

협동적 의사결정을 위한 다단계 모형 통합

권오병* · 이진창**

A Multilevel Model Integration for Collaborative Decision Making

Oh Byung Kwon* · Kun Chang Lee**

Abstract

Corporate level decision making with multiple decision makers in a consistent way is essential in Decision Support System. However, since the decision makers have different interests and knowledge, the models used by them are also different in their level of abstraction. This makes decision makers waste a lot of efforts for an integrated decision making. The purpose of this paper is to propose an integration mechanism so that collaborative decision making models may be used synthetically in multi-abstraction level. Models are classified as multimedia model, mathematical model, qualitative model, causal & directional model, causal model, directional model and relationship model according to the level of abstraction. The proposed integration mechanism consists of model interpretation phase, model transformation phase, and model integration phase. Specifically, the model transformation phase is divided into (1) model tightening mode which gather information to make a model transformed into upper level model, and (2) model relaxing mode which makes lower level model. In the model integration phase, models of same level are to be integrated schematically. An illustrative M&A-decision example is given to show the possibility of the methodology.

1. 서 론

부서간 혹은 전사적 경영 의사결정에 있어서

주된 과제 중의 하나는 부서간의 갈등을 조절하면서 전체 최적해를 탐색하는 것이다. 부서간 갈등의 원인은 제한된 자원이나 부서간 상호 의존성, 명시된 규정의 부재 등 여러 가지가 있지

* 한동대학교 경영경제학부

** 성균관대학교 경영학부

만, 무엇보다도 의사소통의 어려움이며, 이는 주로 경영 문제 영역을 이해하고 설명하는 일관된 표현 방식의 부재에 기인한다 [57]. 이 공통의 표현 방식으로서 모형을 사용한다. 단일의 모형 표현은 부서간 의사소통을 원활하게 하며 일단 모형이 개발되면 수리적인 분석뿐 아니라 의사결정을 위해 컴퓨터 자원을 직접적으로 활용할 수 있다는 장점을 가지게 된다 [33]. 더욱이 모형은 의사결정의 질 향상을 위한 의사결정자의 몰입에 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있다 [58].

그런데 모형을 활용함에 있어 다음과 같은 몇 가지 문제점들이 존재한다. 우선 모형들은 각각의 목적 (최적화, 예측, 분석, 인과관계, 데이터 관리, 설명 등)의 상이성과 사용 부서의 상이성 (생산, 마케팅, 재무 등), 그리고 사용자의 계층 (최고경영자, 중간관리자, 하부관리자 등)에 따라 다양한 추상화 수준(level of abstraction)으로 표현된다. Sauter 등은 모형 표현의 차원을 표현 방식(설명형, 목적 달성형) 역동성(정적, 동적), 그리고 방법론(알고리즘적 탐색적, 모의실험적, 분석적)의 3차원으로 설명하기도 한다 [57]. 특히 수리 모형의 경우 대수적, 도해적, 텍스트적 모형 방식 등 다양한 관점이 존재하는데 이를 단일 모형화 환경에서 고려해야 하는 어려움이 존재한다 [23]. 즉, 모형은 다양성을 가지기 때문에 단일의 표현 방식으로 부서 내부에 존재하는 모든 의사결정 문제 관련 모형을 완전히 표현할 수 없다. 이는 경영 의사결정 모형을 통합적으로 활용하는데 주요한 제한으로 작용해 왔다.

둘째, 또한 단일의 모형으로 의사결정하는 데 따르는 불완전성이 있다. 문제 해결 과정에 따라서는 이질적인 모형의 복합적인 고려로 의사

결정이 이루어져야 하는 경우도 존재한다. 단일 형태의 모형화에 대한 과거의 시도들이 존재하나 [22], 이질적인 형태의 모형간 통합에 대해서는 아직 고려가 없었다.

셋째, 개별 모형에 담겨있는 이면 지식(inside knowledge)을 활용하지 못함으로 모형 활용의 효과성이 증진되지 못했다. 예를 들어 한 선형 계획 모형에는 모형 최적화를 위한 지식이 들어 있을 뿐 아니라 문제 영역 내 각 요소들간의 인과 관계들에 관한 정보(causal dependencies)도 포함되어 있다.

결국 위의 세 가지 문제를 해결하기 위해서 의사결정 모형을 추상화 단계별로 분류하고, 분류된 다단계 모형들의 통합적 활용을 위해 변환 규칙을 개발하고, 각 모형에 내재된 이면 지식을 추출하는 방법론이 요구된다.

따라서 본 논문의 목적은 다단계 모형들의 종합적 활용을 위한 새로운 통합 메커니즘을 소개하는 것이다. 기존의 메커니즘이 단일화된 표현 방식을 제안하는 것에 비하여, 본 연구에서는 이미 표현방식이 다양하게 존재하는 것을 인정하고, 다단계 표현 방식간 변형을 자유롭게 함으로써 통합을 유도하는 접근 방식을 채택한다. 이러한 단계간 통합을 위해 이면 지식을 추출하는 방법론을 제시하고자 한다. 특히 본 논문에서는 이러한 작업의 첫 단계로서 방대한 변환 및 통합 방법론에 대해서 구체적으로 논의하기 보다는 기본 방안을 제안하는 것으로 한정하여 향후 상세한 연구를 위한 문제 제기에 집중하고자 한다. 제2장에서는 모형관리시스템의 이슈에 대해서 문헌 정리를 하고 본 연구의 필요성에 대해 설명하며, 3장에서는 다단계 모형을 표현하는 방식에 대해 제안한다. 표현된 다단계 모형을 통합하기 위한 모형 해석, 변형, 그리고

통합 방법은 제 4장에 소개되어 있으며 5장에는 간단한 예제를 통해 위 방법의 가능성을 보인다. 그리고 결론 및 추후 연구 방향을 6장에서 다루었다.

2. 모형관리시스템의 모형 통합 이슈

모형관리시스템(Model Management System, MMS)은 의사결정지원시스템의 핵심적인 하위 시스템 중의 하나로서 모형 표현, 통합, 저장, 실행을 주된 기능으로 한다. 모형관리시스템에서의 주된 이슈는 <표 1>에 요약되어 있다.

모형의 표현은 부서간 의사소통 및 수리적

분석과 해의 도출에 필수적이다. 그런데 의사결정에 사용되는 모형들은 다양하며 따라서 다양화된 관점을 가진다. 특히 수리모형에 있어서 모형 표현 방식의 차이가 존재하며 [23], 이들은 상호 유사성을 가지고 연관되어 있다 [45]. 모형 표현 방식은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫번째는 일반적 표현 방식으로서 모형 표현 패러다임을 제시한 후에 다른 표현 방식을 설명하는 접근 방식이다. 가장 대표적인 것으로는 Geoffrion이 처음으로 주창한 구조적 모형화(Structured Modeling)이다 [6]. 구조적 모형화는 결정적(deterministic)이고 정적인 세계의 모형화를 주된 대상으로 하며 이를 바탕으로 하여 이산사건 시뮬레이션(DEVS), 기업 모형화, 컴퓨터 통합 생산체제를 비롯한 제조 시스템 설계, 네트워크 설계, 경영 계획 등 다양한 영역에 적용되고 있다 [10, 14, 17, 18, 21, 24, 28, 43, 52, 53, 54].

<표 1> 모형관리시스템의 이슈

대 이 슈	소 이 슈	내 용
모형표현	일반적 표현 방법 탐색	구조적 모형화(Structured Modeling) 방식 관계형 데이터 모형화 방식 객체지향적 데이터 모형화 방식 도해적 표현 방식 논리 기저 표현 방식
	이질적 표현 방법 간 변환	동일 추상화 수준의 변환 이질 추상화 수준의 변환
모형통합	동일 표현방식인 경우의 통합	스키마 통합 방식 객체지향적 통합방식 관계형 데이터 통합 방식
	이질적 표현방식인 경우의 통합	구체적 논의 없음
모형저장	데이터베이스 저장	관계형 데이터 베이스 객체지향형 데이터 베이스
	일반 정보저장소 저장	정보 자원 디셔너리
	기타 방법	응용 프로그램 내장
모형 실행		모형 및 해결자 통합 실행 가능한 모형화 언어 사용 논리 기저의 모형 실행

또한 모형베이스가 기본적으로 데이터베이스의 아이디어에서 나온 것임을 감안하여 데이터 모형화 기법을 모형화에 적용한 연구가 많이 있다. 그 중 관계형 데이터모형 [15, 42, 49, 59], 기존의 데이터베이스 모형에서 모형 관리에 필요한 명령어를 추가한 확장형 데이터베이스 모형 [11, 12, 13], 객체지향적 모형 [1, 30, 34, 40, 41, 44], 그리고 객체지향적 데이터 모형과 관계형 데이터 모형을 혼합한 객체관계형 데이터 모형 [9] 등이 제시되어 있다. 특히 지식기반의 모형관리 시스템에 대한 논의가 진행되면서 모형을 지식베이스에 저장하려는 시도에서 틀 중심의 지식 표현을 가능하게 해주는 객체지향적 데이터모형이 표현력이나 실제 구현 가능성에서 바람직한 것으로 평가되고 있다.

