

BOM 및 Petri Net을 이용한 워크플로우 프로세스 자동 생성기의 구현

Implementation of the Automatic Generator of Workflow Process by Using BOM and Petri Net

한용호*, 김태운**

*부산외국어대학교 정보시스템학과, **경성대학교 산업공학과

Abstract

본 연구는 WfMS라는 사용환경 하에서, 워크플로우 프로세스라는 대상 객체를 BOM(bill of material) 정보로부터 High level Petri net 형식으로 자동적으로 생성할 수 있는 엔진의 개발을 궁극적인 목표로 설정하고 있다. BOM은 제조되는 제품의 구조에 대한 정보를 지니고 있다. 관리 및 생산이라는 두 도메인 사이의 차이점에도 불구하고, 생산 분야의 BOM 정보의 이용방식이 관리 프로세스의 설계에도 이용될 수 있다는 사실을 먼저 설명한다. 워크플로우 프로세스는 Petri Net의 형식으로 표시한다. 주어진 BOM으로부터 이에 대응하는 Petri Net을 생성할 수 있는 매핑 알고리즘을 소개한다. 이러한 이론 및 알고리즘을 기반으로 하여, 주어진 BOM 정보로부터 이에 대응하는 Petri Net 정보를 자동으로 생성시키는 프로세스 디자이너의 프로토타입을 구현하여 소개한다.

1. 서론

글로벌 경쟁에서 살아남기 위하여 많은 기업에서는 BPR(Business Process Reengineering)이라는 방법론을 사용하여 보다 효율적인 업무 프로세스를 만들어내는 데 관심을 기울인 바 있다. 그러나 이렇게 재설계된 프로세스가 정착되지 못하고 과거로 회귀하는 문제가 종종 발생하여, 재설계된 프로세스를 하나의 안정된 정보시스템으로 정착할 수 있도록 지원하기 위한 요구가 대두되었으며, 이에 대한 해답으로서 워크플로우 관리 시스템(WfMS: Workflow Management System)에 대한 관심이 고조되었다. 워크플로우를 이용한 마케팅 기간의 단축 등의 효과를 기대할 수 있다. 워크플로우는 EAI, CRM, ERP, SCM, EC, CALS, KMS 등 거의 모든 e-business 분야의 핵심 컴포넌트로서 성장을 계속하고 있다.

그 동안 WfMC(Workflow Management Coalition)의 노력에도 불구하고, 아직도 통일된 프로세스 모델링 기법이 필요한 상태이며, 또한 급변하는 환경 속에서 새로운 워크플로우를 설계하는 데 소요되는 시간을 대폭 줄여야 하는 워크플로우 구축 상의 문제점 등도 제기되고 있다. 또한 최근에는 B2B와

e-business의 발전으로 인하여, 기업의 비즈니스 프로세스가 기업 내부뿐만 아니라 기업의 부와 연동되어 구현되는 것이 필수적으로 요구되고 있다. 그러나 이러한 글로벌한 구현도 일차적으로는 기업 내부 프로세스가 원활히 구현되어야 하며, 이를 기반으로 기업간, 국제간에 비즈니스 프로세스가 상호 연결되고 처리되어야 한다.(Leymann and Roller, 2000)

따라서 본 연구에서는 B2B 및 e-Marketplace의 구현을 위한 기본적인 인프라 기술을 개발하고, 전반적인 워크플로우 프로세스의 개발 기간을 단축시킬 수 있는 방안의 모색을 기본적인 연구 방향으로 설정하였다.

BOM(bill of material)은 제조되는 제품의 구조에 대한 정보를 지니고 있다. 관리 및 생산이라는 두 도메인 사이의 차이점에도 불구하고, 생산 분야의 BOM 정보의 이용방식을 관리 프로세스의 설계에 이용할 경우 워크플로우의 프로세스 설계 기간이 단축될 수 있을 것으로 예상된다.

오늘날 대부분의 워크플로우 관리시스템들은 자체적인 워크플로우 명세 언어를 제공했으며, 이들은 대개 ECA(Event-Condition-Action) 규칙에 기초를 두고 있다. 그러나 많은 시스템들이 표현능력의 한계와 의미상의

한국과학기술원(KAIST) 2002년 5월 3일~4일

모호성을 보이는 문제점을 노출하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, Petri Net의 엄밀한 의미상의 정확성과 표현능력, 그리고 몇 가지의 특성들로 인하여 Petri Net이 워크플로우의 명세에 적합하다는 점이 부각되면서, 워크플로우의 명세를 표시하는 수단으로 Petri Net의 사용을 제안하는 움직임이 나타나게 되었다.

