

## 모델베이스 설계를 위한 개념적 모델링 도구에 관한 연구

정대을\*

### < 목 차 >

I. 서론	3.1. 객체모델의 확장 필요성
II. 개념적 모델링 도구에 관한 기존 연구 검토	3.2. 확장된 객체모델
2.1. 의미데이터모델의 확장	IV. 확장된 객체모델의 적용
2.2. 수리적 모델을 위한 모델 그래프	4.1. 의사결정 요구사항 분석
2.3. 기존연구의 요약과 객체 모델의 도입 배경	4.2. 개념적 스키마 설계
III. 객체모델의 확장에 의한 개념적 모델링 도구의 개발	V. 개념적 모델링 도구의 비교
	VI. 연구과제 및 제언
	참고문헌
	Abstract

### I. 서 론

모든 의사결정자의 공통적인 특성은 데이터를 수집하고, 분석하여 의사결정을 하는데 있어 “모델”을 사용한다는 점이다. 모델은 현실 세계에 대한 추상화(abstraction)로서, 사용자들로 하여금 실세계에 대한 추론을 가능하게 한다. 합리적, 과학적 의사결정을 효과적으로 수행하기 위해서는 모델의 사용이 필수적이다.

조직에서 데이터베이스 개발과 관리가 데이터자원의사용과 통제에 있어서 여러 가지의 비효율성에 대처하기 위해 필요하듯이 모델링환경에서도 모델의 중복성제거, 모델과 그 구성요소들 간의 일치성과 무결성 보장, 모델링 자원의 공유, 모델링 활동과 모델베이스 접근에 있어 표준화, 모델독립성 확보 등을 위해서 모델베이스 개발이 필요하다(Dolk 1986).

시스템 개발측면에서 볼 때, 모델베이스 개발단계는 데이터베이스 개발단계와 유사하게 ①

\* 경상대학교 경영대학 경영정보학과 조교수

의사결정 요구분석, ②개념적 스키마 설계, ③논리적 스키마 설계, ④물리적 구현으로 나눌 수 있다. 따라서 모델베이스 개발에 있어, 모델링은 개념적 모델링(conceptual modeling)과 논리적 모델링(logical modeling)으로 나눌 수 있다.

개념적 모델링은 사용자 관점에서의 모델링으로 특정 모델관리시스템(Model Management Systems : MMS)의 모델명세요구와는 독립적으로 사용자의 의사결정요구사항을 정확히 포착하는 데 초점을 두고 있다. 개념적 모델링을 통하여 만들어진 모델을 개념적 스키마(conceptual schema)라 부른다. 논리적 모델링은 특정의 MMS가 곧바로 실행 가능한 모델포맷(model format)을 생성하는 과정으로 종래 대부분의 모델링언어들이 이 범주에 속한다. 이 때 만들어진 모델을 논리적 스키마(logical schema)라 부른다. 이러한 논리적 스키마는 모델관리시스템이 물리적 저장구조로 바꾸게 되는데 이를 물리적 스키마(physical schema)라 한다.

모델베이스 개발을 성공적으로 수행하기 위해서는 먼저 체계적인 모델베이스 개발방법이 필요하며, 각 단계별로 이러한 개발방법에 적절한 효과적인 모델링 도구의 개발과 사용이 중요하다. 그런데 지금까지 데이터베이스개발을 위한 방법과 모델링 도구에 대한 연구는 많이 진행되어 왔으나, 의사결정지원시스템(Decision Support Systems : DSS)의 모델베이스 개발을 위한 체계적인 방법과 모델링 도구에 대한 연구는 부족하였다.

특히 개념적 모델링 단계는 의사결정자가 당면한 문제해결을 위한 출발점이며, 모델수립자와 의사결정자 간에 정확한 의사소통이 요구된다. 따라서 개념적 모델링 단계에서는 의사결정자가 당면한 문제를 정확히 정의하고 이를 구조화하는 데 초점을 맞추어야 한다. 문제 구조화는 특정 문제영역에서 그 문제의 구성요소, 즉 의사결정변수 및 제약사항 등을 식별하고 이들 구성요소들이 어떻게 서로 상호작용하는지를 명백히 밝히는 작업이다. 이러한 문제구조화를 위해서는 그 문제를 의미론적으로 정확히 표현할 수 있는 사용자 지향적인 모델링 도구의 사용이 매우 중요하다(Pracht 1990).

모델베이스 내의 모델표현에 대한 지금까지의 연구는 주로 특정 모델링 시스템을 위한 논리적 스키마 표현법에 치우쳐 있었으며, 문제영역에 대한 사용자 관점을 정확히 모델링 할 수 있는 개념적 모델링에 대한 연구가 부족하였다.

모델베이스의 개념적 모델링에 대한 지금까지의 연구는 크게 두 가지 영역, 즉 데이터베이스의 의미데이터모델(semantic data model)에 대한 연구를 응용하거나, MS/OR의 그래프 지향적인 모델링 방법을 들 수 있다. 그런데 이 두 분야의 연구를 결합하려는 연구가 없었다. 의미데이터모델과 그래프 지향적인 모델링에서 사용되는 다양한 모델링 구성자를 의사결정문제상황에 도입할 경우, DSS의 문제영역에 대한 개념적 모델링을 강화할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 모델베이스의 개념적 모델링에 있어 의미론적 충분성을 지닌 사용자 지향적 모델링 도구를 개발하는 것이 목적이다. 이를 위하여 본 연구에서는 먼저 데이터베이스 분야의 의미데이터모델(semantic data model)과 MS/OR분야의 그래프 지향적인 모델링 도구를 이용하여 모델베이스의 개념적 스키마 설계에 적용하려는 연구와 이들의 한계점을 지적하고, 개념적 모델베이스 설계에 있어 Rumbaugh 등(1991)의 객체모

모델링기법(Object Modeling Technique : OMT)에서 제시된 객체모델의 도입 필요성을 검토한다. 그리고 OMT의 객체모델이 특정 문제영역의 모델스키마 표현을 위한 도구로는 부족함을 지적하고 이의 확장을 시도한다.

다음으로 확장된 객체모델을 이용하여 특정 문제영역에서 개념적 모델링을 위한 방법을 제시하며, 확장된 객체모델이 실제문제를 얼마나 효과적으로 모델링할 수 있는가를 보이기 위하여 정유회사의 수송문제에 적용하고자 한다.

## II. 개념적 모델링 도구에 관한 기존 연구 검토

### 2.1. 의미데이터모델의 확장

데이터베이스 기술이 전통적인 파일시스템의 문제점(데이터의 중복성, 데이터 공유의 결여, 데이터 불일치성)을 극복하기 위하여 나왔으며, 이러한 데이터베이스 기술을 모델베이스에 적용하려는 연구가 진행중이다. 그런데 모델베이스 상황에 비추어볼 때 기존의 데이터모델이 모델베이스를 위한 스키마표현에 적합할 것인가? 라는 의문이 제기된다. 그리고 만일 모델베이스에 데이터모델을 적용할 수 있다면 기존의 상용화된 DBMS(Database Management System)에서 제공하는 기능이 모델베이스관리를 위해 적합한가라는 의문을 가질 것이다. 이 의문과 관련하여 기존 데이터베이스의 개념적 스키마 설계를 위해 사용된 의미데이터모델을 검토해보고, 이것이 모델베이스의 개념적 스키마 설계를 위한 도구로써 적합한가를 검토해 볼 필요가 있다.

전통적 데이터모델(계층형, 네트워크형, 관계형)의 기본적인 문제점은 데이터 표현에 있어 의미론적 불충분성에 있다. 레코드중심의 데이터베이스 모델은 한정된 모델링 구성자만을 제공하므로 많은 응용환경 내에 존재하는 구체적, 추상적 실체들 간의 관계와 상호 제약사항들을 완전하고 명시적으로 모델링할 수 있는 스키마의 개발에는 부적합하다. 레코드중심 데이터모델의 단점은 의미데이터모델의 연구를 촉진시켰다(Chen 1976, Smith & Smith 1977, Codd 1979, Hammer & Mcleod 1981, Ram 1995). 의미데이터모델에 대한 종합적인 문헌연구로는 Hull & King(1987)의 연구와 Peckham & Maryanski(1988)의 연구를 들 수 있다. 의미데이터모델은 데이터 의미의 표현력을 보다 더 강화시킬 수 있는 풍부한 모델링 구성자를 제공하고 있으며, 현실환경에 대한 사용자의 인지에 더욱 더 가깝게 표현함으로써 레코드중심 모델을 개선하였다.

이러한 의미데이터모델을 모델베이스의 개념적 스키마 표현에 적용하려는 연구가 있어왔다. 이들 연구 중에서 대표적인 몇 가지 연구들을 검토해 보면 다음과 같다.

Blanning(1986)은 각 모델을 하나의 실체로 보고, 각 실체의 속성을 두 가지 타입(입력속성과 출력속성)으로 나누었다. 그리고 한 릴레이션에서 키(key)가 아닌 속성이 키의 함수적 관계로 표현되듯이 모델의 출력속성을 입력속성에 대한 함수적 관계로 보았

다. 그런데 Blanning의 E-RD는 모델내의 입력속성과 출력속성 간의 구조적 관계를 명시적으로 모델링하지 못한다. 그리고 둘 또는 그 이상의 실체들 간의 관계는 모델간의 입출력흐름을 나타내는 데 E-RD에서는 모델간의 입출력 흐름에서 발생하는 처리순서와 순환적 동시성문제를 표현하지 못한다. 따라서 E-RD는 단순히 모델간의 입출력관계만을 보여주고 있다.

Y.S. Chen(1988)은 Blanning의 E-RD를 확장하여, 두 실체간의 관계를 입력-출력포맷(input-output format)으로 보고 입출력관계를 입력실체에서 출력실체로의 화살표로 표시했으며, 카디널리티(cardinality)로서 알고리즘의 처리순서를 표시하였다. 또한 동시성문제를 처리하기 위해서 스위치부호(switch sign)를 사용하여 관계의 종속성(dependency)을 표시하였다.

E-RD를 확장하여 수리계획 문제를 표현하려는 또 다른 연구로는 Choobineh(1991)의 ERLMP(Entity-Relationship Model for Linear Mathematical Programming)와 이에 관련된 다이어그램 기법인 ERLMD를 들 수 있다. 그는 E-RD의 표기법에 부가하여 선형계획모델의 목적함수와 제약식을 표현할 수 있는 표기법을 추가하였다. ERLMD에서 표현법은 E-RD와 마찬가지로 사각형은 실체, 다이어몬드는 관계, 타원은 속성을 각각 나타낸다. 그리고 기존의 E-RD에 추가하여 삼각형은 단순한 산술연산자나 집합함수(aggregate function), 오각형은 제약식, 육각형은 목적함수를 나타내는 데 사용하였다. 그리고 화살표는 오퍼레이션의 방향을 나타낸다. 속성에서 집합함수로 향하는 화살표에는 “BY 속성명”이라는 키워드(keyword)를 붙인다. ERLMD는 문제영역에 대한 개념적 모델을 수립하여 이를 선형계획모델로 나타내기 위해서 문제영역에 존재하는 실체와 이들 실체간의 관계뿐만 아니라 속성들 간의 함수적, 제약적 관계를 각각 아이콘을 이용하여 잘 보여주고 있다.