또한 도해적 모형 표현이 모형 가시화 및 사용자 인터페이스 측면에서 유력한 모형표현 방식으로 제안되고 있다 [51, 64]. 도해적 방식은 속성그래프 (Attributed Graph), 그래프 문법 (Graph-grammar) [32], 의미망(Semantic net)[25] 등 다양하다. 지능형 모형관리시스템이 주장되면서 논리 방식의 모형 표현도 주장되어온 바 있다 [6, 36, 37]. 특히 일차로직 (First Order Logic) [20, 35] 은 이러한 표현 방식의 출발점이 되었다. 그러나 이러한 방식은 대규모 모형베이스를 운영하거나 풍부한 표현능력을 요구하는 방식으로는 복잡한 것으로 여겨지고 있다. 이러한 단일화된 모형 표현 방식은 형식론 (formalism)을 통해 모형의 표현력 및 신뢰성을 증명하게 되나 아직도 의사결정 영역에서 존재하는 모든 모형을 표현할 수 있는 표현 방식은 존재하지 않는다. 모형 표현에 대한 두 번째 접근 방식은 단일화된 모형 표현방식의 고안이 불

가능하거나 혹은 비효율적이라는 전제하에 각각의 모형 방식을 인정하고 표현 방식간의 전환 매커니즘을 연구하는 것이다 [33]. Hill 등은 실행 가능한 선형계획모형과 SML(Structured Modeling Language)사이의 전환 방식을 [29, 63], Maturana는 고수준의 수리모형에서 저수준의 수리모형 사이의 전환 방식 및 모형 스키마를 실행 가능형 모형으로 전환하는 방식 등을 제안했다 [47, 48]. 이러한 전환 방식은 현실적이며 확장 가능성을 지니는 반면 모형 추상화 수준간 전환 불가능한 요소들도 많이 존재하기 때문에 현재의 수준으로는 일부의 표현 집합에서만 증명된 방법이다 [33].

모형 통합은 모형베이스 내에 존재하는 두 개 이상의 모형을 참조하여 이를 하나의 모형을 통합하는 기능을 의미한다. 모형 통합은 다시 같은 수준의 표현 방식을 한 모형 사이의 통합 [16]과 다른 방식인 경우의 통합으로 양분하여 고려할 수 있다. 같은 수준의 모형방식 사이의 통합은 각 모형을 스키마 방식으로 표현하고 수학적 정리를 적용한 모형 스키마 통합 방식과 [61], 실행 수준에서의 객체지향적 통합 [62]의 두 가지가 제시되고 있다. 한편 다른 수준의 표현 방식간 통합은 수준간 모형 전환 기능의 존재를 선행 조건으로 하게 된다. Ba 등은 조직 모형에서는 수리모형과 질적모형이 존재하며, 이들의 통합적 활용을 위해 수리모형에 내재된 가상관계(virtual relations)를 추출하여 질적 모형과 통합하는 방법에 대해 언급한 바 있다 [2]. 그러나 이질적인 부서간 의사결정에서 필수적이라고 볼 수 있는 모형 전환을 동반한 더 확장적인 형태의 모형 통합이나 전환 방법론에 대한 구체적인 논의가 아직 부족하다.

모형 저장은 크게 데이터베이스 저장과 파일

개념을 포함한 정보저장소 저장, 그리고 응용 프로그램에 내재시키는 경우를 들 수 있다. 실행 프로그램에 내재시키는 것은 모형의 활용이 해결자에 종속적이고 수정이 용이하지 않기 때문에 모형 관리 면에서 열등한 방식이다. 데이터베이스 저장은 모형 표현의 방법에 맞추어 관계형 데이터베이스나 객체 지향적 데이터베이스 등에 저장하게 된다 [30, 31]. 정보저장소 혹은 정보자원사전 (information resource dictionary) 은 데이터 파일의 형태로 저장하는 것을 의미한다 [15]. 결국 모형 저장은 모형 표현 방식과 밀접한 연관이 있다.

모형 실행의 이슈는 모형과 해결자(Solver)의 통합에 대한 논의에서부터 추진되어 왔다. 이는 모형베이스 저장 수준의 모형과 실행 수준의 모형간의 통합을 의미한다 [7, 18, 55]. 이러한 모형 표현 및 실행의 통합은 최근 실행 가능형 모형화 언어의 고안에 초점을 맞추고 있다 [3, 50]. 특히 Bradley는 실행 가능형 모형화 언어로 단형적인 (monolithic) 모형 내에서의 통합을 시도하였다 [4].

이상의 모형관리시스템 상의 연구 이슈를 살펴본 바와 같이 이질적인 추상화 수준을 가진 다단계 모형이 존재하고 이들에 대해서 일반적으로 통합하여 표현할 방식이 아직 존재하지 않으며, 더구나 이러한 다단계 모형간의 통합을 위한 전환 방식에 대해서도 그 중요성에 비해서 체계적인 연구가 미흡하다.

3. 다단계 모형 표현

실재를 추상화하기 위한 모형은 의사결정의 다양한 목적에 따라 다양한 추상화 수준으로 표

현된다. Ba 등은 기업모형화(Enterprise modeling)를 위해서 기업 내에 존재하는 요소들의 관계성에 대한 종류로 순수한 질적관계성 (purely qualitative relationships), 준질적관계성 (quasi-qualitative relationships), 선언적 관계성 (definitional relationships), 그리고 양적 관계성 (quantitative relationships) 등으로 분류하고 있다 [2]. 그런데 이 분류에서 인과관계성 및 방향관계성이 추가적으로 고려되어야 한다. 그 이유는 기업 의사결정을 위한 관계성(혹은 모형)은 이미 구축된 모형 요소뿐 아니라 원시적 수준의 자료 집합으로부터 도출되는 경우도 있기 때문이다. 또한 최근 부각되고 있는 멀티미디어 모형에 대해서도 추가적으로 고려해야 한다. 따라서 본 논문에서는 지금까지의 논의를 확장하여 모형 추상화 수준을 [그림 1]과 같이 멀티미디어 모형(multimedia model), 수리모형 (mathematical model), 질적모형(qualitative model), 인과 및 방향관계 모형(causal & directional model), 인과관계 모형(causal relationship model), 방향 관계 모형(directional relationship model), 그리고 관계 모형 (relationship model)으로 분류한다.

모형은 개체-관계형 방식으로는, 개체(entity) 및 개체의 속성(attribute), 그리고 속성간의 관계성에 의해 표현된다. [그림 1]의 (a)는 속성의 매체별 종류를, 그리고 (b)는 이들간의 관계성을 정의하는 네 가지 방식을 보여주고 있다. 속성의 매체로는 텍스트(text), 음성(sound), 이미지(image), 동화상(video) 등이 존재하며, 텍스트는 다시 수리적 표현방식의 텍스트와 논리, 규칙, 틀 등의 질적 표현방식, 그리고 일반적인 문서들로 나뉘어진다. 한 모형 표현방식에 허용되는 속성의 매체가 많으면 많을수록 표현의 표

현력은 증가한다. 그러나 정보의 과잉 현상 때문에 표현력의 증가가 이해도의 증가를 의미하는 것은 아니다.

속성간의 관계성은 단순 관계성, 방향 관계성, 인과 관계성, 방향 및 인과 관계성, 그리고 복합 관계성으로 구분하였다. 단순 관계성은 두 속성 사이의 상호 영향성의 유무에 관련된 것이다.

첫째, 예를 들어 단순 관계성을 보면, 우선 EXT 라고 하는 진위 변수가 있다고 하자. 또 EXT 변수는 해당되는 속성이 존재하고 그의 값이 변하면 1(true), 변하지 않으면 0(false)의 값을 가진다고 하자. 또한 임의의 두 속성 x 와 y 가 존재한다고 하자. 이때,

$XOR(EXT_x, EXT_y)=0$ (임의의 두 속성 x , y 가 단순 관계성이 있는 경우, 그렇지 않으면 1).

와 같이 정의된다. 예를 들어 '가격(p)과 수요량(q)과는 관계가 있다.'라고 하는 지식은 $XOR(EXT_p, EXT_q)=0$ 으로 표현한다.

둘째, 방향관계성은 단순관계성을 만족하면서 상호 변화의 방향이 알려진 관계성이다. 속성 값의 변화 방향을 나타내는 DIR 이라고 하는 변수가 있어, 속성 값이 증가하면 +, 감소하면 -, 변화가 없으면 0의 값을 가진다고 하자. 이때 임의의 두 속성 x , y 에 대하여,

$DIR_x * DIR_y > 0$ (임의의 두 속성 x , y 가 정의 방향관계성이 있는 경우, 역의 방향관계성은 < 0)

와 같이 정의된다. 예를 들어 '가격(p)과 수요량

(q)은 반비례한다'라고 하는 지식은 가격과 수요량이 역의 방향관계에 관련한 정보를 가지고 있는데, 이는 $DIR_p * DIR_q < 0$ 로 표현될 수 있다.

셋째, 인과관계성은 단순관계성을 만족하면서 상호 변화의 인과관계가 알려진 관계성이다. 이는,

$OR(NOT(EXT_x), EXT_y)=1$ (임의의 두 속성 x , y 가 인과 관계성이 있는 경우, 그렇지 않으면 0).

와 같이 정의된다. 예를 들어 '가격(p)이 변하면 수요량(q)도 변한다' 라고 표현되는 지식은 $OR(NOT(EXT_p), EXT_q)=1$ 이라고 표현된다.