이러한 배경을 바탕으로 본 연구에서는 WfMS이라는 사용환경 하에서 BOM (Bill of Material) 정보로부터 High-level Petri Net 형식으로 워크플로우 프로세스를 자동적으로 생성할 수 있는 엔진의 개발을 목표로 한다.

2절에서는 워크플로우의 성능을 향상시키기 위한 기존의 다양한 연구들을 토대로 본 연구의 기본 방향으로서의 워크플로우의 프레임워크를 제시하고, 3절에서는 워크플로우 프로세스의 개발 기간을 단축시키는 데 있어 근간을 이루고 있는 BOM의 특성에 대하여 살펴보고, 4절에서는 업무 프로세스를 표현하는 방법론이 되는 Petri Net의 특징을 살펴본다. 5절에서는 BOM 정보로부터 Petri Net을 생성하는 알고리즘을 설명하고, 6절에서는 이 알고리즘의 구현 사례를 소개한다.

2. 워크플로우 프레임워크: 연구방향

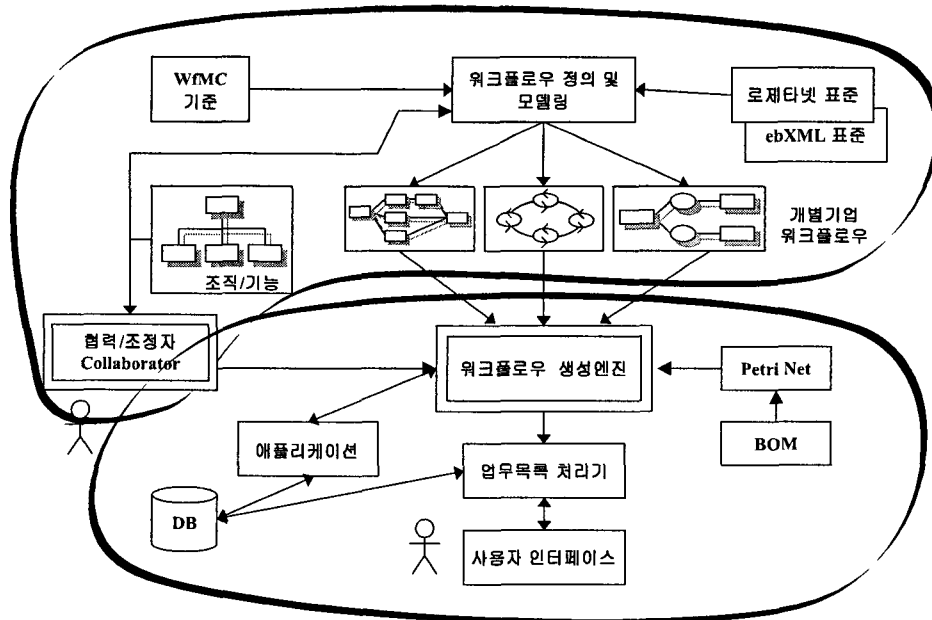
최근에는 B2B와 e-business의 발전으로 인하여, 기업의 비즈니스 프로세스가 기업 내부뿐만 아니라 기업외부와 연동되어 구현되는 것이 필수적으로 요구되고 있다. 그러나 이러

한 글로벌한 구현도 일차적으로는 기업 내부 프로세스가 원활히 구현되어야 하며, 이를 기반으로 기업간, 국제간에 비즈니스 프로세스가 상호 연결되고 처리되어야 한다.

본 연구의 궁극적인 목표는 B2B 구현을 위한 워크플로우를 구축하는 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서 기업 간에 상이한 프로세스가 상호 인터페이스가 가능하도록 Collaborative 워크플로우를 모델링하는 프레임워크를 개발하는 연구가 필요하며, 다른 한편으로는 이 프레임워크에 따라 세부적으로 워크플로우를 구현해 나가야 한다. 이들 간의 관계를 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다.

이 그림에서 위 부분의 연구는 WfMC 표준을 기반으로 하여 B2B가 실현가능한 시스템을 설계하고, 기업간 및 국제적으로 비즈니스 프로세스가 인터페이스가 되는 프레임워크를 구현하는 것이며, 아랫 부분의 연구는 워크플로우를 BOM 상의 제품 정보로부터 업무 프로세스를 high-level Petri Net형식으로 자동적으로 생성할 수 있는 엔진을 개발함으로써, 사용자 인터페이스가 가능하게 하는 것을 목적으로 하고 있다. 이러한 구상 하에서 본 연구의 범위는 <그림 1>의 아랫 부분으로 국한된다.

