용하여 중요순서에 의해 Scheduled Priority Queue에 저장한다. 저장된 이벤트는 이벤트 샘플러에 의해 각 AK와 직접적으로 연관을 갖게 된다. 여기서 수집된 최종적인 이벤트는 여러 PE(Performance Element)를 하나의 레코드로 관리된다. PE는 최종적으로 AK와 연관을 갖는 일종의 중간 개체이다.



(그림 3) 이벤트수집기의 구조

### 4. 프로세스 인스턴스 성과측정

본 성과측정(PK) 목적은 프로세스 인스턴스가 진행됨에 따라 수행된 각 액티비티에서 발생하는 하나 이상의 AK를 이용하여 PK를 측정하는 모델을 만들고, 이를 통해 중요 AK를 도출함으로써 프로세스 인스턴스가 완료되기 전에 중요 AK를 통해 사전에 유효한 PK를 측정하는데 있다. PK는 하나 또는 그 이상의 AK가 서로 관계를 맺고 영향을 주게 된다. 예를 들어 고객기술지원 프로세스에서 고객의 면담이 최종 고객의 만족에 어느 정도의 관계를 가지는가? 고객 면담 시의 요구사항 만족여부가 고객만족에 중요한 작용을 하는가? 그렇다면 고객면담이 기술검토보다 더 중요한가? 아니면 기술검토가 더 중요한가? 와 같은 질문을 할 수 있다. 위의 예에서 고객면담과 기술검토는 최종 고객만족도에 직접적인 관계를 준다고 생각하기는 쉬우나, 그 정도가 얼마큼인지 판단하는 것은 어렵다. 또한 기술지원의 완성 정도가 고객만족도에 어느 정도의 영향을 주는지는 경우에 따라서 다를 것이다. 이렇듯 프로세스에서 AK는 PK에 영향을 주는 변수로 가정할 수 있으며, AK를 PK에 영향을 주는 독립변수(Independent Variable) 또는 설명변수(Explanatory Variable)라 할 수 있다. 반대로 PK는 AK에 영향을 받는 종속변수(Dependent Variable) 또는 반응변수(Response Variable)라고 할 수 있다.

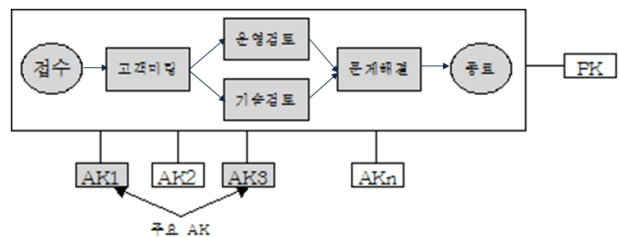
AK들은 프로세스 정의의 특정 액티비티에 종속적이다. “정의 2”의 프로세스 구조에 대한 정의에 따라 액티비티는 상호 순서를 갖는 관계를 가지기 때문에 AK들 역시 이 순서에 의해 정의된다. 본 논문에서는 <AK의 순서성>에 대한 정의를 “액티비티의 순서에 따라 속한 AK들이 서로간의 순서가 정의되며, AK에 해당하는 이벤트 역시 정해진 순서에 따라 발생한다.” 라고 정의할 수 있다. AK들이 액티비티의 순서에 따라 순서가 있는 상태로 정의되기 때문에 정보시스템에서 발생하는 AK에 해당하는 이벤트도 순서가 자동적으로 정의된다. 예를 들어, 액티비티 A 다음으로 수행되는 액티비티 B가 있고, AK1과 AK2가 각각 액티비티 A와 액티비티 B에서 정의된 AK라 하자. 이 경우에 AK1에

해당하는 이벤트는 반드시 AK2에 해당하는 이벤트보다 먼저 발생하며, 반대로 AK2에 해당하는 이벤트는 반드시 AK1에 해당하는 이벤트보다 늦게 발생한다. AK의 순서성은 본 논문에서 목표로 하는 프로세스 인스턴스의 조기 PK 측정이라는 목적을 이루기 위한 중요한 성질이다. AK에 해당하는 이벤트들이 순서 있게 발생하기 때문에 전체의 AK를 모두 테스트하지 않고서 앞서 발생하는 몇몇 AK를 테스트 하여 매우 유의한 PK를 예측할 수 있게 된다. 이때 중요한 AK들을 선정하기 위해서는 전체 AK들 중 종속변수 PK에 유의미한 중요 AK를 선정해야 한다. 중요 AK는 전체 AK를 이용하지 않고서도 통계적으로 유의한 PK를 예측하는데 사용되는 전체 AK의 부분집합이다. 다음 (그림 4)은 주요 AK를 선정하는 개념을 나타낸다.

중요 AK가 선정되고서는 이를 통해 MAK를 선택하게 된다. MAK의 정의는 다음과 같다. “정의 5”<MAK(Minimal AK)> MAK는 PK를 예측 가능하다고 판단되는 최소한의 순서 있는 AK 벡터이다. MAK는 한 프로세스에서 하나 이상이 정의될 수 있으며, MAK의 차수가 높아질수록 낮은 차수의 MAK를 부분집합으로 포함한다.” MAK는 중요 AK를 이용하여 가능한 모든 순서 있는 AK 벡터로 표현되기 때문에, AK의 순서성에 따라 AK의 수만큼 정의된다. 예를 들어 중요 AK가 AK1, AK2, AK5라고 한다면 가능한 MAK는 다음과 같이 3개가 정의된다.

