

프로세스 구조 제약조건과 사회적 관계를 이용한 비즈니스 프로세스 모델링 방법론

유영웅 · 김 승 · 배혜림[†]

부산대학교 산업공학과

Business Process Modeling using Process Structural Constraints and Social Relations

Yeong-Woong Yu · Seung Kim · Hyerim Bae

Department of Industrial Engineering, Pusan National University, Busan 609-735

For convenient business process modeling we propose a mathematical approach to obtain appropriate process structures. In this paper, we define business process structural constraints, on which basis, using Social Network Analysis (SNA), we analyze the frequency of handover occurrences among performers in social network. We here present, therefrom, a new, mathematical approach to business process modeling that proceeds by identifying the social relations among activities.

Keyword: Business Process Management(BPM), process modeling, process structural constraints, social relation

1. 서론

복잡해지는 경영환경 속에서 얼마나 효율적이고 유연하게 비즈니스 프로세스를 관리하는가 하는 것은 오늘날 기업에게 있어 중요한 이슈 중 하나이다(Hammer, 2006; Smith and Fingar, 2003; Wegner, 1997). 그 이유는 비즈니스 프로세스는 효율적인 기업 운영과 더불어 기업의 경쟁력과 밀접한 관련이 있기 때문이다. 따라서 많은 기업들은 이러한 비즈니스 프로세스의 자산화를 통해 보다 효율적이고 경쟁력 있는 비즈니스 프로세스를 보유 하려는 노력을 기울이고 있다. 비즈니스 프로세스는 고객에게 가치를 전달하거나 기업의 전략적인 목표를 달성하기 위해 수행 되어야 하는 업무들로, 동적으로 운영되거나 논리적 관련성을 가지는 단위 업무들의 집합이다(Guha *et al.*, 1993; Strnadl, 2006). 그러므로 기업이 목표 달성을 위한 비즈니스 프로세스를 보유 하기 위한 첫 단계는 프로세스 모델링 과정이다.

BPM의 프로세스 라이프 사이클 관리 단계 중 프로세스 정의 단계(build time)에 해당하는 프로세스 모델링 과정은 보이지 않는 기업의 비즈니스 프로세스를 정의하고 가시화하는 것으로,

현행 업무의 분석을 통하여 업무 프로세스를 구조화 및 표준화하고 프로세스의 실행을 대비하는 준비 단계이다. <Figure 1>의 BPM 프로젝트 수행 단계에서 보이는 것처럼 이 과정은 BPM 시스템이 관리하고자 하는 대상 프로세스를 시각적으로 도출하는 과정이며, 이러한 비즈니스 프로세스는 기업의 목표를 설계하는 과정의 일부이다. 기업 활동을 통하여 좋은 성과를 얻는다는 것은 잘 정의된 프로세스의 실행을 통한 업무 활동들의 결과라 할 수 있기 때문에 보다 체계적이고 효율적인 비즈니스 프로세스의 설계 및 관리가 필요하다.

비즈니스 프로세스 모델링은 업무를 분석하여 주요 프로세스들을 정의하고 각각의 프로세스들을 구성하는 세부 단위 업무의 도출과 정의 등 프로세스 맵(process map) 작성 과정으로 이루어진다. 이 과정은 언제 누가 어떤 업무를 어떤 순서로 수행 할 것인지에 대해 정의하는 것으로 어떠한 규칙과 기준이 적용되고, 어떠한 기업의 정보와 자원들이 필요한지가 적절히 고려되어야 한다. 또한 각 프로세스 단계별로 이루어지는 업무들이 시각적이고 체계적으로 잘 표현되어야 하고 구체적으로 업무의 흐름과 연계되어야 하기 때문에 일반적으로 복잡하

[†]연락처 : 배혜림, 609-736 부산광역시 금정구 장전동 부산대학교 산업공학과, Fax : 051-512-7603, E-mail : hrbac@pusan.ac.kr
투고일(2011년 10월 06일), 심사일(2012년 01월 29일), 게재확정일(2012년 01월 30일).

고 어려운 과정 중 하나로 인식되고 있다. 비즈니스 프로세스 모델의 복잡성은 직렬 및 병렬구조 등에 의해 결정되고(Bae *et al.*, 2005) 추가적으로 많은 의미적 요소들을 포함하고 있을 뿐 아니라 시간의 흐름에 따른 업무의 선·후행 관계 및 상호의존 관계가 존재하기 때문이다. 또한 다양한 자원에 대한 제약이 따르고 각종 정보 및 업무 흐름이 여러 부서 그리고 여러 업무 수행자들과 관련되어 있기 때문이다. 이렇듯 업무수행자, 세부적인 업무특성, 입력 및 출력요소 그리고 KPIs(Key Performance Indicators) 등 다양한 요소들이 고려되어야 하기 때문에 전사적인 업무 흐름을 이해하지 않고서는 효율적인 구조의 프로세스를 설계하는데 어려움이 뒤따른다.

본 연구에서는 이러한 비즈니스 프로세스 모델링 과정에서 다양한 제약으로 인해 발생하는 모델링 과정의 복잡성을 줄이고 보다 객관적이고 편리한 모델링 방법을 지원하기 위한 접근법을 소개한다. 이를 위하여 비즈니스 프로세스 구조가 가지는 구조적인 특성들에 대한 제약조건을 분석하고 각 단위 업무들 간의 연결 관계를 식별하기 위한 방법으로 사회관계망 분석 결과를 이용한다. 이를 통하여 사용자는 제시된 비즈니스 프로세스 모델을 기반으로 실행 단계에서 요구되는 최소한의 모델 수정 작업만으로 사용 가능하도록 편리한 프로세스 모델링을 수행할 수 있을 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 제 2장에서는 연구의 배경과 관련 연구들을 소개한다. 제 3장에서는 비즈니스 프로세스 구성을 위한 문제 정의와 프로세스 구조적 특성과 제약을 분석한다. 그리고 이를 이용하여 제약식을 모델링하고 더욱 적절한 프로세스 구조를 얻기 위해 수행한 사회관계망 분석 과정을 소개한다. 분석 결과를 비즈니스 프로세스 구성에 반영하여 프로세스를 구성을 위한 간단한 수리모델을 제 4장에서 소개하고 프로세스 모델의 생성을 위한 실험 과정 및 그 결과를 살펴 본 후 마지막 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 연구 배경 및 관련 연구

2.1 연구 배경

비즈니스 프로세스 모델링은 보통 전문가 또는 모델링 관련

자의 오랜 경험을 바탕으로 설계되고, 좋은 비즈니스 프로세스는 무엇을 수행해야 하고 누가 그것을 수행하며 언제 그리고 어디서 수행해야 하는지, 어떻게 수행해야 하는지를 잘 표현하고 있어야 한다(Curtis *et al.*, 1992). 이러한 여러 고려사항들은 프로세스 모델링을 어렵게 만드는 요인이 된다.

