

웹 기반 비즈니스 프로세스의 리엔지니어링과 명세를 위한 BPN 모형

장 수 진[†] · 최 상 수^{††} · 이 강 수^{†††}

요 약

최근의 대부분의 정보시스템은 웹 기반 정보시스템이며 이의 개발과 유지보수시에 “웹 위기” 현상이 발생하고 있다. 이를 해결하기 위해, 웹 엔지니어링 기술 중 웹 기반 비즈니스 프로세스의 리엔지니어링 기술이 필요하다. 본 논문에서는 웹 기반 정보시스템으로의 이주와 웹 기반 비즈니스 프로세스 모형화를 위한, BPN(Business Process Net) 모형과 이를 이용한 리엔지니어링 휴리스틱스를 적용 예와 함께 제시한다. BPN모형은 베타분포형 확률 패트리넷이며 수행가능형 Activity diagram이라 할 수 있다. BPN을 모형화 할 때, Use Case 분석을 이용하며 비즈니스 프로세스의 수행시간 및 비용적 불확실성은 베타분포를 이용하고 있다. BPN 모형은 XML 기반의 비즈니스 프로세스의 명세언어를 위한 공통 명세모형으로 이용될 수 있으며, 제시한 리엔지니어링 방법 및 지침은 웹 기반 정보시스템의 분석 및 설계단계에서 적용할 수 있다.

A BPN model for Web-based Business Process Reengineering and Specification

Soo Jin Jang[†] · Sang Soo Choi^{††} · Gang Soo Lee^{†††}

ABSTRACT

A web-based information system, that is a dominant type of information systems, suffers from the “web crisis” in development and maintenance of the system. To cope with the problem, a technology of reengineering to web-based business process, which is one of web engineering, is strongly needed. In this paper, we propose a BPN(Business Process Net) model and reengineering guides along with an application example, which are used for modeling web-based business processes and migrating to web-based information system. BPN model is a type of not only a Beta-distributed stochastics Petri net, but also an executable Activity diagram. BPN is modeled by using the Use Case analysis method and the Beta-distribution. The later is used for the purpose of modeling the uncertainty of execution time and cost of a business process. BPN model and reengineering heuristics might be used as a formal common model for business process specification languages, and analysis and design method for Web-based Information system, respectively.

키워드 : BPN(Business Process Net), 웹 기반 비즈니스 프로세스(Web-based Business Process), BPR, 패트리넷(Petri Net), UML

1. 서 론

정보통신 인프라의 발달로 인해 1990년대 중반 이후부터는 대부분의 정보시스템이 ebXML 프레임워크 기반의 웹 기반 정보시스템 형태로 이주(migration)되고 있고 웹의 응용도 복잡해지고 있다. 또한, 웹 기반 정보시스템의 개발시에 개발비용과 기간이 초과되고 유지보수 비용이 증가되는 웹 위기(web crisis)현상이 발생하고 있으며 이를 해결하기 위해 웹공학 기술이 연구 및 개발되고 있다[1]. 이는 1960년 대말의 소프트웨어위기 발생과 소프트웨어공학 기술의 등

장 상황이 30년만에 재현되고 있는 것이다.

웹 기반 정보시스템은 e-비즈니스 시스템의 전형적인 구조이며 비즈니스 프로세스(BP : Business Process)에 따라 전자상거래 시스템(B2B, B2C 등), 전통적인 정보관리 및 응용 서비스 시스템(학사관리, 고객관리 등) 등으로 나눌 수 있다. 특히, e-비즈니스 시스템의 성과와 수익성은 이를 운영하는 조직의 성패를 좌우함으로써 체계적이고 비용-효과적인 웹공학 기술이 연구 및 개발되었다[2-5].

웹 기반 정보시스템으로의 재설계를 위해서는 혁신적인 BP의 창조(BPR : BP Reengineering)기술[6,7]과 BP의 모형화(BPM : BP Modeling) 및 지원도구를 활용할 수 있다[8, 9]. BPM은 BP의 기능(what), 행위(when, how), 조직(where, by whom) 및 정보 모형으로 구성되며[7] 이를 통해, BP의 활동, 자원, 통제, 자료흐름, 조직구조를 표현할 수 있어야

※ 본 연구는 한국재단목적기초연구(과제번호 : R05-2001-000-01492-0)으로 지원되었음.

† 정 회 원 : 대전보건대학교 컴퓨터정보처리학과 교수

†† 준 회 원 : 한남대학교 대학원 컴퓨터공학과

††† 종신회원 : 한남대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수 : 2002년 4월 26일, 심사완료 : 2003년 2월 6일

한다. 또한, BPM은 시스템 리엔지니어와 현업 담당자간의 의사소통 수단이므로, 가독성, 수행 및 분석 가능성, 정형성 및 표현성을 가져야한다. DFD, 플로우차트, ERD, UML 및 패트리넷 등과 같은 기존의 소프트웨어 명세모형[10]은 BPM으로 널리 사용되고 있다.

특히, ebXML 또는 유사 프레임워크 기반의 웹 기반 정보 시스템을 위해서는 협력 시스템간의 BP의 상호운용성과 호환성이 추가적으로 요구된다. 이를 위해, 단체나 기관에서는 BPM의 상위수준에서 사용하는 XML 기반의 BP 명세언어(마크업언어)들이 개발되어있다[11-16]. 이들은 스크립트 형태이므로 가독성이 부족하고 명세결과를 분석(수행)할 수 있는 특성이 수행가능성과 정형성이 부족하다. 또한, 기존의 명세언어들은 태그명과 문법이 다르고 호환성이 부족하므로, 이들과 독립적인 공통의 정형적 명세모형이 필요하다. 특히, 웹 기반 정보시스템으로의 이주를 위한 BPR에 대한 지침과 명세된 BP의 성능(예: 비용, 시간 등)에 대한 정량평가를 위한 지침이 부족하다.

UML 기반의 명세모형[17, 18]은 UML의 장점을 가지지만 수많은 도형(부분 모형화)을 사용하므로 부분 모형간의 일관성 검증이 어렵고 수행가능하지 않으며 정량평가를 위한 지침이 부족하다. 한편, 패트리넷 기반의 BP 명세모형[19-27]은 정형성이 있고 수행가능하지만, 정량적 평가지침과 BPR을 위한 지침이 부족하다.

이러한 배경에서, 본 논문에서는 웹공학 기술중의 하나라 할 수 있는 웹 기반 BP의 리엔지니어링을 위한 BPN(Business Process Net) 모형을 제시하고, 웹 기반 BP를 BPN으로 명세하는 방법, BPN을 이용한 BPR 지침 및 BP의 특성 평가 알고리즘을 제시한다. BPN 모형은 기존의 패트리넷 및 Activity diagram을 통합한 것이며, 정형적이고 수행가능하며 도형적인 BP 명세 모형이다. 또한, BP에 대한 정량평가 기능도 갖추고 있다. 본 연구의 결과는 웹 기반 정보시스템의 명세, 분석 및 설계단계에서 활용 할 수 있다.

본 논문의 2장에서는 기존의 BP의 명세언어 및 모형들을 조사 및 비교하고, 3장에서는 새로운 BP 명세 모형인 BPN을 제시하고, BPM으로 모형화하고 분석하는 알고리즘을 보인다. 4장에서는 웹 기반 정보시스템으로의 BPR을 위한 방법을 제시하며, 5장에서는 '물품구매 BP'에 대한 사례연구를 통해 제안 방법의 사용절차를 보인다. 6장에서는 BPN 모형의 장·단점을 평가하고 결론을 맺는다.

2. 기존의 비즈니스 프로세스 모형 및 명세언어

2.1 XML 기반의 명세언어

WSDL(Web Service Description Language)[11]은 W3C에서 제공하는 분산컴퓨팅 모형을 위한 인터페이스 서술언어로서 유형, 메시지, 연산, 포트 유형, 바인딩, 포트 및 서비스를 주요 구성요소로 하여 네트워크 서비스들을 표현하기 위한 XML 형식이다. WSDL은 BP의 수행시간을 명세

할 수 없으며 정형성이 부족하고 수행가능하지 않다.

BPML(Business Process Modeling Language)[12]은 BPMI에서 제공하는 BP 명세언어로서 메시지, 참여자, 활동, 규칙, 트랜잭션 및 프로세스를 주요 구성요소로 하여 BP를 정의하기 위한 XML 형식이다. BPML은 태그(completeBy 등)에 의해 수행시간을 명세할 수 있으며, 암시적으로 ' π -대수'를 기반으로 하므로 정형성이 있으며 수행가능한 모형이다.

XLANG(XML Business Process Language)[13]은 BizTalk 서버에서 사용하기 위하여 Microsoft사에서 제공하는 BP명세언어로서 WSDL에 서비스의 활동 측면을 설명하는 확장 엘리먼트를 추가한 XML 형식이다. XLANG은 태그(delayFor 등)에 의해 수행시간을 명세할 수 있으며, 암시적으로 ' π -대수'를 기반으로 하지만 현재의 버전에서는 수행가능하지 않다.

WSFL(Web Service Flow Language)[14]는 IBM에서 제공하는 명세언어로서 웹 서비스 컴포지션(사용패턴과 상호작용패턴)을 흐름모델과 글로벌 모델의 두 개의 유형으로 간주하여 명세하는 XML 형식이다. WSFL은 태그(duration 등)에 의해 수행시간을 명세할 수 있으며, 암시적으로 ' π -대수'를 기반으로 하지만 수행가능하지 않다.

BPSS(Business Process Specification Schema)[15, 16]은 ebXML의 BP 명세를 위한 표준 프레임워크로서 CPP/CPA 명세와 함께 BP 모형화 작업과 ebXML 부합 전자상거래 소프트웨어 사이의 연결 역할을 수행하는 XML 형식이다. BPSS는 태그(timeout 등)에 의해 지연시간을 명세할 수 있으며, 암시적으로 ' π -대수'를 기반으로 하며 수행가능하다.

요약하면, BP명세언어인 XLANG, WSFL 및 BPML은 BP 및 협업 명세언어인 BPSS와 상호 바인딩되며 웹 서비스 명세언어인 WSDL을 확장한 것이다.

2.2 UML 기반의 명세 모형

Eriksson-Penker Business Extension(EPBE)[18]은 BP 모형화에 적합하도록 기본 UML[17]에 프로세스(17가지), 자원 및 규칙(7가지), 목표(9가지) 및 기타(2가지)를 확장한 BP 모형이다. EPBE를 통해 4가지의 비즈니스 뷰(즉, 비전, 프로세스, 구조 및 행위)에 따라 BP, 자원, 목표, 비즈니스 규칙 및 관계를 모형화한다. 특히, 프로세스 다이어그램과 어셈블리라인 다이어그램은 EPBE의 특징이다. EPBE는 BP의 모든 요소를 모형화 할 수 있지만 다음과 같은 단점을 발견할 수 있다. 첫째, 너무 다양한 모형화 요소가 있으며(표준 UML에 35개의 새로운 아이콘이 추가됨), 둘째, 많은 모형화 요소들간의 일관성 검증을 위한 지침이 부족하고, 셋째, 모형의 정적, 동적 및 정량평가방법이 제시되어있지 않다. 따라서, EPBE는 UML에 속달된 전문가만이 사용할 수 있으며 BP의 명세만을 위한 모형이라 평가된다.

2.3 패트리넷 기반의 명세모형

유한상태기계와 튜링머신의 중간에 위치하는 패트리넷 [19]은 BPR 분야에서 널리 사용하는 EPC(Event Driven Process Chain)과 함께, BP의 특성(예 : 병행성, 비동기성 및 비결정성)을 도형적이며 정형적으로 모형화하고 분석하기에 적합한 모형이다[20]. 이에 따라, 패트리넷의 개념과 도형은 XML 기반의 BPM 뿐만 아니라, UML[17] 및 Workflow 모형에서도 사용되고 있다[21].

표준 패트리넷의 모형화 능력을 높이기 위해 시간, 객체, 컬러, 확률 및 퍼지 패트리넷 등이 제시되어 있으며, 이들을 'High-level' 패트리넷으로 통칭한다[22]. 또한, LOOPN++, Design/CPN, STATEMATE, LEU, RBN, GSPN, PAILS-Lay, MPN 등과 같은 분석도구가 개발되어있다[8, 23]. BPM은 BP의 활동, 자원, 통제, 자료흐름, 조직구조 등을 모형화할 수 있어야 하므로, 다음과 같은 High-level 패트리넷들이 사용된다.

MPN(Multilevel Petri Net)[23, 24]은 ERMIS라는 프로토타입 수준의 도구까지 개발되어있는 BP의 모형화 및 시뮬레이션 모형이다. MPN은 계층적으로 BP의 각 요소들 모형화하며 BPR을 위한 BPM으로써 사용하고 있다. BPP-net (Business Process Petri nets)[25]은 객체지향 구조를 통해 모형화 할때의 적응성과 융통성을 높이고 있다. 즉, 모형을 응용에 따라 분할하고 프로세스 중심의 접근방법을 택하였으며 시스템의 Workflow부분을 별도의 객체로 모형화하고 있다.

