

의사결정지원시스템에서의 다단계 모형 통합에 대한 연구

권오병

한동대학교 경영경제학부

경북 포항시 북구 흥해읍

kob@han.ac.kr

Abstract

Providing information on corporate level decision making for multiple decision makers in a consistent way is essential in Decision Support Systems. However, since the decision makers have different background and knowledge, the models used by them are also different in representing models. This makes the decision makers require a lot of efforts for model integration in an integrated decision making.

The purpose of this paper is to propose an integration mechanism for synthetic use of multi-abstraction level decision making models. The proposed integration mechanism consists of model interpretation phase, model transformation phase and model integration phase. Specifically, the model transformation phase is divided into model tightening mode which gather information to makes a model transformed into upper level model, and model relaxing mode which makes lower level model.

1. 서론

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 있지만, 무엇보다도 의사소통의 어려움에 있으며, 이는 주로 경영 문제 영역을 이해하고 설명하는 일관된 표현 방식의 부재로 말미암는다 [Sauter,97]. 이 공통의 표현 방식으로서 모형을 사용한다. 단일의 모형 표현은 부서간의 의사소통을 원활하게 하며 일단 모형이 개발되면 수리적인 분석뿐 아니라 의사결정을 위해 컴퓨터 자원을 직접적으로 활용할 수 있다는 장점을 가지게 된다 [Kendrick,90].

그런데 모형을 활용함에 있어 다음과 같은 몇 가지 문제점들이 존재한다. 우선 모형들은 각각의 목적 (최적화, 예측, 분석, 인과관계, 데이터 관리, 설명 등)의 상이성과 사용부서의 상이성 (생산, 마케팅, 재무 등), 그리고 사용자의 계층 (최고경영자, 중간관리자, 하부관리자 등)에 따라 다양한 추상화 수준(level of abstraction)으로 표현된다. 즉, 모형은 다양성을 가지기 때문에 단일의 표현 방식으로는 부서내 존재하는 모든 의사결정 문제 관련 모형을 완전히 표현할 수 없다. 이러한 점은 경영 의사결정 모형을 통합적으로 활용하는데 주요한 한계점으로 작용해왔다.

둘째, 단일의 모형으로 의사결정하는 것

의 어려움이 있다. 문제 해결 과정에 따라서는 이질적인 모형의 복합적인 고려로 의사결정이 이루어져야 하는 경우도 존재한다. 단일 형태의 모형화에 대한 과거의 시도들이 존재하나 [Geoffrion,87], 이질적인 형태의 모형간 통합에 대해서는 아직 고려가 없었다.

세째, 개별 모형에 담겨있는 이면 지식 (inside knowledge)을 활용하지 못함으로 모형 활용의 효과성이 증진되지 못했다. 예를 들어 한 선형계획 모형에는 모형 최적화를 위한 지식이 들어있을 뿐 아니라 문제 영역 내 각 요소들간의 인과관계들에 관한 정보도 담겨있다. 결국 위의 세가지 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 메커니즘은 단일화된 표현 방식을 제안하는 것이라면, 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.

2. 다단계 모형 표현

실제를 추상화하기 위한 모형은 의사결정

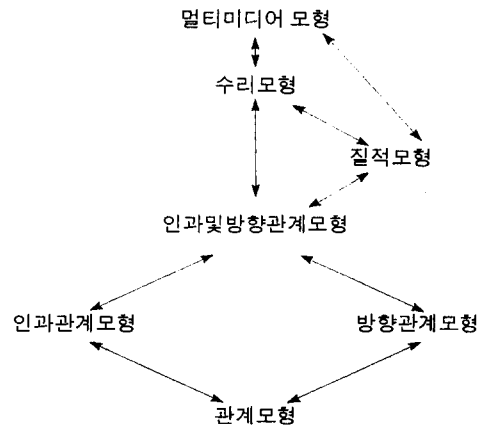
의 다양한 목적에 따라 다양한 추상화 수준으로 표현된다. 본 논문에서는 모형 추상화 수준을 그림 1 과 같이 분류한다.

멀티미디어 모형은 모형 표현 시 수치적이거나 부호적인 텍스트, 이미지 (bitmap, GIF, TIF, JPG 등), 음성 (WAV 등), 그리고 동영상 (MPG 등) 등을 활용한다. 특히 수리모형 혹은 질적모형으로 표현이 어려운 모형 작성자의 작성 배경 및 의도, 모형에 대한 설명, 모형이 묘사한 실제 세계에 대한 보다 가까운 묘사가 가능하다. 따라서 현실과 가장 가까운 장점이 있으나 대신 모형관리가 어렵다는 단점이 있다.