프로세스 모델링 과정에 필요한 여러 사항 중, 주어진 단위 업무들의 업무흐름을 결정하는 문제로 관심의 범위를 축소시켜 보면, 이는 수행되어야 하는 단위 업무들 간의 모든 연결 중에서 적절한 연결을 찾아내는 것으로 생각할 수 있다. 즉, 만약 프로세스의 단위 업무들이 순차적으로 수행되는 직렬 구조라고 하면 이 문제는 각 단위 업무를 방문해야 할 도시로 비유할 때 순회 판매원 문제(Traveling Salesman Problem, TSP)와 비교될 수 있다. TSP는 조합 최적화 문제(Combinatorial Optimization Problem)에 속하는 문제로 일반적으로 풀기 어려운 계산 복잡도 이론 문제의 전형적인 예제로 많이 사용된다. 이것은 그래프 이론(Graph Theory)에서 완전 가중치 그래프(complete weighted graph)가 주어졌을 때 최소 가중치(weight)를 가지는 해밀턴 사이클(Hamiltonian cycle)을 찾는 문제로 볼 수 있다.

일반적인 TSP에서는 방문지와 방문지 사이의 거리가 정량적으로 주어지는 반면, 비즈니스 프로세스 모델링에서는 단위 업무와 단위 업무 사이의 연관성을 정량적으로 파악하기가 어렵다. 이는 모든 단위 업무들 사이에는 수행시간 관점에서의 선·후행 의존 관계나 사용하는 리소스 관점에서의 상호 의존적인 관련성이 존재하기 때문이다. 또한, TSP에서는 방문경로가 순차적으로 발생하는 반면, 비즈니스 프로세스에서는 직렬(sequential) 구조만이 아니라 분기와 병합구조, 그리고 이로 인해 병렬(parallel) 구조도 존재하게 되므로 복잡한 구조적 성격을 가지게 된다. 따라서 비즈니스 프로세스 모델링은 일반적인 TSP와는 약간 다른 성격을 가진다.

<Figure 2>는 본 연구의 아이디어를 설명한다. 비즈니스 프로세스 모델링에서 주어진 단위 업무간의 수행 선·후행관계를 나타내는 연결은 단위 업무들을 노드로 하는 완전그래프 <Figure 2>(a)에서 프로세스의 구조적인 합리성을 만족시키지 못하는 연결들을 제거해가는 과정 <Figure 2>(b)을 통해 가장 적절한 프로세스 구조를 얻을 수 있을 것이다. 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 원하는 비즈니스 프로세스 <Figure 2>(c)를 얻을 수 있다.

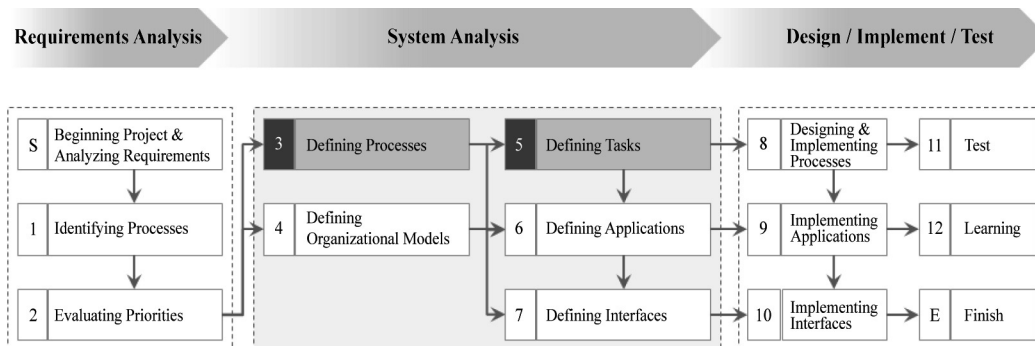


Figure 1. Phases of a BPM project (Handysoft, 2005)

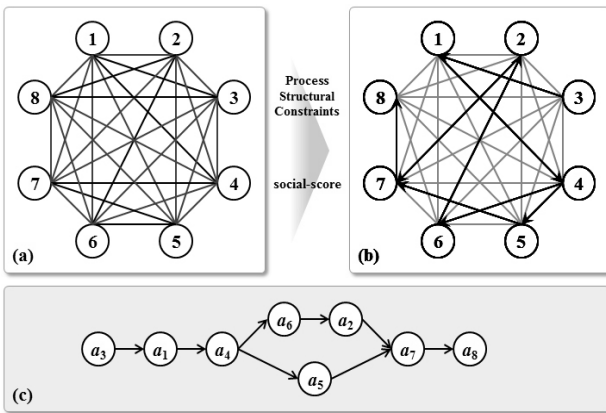


Figure 2. An Example of Finding a Business Process Using a Graph

본 연구에서는 프로세스 설계자의 경험과 이해를 바탕으로 모델링되는 비즈니스 프로세스 모델링 과정에 수리적인 접근을 시도하고자 한다. 노드 간의 불필요한 연결을 제거하기 위한 프로세스 구조 제약 조건을 분석하고 이를 제약식으로 모델링하는 것으로 합리적인 프로세스 구조를 만족시키고자 한다. 이는 단지 가능해 집단으로 프로세스의 구조적인 틀을 갖추고 있지만(feasible) 실제 해당 프로세스의 특성과 의미를 잘 반영한 최적(optimal)의 프로세스라는 것을 보장하지는 못한다. 프로세스란 특정 목적 및 결과를 위해 필요한 단위 업무들이 적절한 순서를 통해 수행되어야 하므로 적절한 단위 업무들 간의 연결 및 순서가 고려된 보다 의미 있는 프로세스 구조를 얻는 것이 필요하며 이를 위해 업무 수행자들을 이용한 사회관계망을 분석하고 그 결과를 활용하여 구조적으로나 의미적으로 적절한 프로세스를 얻고자 한다.

2.2 사회관계망 분석(Social Network Analysis, SNA)

사회관계망은 노드라 불리는 개별적인 개체들이 하나 또는 그 이상의 특정한 상호의존관계에 의해 연결된 사회적 구조이다. 사회관계망 분석은 노드로 표현할 수 있는 행위자들 간의 사회적 관계에 대한 구조적인 패턴을 분석하는 사회학적 패러다임이다. 사회관계망 분석은 다양한 분야에서 광범위하게 응용되고 있으며, 사람, 팀, 부서들 간의 관계 또는 심지어 기업 전체의 관계를 매핑하고 분석하는 것으로 비정형 네트워크를 평가하는 풍부하고 체계적인 수단을 제공한다(Cross *et al.*, 2001). 사회관계망 분석은 여러 가지 관점에서 분석 및 활용될 수 있는데 본 연구에서는 단위 업무 수행자들 간에 업무의 전달(handover)이 발생한 빈도를 이용하고자 한다.