HLPN(High-level Petri Net)[21]은 BP 또는 Workflow의 자원(인간, 기계, 문서 등)과 활동의 수행시간(상수형, 구간형, 확률형)을 컬러토큰으로 모형화한다. 컬러토큰은 수행시간을 모형화한 타임스탬프를 포함한다. 복잡한 모형은 '시스템'(서브 넷에 해당)을 통해 계층적으로 모형화한다. UML과 패트리넷의 통합 모형(UML-PNs)[26]은 아이디어 수준의 모형이며 UML의 친근성, 효과성 및 구현용이성과 패트리넷의 정형성, 분석 및 시뮬레이션 기능을 결합한 모형이다. UML을 통해 BP의 요구사항을 명세하고 설계 및 구현하며, 패트리넷을 통해서 UML로 명세된 BP를 정성분석하고 시뮬레이션을 수행하여 BP를 개선해간다. 그러나, UML-PNs는 구체적인 모형화 및 분석방법이 제시되지 않았으며 아이디어수준의 모형이다. 끝으로, BP-nets(Business-Procedure nets)[27]은 free-choice 패트리넷(표준 패트리넷에 제한을 가한것)을 이용하여 BP를 모형화하고 8가지 재설계 규칙을 제시하였다.

패트리넷 기반의 명세모형은 수행시간 및 비용에 대한 정량평가 방법이 제시되지 않았으며 특히, 최근의 정보시스템의 특징인 웹 기반 정보시스템을 타겟으로 하는 BPR에 대한 구체적인 지침이 부족하다. 또한, BP내의 제어의 흐름만을 모형화하고 자원의 흐름은 모형화하지 않고 있다. BP의 특징인 수행시간과 비용의 '불확실성'을 모형화하기 어려우며, BP의 시나리오라 할 수 있는 도달성 그래프의 생성방법과 패트리넷으로 모형화할 때의 구체적인 방법이 부

족하다. 끝으로, 기존의 패트리넷 기반 BPM들은 BP의 모형화 및 분석용으로만 사용되며 모형화 되고 분석된 BP에 대한 패트리넷을 웹 기반 정보시스템 상에서 구현하기 위한 방법이 제시되어 있지 못하다.

3. BPN 모형

BPN(Business Process Net) 모형은 BP 모형이 가져야할 요구사항과 웹 기반 정보시스템으로의 BPR에서 필요로 하는 사항을 고려하여 정의하였다.

3.1 BPN의 구조

BPN은 패트리넷의 구조상의 복잡성을 단순화하고 Activity diagram을 확장한 레이블된 방향성 그래프이며, 그 정의와 각 구성요소는 다음과 같이 정의한다.

$$BPN = (P, T, A, TK, Mo)$$

- $P = \{p_{so}, p_i, \dots, p_n, p_{si}\}$ 은 비즈니스 '활동'을 정의하는 플레이스의 집합이며, 끝이 둥근 사각형으로 표기한다. p_{so} 와 p_{si} 는 각각 소스와 싱크 플레이스이며, 비즈니스 활동의 시작과 종료를 모형화한다. p_{so} 와 p_{si} 를 제외한 플레이스(P')에는 활동명, 입력 및 출력자료타입, 활동시간, 활동비용이 매핑된다. 즉,

$$P' \rightarrow (Activity_Id \times In_Data_type_List \times Out_Data_type_List \times Activity_Time \times Activity_Cost)$$

여기서, Activity_Id는 스크립트 타입으로 Activity_Type + Activity_Name을 나타낸다. 즉, Activity_Type은 비즈니스 활동의 처리 유형으로 온라인 처리가 가능한 활동은 OL, 오프라인으로 처리되는 활동은 FL, 두 가지 유형으로 모두 처리가 가능한 활동은 OL + FL이 되며, Activity_Name은 해당 비즈니스 활동을 서술한다. In_Data_type_List와 Out_Data_type_List는 자료의 타입(예 : XML-Schema 또는 DTD) 리스트(0개 이상)이다. Activity_Time과 Activity_Cost 3개의 실수벡터타입이다. 즉, $\langle a, b, m \rangle$, $a, b, m \in \mathbf{R}$ 를 나타낸다.

- $T = \{t_{fork}, t_{join}\}$ 는 비즈니스 활동간의 포크 및 조인관계를 정의하는 트랜지션의 집합이다.
 - t_{fork} (포크 트랜지션)은 후속 비즈니스 활동의 동시시작(concurrent initialization)을 모형화하며 막대로 표기한다.
 - t_{join} (조인 트랜지션)은 사전 비즈니스 활동의 비동기적 결합(asynchronous join)을 의미하며 막대로 표기한다.
- $A \subseteq (P \times T) \cup (T \times P) \cup (P \times P)$ 는 플레이스와 트랜지션 플레이스와 플레이스를 연결하는 아크(arc)의 집합이며 비즈니스 활동의 순서를 의미하며 화살표 또는 직선의 끝

을 작은 원으로 표기한다. 직선의 끝을 작은 원으로 표시한 아크를 '금지아크'(inhibitor arc)라하며 부정(NOT)의 의미를 나타낸다. 특히, 플레이스 간을 연결하는 레이블된 아크는 '트랜지션아크'(transitional arc)라 명명하며 트랜지션의 개념이 함축되어있다. 한 플레이스로 입력 및 출력되는 2개 이상의 트랜지션아크는 각각 OR 및 선택 관계를 나타낸다.

- TK는 토큰이며 플레이스의 활성화를 표시한다.
- Mo : 초기 마킹

'BPN 모듈' BPNm은 BPN에서 Mo, p_{so} 및 p_{si} 를 제외한 부분집합이며 BP내에서 하나의 행위자(agent)에 의해 처리되는 부분을 모형화한다.

$$BPNm \subseteq [BPN - (Mo, p_{so}, p_{si})]$$

BPN은 활동간의 AND, OR, NOT 논리를 표시할 수 있으며 구조상 Activity diagram과 유사하지만 BP의 활동간의 순서관계뿐 아니라, 활동의 수행시간 및 비용, 활동에서 입력 및 출력되는 자료구조 및 자료흐름을 모형화할 수 있다. 표준 패트리넷[19]과는 달리 포크 및 조인 트랜지션을 제외하고는 플레이스간에 트랜지션을 표시하지 않고 '트랜지션아크'로 표시한다. 즉, '플레이스 중심'의 패트리넷이다. 이로써, 트랜지션과 아크의 수가 반정도 줄어들기 때문에 가독성이 향상된다.

정의된 BPN에 대한 XML-DTD(Version 0.8)는 부록 A에서 보이며 DTD로 표현된 BPN은 BPN Markup Language(BPNML)이라 할 수 있다.

3.2 점화 규칙

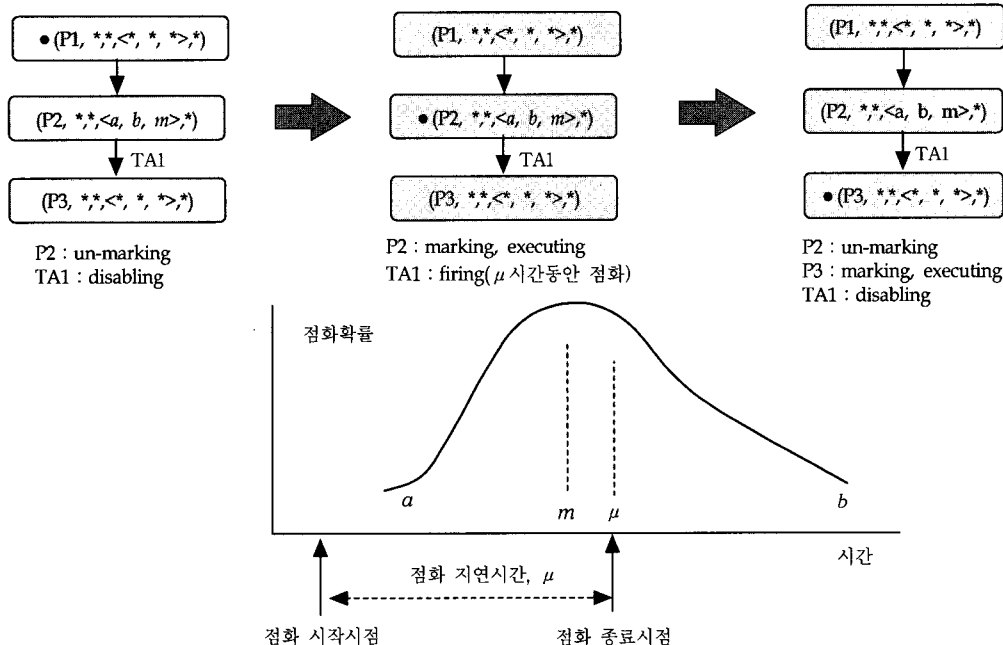
3.2.1 일반 규칙

BPN 내의 활동 플레이스에 토큰이 존재(marking)하면 프레이스는 점화가능(enabling)하다. 주어진 시간동안 점화(firing)가 계속되며 점화가 완료되면 점화된 플레이스의 토큰 수는 1개 감소하며, 선택된 출력 플레이스에는 토큰수가 1개 증가한다. 점화는 플레이스에 부여된 활동의 수행 및 입·출력자료타입의 '인스턴스화'(즉, 실제 자료 생성)를 나타낸다. 한편, 포크 및 조인 트랜지션은 입력 플레이스가 모두 점화가 완료되면 점화되고 모든 출력 플레이스를 마킹한다.

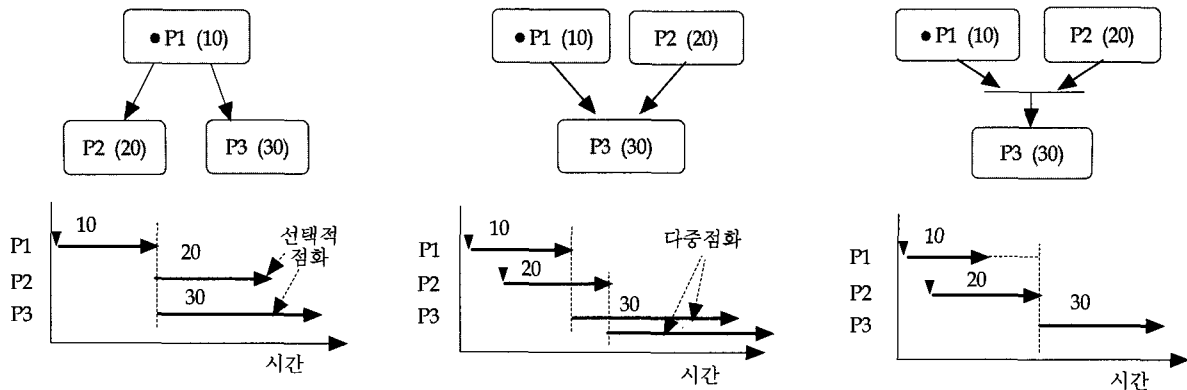
3.2.2 베타분포형 점화 지연 규칙

BPN에서 마킹된 플레이스는 (그림 1)과 같이 플레이스에 부여된 3개의 활동시간(a, b, m)의 평균(μ)시간동안 점화상태를 유지한 후 출력 플레이스를 마킹한다. 여기서 a, b , 및 m 은 각각 베타분포의 최선, 최악 및 최적값이다. 점화기간 동안에는 마킹이 계속 유지된다(즉, 플레이스에 토큰이 존재함). 여기서, 점화기간이란 플레이스로 모형화된 단위 활동의 수행시간을 모형화한 것이다. (그림 2)는 BPN의 점화규칙들을 보인다.

BPN의 점화 지연시간은 베타분포를 따르며 베타분포는 구간 $[0, 1]$ 에서 정의되는 2-모수 분포이며, 확률밀도 함수로부터 평균과 분산을 구할 수 있다[28]. 특히, 베타분포는 α 와 β 의 값을 변화시킴으로써 여러 형태의 모양을 얻을 수 있으며, 일반적으로 많이 사용되는 형태는 구간 $[a, b]$ 상에서 최선의 값(a), 최적의 값(m) 및 최악의 값(b)을 통해 다음 추정공식으로 평균과 분산을 구한다.



(그림 1) BPN의 점화 지연규칙



(그림 2) BPN의 점화규칙(괄호 안의 숫자는 활동수행시간 a, b, m의 평균 μ 임)

평균 : $\mu = (a + 4m + b) / 6$
 분산 : $\nu = [(b - a) / 6]^2$

3.2.3 점화 규칙의 특징

베타분포는 1950년대부터 PERT/CPM과 같은 프로젝트 관리 모형에서 사용되어 프로젝트 추진 시간의 불확실성을 효과적으로 모형화하는 것으로 평가받고 있으며[28], BPN 모형에서도 BP의 시간적 및 비용적 불확실성을 모형화하기 위해 적용하였다. BPN은 모형화 단계에서는 점화 지연시간을 베타분포로 하는 확률 패트리넷(Stochastic Petri net)이며[29], 분석단계에서는 베타분포의 평균값을 지연시간으로 하는 상수형 시간패트리넷(Timed Petri net)[30]이다. 기존의 Activity diagram이나 XML 기반 BP 명세 표준들에서는 이와 같은 개념이 포함되어있지 못하다.

BPN에서는 일반 패트리넷에서 포크와 조인 트랜지션을 제외한 트랜지션을 ‘트랜지션아크’로 함축하고, 트랜지션과 플레이스를 하나의 플레이스로 통합했다. 따라서, 플레이스에는 마킹(토큰이 존재)과 점화가능 및 점화(플레이스에 부여된 활동의 수행) 개념이 모두 포함되어있다.