수리적 모형(mathematical model)은 실제 중에서 수리적 모형 요소들간의 관계성으로 표현 가능한 부분만을 선별적으로 추상화한 것이다. 수리적 모형은 LINDO, GAMS, AMPL 등과 같은 해결자(solver)에 의해 실행 가능하다. 질적 모형(qualitative model)은 실재를 규칙, 논리, 틀 혹은 복합형과 같은 지식 표현 방식으로 표현한 것이다. 인과모형(causal relationship model)은 두개 이상의 모형 요소들간의 인과관계에 관련된 정보를 내포한다.

정형적으로 표현하기 위하여 EXT 라고 하는 이진 변수가 있다고 하자. 또 EXT 변수는 해당되는 속성의 값이 변하면 1, 변하지 않으면 0의 값을 가진다고 하자. 예를 들어 만약 p(가격)라고 하는 속성이 존재하고 고유의 값을 가지면 $EXT_p = 1$ 이다. 이때 만약 "Profit(p) depends on Total Cost (TC)"와 같은 모형이 존재한다면 " $EXT_p - EXT_{TC} \geq 0$ "와 같이 표현된다. 방향 관계 모형(directional relationship model)은 하나 이상의 이진 관계성의 비례성에 관련된 정보를 가진 것이다. +, 0, - 의 세가지 방향을 가진 DIR 이라고 하는 변수가 있다고 하자. 그러면 만약 두 속성인 X 와 Y 가 정비례 관계에 있다면 $DIR_X * DIR_Y > 0$ 이라고 표현될 수 있으며, 또한 그 역도 성립한다. 인과 및 방향 관계 모형 (causal & directional relationship model)은 모형 표현을 위한 종속 네트워크(dependency network)로도 알려져 있다. 두 변수 사이의 상관관계에 대한 행태적 모형은 이 표현 양식으로 분류된다 (예: 종업원만족도 \rightarrow 이직율). 이는 인과관계와 방향 관계 모두의 특성을 다 가진 모형을 일컫는다. 관계 모형(relationship model)은 두 속성 간에 관계성은 존재할 수 있으나 인과관계나 방향 관계는 증명되지 않은 모형이다. 만약 X 와 Y 사이에 관계성이 존재한다면 $XOR(EXT_X, EXT_Y) = false$ (또는 0)으로 표현된다. 이상의 여러 추상화 수준의 모형들을

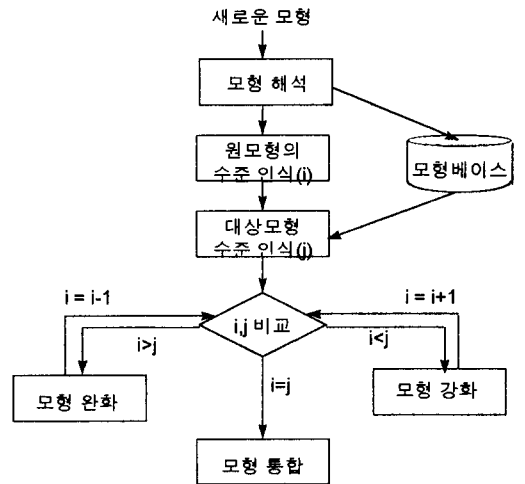
표현하면 다음 그림 1 과 같다.



< 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.



<그림 2> 모형 통합 단계

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 다음의 틀에 맞추어 인식하는 단계이다.

모형은 하나 이상의 모형 요소로 구성되어 있으며, 각 모형 요소들은 문제 영역 내에 존재하는 객체의 속성으로 인식한다. 또한 인텍스를 객체로 본다. 다음은 객체 정의 틀이다.

```

OBJECT object-name {
  NOTATION : notation-name
  [IS-A : object-class-name ]
  [IS-AGGR-OF : sub-object-name ]
  ATTRIBUTES {
    ATTRIBUTE-NAME: {
      TYPE: object-name.attribute.type
      NOTATION: attribute.notation
      [PROPORTIONED-TO: object-
        name.attribute ]
      [DEPENDS-ON: object-
        name.attribute ]
    }
  }
  [OPERATIONS operation-name ]
  [CONSTRAINTS constraint-name ]
}
END_OBJECT;

