

## VMS 를 위한 Unified Modeler Framework 개발

### Development of a Unified Modeler Framework for Virtual Manufacturing System

이덕웅, 황현철, 최병규

이덕웅 KAIST [ldw721@bezier.kaist.ac.kr](mailto:ldw721@bezier.kaist.ac.kr) 042-869-3155

황현철 KAIST [hcwhang@bezier.kaist.ac.kr](mailto:hcwhang@bezier.kaist.ac.kr) 042-869-3155

최병규 KAIST [bkchoi@bezier.kaist.ac.kr](mailto:bkchoi@bezier.kaist.ac.kr) 042-869-3115

#### ABSTRACT

VMS (virtual manufacturing system) may be defined as a transparent interface/control mechanism to support human decision-making via simulation and monitoring of real operating situation through modeling of all activities in RMS (real manufacturing system). The three main layers in VMS are *business process* layer, *manufacturing execution* layer, and *facility operation* layer, and each layer is represented by a specific software system having its own input modeler module. The current version of these input modelers has been implemented based on its own "local" framework, and as a result, there are no information sharing mechanism, nor a common user view among them. Proposed in this paper is a unified modeler framework covering the three VMS layers, in which the concept of PPR (product-process-resource) model is employed as a common semantics framework and a 2D graphic network model is used as a syntax framework. For this purpose, abstract class PPObj and GraphicObj are defined and then a subclass is inherited from the abstract class for each application layer. This feature would make it easier to develop and maintain the individual software systems. For information sharing, XML is used as a common data format.

#### 1. 서론

실제 제조시스템에서 일어나는 일련의 일들을 통합적으로 모델링하고, 시뮬레이션과 모니터링을 통하여 투명하게 관리 통제 하고자 하는 정보 시스템을 Virtual Manufacturing System(이하 VMS)라 한다<sup>[1]</sup>. VMS 관점에서 제조시스템은 크게 1) Business process layer, 2) Manufacturing execution layer, 3) Facility operation layer 로 나누어 진다. Business process layer 는

가장 상위의 사무실에서 회사의 business process 를 정의하고 이에 따라 업무를 처리하는 단계를, manufacturing execution layer 는 실제 제품을 생산하기 위한 스케줄링을 정의하는 단계를, facility operation layer 는 실제 생산을 지원하기 위한 작업물과 설비 등을 정의하는 단계를 말한다. 이런 각각의 3 layer 는 이를 지원하는 BPMS<sup>[2]</sup>, MES<sup>[3]</sup>, VFS<sup>[4]</sup>의 정보시스템이 존재하고, 이 정보시스템의 인풋 모델을 모델링 해주는 별도의 모델러(modeler) 소프트웨어가 존재한다. 현재 이러한 모델러는 각각의 고유한 영역에만 맞추어져 있어, 이들간의 정보 공유가 어렵고, 사용자에게 서로 다른 모델링 환경을 제공하고 있다. 또한, 각각의 모델러는 서로 다른 소프트웨어가 지원하고 있어 소프트웨어의 유지 및 보수 측면에서 많은 시간 및 비용이 소요된다.

본 논문에서는 제조업체의 여러 분야 중, 앞에서 언급한 3 가지 layer 만을 연구 범위로 삼는다. 이러한 각각의 3 가지 layer 에서 사용하고 있는 기존의 모델러들을 분석하여 하나의 환경에서 지원 가능한지 그 가능성을 검토하고, 이에 따른 Unified Modeler Framework 을 제안하고 적용해보도록 한다.

#### 2. VMS 를 위한 모델러 분석 및 리엔지니어링

##### 2.1 기존 모델러 분석

기존 모델러를 분석하는 접근 방법으로, 모델링을 대상에 관한 '구성 요소', 모델링을 하는데 필요한 노드와 아크에 관한 'Graphics', 모델링 결과를 나타내기 위한 '자료 구조' 의 3 가지 관점으로 나누어 분석하도록 한다.