임의의 두 단위 업무 A와 B 사이에는 상호 시간적인 의존 관계가 존재하는데 이는 어느 단위 업무가 선행 또는 후행하는지 아니면 동시에 수행되어야 하는 것인지를 의미한다. 이러한 단위 업무들의 선·후행 관계를 반영하는 요소로 각 단위 업무들을 수행했던 업무 수행자들 간에 다음 업무로의 업무 전달이 발생한 빈도가 높다는 것은 비즈니스 프로세스 구성에

중요한 단위 업무들 간의 연결 관계를 설명하는 상당히 의미 있는 지표라 할 수 있기 때문이다. 비록 업무 전달의 발생이 두 단위 업무 사이의 연결 관계를 완벽하게 표현할 수는 없다 하더라도 프로세스의 구조적 제약을 만족하는 가능해 집단에서 하나의 솔루션을 찾아내는 하나의 응용으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서는 이 외에도 다양한 요소를 이용 가능하도록 기본적인 수리모델을 제시하는 것과 실제 실행 가능한 완벽한 수준의 프로세스가 아닌 최종 단계에서 약간의 검토와 수정만으로 사용 가능한 수준의 프로세스를 찾아내는 것을 목표로 한다.

2.3 관련 연구

비즈니스 프로세스 모델링 분야에서는 주로 BPMN(Business Process Modeling Notation), UML(Unified Modeling Language), IDEF3, Petri-Net 및 모델링 언어 등을 활용한 모델링 표기 및 표준화 등에 초점을 맞춘 연구(Salimifard and Wright, 2001; Bae, 2009; Smith, 2003) 및 모델링 지원 도구 및 프레임워크 개발에 관한 연구(Metrins *et al.*, 1997; Kalpic and Bernus, 2002; Koubarakisa and Plexousakis, 2002) 등이 있다. 그러나 이 연구들은 주로 프로세스의 표현 방법론에 초점을 맞추거나 기존에 존재하는 프로세스를 활용하여 재사용성 등을 고려한 모델링 등에 관한 연구로 본 연구에서 소개하는 프로세스 모델을 자동으로 구성하는 방법론과는 차이가 있다. 또한 프로세스 마이닝(Process Mining) 기법 등을 통하여 프로세스 모델을 생성하는 연구(van der Aalst *et al.*, 2007; Agrawal *et al.*, 1998; van der Aalst *et al.*, 2004)와 프로세스 마이닝 분야에서 사회 관계망에 대한 연구(van der Aalst *et al.*, 2005) 등이 있으나 이는 프로세스 참조 모델을 찾아내거나 주된 흐름(main flow) 등의 발견에 초점을 맞추고 있으며 이를 위해 이미 모델링 된 프로세스의 실행 이력, 이벤트 및 로그 데이터 등을 기반으로 진행되는 것으로 사회적 관계를 이용하여 자동으로 프로세스를 생성하기 위하여 수리적으로 접근한 본 연구와는 조금 다른 관점의 연구들이다.

3. 비즈니스 프로세스 구성 문제

이전 장에서 언급한 바와 같이, 어떤 주어진 목적 달성을 위한 업무들의 선·후행 관계에 대한 식별과정을 비즈니스 프로세스 모델링이라고 할 때, 이는 주어진 단위 업무들 사이의 연결을 나타내는 링크들을 찾아내는 것이라 할 수 있다. 이러한 비즈니스 프로세스 모델링 과정은 현업의 담당자나 전문가의 직관 및 경험적 지식 등에 의존하는 작업으로 이러한 과정을 수리적이고 객관적인 접근을 시도하고자 한다.

본 연구에서 다루는 비즈니스 프로세스 구성 문제는 단위 업무의 집합과 프로세스 모델 구성 목적이 어떠한 목적 함수식으로 주어졌을 때, 주어진 목적함수를 최대 또는 최소화하

는 단위 업무들 간의 선·후행 관계를 나타내는 링크 집합을 찾는 문제로 표현할 수 있다. 이를 만족하는 링크들을 이용하면 간단하게 프로세스 구성이 가능하고 이렇게 구성된 프로세스는 잘 구조화된(well-formed) 형태를 가져야 함을 나타내는 well-formedness는 프로세스가 구조적인 특성을 잘 갖추고 있음을 의미하며 수리모형의 제약식으로 모델링 될 수 있다.

비즈니스 프로세스 모델 구성을 위해 제안한 접근법의 절차는 <Figure 3>과 같다. 기업에서 운영되는 여러 정보시스템에서는 다양한 정보들이 생산되고 저장된다. 업무수행 정보를 담고 있는 다량의 데이터는 저장소로부터 획득 가능하다. 이러한 업무 처리 관련 정보들은 단위 업무(activity), 인스턴스(instance), 해당 업무 수행자(performer) 및 수행시간(timestamp)에 대한 정보를 포함하고 있으며, 각각의 이벤트는 발생한 시간 순서대로 기록된다고 가정한다. 실제로 ERP, CRM 및 기타 정보 시스템들은 형태는 서로 다르지만 앞에서 언급한 내용을 포함한 정보를 제공한다(van der Aalst and van Hee, 2002). 이러한 로그 데이터의 분석을 통하여 단위 업무, 업무 수행자 및 업무의 전달 정보 등을 추출해 낼 수 있다. 추출된 업무 수행자를 노드로 두고 업무전달의 관점에서 관계를 표현하는 사회관계망을 구성하고 이를 사회관계망 매트릭스(Social Network Matrix, SN-matrix)로 표현한다. 다음 단계로 사회관계망을 구성하는 업무 수행자들 간의 업무 전달 빈도에 대한 정보를 이용하여 사회적 점수(social-score)를 계산하여 업무 수행자 관점의 사회관계망 매트릭스를 단위 업무 관점의 매트릭스(Social Activity Network Matrix, SAN-matrix)로 변형한다. SAN-matrix를 구성하는 각 셀의 값인 social-score는 각 단위 업무들이 얼마나 의미 있는 연결 관계를 표현하는 지를 나타내어 주는 지표로 사용된다.

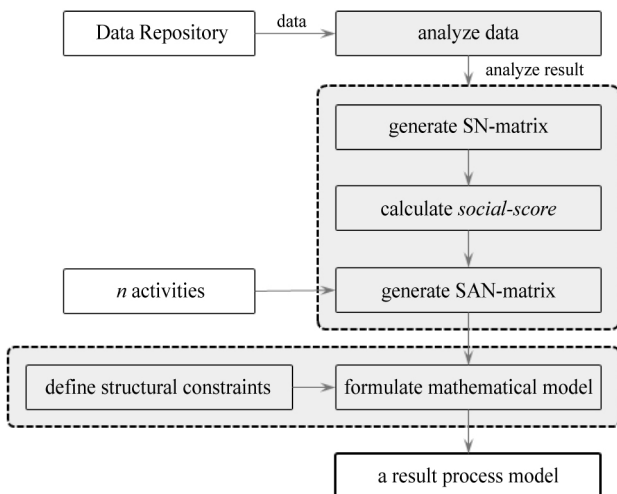


Figure 3. Procedure of business process construction

3.1 프로세스 구조적 특성 및 제약

비즈니스 프로세스가 well-formedness를 갖추기 위해서는 프로세스가 가지는 구조적인 특성이 잘 반영되어야 한다. 그러

나 어떤 구조가 좋은 구조인지 명확하게 정의 내리는 것은 쉬운 일이 아니다. 그 이유는 서론에서도 언급한 바와 같이 업무 프로세스는 각 기업의 업무 처리 규칙 및 방식, 업무의 성격과 특성에 따라 다양하고 여러 자원들에 대한 제약 뿐 아니라 실제 수행 상에 발생하는 많은 내·외부적인 환경 요소 등을 고려하면 실제로 훨씬 다양하고 복잡하며, 같은 업무를 처리하는 프로세스라 하더라도 각 기업마다 부서마다 동일하게 존재하지는 않는다. 따라서 기본적으로 프로세스의 형태를 갖추기 위한 공통적인 특성들을 살펴보고 우선 이 구조적 특성을 잘 반영하는 것이 필요하다.