이 외에도 의미데이터모델을 모델베이스의 개념적 모델링을 위한 도구로써 이용하려는 연구로는 Potter등(1992)의 KDM (Knowledge/Data Model)과 Lazimy (1989)의 EERA(Extended Entity-Relationship-Attribute)모델 등을 들 수 있다.

Potter 등(1992)의 KDM은 DSS의 데이터, 지식, 모델을 하나의 통일된 형태로 다루려는 통합접근법으로 초의미모델(hyper-semantic model)을 이용하였다. KDM의 모델링 구성자로는 일반화, 분류화, 집합, 멤버쉽(membership), 제약식, 휴리스틱(heuristic), 템포럴(temporal)이 있다.

한편 Lazimy(1989)는 IDSS(Intelligent DSS)를 위한 지식베이스(모델베이스)의 개념적 스키마를 설계하는 데 필요한 다양한 형태의 객체와 객체클래스 및 그 의존관계를 <표 1>과 같이 정의하고 있다. 이들의 연구는 객체지향 개념을 E-R모델에 확장하여 적용하려는 OOER(Object Oriented Entity Relationship)모델의 범주에 속한다.

<표 1> EERA 모델의 구성자

Objects	Classes
a. Entities b. Relationships c. Attributes : 1. Data Attributes: i. Deterministic ii. Probabilistic 2. Action/Decision Attributes 3. Transformation-based Attributes d. Transformations e. Constraints f. Objective/Performance Attributes	a. Entity Sets b. Relationship Sets c. Attributes Sets: 1. Data Attribute Sets: i. Deterministic ii. Probabilistic 2. Action/Decision Attribute Sets 3. Transformation-based Attribute Sets d. Transformation Sets e. Constraints Sets f. Objective/Performance Attributes Sets
Object Dependencies	Class Dependencies
a. Entity_Of b. Relationship_Of c. Attribute_Of d. Transformation_Of e. Constraint_Of	a. Entity_Set_Of b. Relationship_Set_Of c. Attribute_Set_Of d. Transformation_Set_Of e. Constraint_Set_Of

## 2.2. 수리적 모델을 위한 모델그래프

DSS의 중요한 목적은 의사결정자로 하여금 다양한 정보원천으로부터 정보를 접근하여 이것들을 효과적으로 다룰 수 있게 하여 중요한 의사결정을 내릴 수 있도록 하는 데 있다. DSS에 있어 중요한 정보의 원천은 저장된 데이터, 데이터분석절차, 그리고 의사결정 모델일 것이다. 이것들은 하나의 객체 또는 모듈(module)로 볼 수 있다. 그런데 DSS 개발자는 모델베이스 내의 이들 구성요소(모듈)들을 표현하기 위한 일반적인 방법(method)이 필요하다. 이를 표현하는 데 있어 여러 가지의 그래프지향적인 접근법이 제시되었다.

수리적 모델을 하나 이상의 그래프(특히 유방향 그래프)로 표현함으로써 개념적 명료성과 조작의 용이성을 기할 수 있다. 그래프를 통한 복잡한 수리적 관계의 표현은 분석가와 의사결정자 사이의 의사소통을 원활히 하는데 도움을 준다. 따라서 문제영역에 대한 모델링은 방향을 가진 네트워크 그래프를 형성하는 과정으로 생각할 수 있다.

Geoffrion(1987)의 구조적 모델링은 패러디임 중립의 모델링을 추구하며, 이를 위해 세 가지 수준의 구조, 즉 요소적 구조(elemental structure), 일반적 구조(generic structure), 모듈러 구조(modular structure)를 제시하고 있다. 이들 세 가지 수준의 구조는 모델의 개념적 수준을 표현하는 개념적 스키마로 볼 수 있다. 이들 구조를 구성하는 요소에는 ①원시 실체(primitive entity), ②복합 실체(compound entity), ③속성(attribute), ④함수(function), ⑤테스트(test)가 있다.

요소적 구조는 이들 다섯 가지 요소(nodes)와 이들 간의 정의적 참조를 나타내는 가지(arc)로 구성된 방향 그래프(요소 그래프)로 볼 수 있다. 모델요소들간의 정의적 상호

의존관계(definitional interdependencies)가 구조적 모델링의 초점이며, 이들 의존관계를 나타내는 데 호출순서가 이용된다. 만일 요소 A가 요소 B의 호출순서 상에 있다면 요소 B(호출자)는 요소 A(피호출자)를 호출한다고 한다. 일반적 구조는 요소적 구조에서 유사한 요소들을 묶어 "Genus graph"로 표현한 것으로 문제 클래스를 나타낸다. 모듈러 구조는 일반적 구조 내의 관련 구조체를 상위 객체(모듈)로 그룹화 하여 일반적 구조를 계층적으로 조직화한 모듈러 트리(modular tree)로 나타낸다.

Liang(1986)의 모델그래프(model graph)는 데이터를 나타내는 마디와 정보의 변환기능을 나타내는 화살표로 구성된다. 인간의 모델링과정은 주어진 문제의 초기상태(사용 가능한 정보)를 최종상태(원하는 정보)로 바꾸는 방법을 찾기 위해 많은 수의 가능한 대안들을 설계·검토하는 것으로 본다면, Liang의 모델그래프는 데이터와 이들 데이터를 변환하는 함수(원소모델) 간의 개념적 관계를 보여주어 모델링과정을 지원한다. 모델그래프에서 하나의 기본모델은 두 개의 마디와 이를 연결하는 화살표로 표시되는 데 출발마디는 입력을 나타내며, 도착마디는 출력을 각각 나타낸다. 모델그래프는 모델베이스 내의 모델간의 관계를 AND/OR 그래프를 이용하여 표현하고 있는 것과 동일하다.

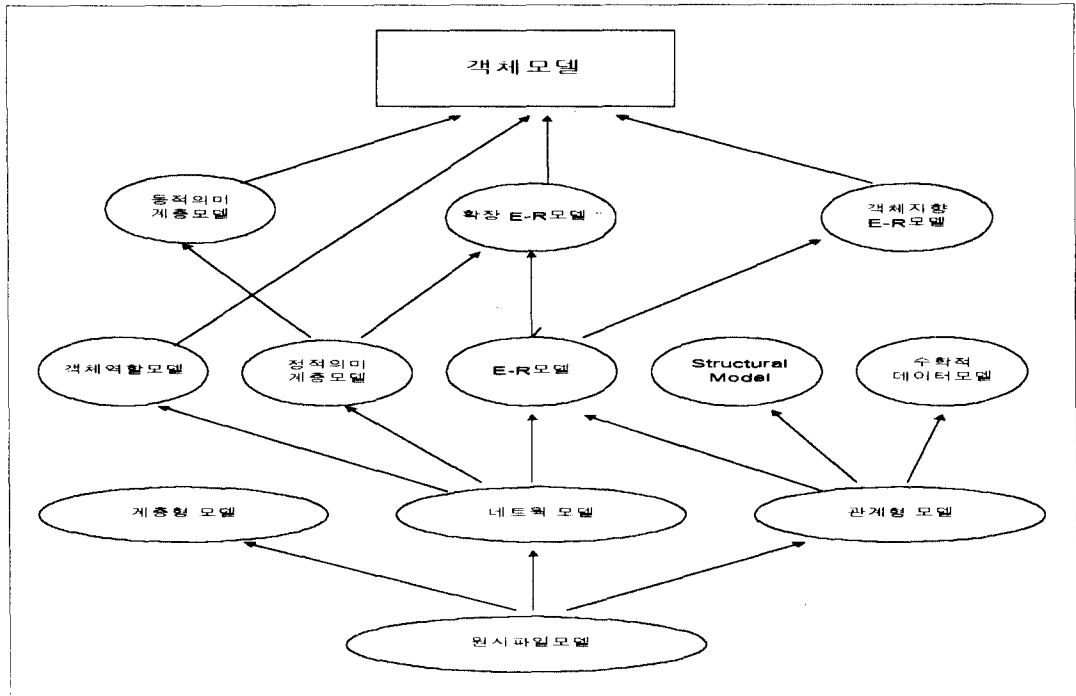
그래프를 이용한 모델베이스의 개념적 스키마표현에 관한 연구로서 관심을 끄는 것은 Basu & Blanning(1994)의 메타그래프(Metagraph)이다. 메타그래프는 AND/OR 그래프와 하이퍼그래프(hypergraph)의 단점을 극복할 수 있는 훌륭한 모델링 도구이다. 하이퍼그래프는 가지(edge)의 집합으로 구성되며, 각 가지(edge)는 하나 또는 그 이상의 (비순서적)요소를 가질 수 있다.

따라서 하이퍼그래프의 가지(edge)는 모듈을 나타낼 수 있다. 그러나 가지(edge) 내의 어떤 요소가 입력에 해당하며, 어떤 요소가 출력에 해당하는지를 알 수 없다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 대체안적인 방법이 AND/OR 그래프이다. AND/OR 그래프는 한 요소로 향하는 여러 가지(edge)가 AND나 OR관계로써 그룹화 되게 하는 유방향 그래프이다. 비록 AND/OR 그래프가 한 모듈에 대한 여러 가지의 입력요소들을 그룹화할 수 있다 하더라도 대규모 DSS 구조를 표현하는 데는 부적합하다. 왜냐하면, 여러 개의 입력과 여러 개의 출력을 가진 모듈을 쉽게 표현할 수 없다(Berge, 1989, p. 1580).

이상에서 제시된 연구 외에도 DSS의 모델베이스 스키마 설계를 위해 사용될 수 있는 그래프지향적인 방법들로는 Shachter(1988)의 영향도, Glover 등(1990)의 NETFORM, Kimbrough(1986)의 논리그래프(logic graph), Jones(1990)의 그래프 문법을 이용한 모델링 등과 같은 그래프 중심의 모델링 도구들이 있다.

### 2.3. 기존연구의 요약과 객체모델의 도입 배경

이상에서 제시된 의미데이터모델이나 그래프 지향적 모델링 도구는 모델베이스의 개념적 스키마 설계에 있어 유용한 도구로 이용될 수 있다. 이들 도구의 모델링 구성자 및 표기법과 그 표현상의 특징을 요약하면 <표 2> 및 <표 3>과 같다.



<그림 1> 의미데이터모델의 발전과정

의미데이터모델을 이용한 모델베이스의 개념적 스키마 설계는 모델링을 위한 의미론적 충분성을 강화시켰다. 의미데이터모델에 관한 연구 중에서 모델베이스의 스키마 설계에 도움을 줄 수 있는 데이터모델에 대한 연구들 간의 발전관계를 도식화하면 <그림 1>과 같다.

이 중에서 특히 E-R모델과 이를 확장한 EER모델, 그리고 객체지향개념을 수용한 OOER은 데이터의 정적 구조를 모델링하는 데 유용한 도구이며, 데이터베이스의 개념적 설계와 모델베이스의 개념적 설계에 적용될 수 있음을 앞에서 보이고 있다.