3.3 BPN 모형화 방법

어떤 BP를 BPN으로 모형화할 때, UCD를 기반으로 하며 활동중심으로 모형화한다. 여기서, ‘UCD 기반’이란 UML의 UCD(Use-Case Diagram)을 이용하여 사전 모형화를 실시한 후, 이를 토대로 BPN을 모형화하는 방법이며, ‘활동중심’이란 BP의 다양한 뷰(활동, 제어흐름, 자료구조, 자료흐름, 조직구조 등)들 중 활동을 중심으로 모형화하는 방법을 의미한다.

3.3.1 UCD기반의 모형화 단계

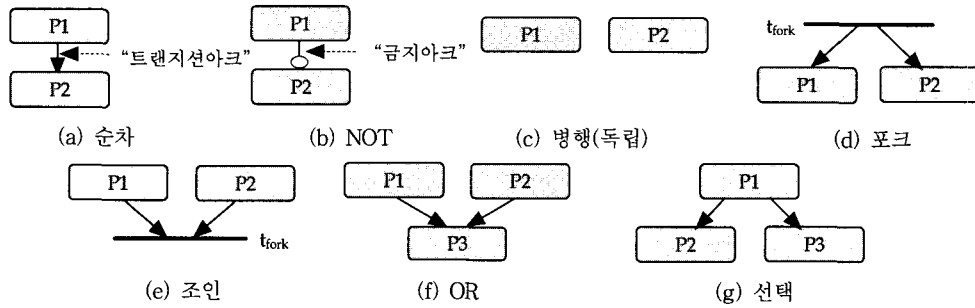
본 단계에서는 UML의 UCD 모형화 방법[17, 18]을 따른다. 비즈니스 활동을 조사하여 ‘비즈니스 활동 시나리오’를 작성하고 비즈니스 활동 및 주체와 비즈니스 활동에 대한 외부/내부 관점을 명시하기 위한 행위자(actor)와 활동(또는, Use Case)을 파악하여 UCD를 작성한다. ‘행위자’는 비즈니스 활동을 수행하는 개인, 부서 또는 단위 정보시스템을 의

미하며 BPN에서는 모듈로 모형화한다. 또한, ‘활동’은 행위자에 의해 수행되는 업무와 업무의 처리시간, 비용 및 입·출력자료를 의미하며 BPN에서는 플레이스로 모형화한다.

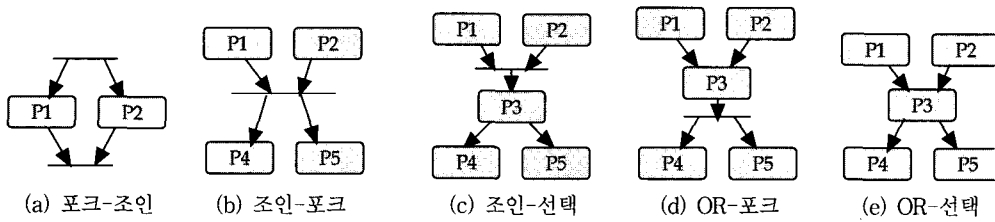
3.3.2 활동중심의 BPN 모형화 단계

본 단계에서는 BPN 모형을 작성하며 각 활동에 대한 예상 수행시간 또는 수행비용의 3가지 베타분포 값 $\langle a, m, b \rangle$ 을 해당 플레이스에 부여하고 평균 μ 과 분산 ν 을 계산한 후 입·출력자료 타입을 모형화한다. 모형화는 단계적 정제화(stepwise refinement)에 의하여 진행된다.

- ① UCD로부터 단위 활동간의 부분관계 파악 : 단위활동간의 부분관계는 순차, 병행, 포크, 조인, OR 및 선택이며 복합(composit) 관계는 포크-조인, 조인-포크, 조인-선택, OR-포크 그리고 OR-선택 등이다.
- ② 각 부분관계별로 BPN 패턴을 대체 : 활동간의 관계들은 (그림 3)과 (그림 4)에서 보인 BPN 패턴으로 모형화한다. 여기서, OR, 선택, 조인-선택, OR-포크 그리고 OR-선택은 PERT와 같은 전통적인 활동 네트워크에서는 정의되지 않는다.
- ③ 행위자별 모듈 구성 : 하나의 행위자에 의해 수행되는 활동들은 하나의 BPN 모듈(BPNM)로 구성한다. BPNM간의 인터페이스 또는 coupling 관계는 BP의 복잡도를 측정할 때 사용되며 BP를 위한 조직구조에 해당한다. 어떤 BPNM_i의 in_degree(out_degree)는 BPNM_i 내부(외부)로 입력(출력)되는 아크수를 나타낸다.
- ④ 각 플레이스에 a, m 및 b 값을 추정하여 부여하고 평균 μ 과 분산 ν 계산 : 각 활동의 시간 및 비용은 BP를 운영하는 조직에서 직접 측정하거나 기존의 성능 또는 비용자료를 통해 구할 수 있다. 특히, 비용값을 산정할 때, 기존의 원가이론과 소프트웨어비용 산정기술 및 표준 [31, 32] 등을 이용한다.
- ⑤ 입·출력 자료타입의 모형화 : 활동으로 입력 및 출력되는 자료타입을 모형화한다. 자료타입은 XML-Schema나 DTD 형태로 사전에 정의한다.



(그림 3) 비즈니스 활동의 부분관계에 대한 BPN 모형화 방법



(그림 4) 비즈니스 활동의 복합관계에 대한 BPN 패턴

⑥ BPN의 규모가 클 경우, 행위자별 모듈 내부에서 인접한 플레이스를 하나의 플레이스로 축소(reduction)할 수 있다.

3.4 BPN 모형의 분석방법

BPN의 특성(liveness 및 safeness)은 일반 페트리넷의 특성과 분석방법을 사용할 수 있으므로 세부적인 분석방법은 본 논문에서는 다루지 않는다. 어떤 BPN은 곧 어떤 BP를 모형화한 것이므로, BPN을 분석함으로써 BP의 정적, 동적 및 비용특성을 분석할 수 있다.

3.4.1 정적 분석

① BP의 복잡도 측정

$$\text{BP의 사이클로메트릭 수} = \text{BPN 상의 아크 수} - (\text{플레이스 수} + \text{트랜지션 수}) + 2$$

② BP의 행위자 조직구조 분석 : BPN에서 BPNM간의 대화관계(데이터 및 제어)를 파악하면 ‘대화구조도’와 ‘조직구조도’를 생성할 수 있다. 대화구조도는 BPNM을 노드로 하고 BPNM간의 대화를 노드간의 화살표로 표시하며 2개 이상의 대화가 존재할 경우는 해당 화살표 위에 대화숫자를 레이블링하면 얻을 수 있다. 여기서, 대화수의 합은 조직의 복잡도를 의미한다.

$$\text{조직간의 대화수} = \sum_{i \in \text{BPNM}} (\text{BPNM}_i \text{의 in_degree} + \text{out_degree})$$

조직구조도는 대화구조도내의 in-degree 및 out-degree가 많은 것을 상위로 하여 트리 형태로 구성한다.

③ BP의 데드락 및 자료의 일관성 분석

A와 B를 활동(또는 플레이스), “A → B”를 A와 B간의

제어흐름(또는 reachability), “A ⇒ d ⇒ B”를 자료흐름(여기서, A는 d의 생산자, B는 소비자), “A ⇒ B”를 제어 또는 자료흐름(즉, (A → B) OR (A ⇒ d ⇒ B))으로 표시하자. DIST()를 제어흐름의 경로길이(또는 거리)라 할 때, DIST(A → B)는 A와 B간의 경로길이이며 DIST(A ⇒ d ⇒ B) = 1이다. 즉, 자료흐름의 경로길이는 항상 1이다. 또한, “A | B”를 A와 B는 선택관계를 나타내며 BPN상에서 A와 B의 앞쪽 활동들이 공집합일 때를 나타낸다. 즉, A와 B는 선택적으로 점화된다.

[속성 1] 다음 조건이 만족되면 BP는 “데드락”이 발생할 수 있다. 즉, 제어흐름과 자료흐름이 불일치 하는 경우이다.

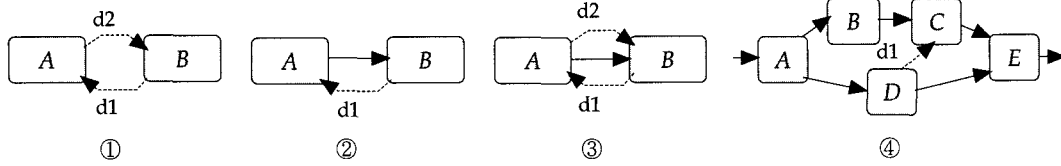
- ① (A ⇒ d1 ⇒ B) AND (B ⇒ d2 ⇒ A) AND (A ↯ B) AND (B ↯ A)
- ② (A → B) AND (B ⇒ d ⇒ A)
- ③ (A → B) AND (A ⇒ d1 ⇒ B) AND (B ⇒ d2 ⇒ A)
- ④ (A | B) AND [(A ⇒ d ⇒ B) OR (B ⇒ d ⇒ A)]

[증명] (그림 5)로부터 위의 조건들은 자명하다. ①~③의 경우 A가 수행되기 위해서는 B로부터 자료 d1이 생산되어야 하지만 B는 A로부터 제어 또는 자료 d2 없이는 d1을 생산할 수 없다. ④의 경우, C와 D는 A에 의해 선택적으로 점화되므로, C가 선택될 경우는 C는 D로부터 d1을 공급받을 수 없다.

[속성 2] 다음 조건을 만족하지 않으면 BP내의 자료 d는 “비일관성(inconsistency)” 문제가 발생할 수 있다.

$$A \Rightarrow B \text{이면 } B \Rightarrow d \Rightarrow A \text{인 } d \text{가 존재하지 않을 것}$$

속성 2는 특정한 자료의 생산자는 유일해야한다는 것을 나타낸다. 만일 2개 이상의 활동에서 특정 자료 d를 생산한



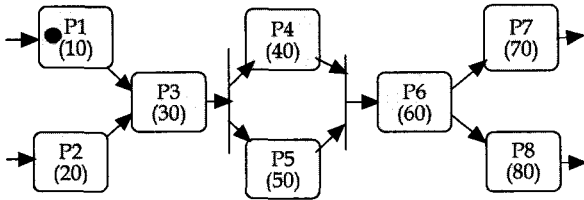
(그림 5) deadlock의 예(실선은 제어흐름, 점선은 자료흐름)

다면, DB에서의 '갱신 일관성문제'와 같은 문제가 발생할 수 있다.

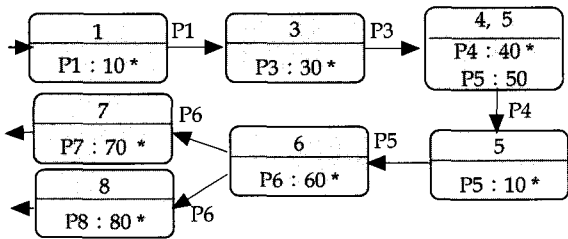
3.4.2 시간적 도달성 그래프(TRG : Timed Reachability Graph)

TRG는 BPN의 초기 마킹으로부터 3.2절의 접화규칙을 적용하여 구하며 BP의 수행 시나리오를 나타낸다. 또한, TRG에는 BP의 수행시간 및 시나리오 등과 같은 동적인 특성들에 대한 정보가 포함되어있다.

TRG는 노드와 레이블된 아크의 집합으로, 노드는 둥근 박스로 표기하며 현재의 마킹(박스의 상단에 표시)과 1개 이상의 접화가능한 플레이스와 잔여 접화시간 값의 쌍들의 집합(박스의 하단에 표시)을 포함한다. 아크에는 접화가 완료된 플레이스를 레이블링 한다. (그림 6)은 TRG의 예를 보인다.



(a) BPN의 예(괄호 안의 숫자는 지연시간임)



(b) TRG의 예

(그림 6) BPN과 TRG의 예

```

3. // CN으로부터 Pk를 접화하여 NN 구함 //
   BPN의 구조와 접화규칙에 따라 new_places 획득.
   NN.MP = CM.MP - Pk + new_places.
   CM.FP' = CM.FP - <Pk: μk>.
   For all Pi in CM.FP', CM.FP.Pi μi = CM.FP.Pi μi - delayk
   NN.FP = CM.FP' + 새로운 "<P: μ>".
4. CN에서 NN으로 Pk를 레이블링한 화살표 기입.
5. CN = NN.
until (no more marked place)
    
```

(TRG 생성 알고리즘)

3.4.3 동적 분석

TRG를 통해 다음과 같은 BP의 특성과 평가척도들을 구할 수 있다.

① 시간 다이어그램(timing diagram) : TRG를 도형이 아닌 시간(x축)-활동(y축) 평면상에 나타낸 것이며 PERT의 간트차트나 UML의 Sequence diagram과 유사하다. 각 플레이스는 y축에 표현하며 그 수행시간을 x축(시간축)에 시간길이에 비례하여 직선으로 표현한다. 직선 상에는 해당 활동의 시간당 비용 값을 표시하며 동시 접화되는 플레이스는 y축 상에서 평행하게 표현한다. 시간 다이어그램은 비즈니스 활동의 기간을 시간축으로 가시화하기 때문에, TRG에 비해 활동간의 동시성을 시각적으로 표현할 수 있지만 활동간의 선택관계는 표현이 어렵다.

