

경영정보학연구
제11권 제2호
2001년 6월

멀티미디어 의사결정지원시스템 구축을 위한 효율적 모형관리기법에 관한 연구*

권 오 병**

Effective Model Management Approach to Multimedia Decision Support Systems

Kwon, O Byung

As the Internet is used extensively, multimedia information becomes more prevailing and accessible. However, legacy decision support systems rarely mention how to put such multimedia contents into practical use for decision making and support. In particular, no proposals have yet been made on how to integrate the decision technologies and multimedia databases in model management systems. Hence, the aim of this paper is to propose a new model management method to integrating decision technologies and an image database management system to create a multimedia decision support. For this purpose, extended ARG and structured modeling techniques are adopted, to represent image contents and mathematical models respectively. A web-based prototype system is presented to illustrate the feasibility and usability of the methodology.

* 이 논문은 1999년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-1999-041-C00344).

** 한동대학교 경영경제학부 교수

I. 서론

멀티미디어는 지식에 있어서 하나의 주요 원천이다. 왜냐하면 의사결정자로 하여금 시각, 청각, 문장 그리고 영상을 한꺼번에 제공함으로써 실제 상황과 유사한 경험을 하도록 하기 때문이다[Hacher, 1995]. 멀티미디어가 의사결정지원시스템에 통합될 수만 있다면 문제 해결을 위한 의사결정 능력을 향상시킬 것이 분명하다[Chetverikov et al.,1997]. 데이터 저장 및 처리 비용이 더욱 저렴해지고 멀티미디어 자료가 풍부해지면서 그 가능성은 더욱 커지고 있다. 특히 우리가 의사결정지원시스템 안에서 멀티미디어를 성공적으로 다룰 수 있다면 의사 결정을 하는데 있어서 유용한 다음과 같은 질문들에 대해 보다 쉽게 답을 할 수 있게 될 것이다.

“특정 이미지 안에서 구매자의 요구에 대한 검색 정보를 제시하라.”

“특정 이미지 안에서 구현되고 있는 상황과 유사한 모든 상황을 찾아라”

“특정 이미지에서 보여지고 있는 어떤 사람이나 장비가 있는 다른 이미지를 찾아라”

“만약 이러한 특정 이미지가 의사결정자가 원하는 그러한 이미지가 아니라면 어떻게 그러한 멀티미디어 이미지를 생성하여야 할까?”

단, 여기서 말하는 특정 이미지란 특정 문제에 관련된 멀티미디어 이미지를 의미한다. 그런데 이때 모든 가능한 멀티미디어 이미지를 사전에 예상하여 일일이 이미지 데이터베이스에 저장한다는 것은 사실상 불가능하며, 가능하더라도 너무 많은 용량과 노력이 소요되어 비경제적이다. 따라서 위와 같은 종류의 질문들에 효율적으로 답하기 위해서는 우선 이미지 데이터베이스에는 표준 이미지만 준비하고 의사결정문제에 따라 필요로 하는 특정 이미지를 해당 표준 이미지를 통하여 생성하거나 유사한 표준 이미지를 찾아내는 이른바, 이미지 생성 및 유사

도 분석 기능이 존재해야 한다. 하나의 표준 이미지는 다양한 의사결정 상황들을 설명하는데 사용되어질 수가 있다. 그러나, 의사결정 상황은 여러가지 다양한 멀티미디어 이미지를 요구하고 동시에 다양한 의사결정 모형을 요구하기 때문에, 멀티미디어 이미지는 의사결정 모형과는 별도로 저장하는 것이 유리하다. 특히 이같이 멀티미디어 이미지를 의사결정 모형과 별도로 저장하게 되면 모형 재활용성 증진 측면에서도 유리하다.

그러나 현행 의사결정지원시스템 관련 연구들은 멀티미디어 이미지나 정보에 내재된 유용한 지식들을 어떻게 활용하는지에 대해서 거의 언급하지 않고 있다. 다만 멀티미디어 정보나 이미지들이 단순히 wav, midi 또는 mpeg 파일과 같이 디지털화 되어서 시스템에 연결되어져 있다는 사실만 지적할 뿐이다. Wagner(1995)는 이러한 부분에 흥미를 가지고 멀티미디어 의사결정지원시스템을 제안한 바 있다 [Wagner, 1995]. 그러나 그는 단지 시각화 도구들, 데이터베이스 운영, 공유된 정보의 공통핵심 창출, 그리고 몇몇의 사용자 인터페이스를 위한 대화상자만을 고려했다. 회귀모형, 선형계획모형 등 경영과학 모형에 의해 제공되어지는 의사결정 분석법은 여전히 반드시 의사결정자에 의해서 별도로 수행되어야 하므로 의사결정자의 많은 노력이 요구된다. 그러므로 만약 의사결정자가 주어진 의사결정상황에 적합한 멀티미디어 정보 또는 이미지를 효과적으로 찾아내려면, 이미지 데이터베이스에서 적합한 표준 이미지를 찾고, 이를 관련 데이터와 의사결정 모형과 통합하여야 한다. 본 논문은 바로 이러한 점에 착안하여 다음과 같은 연구목적을 갖는다.

첫째, 멀티미디어 이미지와 정보를 사용하고, 이를 관련 데이터나 의사결정모형과 효과적으로 결합하여 의사결정자를 지원하는 멀티미디어 의사결정지원시스템을 제안한다.

둘째, 표준 이미지를 선별하고 이를 이미지 데이터베이스에 저장한다. 그러나, 표준 이미지

를 정의하기 위해서는 멀티미디어 정보를 표현할 수 있는 이미지 정의언어(image definition language)가 필요한 바, 본 연구에서는 이를 위하여 Attributed Relational Graph(ARG)를 채택하였다. 특히 의사결정자가 관심있어 하는 특정 멀티미디어 이미지가 이미지 데이터베이스 안에 저장되어 있는 어떤 표준 이미지와 유사한지를 알기 위해서는 선택된 표준 이미지가 관련 데이터와 결합하여야 하는데, 이를 보다 효과적으로 표현하기 위하여 본 연구에서는 확장 ARG(Enhanced ARG)를 새로 고안하여 사용하고자 한다.

셋째, 멀티미디어 이미지를 저장하고 있는 이미지 데이터베이스와 관련 의사결정모형을 효과적으로 결합하기 위하여 Geoffrion[1987, 1989ab, 1992, 1999]의 구조적 모형화(Structured Modeling) 방법론에서 제안한 스키마 통합방식을 적용하였다.