그 동안 워크플로우의 성능 향상을 위하여 다양한 방법들이 제안되었다. 그 중에 몇 개만 살펴본다. 먼저 사용자가 업무 프로세스를 편리하고 쉽게 정의할 수 있도록 프로세스 디자이너의 개선에 초점을 맞춘 연구들이 있었다. (예를 들어, 이창우 등, 2001) 또한 워크플로우 엔진의 성능 향상을 위하여 이동 에이



<그림 1> 본 연구의 방향

한국과학기술원(KAIST) 2002년 5월 3일~4일

전트의 적용하여 워크플로우 엔진의 기능을 분산시키고자 하는 시도도 있었다.(예를 들어, 박원주 등, 2000; Gerhard, 2000) 그리고 웹 기반의 워크플로우도 제안되었다.(안승해 & 백창현, 2000) 또한 기존의 워크플로우 관리 시스템이 비즈니스 프로세스에 대하여 너무 틀에 구속적인 모형화 및 자동화를 강요함으로써, 현실의 작업현장에서 발생하는 다양한 형태의 예외상황 등을 해결하기에는 한계를 지니는 것으로 간주하고, 워크플로우의 실행시 발생할 수 있는 예외상황을 처리하고 사용자의 자율성을 허용해 줄 수 있는 적응적인 WFMS(adaptive WFMS)에 대한 연구도 많이 진행되고 있다. (예를 들어, 이하빈 & 박성주, 2001) 그 외에도, 분산되고 이질적인 가상기업의 환경에서도 에이전트 개념을 적용한 워크플로우 관리시스템의 프레임워크가 제시되기도 하였다. (김용훈 등, 1998)

이러한 연구들은 모두 사용자가 미리 정확한 업무 프로세스를 파악하였다고 묵시적으로 전제하고, 이 작업 이후의 여러 후속 작업에 필요한 프로세스 디자이너나 워크플로우 엔진의 성능 향상 등에 치중하였다. 그러나, BOM과 같은 제품/서비스 정보는 업무 프로세스에 대한 많은 정보를 포함하고 있는 반면, 이 정보를 업무 프로세스를 디자인하는 과정에서 활용하고자 하는 노력은 상대적으로 소홀히 다루어져 왔다.

3. BOM 정보: 제품/서비스 구조의 모델링

BOM이란 제품의 구조를 나타내기 위하여 제조업에서 사용되고 있다. BOM이란 어떤 제품을 제조하기 위하여 어떤 부품/자재들이 소요되는가를 명시한다. MRP 시스템도 BOM을 생산계획 및 재고 관리의 시발점으로 사용하고 있다. 한편, 대출, 보험 청구, 세금 부과 등 은행, 보험 및 관공서에서 볼 수 있는 관리 프로세스도 또한 제품을 생산하는 셈이 된다. 워크플로우의 관점에서 볼 때, 비즈니스 프로세스를 관리 프로세스와 생산 프로세스로 구분할 수 있다. 이 두 유형의 프로세스는 많은 면에서 공통점을 지니고 있다. 예를 들어, throughput time, 대기시간, 서비스 수준 및 가동률과 같은 성과 지표는 이 두 영역에서 모두 중요한 역할을 담당한다. 또한, 두 유형의 프로세스에서는 모두 하나의 비즈니스가 여러 단위 업무들의 흐름으로 구성되어 있고, 이 단위 업무들을 여러 자원에 할당하는 일에 초점을 맞추고 있다. 반면에, <표 1>과 같은 차이점도 보이고 있다.

구분	생산 프로세스	관리 프로세스
제품	물리적 객체	정보를 수록한 문서
주요 자원	기계, 로봇, 인간, 컨베이어 벨트, 트럭	인간

<표 1> 생산 프로세스와 관리 프로세스

생산 프로세스 상의 물류 관리를 지원하기 위하여 BOM을 비롯하여, MRP, OPT, JIT, TQM, DRP 등 여러 가지 기법 및 툴들이 개발되어 왔다. 그러나, 현재까지 워크플로우 분야에서는 업무 프로세스의 자동화에는 많은 연구가 이루어 졌지만, 생산 프로세스 상의 이러한 물류 기법을 관리 프로세스의 설계시에 적절히 이용하는 방안을 강구하는 데에는 상당히 소홀하였다. 관리 및 생산이라는 두 도메인 사이의 차이점에도 불구하고, 생산 분야의 물류 기법을 관리 분야에도 응용할 수 있을 것으로 판단하여, BOM이라는 생산 프로세스 상의 제품 정보를 관리 프로세스 상의 서비스 정보도 포함하는 것으로 간주하고, BOM을 워크플로우의 설계에 이용할 수 있는 방법을 모색한다.