- MAK1=<AK1>
- MAK2=<AK1, AK2>
- MAK3=<AK1, AK2, AK5>

MAK는 프로세스 인스턴스가 진행되어 AK의 순서대로 이벤트가 발생할 때, 아직 발생하지 않은 AK가 있다면 AK가 포함된 해당 MAK는 의미가 없다. 순서 있게 발생하는 이벤트는 순차적으로 AK를 만족시키며, 또한 순차적으로 MAK를 만족시킨다. 앞의 예에서 현재 AK1, AK2에 해당되는 이벤트가 발생하였다고 가정한다면, 현재로서는 MAK1과 MAK2가 의미 있으며, MAK3은 아직 의미가 없게 된다. MAK와 비교하는 의미에서 전체 AK의 집합은 순서 있게 벡터형태를 가지는 전체 AK(TOT)로 다음과 같이 정의될 수 있다. “정의 6” <TOT(Total AK)> TOT는 특정 프로세스 정의의 모든 AK를 순서에 따라 구성된 전체 AK 벡터이다.” 예를 들어 AK1~AK6까지 정의된 프로세스 정의에서의 TOT는 다음과 같이 구성된다.



(그림 4) 주요 AK 선정사례의 예

TOT=<AK1, AK2, AK3, AK4, AK5, AK6>

본 논문에서는 TOT를 선정된 MAK들과의 비교를 위해 사용한다. TOT는 정의된 모든 액티비티가 수행되고, 모든 AK에 대한 이벤트가 발생하였을 경우의 상황에서 얼마나 정확히 PK를 예측할 수 있는지를 의미한다. 다음으로는 정의한 개체들을 이용하여 효과적인 PK를 예측하는 방법이며, 이때 AK들은 각각의 가중치를 가지고 최종 성과에 영향을 준다고 가정한다. 따라서 i 번째 pk(PK의 값)은 ak(AK의 값)을 이용한 선형 조합식으로 나타낼 수 있다고 가정하자.

$$pk_i = b_0 + b_1 \cdot ak_{i1} + b_2 \cdot ak_{i2} + \dots + b_k \cdot ak_{ik} + e_i, i = 1, 2, \dots, n$$

여기서 오차항 e는 서로 독립이며  $N(0, \sigma^2)$ 을 따른다고 가정한다. 이를 행렬을 이용하여 표현하면 다음과 같다.

$$pk = ak \cdot b + e$$

여기서

$$pk = \begin{pmatrix} pk_1 \\ pk_2 \\ \vdots \\ pk_n \end{pmatrix}, ak = \begin{pmatrix} 1 & ak_{11} & ak_{12} & \dots & ak_{1k} \\ 1 & ak_{21} & ak_{22} & \dots & ak_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & ak_{n1} & ak_{n2} & \dots & ak_{nk} \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix}, e = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{pmatrix}$$

이다. 이는 독립변수가 k개인 다중회귀모형(Multiple Regression Model)이므로 일반적인 다중회귀분석(Multiple Regression Analysis)을 사용하면 추정된 회귀식을 간단히 얻을 수 있다. 이때 최소제곱법으로 추정하기 위해서 정규방정식을 만들면 k+1개의 연립방정식을 얻게 되어 계산이 복잡해진다. 그러나 행렬을 사용하면 정규방정식을 간결하게 나타낼 수 있으므로 행렬을 사용하여 회귀계수를 추정하며, 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$\widehat{pk}_i = b_0 + b_1 \cdot ak_{i1} + b_2 \cdot ak_{i2} + \dots + b_k \cdot ak_{ik}, i = 1, 2, \dots, n$$

여기서

$$b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_2 \end{pmatrix} = (ak' \cdot ak)^{-1} \cdot ak' \cdot pk$$

공식을 통해 MAK 또는 TOT를 이용하여 최종적인 PK를 측정할 수 있게 된다. 예를 들어, AK1~AK6까지 6개의 AK가 정의되고, 주요 AK가 AK1, AK2, AK3가 선정 되었다고 가정해 보자. 이 경우 MAK1, MAK2, MAK3으로 정의 된다.

MAK1=<AK1>

MAK2=<AK1, AK2>

MAK3=<AK1, AK2, AK3>

이때 다음 표와 같이 AK1, AK2 및 PK가 주어졌다고 할 때 MAK2를 이용하여 PK를 예측하기 위한 선형식의 유도 는, <표 1>의 임의의 샘플 데이터를 사용하여 제시하고자 한다.

여기서 주어진 자료들을 사용하여 모델에 적합한 행렬로 나타내면 다음과 같다.

$$pk = \begin{pmatrix} 30 \\ 23 \\ \vdots \\ 19 \end{pmatrix}, ak = \begin{pmatrix} 1 & 13 & 12 \\ 1 & 10 & 8 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 6 & 9 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}, e = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_{10} \end{pmatrix}$$

따라서

$$(ak' \cdot ak) = \begin{pmatrix} 10 & 105 & 99 \\ 105 & 1185 & 1080 \\ 99 & 1080 & 1031 \end{pmatrix}, ak' \cdot pk = \begin{pmatrix} 254 \\ 2821 \\ 2608 \end{pmatrix}$$

그리고

$$(ak' \cdot ak)^{-1} = \begin{pmatrix} 2.16 & -0.05 & -0.15 \\ -0.05 & 0.02 & -0.02 \\ -0.15 & -0.02 & 0.32 \end{pmatrix}$$

이므로  $b$ 의 최소제곱량은

$$b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = (ak' \cdot ak)^{-1} \cdot ak' \cdot pk = \begin{pmatrix} 3.08 \\ 1.58 \\ 0.57 \end{pmatrix}$$

이 된다. 따라서 추정된 선형식은

$$\widehat{pk} = 3.08 + 1.58ak1 + 0.57ak2$$

이 된다.