넷째, 본 논문에서 제안하는 방법론을 검증하기 위하여 멀티미디어 의사결정지원시스템 프로토타입인 MDSS(Multimedia Decision Support System)를 제안한다. 이는 표준 이미지 선택, 생성, 실행뿐만 아니라 관련 멀티미디어 이미지 처리 및 검색도 포함한다.

이 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성되어 있다. 제2장에서는 멀티미디어 의사결정지원시스템, ARG, 그리고 구조적 모형화에 대한 기존 연구들을 간단히 정리하였다. 제3장은 본 연구에서 제시하는 멀티미디어 의사결정지원 방법론에 대한 전체적인 연구 프레임워크를 제시하였다. 한편, 제4장에서는 확장 ARG를 이용한 멀티미디어 정보 및 이미지 표현방법과 이에 기초한 모형변환 및 모형통합 등 다양한 모형관리 기법의 내용을 설명한다. 제5장에서는 본 논문에서 제안하는 연구방법론의 타당성과 유용성을 검증하기 위하여 멀티미디어 의사결정지원시스템 프로토타입인 MDSS를 제시하고 그 효

용성을 수요예측 모형과 수송모형 등을 통하여 제시한다. 마지막으로 결론 및 추후연구방향을 제6장에 정리하였다.

II. 관련 연구

2.1 멀티미디어 기술과 의사결정지원

멀티미디어 기술은 컴퓨터의 하드웨어, 소프트웨어, 그 밖의 비디오 모니터, 광 디스크 시스템 또는 스테레오 시스템 등 여러 주변 기기들을 조합한 총체적 기술을 지칭한다. 멀티미디어 관리 시스템은 각각의 멀티미디어 구성 요소들을 획득, 저장, 조작, 정정, 편집하기 위한 통합 소프트웨어이다. 특히 저작 도구들은 사용자 중심적이고 상호작용 적인 멀티미디어 제작을 가능하게 한다[Veljkov, 1990]. 멀티미디어 기술이 사용자에게 갖는 장점은 첫째, 사용자는 단순한 텍스트 형의 자료 뿐 아니라 그림과 동영상, 또는 이미지들을 선별적으로 보는 것이 가능케 되고, 둘째, 음성, 또는 시각적 자료 등을 통하여 개념적으로 어려운 의사결정 문제의 특성을 보다 더 직관적인 방법으로 이해할 수 있다는 점이다.

그 동안 의사결정과 관련된 멀티미디어 기술은 교육 훈련용 프로그램과 전문가시스템 등 몇몇 제한적 영역 안에서 활용되어져 왔다[Majkiewicz, 1990; Sipior & Garrity, 1990]. 그러나, 최근 멀티미디어 기술을 활용한 의사결정지원시스템 분야가 새롭게 연구되고 있다. 그 일례로 CAD를 활용한 디자인 과정에서 디자인 관련 지식을 참조하면서 의사결정을 하도록 돕도록 하는 Construction Primer라고 하는 멀티미디어 환경이 개발된 바 있다[Burry et al., 2000]. 이 외에도 Computer Aided Design(CAD), Computer Aided Process Planning(CAPP) and Computer Aided Production Management(CAPM) 분야를 의사결정지원시스템의 일부로 분류할 수 있다면 그 동안의 많은 연구 결과들이 멀티미디어

의사결정지원시스템의 영역에 속할 수 있을 것이다[Huang & Mak,1999]. 그러나 이같이 멀티미디어 기술을 적용한 의사결정관련 연구들이 있음에도 불구하고, 본 연구에서처럼 의사결정모형을 멀티미디어 이미지와 통합하여 새로운 의사결정환경을 제공하는 연구는 아직 없다.

한편, 멀티미디어 기술을 집단 의사결정지원에 응용한 연구들도 있다. Bui[1998]는 에이전트 기술을 멀티미디어 기술과 접목하여, 여러 의사결정자가 워크플로우 모형과 같은 멀티미디어 정보를 토대로 효과적인 협동 의사결정을 수행할 수 있는 방법론을 제시하였다. 이밖에도 인터넷 기반의 협동 온라인 의사결정지원시스템을 제시하여 여러 의사결정자들이 협동하여 인터넷으로 연동된 환경에서 의사결정을 지원할 수 있는 연구가 소개된 바 있다[Baupin & Zreik, 2000; Ikeda et al.,1998]. 그러나 이같은 연구에서는 모든 자료가 사전에 정의되고, 또한 이미 저장된 멀티미디어 이미지를 제공하는 것이다. 따라서, 이들 연구는, 본 연구에서와 같이 주어진 의사결정환경에 존재하는 특정 멀티미디어 이미지로 표준 이미지를 찾거나, 이를 토대로 관련 자료뿐 아니라 의사결정 모형까지 통합적으로 활용토록 하는 연구와는 차이가 난다.

한편, 멀티미디어 기술은 기존의 전문가시스템과도 효과적으로 결합하여 추론 능력을 제고하는데 사용되어 왔다. 예를 들어 Halad & Liebowitz[1994]는 멀티미디어 기술과 전문가시스템을 결합하여 교육의 효과를 보다 증대시키고자 하는 연구를 진행한 바 있다. 왜냐하면, 멀티미디어 기술을 사용하면, 사용자 인터페이스가 향상되고 또한 전문가의 지식이 멀티미디어를 통해 더욱 효과적으로 학습자에게 전달될 수 있기 때문이다[Chetverikov et al.,1997].

2.2 ARG

경영 의사결정에서 사용되는 멀티미디어 이미

지는 여러 이미지 중에서도 일부에 해당되는 경우가 많다. 그러므로 이같이 경영 의사결정에 활용되는 멀티미디어 이미지를 주요 이미지(critical image)라고 칭한다. 그러면 다른 이미지들은 선택적으로 제외된다. 예를 들어 어떤 공장의 물류에 관련된 이미지가 있다면 이 중에서 공장, 물류 내용, 수송 수단 등은 주요 이미지가 되겠지만 공장 주변의 숲이라든가 표지판 등은 중요하지 않기 때문에 이러한 정보들은 이미지 데이터베이스에서 선택적으로 제외되어 저장되지 않는다. 결국 주요 이미지 선택기준은 그 시스템이 사용되는 의사결정 환경에 좌우되므로 시스템 운영자들이 결정한다.