본 연구에서는 아래의 모든 조건들을 동시에 만족하는 tuple (C, r, mandatory, optional, choice)을 BOM으로 정의한다. 여기서

- ① C: 모든 component들의 집합
 - ② $r \in C$: root component
 - ③ $mandatory \in C \rightarrow P(C)$,
 - ④ $optional \in C \rightarrow P(C)$,
 - ⑤ $choice \in C \rightarrow P(C)$,
- 위에서 $\rightarrow P(C)$ 는 mandatory, optional, 또는 choice component 중의 어느 하나가 (parent) component들의 집합(C) 중의 한 component로 연결될 수 있음을 의미한다.
- ⑥ $| \{c \mid c \in mandatory(c'), c' \in C\} | + | \{c \mid c \in optional(c'), c' \in C\} | + | \{c \mid c \in choice(c') \wedge cs \in choice(c'), (c', cs) \in C \times C\} | \leq 1, \forall c \in C$
즉, 각 component c는 임의의 component c'에 대하여 mandatory, optional, 또는 choice component 중 하나에만 해당될 수 있다.
 - ⑦ $R \subseteq C \times C$ such that $(c_1, c_2) \in R$ iff $c_1 \in mandatory(c_2) \cup optional(c_2) \cup (choice \in (c_2))$
 - ⑧ R은 r을 가진 tree를 나타낸다.

4. Petri Net: 워크플로우 프로세스의 모델링

한국과학기술원(KAIST) 2002년 5월 3일~4일

프로세스 모델링 기법들은 대상 프로세스에 대한 통찰력을 가질 수 있게 하고, 대상 프로세스를 분석할 수 있게 해 주며, 새로운 워크플로우를 제안하고 구축할 수 있게 해 주기 때문에, 생산 및 관리 물류, 정보 시스템, 기술 시스템 등 여러 애플리케이션 도메인에서 사용되고 있다. 프로세스 모델링 기법의 종류로는 Flowchart, Dataflow diagram (DFD, IDEF), Transition system, State transition diagram, Queueing network 및 Markov chain, (High-level) Petri nets, 그리고 WfMS에서 사용되는 벤더 제공 diagramming 기법, 시뮬레이션 tool 및 CASE tool 등 매우 다양하다.

한편, 워크플로우 프로세스를 모델링하기 위한 툴은 formal semantic을 가지고, graphical 능력을 가지고, 사용하기 쉽고, 배우기 쉽고, 높은 표현력을 가지고, 여러 툴들에 의해 지원되고, 특정 벤더에 종속되지 않고, 또한 시스템의 상태(states) 및 이벤트를 명확하게 표현할 수 있어야 한다.

Petri Net은 워크플로우 프로세스를 모델링하고 분석하는데 사용될 수 있는 기법이다. 1962년 Carl Adam Petri에 의해 고안된 고전적 Petri Net은 ① 네트워크가 너무 방대하고 너무 복잡하며, ② 주어진 하나의 상황을 모델링하는 데 과도한 시간이 소요되며, ③ 시간 및 데이터를 처리할 수 없는 문제 등으로 인하여 실용성이 낮았다. 80년대 이후, high-level Petri Net의 도입을 통하여 deadlock, unbounded 및 never-ending 등의 로직 에러를 피하는 데 사용되는 등 실용적인 사용 빈도가 증가하였다.

<표 2>와 같은 High-level Petri Nets의 특성들을 이용하면, 1) 선후 관계 제약(Precedence constraints), 2) Grouping, 및 3) 반복 수행(Iteration) 등을 포함한 프로세스를 표시할 수 있다.(Aalst and Hee, 2002.)

특성	용도
color	component의 속성을 모델링할 수 있다.
time	component 및 전체의 수행도를 분석하는 데 사용할 수 있다.
hierarchy	모델의 구조화에 사용할 수 있다.

<표 2> high-level Petri net의 특성

Petri Net은 탄탄한 이론적 기반을 가지고 있으며, 오늘날의 WfMS에 사용되는 프로세스 모델링 기법과 유사하다. 본 연구에서는 Petri Net을 tuple (P, T, R)로 정의된다. 여기서, P는 place들의 집합을, T는 transition들의 집합

을, 그리고, $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$ 는 arc들의 집합을 나타낸다. 그리고 워크플로우 프로세스를 high-level Petri Net 형식으로 표시한다. 기존의 워크플로우를 사용할 때, 초기의 업무 프로세스 정의 단계에는 대개 많은 시간이 요구되었으며, 마땅한 툴이 존재하지 않았다. 이러한 여건 속에서 Petri Net은 다음과 같은 장점을 지니게 된다.