일반적으로 프로세스는 주어진 목적을 달성하기 위하여 주어진 단위 업무들의 연결에 대한 관점에서 시작 단위 업무와 종료 단위 업무 사이에 나머지 단위 업무들이 적절한 구조로 연결되는 형태를 가진다. 모든 단위 업무가 순차적으로 수행된다면 단위 업무들 간의 순서만 결정하면 되지만 대부분의 프로세스는 병렬로 수행되기 때문에 분기와 병합을 포함하는 parallel routing과 순환을 위한 loop 구조가 존재한다(WfMC, 1999). van der Aalst (1996)는 이미 존재하는 워크플로우 모델을 Petri net으로 변환하고 실행 관점에서 토큰의 흐름을 통하여 ‘well-formed’에 대하여 소개하고 있다. 이는 초기 상태(initial state)에서 다른 상태들로의 관계가 도달가능(reachable)하다면 프로세스네트워크가 단절 없이 잘 형성되어 있음을 의미하고 있다. 이는 이미 적절한 형태를 가진 프로세스를 이용하고 있으며, Son et al.(2005) 역시 van der Aalst(1996)의 구조를 이용하여 워크플로우의 성능 분석에 초점을 맞추고 있어 본 연구에서 수행하는 정의단계의 모델링을 위한 접근과는 차이가 있다.

따라서 본 연구에서는 아래와 같은 기본적인 구조적 특성을 정리하고 이용하기로 한다. 프로세스의 시작을 나타내는 시작 노드를 선행하는 노드는 없어야 하고 종료를 나타내는 종료노드를 후행하는 노드는 없어야 한다. 프로세스의 단절 없는 연결을 보장하기 위해 시작노드와 종료노드 사이에 존재하는 모든 중간노드들은 하나 또는 그 이상의 진입 및 진출 링크를 가져야 한다. 이 때 하나 이상의 진출링크를 가지는 노드는 분기노드가 되고 하나 이상의 진입링크를 가지면 병합노드가 된다. 그리고 본 연구에서는 실제 시스템적인 관리 관점에서 실행을 위한 프로세스 모델링 과정에서 고려되어야 하는 자원 및 데이터 그리고 반복과 같이 실제 조건에 따른 흐름 제어 등 의미적인 요소는 고려하지 않기로 한다.

본 연구에서 프로세스 구조는 이러한 well-formedness를 갖추면서 주어진 목적함수를 최대화시킬 수 있도록 구조화 되어야 한다. 이를 위해 단위 업무들 사이에 존재할 수 있는 모든 간선에서 프로세스의 구조 제약을 만족시킬 수 없는 간선들을 제거하고, 조건을 만족하면서 social-score를 이용하여 비즈니스 프로세스 구성을 위한 수리 모형을 제안하고자 한다. 우선 변수와 도메인, 그리고 제약조건들을 정의하고 이를 기술하기에 앞서 프로세스 구성을 위한 정형화된 프로세스 모델 구조에 대한 정의는 다음과 같다.

정의 1. 프로세스 모델, P

프로세스 모델 P 는 단위 업무 집합 A , 링크 집합 L 로 구성되는 유방향 그래프, $P = (A, L)$ 로 정의된다(Bae and Kim, 2007).

- 단위 업무 집합 $A = \{a_i | i=1, 2, \dots, I\}$ 에서 a_i 는 i 번째 단위 업무이고 I 는 단위 업무의 개수이다.
- 링크 집합 $L = \{l_{ij}=(a_i, a_j) | a_i, a_j \in A, i \neq j\}$ 에서 $l_{ij} = (a_i, a_j)$ 는 두 단위 업무 a_i 와 a_j 의 링크를 나타내며 단위 업무 a_i 가 단위 업무 a_j 보다 바로 선행하여 실행됨을 의미한다.
- 분기노드: 단위 업무 $a_k \in A$ 에 대해서, $S = \{a_k | (a_i, a_k) \in L\}$ 이고, $|S| > 1$ 이면, a_i 의 진출링크 차수 $out_degree(a_i) > 1$ 이고, a_i 는 분기노드이다.
- 병합노드: 단위 업무 $a_k \in A$ 에 대해서, $M = \{a_k | (a_k, a_i) \in L\}$ 이고, $|M| > 1$ 이면, a_i 의 진입링크 차수 $in_degree(a_i) > 1$ 이고, a_i 는 병합노드이다.

(1) 변수와 도메인

비즈니스 프로세스를 구성하는 문제는 I 개의 노드 집합 A 와 Kn 개의 간선 집합 L 로 이루어진 완전그래프(complete graph) $G = (A, L)$ 가 존재할 때, 두 개의 노드 $a_i, a_j \in A$ 사이의 연결에 사용되는 간선을 $l_{ij} \in L$ 이라 하고, 이 간선은 정의 1의 프로세스 모델 P 에서 두 단위 업무 a_i, a_j 를 연결하는 링크로 간주되기 때문에 본 문제에서는 링크 l_{ij} 가 변수가 된다. 그래프 이론에서, n 개의 노드를 가지는 완전그래프가 가질 수 있는 간선의 수 $Kn = n(n-1)/2$ 개이다. 그러나 비즈니스 프로세스는 유방향 그래프 형태를 가지기 때문에 링크 l_{ij} 와 l_{ji} 는 서로 다르게 간주된다. 따라서 변수의 집합 $L = \{l_{ij} = (a_i, a_j) | i, j=1, 2, \dots, I \text{ and } i \neq j\}$ 로 표현할 수 있다.

다음으로 각 변수들이 취할 수 있는 값의 범위를 나타내는 도메인은 링크 l_{ij} 가 프로세스 구성에 사용되는지 여부를 나타내는 것으로 만약, l_{ij} 가 사용된다면 1이고, 그렇지 않으면 0이다. 따라서 각 변수 $l_{ij} \in L$ 의 값은 $\{0, 1\}$ 내에서 존재하게 된다. 그리고 제 3.1절에서 설명한 비즈니스 프로세스 구성을 위한 프로세스 구조 제약조건에 대하여 보다 상세하게 기술한다.

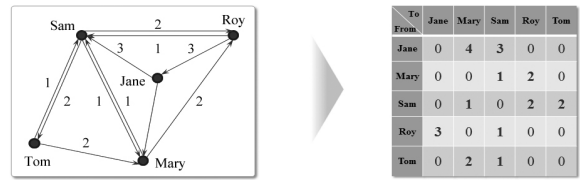


Figure 5. An Example of Generating a Social Network Matrix (SN-matrix) from a Social Network

(2) 프로세스 구조 제약조건

정의 1과 같이 표현되는 비즈니스 프로세스를 구성하는 문제는 단위 업무 집합 A 가 존재할 때, 두 단위 업무 a_i 와 a_j 사이의 선 · 후행관계를 표현하는 링크 $l_{ij} \in L$ 들을 식별해 내는 것으로 적절한 프로세스 구조를 갖는 형태로 모델을 구성해가는 과정으로 생각할 수 있다.