본 연구에서는 의사결정에 사용되는 이미지를 ARG로 표현한다. ARG는 각 이미지들이 노드(node)로서 묘사되어지고, 대상들간의 관계는 그러한 노드들간의 아크(arc)로 표현된다. 노드와 아크는 각각의 관계나 대상물의 특성에 의해 명명되어진다[Chang, 1989; Euripides & Faloutsos, 1997]. 이때 아크의 방향성은 ARG에서 노드들 간의 관계를 표시하는 값들이 상대적이므로 어떤 노드를 기준으로 한 값인가를 보이고 있다. 특정 ARG에 대한 설명은 이미지에 포함되는 객체의 속성들과 객체간의 관계성에 의해 이루어진다. 이때 개별객체가 갖는 속성은 다음과 같이 크기, 방향성, 완만도이며 이에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

- (i) 크기(Size, s): 해당 이미지가 프레임 내에서 차지하고 있는 크기
- (ii) 방향성(Orientation, o): 수평방향과 연장선의 축이 이루는 각
- (iii) 완만도(Roundness, r): 가장 짧은 면과 가장 긴 면사이의 비율

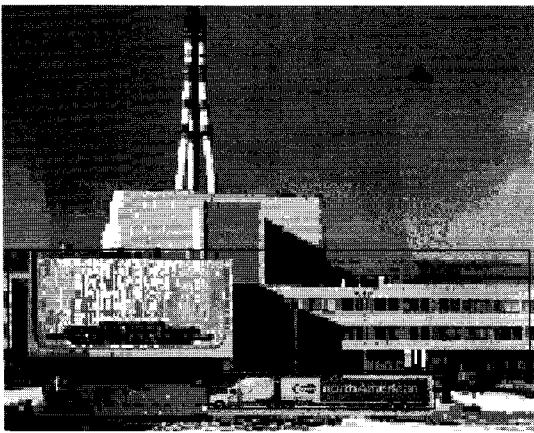
아울러 두 이미지 간의 공간적 관계를 묘사하기 위하여 사용되는 속성은 다음과 같다.

- (iv) 거리(Distance, d), 각각의 대상들로부터

하나를 취해서 짝을 이루고 있는 모든 선분들 사이의 최소 거리. 본 논문에서는 대상 중심점 사이의 거리로 하였다.

- (v) 상대적 위치(Relative position, p): 두 이미지의 중심점을 연결한 선분과 중앙 수평선이 이루는 각

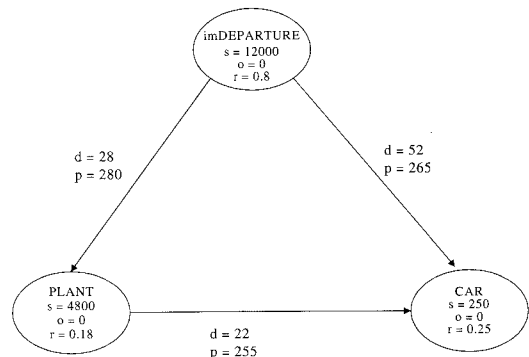
일례로, <그림 1>에 나와 있는 공장 이미지에 대한 표준 이미지를 고려해 보자.



<그림 1> 공장 이미지 예

공장 이미지를 imDEPARTURE로 표현하자. 이때 <그림 1>에서 검은 두 직사각형으로 표시한 부분에 공장(PLANT)과 수송차량(CAR)이라는 주요 이미지가 포함되어 있다고 가정하자. 이때 이들 세 이미지에 대한 ARG 속성이 이미 확인되었다고 한다면, 다음 <그림 2>와 같이 ARG로 표현할 수 있다. 이때 s는 픽셀의 수나 특정 단위로 계산한 면적으로 표시될 수 있는데, 일단 계산방법을 정하면 일관되게 적용하면 된다. 본 예제에서는 미터법으로 면적을 계산하였다. 그래서 전체 이미지인 imDEPARTURE는 12,000 그리고 PLANT와 CAR는 각각 4,800과 250으로 s값이 결정되었다. 방향성 o는 이미지의 좌측 중간부분과 우측 중간부분을 잇는 선과 수평선과의 각도 차이로 구해진다. 본 예제

의 두 내부 이미지는 모두 완전 수평이므로 0으로 계산되었다. 완만도는 모든 이미지들이 가로길이가 더 길므로 이미지의 세로/가로 비율로 구해진다. 이에 따라 imDEPARTURE, PLANT, CAR는 각각 0.8, 0.18, 0.25로 구해졌다. d는 각 이미지의 무게 중심점을 구하고 비교하는 두 이미지간의 중심점의 거리를 구했으며, 예제의 단순화를 위해 소숫점 이하는 버렸다. p는 두 중심점을 잇는 선분과 수평선이 이루는 각도로 구했다. 이러한 수치들은 수동적으로도 구할 수 있으며, 자바(Java)와 같은 경우에는 이 값들을 구하는 컴포넌트들이 이미 존재하므로 쉽게 구할 수 있다.



<그림 2> 그림1의 ARG 묘사

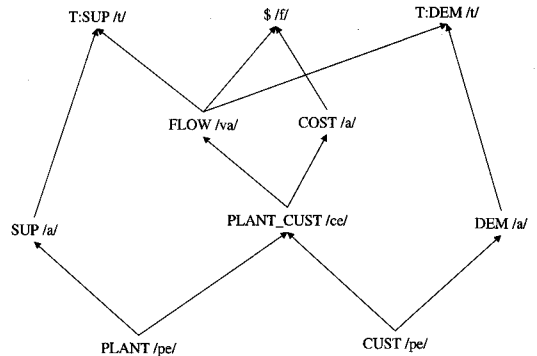
2.3 구조적 모형화

구조적 모형화(SM, Structured Modeling)는 의사결정에 필요한 모형과 그 구현에 대한 시스템적인 사고방식을 강조한 방법론이다. 이는 Geoffrion[1987]에 의하여 처음 제안된 방법인데 이는 모형과 그 구현에 대한 시스템적인 접근방법을 위하여 고안된 것이다. 따라서, 시스템의 특성인 구성요소와 그 구성요소간의 유기적 연결을 통한 시스템의 목적을 정의하듯이, 구조적 모형화에서도 각 모형을 일련의 구성요소의 유기적인 결합으로 보고 해당 모형의 목적은 해당 구성요