② 임계 활동경로(시나리오) : TRG 내의 '최장활동경로'(LAP)는 TRG의 모든 경로들 중에서 가장 긴 실행 경로를 말하며, 이 경로는 BP의 전체 수행시간을 좌우한다. BP의 전체 수행시간을 단축하고자 한다면, LAP 상의 활동집합 즉, '최장활동집합'(LAS)내의 활동들의 수행시간을 줄이면 된다. LAP는 PERT의 CPM[28]과 같은 개념이며 Dijkstra의 'Shortest path 알고리즘'을 사용하여 구할 수 있다.

BP의 LAS가 주어졌을 때, 최장 수행시간 T_μ 과 그 분산 T_ν 은 다음 수식으로부터 구한다(여기서, μ_k 와 ν_k 는 각각 활동 k의 평균수행시간 및 분산이며 |LAS|는 LAS의 원소 수이다.)

$$T_\mu = \sum_{k \in \text{LAS}} \mu_k$$

$$T_\nu = \sum_{k \in \text{LAS}} \nu_k + |\text{LAS}| \times \text{SQRT} \left(\prod_{k \in \text{LAS}} \nu_k \right)$$

- 자료구조 정의
노드구조 N = (MP, FP), 여기서 MP는 marked place set, FP는 firing place set이며 FP의 각 엘리먼트는 <P_i: μ_i>들로 구성됨(μ_i는 플레이스 P_i에 부여된 지연시간 a, m, b의 베타 분포 평균값)
CN : 현재노드 포인터, NN : 다음노드 포인터
- 알고리즘
1. 초기마킹 M₀로부터 N₀구함. N₀ = CN.
repeat
2. CN.FP중 최소의 지연시간을 갖는 <P_k: μ_k> 획득 및 "*"표시.

③ 병행도(degree of concurrency) : 병행도는 특정한 시점에서 BPN내에서 동시에 점화되는 플레이스(즉, 활동의 수행)의 수이다. 특정한 활동경로 pt 상의 최대병행도 DC_{max} 와 평균병행도 $E(DC_{pt})$ 는 다음과 같은 수식으로부터 계산된다.

$$DC_{max} = \max_{i \in pt} \{ DC_i \}$$

$$E(DC_{pt}) = \sum_{i \in pt} [\mu_i \times DC_i / T_{\mu, pt}]$$

여기서, i 는 pt 상의 노드이고, DC_i 는 노드 i 의 병행성 정도이며, $T_{\mu, pt}$ 는 pt 의 수행시간이다.

④ 활동 시간의 평가 : 활동 또는 플레이스 P_i 의 수행시간 요소들은 빠른시작시간(earliest start-time ; EST_i) 늦은 시작시간(latest start-time ; LST_i), 빠른종료시간(earliest finish-time ; EFT_i) 및 늦은종료시간(latest finish-time ; LFT_i) 및 여유시간(slack time ; SLK_i)이 있다. 각 활동들의 수행시간 요소들은 다음 알고리즘에 의해 계산된다.

1. LAS(최장활동집합)내의 모든 플레이스 P_i 의 EST_i 와 EFT_i 를 얻는다.
2. LAS내의 모든 플레이스 P_i 에 대해 $LST_i = EFT_i$ 이며 $SLK_i = 0$ 이다.

Repeat.

3. P_p 와 P_q 를 선택한다(P_q 는 이미 수행시간들이 계산된 것이며 P_p 는 계산되지 않은 것임).
4. P_p 가 P_q 에 순차 또는 조인 관계를 가지다면, $LFT_p = LFT_q$ 이다.
5. P_p 가 P_q 에 OR 관계를 가진다면, $LFT_p = \infty$ 이다.
6. $LST_q = LST_p - \mu_p$, $SLK_p = LST_p - EST_p$

until (LAS내의 모든 플레이스의 수행시간 요소가 계산될 때까지).

(플레이스의 수행시간요소 계산 알고리즘)

⑤ 시간당 비용 분석 : BPN에서 각 플레이스의 점화지연시간 대신 비용 값을 부여하면 전체 비용과 시간당 비용을 구할 수 있다. 점화지연시간 값과 마찬가지로 비용 값도 베타분포의 (a, m, b)값을 부여하며 이에 대한 평균값 μ 를 계산하여 사용한다. 또한, 시간당 비용(cost/time)은 비즈니스 프로세스의 효율성 평가척도로 활용할 수 있다. 활동 A_i 의 시간당비용 CPT_i 은 다음과 같이 계산한다.

$$CPT_i = C(A_i) / T(A_i)$$

여기서, $C(A_i)$ 와 $T(A_i)$ 는 각각 활동 A_i 의 지연시간 및 비용이다.

시간당 비용의 평균은 시간다이어그램을 이용하여 구하며 시간 다이어그램의 시간축 상의 각 '구간'에 대해, 동시 점화되는 플레이스의 시간당 비용 값의 합을 구한 후, 모든 구간에 대해 평균을 구한다(즉, 구간별 시간당

비용합/구간수). 여기서, 시간축상의 구간이란 어떤 플레이스가 점화시작하거나 종료할 때 까지를 의미한다.

3.5 BPN의 특징

BPN은 BPM의 관점, 패트리넷의 관점 및 Activity diagram의 관점에서 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, BPM의 필수 기능을 가진다. 즉, '활동'은 플레이스로 모형화, '자원'은 플레이스 내에 레이블링된 자원 클래스로 모형화, '제어흐름'과 '자료흐름'은 BPN 구조로 모형화, '조직구조'는 BPN 모듈간의 관계로 모형화한다. 둘째, 활동중심의 BP 모형이다. BP상의 단위 활동과 그들간의 관계를 분석하는 것으로부터 시작하여 자원의 모형화 및 제어/자료 흐름을 모형화해 간다. 이를 위해, 플레이스와 트랜지션의 개념을 플레이스에 통합하였다. 셋째, 'High-level' 패트리넷이다. 특히, BP의 수행시간과 비용의 불확실성과 정량평가를 위해 점화지연시간이 베타분포를 갖는 '베타분포형 확률', 플레이스와 토큰을통해 BP상의 자료 자원을 모형화하는 '객체' 패트리넷이기도 하다. 넷째, 베타분포형 활동 수행시간과 비용을 모형화한 Activity diagram이라 할 수 있다.

4. BPN 기반 비즈니스 프로세스 리엔지니어링 방법

본 논문에서는 웹 기반 비즈니스 프로세스의 리엔지니어링시에 모형화 및 정량적 분석을 위한 BPN 모형에 초점을 맞추며, 제시한 모형에 대한 적용 사례를 보이기 위하여 간단한 리엔지니어링 방법을 제시한다. 본 논문에서 제시한 리엔지니어링 방법은 전체적인 골격만을 제시할 뿐 개선의 여지가 많으며, 세부적인 BPR 절차 및 정보시스템의 구조 등은 본 연구에서 제시하지 않았다.

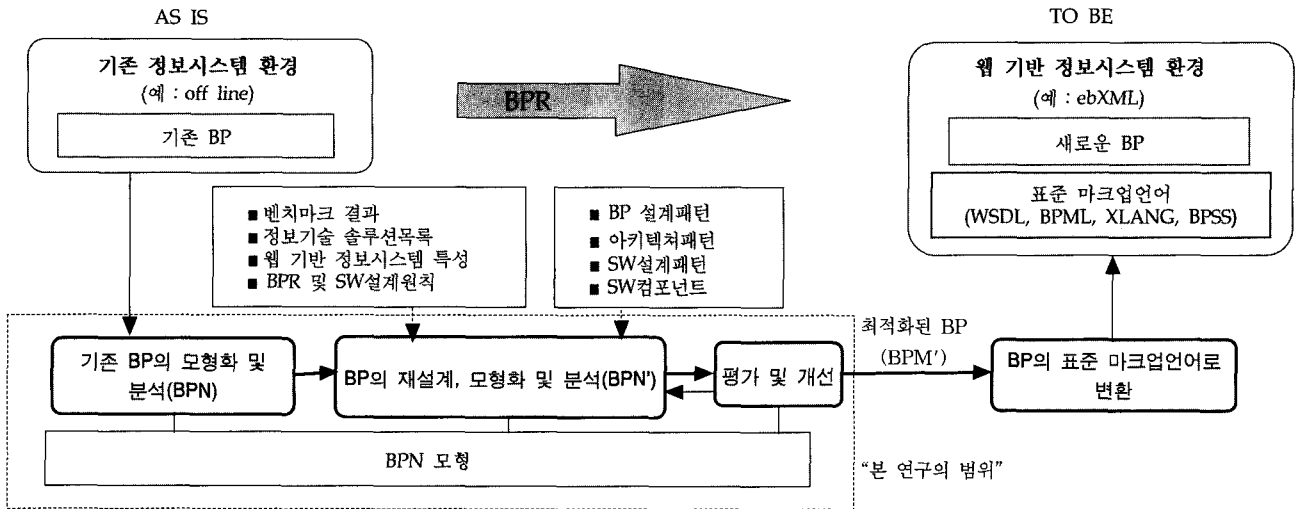
따라서, 본 장에서는 BPN을 기반으로 하여 기존의 "오프라인" BP를 "온라인(웹 기반) BP로 리엔지니어링(또는, 튜닝)하는 방법에 대한 전체 프레임워크와 각 단계에서 검토해야 할 참고사항들을 제시한다. 여기서 "오프라인"이라 함은 기존의 정보시스템에 의한 BP를 통칭한다. BPN을 이용한 BPR의 전체과정은 (그림 7)에서 보인다.

4.1 기존 BP의 모형화 및 분석(AS IS 모형화)

첫 번째 단계에서는 기존의 오프라인 비즈니스 활동을 3장에서 제시한 BPN을 통해 모형화하고 분석한다. BPN 모형을 통해 기존의 BP에 대한 정적 및 동적 분석과 비용분석을 실시한다. 기존의 BP를 분석하여 BP의 행위자(actor)와 활동(Use Case 또는 activity) 및 그들간의 관련성을 식별하여 UCD로 모형화하고 비즈니스 시나리오를 BPN으로 모형화한다.

4.2 BP의 재설계, 모형화 및 분석(TO BE 모형화)

다음으로 BPR 원칙, 웹 기반 정보시스템의 특성 및 기존의 정보 기술의 난이도와 비용/효과성 고려하여 BPR 실시



(그림 7) BPN 모형을 이용한 BPR과정

<표 1> 행위자 유형에 따른 활동간 통신 솔루션

활동 A의 행위자	활동 B의 행위자	A → B 매체 (입력)	B → A 매체 (결과)	통신 솔루션	정보시스템 형태
인 간	인 간	종이서류, 육성	종이서류, 육성	인편/우편/전화/ FAX	-
인 간	단 말	OCR, OMR카드, 육성	종이서류	인편/우편/ARS전화	off-line batch
인간 + 단말	호스트 컴퓨터	메시지(RS232)	인간 가독형 텍스트	전화/랜	호스트기반 OLTP
인간 + PC	웹서버 컴퓨터	메시지(HTTP)	인간 가독형 웹문서(HTML)	인트라넷/인터넷	웹 기반 트랜잭션
컴 퓨 터	비즈니스 서버 컴퓨터	CALS/EDI문서	CALS/EDI문서	랜/인트라넷	웹 기반 워크플로우
컴 퓨 터	비즈니스 서버 컴퓨터	구조적 웹문서(XML) 비즈니스 프로세스	컴퓨터 가독형 구조적 웹문서(XML), 비즈니스 프로세스	인터넷	웹 기반 비즈니스플로우

한다. 본 논문에서는 상세 BPR 과정은 제시하지 않으며 BPR 단계에서 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

4.2.1 웹 정보기술로 처리 가능한 활동 파악

기존의 '벤치마크(사례조사) 자료'를 이용하고 '웹 기반 정보시스템의 특성'을 고려하여 BP상의 활동 및 자료흐름중 웹 정보기술로 처리할 수 있는 것들을 파악한다. 다음 활동들은 특히, 웹 정보기술로 처리하면 유리한 활동들이다. ① 자주 변경되어야 하는 활동, ② 사용자와 트래픽의 양이 많은 활동, B2C 비즈니스, ③ 보안이 심각하지 않은 활동, ④ 유지보수 비용이 적게드는 활동, ⑤ 멀티미디어를 사용하는 활동, ⑥ 다양한 시스템을 사용해야하는 활동(호환성유지 필요), ⑦ 확장가능성(scalability)이 있는 활동, ⑧ 실시간 대화가 필요한 활동, ⑨ 고객별 커스터마이징이 필요한 활동, ⑩ 분산 및 병렬이 가능한 활동, ⑪ 비동기적으로 처리해야 하는 활동, ⑫ 기존 시스템과 쉽게 연동할 수 있는 활동.