의미데이터모델의 표현성을 보다 더 강화하여 객체지향의 여러 개념들(분류화, 연관화, 집합, 일반화)을 효과적으로 표현할 수 있는 표기법이 OMT의 객체모델이다. 객체모델이 개념적 스키마 설계를 위한 도구로써 유용함을 Rumbaugh(1991)는 보이고 있다.

DSS의 모델베이스는 단순한 거래처리시스템의 데이터베이스와는 달리, CAD/CAM 데이터베이스나 하이퍼미디어(hypermedia)용 데이터베이스와 같이 복잡한 구성요소들을 가질 수 있다. 그리고 이들 구성요소들 간의 의미적 충분성을 표현하기 위해서는 그 모델링 도구의 표현충분성이 요구된다. OMT의 객체모델은 그 표현법의 명료성과 충분성으로 인하여 CAD/CAM, 하이퍼미디어, 실시간처리시스템의 모델링에 널리 사용되고 있으므로 객체모델을 DSS의 개념적 모델베이스 설계에 적용할 경우 의미론적 충분성이 높은 모델링 도구가 될 수 있을 것으로 기대된다.

<표 2> 의미데이터모델을 이용한 모델베이스의 개념적 스키마설계에 관한 연구

연구자	모델링 구성자	표기법	특 징
Blanning 의 E-RD	실체:원소모델 관계:모델관계 입·출력속성	직사각형 다이아몬드 사각형 내의 두 줄 겹선으로 구분	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 원소모델 간의 단순한 관계표현</li> <li>● 원소모델의 입·출력속성구분.</li> <li>● 입력속성이 key가 되며, 출력속성은 key에 의존하는 속성임.</li> </ul>
Y.S. Chen 의 EE-RD	실체:원소모델 원소모델간의 입출력관계 카디널리티 동시성	직사각형  화살표: $\longrightarrow$ 처리순서: n 스위치: $\dashrightarrow$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 원소모델 간의 입출력관계표현</li> <li>● 모델의 처리순서와 동시성 문제고려</li> </ul>
Chooibneh 의 ERLMD	원시실체 실체관계 실체및 관계속성 산술연산자 집합함수 제약식 목적함수 오퍼레이션의 방향 카디널리티(키워드)	직사각형 다이아몬드 타원 삼각형 삼각형 오각형 육각형 화살표 BY 속성명	<ul style="list-style-type: none"> <li>● E-R모델에 선형계획모델에서 요구되는 목적함수, 제약식을 표현</li> <li>● 화살표에 의한 모델의 실행순서표현</li> <li>● "BY 속성명"에 의한 집합함수의 계산</li> </ul>
Potter등 의 KDM	원시실체와 데이터 객체 일반화관계 속성 : 단일값 속성 집합값 속성 리스트값 속성 계산된 속성 유추된 속성	사각형 $\text{---Subtype---}\rightarrow$  $\text{---}\rightarrow$ $\text{---}\gg$ $\text{---}\ggg$ $\text{====}\rightarrow$ $\text{---}\dots\rightarrow$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 초의미모델(hyper-semantic model)에 의한 모델링 표현력 향상</li> <li>● 모델구성요소들 간의 계승관계 표현</li> <li>● 객체의 분류화와 타입화</li> </ul>
Lazimy 의 EERA	원시실체 실체관계 집합관계 일반화관계 속성 함수적 변환 속성간의 제약	직사각형 다이아몬드 Part-Of AKO 타원  $\text{---}\rightarrow$ $\text{---}\rightarrow\text{---}\square\text{---}\leftarrow$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 객체 및 클래스 타입과 의존관계(dependencies)의 구분</li> <li>● 속성들 간의 함수적, 제약적 관계를 중시함.</li> </ul>



<표 3> 그래프를 이용한 모델베이스의 개념적 스키마 설계에 대한 연구

연구자	모델링 구성자	표기법	특 징
Geoffrion 의 구조적 모델	원시실체 복합실체 속성 함수 테스트 모듈 호출순서	/pe/ : 원 /ce/ : 사각형 /a/ : 삼각형 /f/ : 육각형 /t/ : 반진된 육각형 반진된 오각형 화살표	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 원소모델의 구조적 특성에 착안한 모델링 구성자의 도출</li> <li>● 요소그래프, Genus 그래프, 모듈러 그래프를 통하여 모델의 계층적 조직화를 지원함.</li> </ul>
Liag의 모델그래프 (AND/OR 그래프)	데이터 실체 원소모델 : 데이터 실체간의 함수적 관계	마디(사각형) 가지(화살표)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 데이터와 이들 데이터의 변환하는 함수 (원소모델) 간의 개념적 관계를 보여줌.</li> <li>● 출발마디는 입력을 도착마디는 출력을 나타내어 모델의 입출력관계를 표현한다.</li> <li>● AND/OR 관계를 통하여 원하는 결과를 얻는 데 있어 타당한 모델의 선택과정을 보여줌.</li> </ul>
Basu & Blanning의 메타그래프	속성 또는 속성집합 릴레이션 또는 원소 모델	마디(원) 가지(화살표)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 여러 개의 입력과 출력을 동시에 가진 모듈(모델)을 쉽게 표현함.</li> </ul>

### Ⅲ. 객체모델의 확장에 의한 개념적 모델링 도구의 개발

본 장에서는 객체모델이 과연 DSS의 모델베이스 설계에 적합할 것인가? 만일 적합하다면, 이를 통하여 DSS의 모델베이스를 어떻게 표현할 것인가? 그리고 표현상의 문제점을 해결하기 위해서 어떤 모델링 구성자를 추가해야 할 것인가? 를 검토해보고자 한다.

#### 3.1. 객체모델의 확장 필요성

객체모델은 다양한 모델링 구성자를 가지고 있기 때문에 CAD/CAM이나 하이퍼미디어와 같이 복잡한 데이터타입을 가진 문제영역을 모델링하는 데 있어 표현의 충분성을

제공해준다. 특히 응용영역 내에 존재하는 객체들 간의 정적관계를 효과적으로 표현하므로 써 데이터베이스의 개념적 스키마표현에 이용될 수 있다. 그런데 객체모델이 모델베이스의 개념적 스키마 표현에 적합할 것인가? 이에 대한 답변은 두 가지 측면(대범위 모델링과 소범위 모델링)에서 고려해 볼 수 있다.

모델베이스 개발을 위한 모델링 활동은 소범위 모델링(modeling-in-the-small)과 대범위 모델링(modeling-in-the-large)으로 분리될 수 있다(Muhanna 1992)

소범위 모델링은 문제-모델 연결, 즉 주어진 의사결정목표에 대한 개별 모델의 개념화, 모델수립, 타당성 검증에 초점을 맞춘다. 이 분야에 대한 연구중 Geoffrion(1987)의 구조적 모델링을 제외한 대부분의 연구는 특정 패러디임이나 특정 영역에 한정되어 있다(예, 모델링 언어, 모델분석시스템, LP모델수립시스템 등).

반면 대범위 모델링은 광범위하고 장기적 안목의 모델관리문제에 초점을 둔다. 즉 모델을 조직의 자원으로 보고 이에 대한 지속적인 사용과 통제에 주된 관심을 갖는다. 특히, 대규모의 공유된 모델의 조직화와 관리, 현재 재사용 가능한 모델요소들로부터 모델의 합성(모델-모델 연결) 등에 초점을 둔다

대범위 모델링과 소범위 모델링 측면에서 객체모델이 의미론적 충분성을 지닌 도구인가를 판단하기 위해서, 제 2장에서 제시된 개념적 모델링을 위한 도구에 대한 기존 연구를 바탕으로 대범위 모델링과 소범위 모델링에서 요구되는 모델링 구성자들을 도출하면 <표 4>와 같다.

대범위 모델링을 위해 필요한 모델링 구성자들은 주로 모델베이스를 구성하는 원소모델(모델클래스)들 간의 관계(계승관계, 통합관계)를 표현하는 데 필요한 것들이다. 반면 소범위 모델링을 위한 구성자는 원소모델을 구성하는 객체와 속성, 그리고 이들 객체 또는 속성들 간의 관계(함수적, 제약적 관계)를 모델링하는 데 필요한 것들이다.

따라서 개념적 모델링에 대한 연구 중에서 Blanning(1986)의 E-RD, Y.S. Chen(1988)의 EERD, Liang(1986)의 모델그래프(AND/OR 그래프)는 대범위 모델링에 적합한 도구이다. 그리고 Choobineh(1991)의 ERLMD, Potter 등(1992)의 KDM, Lazimy(1989)의 EERA, Geoffrion(1987)의 구조적 모델(SM), Basu & Blanning(1994)의 메타그래프는 소범위 모델링에 적합한 도구이다.

본 연구에서는 모델베이스의 개념적 스키마 설계를 위해 사용된 객체모델이 대범위 모델링과 소범위 모델링 측면에서 모두 다 적합한 도구인가를 검토해야 한다. 먼저 대범위 모델링(모델클래스들 간의 관계) 측면에서 본다면 객체모델은 모델베이스를 구성하는 모델클래스들 간의 계승관계(일반화관계)나 집합관계를 쉽게 모델링할 수 있으며, 모델베이스를 구성하는 다양한 타입의 객체클래스들 간의 관계를 완전하게 명세할 수 있다(정대율 1996).

그런데 미시적 수준(micro-level)에서 특정 문제영역의 모델표현, 즉 소범위 모델링을 위한 개념적 스키마(모델베이스의 하위스키마) 표현에 있어서는 다음과 같은 점에서 한계를 갖는다(<표 4> 참조).

소범위 모델링에서는 그 대상이 되는 문제영역에 존재하는 원시객체(primitive object)

<표 4> 대범위와 소범위 모델링을 위한 모델링 구성자

구분	모델링 구성자	관련 연구자의 표기법	객체모델에서 이용 가능한 표기법
대 범 위	모델클래스	Blanning : 직사각형 Y.S. Chen: 직사각형 Linag : 화살표	3단 박스
	모델간의 결합관계	Blanning : 다이어몬드 Y.S. Chen: 화살표 Basu & Blanning : →	이원관계: 실선 삼원관계: 다이어몬 드
	모델간의 계승관계		삼각형
	모델간의 집합관계		다이어몬드
	모델간 처리순서	Y.S. Chen: 카디널리티(n)	카디널리티
	모델간 입출력 관계	Y.S. Chen: 화살표	역할명
	모델간 동시성 처리	Y.S. Chen: 스위치부호	
모 델 링	모델의 입출력 속성	Blanning : 릴레이션(key=입력속성) Linag : 마디(사각형) Basu & Blanning : 원	
	원시객체	Choobineh, Potter 등, Lazimy : 직사각형 Geoffrion : /pe/ (원)	3단 박스
소 범 위	복합객체 (원시객체간의 관계)	Choobineh, Lazimy : 다이어몬드 Geoffrion : /ce/ (사각형)	이원관계: 실선 삼원관계: 다이어몬 드
	속성	Choobineh, Lazimy: 타원 Potter 등 : → Geoffrion : /a/ (삼각형) Basu & Blanning : 원	
	모듈	Geoffrion : & (오각형)	
	객체간의 계승관계	Potter 등 : —Subtype→ Lazimy : AKO	삼각형
	객체간의 집합관계	Potter 등 : →>>> →>>> Lazimy : Part-Of	다이어몬드
	함수 또는 변환관계	Choobineh: 삼각형 Lazimy: 함수명→ Potter 등 : →>>> Geoffrion : /f/ (육각형) Basu & Blanning : →	
	제약식 또는 제약테스트 관계	Choobineh: 오각형 Lazimy: →□← Geoffrion : /t/(음영육각형)	
요소간 호출순서 관계	Geoffrion : →		

와 둘 이상의 원시객체 사이의 관계에서 발생하는 복합객체(compound object)에 관심을 가질 뿐만 아니라 이들 객체에 고유하게 의존하는 다양한 속성과 속성간의 함수적 관계, 제약적 관계, 영향관계를 모델링 해야 할 필요가 있다. 그런데 기존의 객체모델(object model)에서는 의사결정문제영역 내에 존재하는 다양한 형태의 속성들을 구분하며, 이들 속성들 간의 함수적·제약적 관계, 영향관계를 명시적으로 표현하지 못하고 있다.