소간의 상호작용으로 설명하고 있다. 이때 구성 요소들은 기본적으로 원시객체(Primitive Entity), 복합객체(Compound Entity), 속성(Attribute), 가변속성(Variable Attribute), 함수(Function), 그리고 테스트(Test)의 여섯 가지 유형으로 분류된다. 원시객체는(이하 /pe/로 표현함) 모형에 있어서 단일 인덱스에 해당되며, 복합객체(이하 /ce/로 약함)는 둘 이상의 인덱스로 이루어진 인덱스 집합이다. 속성(이하 /a/로 약함)은 우변상수나 계수 등 객체(Entity)의 변경되지 않는 속성이며, 가변속성(이하 /va/로 약함)은 최적해를 구하기 위해 그 값이 변경될 수 있는 의사결정 변수를 의미한다. 한편 함수(이하 /f/로 약함)는 목적함수와 같이 속성이나 가변속성들로 이루어진 함수이며, 테스트(이하 /t/로 약함)는 제약식과 같이 평가를 위해 존재하는 구성요소이다.

이들 구성요소들 사이의 상호관계는 방향적 비순환형 그래프(directed acyclic graph)로 표현될 수 있는데[Geoffrion, 1989ab], 이 표현방식은 지식표현, 프로그래밍 언어설계, 그리고 의미망(semantic net) 모형화 등 전산관련으로부터 유래되었지만 특별히 경영과학 분야 및 연관 분야에서 실용적으로 활용되고 있다[Geoffrion, 1987]. 구조적 모형화 기법은 그 평가와 실행을 위하여 실제로 프로그래밍 언어화 되었는데, 그 대표적인 것으로 SML(Structured Modeling Language), LSM, 그리고 그래프 기반 언어(GBL; Graph-Based Language) 등이 있다[Chari S & R Krishnan, 1993; Chari & Sen, 1998]. 특히 SML은 모형에 대한 추상적 묘사로 직접 실행할 수 있는 이른바 실행가능언어에 속하며, 컴파일 과정에서 구조적 모형화의 주요규칙인 단조성이나 비순환성 점검 등을 가능하게 한다[Geoffrion, 1992]. <그림 3>과 <그림 4>는 각각 아래와 같은 수송모형 및 수요예측 모형에 대한 구조적 모형화로의 표현방법인 Genus graph의 예를 보여주고 있다. 단, <그림 3>에서 DEM은 수요량, SUP은 공급량, CUST는 고객, PLANT

_CUST는 공장과 고객의 복합 개체이다. 또한 FLOW는 수송량을 의미하는 가변속성이며, COST는 단위 당 수송비용을 의미한다. \$, T: SUP, T:DEM은 각각 아래의 목적함수와 두 제약식을 가리킨다. Genus Graph는 각 모형 요소



Minimize

$$z = \sum_i \sum_j Cost_{ij} Flow_{ij} (\$/f/)$$

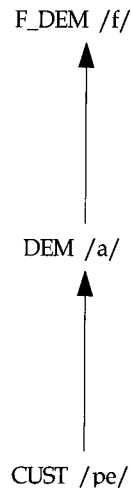
$$\sum_j Flow_{ij} \geq DEM_j (T: DEM/t/)$$

$$\sum_j Flow_{ij} \leq SUP_i (T: SUP/t/)$$

$$\forall i, j, Flow_{ij} \geq 0$$

$$i : PLANT \quad j : CUST$$

<그림 3> Genus graph의 예: 기본 수송 모형



<그림 4> Genus graph의 예: 수요예측 모형

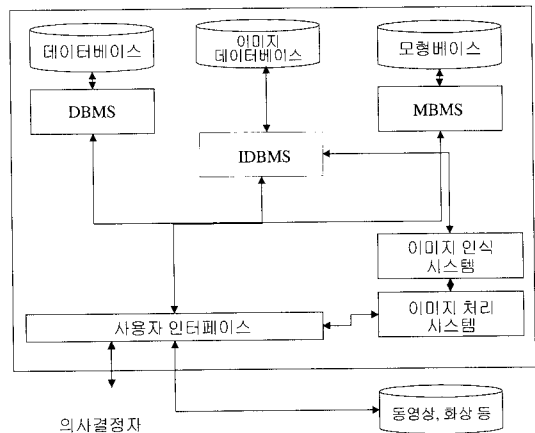
들과 그들간의 종속성을 비순환 그래프로 표현한 것으로, 모형 인스턴스의 구체적인 부분까지 모형화하는 Elementary Structure와 모형의 전체적 모듈 구조를 표현하는 Modular Structure와 함께 SM 모형의 그래프적 표현 방법을 사용되고 있다. 한편 텍스트로 표현하는 방법은 전문적인 SML이라는 언어를 사용하고 있다.

구조적 모형화에 대한 주요 연구분야는 크게 나누어 다섯가지로 나눌 수가 있는데, 첫 번째로는 그래프 기저의 모형화[Jones, 1992], 두 번째로는 데이터베이스 관리시스템과의 통합[Dolk, 1988], 세 번째로는 편집기 개발[Vicua, 1990], 네 번째로는 객체지향 시스템과의 연관성[Muhanna, 1993], 그리고 다섯 번째로는 모형통합 등이다 [Dolk & Kottemann, 1993; Gagliardi & Spera, 1995]. 이중에서도 모형통합이 본 연구에서의 주요 관심사인 바, 구조적 모형화와 관련된 모형통합은 크게 심층적 통합(Deep Integration)과 함수적 통합(Functional Integration)의 두 가지로 분류된다. 심층적 통합은 두개 이상의 모형들을 결합하여 새로운 하나의 모형으로 통합하는 것을 의미하고, 함수적 통합은 어떤 하나의 모형을 그대로 두고 이 모형의 요소들을 입력 요소 혹은 출력 요소로 가지는 또 다른 모형과 결합하는 통합을 의미한다[Geoffrion, 1999]. 이는 Dolk & Kottemann[1993]이 제안한 정의적 통합(Definitional Integration)과 절차적 통합(Procedural Integration)과 동일한 것이다. 특히 Tsai[1998]는 모형통합에 있어서 구조적 모형화 언어인 SML(Structured Modeling Language)을 활용한 연구를 제시한 바 있다. 한편, 이러한 전통적인 구조적 모형화에 대한 새로운 방법론으로서 객체지향적 개념을 적용한 연구가 제시되기도 하였다[Gagliardi & Spera, 1997]. 또한 구조적 모형화의 사용성 증대를 위한 사용자 인터페이스에 대한 연구도 소개된바 있다. 즉, Chari & Sen[1997, 1998]은 GBMS/SM이라고 하는 프로토타입 시스템을 개발하여 그래프 위

주로 모형을 제작하고 사용할 수 있는 방법을 제안하기도 하였다.