이러한 구조 제약조건들은 정의 1을 기반으로 프로세스의 시작노드와 종료노드 그리고 이 두 노드 사이에 존재하는 중간노드들에 대한 제약조건으로 표현할 수 있다. 제약조건식들을 통해 그 변수 값이 선택되어 프로세스 구조를 결정짓는 결정변수들과 결정변수들이 가질 수 있는 값의 범위는 다음과 같다.

- $l_{ij} = a_i$ 와 a_j 사이의 선 · 후행관계를 나타내는 변수로 두 노드 사이에 선 · 후행관계가 존재하면 1, 그렇지 않으면 0.
- s_i = 시작노드를 나타내는 변수로 a_i 가 시작노드로 선택되면 1, 그렇지 않으면 0.
- e_i = 종료노드를 나타내는 변수로 a_i 가 종료노드로 선택되면 1, 그렇지 않으면 0.
- sp_i = 분기노드를 나타내는 변수로 a_i 가 분기노드로 선택되면 1, 그렇지 않으면 0.
- mg_i = 병합노드를 나타내는 변수로 a_i 가 병합노드로 선택되면 1, 그렇지 않으면 0.

프로세스 모델의 well-formedness를 만족하기 위해서 아래의 조건들을 가정한다. 먼저, 주어진 단위 업무 집합 $A = \{a_i | i=1, 2, \dots, I\}$ 로 구성되는 프로세스 모델 P 는 각각 하나의 시작업무 s_i 와 종료

Table 1. Process Structural Constraints

Descriptions for process structural constraints	No.
Only one start activity can exist in a process.	(1)
Only one end activity can exist in a process.	(2)
If i is selected as the start node index, s_j should be 1 and $in_degree(a_j)$ should be 0.	(3)
If i is selected as the end node index, e_i should be 1 and $out_degree(a_i)$ should be 0.	(4)
If i is selected as an intermediate node index, s_i and e_i can not be 1 and $in_degree(a_i)$ is greater than 1.	(5)
If i is selected as an intermediate node index, s_i and e_i can not be 1 and $out_degree(a_i)$ is greater than 1.	(6)
If a link l_{ij} from a_i to a_j exists, then a link l_{ji} from a_j to a_i can not exist.	(7)
No direct link between the start and the end node is allowed.	(8)
If a_i is determined as a split node ($sp_i = 1$), then $out_degree(a_i)$ is assumed to be 2.	(9)
If a_i is determined as a merge node ($mg_i = 1$), then $in_degree(a_i)$ is assumed to be 2.	(10)
If a_i is determined as a split node, a_i cannot concurrently be a merge node.	(11)
The number of split nodes and merge nodes are same.	(12)
No loop structure is allowed.	(13)

업무 e_i 를 가진다. 또 하나의 노드 a_i 에 연결되는 진입링크의 차수를 in_degree 라 하고, 진출링크의 차수를 out_degree 라 할 때, 모든 중간노드 a_i 는 $in_degree(a_i) \geq 1$ 과 $out_degree(a_i) \geq 1$ 을 만족해야 한다. 이것은 각 중간노드들은 적어도 하나 이상의 선행노드 및 후행노드가 존재해야 한다는 것을 말하고 이것은 프로세스 그래프가 단절 없이 연결됨을 의미한다. 여기서 선행 또는 후행 노드가 1보다 크면 그 중간 노드는 병합 또는 분기노드가 된다. 그리고 시작노드에 대한 진입차수는 0이고, 종료노드에 대한 진출차수 역시 0이 되어야 한다. 이는 다시 말하면 시작노드는 선행노드가 존재할 수 없고, 종료노드는 후행노드가 존재할 수 없다는 제약을 나타낸다. 전술된 내용을 포함하여 프로세스 모델 구성에 필요한 구조제약 조건을 정리하면 <Table 1>과 같고 제약 번호는 이후 제 4장의 수리모델 제약식 번호를 의미한다. 이러한 프로세스의 구조적인 제약조건과 더불어 보다 단위 업무들 간의 선·후행 관계를 표현하는 링크 집합을 구하기 위해 본 연구에서는 사회적 관계망을 이용하고자 한다.

3.2 사회적 관계망 분석과정

일반적으로 두 단위 업무 $a_i, a_j \in A$ 간의 시간적인 선·후행 관계를 표현하는 링크 $l_{ij} \in L$ 는 a_i 가 종료된 후에 a_j 의 실행이 시작된다는 것을 의미한다. 이것은 단위 업무 a_i 는 a_j 의 선행(preceding)업무이고, a_j 는 a_i 의 후행(succeeding)업무라는 것을 의미한다. 이러한 의존관계를 포함하고 있는 링크에 일반적인 TSP와 같이 정해진 비용 기반의 최적화에 비해 쉽지 않다. 따라서 단위 업무들 간의 선·후행 관계는 보통 경험이나 경영 환경 등 여러 가지 요소에 의해 결정하게 되기 때문에 이러한 이들 관계를 식별하기 위한 하나의 방법으로 사회적 관계망 분석을 이용하였다.

분석 단계는 <Figure 3>과 같이 (1)업무수행 데이터의 획득 및 분석, (2)분석 결과를 통한 업무 수행자들 간 업무전달 빈도 관점의 사회적 관계망 구성 및 SN-matrix 생성, (3)social-score 계산, (4)social-score를 이용한 SAN-matrix 생성 과정으로 이루어진다.

(1) 프로세스 구조 제약조건

제 3장에서 기술한 바와 같이 기업이 보유한 여러 시스템으로부터 발생하는 다량의 비정형적인 형태의 업무 수행 데이터를 획득하는 것이 가능하고 이러한 데이터는 단위 업무, 업무수행자, 타임스탬프 등의 정보를 포함하고 있다. <Figure 4>와 같이 획득된 업무 수행 데이터로부터 사전 분석을 통해 사회

관계망 구성을 위한 의미 있는 정보를 추출할 수 있다.

(2) 사회적 관계망 매트릭스 생성

사전 분석된 정보를 기반으로 업무수행자를 노드로 하는 사회적 관계망을 구성할 수 있다. 본 연구에서는 업무수행자 노드 간의 연결 관계를 업무전달 관점에서 식별하였다. 노드를 연결하는 링크는 얼마나 많은 업무의 전달이 있었는가에 따라 가중치가 정해진다. <Figure 5>는 <Figure 4>의 데이터를 이용하여 구성된 업무전달 빈도에 대한 사회적 관계망과 그 매트릭스(SN-matrix)를 나타낸다.