##### 2.1.1 Business process 모델러

본 논문에서는 핸드소프트에서 개발한 Bizflow 프로세스 디자이너<sup>[5]</sup>를 business process

layer 기존 모델러의 대상으로 한다. Bizflow 프로세스 디자이너와 함께 WfMC에서 제안한 프로세스 정의 표준<sup>[6]</sup>을 참고 모델로 분석한다.

Bizflow 프로세스 디자이너는 한 프로젝트를 구성하는 일련의 업무 흐름을 하나의 최종 모델링 대상으로 한다. 이에 따라 여러 종류의 단위 업무(activity), 참여자, 어플리케이션, 연결 관계의 구성 요소를 갖고, Graphics를 이루는 노드는 단위 업무가, 아크는 연결 관계가 해당된다. 자료구조 측면에서, 모델링한 결과의 모델은 확장자가 wdl인 XML 기반 형태로 저장된다.

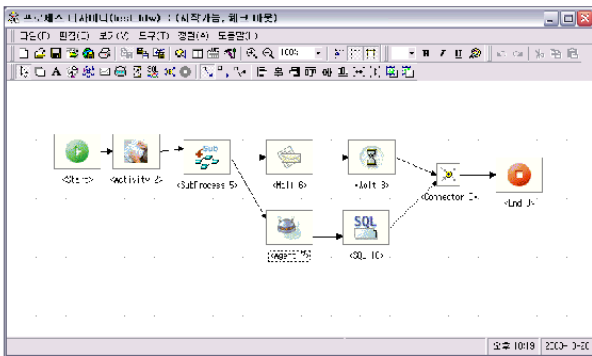


그림 1. Business process 모델러 화면

### 2.1.2 BOP 모델러

본 논문에서는 상용 MES인 LSE(Loading Schedule Editor)시스템<sup>[3]</sup>에서 사용하고 있는 BOP 에디터를 manufacturing execution layer 기존 모델러의 대상으로 한다. 기존의 BOP 모델러는 다른 모델러와 달리, 트리 형태로 편집할 수 있는 에디터와 에디터에서 모델링한 모델을 단순히 2D 그래픽 네트워크로 표현해주는 뷰어로 분리되어 있다.

BOP 모델러는 실제 제조업 업무 흐름 중 양산 단계에 투입될 완제품과 그 완제품에 대한 BOM<sup>[7]</sup> 정보 및 필요한 공정의 네트워크를 모델링 대상으로 한다<sup>[8]</sup>. 이에 따라 완제품, 블록소재, 도면, NC 프로그램, 전극, 공정, 작업설비, 연결 관계의 구성 요소를 갖고, Graphics를 이루는 노드는 완제품, 블록소재, 도면, NC 프로그램, 전극, 공정이, 아크는 연결 관계가 해당된다. 자료 구조 측면에서, 모델링한 결과의 모델은 확장자가 bis인 텍스트 형태로 저장된다.

### 2.1.3 JR-net 모델러

본 논문에서는 상용 VFS(Virtual Factory Simulator)시스템에서 사용하고 있는 JR-net 모델러<sup>[9]</sup>를 facility operation layer 기존 모델러의 대상으로 한다.