Ⅲ. 멀티미디어 의사결정지원시스템 연구 프레임워크

본 논문에서 제시하고 있는 전반적인 멀티미디어 의사결정지원시스템의 구조는 <그림 5>와 같다.



- DBMS = data base management system(데이터베이스 관리시스템)
- IDBMS = image data base management system(이미지 데이터베이스 관리시스템)
- MBMS = model base management system(모델베이스 관리시스템)

<그림 5> 제안하는 멀티미디어 의사결정지원 시스템의 구조

IDBMS, 즉 이미지 데이터베이스 관리시스템은 이미지들을 데이터베이스 안에 저장하기 위하여 이미지를 획득하고 표준화하고 해석하는 작업을 담당한다. 이를 위하여 이미지나 동영상 프레임임을 획득하기 위한 별도의 하드웨어인 캠코더와 같은 입출력 주변기기가 사용된다. 한편, 이미지 데이터베이스 관리시스템이 이미지를 해석하는 동안에 별도의 경계면 검출(edge detection) 작

업이 이루어진다. 특히 본 논문에서는 확장ARG를 이용하여 이 같은 멀티미디어 이미지를 표현한다.

데이터베이스는 이미지 데이터베이스에 저장된 이미지들에 관련된 도메인 속성 정보를 보유한다. 그런데 어떤 이미지들은 여러 개의 다른 의사결정 영역과 공유될 수가 있기 때문에 이미지와 관련된 데이터와 의사결정에 관련된 모형들을 분리하여 별도로 관리하는 것이 바람직하다. 이런 이유로 인하여 계량적 모형과 정성적 모형을 따로 분리하여 별도의 모형베이스에 저장한다.

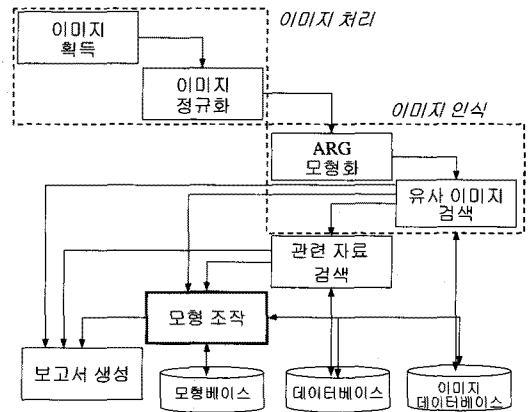
본 논문에서는 이상의 모든 데이터, 이미지, 그리고 모형들을 객체지향적인 방법으로 관리하는데, 그 이유로서는 캡슐화, 상속성 등 객체지향 개념이 갖는 특성들이 멀티미디어 의사결정지원시스템에서 추구하는 이미지 정보관리 방식에 적합하기 때문이다[Gupta et al., 1991; Jagadishn & O'German, 1989].

한편 <그림 5>에서 의사결정자는 사용자 인터페이스를 통해 의사결정에 필요한 특정 이미지에 관한 보다 자세한 정보를 필요로 할 때가 있다. 즉, 특정 이미지와 관련된 이름 및 관련 필드 등을 의사결정자가 원하면, 이미지 처리시스템은 해당 이미지 프레임을 획득하여 그 안에 있는 이미지를 인식하고 이를 이미지 데이터베이스의 표현 방식에 맞게 조정한다. 그러면, 이미지 인식시스템은 이미지 처리시스템에 의하여 생성된 이미지와 동일하거나 혹은 유사한 이미지를 이미지 데이터베이스에서 찾아서 의사결정자가 원하는 이미지가 어떤 의미를 지니는를 분석한다. 이같이 하여 의사결정자가 원하는 이미지와 동일하거나 유사한 이미지가 이미지 데이터베이스에서 선택되면, 그와 관련된 데이터를 데이터베이스에서 검색하고, 그 결과를 사용자 인터페이스를 통하여 의사결정자에게 제시하게 된다.

만약 해당 의사결정자가 의사결정 분석을 위

해 관련 모형을 활용하려고 한다면 그 모형들은 모형베이스에서 검색되어지며 관련된 데이터와 통합되어 실행 가능한 모형 인스턴스가 된다. 이 같은 과정을 통하여 결정된 모형을 통하여 제시된 결과는 최종적으로 별도의 결과 보고서를 통하여 사용자 인터페이스를 통해 의사결정자에게 제시하게 된다.

이상에서 설명한 의사결정에 필요한 이미지 획득으로부터 모형을 통한 최종결과 제시까지의 전체과정은 <그림 6>에 제시되어 있으며, 본 논문은 이러한 연구 프레임워크에 기초하고 있다. 이중 이미지 처리와 이미지 인식은 이미 상용화되어 의사결정의 현장에서 사용되고 있으나 보다 자세한 이미지와 모형과의 통합에 관한 내용은 본 논문의 연구 범위를 벗어나므로 자세한 상술은 생략하고, 확장 ARG를 이용한 이미지 표현방식과 이에 기초한 자세한 모형관리 및 모형통합에 관한 상세한 내용을 중심으로 다음 4장에서 소개하기로 한다.