- ① 제품/서비스 구조에 대한 정보를 담고 있는 BOM을 적극적으로 이용함에 따라, 워크플로우 상에서 처리될 업무 프로세스의 대강을 워크플로우 사용의 초기단계에서 정의할 수 있다.
- ② 워크플로우 설계자들로 하여금 업무의 내부 프로세스 대신에 최종 제품의 관점에서 생각할 수 있도록 해준다. 즉, BOM 기반 위에서 WfMS를 자동적으로 구성할 수 있는 기초를 마련해 준다.
- ③ 모든 워크플로우를 Petri Net 이라는 하나의 통일된 표현방식으로 일관성 있게 나타낼 수 있다.
- ④ 워크플로우 상에서 업무 프로세스의 논리적 오류를 사전에 찾아낼 수 있고, 업무 프로세스의 개선을 위한 분석에도 효율적으로 사용될 수 있다.
- ⑤ 업무 프로세스의 정의 시간을 대폭 단축시켜 줌으로써, 워크플로우의 전체적인 개발 기간도 그에 비례하여 줄어든다.

5. BOM으로 부터 Petri Net의 생성

3절에서 정의한 BOM 즉, tuple (C, r, mandatory, optional, choice)이 주어졌을 때, out_c와 in_c를 다음과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} out_c &\equiv \{x \in C \mid (c, x) \in R\}, \\ in_c &\equiv \{x \in C \mid (x, c) \in R\}, \\ in_c &= mandatory(c) \cup optional(c) \cup choice(c) \end{aligned}$$

위의 기호들을 사용하여 BOM으로부터 Petri Net의 생성 알고리즘을 다음과 같이 기술할 수 있다.(Aalst, 1999)

(단계 1) $P = \{in_r, out_r\}$, $T = \{r\}$, $F = \{(in_r, r), (r, out_r)\}$ 로 놓고 Petri net, $PN = (P, T, F)$ 을 생성한다. 그리고 (단계 2)로 간다.

(단계 2) $PN = (P, T, F)$ 을 사용한다. 만약 $(T \text{ and } C) = \text{null}$ 이면, (단계 4)로 간다.

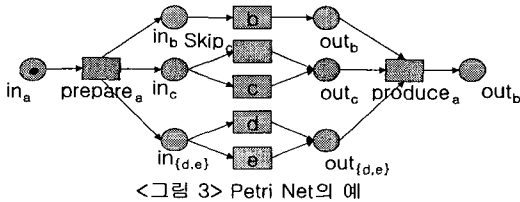
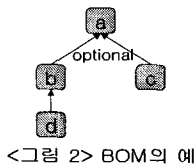
그렇지 않으면, (T and C) 안에서 하나의 component c를 선택한다. 만약 C에 대한 input이 null이면, transition c의 레이블을 produce_c로 바꾸고 (단계 2)로 간다. 그렇지 않으면, (단계 3)으로 간다.

(단계 3) transition c를 아래의 place와 transition 들을 사용한 subnet으로 대체한다:

$P_{out} := \{out_x \mid x \text{ in input to } c\}$
 $P_{in} := \{in_x \mid x \text{ in input to } c\}$
 $P' := P \text{ or } P_{out} \text{ or } P_{in};$
 $T' := (T - \{c\}) \text{ or } \{prepare_c, produce_c\}$
 $\text{or } \{input \text{ to } c\} \text{ or } T_{skip}$
 $T_{skip} := \{skip_x \mid x \text{ in optional}(c)\}.$
 $F' := (F - \{(in_c, c), (c, out_c)\}) \text{ or}$
 $\{(in_c, prepare_c), (produce_c, out_c)\} \text{ or}$
 $\{(out_x, produce_c) \mid x \text{ in input}(c)\} \text{ or}$
 $\{(x, out_x) \mid x \text{ in input}(c)\} \text{ or}$
 $\{(in_x, x) \mid x \text{ in input}(c)\} \text{ or}$
 $\{(prepare_c, in_x) \mid x \text{ in } (input(c)) \text{ or}$
 $\{(skip_x, out_x) \mid x \text{ in optional}(c)\} \text{ or}$
 $\{(in_x, skip_x) \mid x \text{ in optional}(c)\}$

(단계 4) 단지 하나의 input place와 하나의 output place를 가진 각각의 preparation transition (즉, prepare_x 형태의 transition)에 대하여, 그 transition을 제거하고, input과 output place를 하나의 place로 합친다.