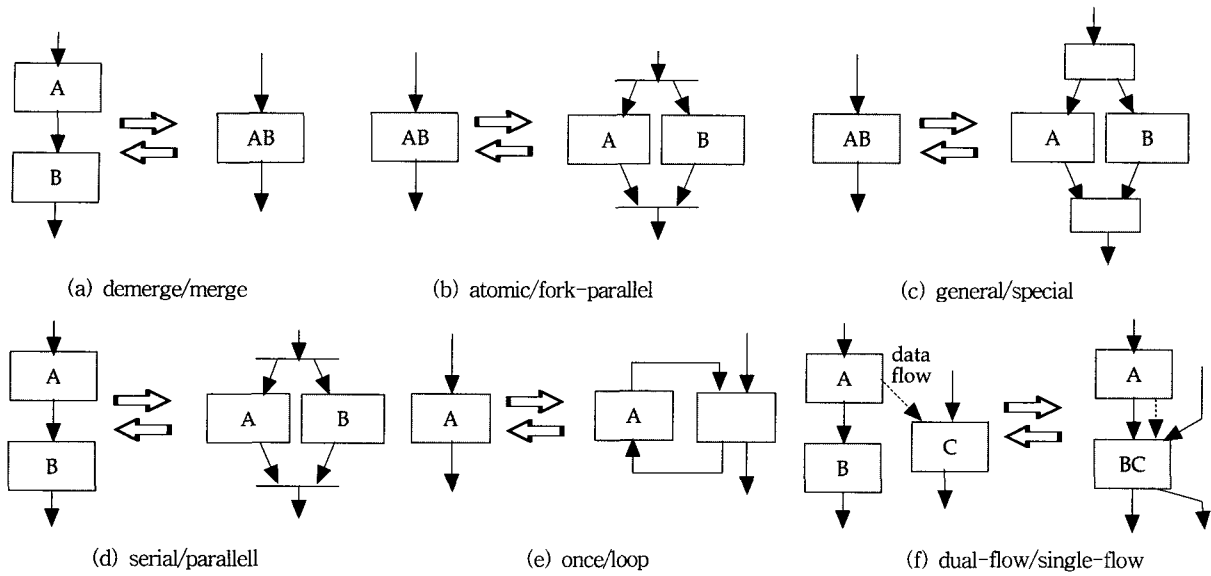
특히, 다음의 경우는 조직의 경영전략상 웹 정보기술로 처리하는 것이 좋다. ① 고객 중심으로 전환하고자할 때, ② 사업의 경쟁력을 높이고 광역화를 꾀하고자할 때, ③ 새로운 기회와 응용을 창출하고자할 때, ④ 효율성을 높이고 운영비용을 절감하고자할 때, ⑤ 마케팅을 강화하고 소비자를

만족시키고자할 때, ⑥ 수요와 공급간을 직접 매칭시키고자할 때, ⑦ 사이클타임을 줄이고 융통성을 높이고자할 때, ⑧ 비즈니스전략과 정보기술간의 시너지효과를 기대할 때.

4.2.2 정보기술 솔루션 파악

기존의 정보기술 '솔루션 목록'을 참조하여 비용-효과적인 정보기술 솔루션을 선택한다. 이때 정보기술 솔루션의 특성, 난이도 및 비용을 고려한다.

- ① 활동자체의 처리 솔루션: '수작업', '컴퓨터작업' 및 '아웃소싱' 중 비용-효과성을 고려하여 결정한다.
- ② 활동간 통신의 솔루션: 서로 다른 행위자에 의해 수행되는 활동간에 대해 자료(즉, 비즈니스 문서)의 이동 솔루션을 결정한다. <표 1>은 행위자의 유형에 따른 통신 솔루션을 보인다.
- ③ 활동간 협업 솔루션: 서로 다른 조직에 의해 수행되는 활동에 대해, 비즈니스 문서(BD) 및 BP의 협업(collaboration)을 위한 솔루션을 결정한다. 협업의 종류와 예는 다음과 같다.
 - 동종 업계간의 BD 협업: 자동차사간의 설계도 표준화
 - 동종 업계간의 BP 협업: 자동차사간의 구매 BP 표



(그림 8) BPM으로 모형화한 재설계 규칙

준화

- 이종 업계간의 BD 협업 : 자동차사와 페인트사간의 송장 표준화
- 이종 업계간의 BP 협업 : 자동차사와 페인트사간의 구매 BP 표준화

이러한 협업들을 위한 솔루션은 다음과 같다.

- BD협업 : COBOL's DATA DIVISION(record), EDI, CALS, HTML, DTD, XML-Schema, DTD, ebXML/Core Component
- BP협업 : RPC, 분산객체모형(CORBA, DCOM, .Net), ebXML/BPSS
- BD 및 BP의 동시 적용 : ebXML

4.2.3 재설계(리엔지니어링)

웹 기반 정보시스템의 특성, 'BPR 및 소프트웨어개발 원칙'을 고려하여 BP 재설계를 실시한다. 설계를 용이하게 하기 위해 기존의 '패턴'(BP 설계 패턴[18], 아키텍처 패턴, 소프트웨어설계 패턴) 및 가용한 소프트웨어 '컴포넌트'를 활용한다.

- ① 재설계 원칙 : Hammer의 BPR 원칙[6]과 소프트웨어공학에서의 설계원칙을 통합하여 다음과 같은 설계원칙에 따라 재설계를 실시한다. (그림 8)은 설계원칙을 반영한 재설계를 BPM으로 모형화한 것이다.

자연순서화(제어흐름과 자료흐름 일치), 세분화 금지(정보은닉), 통합화(정제), 병행화, 단순화(추상화), 자율화(모듈화), 일반화(범용화), 자동화, 구조화, 검증가능화, 미적감각화(aesthetics)

4.3 평가 및 개선

3.4절에서 제시한 방법을 통해 BP의 정적 및 동적 특성들을 분석하고 이를 바탕으로 BP를 개선해간다.

4.4 BP의 표준 마크업언어로 변환

리엔지니어링된 온라인 BP(새로운 BPM 모형)에 대해 정적분석, 동적 분석 및 비용 분석을 실시하여 최적의 웹 기반 정보시스템을 구축한다[33].

5. 적용 예 : 물품구매 비즈니스 프로세스

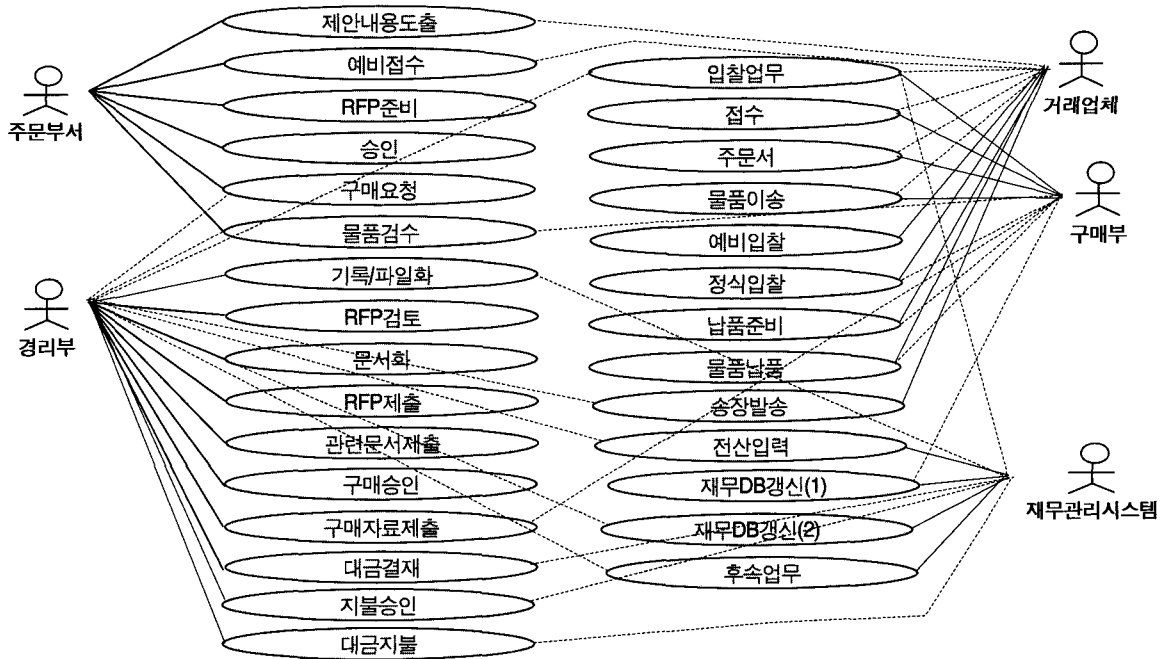
본 장에서는 '물품구매 BP'에 대해 BPN을 이용한 BP 모형화 및 리엔지니어링 사례를 보인다.

5.1 기존의 BP의 모형화(AS IS 모형화)

3.2절의 내용에 따라 기존의('AS IS') '오프라인형' 물품구매 BP를 BPM으로 모형화한다. 사례 BP의 경우, 5개의 행위자중 재무관리 시스템은 오프라인으로 처리되며 나머지는 단위 부서에 의해 수작업으로 처리된다. 또한, 29개의 활동을 식별하였고 (그림 9)와 (그림 10)은 각각 사례 BP에 대한 UCD와 BPN 모형을 보인다. BPN 모형내의 각 플레이어의 의미와 가정된 활동 기간 및 비용에 대한 분석결과는 <표 2>와 같다. 결과 BPN에는 사례 BP의 기능, 행위, 조직 및 정보모형이 통합적으로 표현되어있다. 기존 BPN 모형에 대한 세부 분석결과는 생략한다.

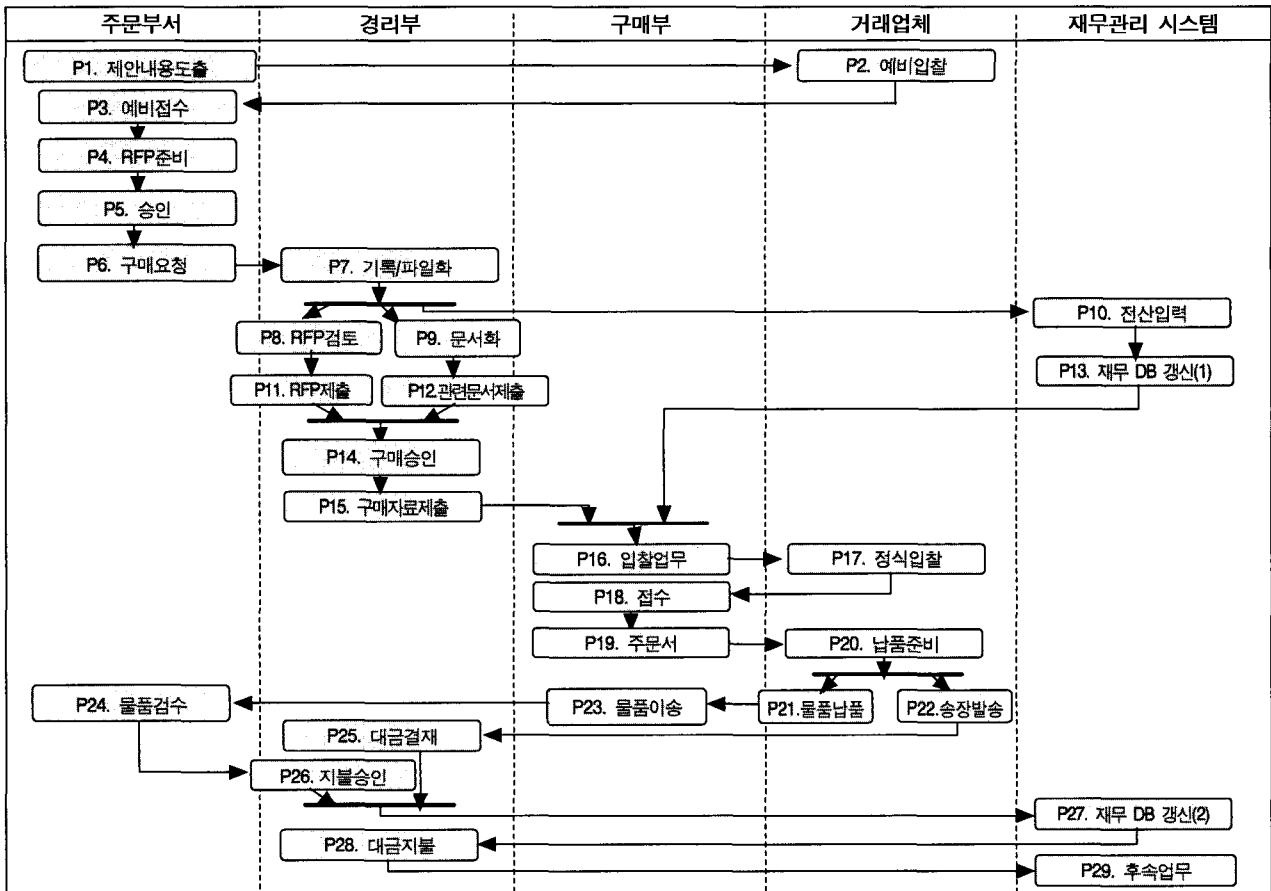
한편, (그림 9)는 패트리넷의 축소규칙을 적용하여 다음과 같이 14개의 순차관계의 인접 플레이스들을 7개의 플레이스로 줄일 수 있다.