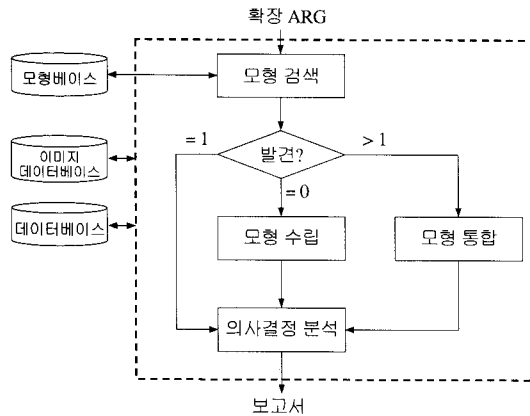
<그림 6> 멀티미디어 이미지에 기초한 의사결정 과정

IV. 모형관리 및 모형통합

일반적으로 모형관리란 <그림 7>에서 보여주듯이 모형검색(model query), 모형수립(model formulation), 모형통합(model integration), 그리

고 의사결정 분석(decision analysis) 등 네가지 과정을 의미한다. 특히 본 논문에서는 확장 ARG를 이용하여 멀티미디어 이미지를 표현한 후 이를 입력으로 하는 모형관리를 시도하고자 한다. 이를 보다 자세히 설명해 보자. 우선 모형검색에서는 해당 모형검색을 위한 명령어를 생성하기 위해 확장ARG를 입력 정보로 받는다. 만약에 이 같은 모형검색을 통해 하나의 모형만이 추출되고 그것이 주어진 의사결정문제를 푸는데 타당하다면, 직접 의사결정 분석단계로 넘어가, 주어진 모형을 평가하거나 실행하게 된다. 만약 적당한 모형이 없다면 필요에 따라 별도의 모형수립 단계가 수행된다. 그리고 이 같은 과정을 통하여 만약 두개 이상의 모형이 발견된다면, 복수개의 모형은 모형통합 단계로 넘겨져 의미 있는 모형으로 통합되는 과정을 거치게 된다.

이미 서론에서 밝힌 바와 같이 본 논문에서는 모형통합에 중점을 두기 위하여 모형수립 단계에 대한 설명은 생략한다. 그럼, 본격적인 모형관리를 위한 기초자료에 해당되는 멀티미디어 이미지를 표현하기 위한 확장 ARG 개념을 살펴보자.



<그림 7> 모형관리 과정

4.1 확장 ARG

일반적으로 멀티미디어 정보 또는 이미지를

기반으로 한 의사결정을 수행하기 위해서는, 해당 의사결정과 관련된 이미지를 별도의 객체지향적인 형태로 표현할 필요가 있다. 왜냐하면 이 같은 형태로 해당 이미지가 표현이 되어야만 관련된 모형을 찾아서 적절한 의사결정을 할 수가 있기 때문이다. 이러한 개념은 특히 Geoffrion 등[1993]에 의하여 강조된바 있다.

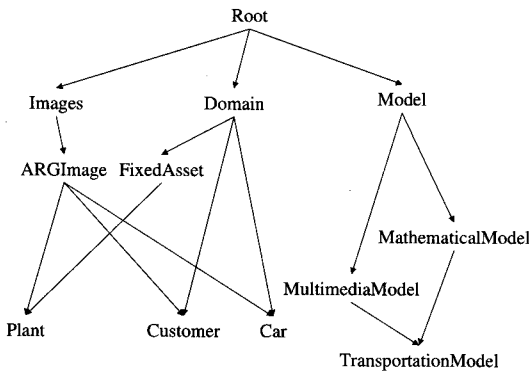
본 논문은 이 같은 필요를 위하여 확장 ARG 개념을 제안한다. 확장 ARG는 기존 ARG 개념을 확장하여 기존 ARG가 크기, 방향성, 완만도, 거리, 상대적 위치의 다섯가지 정보만 보유하여 이미지에 관련된 도메인 속성이 없는 데 비해, 확장ARG는 객체지향성을 도입하여 이미지 관련 객체가 관련 도메인 속성이나 오퍼레이션 등을 포함하고 있고, 이들을 상속하도록 하여 이미지 정보 관리의 재활용성 증진을 가능하게 했다. 또한 이 같은 개념을 동적 객체로 표현하고 있다. 확장 ARG에 해당하는 객체 정의를 위한 표현 방법은 다음과 같다.

```

CLASS class-name{
    [ALIASES: (alias-name)]
    NOTATION: notation-name
    [IS-A: super-class-name]
    [IS-AGGR-OF: (part-class-name)]
    (ATTRIBUTES { (attribute-name, type) })
    [(OPERATIONS { (operation-name) })]
    [(CONSTRAINTS { (constraints) })]
}; ----- (1)
    
```

대문자는 예약어이며, '()'는 반복문, '[']'는 선택사항 또는 옵션을 의미한다. 모형정의는 구조와 속성, 메소드, 그리고 제약조건에 관련된 부분으로 나뉘어진다. 'ALIASES'는 객체의 동의어를 정의하는 부분이다. 'IS-A'와 'IS-AGGR-OF'는 객체 구조 인식과 연관된 부분이다. 'IS-A'는 모형의 구성 요소들 간의 상속성 관계를 정의한다. 'IS-AGGR-OF'는 특정한 객체와 그것들의 부분 객체간의 관계를 정의하는데 사용된다. 'OPERATION'은 객체의 메소드를 정의하는 부

분이다. 'CONSTRAINTS'에서는 가정이나 제약 조건 등을 정의할 수 있다. 본 논문에서 사용되는 클래스들의 계층 구조는 다음 <그림 8>과 같다.



<그림 8> 클래스 계층 구조

(1)과 같은 문법체계에 따라, Images는 (2)와 같이 표현될 수 있다.

```

CLASS Images {
  ALIASES : ImageFrame
  NOTATION : notation-name
  IS-AGGR-OF : {atomic_image}
  ATTRIBUTES {
    Name : string
    Description : text
    numRows : int
    numCols : int
    LineInfo {
      LineType : lineInfoArray;
      numLines : int;
    }
  }
  OPERATIONS {
    ImageEnhancing();
    RegionSegmenting();
    BoundaryDetecting();
    Display();
    ShapeDetecting();
    Rotate();
    Zoom_in();
    Zoom_out();
  }
}
    
```

```

Change_background();
Cropping();
}
}; ----- (2)
    
```

또한 ARGImage와 도메인 클래스인 Fixed Asset, 그리고 그의 하위 클래스의 예인 Plant는 각각 (3), (4), (5)와 같이 표현될 수 있다.

```

CLASS ARGImage {
  ALIASES : ARGFrame
  NOTATION : notation-name
  IS-A : Images
  IS-AGGR-OF : {atomic_image}
  ATTRIBUTES {
    Size : real
    Roundness : real
    Orientation : real
    Distance[object.notation] : real
    Relative_position[object.notation] : real
  }
  OPERATIONS {
    ARGConverting();
  }
}; ----- (3)
    
```

```

CLASS FixedAsset {
  ALIASES : PermanentAsset
  NOTATION : FA
  IS-A : Domain
  IS-AGGR-OF : NONE
  ATTRIBUTES {
    Depreciation_cost : real
  }
}; ----- (4)
    
```

```

CLASS Plant {
  ALIASES : Factory
  NOTATION : PL
  IS-A : ARGImage, FixedAsset
  IS-AGGR-OF : TRIPOD_CHIMNEY, BUILDING
  ATTRIBUTES {
    Supply_capacity {
      Notation : string
      Value : real
    }
  }
}
    
```

```

        Description : string
    }
}
OPERATIONS {
    Analyze_level_of_safety( );
    Analyze_rate_of_operation( );
}
}; ----- (5)