위의 추정된 선형식을 살펴보면 PK의 추정값은 ak1의 1.58배와 ak2의 0.57배의 값에 3.08을 더한 값이 된다. 이는 ak1이 ak2에 비해 훨씬 PK의 값에 큰 영향을 끼친다고 할 수 있겠다. 또한  $b_0$ 가 3.08인 것으로 볼 때 추정된 PK의 값은 ak1과 ak2값으로 아주 잘 설명되지 못한다는 것으로도 볼 수 있겠다. 왜냐하면  $b_0$ 의 값이 크면 클수록 전체 PK의 추정값이 ak1과 ak2에 의해서 영향 받는 정도가 적다고 볼 수 있기 때문이다.

지금까지 주요 AK를 선정하고 TOT와 선정된 주요 AK를 바탕으로 MAK들을 통해 PK를 예측하기 위한 식을 도출 하였다. TOT는 모든 AK를 이용하여 PK를 측정하는 방법이지만, MAK들은 주요 AK들 중에서 각각의 흐름에 따라 만족되는 범위가 다르기 때문에 프로세스 인스턴스의 운영

<표 1> 선형식을 구성하기 위한 샘플 데이터

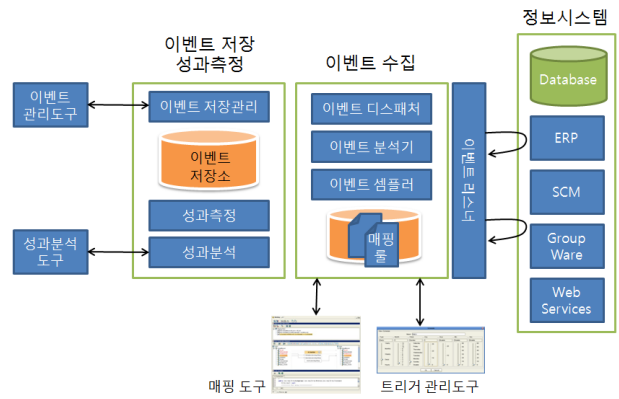
AK1	13	10	9	15	11	14	12	7	8	6
AK2	12	8	8	14	13	10	8	7	10	9
PK	30	23	23	35	29	31	27	18	19	19

도중에도 MAK들을 사용하여 PK를 예측할 수 있다는 장점이 있다. 나아가서, 일반적인 업무환경에서 경영자 관점에서 선정된 AK들은 처음부터 PK와 연관성을 고려하여 선정되기가 매우 어렵다. 예를 들어, 경영자가 ‘고객만족’에 대한 PK에 대해 어떠한 AK들이 잘 설명을 해 주는지를 학습된 데이터가 없이 파악하는 것은 어려운 일이다. 본 논문에서 제안한 통계적 기법을 활용한 AK 선정을 이용하더라도 상당부분의 AK 선정은 PK의 예측을 위해 완벽하게 맞아 떨어지지 않을 소지가 많다.

다시 말해서 선정되어 측정된 AK들은 실제로 PK에 직접적으로 영향을 주지 않는 경우가 존재하게 된다. 또한 어떠한 AK들은 PK에 부정적으로 영향을 줄 수도 있을 것이다. 만일 ‘고객만족’에 대한 PK에 대한 AK로 ‘대응시간’을 꼽았을 경우, 실제로는 대응시간이 무조건 짧다고 해서 고객이 만족하지 않을 뿐 아니라 오히려 자세한 설명을 하지 않는 것으로 느껴지기 때문에 결론적으로 PK에 대해 부정적으로 영향을 주게 될 것이다. 이러한 의미가 적은 AK를 제외한 것이 주요 AK이지만, 주요 AK 중에서도 마찬가지로의 논리가 성립될 수 있기 때문에 주요 AK로 구성된 MAK에서도 오히려 많은 AK를 포함하고 있음에도 PK의 예측도가 떨어지는 현상이 발생할 것이다. 이는 MAK가 노이즈를 포함하고 있다고도 표현할 수 있으며, AK가 많이 포함된 MAK라 하더라도 노이즈로 인해서 오히려 PK의 예측도가 AK를 적게 포함한 MAK에 비해 떨어지는 현상으로 볼 수 있다. 따라서 노이즈가 최소화된 MAK를 찾아내는 것이 매우 중요하다. 노이즈가 최소화된 MAK는 주어진 프로세스에서 가장 효율적으로, 가장 높은 예측도를 가지고 PK를 측정할 수 있는 수단이 되기 때문이다. 또한 MAK는 항상 TOT 보다 AK가 작기 때문에 TOT 보다 예측도가 높다고 하면 해당 프로세스는 노이즈가 최소화된 MAK는 프로세스를 완료하지 않고도 노이즈가 제거된 AK만으로 PK를 예측하는 매우 좋은 장점이 된다. 이를 통해, 프로세스의 종료시점에 PK를 예측하여 사전에 중단하거나 프로세스를 개선하는 작업이 가능하다.