한편, 소범위 모델링에서는 객체에 의존하는 속성도 그 타입에 따라 다양하게 분류할 필요가 있다. 의사결정문제의 모델링에서 식별해야 만 하는 속성들로는 문제영역의 객체에 대한 단순한 사실 또는 특성을 나타내는 단순 데이터속성과 의사결정자의 행위적 특성을 나타내는 의사결정속성 또는 행동속성이 있다. 그리고 이들 두 속성들 간의 함수적 관계를 통하여 발생하는 유도속성(derived attribute)이 있다. 유도속성 중에는 시스템의 성과를 측정하기 위한 성과속성(performance attribute)이 있다.

의사결정문제의 완전한 모델링을 위해서는 문제영역에 존재하는 이러한 다양한 유형의 객체속성들에 관심을 기울여야 한다. 왜냐하면, 개념적 모델수립시 의사결정자가 당면한 문제를 조직의 목표와 관련 지을 수 있게 하여야 하며, 의사결정변수의 변화가 다른 속성과 조직의 성과에 어떠한 영향을 미치는가를 개념적으로 도식화하여야 한다. 이러한 속성의 타입화와 이들 속성간의 영향관계에 대한 명시적 고려는 의사결정효과에 대한 개념적 민감도 분석에 도움을 준다. 지금까지 제시된 대부분의 모델링 도구들이 문제영역에 존재하는 다양한 속성들을 구분하지 않고 있으며, 이들 간의 영향관계를 고려하지 않고 있다. OMT의 객체모델에서는 이러한 것을 표현할 수 있는 표기법이 없다.

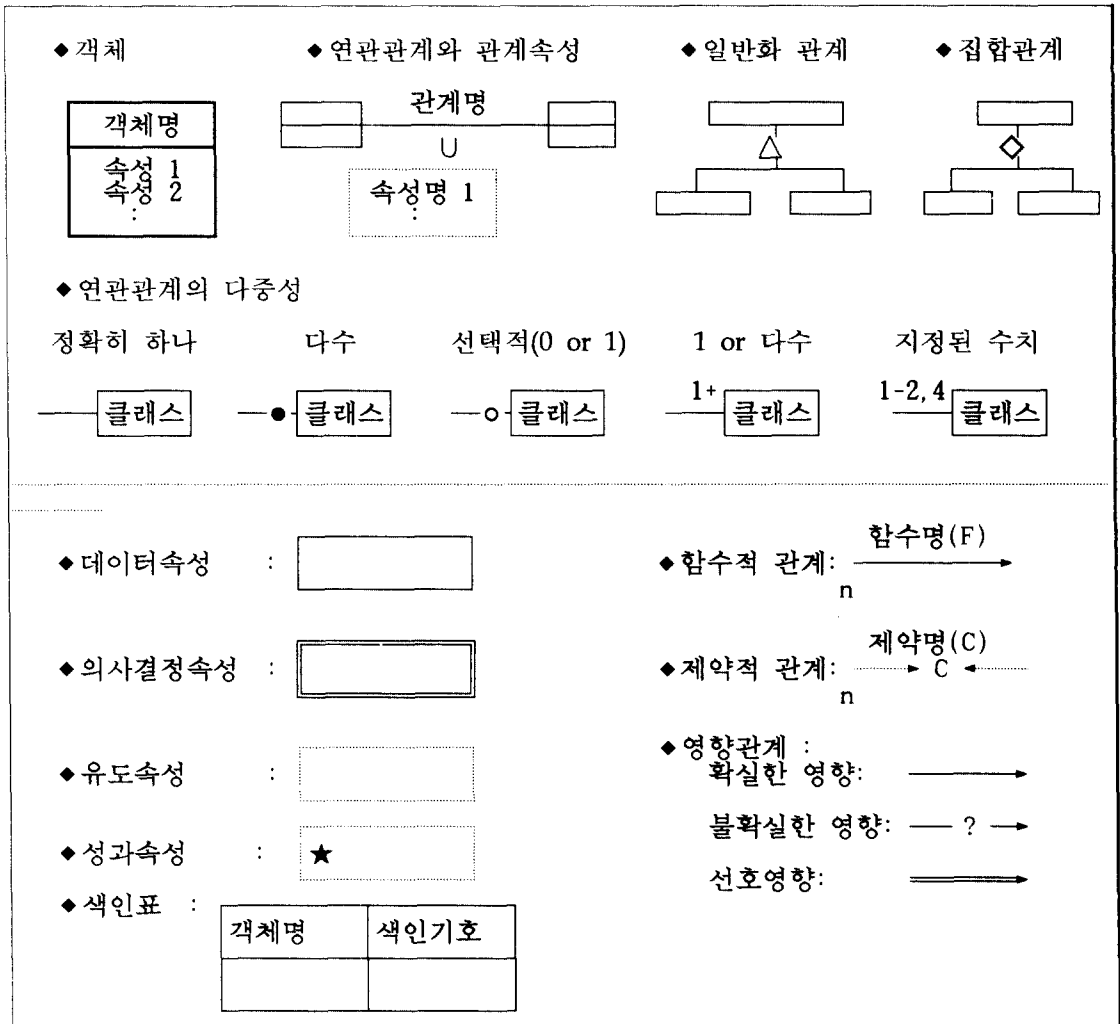
따라서 본 연구에서는 특정 문제영역 대한 개념적 모델 스키마(소범위 모델링)를 표현하기 위해서 객체모델링기법에서 사용되는 객체모델을 보완하여, 속성의 타입화와 속성간의 함수적, 제약적, 영향관계를 모델링할 수 있는 확장된 객체모델(Extended Object Model : EOM)을 제시하고자 한다.

## 3.2. 확장된 객체모델

### 3.2.1. EOM의 표기법

EOM은 의사결정 문제영역에 대한 의사결정자의 요구사항을 정확히 반영한 모델수립을 목표로 한다. 이러한 모델수립을 위해서는 다양한 모델링 구성자와 의미론적 충분성을 지닌 표기법이 필요하다. 본 연구에서는 EOM을 위하여 <그림 2>와 같은 모델링 구성자와 그 표기법을 제시한다. <그림 2>에서 아래 부분이 객체모델에 추가된 부분이다.

확장된 객체모델(EOM)에서는 원시객체 간의 연관관계와 카디널리티에 대한 표현은 기존의 객체모델 표기법을 그대로 따른다. 하지만 EOM에서는 속성의 타입화와 이들 속성간의 관계에 대한 모델링을 중요시한다. 의사결정문제 영역에서 원시객체나 복합객체에 대한 단순한 특성만을 수치화 한 데이터속성(data attribute)은 실선 박스로 표현하며,



<그림 2> 확장된 객체모델의 표기법

의사결정자가 통제 가능한 행위적 특성을 나타내는 의사결정속성(decision attribute) 또는 의사결정변수는 이중박스로 표현한다.

그리고 이들 두 속성으로부터 파생되는 유도속성(derived attribute)은 함수적 계산을 통하여 도출되므로 이차적인 데이터임을 표시하기 위해서 점선박스로 표시한다. 또한 유도속성의 한 종류로서 의사결정의 성과를 측정하기 위한 성과속성(performance attribute)은 식별을 용이하게 하기 위해서 ★표를 추가한다.

의사결정문제영역에 대한 모델수립을 위해서는 문제영역 내에 존재하는 여러 객체와 이들 객체의 속성 및 객체간의 관계에서 발생하는 속성들을 측정하여 수치화 하여야 한다. 그리고 이들 수치화된 속성들 간의 함수적 관계와 제약적 관계를 통하여 수치화된

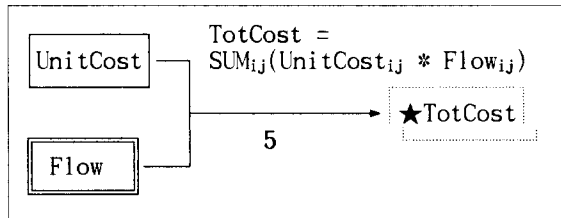
결과(목적함수 값, 의사결정변수 값)를 얻을 수 있다. 함수적 관계는 한 속성집합(입력 속성)을 다른 속성집합(출력속성)으로 매핑(mapping)하는 것을 말한다.

따라서 유도속성은 함수적 관계를 통하여 만들어진다. 또한 제약적 관계는 두 속성 간의 제약관계로 그 영역 내에서 기술적, 경제적, 운영적, 물리적, 법적, 그리고 여타의 제약사항을 나타낸다. 제약관계의 일반적인 형태는 다음과 같다.

**속성-1 .Θ. 속성-2**

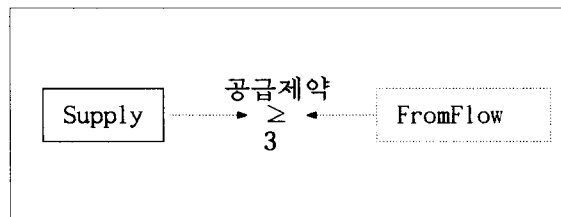
여기서 ‘속성-1’과 ‘속성-2’는 데이터속성이거나 유도속성을 나타내며, 연산자 Θ는 속성들 간의 비교관계를 나타내는 비교관계 연산자이다. 즉, Θ 집합은 {EQ., NE., LT., LE., GT., GE.} 또는 수학적 기호로 { =, ≠, <, ≤, >, ≥}이다.

모델구성요소들 간의 함수적 관계는 실선화살표(→)로 나타내며, 함수명은 실선 화살표 위에 표시한다. 화살표의 꼬리부분은 함수의 입력을 나타내며, 머리부분은 출력을 나타낸다. 또한 모델실행 시 함수처리에 호출순서가 있는 경우에는 호출순서를 화살표 밑에 표시한다.