JR-net 모델러는 실제적인 자동화 제조 시스템의 설계 과정을 그대로 반영한 사용

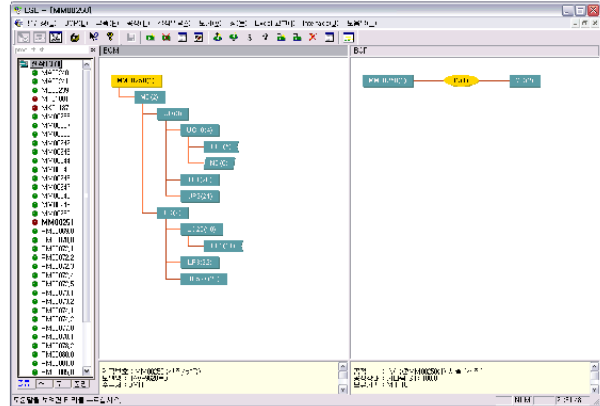


그림 2. BOP 모델러 화면

자 중심의 모델링 도구로<sup>[4]</sup>, 자동화 공장의 Job과 Resource 및 그 관계를 모델링 대상으로 한다. 이에 따라 여러 설비 배치 모델, 작업물 흐름 모델, 제어 모델의 구성 요소를 갖고, Graphics를 이루는 노드는 설비 배치 모델과 제어 모델의 토큰백(token bag), 연산자, 더미(dummy), 스케줄이, 아크는 작업물 흐름 모델과 제어 모델의 정보 흐름이 해당된다. 자료 구조 측면에서, 모델링한 결과의 모델은 확장자가 jnt인 텍스트 기반 형태로 저장된다.

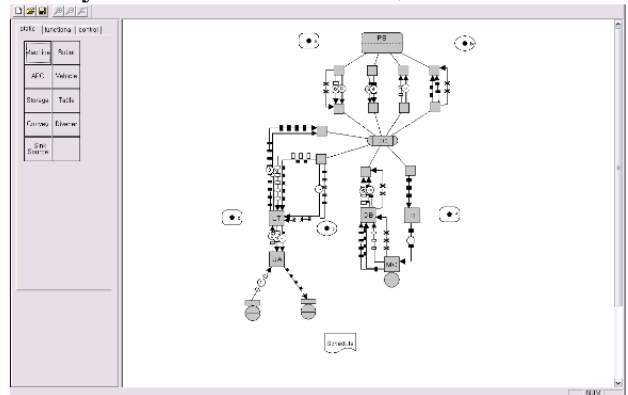


그림 3. JR-net 모델러 화면

## 2.2 리엔지니어링 기준

기존 3가지 모델러의 유사점과 차이점을 분석하기 위해 리엔지니어링의 기준을 Fig. 4와 같은 접근 방법에 따라 제시한다.



그림 4. 리엔지니어링 분류 기준 접근 방법

앞 절에서 살펴본 기존 모델러의 ‘구성요소’는 semantics 관점에서 PPR-모델(Product-Process-Resource model)로 바라 볼 수 있다. 본 논문에서 대상으로 하는 VMS의 3 layer는 구체적인 딜리버러블(deliverable)을 만들어 내는 일이 주를 이루고 있고, 유한한 capacity를 이용하여 이를 처리해주며, 이러한

딜리버러블을 만들기 위한 자원(resource)이 존재하는 PPR-모델을 모델링 대상으로 한다.

다음으로 'Graphics'는 syntax 관점에서 2D 그래픽 네트워크 에디터로 바라볼 수 있다. 이는 모델링하는 사용자의 편의를 위한 일반적인 특징인 feature 와 실제 모델링을 해주는 노드와 아크에 관한 functionality 로 구분할 수 있다. 또한 functionality 는 실제 노드와 아크를 그려주는 graphic view 와 모델 자체의 정보 및 노드와 아크의 해당 정보를 입력하는 information view 로 나뉜다.

마지막으로 '자료 구조' 측면에서 모델 결과를 XML 파일의 형태로 가져간다. 각각의 모델에 대한 스키마를 XSD(XML Schema Definition) 표준의 형태로 정의하고 이에 유효한 XML 파일을 모델링 결과 모델 파일로 갖는다.

### 2.3 리엔지니어링 결과

리엔지니어링 기준에 따라 3 가지 모델러를 분석한 결과는 표 1 과 같다.