### 5. 프로세스 성과측정 모델의 검증

본 절에서는 프로세스 성과측정모델의 검증을 위해 이벤트 매핑 및 수집을 위한 시스템의 설계와 운영 데이터를 통한 실험을 통하여 수행 한다. 시스템의 설계는 제안하는 모델을 기반으로 모델에서 제시하는 기본기능과 성과측정을 위해 필요한 세부기능을 확장한 형태의 아키텍처를 제안하였다. 본 절에서 제안한 아키텍처는 네 가지 부분으로 구성되었는데, 첫째 정보시스템, 둘째 이벤트 수집 부분, 셋째 이벤트 저장 및 성과측정 부분, 넷째 기타 관리도구 부분이다. (그림 5)는 본 연구에서 모델의 실현을 위한 프로세스 성과측정모델의 아키텍처이며, 그림의 오른쪽 부분은 기존 정보시스템을 의미한다. 기존 정보시스템은 데이터베이스, ERP, SCM, GroupWare 및 Web Services 기반의 응용 어플리케이션



(그림 5) 프로세스 성과측정모델의 아키텍처

이전 등 이질적인 시스템이 존재하며, 처리되는 데이터의 구조와 의미도 상이하다. 이벤트 수집 부분은 앞서 (그림 3)에서 구체적으로 살펴보았기 때문에, 여기서는 언급하지 않기로 한다. 다음으로는 이벤트 저장 및 성과측정 부분은 이벤트 저장관리 부분과 이벤트 저장소, 성과측정 및 성과분석 부분으로 구분된다. 이벤트 저장관리 부분은 이벤트를 프로세스에 적합한 데이터 모델로 필요에 의한 임플렉 및 가공 연산을 수행하며, 이벤트 저장소는 데이터베이스를 기반으로 하여 이벤트를 저장하기에 적합한 데이터 스키마를 포함한다. 수집되어 저장 관리되는 이벤트는 성과측정과 성과분석 기능을 이용해 프로세스 운영 도중에 성과를 예측하는 기능을 수행한다. 마지막으로 기타 관리도구는 매핑 도구, 트리거 관리도구, 이벤트 관리도구, 성과분석 도구가 있다. 매핑 도구는 PMR 매핑틀을 생성하고, 트리거 관리도구는 이벤트 수집 시점을 관리하는 도구이다. 이벤트 관리도구는 이벤트 저장관리 모듈의 기능을 조작하여 이벤트 저장소의 데이터를 조회, 검색 및 수정하기 위한 사용자 인터페이스를 갖는 도구이며, 성과분석 도구는 모델을 예측하고, 예측된 모델을 바탕으로 실시간으로 프로세스의 성과를 측정하기 위한 도구이다.

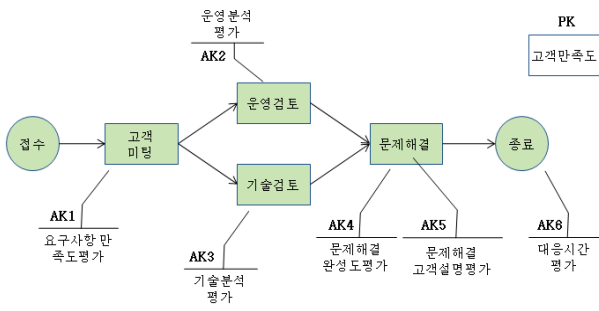
이벤트 저장소에 저장된 표준화된 데이터는 액티비티를 중심으로 각각의 의미와 다른 액티비티와 관계성을 갖게 된다. 이는 하나의 논리적인 프로세스 관점에서 각각의 활동이 어느 단계에 속하고 앞뒤 활동 간의 관계성을 파악하게 된다. 이는 사전에 프로세스의 정의를 참조하여 AK에 해당하는 정보시스템과의 매핑을 통해 정의된다.

#### 5.1 프로세스 인스턴스 성과측정 실험

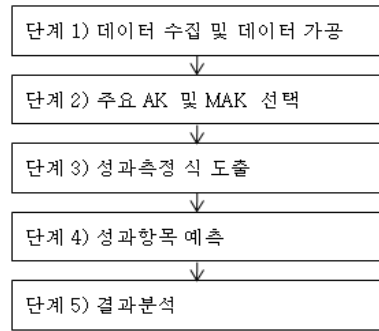
본 절에서는 논문에서 제안한 프로세스 인스턴스의 성과측정모델의 정확성을 검증하기 위해 실 데이터를 이용하여 성과측정 실험을 수행한다. 실험에 사용할 데이터는 M사의 실제 업무 프로세스의 데이터를 이용하였다. 대상 프로세스는 기술지원 프로세스로서 구성은 (그림 6)의 기술지원 프로세스정의와 같다.