넷째, 인과 및 방향관계성은 인과관계성과 방향관계성이 모두 존재하는 두 속성간의 관계성을 의미한다. 이는 임의의 두 속성 x , y 에 대하여,

$$DIR_x * DIR_y = > 0 \text{ 및}$$

$$OR(NOT(EXT_x), EXT_y)=1$$

을 동시에 만족하는 것이다. 또한 인과관계성과 방향관계성이 단순관계성을 만족하기 때문에 당연히

$$XOR(EXT_x, EXT_y) = 0$$

가 만족된다. 따라서 이를 단순화하여 다음과 같이 표현하고자 한다.

$x \xrightarrow{+/-} y$ (임의의 두 속성 x , y 가 정의 방향관계가 있는 경우 +, 음의 방향관계가 있는 경우 -)

예를 들어 '가격(p)이 증가하면 수요량(q)은 감소한다'라는 지식은 $DIR_p * DIR_q = > 0$ 과

$OR(NOT(EXT_p), EXT_q)=1)$, 그리고 $XOR(EXT_p, EXT_q)=0$ 을 동시에 만족한다. 그리고 이를 단순화하여 $p \rightarrow q$ 와 같이 표현하고자 한다.

이상에서 소개한 모형을 분류하는 두 가지 표현방식에 의하여 본 논문에서는 다음 <표 2>와 같이 모형을 분류하고자 한다.

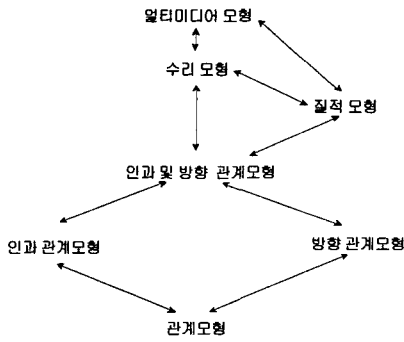
이중에서 멀티미디어 모형은 속성의 표현에 두 가지 이상의 매체를 사용하는 모형이다. 멀티미디어 모형의 요소로 모형을 표현할 때는 수치적이거나 부호적인 텍스트 뿐만 아니라 이미지(BMP, GIF, TIF, JPG 등), 음성(WAV 등) 그리고 동영상(MPG 등) 등도 활용된다. 특히 수리모형 혹은 질적모형으로 표현이 어려운 모형 작성자의 작성 배경 및 의도, 모형에 대한 다매체적 설명, 모형이 묘사한 실제 세계에 대한 보다 가까운 묘사가 가능하다. 따라서 현실과 가장 가까운 장점이 있으나 대신 모형관리가 어렵다는 단점이 있다. 단, HTML나 JAVA와 같은 하이퍼텍스트 언어 기저의 모형 표현은 관

리 가능한 멀티미디어 모형의 일종이 될 수 있다. 수리 모형은 실제 중에서 수리 모형 요소들 간의 관계성으로 표현 가능한 부분만을 선별적으로 추상화한 것이다. 수리 모형은 LINDO, GAMS, AMPL 등과 같은 해결자(solver)에 의해 실행 가능하다. 질적 모형은 실재를 규칙, 논리, 틀 혹은 이들의 복합형과 같은 지식 표현 방식으로 추상화하여 표현한 것이다. 인과 및 방향관계 모형은 모형 표현을 위한 종속 네트워크(dependency network)이다. 이는 인과 관계와 방향 관계 모두의 특성을 다 가진 모형을 일컫는다. 인과모형은 두 개 이상의 모형 요소들 간의 인과관계에 관련된 정보를 내포한다. 인과 모형은 특히 예측 이론 등 통계학 유관 의사결정 모형에서 주로 등장한다. 방향 관계 모형은 하나 이상의 이전 관계성의 비례성에 관련된 정보를 가진 것이다. 관계 모형(relationship model)은 두 속성 사이에 관계성은 존재할 수 있으나 인과관계나 방향관계는 증명되지 않은 모형이다. 이상의 여러 추상화 수준의 모형들을 표현하면 다음 [그림 1]과 같다. [그림 1]의 계

<표 2> 모형의 분류

모형의 이름	허용되는 속성의 매체	허용되는 관계성
멀티미디어 모형	텍스트, 음성, 이미지, 동영상 등	단순관계성, 방향관계성, 인과관계성, 수리적 논리, 질적 논리
수리적 모형	텍스트	단순관계성, 방향관계성, 인과관계성, 수리적 논리
질적모형	텍스트	단순관계성, 방향관계성, 인과관계성, 질적 논리
인과 및 방향관계모형	텍스트	단순관계성, 방향관계성, 인과관계성
인과관계모형	텍스트	단순관계성, 인과관계성
방향관계모형	텍스트	단순관계성, 방향관계성
관계 모형	텍스트	단순관계성

층관계는 허용되는 속성의 매체의 다양성과 허용되는 관계성의 수를 기준으로 표시된 것이다.



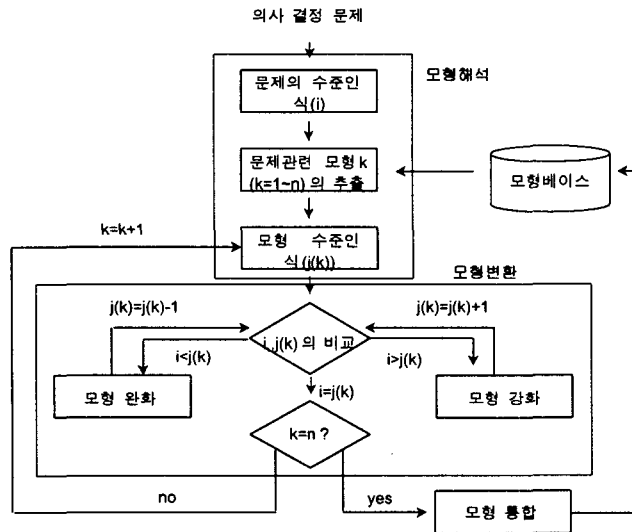
[그림 1] 다단계 모형의 계층

4. 다단계 모형 통합

추상화 수준의 다른 모형들간의 통합적 고려는 우선 통합 대상 모형들의 추상화 수준을 동일화하는 것으로 시작한다. 다음 [그림 2]는

모형 통합을 위한 제 단계를 나타내고 있다.

의사결정자로부터 의사결정 문제가 입력되면 모형 해석 과정을 시작한다. 해석과정의 시작은 우선 문제의 추상화 수준을 인식하는 것이다. 예를 들어, 수리적으로 계산된 결과치를 원하는지 아니면 인과관계성을 묻는 것인지 등을 판단한다. 그리고 문제를 해결하는데 관련된 대상 모형(target model)을 모두 모형베이스로부터 검색, 추출하고 각각의 모형의 수준을 인식한다. 여기서 대상 모형은 문제에 대한 해와 관련한 개체의 속성이 내포되었거나 그 속성을 유도하는데 관련한 모형들을 의미한다. 문제 해결을 위한 모형 통합을 위해 우선 추출된 모든 모형들을 문제 수준과 동일화한다. 예를 들어 모형은 수리 모형 수준이고, 문제가 원인과 결과를 묻는 인과 관계모형 수준이라면 수리모형을 완화하여 인과모형 수준으로 변환하는 것이다. 이때 각 후보 모형 및 문제의 추상화 수준을 비교하는데 원 모형의 수준이 높으면 모형 완화



[그림 2] 모형 통합 단계

(model relaxation), 낮으면 모형 강화(model tightening)를 통해 수준을 동일화해 나간다. 동일화 과정이 완료되면 동일화된 두 모형으로 특정 모형 통합 방법을 통해 통합 모형을 구축하게 된다.

4.1 모형 해석(Model Interpretation)

모형의 해석 과정은 입력된 모형에 대한 기본 정보들, 즉 모형의 이름과 작성자, 추상화 단계 및 내재된 속성, 제약조건 등과 같은 정보를 특정 틀에 맞추어 인식하는 단계이다.

본 논문에서는 모형은 하나 이상의 모형 요소로 구성되어 있으며, 각 모형 요소들은 문제 영역 내에 존재하는 객체의 속성으로 인식한다. 다음은 객체 정의 틀이다.

```
OBJECT object-name {
    [ALIASES: alias-name]
    NOTATION : notation-name
    [IS-A : object-class-name]
    [IS-AGGR-OF : sub-object-name]
    ATTRIBUTES {
        ATTRIBUTE-NAME: {
            [ALIASES: alias-name]

            TYPE:
            object-name.attribute.type

            NOTATION:
            object-name.attribute.notation

            [PROPORTIONED-TO:
            object-name.attribute]
```

```
        [DEPENDS-ON:
        object-name.attribute]
    }
}
[OPERATIONS : operation-name]
[CONSTRAINTS : constraints]
}
END__OBJECT:
```

대문자는 예약어이며 '[']' 는 옵션을 의미한다. 위의 모형 정의는 크게 구조, 속성, 실행 및 제약에 관련한 정의 부분으로 나뉘어 진다. 'ALIASES'는 객체의 동의어들을 선언하는 부분이며, 'IS-A' 및 'IS-AGGR-OF'는 객체 구조의 인식 관련한 부분이다. 'IS-A'는 모형 요소간의 상속관계를 정의하며, 'IS-AGGR-OF'는 특정 객체와 그의 부분 객체와의 관계를 정의할 때 사용된다. 예를 들어 선형계획 모형의 경우 모형은 목적함수와 제약식이라고 하는 부분 객체의 합으로 구성된다. 이때 'linear programming model IS-AGGR-OF objective function AND constraint'라고 정의할 수 있다. 'PROPORTIONED-TO'는 객체의 해당 속성인 모형 요소와 다른 속성과의 방향 관계에 대한 정의를 기술하는 곳이며, 'DEPENDS-ON'은 인과관계에 대한 정의 기술을 위한 것이다. 이 모든 정보는 모형베이스에 저장된다. 'OPERATIONS'는 객체의 작동자를 정의하는 부분이며, 'CONSTRAINTS'는 객체 및 객체 내 속성들에 대한 기본 가정(premise) 및 모순 지식(contradiction)을 정의할 수 있는데, 이들은 질적 모형들의 통합 등 관리에 유효성을 보존하기 위한 truth maintenance에 필수적이다. 예를 들어 수송 모형에는 공급처라는 객체가 인덱스로 내재되어 있으며, 이는 다

음과 같이 표현된다.