<그림 3> 함수적 관계의 표현 예

예를 들어 수송문제에서 총수송비용(TotCost)은 단위당 수송비용(UnitCost)과 수송량(Flow)을 곱하여 산출되는 경우 이들 속성간의 함수적 관계는 <그림 3>과 같이 표시된다. 수송량(Flow)은 의사결정자의 결정을 필요로 하는 의사결정 속성이므로 이중박스로 표현하며, 단위당 수송비용(UnitCost)은 원시객체 공장(PLANT)과 고객(CUSTOMER) 간의 관계에서 발생하는 복합객체인 수송(TRANSPORTATION)의 추정된 데이터 속성이므로 실선 박스로 표시한다. 그리고 총수송비용은 함수적 관계를 통하여 유도되는 유도속성이며, 시스템의 성과를 측정하는 지표이므로 별표가 붙은 점선박스로 표시한다. 그리고 이 함수는 모델 내에서 다섯 번째로 호출되어질 수 있음을 화살표 상의 카디널리티 5로 표시하고 있다.



<그림 4> 제약적 관계의 표현 예

모델구성요소들 간의 제약관계는 관계연산자의 좌측과 우측의 속성으로부터 향하는 두 개의 점선화살표(⇄)로 표시하며, 두 속성간의 제약관계를 표시하는 비교관계 연산자는 두 개의 점선화살표 사이에 표시한다. 예를 들면 수송문제에서 한 공장에서의 총수송량(FromFlow)은 그 공장의 공급량(Supply)을 초과할 수 없다는 제약조건은 <그림 4>와 같이 표현되어진다. 제약관계의 테스트도 실행순서를 정할 수 있으며, 이것 역시 카디널리티로 표시한다.

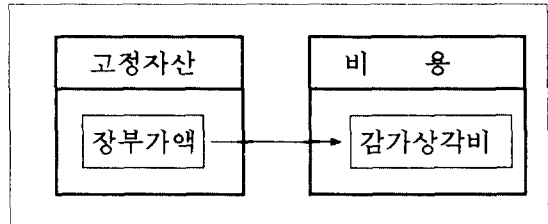
만일 하나의 EOM 내에서 함수적 관계와 제약적 관계의 표현이 복잡한 경우 그 세부

적인 사항은 원시객체와 복합객체에 대한 색인표와 함께 그림 하단에 별도로 모아 정리할 수 있다.

한편 의사결정자가 함수적 관계를 명시적으로 표현할 수 없는 경우에는 속성들 간의 영향관계만을 고려하여 표시한다. 영향관계에는 확실한 영향관계, 불확실한 영향관계, 선호관계가 있다(Shachter 1988). 영향관계는 의사결정속성의 과급효과를 쉽게 모델링할 수 있다. 영향관계의 예를 들면 다음과 같다.

예1) 확실한 영향관계

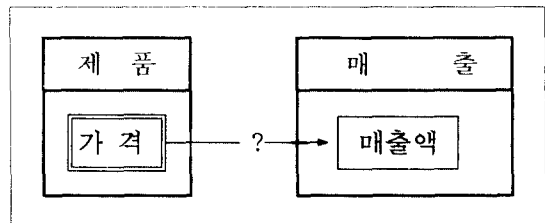
고정자산(원시실체)의 장부가액(데이터 속성)은 감가상각비를 계산하는 데 직접 영향을 미친다. 이 경우 영향관계를 표시하면 <그림 5>와 같다.



<그림 5> 확실한 영향관계의 표현 예

예2) 불확실한 영향관계

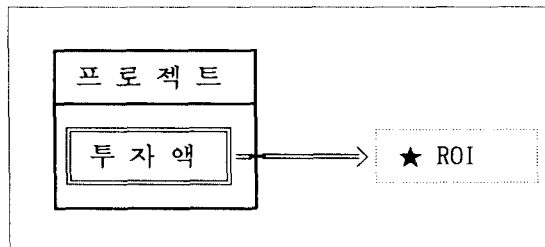
제품(원시실체)의 가격(의사결정 속성)이 그 당기의 매출액에 얼마나 영향을 미칠지는 불확실하다. 이러한 불확실한 영향관계를 표현하면 <그림 6>과 같다.



<그림 6> 불확실한 영향관계의 표현 예

예3) 선호영향관계

특정 프로젝트에 대한 투자액(의사결정 속성)은 기업의 투자수익율(ROI)(성과 속성)에 영향을 미친다. 그런데 프로젝트에 대한 투자액의 결정은 의사결정자의 기대수익과 위험에 대한 선호도에 영향을 받는다. 예를 들어 위험회피형의 경우에는 위험이 낮은 투자안 중에서 최대의 기대수익을 가져오는 투자안에 투자할 것이며, 위험선호형은 위험은 높지만 더 많은 기대수익을 가진 투자안에 투자할 것이다. 이러한 선호영향관계를 표현하면 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 선호영향관계의 표현 예

이상에서 제시된 사항 외에도 문제영역의 모델링시 추가적으로 고려해야 할 요소로는 다음과 같다. 속성 값의 확실성여부, 모델처리시 동시성문제, 의사결정자의 정책과 방침에 대한 선호도 등을 반영하여야 한다. 이러한 관계의 표현을 위한 표기법 역시 개발되어야 한다.

### 3.2.2. EOM 모델링 절차

EOM에서 모델수립 절차는 문제분석을 통하여 모델의 구성요소들을 식별하고 이들 간의 구조적 관계를 명세하는 절차이다. 특정 문제영역의 의사결정문제를 체계적으로 구조화하여 EOM으로 모델링하기 위해서는 <그림 2>의 표기법을 사용하여 다음에 제시된 절차에 따른다. 모델링 과정에 대한 이해를 돕기 위해서 아래에서는 일반적 수송문제의 예를 이용한다.

#### <단계 1> 문제정의 단계

- 단계 1.1. 문제영역을 설정한다.
- 단계 1.2. 문제영역의 목표와 조직의 목표를 검토한다.
- 단계 1.3. 문제영역의 통제가능변수와 통제불가능변수들을 식별한다.
- 단계 1.4. 문제영역에 존재하는 여러 가지 제약요소들을 식별한다.
- 단계 1.5. 문제정의서를 작성한다.

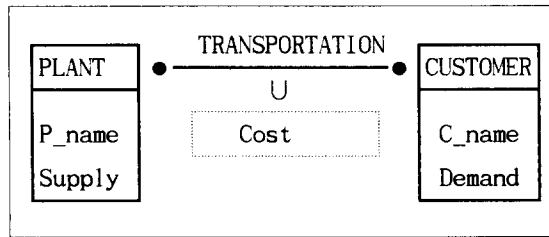
예를 들어 수송문제는 다음과 같이 정의된다.

“수송문제는  $m$ 개의 공장에서  $n$ 개의 고객으로 단일제품을 최소의 비용으로 운송하는 문제이다. 이 때 의사결정변수(통제가능변수)는 수송량을 결정하는 것이다. 그리고 수송비용, 공장의 공급량, 각 지역의 수요량은 통제불가능 요소이다. 그리고 수송량은 각 공장의 공급량과 각 지역의 수요량에 제약을 받는다.”

#### <단계 2> 객체모델작성 단계

- 단계 2.1. 문제영역 내의 객체와 객체간의 관계를 식별한다.
- 단계 2.2. 객체와 관계의 데이터 속성을 추가한다.
- 단계 2.3. 객체다이아그램을 그린다.

수송문제 영역에서 객체(실체)로는 “공장(PLANT)”과 “고객(CUSTOMER)”을 들 수 있다. 그리고 “공장”과 “고객” 간에는 “수송(TRANSPORTATION)”관계가 형성된다. “공장”과 “고객” 간의 카디널리티는  $m$ 개의 공장과  $n$ 개의 고객간에 형성되므로  $M : N$  관계이다. “공장”의 데이터 속성으로는 ‘공장명(P-name)’, ‘공급량(Supply)’ 등이 있으며, “고객(C-name)”의 데이터속성으로는 ‘고객명’, ‘수요량(Demand)’ 등이 있다. 그리고 “수송관계”의 속성으로는 ‘수송비용(Cost)’이 있다. 이들 객체간의



<그림 8> 수송모델의 객체다이아그램



관계를 객체 다이어그램으로 표현하면 <그림 8>과 같다.

<단계 3> 객체모델의 확장 단계

단계 3.1. 문제영역의 통제가능변수인 의사결정속성과 의사결정성과를 측정하기 위한 성과속성을 추가한다.

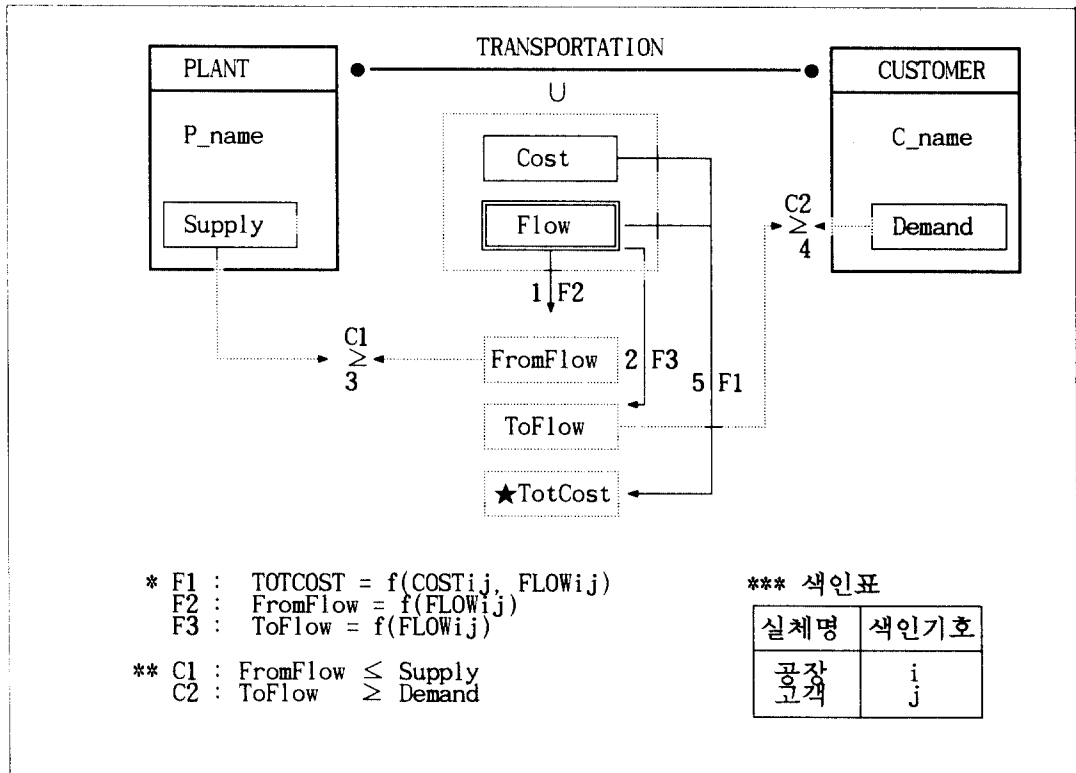
단계 3.2. 성과속성을 포함하여 유도속성을 산출하기 위한 함수적 관계를 명시한다.

단계 3.3. 각 속성간의 제약적 관계를 명시한다.