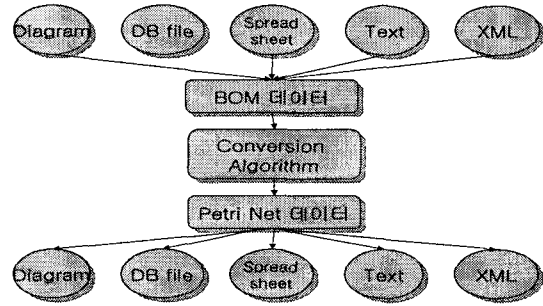
<그림 2>의 BOM이 주어졌을 때, 이 BOM을 입력 데이터로 하여 위의 알고리즘을 적용하면 <그림 3>와 같은 Petri Net이 생성되어야 한다.



6. 알고리즘의 구현 사례

본 절에서는 이제까지 설명한 이론 및 알고리즘의 타당성을 보이기 위하여, BOM 정보를 입력하면 이에 대응하는 업무 프로세스를 자동으로 생성시키는 알고리즘을 핵심으로 하는 시스템의 구현 내용을 설명한다. BOM이나 Petri Net 정보는 <그림 4>에서와 같이 다이어그램, DB 파일, Spreadsheet, 일반 텍스트 또는 XML 문서 등 다양한 포맷 중 선택된 한 가지 형태로 나타낼 수 있다. 따라서 BOM 정보로부터 Petri Net 정보를 생성하는 과정은 다음과 같이 세 가지 단계로 세분해 볼 수 있다.: 첫째, BOM 다이어그램으로부터 BOM 정보를 추출하여 다른 포맷(예를 들어, spreadsheet 파일)으로 전환시킨다. 둘째, BOM 정보로부터 Petri net 정보를 생성시키

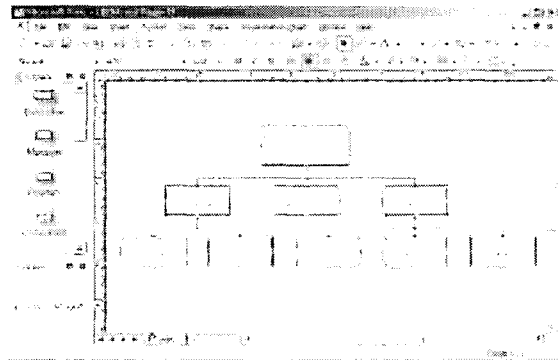
는 알고리즘을 적용시킨다. 셋째, Petri net 정보로부터 Petri Net 다이어그램을 생성시킨다.



<그림 4> BOM 및 Petri Net 정보의 표현 양식

6.1 BOM 정보의 입력

본 연구에서는 먼저 BOM 정보를 다이어그램 형식으로 입력한 후, 이 다이어그램으로부터 BOM 정보를 Excel 파일 형태로 추출한다. 이를 위해 Microsoft사의 Visio 프로그램을 이용하여 BOM 다이어그램을 작성한다. Visio는 각종 다이어그램을 쉽게 작성할 수 있도록 지원해 주는 일종의 응용 소프트웨어로서, 다양한 종류의 다이어그램을 그릴 수 있도록 여러 가지 종류의 stencil이 준비되어 있다.(Eaton, 2001.) 본 연구에서는 Visio에 내장된 여러 가지 stencil 중 조직도(Organization Chart) stencil을 이용하여 BOM을 나타내기로 한다. 이 stencil 안에는 지정된 도형을 생성할 수 있는 여러 가지 종류의 master가 존재한다. 각 master는 지정된 shape의 instance들을 생성할 수 있다. 각 instance가 공통적으로 필요로 하는 속성들을 master의 custom property로 만들 수 있기 때문에, 이 기능을 이용하여 BOM내 각 부품/단위활동에 대한 정보(예를 들어, 부품명, 부품의 소요량, 상위 부품명 등)를 속성값으로 나타낸다. <그림 5>는 Visio의 조직도 stencil을 사용하여 BOM의 정보를 다이어그램 형태로 입력한 후의 화면을 보여 준다.



<그림 5> 다이어그램 형태의 BOM 정보

6.2 BOM 정보의 형태 변환

Visio의 기능을 이용함으로써, 작성된 BOM 다이어그램으로부터 BOM 정보를 HTML 파일, Excel 파일, DB 파일 또는 XML 파일 등 다양한 형태의 파일로 전환시켜 저장할 수 있다. 반대로, Visio의 조직도(Organization chart) stencil의 organization chart wizard를 이용함으로써, Excel 파일, txt 파일, 또는 ODBC 지원 DB 파일 형태로 저장된 BOM 정보로부터 BOM 다이어그램을 그릴 수도 있다.