- (P3, P6), (P8, P11), (P9, P12),
(P10, P13), (P14, P15), (P18, P19)



(인간 표시 : 행위자, 타원 표시 : 활동, 실선 : 실행, 점선 : 서로다른 행위자간의 대화 관계)

(그림 9) 기존의 물품구매 BP에 대한 UCD(AS IS 모형)



(주 : 5개의 행위자별 모듈로 구성됨. 시작 및 종료 플레이스는 생략함)

(그림 10) 기존의 물품구매 BP에 대한 BPN 모형(AS IS 모형)

〈표 2〉 BPN 모형의 플레이스의 의미와 활동 수행시간 및 비용

플레이스	Activity_Id	In_Data_type_List	Out_Data_type_List	Activity_Time				Activity_Cost				비용/시간
				a	m	b	평균	a	m	b	평균	
P ₀	시작											
P1	제안내용도출	구매물품목록	예비입찰요청서	1.5	1.7	2	1.717	10	13	15	12.833	7.476
P2	예비입찰	예비입찰요청서	예비응찰서	60	65	72	65.333	300	380	450	378.333	5.791
P3	예비접수	예비응찰서	예비응찰접수서	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P4	RFP 준비	예비응찰접수서	RFP 초안	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P5	승인	RFP 초안	RFP 초안결재서류	15	18	24	15.5	100	130	150	128.333	6.937
P6	구매요청	RFP 초안결재서류	예비구매요청서	36	42	48	42	200	240	260	236.667	5.635
P7	기록/파일화	예비구매요청서	RFP 검토자료, 전산입력자료, 문서화자료	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P8	RFP검토	RFP 검토자료	RFP심사표	36	42	48	42	200	240	260	236.667	5.635
P9	문서화	문서화자료	관련문서	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P10	전산입력	전산화자료	전산자료	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P11	RFP제출	RFP 심사표	RFP	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P12	관련문서	관련서류	구매관련서류	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P13	재무 DB 갱신(1)	전산자료	갱신자료	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P14	구매승인	RFP, 구매관련서류	구매승인서	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P15	구매자료제출	구매승인서	구매요청서	7	9	12	9.167	50	70	90	70	7.636
P16	입찰업무	구매요청서, 갱신자료	정식입찰요청서	15	18	24	18.5	100	130	150	128.333	6.937
P17	정식입찰	정식입찰요청서	정식응찰서	60	65	72	65.333	300	380	450	378.333	5.791
P18	접수	정식응찰서	정식응찰접수서	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P19	주문서	정식응찰접수서, RFP	주문서	60	65	72	65.333	300	380	450	378.333	5.791
P20	납품준비	주문서	물품, 송장	36	42	48	42	200	240	260	236.667	5.635
P21	물품납품	물품	물품	144	156	168	156	650	710	750	706.667	4.53
P22	송장발송	송장	송장	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P23	물품이송	물품	물품	96	108	120	108	500	560	600	556.667	5.154
P24	물품검수	물품	물품확인서	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P25	대금결제	송장	대금결제서	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P26	지불승인	물품확인서	지불승인서	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P27	재무 DB 갱신(2)	물품확인서, 지불승인서	갱신자료	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P28	대금지불	갱신자료	은행입금표, 관련서류	0.2	0.3	0.5	0.317	1	2	3	2	6.316
P29	후속업무	은행입금표, 관련서류	재무자료	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P _s	종료											

5.2 리엔지니어링 결과와 평가(TO BE)

5.2.1 리엔지니어링 결과

4.2절에서 제시한 BPR 과정에 따라 IT 기술에 의해 처리할 수 있는 활동을 식별하였고 적합한 정보기술 솔루션을 선택하였다. 또한, BPR 지침에 따라 재설계하였다. 본 결과는 개선의 여지가 많으며 세부적인 BPR 과정 및 정보시스템의 구조 등은 본 연구에서 제시하지 않았다.

- 행위자 변경 : 경리부와 구매부 ➡ 재무관리시스템(병합) ; 재무관리 시스템 ➡ 재무관리 시스템(병합)과 거래은행 시스템(분할)
- 활동의 수행 행위자 변경 : (P1~P19, P23, P25~P27)

- ➡ 재무관리 시스템(병합) 및 거래은행 시스템(분할) ; (P28, P29) ➡ 재무관리 시스템(통합), 재무통제 시스템(분할)
- 오프라인처리(FL)를 웹 기반 온라인(OL) 트랜잭션으로 대체제한 결과 : 다음 표기는 “활동명”(“온라인” 및 “오프라인” | “입력자료” | “출력자료”)를 나타낸다. (P1) ➡ 제안내용도출(OL + FL | 구매물품목록 | RFP) ; (P2) ➡ 정식입찰(OL | RFP | 정식응찰서), (P3~P9, P11, P12, P14~P19) ➡ 주문(OL + FL | 정식응찰서 | 주문서), (P10, P13) ➡ 재무 DB에 자료입력(OL | 주문서 | 전산자료) ; (P13, P27) ➡ 재무 DB 갱신(OL | 전산자료 | 거래내역, 업체정보, 계좌정보) ; (P20~P23) ➡ 물품납품(FL | 주문서)

문서 | 거래물품, 송장); (P24) ➔ 물품검수(FL | 거래물품 | 물품확인서); (P25) ➔ 거래정보조회(OL | 거래내역, 업체정보 | 거래내역서), 신용정보조회(OL | 업체정보, 계좌정보 | 신용정보); (P26, P28) ➔ 지불승인 1(OL | 물품확인서 | 지불승인), 지불승인 2(OL | 거래내역서 | 지불승인, 거래내역서) 및 지불승인 3(OL | 신용정보 | 지불승인, 계좌정보, 업체정보); (P28) ➔ 대금지불(OL | 지불승인 1, 2, 3, 거래내역, 계좌정보, 업체정보 | 은행입금표); (P27, P29) ➔ 후속처리(OL | 은행입금표 | 재무자료).

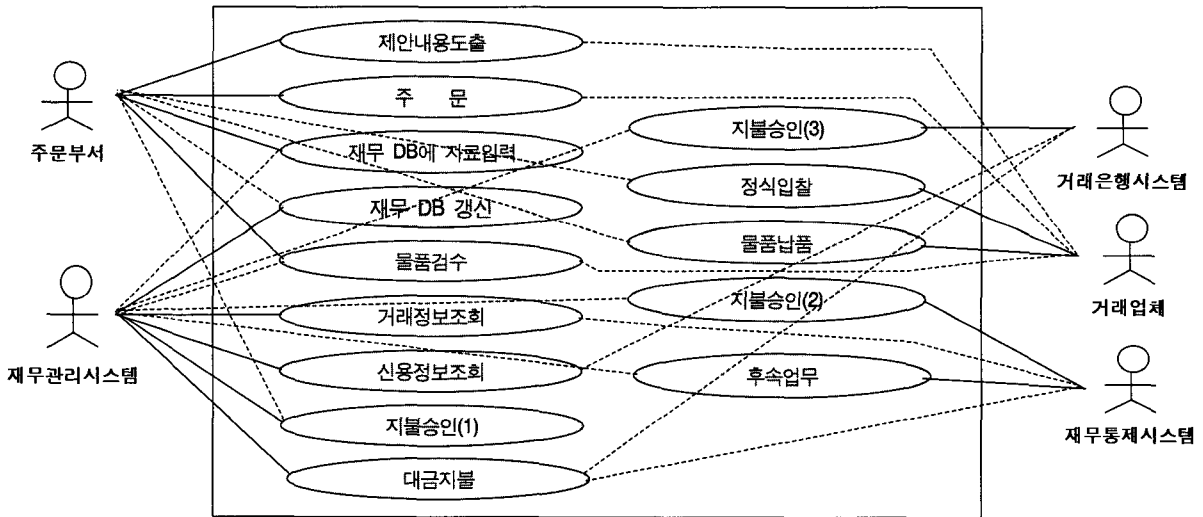
- 행위자 및 정보시스템의 요소행동을 웹 기반 정보시스템으로 튜닝한 결과(활동의 재구성): 재무관리 시스템(메인) ➔ 재무 DB에 자료입력, 거래정보조회, 신용정보조회, 지불승인 1, 대금지불, 후속처리; 재무통제시스템(서브) ➔ 거래정보조회, 지불승인 2, 후속업무; 거래은행 시스템(외부) ➔ 신용정보조회, 지불승인 3, 대금지불; 업체 ➔ 정식입찰, 물품납품; 주문부서 ➔

제안내용도출, 주문, 재무 DB에 자료입력, 물품검수.

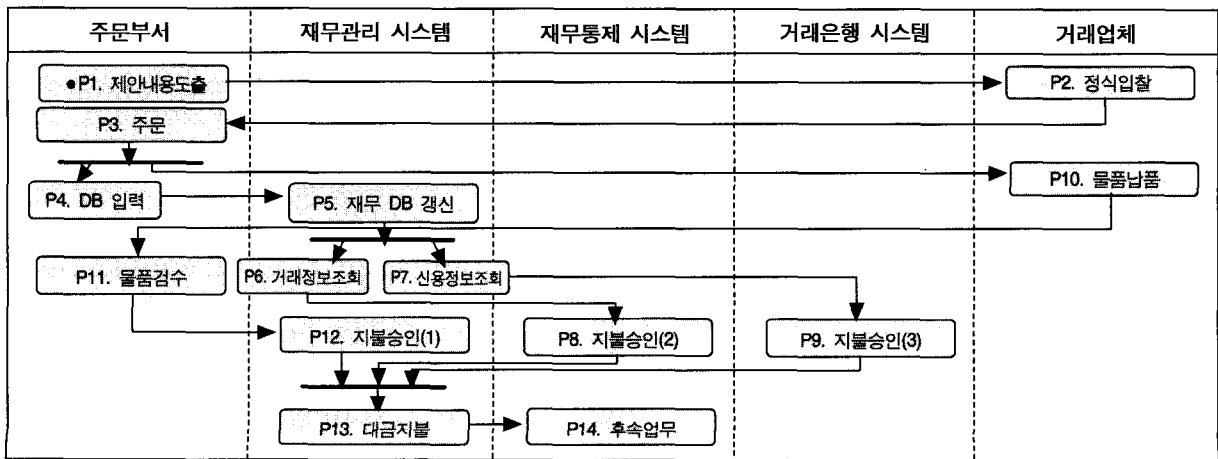
리엔지니어링 과정을 거쳐 웹 기반 정보시스템으로 새롭게 설계된('TO BE') 사례 BP에 대한 UCD(UCD'로 표시)와 BPN(BPN'로 표시)은 각각 (그림 11) 및 (그림 12)와 같다. BPN'의 각 플레이스의 의미와 활동 기간 및 비용의 분석결과는 <표 3>과 같으며 부록 B에서는 BPN'에 대한 XML 명세를 보인다.

5.2.2 리엔지니어링 결과의 평가

- ① 정적 특성 평가: BPN'에는 데드록이 존재하지 않으며 자료의 일관성이 유지된다. BP의 행위자간의 제어흐름에 대한 대화구조도와 조직구조도는 (그림 13)과 같다.
- ② BPN'에 대한 TRG와 최장경로: 3.4절에서 정의한 'TRG 생성 알고리즘'을 통해 (그림 14)의 TRG가 생성된다. 사례 BP에 대한 BPN' 모형에서는 선택(choice)이 존재하지 않으므로 TRG 상의 경로(즉, 비즈니스 시나리오)는 1개만 존재한다.