단계 3.4. 함수적, 제약적 관계의 실행순서와 원시실체에 대한 색인표를 이용하여 이들 관계를 요약한다.

<그림 8>에서 작성된 수송문제의 객체모델을 확장하여 최종 EOM을 작성하면 <그림 9>와 같다.

수송문제에서 비용최소화 목적에 부합되는 성과속성으로는 총비용(TotCost)을 제시하며, 통제가능변수인 의사결정속성으로는 '수송량(Flow)'을 들 수 있다. 성과속성인 총수송비용(TotCost)을 도출하기 위한 함수는 F1이다. 그리고 유도속성 'FromFlow'는 한 공장으로부터 모든 고객에게 운송되는 수송량이며, 'ToFlow'는 여러 공장으로부터 한 고객



<그림 9> 수송문제의 EOM

에 운송되는 운송량으로 둘 다 'Flow'로부터 함수 F2와 F3를 통해 각각 도출된다. 이들 속성들 간의 제약적 관계로는 'C1 : 각 공장의 공급능력에 대한 제약'과 'C2 : 고객의 수요량에 대한 제약'이 있다.

끝으로 함수적 관계, 제약적 관계의 실행순서를 카디널리티(1~5)로 표현하였다. 그리고 함수적 관계와 제약적 관계에 대한 세부적인 명세는 각 함수에 사용되는 색인표와 함께 하단에 기록한다.

## IV. 확장된 객체모델의 적용

### 4.1. 의사결정 요구사항 분석

X석유회사는 원유를 구입하여 정제한 후 석유시장에 공급하는 회사이다. 이들은 원유를 구입하거나 정제한 후 저장시설에 저장하며, 각 저장시설에서 각 정유공장과 시장에 파이프라인을 통하여 수송한다. 저장시설은 각 위치마다 저장능력과 저장비용에 차이가 있으며, 각 시장은 수요의 제약을 받는다. 또한 수송수단인 파이프라인은 그 크기에 제한을 받으므로 수송능력에 제약이 따르며 단위당 운송비용에 차이를 가져온다. 원유와 정제품은 그 정제정도와 시점에 따라 상당한 가격차이를 보이고 있어 구매에 대한 의사결정이 중요한 변수이다. 또한 정유공정에서 발생하는 각 제품(중유, 등유, 백등유, 가솔린 등)마다 그 판매가가 다르며, 정유비용도 다르다. 공급능력 면에서는 각 공장마다 한정된 생산능력을 가지며, 각 공정의 수율이 다르다. 따라서 이들 요소들이 각 제품의 생산량 결정에 직접적인 영향을 미친다. 또한 생산능력이 부족한 경우 타회사로부터 석유를 구매하여 수급조절을 해야만 한다.

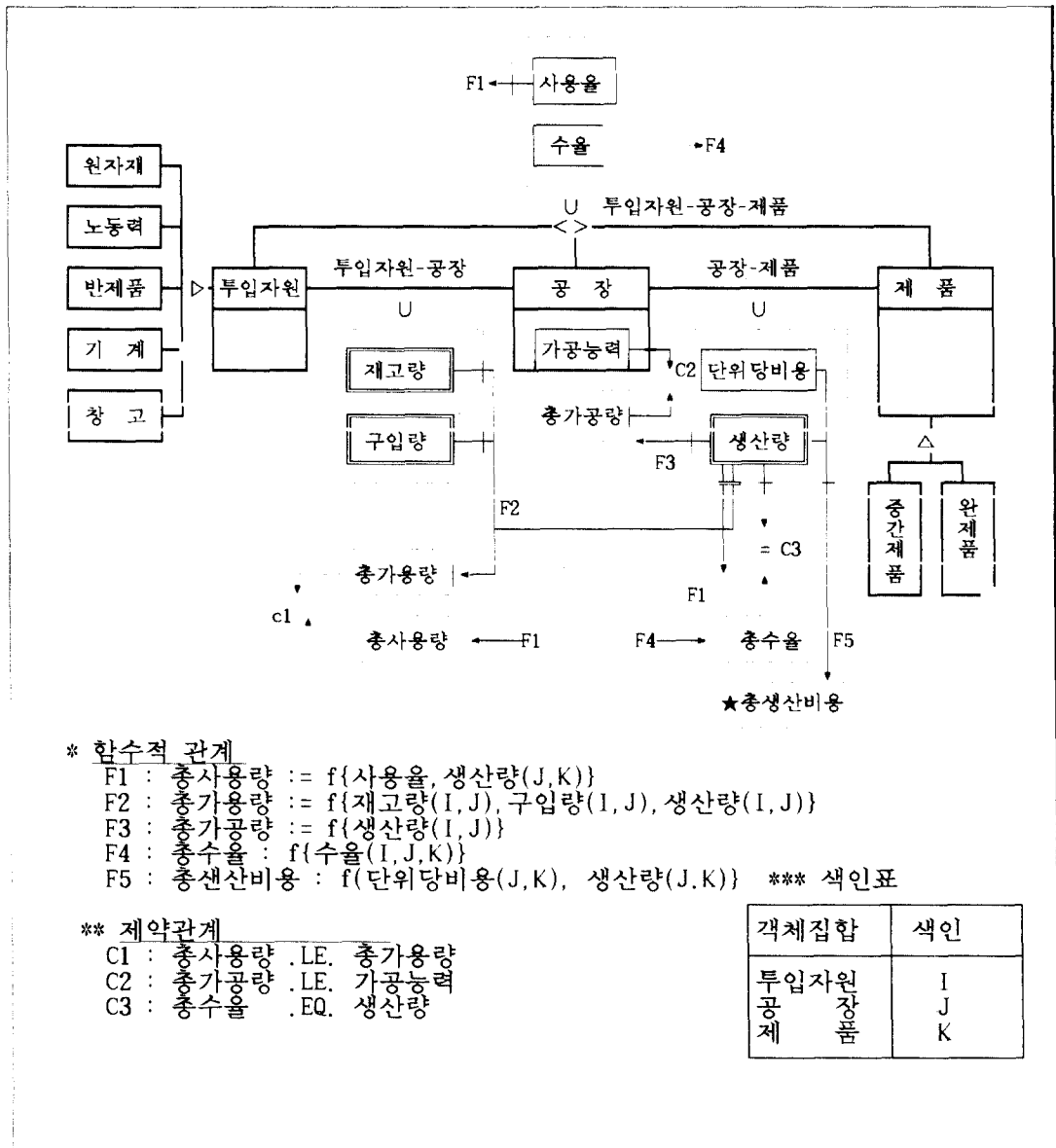
X석유회사의 목표는 최적의 시스템운동을 통하여 이익을 최대화하는 것이 목적이다. 이를 위하여 적절한 시기에 원유를 매입하며, 원활한 생산과 수송에 대한 의사결정이 필요하다. 따라서 이들의 문제는 최적의 제품믹스와 구매-분배-수송을 결정하는 문제이며 이에 대한 모델링이 필요하다. 그리고 의사결정변수는 원유와 타사제품의 구입량, 각 제품의 생산량 및 재고량, 각 파이프라인의 수송량이 될 것이다.

### 4.2. 개념적 스키마 설계

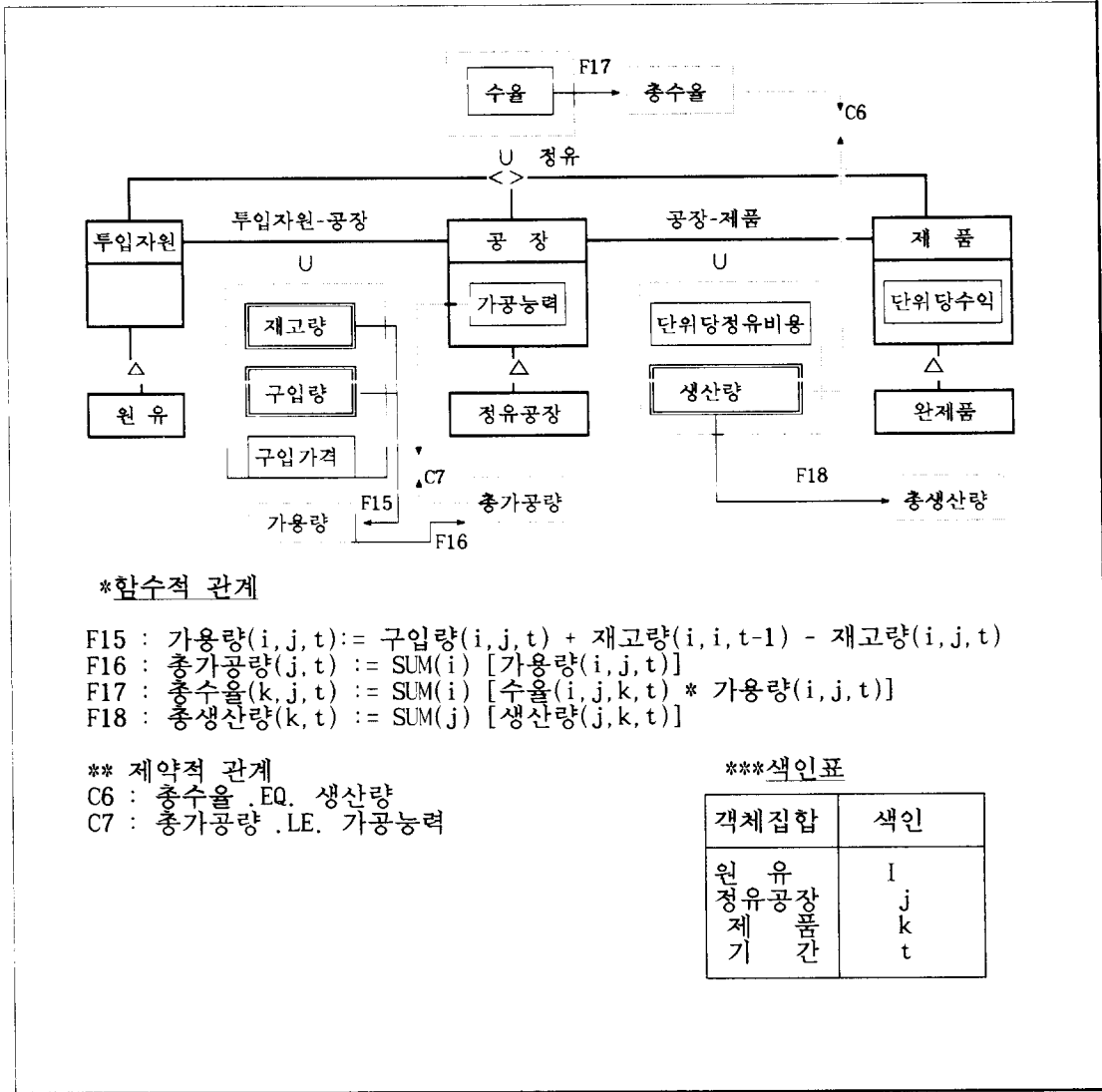
개념적 스키마 설계단계에서는 요구사항분석 단계에서 분할된 각 문제영역에 대한 EOM을 작성한 후, 이들 스키마를 바탕으로 조직 전체적인 모델베이스의 개념적 스키마를 작성한다. 조직전체의 모델베이스 스키마 입장에서 볼 때, 각 문제영역에서 만들어진 EOM은 개별 의사결정자의 의사결정요구를 반영한 하위스키마(subschema)로 볼 수 있다. 따라서 이들 개별 모델스키마들은 조직전체의 스키마로 통합될 수 있다.