OBJECT 수송 {

ALIASES: 운송

NOTATION: (i, j)

IS-A: 없음

IS-AGGR-OF : 없음

ATTRIBUTES {

수송량 {

ALIASES: 운송량

TYPE: 실수

NOTATION: X

PROPORTIONED-TO:

공급처,공급량, 단위당수
송비용

DEPENDS-ON:공급처,공
급량,수요처,수요량,단위당
수송비용

}

단위당수송비용 {

TYPE: 실수

NOTATION: C

}

}

}

END_OBJECT:

4.2 모형 변형 (Model Transformation)

모형 해석단계가 종료되고, 통합해야 하는 모형간의 추상화단계가 다르면 모형 변형단계를 시작한다. 모형 변형이란 특정 수준의 모형을 다른 수준의 모형으로 변형하는 작업을 의미하며, 구체적으로는 (1) 하위 추상화 수준으로 변

형하는 모형 완화 및 (2) 상위 추상화된 수준으로 변형하는 모형 강화의 두가지로 분류된다.

모형 완화 (Model Relaxing)

모형 완화는 추상화 수준이 높은 모형화로부터 낮은 모형으로 진행되는 과정을 의미하며, 기존 모형으로부터의 정보수집(Information Gathering)으로 이루어진다.

[그림 1]에 나타나 있는 계층은 상위 수준의 모형은 이미 하위 수준의 모형에 관련된 정보를 내포하고 있음을 암시하고 있다. 그러므로 모형 수집 규칙을 통하여 더 많은 정보를 획득할 수 있다.

특정 수준의 모형으로부터의 모형 완화를 위한 정보 수집은 규칙의 형태로 표현 가능한데, 예를 들어 수리 모형으로부터 인과 및 방향 관계 모형으로의 모형 획득에 관련된 규칙은 다음과 같은 메타 규칙으로 표현된다.

이는 원시 모형이 수리 모형이고 목표 모형이 인과 및 방향 관계모형이며, 모형 내에 부등호가 존재하는 경우 여유 혹은 잉여변수를 동원하여 등식으로 변경하라고 하는 의미를 가진다. 이렇게 문제 영역을 관리하기 위하거나 혹은 문제 해결에 관련된 지식을 메타 지식이라고 한다.

정보수집규칙 (수리 모형에서 인과 및 방향 관계 모형으로)

Rule1:

IF source model level = mathematical model

AND target model level = causal & directional relationship model

AND a model component is an inequality

THEN it is changed to equality by adopting slack or surplus variable.

Rule2:

IF source model level = mathematical model

AND target model level = causal & directional relationship model

AND a model component is polynomial

THEN divide them into several monomial expressions

Rule3:

IF source model level = mathematical model

AND target model level = causal & directional relationship model

AND a RHS model component is monomial

AND a RHS model component is (+)

THEN LHS model component and RHS model component are positively correlated

AND LHS model component depends on RHS model component

Rule4:

IF source model level = mathematical model

AND target model level = causal & directional relationship model

AND a RHS model component is monomial

AND a RHS model component is (-)

THEN LHS model component and RHS model component are negatively correlated

AND LHS model component depends on RHS model component

그 외의 메타 지식은 부록 A에 소개하였다. 예를 들어 이윤 산정 모형인 $\pi = TR - TC$ 가 존재한다고 하자. 우변항(RHS)인 $(TR - TC)$ 이 다항식이기 때문에 이는 TR과 $(-1)*TC$ 로 분리된다 (RULE 2). π 는 TR 과 정의 상관 관계를 가지고 (RULE 3) 또한 그 자체로 TR과 관계를 가지며 (RULE 5), TC 와는 음의 상관 관계를 가지고 (RULE 4) 또한 서로 관계성을 가진다 (RULE 5). 결국 다음 <표 3>과 같은 새로운 모형이 추출된다.

<표 3> 모형 완화 메타 지식으로부터 추출된 모형

모형의 수준	추출된 모형
방향 관계 모형	$DIR_P * DIR_{TR} > 0$ $DIR_P * DIR_{TC} > 0$
인과 관계 모형	$OR(NOT(EXT_{TR}), EXT_P) = 1$ $OR(NOT(EXT_{TC}), EXT_P) = 1$
관계 모형	$XOR(EXT_P, EXT_{TR}) = false$ $XOR(EXT_P, EXT_{TC}) = false$

모형 강화 (Model Tightening)

모형 강화는 특정 수준의 모형을 상위 수준의 모형으로 변형하는 것이다. 따라서 이를 위해서는 필연적으로 현존하는 모형 지식이나 외부로부터의 지식 습득이 요구되며, 지식은 개별 문제와 관련된 문제 영역 지식(domain-specific knowledge)과 모든 문제에 공통적으로 적용되

는 일반 지식(generic knowledge), 그리고 변형 과정을 관리하는 메타 지식(meta knowledge)으로 분류된다. 각 수준별 변형을 위한 방법론은 아래의 <표 4>에 소개되어 있다.

<표 4> 모형 강화 규칙

현수준	목표 수준	변형 방법론
단순 자료 집합	관계 모형	데이터마이닝
관계모형	인과 관계 모형	데이터마이닝
방향 관계 모형	인과 및 방향 관계 모형	데이터마이닝
관계 모형	방향 관계 모형	상관관계 분석
인과 관계 모형	인과 및 방향 관계 모형	상관관계 분석
인과 및 방향 관계 모형	질적 모형	지식습득(예: 규칙 생성)
인과 및 방향 관계 모형	수리 모형	회귀분석 모형조립
질적 모형	수리 모형	지식기반 모형 수립

단순 자료 집합으로부터 관계모형, 즉 관계성을 추출하는 것은 데이터마이닝으로 가능하다. 데이터마이닝이란 다양한 계산 분석 기법을 활용하여 데이터베이스 등 정보 저장소에 내재되어 있는 유용한 지식을 추출해 내는 기법을 말한다 [27]. 특히 데이터마이닝을 위한 기법에는 인공지능방법과 통계적인 기법 등이 활발하게 사용되고 있다 [56, 60]. 또한 Han 등은 관계형 데이터베이스에서 규칙을 추출하는 발견 알고리즘(discovery algorithm)을 소개하고 있다 [26].

한편, 관계모형으로부터 인과관계성을 찾아내는 것은 관계로부터 함수적 종속성(functional dependencies)을 추론해 내는 과정이다. 그러나 기본적으로 관계성 혹은 방향관계성만으로는 혼동효과나 성숙효과 등으로 인해 인과관계성을 보장하기 어려운 것으로 알려져 있다 [5]. 그러

나 다음과 같은 일반 지식의 예들이 인과관계성을 도출 수 있다.

예 1: 외생변수는 독립변수이다.

예 2: 시간적으로 선행한 변수는 독립변수이다.

또한 데이터마이닝 분야에서 인과성 도출에 대한 연구가 시도되고 있다 [46].

관계모형으로부터 방향 관계 모형을 도출하거나 인과 관계 모형으로부터 인과 및 방향 관계 모형 도출을 위해서 상관관계 분석으로 어렵지 않게 유의한 관계성을 발견할 수 있다.

인과 및 방향 관계모형으로부터 질적 모형을 수립하는 것은 규칙생성기법 등 지식 습득 방법론을 도입할 수 있다. 인과 및 방향관계모형의 원인변수는 IF 절에, 결과변수는 THEN절에 표현된다. 인과 및 방향 관계모형으로부터 수리 모형의 수립은 모형 조립 기법이 활용된다. 모형 조립(model assembly)은 모형베이스에 현존하는 모형 요소들을 특정 지식을 통해 연결하여 완성된 모형을 작성하는 것을 의미한다. 권오병의 논문에서는 관계형 데이터베이스로부터 모형화에 관련한 지식을 추출하는 것을 소개하고 있다 [38]. 또한 둘 이상의 변수 사이에 인과성과 방향성이 모두 알려져 있고 관련 데이터를 확보하고 있는 경우에는 회귀분석을 통하여 회귀식 형태의 수리모형을 구할 수 있다.