기술지원 프로세스는 고객의 기술지원 요청이 있을 시에 문제를 검토하고 해결하기 위한 기술지원 부서의 주요 업무





(그림 6) 기술지원 프로세스의 정의



(그림 7) 프로세스 성과측정 실험 단계

이다. 기술지원은 현재 진행 중인 프로젝트에서 기술적용을 위한 제품의 기능적 변경 및 문의, 컨설팅, 기술적 자문 등을 모두 포함한다. 또한 과거의 프로젝트를 통해 설치된 제품의 운영지원 및 정기적 또는 비정기적인 기술점검도 이에 해당된다. 프로세스는 접수, 고객미팅, 운영검토, 기술검토, 문제해결 및 종료의 총 6개의 액티비티로 구성된다. 접수와 종료는 프로세스의 시작과 끝을 나타낸다. 최초로 고객이 기술지원을 요청하여 기술지원 부서에 접수되면, 우선 담당자는 고객과의 미팅을 갖는다. 이 과정에서 고객의 요구사항을 파악하여 고객에게 요구사항의 가부여부를 판단해 알려준다. 요구사항은 운영팀과 기술팀에게 각각 전달된다. 운영팀은 요구사항 중 시스템의 운영에 관련된 설치 및 이관, 로그분석, 부하분석, 성능테스트, 운영 환경 지원 등에 대한 운영검토를 하여 가장 적합한 지원방법을 모색한다. 이와 유사하게 기술팀은 기술적 해결책을 모색하여 최종적으로 도출된 방법이 취합되어 실제 문제해결을 수행한 후 프로세스는 종료된다. 각 액티비티는 수행 도중 또는 후에 2명 이상의 상급자로부터 수행 결과 따라 정해진 AK에 대한 평가를 받게 된다. 평가는 0.0~1.0 사이의 점수로 나타내지며, 만일 해당 액티비티를 수행하지 않았거나 중요 사항이 진행되지 않았다고 판단될 경우에는 0.0 점을 줄 수도 있다. 각 액티비티 별 성과지표인 AK의 목록과 평가지침은 다음 표와 같다. 또한 기술지원이 끝난 후에는 고객의 설문과 경영자의 판단에 따라 해당 기술지원의 최종 평가인 PK로서 고객만족도를 평가한다. 구체적인 실험데이터는 생략한다. AK 평가내용은 <표 2>와 같다.

그리고 실험의 단계는 다음 (그림 7)와 같이 다섯 단계로

구분할 수 있다.

단계 1) 데이터 수집 및 데이터 가공 : 실험에 사용할 데이터를 수집하고 실험에 적합한 형태로 가공한다. 데이터는 앞서 언급한 기술지원 프로세스의 프로세스 인스턴스 정보와 각 AK 그리고 이에 대응되는 PK 정보이다. 데이터는 지난 5년에 걸쳐 축적된 데이터를 활용하였으며, 총 400건의 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 실험에 적합한 형태로 가공하였으며, 실험의 변수를 학습할 때 사용할 훈련 데이터와 구성된 성과측정 모델의 성능을 테스트하고, 적용 방식간의 우열을 가리기 위해 사용하게 될 테스트 데이터로 구분하였다. 훈련 데이터와 테스트 데이터의 비율은 3:1로 하고, 수집된 데이터의 샘플은 다음 <표 3>과 같다. 표에서의 PID는 실험 데이터의 프로세스를 고유하게 인식하기 위한 Process ID를 의미한다.

수집된 총 400건의 데이터를 무작위로 선출된 300건의 훈련 데이터와 100건의 테스트 데이터로 구분 한다. 다음은 300건의 훈련 데이터의 산점도이다.

(그림 8)의 산점도를 보면 6가지의 AK는 PK에 대해서 특정한 방향성을 띄지 않고 매우 넓게 퍼져 있어 수집된 데이터를 이용하여 유의미한 PK를 예측하는 것은 어렵다. 또한 산점도 상에는 PK와 관계없이 노이즈 형태의 AK도 있는 것으로 파악된다.

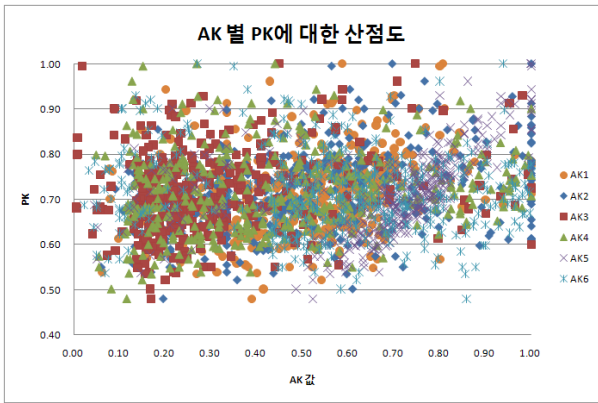
단계 2) 주요 AK 및 MAK 선택 : 이번 단계에서는 수집된 데이터의 통계적으로 유의미한 주요 AK를 선택한다. 주

<표 2> AK 평가내용

AK 번호	AK	평가지침
AK1	요구사항 만족도 평가	고객이 요청한 운영적, 기술적 요구사항을 얼마나 충실하고 합리적으로 수렴하는지를 평가한다.
AK2	운영분석 평가	요구사항을 해결하기 위해 고객의 운영시스템을 얼마나 깊이 이해하고, 적절한 해결방법을 모색하였는지 평가한다.
AK3	기술분석 평가	기술적 문제를 얼마나 기존 기술을 충분히 활용하여 변화를 최소화한 형태로 해결하고자 하는지를 평가한다.
AK4	문제해결 완성도 평가	실제 고객의 시스템에서 발생한 문제를 분석하여 얼마나 완성도 있게 해결하였는지를 평가한다.
AK5	문제해결 고객설명 평가	해결한 문제에 대해 고객의 입장에서 얼마나 정확히 설명하고, 해결 불가능한 사항에 대해서는 얼마나 합리적으로 고객을 설득시켰는지를 평가한다.
AK6	대응시간평가	접수에서 해결까지의 총 대응시간을 통해 업무의 신속성을 평가한다.