일반적인 제품믹스문제를 앞장에서 제시한 모델링 절차에 따라 EOM을 작성하면 각각 <그림 10>과 같다. 그리고 X석유회사의 제품믹스문제는 일반적 제품믹스모델을 구체화할 수 있다. 이 때 생산계획기간(t)을 추가적으로 고려하고 있다. X석유회사의 제품믹스모델을 EOM으로 작성하면 각각 <그림 11>과 같다.

구매-분배-수송문제에 대해서도 동일한 방법으로 일반적 구매-분배-수송 모델스키마를 EOM으로 작성할 수 있으며 X석유회사의 구매-분배-수송 모델스키마로 구체화할 수 있다.



<그림 10> 일반적 제품믹스모델 스키마



<그림 11> X석유회사의 제품믹스모델 스키마

### V. 개념적 모델링 도구의 비교

개념적 모델링 도구인 객체모델(OM)과 확장된 객체모델(EOM)을 지금까지 연구된 개념적 모델링 도구와 비교하기 위해서 <표 4>에서 제시한 구성자마다 속성을 더 세분화하고, 구성요소들 간의 영향관계를 추가하여 <표 5>를 도출하였다. 그리고 이들 연구들에 대하여 표현상의 특징(장·단점)을 비교하면 다음과 같다.

Blanning의 E-RD는 원소모델 간의 단순한 관계만을 표현하며, 원소모델의 입·출력 속성을 구분하는 정도이지 입출력 속성간의 구조적 관계를 보여주지 못한다. Y. S. Chen의 EERD는 Blanning의 개념을 확장한 것으로 원소모델 간의 입출력 관계표현 뿐만 아니라 모델간의 처리순서와 동시성 문제를 고려하고 있다. 하지만 이들은 소범위 모델링을 위한 모델링 구성자를 제공하지 못한다.

Choobineh의 ERLMD는 소범위 모델링을 위한 도구로써 선형계획모델에서 요구되는 목적함수, 제약식을 표현하기 위해서 다양한 아이콘을 사용하고 있다. 그러나 객체간의 계승관계와 집합관계를 표현하지 못한다. Potter 등의 KDM은 E-R모델에 의미론적 충분성을 강화한 초의미모델(hyper-semantic model)에 의하여 모델링 표현력

<표 5> 개념적 모델링을 위한 표현법의 비교

구분	모델링 구성자	E-RD	EERD	ERLMD	KDM	EERA	SM	AND/OR	Meta graph	OM EOM	
대범위 모델링	모델클래스	□	□					→		3단박스	
	모델간의 결합관계	◇	→					□		●— ○—	
	모델간의 계승관계									△	
	모델간의 집합관계									◇	
	모델간 처리순서		n →								
	모델간 입출력 관계		→								
	모델간 동시성 처리		-//→								
소범위 모델링	모듈						&		○	2단박스	
	원시객체			□	□	□	/pe/			2단박스	
	복합객체 (객체관계)			◇	◇	◇	/ce/			●—● U	
	속성	입출력속성	입출력속성	타원	→ →>> ->>>	타원	/a/		○		
	데이터속성									실선박스	
	의사결정속성									이중박스	
	유도속성									점선박스	
	성과속성									별표점선박스	
	객체간의 계승관계				Subtype→	AKO					△
	객체간의 집합관계					Part-Of					◇
	함수 또는 변환관계			△	⇒	→	/f/	→	→	→	→
	제약식 또는 제약테스트			오각형		□	/t/				→ ⊙ ←
	요소간 호출순서							→			→
영향 관계	확실한 영향									→	
	불확실한 영향									→?	
	선호 영향									→	

을 더욱 더 향상시키고 있다. KDM은 모델구성요소들 간의 계승관계를 표현할 뿐만 아니라 객체의 분류화와 타입화를 선언한다. Lazimy의 EERA는 다양한 객체 및 클래스 타입과 의존관계를 구분하고 있으며, 속성들 간의 함수적, 제약적 관계를 표현하고 있다. KDM과 EERA는 소범위모델링에 적합한 구성자들을 제시하고 있기는 하지만 모델베이스를 구성하는 모델클래스 간의 관계를 표현하지 못하는 단점을 가지고 있다. 또한 모델구성요소(속성, 함수, 제약식 등)의 타입화와 이들 간의 영향관계나 호출순서를 고려하지 않고 있다.

Geoffrion의 구조적 모델(Structured Modeling:SM)은 원소모델의 구조적 특성에 착안한 모델링 구성자를 도출하고 있다. 그리고 모델클래스 내의 구성요소 간의 관계와 이들 구성요소들의 집합관계를 계층적으로 조직화하기 위해 요소그래프, Genus 그래프, 모듈러 그래프를 이용하고 있다. SM은 단일 모델클래스를 구성하는 구성요소들(elements, genus, modules) 간의 개념적 관계표현에 있어 호출순서를 이용하여 표현한다. 그러나 SM은 구성요소들 간의 계승관계를 표현하지 못하며, 이들 요소들 간의 영향관계를 표현하지 못한다. 그리고 모델베이스의 전체적인 구성을 위한 대범위 모델링 개념을 지원하지 못한다.

Liang의 모델그래프는 데이터와 이들 데이터를 변환하는 함수(원소모델) 간의 개념적 관계를 AND/OR 그래프를 이용하여 보여준다. 출발마디는 입력을, 도착마디는 출력을 나타내어 모델의 입출력관계를 잘 보여준다. 그러나 모델클래스 내의 구성요소들 간의 구조적 관계를 보여주는 소범위 모델링을 지원하지 못하며, 모델클래스들 간의 계승관계를 보여주지 못한다.

Basu & Blanning의 메타그래프는 여러 개의 입력과 출력을 동시에 가진 모듈(모델)을 쉽게 표현할 수 있게 해준다. 그러나 메타그래프는 모델구성요소(속성, 모듈 등) 간의 함수적 관계만을 보여줄 뿐 이들 간의 제약적 관계와 선호관계 등을 보여주지는 못한다. 그리고 속성에 대한 타입화 개념을 지원하지 못한다.

OM/EOM은 대범위 모델링을 위한 모델클래스 간의 계승관계와 집합관계를 표현할 수 있을 뿐만 아니라, 소범위 모델링을 위하여 모델클래스의 구성요소인 원시객체, 복합객체, 그리고 이들 객체의 속성을 타입화한다. 그리고 이들 속성간의 함수적 관계, 제약적 관계, 그리고 영향관계를 표현할 수 있다.

따라서 본 연구에서 제시한 개념적 모델링 도구인 EOM은 다음과 같은 장점을 지닌다.

첫째, 문제영역 내의 각 객체와 속성, 그리고 의사결정속성(의사결정변수), 성과속성(성과변수)들을 명확히 식별할 수 있으며, 이들 간의 구조적 관계를 명시적으로 표현할 수 있다. 즉, EOM에서는 모델을 구성하는 객체와 이들 객체간의 관계를 표현할 수 있을 뿐만 아니라 이들 객체에 의존하는 속성(단순 데이터속성, 의사결정 속성, 유도속성, 성과속성)을 유형화하여 표현할 수 있으며, 이들 속성간의 함수적, 제약적, 선호관계를 표현할 수 있게 하였다.

둘째, 기존의 데이터베이스모델(객체모델이나 실체-관계모델)이 있을 경우 여기에 의사결

정에 필요한 속성을 추가하고 이들 속성간의 함수적, 제약적 관계를 표현할 수 있기 때문에 데이터베이스모델의 재사용이 가능하다.

셋째, 문제영역에 대한 개념적 모델로써, 문제의 구조를 시각적으로 볼 수 있어 의사소통을 원활히 해준다. 따라서 의사결정의 관점을 정확히 반영하는 모델링을 가능하게 해준다.

넷째, 모델링 과정이 현실세계에 존재하는 구체적인 실체(객체)와 속성으로부터 시작하여, 이로부터 의사결정에 필요한 속성들을 유도하기 때문에 문제영역에 대한 모델링 과정을 쉽게 이해할 수 있다.

## VI. 연구과제 및 제언

OMT의 객체모델은 객체클래스 간의 개념적 관계를 효과적으로 모델링 할 수 있는 도구이다. 본 연구에서는 개념적 모델링을 위해 객체모델(OM)과 확장된 객체모델(EOM)은 대범위 모델링과 소범위 모델링에 각각 사용한다. EOM 개발을 위해서 의미데이터모델에서 발전된 객체모델과 MS/OR의 그래프 모델(특히 구조적 모델과 메타그래프)의 특성을 결합하였다. 따라서 OM/EOM은 모델베이스의 전체적인 스키마 표현을 위한 대범위 모델링과 모델베이스 내의 한 모델클래스를 설계하기 위한 소범위 모델링을 지원할 수 있는 모델링 도구이다.

성공적인 모델베이스 개발에 있어 무엇보다도 중요한 것은 모델베이스 개발자가 의사결정자의 요구를 정확히 반영한 모델수립과 이를 위한 모델링 도구의 사용일 것이다. 이런 측면에서 볼 때, 제 5장의 모델링 비교에서 알 수 있듯이 본 연구에서 제시하는 확장된 객체모델(EOM)은 개념적 모델베이스 스키마 설계를 위한 훌륭한 도구가 될 수 있으며, 제 3장에서 제시된 방법에 따라 모델링 할 경우 현실문제를 효과적으로 모델링 할 수 있을 것이다.

현실문제의 추상화(abstraction)를 위해 사용되는 모델링 도구는 도구사용자(모델베이스 개발자)의 사용편리성과 표현의 명료성, 그리고 현실세계에 대한 의미론적 충분성 간에는 항상 상충관계(trade-off)가 존재한다. 즉 모델링에 있어서 의미론적 충분성에 강조를 둔 모델링 도구를 선택할 경우 다양한 모델링 구성자의 사용으로 인하여 사용의 편리성과 표현의 명료성이 간과 될 수 있다.

지금까지 DB 분야의 의미론적 데이터모델과 객체모델에 관한 연구의 초점이 모델링 도구의 의미론적 충분성에 있다. 본 연구도 객체모델의 확장을 통하여 개발된 모델링 구성자를 모델베이스에 적용하려는 관점이다. 따라서 본 연구에서 제시하는 EOM은 의사결정문제의 모델링에 있어서 의미론적 충분성에 주안점을 두고 있으며, 의미론적 충분성을 높이기 위하여 다양한 모델링 구성자를 제시하고 있다. 그런데 다양한 모델링 구성자의 개발은 문제영역에 대한 의미론적 충분성을 기할 수 있으나, 표현의 명료성과 간단한

도구의 효과적인 사용과 상반될 수 있다. 또한 문제영역이나 도구사용자의 숙련정도에 따라 적정 모델링 구성자의 수와 모델링 구성자의 표기법에 대한 선호가 달라 질 수 있다. 따라서 이러한 분야에 대한 통계적 연구와 심리학적 관점에서의 연구가 필요하다.