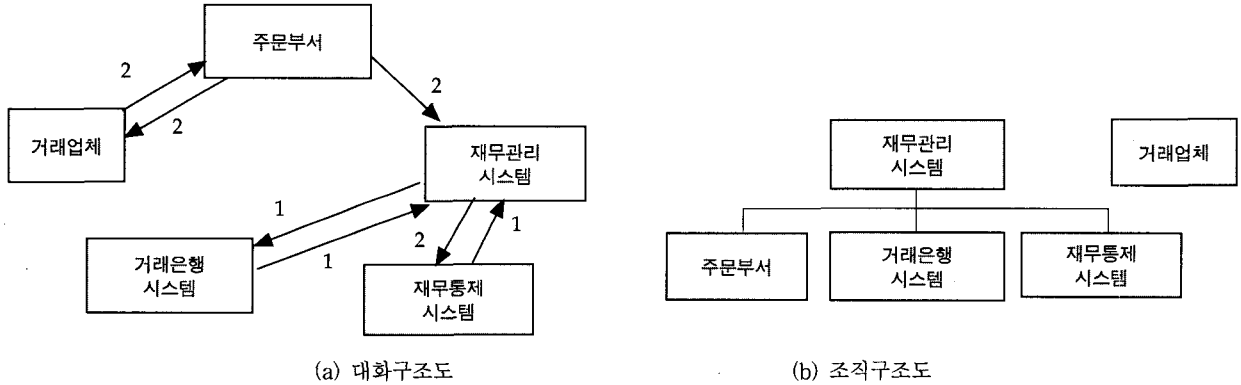
(그림 11) 사례 BP에 대한 리엔지니어링된 UCD 모형(UCD')



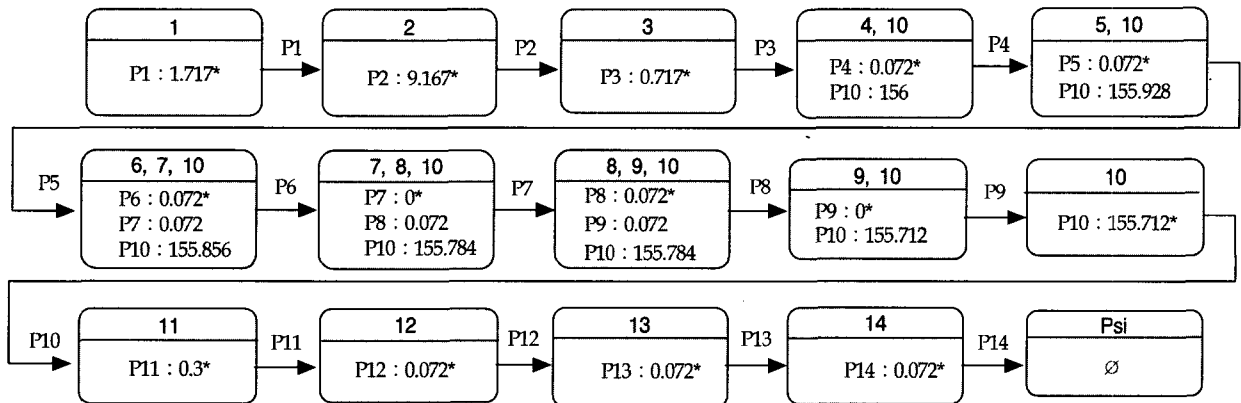
(그림 12) 사례 BP의 리엔지니어링된 BPN 모형(BPN') (시작 및 종료 플레이스는 생략함)

〈표 3〉 BPN' 모형의 플레이스의 의미와 활동 수행시간 및 비용

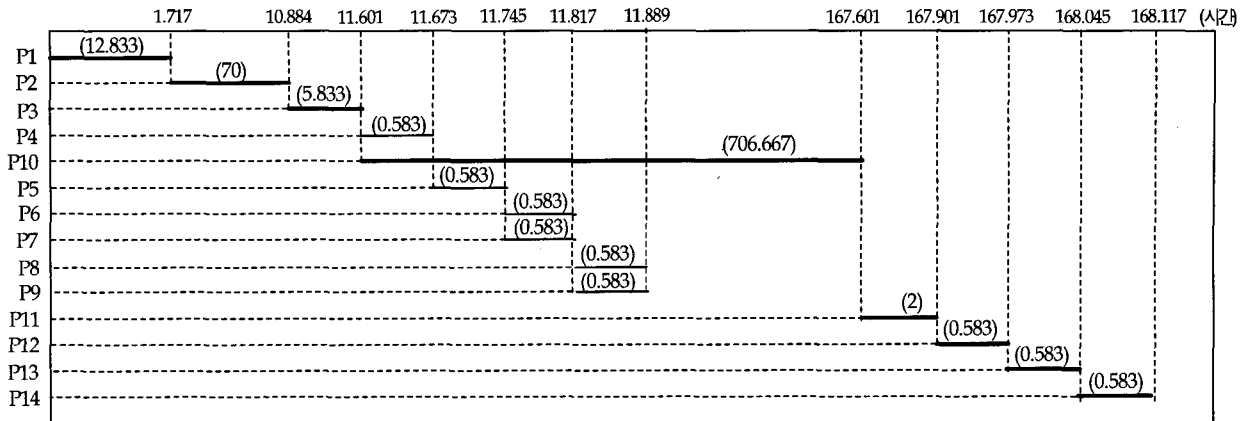
플레이스	Activity_Id	In_Data_type_List	Out_Data_type_List	Activity_Time				Activity_Cost				비용 /시간
				a	m	b	평균	a	m	b	평균	
P _{so}	시작											
P1	제안내용도출(OL+FL)	구매물품목록	RFP	1.5	1.7	2	1.717	10	13	15	12.833	7.476
P2	정식입찰(OL)	RFP	정식입찰서	7	9	12	9.167	50	70	90	70	7.636
P3	주문(OL+FL)	정식입찰서	주문서	0.5	0.7	1	0.717	3	6	8	5.833	8.14
P4	채무DB에자료입력(OL)	주문서	전산자료	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P5	채무DB갱신(OL)	전산자료	거래내역,업체정보,계좌정보	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P6	거래정보조회(OL)	거래내역,업체정보	예비구매요청서	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P7	신용정보조회(OL)	업체정보,계좌정보	신용정보	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P8	지불승인2(OL)	거래내역	지불승인,거래내역	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P9	지불승인3(OL)	신용정보	지불승인,계좌정보,업체정보	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P10	물품납품(FL)	주문서	거래물품,송장	144	156	168	156	650	710	750	706.667	4.53
P11	물품검수(FL)	거래물품	물품확인서	0.1	0.3	0.5	0.3	1	2	3	2	6.667
P12	지불승인1(OL)	물품확인서	지불승인	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P13	대금지불(OL)	지불승인1,2,3,거래내역,계좌정보,업체정보	은행입금표	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P14	후속업무(OL)	은행입금표	채무자료	0.05	0.07	0.1	0.072	0.3	0.6	0.8	0.583	8.14
P _{si}	종료											



(그림 13) BPN'에 대한 대화구조도와 조직구조도



(그림 14) 사례 BP에 대한 BPN' 모형의 TRG



(그림 15) 온라인 물품구매 비즈니스 BPN 모형의 시간 다이어그램(12개의 시간 구간이 존재함)

TGR로부터 다음과 같은 동적 분석 결과를 얻을 수 있다.

- 최장활동경로(LAP) = P1 (1.717) → P2 (9.167) → P3 (0.717) → P10 (156) → P11 (0.3) → P12 (0.072) → P13 (0.072) → P14 (0.072) → ∅ (즉, 수행시간 = 168.117시간)
- 최장활동집합(LAS) = {P1, P2, P3, P10, P11, P12, P13, P14}

따라서, 사례 BP의 수행시간을 단축시키고자 한다면, LAS 상의 활동을 단축시켜야 한다. 특히, P10(물품납품) 활동의 시간을 단축해야 한다.

- ③ 시간다이어그램 : TRG로부터 (그림 15)의 시간 다이어그램을 얻을 수 있다. 괄호 안의 숫자는 각 활동의 시간당 비용이며, 최장경로(LAP)를 진한 선으로 표시하였다.
- ④ 활동시간 및 비용 평가 : '플레이스의 수행시간요소 계산 알고리즘'으로부터 각 활동에 대한 시간요소(EST, LST,

EFT, LFT, SLK)들은 <표 4>에서 보인다. 여기서 진한 글자는 최장경로상의 플레이스이다.

- ⑤ 정량적 특성에 대한 평가 : <표 5>는 3장에서 제시한 BPN의 분석방법들을 적용하여 사례 BP에 대한 리엔지니어링의 정량적 효과를 나타낸다.

<표 5> 사례 BP에 대한 리엔지니어링의 정량적 효과

	리엔지니어링전 (BPN)	리엔지니어링후 (BPN')	효과
활동수 (BPN의 플레이스수)	31	16	1.93배 감소
사이클로메트릭수	4	3	1.33배 감소
인터페이스복잡도	28	22	
최장 수행시간	640.17	168.117	3.8배 감소
전체수행비용	3516.333	802.583	4.4배 감소
시간당 비용의 평균	125.583	66.882	1.9배 감소
최대 병행도(평균)	3(평균 = 1.0042)	3(평균 = 1.0025)	평균 1.002배 감소

<표 4> 각 플레이스의 수행시간 요소

플레이스	EST	LST	EFT	LFT	SLK	비용/시간 (시간당비용)
P1	0	0	1.717	1.717	0	7.476
P2	1.717	1.717	10.884	10.884	0	7.636
P3	10.884	10.884	11.601	11.601	0	8.14
P4	11.601	167.313	11.673	167.385	155.712	8.14
P5	11.673	167.385	11.745	167.457	155.712	8.14
P6	11.745	167.457	11.817	167.529	155.712	8.14
P7	11.745	167.457	11.817	167.529	155.712	8.14
P8	11.817	167.529	11.889	167.601	155.712	8.14
P9	11.817	167.529	11.889	167.601	155.712	8.14
P10	11.601	11.601	179.601	179.601	0	4.53
P11	167.601	167.601	167.901	167.901	0	6.667
P12	167.901	167.901	167.973	167.973	0	8.14
P13	167.973	167.973	168.045	168.045	0	8.14
P14	168.045	168.045	168.117	168.117	0	8.14

- ⑥ 사례에 대한 평가 : BPN은 다음 각 측면에서 평가할 수 있다. 첫째, 모형 자체의 정형적 측면에서, 패트리넷은 튜링머신과 유한상태기계의 중간에 위치하는 오토마타이므로, 패트리넷의 특성을 상속받은 BPN도 정형 모형이다. 둘째, 모형의 사용성 측면에서, 포크 및 조인 트랜지션 이외에는 트랜지션과 그 레이블을 표현할 필요가 없고 플레이스 내에 플레이스명을 직접 기입할 수 있어서 그리기가 쉽다. 셋째, 모형의 가독성 측면에서, 패트리넷에 비해 도형적 요소가 현저하게 줄어들므로, (그림 10)에서 보듯이 가독성이 우수하다. (그림 10)의 경우, 표준형 패트리넷(트랜지션으로 활동을 모형화)으로 그린다면 트랜지션 29개, 플레이스 33개, 아크 64개, 플레이스 레이블 33개, 트랜지션 레이블 29개가 필요하지만(전체 도형 요소수는 188개), BPN의 경우 트랜지션 5개, 플레이스 29개, 아크 36개, 플레이스 설명문 29개(전체 도형 요소수는 99개)로서 52.7%의 감소효과가 있다. 이는 모

형을 그리는 시간을 반으로 줄일 수 있음을 의미한다.

<표 5>에서 보듯이 BP의 수행기간 및 비용을 가정된 수치로 계산하였지만, 웹 기반 정보시스템으로의 리엔지니어링 결과 수행기간을 약 3.8배 줄일 수 있으며 비용도 4.4배 절약할 수 있음을 알 수 있다.

6. BPN 모형의 평가 및 결론

6.1 BP 명세언어로서의 BPN 평가

- BP를 위한 공통 명세모형 : 기존의 XML 기반 BP 명세언어들을 위한 공통모형으로 활용할 수 있다. BPN은 명세를 위한 분석 및 예비평가 단계에서 활용할 수 있다. 특히, 기존의 BP 명세언어들은 문법과 태그명 등이 모두 다르므로, 자바의 바이트코드나 CORBA의 IDL 처럼 특정 명세언어에 독립적으로 모형화 및 분석이 가능하다.
- 정형적 모형 : 패트리넷의 변형이므로, 패트리넷이 가지는 정형성과 분석방법 및 도구를 활용할 수도 있다.
- 수행가능 모형 : BP의 명세결과를 수행 및 시뮬레이션해 봄으로써, 정량적 및 정성적 특성들을 평가할 수 있다. 특히, BPN과 도형적으로 유사한 Activity diagram의 경우, 수행개념이 불확실하며 XML 기반 명세언어 중에는 WSDL, XLANG 및 WSFL은 수행가능한 언어가 아니다.
- 도형적 명세모형 : BP를 표준 패트리넷보다 간단한 도형으로 모형화하므로 가시성이 향상된다.
- 정량평가 및 불확실성을 모형화 : 정량평가시 PERT/CPM 모형에서 사용되는 베타분포를 이용하여 수행기간과 비용의 불확실성을 고려할 수 있는 모형이다.
- BP의 데드록 및 자료일관성 분석을 실시할 수 있다.
- BP의 리엔지니어링 휴리스틱스 : 웹 기반 정보시스템으로의 리엔지니어링을 위한 모형으로써 사용될 수 있으며 몇 가지 휴리스틱스를 제시하였다.

6.2 패트리넷의 새로운 변형모형으로서의 BPN 평가

- 불확실성의 모형화 : BPN은 베타분포형 확률 패트리넷이며 실세계에 존재하는 불확실성을 모형화할 수 있다. 퍼지 패트리넷[33]도 불확실성을 모형화할 수 있지만 특히, BP의 시간과 비용에 대한 불확실성은 베타분포가 널리 사용되어왔다.
- 객체지향 분석기술의 적용 : 패트리넷 모형화 작업의 경우, 지금까지 모형화를 위한 전단계(예 : 요소, 이벤트 파악 및 그들간의 관계 식별)에서 체계적인 모형을 사용하고 있지 못하므로, 모형화 작업이 매우 어렵다고 알려져 있다. 본 연구에서는 객체지향 분석시에 사용하는 Use Case 분석을 실시하여 UCD를 작성하고 이를 이용하여 BPN을 모형화한다.
- 단순화된 구조 : 표준형 패트리넷에서 포크 및 조인 트랜지션만 남기고 트랜지션들을 삭제하였다. 또한, 플레

이므로 BP의 단위 활동을 모형화하였고 활동간의 모든 관계를 모형화할 수 있다.

6.3 BPN의 개선점 및 향후 연구주제

BPN은 다음과 같은 문제점들을 내포하고 있다.