```

(5)의 인스턴스의 한 예가 (6)에 나타나 있다. 이는 imDEPARTURE라고 하는 이미지 내에 들어있는 iae라고 하는 이름의 공장에 대한 인스턴스 선언을 의미한다.

```

INSTANCE iae_Plant_in_imDEPARTURE {
    NOTATION : PL1
    INSTANCE-OF : Plant
    ATTRIBUTES {
        Depreciation_cost : 1500.0
        Size : 4800
        Roundness : 0.18
        Orientation : 0
        Distance[CAR] : 22.0
        Relative_position[CAR] : 255.0
        Supply_capacity {
            Notation : SUP
            Value : 15000.5
            Description : "Every PLANT
            has a SUPPLY CAPACITY
            measured in tons."
        }
    }
}
OPERATIONS {
    ARGConverting( );
    Analyze_level_of_safety( );
    Analyze_rate_of_operation ( );
}
}; ----- (6)

```

마찬가지로 모형과 관련한 클래스와 인스턴스들도 다음 (7), (8), (9)와 같이 표현될 수 있다.

```

CLASS MultimediaModel
    NOTATION : MultModel
    IS-A : Model

```

```

ATTRIBUTES {
    ImageFileSet : *file
    AudioFileSet : *file
    ARGSet : *ARGImage
}
OPERATIONS {
    Show();
}
}; ----- (7)

```

```

CLASS MathematicalModel
    NOTATION : MathModel
    IS-A : Model
    IS-AGGR-OF : ObjectiveFunction, Constraints
    ATTRIBUTES {
        ObjectiveFunction : *file
        Constraint : *file
    }
    OPERATIONS {
        GenerateSML();
        GenerateMPS();
        Solve();
    }
}; ----- (8)

```

```

CLASS TransportationModel
    NOTATION : TPModel
    IS-A : MultimediaModel, MathematicalModel
    ATTRIBUTES {
        ModelBuilder : string
        ConstructionDate : date
        Version : numeric
    }
}; ----- (9)

```

예를 들어 TransportationModel 클래스의 인스턴스인 iae_TransportationModel은 (10)과 같이 표현된다.

```

INSTANCE iae_TransportationModel {
    NOTATION : iae_TPModel
    INSTANCE-OF : TransportationModel
    ATTRIBUTES {
        ImageFileSet : {imPLANT,
        imDEPARTURE, imDELIVERY,
        imARRIVAL}
    }
}

```

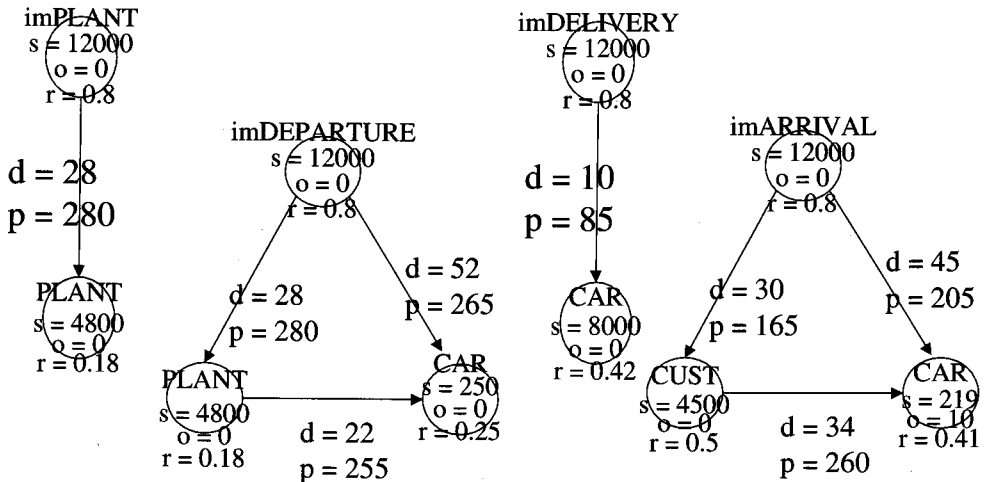
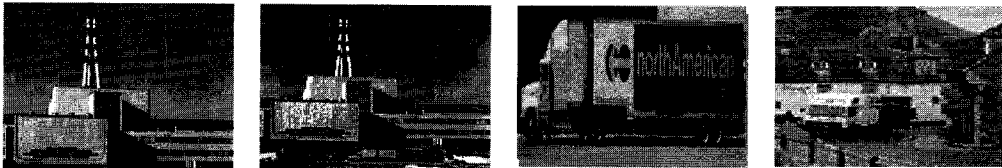
```

AudioFileSet :
"iae_TransportationModel.ram"
ARGSet : {ARG_imPLANT,
ARG_imDEPARTURE,
ARG_imDELIVERY,
ARG_imARRIVAL}
ModelBuilder : "Kwon"
ConstructionDate : 01/01/00
Version : 1.0
}
OPERATIONS {
Show();
GenerateSML();
GenerateMPS();
Solve();
}
};
    
```

의 이미지들, 그리고 수송 최적화 모형들이 해당 오퍼레이션들과 함께 캡슐화되어 있는 객체이다. 그 중 일련의 이미지들을 관리하는 이유는 다음과 같다. 수송이라는 행위가 원래 연속적인 동작으로 이루어지는 것이기 때문에 한 이미지로는 수송 행위를 충분히 설명하기 어렵다. 혹은 수송에 대한 비디오 클립으로 저장할 수 있으나, 아직은 동영상으로부터 정보를 추출하는 방법은 거의 불가능하다. 그래서 비디오 클립의 여러 프레임 중에서 수송이라는 행위를 잘 묘사하는 대표 이미지만을 고른 것이다. 본 예에서는 수송 행위를 수화물을 저장하고 공급하는 공장(imDEPARTURE), 수송을 위한 출발(imDEPARTURE), 운송중(imDELIVERY), 그리고 수요지 도착으로 운송 완료(imARRIVAL)의 네 이미지로 대표화하였다.