<표 3> 수집되어 가공된 실험데이터 샘플

PID	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AK6	PK
1	0.81	1.00	0.45	0.44	1.00	0.94	1.00
2	0.55	0.79	0.21	0.24	0.96	0.50	0.91
3	0.52	0.69	0.21	0.75	0.95	0.57	0.89
4	0.68	0.87	0.54	0.39	0.88	0.46	0.88
5	0.66	0.87	0.41	0.44	0.88	0.69	0.87
6	0.66	1.00	0.39	0.47	0.85	0.53	0.87
7	0.66	0.63	0.14	0.49	0.90	0.56	0.86
8	0.77	1.00	0.57	0.68	0.82	0.60	0.86
9	0.57	0.82	0.34	0.76	0.88	0.77	0.85
10	0.71	1.00	0.62	0.43	0.79	0.50	0.83



(그림 8) AK별 PK에 대한 산점도

요 AK를 선택하기 위하여 훈련 데이터에 대해 6가지 AK를 독립변수로 놓고 PK를 종속변수로 하여 다중회귀분석을 수행하였다. 수행결과 결정계수는 0.98로서 주어진 전체 6가지의 AK가 PK를 매우 잘 설명하는 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 변수들은 PK를 설명하기에는 매우 관계성이 적은 것으로 파악되었다. 다음 <표 4>는 각 AK의 t 통계량과 p-value 이다.

분석결과 AK3, AK4, AK6은 PK를 잘 설명하지 못하는 변수로 판단할 수 있다. AK3, AK4, AK6은 t 통계량의 값이 2.0에도 못 미치는 것으로 보아 신뢰수준 95%를 넘지 못하는 것으로 판단할 수 있다. 또한 귀무가설이 AK가 PK를 잘 설명한다고 할 때 AK3, AK4, AK6은 귀무가설을 기각하는 척도인 p-value가 0.05를 넘는다. 이때 선택되는 AK에 대한 통계적 기준은 매 프로세스 마다 다를 것이다. 따라서 남은 AK1, AK2, AK5를 주요 AK로 선정하여, 선정된 3가지 AK를 통해 다음과 같은 4가지의 MAK과 TOT을 만들 수 있다.

<표 4> AK별 t 통계량과 p-value

	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AK6
t 통계량	21.06	39.73	1.34	0.28	84.86	-0.79
p-value	1.31E-60	5.26E-120	0.18	0.77	2.62E-208	0.43

$$MAK1 = \langle AK1 \rangle$$

$$MAK2 = \langle AK1, AK2 \rangle$$

$$MAK3 = \langle AK1, AK2, AK5 \rangle$$

$$TOT = \langle AK1, AK2, AK3, AK4, AK5, AK6 \rangle$$

단계 3) 성과측정식 도출 : 다음으로는 훈련 데이터를 이용하여 전체 AK, 주요 AK 및 앞 단계에서 만들어진 3가지의 MAK와 TOT에 대한 각각의 성과측정 식을 도출한다. 각각 다중회귀분석을 다시 수행하여 다음과 같은 성과측정 식을 얻을 수 있다.

$$PK_{MAK1} = 0.55 + 0.29AK1$$

$$PK_{MAK2} = 0.52 + 0.26AK1 + 0.08AK2$$

$$PK_{MAK3} = 0.02 + 0.13AK1 + 0.11AK2 + 0.76AK5$$

$$PK_{TOT} = 0.02 + 0.13AK1 + 0.11AK2 + 0.006AK3 + 0.01AK4 + 0.76AK5 - 0.004AK6$$

단계 4) 성과지표 예측 : 마지막으로 테스트를 이용하여 MAK1, MAK2, MAK3와 전체 AK(TOT)를 이용하여 예측한 PK를 예측한다. 예측을 수행한 테스트 데이터의 결과예시는 다음 <표 5>와 같다.

첫 번째 열의 PID는 수집한 프로세스 인스턴스의 고유한 아이디 값을 의미한다. 총 400건의 데이터 중에서 PID가 301~400을 갖는 100건의 테스트 데이터를 사용하였다. 다음으로 AK1~AK6 열은 각 프로세스 인스턴스가 선정한 6개의 관측된 AK 값을 나타낸다. 오른쪽의 4개의 열은 각각 MAK1, MAK2, MAK3, TOT를 이용한 PK의 예측 값을 나타낸다. 예를 들어 AK1의 값이 0.84, AK2는 0.50, AK6는 0.25의 값을 갖는 PID 301의 프로세스 인스턴스가 있다고 할 때, MAK1을 이용하여 PK를 예측한 값은 0.79이며, MAK2를 이용하여 PK를 예측한 값은 0.77이 된다.

예측한 PK에 따라 가장 효율적인 MAK을 선정하기 위한 비교방법으로는 다음과 같은 error 척도를 두어 각각의

<표 5> 테스트 데이터를 이용한 성과지표 예측 예시

PID	AK 1	AK 2	...	AK 6	$PK_{MAK1}$	$PK_{MAK2}$	$PK_{MAK3}$	$PK_{TOT}$
301	0.84	0.50	...	0.25	0.79	0.77	0.53	0.54
302	0.83	0.35	...	0.23	0.79	0.75	0.48	0.49
303	0.65	0.43	...	0.13	0.74	0.73	0.32	0.31
304	0.58	0.41	...	0.12	0.72	0.68	0.30	0.34
305	0.40	0.44	...	0.07	0.67	0.64	0.21	0.23
306	0.22	0.37	...	0.15	0.61	0.58	0.14	0.17
307	0.15	0.88	...	0.16	0.59	0.60	0.86	0.90
308	0.72	0.50	...	0.22	0.76	0.73	0.60	0.63
309	0.17	0.52	...	0.20	0.60	0.60	0.34	0.34
310	0.94	0.52	...	0.05	0.82	0.79	0.43	0.45