<그림 6>은 <그림 5> 형태의 BOM 정보를 Excel 파일의 형태로 전환시킨 결과를 나타낸다. 여기서 Report_to 열은 각 부품/단위업무의 상위 부품/단위업무의 이름을 나타낸다. 이 항목의 값이 없는 부품/단위업무가 최상위에 위치하는 부품/단위업무를 나타낸다. OptionChoice 열은 각 부품이 상위부품에 대해 mandatory 부품인지, option 부품인지, 또는 choice 부품인지를 나타낸다.

Name	Title	Number of Item	OptionChoice	Report to
10	PROCESSED PART			
11	BRACKET PART			
12	WHEEL PART			
13	WHEEL ASSEMBLY			
14	WHEEL ASSEMBLY			
15	WHEEL ASSEMBLY			
16	WHEEL ASSEMBLY			
17	WHEEL ASSEMBLY			
18	WHEEL ASSEMBLY			
19	WHEEL ASSEMBLY			
20	WHEEL ASSEMBLY			
21	WHEEL ASSEMBLY			
22	WHEEL ASSEMBLY			
23	WHEEL ASSEMBLY			
24	WHEEL ASSEMBLY			
25	WHEEL ASSEMBLY			
26	WHEEL ASSEMBLY			
27	WHEEL ASSEMBLY			
28	WHEEL ASSEMBLY			
29	WHEEL ASSEMBLY			
30	WHEEL ASSEMBLY			
31	WHEEL ASSEMBLY			
32	WHEEL ASSEMBLY			
33	WHEEL ASSEMBLY			
34	WHEEL ASSEMBLY			
35	WHEEL ASSEMBLY			
36	WHEEL ASSEMBLY			
37	WHEEL ASSEMBLY			
38	WHEEL ASSEMBLY			
39	WHEEL ASSEMBLY			
40	WHEEL ASSEMBLY			
41	WHEEL ASSEMBLY			
42	WHEEL ASSEMBLY			
43	WHEEL ASSEMBLY			
44	WHEEL ASSEMBLY			
45	WHEEL ASSEMBLY			
46	WHEEL ASSEMBLY			
47	WHEEL ASSEMBLY			
48	WHEEL ASSEMBLY			
49	WHEEL ASSEMBLY			
50	WHEEL ASSEMBLY			

<그림 6> Excel 파일 형태의 BOM 정보

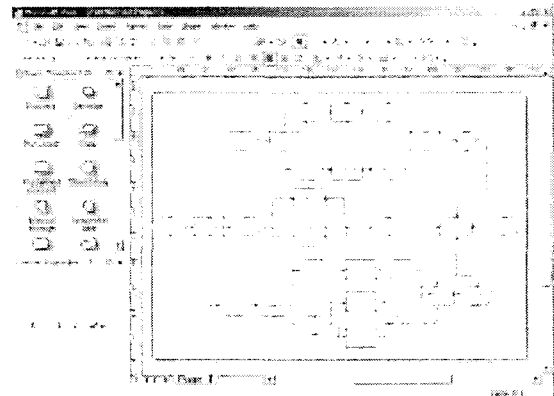
6.3 Petri Net 정보의 생성

5절의 알고리즘을 Excel의 VBA(Visual Basic for Application)를 통하여 Petri Net 정보를 생성하였다. 또한 본 시스템의 각 과정을 제어할 수 총괄 기능도 이 단계에서 GUI로 구현하였다. 본 알고리즘 적용시 입력 데이터에 해당하는 BOM 정보 및 출력물에 해당하는 Petri net 정보의 형태로는 편의상 모두 Excel 파일을 사용하였다. 물론 필요한 경우에는 데이터베이스 파일을 사용하여 위와 동일한 과정을 거칠 수 있다.