마지막으로 질적 모형에서 수리 모형을 수립하는 것은 지식베이스를 활용하는 지식 기반 모형 수립에 관련된 연구에서 많이 사용된다. 특히 사례를 기반으로 한 추론 기법(Case-based reasoning techniques)을 통한 선형계획모형 수립 등에서 이러한 방법론들을 활용할 수 있다. 이 부분에 대한 자세한 논의는 또 다른 연구 이슈이므로 본 논문에서는 개념 설명 및 가능성을 보이는 것에 초점을 두려고 한다.

4.3 모형 통합 (Model Integration)

모형 완화 혹은 모형 강화 작업을 통해 원 모형과 대상 모형 사이의 수준이 동일해지면 모형 변형단계가 종료되어 모형 통합단계를 시작할 수 있다. 아래는 각 수준별 모형 통합에 대해서 설명하고 있다.

수리 모형의 통합

수리 모형의 통합은 스키마 통합을 채택한다. 이에 대해서는 권오병의 논문 [39]을 참조할 수 있다.

질적 모형의 통합

질적 모형의 통합은 각 지식 집합을 의미하며 이때 truth maintenance system을 통해서 지식 집합 사이의 논리적 연결의 진위를 판결할 수 있다.

인과 및 방향 관계 모형의 통합

인과 및 방향 관계모형은 입력과 출력의 관계이므로 전형적인 프로세스 통합의 예이다. 모형의 프로세스 통합이란 일련의 연결된 모형 과정들의 통합을 통하여 하나의 완전 모형을 구축하는 것이다 [16].

단계 1: 선행 모형의 출력 요소를 찾는다.

단계 2: 후행 모형의 입력 요소를 찾는다.

단계 3: 선행 모형의 출력 요소와 후행 모형의 입력 요소 중에서 일치하는 요소를 찾는다.

단계 4: 선행 모형의 입력 요소는 통합 모형의 입력 요소로, 후행 모형의 출력 요소 및 선행 모형의 출력 요소 중 일치하지 않은 요소들은 통합 모형의 출력 요소로, 선행 모형의 출력

요소와 후행 모형의 입력 요소 중에서 일치하는 요소들은 통합 모형의 매개 요소로 인식한다.

인과관계 모형의 통합

인과관계 모형의 통합은 인과 및 방향관계 모형과 동일하게 통합한다.

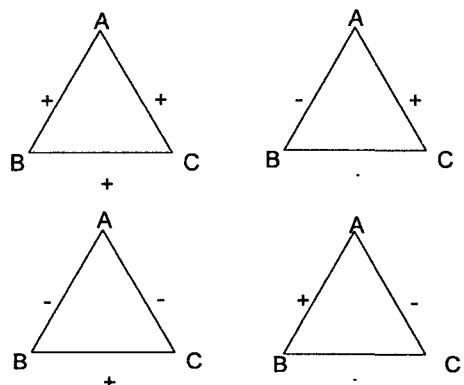
방향관계 모형의 통합

방향 관계 모형들의 통합은 변수간 방향 네트워크의 truth maintenance를 고려한다. 만약 A와 B, 그리고 B와 C(단 A, B, C는 모형 요소)의 방향 관계가 알려져 있을 때 두 방향관계 모형의 통합은 다음의 단계를 따른다.

단계 1: 두 방향관계 모형(DIR_A*DIR_B, DIR_B*DIR_C라고 하자)의 방향 관계를 인식한다.

단계 2: 새로운 방향관계 DIR_C*DIR_A의 방향은 다음 [그림 3]과 같이 각 관계들의 곱이 (+)가 되도록 결정한다.

단계 3: 단계2에서 결정된 새로운 모형을 포함하여 통합 모형을 완성한다.



[그림 3] 방향관계 모형의 통합

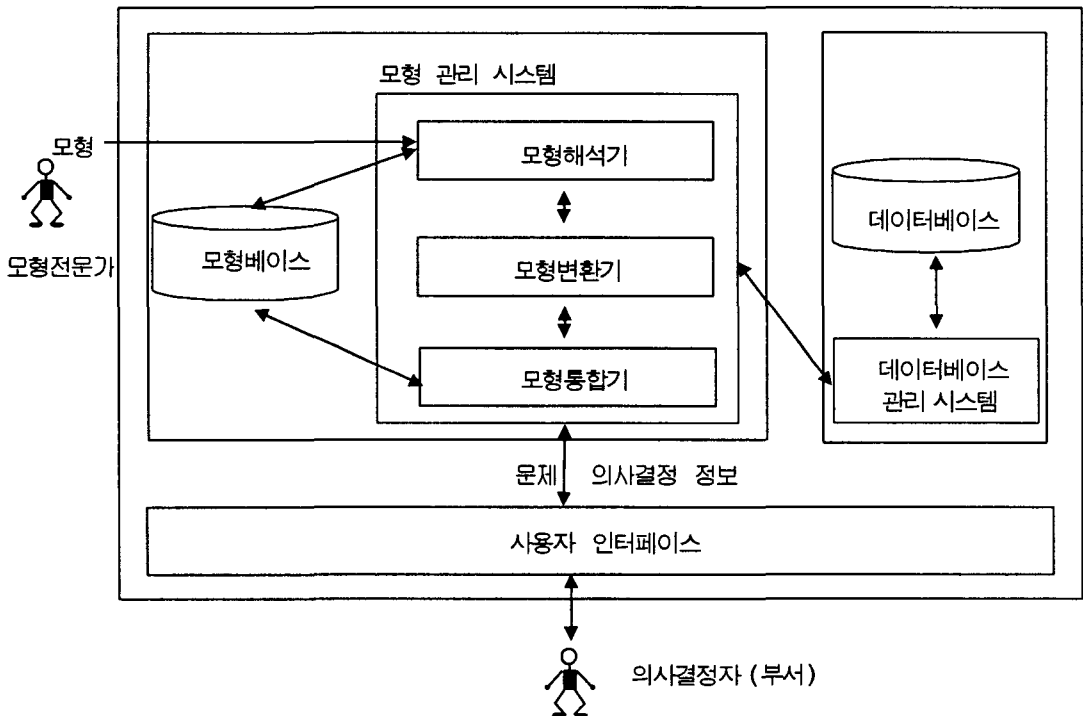
관계 모형의 통합

관계 모형들의 통합은 각 모형들의 합집합으로 표시된다. 예를 들어 $XOR(EXT_A, EXT_B) = 0$ 와 $XOR(EXT_B, EXT_C) = 0$ 의 두 관계 모형이 존재하면 통합 모형은 $\{XOR(EXT_A, EXT_B) = 0, XOR(EXT_B, EXT_C) = 0\}$ 이 된다.

이상과 같은 통합 과정을 실현하기 위한 모형관리시스템은 다음 [그림 4]와 같은 아키텍처를 가진다.

위의 아키텍처는 Sprague가 제시한 의사결정지원시스템 기본 구조를 기반으로 하였다. 모형관리시스템의 구성요소는 크게 모형해석기와 모형

변환기, 그리고 모형통합기로 이루어져 있으며, [그림 2]의 모형 통합 단계와 일치한다. 모형해석기는 첫째, 외부로부터 입력된 모형을 매타지식을 활용하여 적절한 단계의 모형들을 추출한 다음에 모형베이스의 스키마에 맞게 입력하는 역할과, 둘째 의사결정자의 문제 요구에 따라 유관 모형을 모형베이스에서 검색한 다음 이들의 추상화 수준을 파악하는 역할을 수행한다. 특히 외부 모형의 입력은 의사결정자(부서)의 의사결정 시점과 무관한 일정으로 이루어진다. 모형변환기는 모형해석기로부터 수집된 원모형들을 문제의 추상화 수준에 맞도록 완화하고 강화한다. 변환된 모형은 모형 통합기에서 통합된 스키마로 작성되며, 이것이 사용자 인터페이스를 통하여 의사결정자에게 보여지도록 되어 있다. 통합된 모형을 활용하여 모형실행, 평가가 이루어질 경우에는 데이터베이스관리시스템에



[그림 4] 다단계 모형 통합을 고려한 시스템 아키텍처

의하여 관련 자료의 값이 대입된다.

의사결정자는 본인이 필요한 시기에 온라인으로 모형관리시스템을 구동할 수 있으며, 모형관리시스템은 의사결정자의 문제 및 그의 수준을 파악하여 모형 통합기를 통하여 관련된 모형을 추출하여 모형변환기로 하여금 문제의 수준형태로 변환하도록 지시한다. 이때 자료집합에서부터 모형을 추출해야 하는 경우에는 클라이언트의 입장에서 서버인 데이터베이스관리시스템의 도움을 받을 수 있다. 변환되어진 대상 모형들은 모형 통합기에서 통합되어 그 결과가 의사결정자(부서)에게 사용자 인터페이스를 경유하여 제공된다.

업으로부터 인수 제의를 받았다고 가정하자. 이에 A기업은 B기업에 대해서 협상력을 가지기 위해서 관련 부서들이 모여 자신의 기업의 적절한 인수가치를 추정하기 위해 의사결정을 하게 되었다. A기업은 특히 전략부서와 재무부서, 마케팅 부서, 그리고 물류관련 부서 등 네 부서간 의사결정을 수행하려고 한다. 우선 다음은 각 부서가 기 확보하고 있는 모형 및 자료 집합이다.

우선 전략부서에서는 다음 <표 5>의 (S.1), (S.2)와 같이 인수가치와 주가와의 관계를 알고 있다.