(3) social-score 계산

업무전달 빈도에 대한 매트릭스 SN-matrix 생성 후, 두 업무수행자 사이의 업무전달 빈도를 두 단위 업무 사이의 연결에 대한 가능성으로 표현하기 위해 두 단위 업무 간의 스코어를 계산한다. 단위 업무 관점의 매트릭스 SAN-matrix를 구성하는 social-score ss_{ij} 는 아래와 같이 계산된다.

$$ss_{ij} = \sum_{k: u_k \in U(a_i)} \sum_{p: u_p \in U(a_j)} (fs_{kp} \cdot q_{kp}) \quad \forall i, j (\neq i), k, p \quad (1)$$

- $U(a_i)$ 는 단위 업무 a_i 의 업무수행자 집합을 의미.
- $u_k \in U(a_i)$ 는 단위 업무 a_i 의 업무수행자 집합 $U(a_i)$ 에 포함된 각 수행자를 의미.
- fs_{kp} 는 두 업무수행자 u_k 와 u_p 사이에서 발생한 업무 전달 빈도를 의미.
- q_{kp} 는 u_k 에서 u_p 사이의 실행 결과의 품질에 대한 가중치를 의미.

두 단위 업무 a_i 와 a_j 사이의 ss_{ij} 는 두 단위 업무 수행자 집합 $U(a_i)$ 와 $U(a_j)$ 에 속한 모든 업무수행자 $u_k \in U(a_i)$ 와 $u_p \in U(a_j)$ 사이의 업무전달 빈도 fs_{kp} 와 각 빈도에 대한 품질 가중치 q_{kp} 의 곱의 합으로 계산된다. 가중치 q_{kp} 는 아래와 같이 계산되며, good case와 bad case와의 차이에 의해 가중치에 반영된다. 프로세스 실행 결과는 해당 프로세스의 성격이나 여러 기준에 따라 평가될 수 있다. 한 예로 실행 예상 시각에 의해 평가된다면, 예상 시간보다 빨리 완료되면 결과는 ‘ 좋음’으로, 지연이 발생하면 ‘나쁨’ 그리고 조기 완료 또는 지연 등의 어떤 정해진 임의의 상황이 발생하지 않았다면 ‘보통’으로 완료했다고 볼 수 있다. 각 빈도 fs_{kp} 에 대한 가중치 q_{kp} 는 해당 업무수행자 간에 발생한 빈도 값에 대한 품질이 얼마나 의미 있는지를 반영한다.

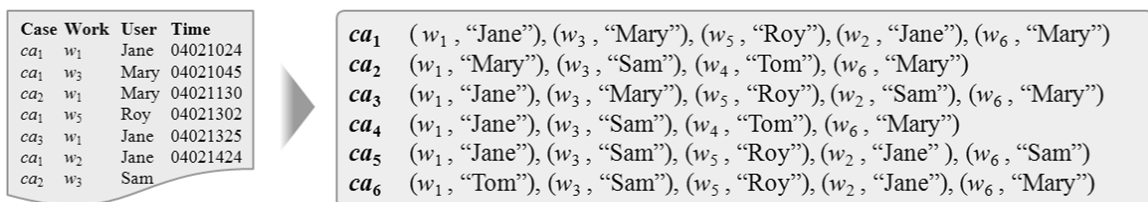


Figure 4. An Example of Pre-Analysis From Raw Data

$$q_{kp} = 1 + \frac{g-d}{f_{s_{kp}}}, \quad (2)$$

where, $g+d+n = f_{s_{kp}}, (-1 \leq \frac{g-d}{f_{s_{kp}}} \leq 1)$

- g : 실행 결과가 ‘좋음’으로 완료된 프로세스 내에 존재하는 빈도의 개수(good case)
- d : 실행 결과가 ‘나쁨’으로 완료된 프로세스 내에 존재하는 빈도의 개수(bad case)
- n : 실행 결과가 ‘보통’으로 완료된 프로세스 내에 존재하는 빈도의 개수

(4) SN-matrix에서 SAN-matrix로의 변형

<Figure 4>의 예제로부터 social-score를 모두 계산한 결과를 토대로 생성된 SAN-matrix는 아래 <Figure 6>과 같다. 매트릭스의 요소들 중 ss_{13} 을 구하는 과정을 <Table 2>에 예시하였다. ss_{13} 을 구하기 위해 $U(a_1)$ 에 속한 업무 수행자 u_1, u_2, u_5 와 $U(a_3)$ 에 속한 업무 수행자 u_2, u_3 사이에서 발생한 모든 업무 전달 빈도에 대한 스코어 값을 보여주고 있으며 <Table 2>와 같이 계산된다. 이렇게 구해진 단위 업무들 간의 social-score를 나타내는 SAN-matrix는 앞에서 정의한 프로세스 구조 제약조건과 함께 최대 스코어를 가지는 프로세스 구조를 찾기 위한 수리 모형에 사용된다.

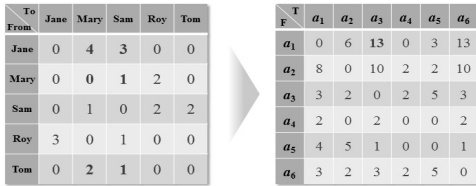


Figure 6. Generating a SAN-Matrix using SN-Matrix

4. 실험

일반적인 프로세스 모델의 형태는 각각 하나의 시작노드와 종료노드를 가지며 이 두노드 사이는 직렬 또는 병렬 형태를 가지는 중간노드들의 연결로 나타내어진다. 본 연구에서 생성하기 위한 프로세스 모델 역시 각각 하나의 시작 및 종료노드가 존재하고 모든 중간노드들은 하나 이상의 선행 및 후행 노드들을 가진다는 조건을 통하여 비즈니스 프로세스 구조를 형성해 낸다. 이때 모델링 하고자 하는 프로세스의 목적에 따라 최소임계경로 또는 각 간선에 비용이 주어졌을 때, 주 경로(critical path)의

비용 최소화 등과 같은 적절한 목적함수를 이용하여 원하는 프로세스 형태를 생성해 낼 수 있다. 본 연구에서는 social-score 최대화를 목적함수로 사용하였고, 전체 수리모형은 다음과 같으며 모형에 사용된 변수는 앞서 제 3.1장에 기술하였다.

제 3.1장의 <Table 1>을 바탕으로 식 (1)과 식 (2)는 시작과 종료 단위 업무는 각각 하나씩 존재한다는 제약이다. 식 (3)과 식 (4)는 시작 단위 업무로 진입하는 링크와 종료 단위 업무에서 진출하는 링크는 존재하지 않는다는 제약이다. 식 (5)와 식 (6)은 시작과 종료 단위 업무를 제외한 모든 중간 단위 업무들은 하나 이상의 진입 및 진출 링크를 가질 수 있다는 제약이다(Bae et al., 2010). 식 (1)~식 (6)만으로 만족시키기 힘든 구조를 위해 본 연구에서 추가적으로 다음과 같은 제약을 식별하였다. 식 (7)은 바로 이전 단위 업무로의 루프를 제거하고, 식 (8)은 시작 단위 업무와 종료 단위 업무 간의 직접적인 연결을 제거한다. 식 (9)와 식 (10)은 모든 중간노드는 각각 하나의 진입 및 진출 링크를 가지고, 분기와 병합 노드는 2개의 진입 또는 진출 링크를 가지도록 가정하였다.