MAK와 전체 AK를 이용하여 PK를 추정한 4가지 방식의 실제 PK와의 오차를 측정하였다.

$$error = \sum_{i=1}^n (\widehat{PK}_{(i)} - PK_{(i)})^2$$

여기서

$\widehat{PK}_{(i)}$ 은  $i$  번째 프로세스 인스턴스의 PK 추정값

$PK_{(i)}$ 은  $i$  번째 프로세스 인스턴스의 PK값

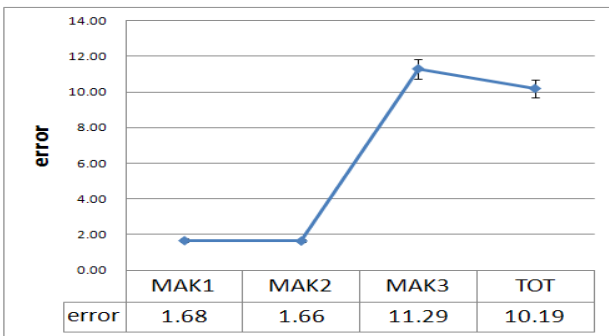
다음 (그림 9)은 4가지 실험 방식에 따라 측정된 error를 5% 오차선과 함께 표시한다.

단계 5) 결과분석: 본 실험에서는 총 6가지의 AK 중에서 최종적으로 MAK1, MAK2, MAK3과 TOT를 도출하여 각각을 이용한 예측 error를 비교해 보았다. 결과는 MAK2를 이용한 예측의 error가 1.66으로 가장 적었으며, MAK3을 이용한 예측의 error가 11.29로 가장 높았다. 이는 MAK2, 즉 AK1, AK2를 이용하여 최종 PK를 예측하는 것이 가장 정확한 예측이 됨을 의미한다. 따라서 주어진 기술지원 프로세스에서 최종 PK를 고객미팅과 운영검토 단계에서 상당부분 결정된다고 판단할 수 있다. 또한 예측 결과 중에서 눈여겨보아야 할 부분은 MAK1과 MAK2를 이용한 예측의 error가 거의 차이가 없다는 것이다. 이는 MAK1을 이용한 예측을 수행한다 하더라도 큰 차이 없이 PK를 예측할 수 있다는 의미이다. 따라서 초기의 고객에 대한 요구사항 만족여부가 전체 기술지원의 성공을 크게 좌우한다고 평가할 수 있다. 마지막으로 MAK3과 TOT의 error를 줄일 수 있는 방안에 대해 살펴보겠다. 프로세스가 진행된다면 될수록 PK의 측정이 부정확해 질 수 있는 측정오류나 성과지표의 선정오류의 두 가지 경우로 살펴 볼 수 있다. 측정오류는 AK를 측정할 때 최초의 AK 선정 의도와는 다른 방향으로 값이 측정되는 경우이며, 실제로 이 같은 오류가 매우 빈번하게 발생하면, 측정자와 경영자 간의 의사소통이 제대로 이루어지지 않았거나 평가지침이나 평가방법이 잘못되는 등 해당 작업의 충분한 교육 없이 측정되었을 것으로 생각해 볼 수 있다. 다음으로는 성과지표의 선정오류가 있을 것이다. 이 오류는 최초 AK를 선정할 단계부터 선정된 AK가 PK를 잘 설명할 것으로 판단되었지만 실제로는 그렇지 못한 경우이다. 즉, AK가 PK를 예측하는데 노이즈로 역할 한

다고 볼 수 있다. 예를 들어, 기술적 검토가 기술지원 프로세스에서 고객 만족을 위해 매우 중요하다고 판단하였지만, 실제로 고객들의 입장에서는 이보다는 최초의 고객 요구사항 만족 여부가 더 중요하고, 기술적 검토가 잘 되었는지에 대해서는 전혀 고객만족 여부에 영향을 주지 않는 경우이다. 이 경우에 기술적 검토가 PK를 예측하는데 오히려 노이즈로 작용할 가능성이 있는 AK가 될 소지가 있다고 할 수 있다. 단 MAK3과 TOT의 error가 높게 나온 이유는 두 번째 이유인 선정오류라고 판단된다. 경영자의 입장에서 예측했던 지표와 실제 중요한 지표가 일치하지 않았던 것이다. 따라서 MAK3과 TOT의 error를 줄이기 위해서는 AK3과 AK4의 항목을 보다 고객이 중요시 하는 지표로 개선한다면 기술지원 프로세스의 PK 예측이 더욱 정확해 질 것으로 판단된다.