<표 5> 전략부서의 보유 모형

	모형의 이름	모형의 유형	내 용
S.1	인수가치 모형 (1)	인과 및 방향 관계 모형	$SP \xrightarrow{+} AV$
S.2	인수가치 모형 (2)	인과 및 방향 관계 모형	$PR \xrightarrow{+} AV$

단, AV(인수가치),SP(주가), PR(경영권)

5. 예 제

본 논문의 방법론의 가능성을 보이기 위하여 인수합병에 관련한 부서간 통합 의사결정을 단순화하여 예로 들었다. A라고 하는 기업이 B기

<표 6> 재무부서의 보유모형

	모형의 이름	모형의 유형	내 용
F.1	총이익 계산 모형	수리모형	$\pi = TR - TC$
F.2	자기자본 총이익율 계산모형	수리모형	$M = \pi / CS$
F.3	총비용 계산 모형	수리모형	$TC = MC + CC + RC + PC$
F.4	부채비율 계산 모형	수리모형	$DR = DT / CS$
F.5	주가/역사 관계모형	인과 및 방향관계 모형	$HI \xrightarrow{+} SP$
F.6	주가/과년도 주가 관계모형	인과 및 방향관계 모형	$SP^* \xrightarrow{+} SP$
F.7	주가/자기자본이익율 관계모형	인과 및 방향관계 모형	$CS \xrightarrow{+} SP$
F.8	주가/부채비율 관계모형	인과 및 방향관계 모형	$DR \xrightarrow{-} SP$

단, π (총이익), TR(총수익), TC(총비용), M(자기자본총이익율), CS(자기자본), MC(마케팅 비용), RC(수송비용), PC(생산비용), DT(타인자본), HI(역사), SP^* (과년도 주가), DR (부채비율)

또한 재무부서는 아래 <표 6>과 같은 모형 (F.1)~(F.4) 와 더불어 부록 B에서 보인 바와 같은 상장회사 자료를 확보하고 있다. 부록 B의 자료를 토대로 하여 부록 C에 나타난 것과 같은 상관관계 분석이 완료되면 추가적으로 주가와 의미 있는 상관관계를 가지는 요인으로 역사, 과거 3년간의 주가 및 자기자본이익율, 그리고 부채 비율임을 발견할 수 있고 따라서 (F.5)~(F.8)과 같은 인과 및 방향관계 모형이 추출된다.

또한 마케팅부서는 다음 <표 7>과 같은 모형 (M.1)과 (M.2)를 확보하고 있다고 하자.

<표 7> 마케팅 부서의 보유 모형

	모형의 이름	모형의 유형	내용
M.1	총수익 모형	수리모형	$TR = P * D$
M.2	가격/수요량 관계모형	인과 및 방향 관계모형	$P \longrightarrow D$

단, P(가격), D(수요량)

또한 물류담당 부서에서는 다음 <표 8>과 같은 모형 (R.1)을 확보하고 있다.

<표 8> 물류담당부서의 보유 모형

	모형의 이름	모형의 유형	내용
R.1	수송 모형	수리모형	$MicRC = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij}$ $s.t$ $\sum_j X_{ij} = S_i$ $\sum_i X_{ij} = D_j$ $\forall i, j, X_{ij} \geq 0$

단, S(공급량), X(수송량), i(공급량), j(수요지), RC(수송비용), C(단위당 수송비용)

이상 <표 5>부터 <표 8>까지의 모형들이 모형베이스에 저장되었다고 가정하자.

문제의 인식

최근 들어 취급하고 있는 제품(P)의 가격을 인상하였다고 가정하자. 이때의 의사결정 내용은 과연 제품 가격의 인상이 인수가치에 어떠한 영향을 주는가에 대해 결정하는 것이다. 이 질문은 두 변수 사이의 인과 및 방향성을 묻는 것이므로 고려할 모형의 수준은 인과 및 방향관계 모형 수준이다. 따라서 위의 모형들을 인과 및 방향 관계 모형으로 통합하려 한다.

모형 변형

인과 및 방향관계 모형을 제외한 모형들을 인과 및 방향관계 모형 수준으로 변형한 결과는 <표 9>에 나타난 바와 같다.

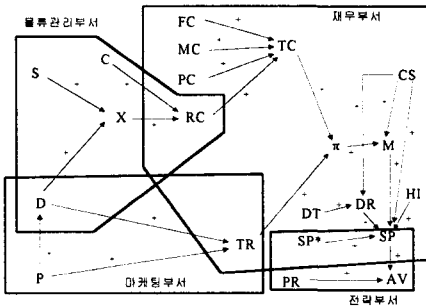
<표 9> 모형 변형 결과

원 대상 모형	변형된 모형
F.1 $\pi = TR - TC$	$TR \xrightarrow{+} \pi$ $TC \xrightarrow{-} \pi$
F.2 $M = \pi / CS$	$\pi \xrightarrow{+} M$ $CS \xrightarrow{-} M$
F.3 $TC = MC + CC + RC + PC$	$MC \xrightarrow{+} TC$ $CC \xrightarrow{+} TC$ $RC \xrightarrow{+} TC$ $PC \xrightarrow{+} TC$
F.4 $DR = DT / CS$	$DR \xrightarrow{+} DT$ $DR \xrightarrow{-} CS$
M.1 $TR = P * D$	$P \xrightarrow{+} TR$ $D \xrightarrow{+} TR$

R.1	$MinRC = \sum \sum C_{ij} X_{ij}$	$C \xrightarrow{+} RC$
	$s.t$	$X \xrightarrow{+} RC$
	$\sum_j X_{ij} = S_i$	$S \xrightarrow{+} X$
	$\sum_j X_{ij} = D_j$	$D \xrightarrow{+} X$
	$X_{ij} \geq 0$	

모형 통합

위 <표 9>에 보여진 변형된 모형들은 원 모형들과 같이 모형베이스에 저장된다. 그리고 예제 기업의 기업 가치에 영향을 미치는 요인의 인과관계를 전사적으로 보기 위해 변형된 모형을 앞장에서 보인 인과 및 방향관계모형의 통합방법에 의해 [그림 5]와 같은 하나의 인과 및 방향 관계 모형으로 통합할 수 있다. 단, 그림안의 다각형은 <표 5>에서부터 <표 8>까지 보인 각 부서 관리 모형의 범주를 의미한다.



[그림 5] 통합 모형

결국 제품의 가격(P) 변화는 수요량(D) 감소 및 총수익(TR) 증가를 야기하고, 이는 수송비용(RC) 감소를 통한 총비용(TC) 감소와 총수익(TR) 감소 효과가 있으며, 이 두 효과의 양적 비교에 의해 총이익(π)이 결정되고, 이는 자기자본 총이익율(M)에 영향을 주며, 자기자본 총이익율의 변화는 결국 주가(SP)에 영향을 주고

이에 따라 인수가치(AV)에도 변동이 있을 것을 나타내고 있다. 이를 통해 각 부서의 부분최적(local optimum)을 지양하고 부서간 영향력을 파악하여 전사적인 최적(global optimum)을 이룰 수 있다.

5. 결 론

의사결정지원시스템의 핵심 분야인 모형관리 시스템에서 모형통합에 관한 연구가 그 동안 미진했다. 그 이유는 대부분의 연구가 단일화된 모형화 표현방식을 시발점으로 하기 때문이다. 본 논문은 추상화 수준, 즉 모형 표현 방식의 이질성을 인정하면서 변환 및 통합 매커니즘을 통해 통합하는 관점을 제공하였다. 특히 과거의 연구가 동일 추상화 수준별 통합에 집중하던 것과 달리 다단계 추상화 수준간 모형 통합을 위해 각 단계의 모형 표현을 정의하고 메타 지식으로 정의된 단계간 모형 완화 및 강화 방식에 의하여 통합하는 방법론을 제안하였다.

본 논문의 방법론에 의한 모형의 통합 능력은 다음과 같이 여러 가지 측면에서 부서간의 사결정을 향상시켜줄 것으로 기대된다.

첫째, 통합 모형은 타부서 영역이 자신의 의사결정 환경에 어떤 식으로 영향을 주고받는지 알 수 있다. 즉 서로 관계가 없어 보이는 타부서의 다른 추상화 수준의 모형이 자신의 모형과 어떤 관계가 있는지에 대한 정보를 명료하게 제공해준다.

둘째, 풍부한 모형 사후분석을 가능하게 해준다. 기존의 모형의 경우 (특히 LP 등) 사후 분석은 모형 내부의 요소들의 변화 외에는 불가능

했는데, 이러한 통합 모형이 있으면 연관되는 타 모형의 변화가 자신의 모형의 어떤 부분에 어떻게 영향을 주는지에 대해서 알 수 있다.

세째, 조직내에 존재하는 자료들에 내재되어 있는 의사결정 모형들을 발견할 수 있는 데이터 마이닝의 한 방법이 된다.

넷째, 최근 부각되고 있는 공간의사결정지원 시스템(Spatial DSS)에서 공간 모형과 각종 속성 자료 및 속성 모형의 표현과 통합에 활용될 것으로 기대된다.

본 방법론이 구체적으로 구현되기 위하여 향후 수행해야 하는 연구 방향은 모형 강화 방법을 완전 정립하는 것이며, 데이터마이닝 분야의 연구 및 멀티미디어 모형 정보의 수리모형화 및 질적모형화에 대한 연구도 진행되어야 한다. 또한 본 방법론의 가능성을 증명하기 위해 프로토타입 시스템을 개발하는 중이다.