표 1. 3 가지 모델러의 리엔지니어링 결과

구분	세부 기준	BP modeler	BOP modeler	JR-net modeler
모델링 대상 및 범위		프로젝트를 구성하는 정형화된 업무를 정의	완제품에 대한 BOM 과 공정의 네트워크	자동화 제조 시스템에서의 Job 과 Resource 및 그 관계
Semantics (PPR-모델)	Product	프로젝트, 단위 업무의 산출물	완제품, 블록소재, 도면, NC 프로그램, 전극	Job, JA 토큰백
	Process	단위 업무	공정	프로세스 플랜, 스케줄
	Resource	참여자, 어플리케이션	작업설비	설비배치 모델 RA 토큰백
	Transition	선후 관계, 브랜칭	선후 관계, 조립/분해, 브랜칭	작업물 흐름 모델 제어 모델의 정보 흐름
Syntax (2D 그래픽 네트워크 에디터)	Graphic view 노드 아크	단위 업무 단위 업무의 산출물	공정, 완제품, 블록소재, 도면, NC 프로그램, 전극	설비배치 모델 제어 모델의 토큰백, 연산자, 더미, 스케줄 제어 모델에서 작업물 흐름 모델
		선후 관계, 브랜칭	선후 관계, 조립/분해, 브랜칭	작업물 흐름 모델, 제어 모델의 정보 흐름
	Information view	프로젝트, 단위업무, 참여자, 어플리케이션, 트랜지션	완제품, 부품, 공정, 작업설비, 제품별 작업시간	설비, 작업물 흐름 타입, 프로세스 플랜, 제어 모델
자료 구조	XML 기반	XPDL.xsd → *.xml	XBDL.xsd → *.xml	XJDL.xsd → *.xml

### 3. Unified Modeler Framework 제안

2 장에서 리엔지니어링 한 결과에 따라 3 가지 모델러의 유사점을 지원하는 unified modeler framework 을 제안한 그림은 그림 5 와 같다. PPRObject 가 semantics 의 PPR-모델을, GraphicObject 가 syntax 의 2D 그래픽 네트워크

에디터를, importer/exporter 및 XSD 부분이 자료 구조를 지원한다. 본 논문에서는 GraphicObject 에 Microsoft .NET 환경의 C#언어 기반의 일반 상용 라이브러리인 GoDiagram<sup>[10]</sup> 을 활용하였다. 또한, Importer/exporter 는 기존의 모델 사용 시스템과의 파일 입출력을 지원해주는 기능이다.

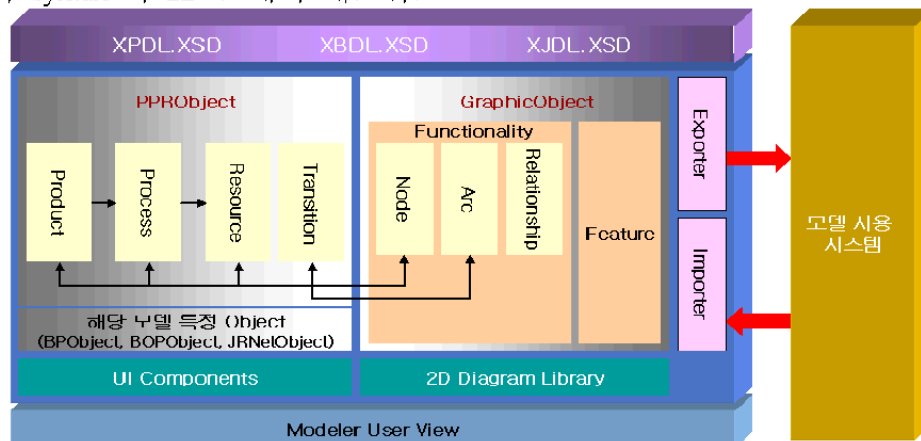


그림 5. Unified Modeler Framework

뿐만 아니라 설계 스펙의 타당성을 검토하기 위한 실제 상용화 가능한 S/W 개발이 필요하며, 추후 실제 구현한 S/W 를 제조업 도메인에 적용해 보아 그 타당성을 검토해야 한다. 또한 이를 바탕으로 reference site 를 구축하는 단계가 필요하다.