- 비즈니스 활동 시간에 대한 베타분포의 가정은 통계적인 오류를 야기할 수 있다. 또한, 이것은 전통적인 통계적 모형들에 존재하는 문제점이기도 하다.
- 패트리넷의 일반적인 문제점을 상속받는다. 모형화 능력과 분석 복잡성간의 교환성(trade-off) 문제 및 liveness 문제 해결시의 상태폭발 문제가 발생하며 이는 패트리넷과 같은 상태기반 정형모형에서 공통적인 문제이다.
- 현재의 BPN 모형은 비즈니스 활동 사이의 문서양식, 문서흐름, 인적자원과 개발도구들(웹서버, 소프트웨어 도구 등)은 모형화할 수 있지만 세부적인 분석방법을 제시하지 않고 있다.

다음 사항들은 본 연구에 대한 향후 연구주제이다.

- BPN은 플레이스 및 트랜지션 태그를 정의하면 XML로 쉽게 변환이 가능하며 XML 기반의 BP 명세모형이 될 수 있다. 이 경우 'BPN markup language'가 된다[34]. ebXML 환경에서 활용하기 위해서는 기존의 BP 명세언어들로의 변환작업이 필요하다.
- BPN을 확장하여 BP에서의 문서양식, 문서흐름, 인적자원과 개발도구들의 분석방법을 제시해야 한다.
- 4장에서 제시한 BP의 리엔지니어링 지침에 대한 보완과 정형화가 필요하다.

6.4 결 론

BPN은 웹 기반 정보시스템으로의 이주를 위한 웹 기반 BP의 모형화 및 리엔지니어링을 위한 모형으로서 제시하였으며 리엔지니어링시 사용할 수 있는 지침을 제시하였다. 또한, 제시한 모형의 사용방법을 보이기 위해 물품구매 BP를 예로 하여 전체 적용과정을 보였다.

BPN은 패트리넷과 기존의 BP 표준명세 및 Activity diagram의 장단점을 보완한 새로운 BP 명세모형이며 제시한 리엔지니어링 지침은 웹 기반 정보시스템의 분석 및 설계 단계에서 적용할 수 있다. BPN을 이용한 BP의 리엔지니어링 또는 튜닝을 통해, 웹 기반 정보시스템의 개발 및 운용상의 수익성을 극대화할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] A. Ginige, S. Murugesan, "Web Engineering : An Introduction," *IEEE Multimedia*, Vol.8, No.1, pp.14-18, Jan-Mar., 2001.
- [2] A. Ginige, S. Murugesan, (ed.), "Special Issue in Web Engineering," Part 1 and Part 2, *IEEE Multimedia*, Vol.8,

No.1, and No.2, Jan-Mar and April-June, 2001.

[3] P. Killela, *Web Performance Tunning*, O'reiley, 1998.

[4] N. V. Flor, *Web Business Engineering*, Addison Wesley, 2000.

[5] D. Menasce, *Scaling for E-business : Technologies, Models, Performance, and capacity Planning*, Prentice-Hall, 2000.

[6] M. Hammer, "Reengineering Work : Don't Automate, Obliterate," *Harvard Business Review*, No.4, pp.104-112, Nov/Dec., 1990.

[7] W. Curtis et al., "Process Modeling," *Communications of ACM*, Vol.35, No.9, pp.75-90, 1992.

[8] D. Brustard, P. Kawalek, M. Norris, (ed.), *Systems Modeling for Business Process Improvement*, Artech House, 2000.

[9] V. Hlupic (ed.), "Special issue on : Business Process Modeling," *International Journal is Simulation - System, Science & Technology*, Vol.2, No.2, pp.1-76, Dec., 2001.

[10] A. Divis, *Software Requirements Objects, Functions and States*, Prentice-Hall, 1993.

[11] "Web Services Description Language (WSDL) v1.1," W3C, <http://www.w3.org/TR/wsdl>, Mar., 2001.

[12] "Business Process Modeling Language (BPML) Working Draft v0.4," BPML.org, <http://www.bpml.org/bpml-downloads/WD-BPML-20010308.pdf>, Mar., 2001.

[13] "Web Services for Business Process Design," Microsoft, <http://www.gotdotnet.com/team/xml-wsspecs/xlang-c/default.htm>, 2001.

[14] "Web Services Flow Language (WSFL) v1.0," IBM, <http://www-4.ibm.com/software/solutions/webservices/pdf/WSFL.pdf>, May, 2001.

[15] "Business Process Specification Schema (BPSS) v1.01," UN/CEFACT and OASIS, http://ebxmlkorea.org/spec/tech_specs/ebBPSS.pdf, May, 2001.

[16] D. A. Chappell, V. Chopra, et al. *Professional ebXML Foundations*, Wrox, 2001.

[17] J. Runbaugh, I. Jacopson and G. Booch, *The Unified Modeling Language Reference Manual*, Addison Wesley, 1999.

[18] H. E. Eriksson and M. Penker, *Business Modeling with UML : Business Patterns at Work*, Wiley&Sons, 2000.

[19] J. L. Peterson, *Petri Nets Theory and the Modeling of Systems*, Prentice Hall, 1982.

[20] C. Uthmann, "Improving the Petri nets for business process modeling," <http://www.wi.uni-muenster.de/is/mitarbeiter/ischut/pn-bpm.pdf>, 2001.

[21] van der Aalst and K. Hee., "Business Process Redesign : A Petri-net-based approach," *Journal of Computers in industry*, Vol.29, No.1, pp.15-26. 1996.

[22] K. Jensen, G. Rozenberg, *High-level Petri nets : Theory and Applications*, Springer-Verlag, 1991.

[23] A. Tsalgatidou, et al, "Multilevel Petri nets for Modeling and Simulating Organizational Dynamic Behavior," *Simulation & Gaming*, Vol.27, No.4, pp.484-506, Dec. 1996.

[24] M. Nikolaidou et al., "Business Process Modeling and Automation in the Banking Sector : A Case Study," *International Journal is Simulation - System, Science & Technology*, Vol.2, No.2, pp.65-76, Dec., 2001.

[25] D. Moldt and R. Valk, "Object oriented Petri nets in Business Process Modeling," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.1806, pp.254-273, 2000.

[26] H. Gou, B. Huang, S. Ren, "A UML and Petri net integrated modeling method for business processes in virtual enterprises," *Proc. 2000 AAAI Symp. - Brint Knowledge to Business Process*, pp.142-144, March, 2000.

[27] van der Aalst, A Class of Petri nets for Modeling and Analyzing Business Process, *Computing Science Report*, No.95/26, Eindhoven University of Technology, 1995.

[28] A. Pagnoni, *Project Engineering-Computer-oriented Planning and Operational Decision Making*, Springer-Verlag, 1990.

[29] G. Florin, G. Fraize, S. Natkin, "Stochastic Petri Nets : Properties, Applications and Tools," *Microelectronics and Realiability*, Vol.31, pp.669-697, 1991.

[30] W. M. Zuberek, "Timed Petri Nets : Definitions, Properties, and Applications," *Microelectronics and Realiability*, Vol.31, pp.627-644, 1991.

[31] B. Bohem, COCOMO home page, <http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/index.html>.

[32] 소프트웨어사업대가의 기준(노임단가), 정보통신부 고시 2001-5, Feb., 2001.

[33] T. Murata, Temporal Uncertainty and Fuzzy-timing highlevel Petri nets, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1091, Application and Theory of Petri Nets, 1996.

[34] OASIS, The XML Cover Pages-XML and Petri Nets, <http://xml.coverpages.org/xmlAndPetriNets.html>, 2001.

부록 A. BPN에 대한 DTD(버전 0.8)

```

<! DOCTYPE bpn [
  <! ELEMENT bpn (place*, transition*, arc*) >
  <! ELEMENT place (activityId, inDataTypelist, dataTypelist,
    activityTime, activityCost, initialMarking,
    graphics) >
    <! ATTLIST place id ID #REQUIRED >
      agent IDREF #REQUIRED >
  <! ELEMENT activityId (#PCDATA) >
  <! ELEMENT inDataList (inData)* >
  <! ELEMENT inData (#PCDATA) >
  <! ELEMENT outDataList (outData)* >
  <! ELEMENT outData (#PCDATA) >
  <! ELEMENT activityTime (at, bt, mt) >
    <! ATTLIST activityTime at IDREF #REQUIRED >
      bt IDREF #REQUIRED >
      mt IDREF #REQUIRED >
  <! ELEMENT activityCost (ac, bc, mc) >
    <! ATTLIST activityCost ac IDREF #REQUIRED >
      bc IDREF #REQUIRED >
      mc IDREF #REQUIRED >
  <! ELEMENT graphics (x, y) >
    <! ATTLIST graphics x IDREF #REQUIRED >
      y IDREF #REQUIRED >

```

```

<! ELEMENT transition (transitionType, graphics) >
  <! ATTLIST transition id ID #REQUIRED >
<! ELEMENT transitionType >
  <! ATTLIST transitionType value IDREF #REQUIRED >
<! ELEMENT arc (arcGraphics) >
  <! ATTLIST arc id ID #REQUIRED >
<! ELEMENT arcGraphics(sourcePosition, targetPosition) >
<! ELEMENT sourcePosition >
  <! ATTLIST sourcePosition x IDREF #REQUIRED >
  y IDREF #REQUIRED >
<! ELEMENT targetPosition >
  <! ATTLIST targetPosition x IDREF #REQUIRED >
  y IDREF #REQUIRED >
]>

```

```

< transitionType > value = "join" </ transitionType >
< graphics > xPosition = "-10" yPosition = "-10" </graphics >
</ transition >

< arc id = "A1" source = "P1" target = "P2">
  < arcGraphics >
    < sourcePosition x = "-20" y = "10" >
    < targetPosition x = "-20" y = "30" >
  < arcGraphics >
</ arc >
.
.
각 Arc 정의
</ bpn >

```

부록 B. BPN'에 대한 XML 명세

```

<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8" ?>
< bpnml xmlns : xsi = "http://www.w3.org/1999/XMLSchema-instance"
  xsi : noNamespaceSchema
< bpn id = "물품구매" type = "BPR" >

< place id = "P1" agent = "주문부서" >
  < activityId value = "제안내용도출" </activityId >
  < inDataTypeList
    < inData > "구매물품목록" </inData >
  </inData TypeList >
  < outDataTypeList >
    < outData > "RFP" </outData >
  </outDataTypeList >
  < activityTime > a = "1.5" b = "1.7" m = "2" </ activityTime >
  < activityCost > a = "10" b = "13" m = "15" </ activityCost >
  < initialMarking >
    < value > 1 </ value >
  </initialMarking >
  < graphics > xPosition = "-20" yPosition = "10" </ graphics >
</ place >

< place id = "P2" agent = "업체" >
  < activityId value = "정식입찰" </activityId >
  < inDataTypeList
    < inData > "RFP" </inData >
  </inData TypeList >
  < outDataTypeList >
    < outData > "정식응찰서" </outData >
  </outDataTypeList >
  < activityTime > at = "7" bt = "9" mt = "12 </ activityTime >
  < activityCost > ac = "50" bc = "70" mc = "90" </ activityCost >
  < initialMarking >
    < value > 1 </ value >
  </initialMarking >
  < graphics > xPosition = "-20" yPosition = "30" </ graphics >
</ place >
.
.
P2 ~ P14정의
.
< transition id = "T1" >
  < transitionType > value = "fork" </ transitionType >
  < graphics > xPosition = "-20" yPosition = "20" </ graphics >
</ transition >
< transition id = "T2" >
  < transitionType > value = "fork" </ transitionType >
  < graphics > xPosition = "-10" yPosition = "5" </ graphics >
</ transition >
< transition id = "T3" >

```



장수진

e-mail : sjjang@tjhealth.ac.kr
 1985년 충남대학교 계산통계학과(학사)
 1991년 충남대학교 대학원 전산학 전공
 (이학석사)
 1998년~현재 한남대학교 대학원 컴퓨터
 공학과 박사과정 수료

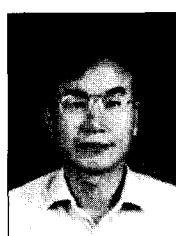
1987년~1994년 충남대학교 전자계산소 시스템개발실장
 1994년~현재 대전보건대학교 컴퓨터정보처리과 교수
 관심분야 : 소프트웨어공학, 병행시스템 모형화 및 분석, 웹
 엔지니어링



최상수

e-mail : gcss09@se.hannam.ac.kr
 2001년 한남대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2003년 한남대학교 대학원 컴퓨터공학과
 (공학석사)
 2003년~현재 한남대학교 대학원 컴퓨터
 공학과 박사과정

관심분야 : 소프트웨어공학, 웹 엔지니어링, 프로세스 모델링 및
 분석, 정보보호 컨설팅 및 위험분석



이강수

e-mail : gslee@eve.hannam.ac.kr
 1981년 홍익대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1983년 서울대학교 대학원 전산학과
 (이학석사)
 1989년 서울대학교 대학원 전산학과
 (이학박사)

1985년~1987년 국립대전산업대학교 전자계산학과 전임강사
 1992년~1993년 미국일리노이대학교 객원교수
 1995년 한국전자통신연구원 초빙연구원
 1998년~1999년 한남대학교 멀티미디어학부장
 1987년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과 정교수
 관심분야 : 소프트웨어공학, 병행시스템 모형화 및 분석, 정보보
 호시스템 평가, 멀티미디어교육 커리큘럼