REFERENCE

- [1] Andronico, A., L. Cossa, M. Gagliardi and C. Spera, "An Object Oriented Approach to a Model Management System: Characteristics and Examples," *Proceedings of the 36th Annual ANIPLA Conference*, 1992.
- [2] Ba, S., Lang, K.R., and A.B. Whinston, "Enterprise Decision Support Using Intranet Technology," *Decision Support System*, Vol.20(1997), pp.99-134.
- [3] Bradley, G.H. and R.D. Clemence, Jr., "A Type Calculus for Executable Modeling Languages," *IMA J. of Math. In Management*, Vol.1, No.4(1987), pp.277-291.
- [4] Bradley, G.H. and R.D. Clemence, Jr., "Model Integration with a Typed Executable Modeling Language," *Proceeding of the Twenty-First Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. III, IEEE Computer Society Press, 1988, pp. 403-410.
- [5] Campbell, D. And J. Stanley, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*, Chicago: Rand McNally, 1963.
- [6] Chari, S., *Knowledge Representation Using Structured Modeling*, Ph.D. Dissertation, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1988.
- [7] Chari, S. and R. Krishnan, "Towards a Logical Reconstruction of Structured Modeling," *Decision Support Systems*, Vol.10, No. 3(1993), pp.301-317.
- [8] Chiu, C., *Automatic Interface for Solver and MMS: Prototype Implementation*, M. S. Applied Project, Dept. of Decision and Information Systems, Arizona State University, 1988.
- [9] Davis, J., A. Srinivasan and D. Sundaram, *Support for Decision Making: The Design and Implementation of Modeling Systems*, working paper, Dept. of Management Science and Information Systems, University of Auckland, New Zealand, 1995.
- [10] Derrick, E.J., *Conceptual Frameworks for Discrete Event Simulation Modeling*, M.S. Thesis, Dept. of Computer Science, Virginia Tech, Blacksburg, 1988.

- [11] Desai, S., *Models as Data in an Extensible Database*, Informal Note, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1988.
- [12] Desai, S., *Are Extensible Database Better Than Relational Database System for Model Management?*, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1991.
- [13] Desai, S., *Extensible Database Systems as a Platform for Modeling*, Ph.D. Dissertation, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1992.
- [14] Dolk, D.R., *A Model Management System for Combat Simulation*, Report NPS-54-86-014, Naval Postgraduate School, 1986.
- [15] Dolk, D.R., "Model Management and Structured Modeling: The Role of an Information Resource Dictionary System," *Communications of the ACM*, Vol.31, No. 6(1988), pp.704-718.
- [16] Dolk, D. and J. Kottemann, "Model Integration and a Theory of Models," *Decision Support Systems*, Vol.9, No.1(1993), pp.51-63.
- [17] Dolk, D. and M. Ackroyd, "Enterprise Modeling and Object Technology," *Third International Conference of The International Society for Decision Support Systems*, 1995.
- [18] Eck, R., A. Philippakis and R. Ramirez, "Solver Representation for Model Management Systems," *Proceedings of the Twenty-Third Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 1990, pp.474-483.
- [19] Einhorn, H.J. and R.M. Hogarth, "Prediction, Diagnosis and Causal Thinking in Forecasting," *Journal of Forecasting*, Vol. 1(1982), pp.23-36.
- [20] Farn, C.K., *An Integrated Information System Architecture Based on Structured Modeling*, Ph.D. Dissertation, GSM, UCLA, 1985.
- [21] Francis, V.E., *Aggregation of Network Flow Problems*, Ph.D. Dissertation, GSM, UCLA, 1985.
- [22] Geoffrion, A.M., "An Introduction to Structured Modeling," *Management Science*, Vol.33, No.5(1987), pp.547-588.
- [23] Greenberg, H.J. and F.H. Murphy, "Views of Mathematical Programming Models and Their Instances," *Decision Support Systems*, Vol.13(1995), pp.3-34.
- [24] Hamacher, S., *Structured Modeling in an Integrated Oil Company: An Evaluation*, M. Sc. Thesis in Engineering, COPPE/Federal University of Rio de Janeiro, Brazil, 1991.
- [25] Hamacher, S., *Modeling Systems for Operations Research Problems: Study and Applications*, Ph.D. Dissertation, Industrial Engineering, Ecole Paris Centrale, Paris, 1995.
- [26] Han, W., Y. Fu, Y. Huang, Y. Cai, "DBLearn: a System Prototype for Knowledge Discovery in Relational Database,"

- Proceedings of the ACM SIGMOD*, 1994.
- [27] Han J., "Mining Knowledge at Multiple Concept Levels," *Proceedings of the 1995 ACM CIKM*, 1995, pp.19-24.
- [28] Heavey, C. and J. Browne, "A Model Management Systems Approach To Manufacturing Systems Design," *International J. of Flexible Manufacturing Systems*, Vol.8, No.2(1996).
- [29] Hill, D.S., *A Prototype for Converting Linear Programming Models to Structured Modeling Graphs*, Master's Thesis in Information Systems, Naval Postgraduate School, 1980.
- [30] Huh, Soon-Young, *An Object-Oriented Model Management Framework for Decision Support Systems*, Ph.D. Dissertation, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1992.
- [31] Huh, Soon-Young, "Modelbase Construction with Object-Oriented Constructs," *Decision Sciences*, Vol.24, No.2(1993), pp. 409-434.
- [32] Jones, C.V., "Attributed Graphs, Graph-Grammars, and Structured Modeling," *Annals of Operations Research*, Vol.38(1992), pp.281-324.
- [33] Kendrick, D., "Parallel Model Representations," *Expert Systems with Applications*, Vol.1, No.4(1990), pp.383-389.
- [34] Kim, H.D. and S.J.Park, *Model Formula-tion Support in an Object-Oriented Structured Modeling Environment*, Working Paper, Dept. of Management Science, KAIST, Taejon, Korea, 1994.
- [35] Krishnan, R., *Knowledge Based Aids for Model Construction*, Ph.D. Dissertation, Dept. of MSIS, University of Texas, Austin, 1987.
- [36] Krishnan, R., D.A. Kendrick and R.M. Lee, "A Knowledge-Based System for Production and Distribution Economics," *Computer Science in Economics and Management*, Vol.1, No.1(1988), pp.53-72.
- [37] Krishnan, R., "Automated Model Construction: A Logic Based Approach," *Annals of Operations Research*, Vol.21(1989), pp.195-226.
- [38] Kwon, O.B., *Model reusability in Decision Support Systems: A Multi-Meta View Approach*, Ph.D. dissertation, KAIST, Korea, 1995.
- [39] Kwon, O.B. and Lee, K.C., "Model Management Approach to Integrating Inter-Functional Decision Making with Emphasis on Production and Marketing," *KASBA*, 1997, pp.215-230.
- [40] LeClaire, B., and E. Suh, *Object-Oriented Model Representation Scheme*, College of Business Administration, Oklahoma State University, 1989.
- [41] LeClaire, B., R. Sharda and E. Suh, "An Object-Oriented Architecture for Decision Support Systems," *Proceedings of the First ISDSS Conference*, September 1990, pp. 567-586.
- [42] Lenard, M., "An Implementation of Structured Modeling Using a Relational Data

- base Management System," *Second Annual Conference on Integrated Modeling Systems*, 1987.
- [43] Lenard, M., "Extending the Structured Modeling Framework for Discrete-Event Simulation," *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol.III, IEEE Computer Society Press, 1992, pp.494-503.
- [44] Lenard, M., "An Object-Oriented Approach to Model Management," *Decision Support Systems*, Vol.9, No.1(1993), pp.67-73.
- [45] Liang, T., "Analogical Reasoning and CaseBased Learning in Model Management Systems," *Decision Support Systems*, 10: 2, 1993, pp.137-160.
- [46] Mannila, H., K.J. Raiha, "Algorithms for Inferring Functional Dependencies from Relations," *Data & Knowledge Engineering*, Vol.12, No.1(1994), pp.83-99.
- [47] Maturana, S., *Integration of a Mathematical Programming Solver into a Modeling Environment*, working paper, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1990.
- [48] Maturana, S.V., *A Translator Writing System for Algebraic Modeling Languages*, Ph.D. Dissertation, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1990.
- [49] McMillan, J., *An Approach to the Design of Model Management Systems based Upon Structured Modeling*, Master of Information Systems, Dept. of Computer Science, University of Queensland, Australia, 1990.
- [50] Neustadter, L., *EML Expression Evaluation: A Core Technology for EML-Based Modeling Environments*, Ph.D. Dissertation, John E. Anderson Graduate School of Management, UCLA, 1993.
- [51] ODell, D.D., *The Design and Implementation of a Visual User Interface for a Structured Model Management System*, Masters Thesis in Information System, Naval Postgraduate School, 1988.
- [52] Park, J.Y., *A Computer-Aided Tool for Decision Support Model Building Based on Structured Modeling*, Master of Engineering Thesis, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 1987.
- [53] Park, S.J., H.W.Kang and H.D. Kim, *Modeling Environment for a Manufacturing System: the Hanta Experiment*, Dept. of Management Science, KAIST, Taejon, Korea, 1992.
- [54] Patrick, D.J., *The Applicability of Structured Modeling to Discrete Event Simulation System*, Master's Thesis, Naval Postgraduate School, 1987.
- [55] Ramirez, R., C. Ching and R.D. St. Louis, "Independence and Mapping in Model-Based Decision Support Systems," *Decision Support Systems*, Vol.10, No.3(1993), pp. 341-358.
- [56] Saraee, M., "Knowledge Discovery in Temporal Databases," *IEE Colloquium*, 1995, pp.1-4.