#### 4. Unified Modeler Framework 적용

그림 5 는 3 장에서 제안한 unified modeler framework 을 앞서 살펴본 business process 모델러에 적용한 예제이다. 이는 PPObject 클래스에 business process 모델러의 고유한 특성을 지원하는 클래스를 추가한 모습과 GraphicObject 를 기본 객체 모델로 갖는다. Business process 의 XSD 는 WfMC 표준 XPDL(XML Process Definition Language)<sup>[6]</sup>을 따르고, 이에 따라 모델링한 모델의 예제는 그림 7 과 같다. 다른 모델러에 적용한 사례는 생략한다.

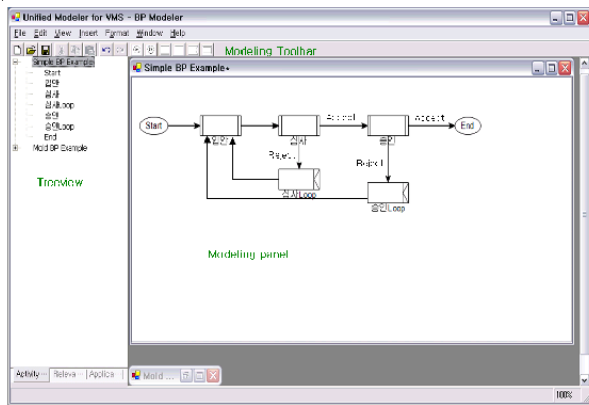


그림 6. BP 모델러 메인 GUI 및 모델링 예제

```
<Activity Id="2" Name="입원">
  <Description>동서를 Application으로 하여 결재 처리할 업무를 입원 (SimpleBP.doc App 결부)</Description>
  <Implementation>
    <Tool Id="A1" Type="APPLICATION">
      <Description>결재문서</Description>
    </Tool>
  </Implementation>
  <Performer>S</Performer>
  <StartMode>
    <Automatic></Automatic>
  </StartMode>
  <FinishMode>
    <Manual></Manual>
  </FinishMode>
  <Location>
    <X>235,35</X>
    <Y>178,65</Y>
  </Location>
</Activity>
```

그림 7. BP 모델의 XML 파일 일부

#### 5. 결론

본 논문에서는 VMS 의 3 가지 layer 에 대하여 서로 분리되어 있는 모델러의 통합 가능성을 살펴보고, 이에 대하여 unified modeler framework 를 제안하였다. 또한, 제안한 framework 을 토대로 3 가지 기존 모델러에 적용한 사례를 살펴봄으로써, VMS 를 위한 unified modeler 구현 가능성을 검증하였다.

추후 가능성 검토를 위한 프로토타입

#### 참고문헌

1. Choi, B.K., Kim, B.H., "A Human-Centered VMS Architecture for Next Generation Manufacturing", *Proceeding of 2000 International CIRP Design Seminar, Haifa, Israel, May 16-18*, pp. 169-274, 2000
2. Business Process Management Initiative, [www.bpmi.org](http://www.bpmi.org), 2000
3. 김병희, "수주생산 방식을 지원하는 제조실시시스템 개발", 박사 학위 논문, 한국과학기술원, 2001
4. 한관희, "자동화 제조 시스템의 시뮬레이션을 위한 JR-net 모델링", 박사 학위 논문, 한국과학기술원, 1996
5. "Bizflow process designer manual", Handysoft, [www.handysoft.co.kr](http://www.handysoft.co.kr), 2000
6. Robert Norin, "Workflow Process Definition Interface -XML Process Definition Language", *Workflow Management Coalition*, document number WFMC-TC-1025, 2002
7. Mather, H., "Bill of Materials", Dow Jones-Irwin, Homeworld, IL. 1987
8. Choi, B.K., Kim, D.H., and Hwang, H., "Gantt Chart based MES for die & mold manufacturing", *Proceeding of IFIP WG5.7 Working Conference on Managing Concurrent Manufacturing, Seattle, Wash., Sep. 11-15*, pp. 105-114, 1995
9. 차은성, "JR-net Editor 개발에 관한 연구", 석사 학위 논문, 한국과학기술원, 1999
10. "GoDiagram for .NET User Guide", Northwoods Software Corporation, July 2003, [www.nwoods.com/go/](http://www.nwoods.com/go/)