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I l_{ij} \cdot ss_{ij} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^I s_j = 1 \quad (1) \\ & \sum_{i=1}^I e_i = 1 \quad (2) \\ & l_{ij} + s_j \leq 1, \quad \forall ij \quad (3) \\ & e_i + l_{ij} \leq 1, \quad \forall ij \quad (4) \\ & \sum_{i=1}^I l_{ij} + s_j \geq 1, \quad \forall j \quad (5) \\ & e_i + \sum_{j=1}^I l_{ij} \geq 1, \quad \forall i \quad (6) \\ & l_{ij} + l_{ji} = 1, \quad \forall ij \quad (7) \\ & |(s_i \cdot e_j) - 1| \geq l_{ij}, \quad \forall ij \quad (8) \\ & \sum_{j=1}^I l_{ij} - sp_i = 1, \quad \forall i \quad (9) \\ & \sum_{i=1}^I l_{ij} - mg_j = 1, \quad \forall j \quad (10) \\ & sp_i + mg_i = 1, \quad \forall i \quad (11) \\ & \sum_{i=1}^I sp_i = \sum_{i=1}^I mg_i \quad (12) \\ & l_{i_1} + \sum_{k=1}^{m-1} l_{j_k k+1} + l_{j_m i} \leq m \quad \text{for } m > 2 \quad (13) \\ & l_{ij} \in \{1, 0\}, \quad \forall ij \quad (14) \\ & s_i, e_i, sp_i, mg_i \in \{1, 0\}, \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (15) \end{aligned}$$

Table 2. Calculation of Social-Score (ss_{13})

$f_{s_{kp}}$	q_{kp}	$f_{s_{kp}} \cdot q_{kp}$	$f_{s_{kp}}$	q_{kp}	$f_{s_{kp}} \cdot q_{kp}$
$f_{s_{12}} = 4$	$q_{12} = 1+(2-1)/4 = 1.25$	5.00	$f_{s_{13}} = 3$	$q_{13} = 1+(2-1)/3 = 1.33$	4.00
$f_{s_{22}} = 0$	$q_{22} = 1+(2-1)/0 = 1.00$	0.00	$f_{s_{23}} = 1$	$q_{23} = 1+(1-1)/1 = 1.00$	1.00
$f_{s_{32}} = 2$	$q_{32} = 1+(0-0)/2 = 1.00$	2.00	$f_{s_{33}} = 1$	$q_{33} = 1+(1-1)/1 = 1.00$	1.00

$ss_{13} = 13.00$

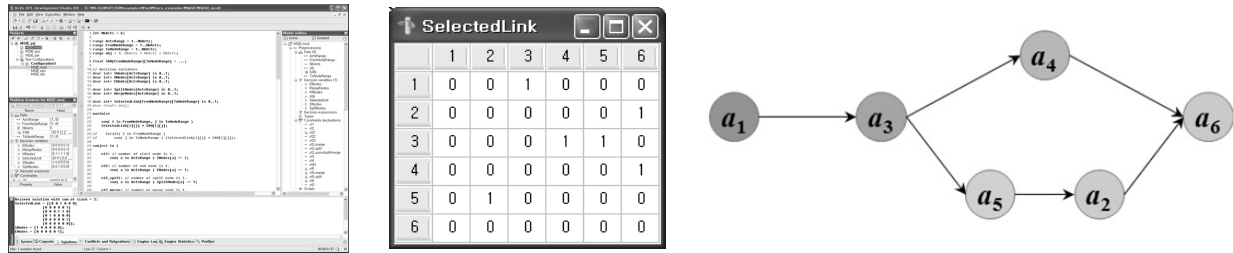


Figure 7. Screen Shots of ILOG OPL 5.5 and the Result Process Structure

분기노드의 진출 링크와 병합노드의 진입 링크의 개수는 프로세스의 성격이나 필요에 따라 사용자에게 임의로 조정 가능하며 본 연구에서는 편의를 위해 2개로 가정하였다. 식 (11)과 식 (12)는 분기 및 병합 노드의 개수는 같다는 제약으로 분기가 발생하면 대응되는 병합이 존재하여 분기와 병합이 짝을 이루어야 함을 의미한다. 식 (13)은 루프구조를 발생시키는 링크를 제한하는 식이다.

본 연구에서 정의한 프로세스 구조 제약조건과 사회관계망 분석을 통해 얻어진 social-score를 이용한 수리모델을 통하여 social-score를 최대화 시키는 프로세스 구조를 표현하는 링크 집합을 얻을 수 있었다. 수리모형은 ILOG OPL 5.5를 이용하여 모델링 되었으며 <Figure 7>은 <Figure 4>의 예제 데이터로부터 얻어진 결과 프로세스 모델을 보여준다.

본 연구에서 제시한 수리모형을 통하여 프로세스 모델을 자동으로 생성하는 예제를 살펴보았다. 추가로 주어진 노드의 개수가 증가함에 따라 최적해의 발견에 걸리는 시간을 비교해 보았다. 노드의 개수를 각각 10개부터 40개까지 5개씩 증가시켜가며 각 노드개수 별로 서로 다른 데이터를 이용하였다. Pentium Core 2.186GHz, 2GB Ram의 실험환경에서 각 노드별 10회씩 실험하였고 최적해의 도출에 걸리는 평균시간을 <Table 3>에 정리하였다. 단위 업무의 개수가 20개 내외의 경우 1분 내외로 해를 찾아낼 수 있었고 노드의 개수가 30개 정도인 경우에도 10분 이내로 해를 찾는 것이 가능하였다. 일반적으로 하나의 비즈니스 프로세스를 구성하는 단위 업무의 개수는 따로 정해져 있지 않으며 모델링하는 사람에 의해 레벨링 관점에 따라 주관적으로 정해지게 된다. 이 때 단위 업무의 개수가 증가하면 필연적으로 프로세스 구조가 복잡해지기 때문에 해당 프로세스가 다루어야 하는 영역에 대하여 업무 분야, 특성, 입력 자원 및 산출물 유형 그리고 수행하는 부서 등 여러 기준에 의해 프로세스의 계층을 분할할 수 있다. 현업에서 운영되고 있는 비즈니스 프로세스 관리 시스템의

실행 이력 등에서도 세부 단위 프로세스를 구성하는 단위 업무의 개수는 보통 20개 내외에서 모델링되는 경우가 많으며 이는 비즈니스 프로세스 관리 시스템 관점에서 실행 가능한 수준의 적절한 프로세스 분할은 프로세스 모델의 식별성을 높이고 프로세스 관리의 효율성 측면에서도 보다 간결하다 할 수 있을 것이다.