### 6. 결론

프로세스는 기업에서 사람과 시스템 및 파트너 간에 유기적으로 엮이어 기업의 이윤추구와 가치창출을 이루어내는 가장 중요한 경험적 지식의 자산임에도 불구하고, 하부 이벤트 정보와 연계한 프로세스 흐름 관점으로 분석된 정보가 경영환경에 적극적으로 활용되지 못하고 있는 실정이다. 특히 프로세스는 경영 도구로서 활용되어 경영자가 기업의 운영 상태를 파악하고 예측하기 위한 도구로 이용된다. 따라서 기업의 프로세스의 성과는 곧 경영성과로 볼 수 있으며, 프로세스의 성과를 효율적으로 측정하는 것은 매우 중요한 과제라 하겠다. 그러나 기업의 다양한 정보시스템으로 부터의 데이터를 프로세스 관점에서 가공하여 최종적으로 경영자가 원하는 프로세스의 성과를 측정하는 것은 매우 어려운 일이라 할 수 있다. 게다가 기업의 프로세스는 운영비용이 높아서 프로세스의 종료 후에 성과를 측정하는 것은 효율성이 떨어진다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 지금까지 여러 프로세스 성과측정 모델이 연구되었으며, 다양한 의미 있는 결과를 도출하였다. 하지만 기존의 연구는 정보시스템에서 발생하는 데이터를 효과적으로 프로세스 관점의 성과 지표와의 연관성을 갖지 못하였으며, 이를 저장관리하기 위한 방법이 부재하였다. 또한 수집된 정보를 통해 프로세스의 진행 중에 프로세스의 성과를 예측할 수 없는 한계점을 지니고 있다. 본 논문에서는 경영자 관점에서 의미 있는 프로세스 성과측정 모델을 제안하여, 기존과는 차별화된 방법으로 문제를 해결하였다. 본 논문의 독창성은 다음의 두 가지로 요약해 볼 수 있겠다. 첫째, 프로세스 성과측정에 대한 새로운 정의와 의미 있는 성과지표를 선택하기 위한 방법을 제시한다. 이를 통해, 기존의 프로세스 모니터링 수준에서 벗어나 경영 관점의 성과지표를 선정하고 선정된 성과지표와 다양한 정보시스템의 데이터를 매핑하며, 이벤트 기반의 기법을 활용하여 효율적으로 수집 및 저장 관리한다. 둘째, 선정된 액티비티 별 성과지표들을 통해 프로세스의 종료 전에 미리 프로세스의 성과를 예측하는 모델을 제시한다. 이



(그림 9) 실험방식에 따른 오차

를 통해, 실시간으로 프로세스를 사전에 중단 시키거나 경영자가 원하는 방향으로 변경할 수 있다. 물론 최소화된 노이즈를 찾아낸다는 가정이 있어야 한다. 향후연구로는 프로세스의 경영성과지표를 도출하는데 정교한 통계적 모델을 도입하여 정확성을 높이고, 대량의 프로세스 인스턴스 분석 시 발생할 수 있는 계산의 복잡도에 관한 연구를 수행할 예정이다.

### 참 고 문 헌

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

[2] David C. Luckham, James Vera, "An Event-Based Architecture Definition Language," IEEE Transactions on Software Engineering, Vol.21, No.9, pp.717-734, 1995.

[3] David C. Luckham and Brian Frasca, Complex Event Processing in Distributed Systems, Stanford University, 1998.

[4] David C. Luckham, The Power of Events, Pearson Education, 2002.

[5] D. Georgakopoulos, M.Hornick, A. Sheth, "An Overview of Workflow Managemen," Distributed and Parallel Database, Vol.3(2), pp.119-153, 1995.

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

[7] FileNet, FileNet process analyzer, FileNet, 2006.

[8] Gero Mulh, Ludger F. Pietzuch, "Distributed Event-Based Systems," Springer, pp.3, 2006.

[9] IDS Scheer, ARIS process performance manage, IDS Scheer, 2006.

[10] Luckham D.C. and kenny, JJ., Augutin, 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, Issue3, pp.253-265, 1993

[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, L.E-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] Sonnen, D., Morris, H.D., Businessfactor: Event-driven business performance management White paper, IDC, 2004.

[15] Srinivasan, S., Krishna, V., Holmes, S., "Web-log-driven business activity monitoring," IEEE Computer, Vol.38(3), pp.

61-68, 2005.

[16] Thomas, M., Redmond, R., Yoon, V., Singh, R. "A semantic approach to monitor business process performance," Communications of the ACM, Vol.48, pp.55-59, 2005.

[17] 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.



### 박 제 원

e-mail : jwpark5656@hotmail.com

2006년 송실대학교 컴퓨터학과(공학석사)  
 2006년~2008 송실대학교 박사수료  
 2007년~현 재 송실대학교 시간강사  
 2009년~현 재 동덕여자대학교 시간강사  
 관심분야 : 소프트웨어테스팅, 소프트웨어 프로세스, 웹서비스, SOA/ESB



### 최 재 현

e-mail : uniker80@empal.com

2004년 송실대학교 컴퓨터학부(공학사)  
 2006년 송실대학교 컴퓨터학과(공학석사)  
 2006년~현 재 송실대학교 컴퓨터학과 박사과정  
 관심분야 : 소프트웨어아키텍처, 소프트웨어 프로세스, SOA, 유비쿼터스



### 조 풍 연

e-mail : cpy@metabulid.co.kr

1996년 동국대학교 정보대산업대학원(공학석사)  
 2009년 송실대학교 컴퓨터학과(공학박사)  
 관심분야 : 소프트웨어아키텍처, 소프트웨어 프로세스, SOA, 유비쿼터스



### 이 남 용

e-mail : nylee@ssu.ac.kr

1983년 고려대학교 경영정보학과 (석사)  
 1993년 미시시피주립대학 경영정보학과 (경영학박사)  
 1979년~1983년 국군정보사령부 정보처 정보시스템분석 장교

1983년~1999년 한국국방연구원 군수체계 및 정보체계연구부장  
 2000년 한국전자거래학회 논문편집위원장  
 2004년 한국정보통신기술사협회 회장  
 1999년~현재 송실대학교 컴퓨터학과 교수  
 관심분야 : 소프트웨어테스팅, 시스템엔지니어링 등