- [57] Sauter, V., *Decision Support System: An Applied Managerial Approach*, John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [58] Stew, B.M., "The Escalation of Commitment to a Course of Action," *Academy of Management Review*, Vol.6(1981), pp. 582.
- [59] Suh, C., *An Approach to Composing a Structured Model from Validated Submodels*, M.S. Thesis, Dept. of Industrial Engineering, Pohang Inst. Of Science & Technology (POSTECH), Korea, 1989.
- [60] Tomasz, I., M. Hcikki, "Database perspective on knowledge discovery," *Communications of the ACM*, Vol.39, No.11 (1996), pp.58-64.
- [61] Tsai, Y., "An Operational Approach to model Integration Using a Structured Modeling Framework," *Proceedings of the 1993 Pan Pacific Conference on Information Systems*, 1993.
- [62] Tung, L., R. Ramircz and R.D. St. Louis, "Model Integration in an Object-Oriented Environment," *Proceedings of the Twenty-Fourth Annual Hawaii International Conference on System Science*, Vol.III(1991), pp.284-290.
- [63] Vicu na, F., *Semantic Formalization in Mathematical Modeling Languages*, Ph.D. Dissertation, Computer Science Department, UCLA, 1990.
- [64] Wyant, M.A. *Design and Implementation of a Prototype Graphical User Interface for a Model Management System*. Master's Thesis in Information Systems, Naval Postgraduate School, 1988.

부 록 A.

정보수집규칙 (수리 모형에서 관계 모형으로)

Rule 5:

IF source model level = mathematical model
 AND target model level = relationship model
 AND LHS component and RHS model component are correlated
 THEN they have a relationship

정보수집규칙 (인과 및 방향 관계 모형에서 인과관계모형으로)

Rule 6:

IF source model level = causal & directional relationship model
 AND target model level = causal relationship model
 AND LHS component positively depends on RHS component
 THEN LHS component depends on RHS component

Rule 7:

IF source model level = causal & directional relationship model
 AND target model level = causal relationship model
 AND LHS component negatively depends on RHS component
 THEN LHS component depends on RHS component

정보수집규칙 (인과 및 방향 관계 모형에서 방향관계모형으로)

Rule 8:

IF source model level = causal & directional relationship model
 AND target model level = directional relationship model
 AND LHS component positively depends on RHS component
 THEN LHS component and RHS component are positively related

Rule 9:

IF source model level = causal & directional relationship model
 AND target model level = directional relationship model
 AND LHS component negatively depends on RHS component
 THEN LHS component and RHS component are negatively related

정보수집규칙 (수리 모형에서 관계 모형으로)

Rule 10:

IF source model level = causal relationship model
 AND target model level = relationship model
 AND LHS component depends on RHS component
 THEN they have a relationship

정보수집규칙 (방향관계 모형에서 관계 모형으로)

Rule 10:

IF source model level = directional
relationship model

AND target model level = relationship
model

AND LHS component and RHS
component are positively related

THEN they have a relationship

Rule 11:

IF source model level = directional
relationship model

AND target model level = relationship
model

AND LHS component and RHS
component are negatively related

THEN they have a relationship

부 록 B.

기업명	주가96	역사	종업원 수	수권 자본금	원가/노무비구	외화부채	수출비중	주가93	주가94	주가95	매출액 증가율	순이익 증가율	매출액 경쟁 이익율	자기자본 이익율	부채 비율	유동 비율
아기업	1700	36	34586	12000	13	12460	54.5	10800	19000	22500	16.8	14.5	0.9	10.4	324.6	82.4
인켈	9910	27	1688	500	10.9	235	48.4	13600	15600	10000	-3.9	205.4	2.1	2.9	201.6	134.1
대우전자	6810	26	12567	7500	7.2	4625	70.1	9600	11500	8100	14.7	1.5	1.8	6.5	393.8	111.6
아남전자	7600	24	1742	700	5.7	66	19.2	15600	15000	11000	-29.5	0	-7	-36	817.9	110.6
해태전자	13100	19	1172	1200	7.8	15	45.5	13900	9700	13500	41.6	45.3	4.7	7.1	260.8	112.3
공성통신전자	11300	15	63	600	5	23	89.5	10600	9460	11500	-35.5	0	-6.9	-9.6	50.7	180.6
동아제약	20000	65	1886	1000	14.5	123	7.7	14100	17000	16900	3	0	5.2	10.8	202.4	145.2
영진약품	7850	35	883	600	9.2	9	15.7	12600	10900	9300	11	36.4	2.8	2.4	225.8	210.7
일동제약	18500	56	924	150	20.4	0	2.1	13900	18500	19000	3	-7	4.6	5.8	117.2	210.1
삼정제약	10800	68	662	250	9.4	15	0	13500	11200	12100	0.78	3.1	4.1	8.9	332.6	136
유유산업	12000	56	293	120	16.5	1	0.1	7500	12500	11900	12	2.8	5	5.8	127.4	158.1
한일약품	9200	37	709	500	14	0	0.2	8100	9700	10000	16.6	18.4	3.4	2.9	288	166.8
한성기업	7800	34	913	250	13.7	337	45.5	8150	10000	8400	40.6	-1.4	2.1	5.8	288.8	144.8
신동방	19800	31	1225	200	6.1	423	1.2	16200	20500	23000	19.2	6.9	0.7	10	382.4	102.4
농심	22000	32	5502	600	12.2	0	5.5	23100	23800	25000	18.2	342.6	1.9	8.7	373.4	70.2
동양제과	16200	41	3596	600	13.8	308	8.5	19000	19500	10000	16.2	136.4	1.9	4.8	271.2	64.5
샘표식품	20700	51	201	100	11.3	0	0.5	11600	17300	24800	4.3	168.5	1.7	7.6	775.6	89.2
고합	8100	31	1626	2000	0.47	1009	64.8	8250	8900	9900	0.6	-85.5	0.3	0.8	806.1	21.2
코오롱	17000	40	4320	1500	11.8	2495	71.5	22400	27300	18700	-2.6	-46.8	1.5	1.6	321	98.5
산경인더스트리	18000	28	3570	1000	11	2311	74.6	18000	18900	21300	-17.4	0	-4.8	-10.3	254.1	77.2
삼양사	22900	73	36100	1000	8.5	2353	53.3	25900	25700	25500	2.3	0	-2.3	-8.5	311	89.5
종원	4460	34	185	397	30.8	2	65.4	7800	5300	4700	31.2	0	-1.3	-53.5	236.8	89.9

부 록 C.

	주가96	역사	종업원수	수권자분금	원가노무비구성	외화부채	수출비중	주가93	주가94
주가96	1								
역사	0.433575*	1							
종업원수	0.369957	0.259264	1						
수권자분금	-0.00495	-0.16441	0.672406	1					
원가노무비구성	-0.07566	0.271066	-0.11061	-0.10869	1				
외화부채	0.158014	-0.05955	0.773681	0.948958	-0.06553	1			
수출비중	-0.26199	-0.47584	0.277602	0.355716	-0.13107	0.373461	1		
주가93	0.686288*	0.229262	0.343717	-0.16191	-0.21553	-0.00911	-0.02716	1	
주가94	0.834955*	0.32262	0.441255	0.065313	-0.13451	0.247309	-0.11605	0.856883	1
주가95	0.963852*	0.336463	0.436747	0.084027	-0.14275	0.258326	-0.02343	0.700473	0.853402
매출액증가율	-0.08165	0.070713	0.035602	0.103426	0.391397	0.048257	-0.22819	-0.20738	-0.20231
순이익증가율	0.32147	-0.0999	-0.06643	-0.14642	0.043965	-0.17126	-0.33906	0.321734	0.286725
매출액경상이익률	0.269734	0.362975	-0.0587	0.039126	-0.18483	-0.01382	-0.53843	0.000786	0.172949
자기자본이익율	0.42359*	0.232093	0.073551	0.182302	-0.03665	0.159132	-0.35355	0.068119	0.282853
부채비율	-0.44336*	-0.08403	-0.00816	0.064778	-0.33656	0.019567	-0.10314	-0.00498	0.036084
유동비율	-0.21523	0.111799	-0.29536	-0.24701	0.131282	-0.29108	-0.27059	-0.29426	-0.28779

	주가95	매출액증가율	순이익증가율	매출액경사이익률	자기자본이익율	부채비율	유동비율
주가96							
역사							
종업원수							
수권자본금							
원가노무비구성							
외화부채							
수출비중							
주가93							
주가94							
주가95	1						
매출액증가율	-0.09595	1					
순이익증가율	0.348534	0.129697	1				
매출액경사이익률	0.182059	0.351237	0.651907	1			
자기자본이익율	0.369243	0.241963	0.212196	0.90358	1		
부채비율	0.10163	-0.15385	0.005597	-0.12233	-0.13283	1	
유동비율	-0.34194	-0.06501	-0.14239	0.27291	0.13331	-0.55817	1