```

4.2 모형 변형 (Model Transformation)

모형완화

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

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

정보수집규칙 (수리 모형에서 인과 및 방향관계 모형으로)

Rule1:

```

IF      source model level = mathematical model
AND     target model level = causal&directional

```

<표 1> 모형 변형 규칙

원수준	목표 수준	변형 방법론
관계모형	인과 관계 모형	데이터 마이닝
관계모형	방향 관계 모형	상관관계 분석
인과 관계 모형	인과 및 방향 관계 모형	상관관계 분석
인과 및 방향 관계 모형	질적 모형	지식습득 (규칙 생성)
인과 및 방향 관계 모형	수리적 모형	지식기저 모형 수립
질적 모형	수리적 모형	지식 기저 모형화

```

AND     relationship model
THEN    a model component is an inequality
        it is changed to an 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

```

Rule 3:

```

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

```

Rule 4:

```

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 지면 관계상 생략하였다.

모형 강화

모형 강화는 특정 수준의 모형을 현존하는 모형 지식이나 외부로부터의 지식 습득을 통해 상위 수준의 모형으로 변형하는 것을 의미한다. 각 수준별 변형을 위한 방법론은 아래의 표 1에 소개되어 있다.

4.3 모형 통합(Model Integration)

일단 모형 완화 혹은 모형 강화로 원 모형과 대상 모형 사이의 수준이 동일해지면 모형 통합을 할 수 있다. 수리적 모형의 통합은 스키마 통합을 채택한다. 이에 대해서는 Kwon의 논문 [Kwon.97]을 참조할 수 있다. 질적 모형의 통합은 각 지식 집합을 의미하며 이때 truth maintenance system을 통해서 지식 집합 사이의 논리적 연결의 진위를 판결할 수 있다. 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 [Dolk.93].

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 통합은 인과 및 방향관계 모형과 동일하게 통합한다. 방향 관계 모형들의 통합은 변수간 방향 네트워크의 truth maintenance를 고려하여 다음과 같이 이루어진다. 만약 A와 B, 그리고 B,C (단 A,B,C는 모형 요소)의 방향관계가 알려져 있을 때 두 방향관계모형의 통합은 다음의 단계를 따른다.

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

단계 2: 새로운 방향관계 $DIR_C * DIR_A$ 의 방향은 다음 그림 3과 같이 각 관계들의 곱이 (+)가 되도록 결정한다.

단계 3: 단계 2에서 결정된 새로운 모형을 포함하여 통합 모형을 완성한다.

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

6. 결론

모형의 통합 능력은 다음과 같이 여러 가지 측면에서 부서간 의사결정을 향상시켜준다. 첫째, 통합 모형은 타 부서 영역이 자신의 의사결정 환경에 어떤 식으로 영향을 주고 받는 지 알 수 있다. 즉 서로 관계가 없어보이는 타부서의 다른 추상화 수준의 모형이 자신의 모형과 어떤 관계가 있는지에 대한 정보를 명료하게 제공해준다.

둘째, 더 풍부한 모형 사후분석을 가능하게 해준다. 기존의 모형 (특히 LP 등)의 사후분석은 모형 내부의 요소들의 변화 외에는 불가능한데, 이러한 통합 모형이 있으면 연관되는 타 모형의 변화가 자신의 모형의 어떤 부분에 어떻게 영향을 주는지에 대해서 알 수 있다.

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

향후 계속 수행해야 하는 연구 방향은 모형 강화 및 통합 방법을 완전 정립하는 것이며, 실제적인 프로토타입 시스템을 개발하는 것도 필요하다.

References

- [Dolk.93] Dolk, D. and J. Kottmann, "Model Integration and a Theory of Models," Decision Support Systems, 9:1, 1993, pp. 51-63.
- [Geoffrion.87] Geoffrion, A.M., "An Introduction to Structured Modeling," Management Science, Vol. 33, No. 5, 1987, pp. 547-588
- [Kendrick.90] Kendrick, D., "Parallel Model Representations," Expert Systems with Applications, 1:4, 1990, pp. 383-389.
- [Sauter.97] Sauter, V., Decision Support Systems: An Applied Managerial Approach, John Wiley & Sons, Inc., 1997.