시스템 개발에 있어 지금까지 개발된 개념적 모델링 도구보다 더 우수한 도구를 개발하기 위해서는 무엇보다도 모델링 구성자의 시각적 표기법에 대한 연구차원을 넘어서 다양한 영역의 문제 모델링(데이터 모델링, 의사결정 모델링, 실시간 모델링, 거래처리 모델링 등)에 대한 통찰과 각 영역별 모델링 요구를 충족에 시킬 수 있는 모델링 구성자의 개발은 물론이며, 개념적 모델링에 대한 다양한 관점에서의 이론적 연구와 접근이 필요하다. 이에 Wand 등(1995)은 개념적 모델링에 대한 이론적 기초를 존재론(ontology), 개념이론(concept theory), Speech Act 이론 등에서 찾고 있으며, Batra & Zanakis는 규칙과 휴리스틱을 이용하여 개념적 데이터베이스 설계 접근법을 제시하고 있다.

또한 모델링 도구의 개발과 더불어 효과적인 모델베이스 개발을 위해서는 문제영역에 따라 적절한 모델링 방법과 방법론의 개발이 필요하다. Avison & Taylor(1997)은 문제 상황에 따른 적절한 모델링 방법론에 대한 틀을 제시해 주고 있어 이들의 연구로부터 문제영역별 모델링 방법론에 대한 기준을 얻을 수 있다. 의사결정문제영역과 관련하여 최근에 제시된 모델링 방법론으로 Buffa 등(1996)의 ACRAE(Multiple Actor Represent Action Modeling)은 복수행위자(multiactor) 상황하에서의 모델링 방법에 대한 연구의 가치를 제공해 줄 수 있으며, Massey & Wallace(1996)의 연구는 집단상호작용과 의사소통 하에서의 의사결정문제를 모델링 하는 데 있어 하나의 방법을 제시하고 있어 이 분야에서의 문제 모델링에 대한 방법 연구에 도움을 줄 수 있다.

끝으로 모델링의 효율성을 높이고, 도구사용자의 편리성과 자동적 문서화(documentation)를 추구하기 위해서는 특정 모델링 도구와 방법론을 지원하는 CASE Tools 시스템의 개발이 필요하다. CASE Tools 시스템의 개발을 위해서는 모델베이스의 논리적 스키마 표현을 위한 모델링 언어의 개발이 이루어져야 하며, 본 연구에서 제시된 개념적 모델링 도구로 표현된 개념적 스키마를 논리적 스키마로 전환하는 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다.

개념적 스키마 표현을 위해 제시된 본 연구의 OM/EOM을 자동적으로 모델링하는 시스템을 개발하기 위해서는 그래프기반의 모델링 시스템 프로토타입이 개발되어야 한다. 그래프기반의 모델링 시스템에 관한 연구로는 Jones(1990, 1991)의 GBMS(Graph-based Modeling System)의 연구가 도움을 줄 수 있다. OM/EOM으로 모델링된 개념적 스키마를 논리적 스키마 표현하는 데 필요한 객체지향 모델링언어의 개발을 위해서는 Potter 등(1992)의 KDL(Knowledge / Data Language), Hong 등(1993) 등의 Lu(Unified Modeling Language), Muhanna(1992)의 MDL(Model Description Language), 정대율(1996)의 MODL(Model Object Description Language) 등의 연구가 도움을 줄 수 있다.



## 참 고 문 헌

1. 이재식, 박동진, “문제구조화를 위한 의사결정지원시스템 쉘의 개발,” 한국경영과학회지, 제19권, 제3호, 1994, pp. 15-40.
2. 정대율, “DSS의 모델베이스 개발을 위한 객체모델링 프레임워크” 박사학위논문, 부산대학교 대학원, 1996.
3. Avison, D. E., and V. Taylor, “Information Systems Development Methodologies : A Classification According to Problem Situation,” Journal of Information Technology, Vol. 12, 1997, pp. 73-81.
4. Basu, A., and R.W. Blanning, “Metagraphs: A Tool for Modeling Decision Support Systems,” Management Science, Vol. 40, No. 12, 1994, pp. 1579-1600.
5. Batra, D., and S. H. Zanakis, “A Conceptual Database Design Approach Based on Rules and Heuristics,” European Journal of Information Systems, Vol. 3, No. 3, 1994, pp. 228-239.
6. Blanning, R.W., “An Entity-relationship Approach to Model Management,” Decision Support Systems, Vol. 2, No. 1, 1986, pp. 65-72.
7. Buffa, F., G. Marzano, and M. F. Norese, “MACRAME : A Modeling Methodology in Multiactor Contexts,” Decision Support Systems, Vol. 17, 1996, pp. 331-343.
8. Chen, P.P.S., “The Entity-Relationship Model -- Toward a Unified View of Data,” ACM Transactions on Data Base Systems, Vol. 1, No. 1, 1976, pp. 9-36.
9. Chen, Y.S., “An Entity-relationship Approach to Decision Support and Expert Systems,” Decision Support Systems, Vol. 4, No. 2, 1988, pp. 225-234.
10. Choobineh, J., “A Diagramming Technique for Representation of Linear Models,” Omega, International Journal of Management Science, Vol. 19, 1991, pp. 43-51.
11. Codd, E.F., “Extending the Database Relational Model to Capture More Meaning,” ACM Transactions on Database Systems, Vol. 4, 1979, pp. 397-434.
12. Dolk, D. R., “Data as Models : An Approach to Implementing Model Management,” Decision Support Systems, Vol. 2, No. 1, 1986, pp. 73-80.
13. Geoffrion, A.M., “An Introduction to Structured Modeling,” Management Science, Vol. 33, No. 5, 1987, pp. 547-588.
14. Glover, F., D. Klingman, and N.V. Phillips, “Netform Modeling and Applications,” Interfaces, Vol. 20, No. 4, 1990, pp. 7-28.
15. Hammer, M., and D. Mcleod, “Database Description with SDM: A Semantic Database Model,” ACM Transactions on Database Systems, Vol. 6, 1981, pp. 351-386.

16. Hong, S. N., M. V. Mannino, and B. S. Greenberg, "Measurement Theoretic Representation of Large, Diverse Model Bases," *Decision Support Systems*, Vol. 10, 1993, pp. 319-340.
17. Hull, R., R. King, "Semantic Database Modeling: Survey, Applications, and Research Issues," *ACM Computing Surveys*, Vol. 19, No. 3, 1987, pp. 201-260.
18. Jones, C., "An Introduction to Graph-based Modeling Systems, Part I: Overview," *ORSA Journal on Computing*, Vol. 2, 1990, pp. 136-151.
19. Jones, C., "An Introduction to Graph-based Modeling Systems, Part II: Graph-grammars and the Implementation," *ORSA Journal on Computing*, Vol. 3, 1991, pp. 180-206.
20. Kimbrough, S.O., "A Graph Representation for Management of Logic Models," *Decision Support Systems*, Vol. 2, No. 1, 1986, pp. 27-37.
21. Lazimy, R., "Knowledge Representation and Modeling Support in Knowledge-based Systems," In: C. Batini(Ed.), *Entity-Relationship Approach*, Elsevier Science Pub., North-Holland, 1989, pp. 133-161.
22. Liang, T.P., "A Graph-Based Approach to Model Management," *Proceedings of Seventh International Conference of Information Systems*, 1986, pp. 136-151.
23. Massey, A. P., and W. A. Wallace, "Understanding and Facilitating Group Problem Structuring and Formulation : Mental Representations, Interaction and Representation Aids," *Decision Support Systems*, Vol. 17, 1996, pp. 253-274.
24. Muhanna, W.A., "On the Organization of Large Shared Model Bases," in: B. Shetty(ed.), *Annals of Operations Research, Model Management Systems*, Vol. 38, 1992, pp. 359-396.
25. Muhanna, W.A., "An Object-oriented Framework for Model Management and DSS Development," *Decision Support Systems*, Vol. 9, No. 2., 1993, pp. 217-229.
26. Peckham, J., and F. Maryanski, "Semantic Data Models," *ACM Computing Surveys*, Vol. 20, No. 3, 1988, pp. 153-189.
27. Potter, W.D., T.A. Byrd, J.A. Miller, and K.J. Kochut, "Extending Decision Support Systems: The Integration of Data, Knowledge, and Model Management," in: B. Shetty (ed.), *Annals of Operations Research, Model Management Systems*, Vol. 38, 1992, pp. 501-527.
28. Pracht, W. E., "Model Visualization : Graphical Support for DSS Problem Structuring and Knowledge Organization," *Decision Support Systems*, Vol. 6, No. 1, 1990, pp. 13-27.
29. Ram, S., " Intelligent Database Design Using the Unifying Semantic Model," *Information and Management*, Vol. 29, 1995, pp. 191-206.

30. Rumbaugh, J., "Objects in the Construction: Enterprise Modeling," *Journal of Object Oriented Programming*, 1993, pp. 18-24.
31. Rumbaugh, J., M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, and W. Lorensen, *Object-Oriented Modeling and Design*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1991.
32. Shachter, R.D., "Probabilistic Inference and Influence Diagrams," *Operations Research*, Vol. 36, No. 4, 1988, pp. 589-604.
33. Smith, J.H., and D.C.P. Smith, "Database Abstractions: Aggregation and Generalization," *ACM Transactions on Database Systems*, Vol. 2, No. 2, 1977, pp. 105-133.
34. Wand, Y., D. E. Monarchi, J. Parsons, C. C. Woo, "Theoretical Foundation for Conceptual Modeling in Information Systems Development," *Decision Support Systems*, Vol. 15, 1995, pp.285-304.

## &lt;Abstract&gt;

**A Conceptual Modeling Tools for the Model Base Design**

Jeong Dae-Yul

In many literatures of model management, various schemes for representing model base schema have been proposed. Ultimately, the goal is to arrive at a set of mutually supportive and synergistic methodologies and tools for the modeling problem domain and model base design. This paper focus on how best to structure and represent conceptual model of problem domain and schema of model base. Semantic concepts and modeling constructs are valuable conceptual tools for understanding the structural relationships and constraints involved in an model management environment. To this end, we reviewed the model management literature, and analyzed the constructs of modeling tools of data model oriented, graph-based approach. Although they have good tools but most of them are not enough for the representation of structural relationships and constraints. So we wanted more powerful tools which can represent diverse constructs in a decision support modeling and model base schema design.

For the design of a model base, we developed object modeling framework which uses Object Modeling Techniques(OMT). In Object Modeling Framework, model base schema are classified into conceptual schema, logical schema, and physical schema. The conceptual schema represents the user's view of problem domain, and the logical schema represents a model formatted by a particular modeling language. The physical schema represents the physical storage of a model. For the conceptual schema design, this paper proposes an extension of Object Model to overcome some of the limitations exhibited by the OMT. The proposed tool, Extended Object Model(EOM) have diverse constructs for the representation of decision support problem domain and conceptual model base schema.