6.4 Petri net 다이어그램의 생성

이 단계에서는 6.2절에서 구한 Petri net

을 그릴 수 있는 외부 정보를 바탕으로 Petri net 다이어그램을 그리는 기능을 구현한다. 먼저 다이어그램을 나타내는 도구로는 Visio 프로그램을 사용한다. Visio는 다른 애플리케이션의 실행 결과로 생성된 데이터를 Visio 애플리케이션의 입력 데이터로 바로 사용할 수 있는 기능을 가지고 있다. Visio에서는 이 기능을 보통 VBA를 사용하여 구현하고 있다. (Microsoft Corporation, 2001) <그림 7>은 6.2절에서 구한 Excel 파일 형태의 Petri net 정보를 입력 데이터로 하고, 5절의 Petri net 생성 알고리즘을 VBA로 구현한 결과로 생성된 Petri net 다이어그램을 나타낸다. 이 그림에서 Visio의 Flowchart stencil을 사용하였으며, 그 중에서 Process 및 Preparation의 두 master 만을 사용하고, custom property를 이용하여 필요한 속성들은 추가로 정의하여 사용하였다.



<그림 7> 생성된 Petri net

이렇게 구해진 Petri net을 가지고서 업무 프로세스의 상세 설계에 바로 착수할 수 있게 됨으로써, 업무 프로세스의 디자인 시간을 대폭 단축할 수 있게 되었다. 프로세스 디자이너에는 Process 정의, Activity, Transition 정보, Application 선언, Participant 및 워크플로우 관련 데이터를 나타낼 수 있어야 한다. (WfMC Work Group 1, 1999) Petri net을 생성하는데 사용된 본 시스템은 기본적으로 Activity 및 Transition 정보를 지니고 있기 때문에, Application 선언 및 Participant 등 나머지 정보들을 나타낼 수 있는 기능을 추가하여, 프로세스 디자이너로서의 역할을 수행할 수 있다.

7. 결론

본 연구에서는 워크플로우 프로세스라는 대상 객체를 BOM(bill of material) 형식에서 High level Petri net 형식으로 자동적으로 생성할 수 있는 알고리즘의 구현 사례를 소개하

한국과학기술원(KAIST) 2002년 5월 3일~4일
였다. 이를 위해 먼저, 워크플로우 프로세스의 개발 시간을 단축시키는 데 있어 핵심을 이루고 있는 BOM의 특성을 살펴 보았다. BOM은 제조되는 제품/서비스의 구조에 대한 정보를 지니고 있다. 관리 및 생산이라는 두 도메인 사이의 차이점에도 불구하고, 생산 분야의 BOM 정보의 이용방식이 관리 프로세스의 설계에도 이용될 수 있다는 사실을 이용하였다. 그리고 업무 프로세스를 표현하는 방법론이 되는 Petri net의 특징을 살펴 보았다.

마지막으로 BOM 정보로부터 Petri net을 생성하는 알고리즘을 설명하고, 이 알고리즘의 구현 사례를 소개하였다.

워크플로우 프로세스를 Petri net의 형식으로 표시함으로써, 기존의 Petri net에 대한 수많은 이론들을 업무 프로세스의 개선에 활용할 수 있는 기반을 조성하였다.

앞으로 본 연구에서 제시한 BOM 정보를 이용한 Petri net 자동 생성 기능을 프로세스 디자이너에 포함시킴으로써, 워크플로우의 개발 시간을 크게 단축시킬 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 정보통신부의 대학기초연구지원사업으로 수행되었습니다.

참고 문헌

김용훈, 최인준, 이창우, "가상 기업을 위한 모바일 에이전트 바탕의 워크플로우 관리 시스템," 대한산업공학회/한국경영과학회 '98 춘계공동학술대회 논문집, 1998.

박원주, 김병만, 김현수, "이동 에이전트 기반 워크플로우 시스템의 설계 및 구현", 소프트웨어공학회지, 2000.

안승해, 백창현, 워크플로우, (주)시사정보기술, 2000.

이창우, 최혁승, 김한중, 김정수, 김선호, "Web-based Workflow Management System을 위한 Process Designer 개발," 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2001.

이하빈, 박성주, "조직변화에 유연한 지능형 워크플로우 자동화 시스템," 경영정보학연구, 제11권 제3호, pp.149-163, 2001.

Frank Leymann and Dieter Roller, Production Workflow : Concepts and Techniques, Prentice Hall PTR, 2000.

Gerhard, Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, The MIT Press, 2000.

Microsoft Corporation, Developing Microsoft Visio Solutions, Version 2002 : Inside Out, Microsoft Press, 2001.

Nanette Eaton, Microsoft Visio Version 2002

: Inside Out, Microsoft Press, 2001.

WfMC Work Group 1, Workflow Management Coalition Interface 1: Process Definition Interchange Process Model, WfMC TC-1016-P, 1999.

Wil van der Aalst and Kees van Hee, Workflow Management: Models, Methods, and Systems, MIT Press, 2002.

W.M.P van der Aalst, "On the automatic generation of workflow processes based on product structures," Computers in Industry, pp.97-111, 1999.