5. 결론

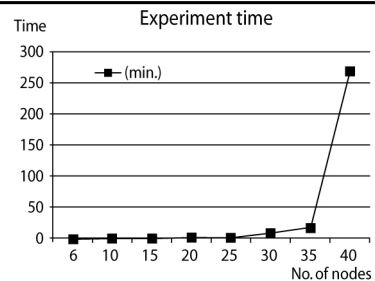
본 연구에서는 전문적이고 경험적인 지식을 기반으로 이루어지는 비즈니스 프로세스 모델링을 지원하기 위한 수리적인 접근을 시도하였다. 이 접근법을 통하여 약간의 수정만으로도 사용 가능한 의미 있는 형태의 비즈니스 프로세스 모델을 도출할 수 있었으며, 본 연구에서는 프로세스 모델 도출을 위해 프로세스 구조 제약 조건과 사회관계망 분석을 활용한 새로운 접근을 시도하였다.

본 연구는 크게 프로세스 구조 제약과 사회관계망 분석의 두 가지 이슈를 이용하여 프로세스 모델 도출 방법론에 사용하였으나 각각은 개별적인 활용도 가능할 것이다. 특히, 잘 정의된 프로세스 구조 제약은 그 자체로 프로세스 모델의 well-formedness를 검증하는 수단으로 활용할 수 있으므로 프로세스 모델링 도구의 부가기능으로 탑재되어 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문의 모델에서는 AND나 OR, XOR 등과 같은 실행 환경상의 제어 요소들은 고려하고 있지 않다. 이러한 런타임 상의 제어와 관련된 복잡한 요소들을 고려하는 것은 쉬운 일이 아니나 이러한 부분들이 고려된다면 구조적으로나 의미적으로 보다 현실적인 프로세스 생성이 가능한 모델이 될 것이다. 또한, 본 연구에서 제안한 방법론이 실제 실행 단계에서 보다 의미를 가질 수 있도록 가용한 자원에 대한 고려가 모델링 과정에서 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

Table 3. Consumption time through the increase of the node size

No.	# of nodes	ave. time	Var	SD
1	6	0.001	0.000	0.000
2	10	0.012	0.000	0.001
3	15	0.077	0.000	0.003
4	20	1.291	0.001	0.030
5	25	1.406	0.002	0.044
6	30	9.568	0.007	0.085
7	35	16.990	0.647	0.804
8	40	269.104	7.824	2.797



참고문헌

- Agrawal, R., Gunopulos, D., and Leymann, F. (1998), Mining process model from workflow logs, *Lecture Notes in Computer Science*, 1377, 467-483.
- Bae, H. and Kim, M. (2007), Process based storing and reconstructing of XML form documents, *Computers in Industry*, 58(1), 87-94.
- Bae, H. (2009), Application of BPMN 2.0 for Logistic process modeling, *Postal and Logistics Review*, 8(4), 25-40.
- Bae, J., Bae, H., Kang, S.-H., and Kim, Y. (2004), Automatic control of workflow processes using ECA rules, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(8), 1010-1023.
- Bae, J., Lee, T., Bae, H., and Lee, K. H. (2010), Generation of process reference model using GED, *Proc. 2010 Spring Conf. on Korean Operations Research and Management Science/Korea Institute Industrial Engineering(MS/IE)*.
- Cross, R., Rarker, A., Pursaks, L., and Borgatti, S. P. (2001), Knowing what we know: Supporting knowledge creation and sharing in social networks, *Organizational Dynamics*, 30(2), 100-120.
- Curtis, B., Kellner, M. I., and Over, J. (1992), Process modeling, *Communications of the ACM-Special issue on analysis and modeling in software development*, 35(9), 75-90.
- Guha, S., Kettinger, W. J., and Teng, J. T. C. (1993), Business process reengineering : building a comprehensive methodology, *Information Systems Management*, 10(3), 13-22.
- Hammer, M. (2006), *The agenda : What every business must do to dominate the decade*, Crown Business, New York.
- Handysoft (2005), HANDY BPM solution for standard process architecture, *BPM Conference*.
- Kalpic, B. and Bernus, P. (2002), Business process modelling in industry-the powerful tool in enterprise management, *Computers in Industry*, 47(3), 299-318.
- Koubarakisa, M. and Plexousakis, D. (2002), A formal framework for business process modelling and design, *Information Systems*, 27(5), 299-319.
- Mettrins, K., Jochem, R., and Jäkel, F.-W. (1997), A tool for object-oriented modelling and analysis of business processes, *Computers in Industry*, 33(2-3), 345-356.
- Salimifard, K. and Wright, M. (2001), Petri net-based modelling of workflow systems : An overview, *European Journal of Operational Research*, 134(3), 664-676.
- Smith, H. and Fingar, P. (2003), *Business Process Management-The third wave*, Meghan-Kiffer Press, Florida.
- Smith, H. (2003), Business process management-the third wave : business process modelling language(bpml) and its pi-calculus foundations, *Information and Software Technology*, 45(15), 1065-1069.
- Son, J. H., Kim, J. S., and Kim, M. H. (2005), Extracting the workflow critical path from the extended well-formed workflow schema, *Journal of Computer and System Sciences*, 70(1), 86-106.
- Strnadl, C. F. (2006), Aligning business and it : The process-driven architecture model, *Information Systems Management*, 23(4), 67-77.
- Tsang, E. (1993), *Foundations of constraint satisfaction*, Academic Press.
- van der Aalst, W. M. P. and van Hee, K. M. (2002), *Workflow Management : Models, Methods, and Systems*, MIT Press, Cambridge, MA.
- van der Aalst, W. M. P. (1996), Structural characterizations of sound workflow nets, *Computer Science Reports*, 23(96), Eindhoven University of Technology.
- van der Aalst, W. M. P., Reijers, H. A., and Song, M. (2005), Discovering social networks from event logs, *Computer Supported Cooperative Work*, 14(6), 549-593.
- van der Aalst, W. M. P., Reijers, H. A., Weijters, A. J. M. M., van Dongen, B. F., Alves de Medeiros, A. K., Song, M., and Verbeek, H. M. W. (2007), Business process mining : An industrial application, *Information Systems*, 32(5), 713-732.
- van der Aalst, W. M. P., Weijters, T., and Maruster, L. (2004), Workflow Mining : Discovering process models from event logs, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 16(9), 1128-1142.
- Wegner, P. (1997), Why interaction is more powerful than algorithms, *Communications of the ACM*, 40(5), 81-91.
- WfMC(1999), *Workflow Management Coalition Terminology and Glossary*, Document Number WfMC-TC-1011(3), Workflow Management Coalition.



유영웅

동의대학교 e비즈니스학과 학사
 부산대학교 산업공학과 석사
 현재 : 부산대학교 산업공학과 박사수료
 관심분야 : BPM, 비즈니스 프로세스 모델링,
 그래프이론



김 승

부산대학교 산업공학과 학사
 서울대학교 산업공학과 박사
 현재 : 부산대학교 산업공학과 박사후 연수
 연구원
 관심분야 : BPM, DBMS 이상치 탐지, 스케줄링



배혜림

서울대학교 산업공학과 학사
 서울대학교 산업공학과 석사
 서울대학교 산업공학과 박사
 삼성카드, 정보기획팀
 동의대학교 e비즈니스학과
 현재 : 부산대학교 산업공학과 부교수
 관심분야 : BPM, e-SCM, 프로세스 마이닝, 항만
 물류 프로세스 관리, 물류 정보시
 스템 통합