iae_TransportationModel은 수송 문제와 관련된 속성들과 수송 행위를 보여줄 수 있는 일련

(1) imPLANT (2) imDEPARTURE (3) imDELIVERY (4) imARRIVAL



<그림 9> iae_TransportationModel 클래스의 이미지 집합과 관련 ARG집합

(10)내에 있는 ImageFileSet와 ARGSet에 대한 예는 <그림 9>와 같이 표현될 수가 있다. 특히 <그림 9>에서 주목할 점은 <그림 1>의 이미지를 포함하고 있다는 점이다. 의사결정자가 제시한 특정 이미지와 유사한 것으로 검색된 표준 이미지인 imDEPARTURE가 그 자체의 검색에서 끝나지 않고 그와 관련된 모형까지 검색하는 단계로 확장할 수 있음을 보여주고 있다. 또한 하나의 이미지가 다수의 모형과 연결될 수 있다는 것과 또한 그 반대로 여러 복수개의 모형이 하나의 이미지와 연결될 수도 있음을 보여주고 있음을 주목할 필요가 있다. 예를 들면, 운송모형의 네 번째 이미지인 imARRIVAL은 소비자 구매량을 예측할 수 있는 모형과도 연관이 된다.

이상에서와 같이 ARG형태의 정보로 표현된 원래의 멀티미디어 이미지는 연관된 도메인 객체 및 속성 등을 추가시켜 확장 ARG로 무리없이 변환될 수 있다. 예를 들면, 의사결정자가 수송문제에 관심이 있을 경우 CUST 객체와 그에 상응하는 특성들(예: 수요량(DEM), 수송량(FLOW), 수송비용(COST))을 검색할 수 있고, 이를 기존의 ARG인 imDEPARTURE에 덧붙여 표현방식을 확대할 수도 있다. <그림 10>은 그림 9에서 표현된 imDEPARTURE에 대한 확장ARG를 보여

주고 있다. 단, CUST는 <그림 9>에서 표시된 imDEPARTURE에 소속된 하나의 인스턴스인 PLANT와는 일대다의 관계에 있기 때문에 DEM, FLOW, COST에 대한 특정값을 확정할 수 없어 'value'라고 지정하였다.

4.2 모형 통합

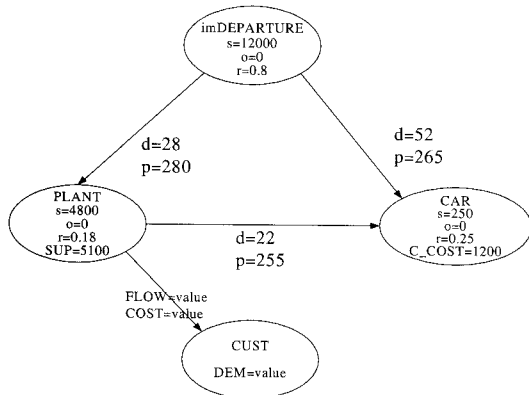
본 논문에서 제시하는 모형통합 과정은 통합 전 단계, 스키마 비교 단계, 스키마 조화 단계, 그리고 스키마 합병의 4단계로 구성된다. 이를 각 단계별로 상세히 살펴보기로 하자.

1 단계: 통합전 단계

통합전 단계는 확장 ARG와 구조적 모형화 스키마를 동일하게 하기 위해 확장 ARG를 구조적 모형화 스키마 형태로 변환하는 단계이다. 변환규칙은 <표 1>에 정리되어 있다.

<표 1> 확장 ARG와 구조적 모형화 스키마간의 변환

확장 ARG	구조적 모형화
노 드	원시객체 (/pe/)
아 크	복합객체 (/ce/)
속 성	속성 (/a/) 가변속성 (/va/) 함수 (/f/)



<그림 10> <그림 9>에서 표현된 imDEPARTURE의 수송문제를 위한 확장 ARG

이미지와 관련된 속성들은 구조적 모형화에서는 /a/, /va/, 또는 /f/ 등으로 변환된다. 예를 들어 imDEPARTURE내에 존재하는 CAR라고 하는 이미지의 경우, 크기(s), 방향성(o), 완만도(r), 거리(d) 및 상대적위치(p) 등이 노드에 해당하는 속성이면 /pe/의 /a/ 형태로, 그리고 아크에 해당하는 속성이면 /ce/의 /a/ 형태로 변환된다. 이는 <그림 10>에 나타난 바와 같다. 그 외의 속성(예: delivery_cost, speed 등)의 경우는 CAR의 이미지의 변화에 따라 종속적으로 변환된다. 즉 CAR의 delivery_cost는 CAR의 이

미지가 변할 때 함께 변한다. 이러한 변환규칙에 따라서 <그림 10>에서와 같이 표현된 확장 ARG는 <그림 12>에서와 같이 대응되는 구조적 모형화 스키마로 변환된다.

이때 SUP는 C_COST와 마찬가지로 확장 ARG와 관련된 속성(s,o,r)의 변화에 종속적으로 변하기 때문에, <그림 9>에서는 /a/로 되어 있지만 <그림 12>에서는 /f/가 된다. 이같이 SUP를 속성(s,o,r)의 함수로 본 이유는 이미지 중심의 검색을 가능하게 하기 위함이다. 예를 들어 <그림 1>에서 예시된 공장 이미지가 변경된다

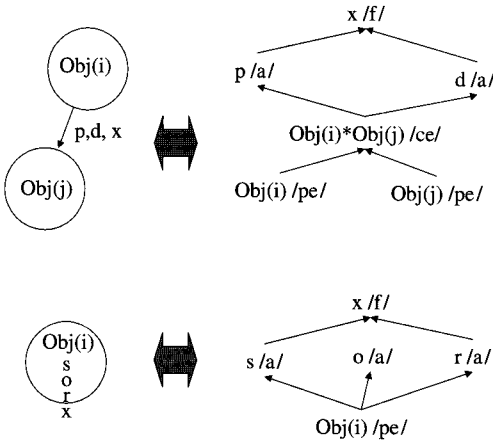
면, 변경된 이미지에 맞는 SUP값이나 C_COST 값이 바뀌어야 하기 때문이다. 그러나 CUST는 이 이미지에 포함되지 않으므로, 즉 그에 대한 확장 ARG 속성에 의한 검색을 하지 않을 것이므로 CUST와 관련된 DEM, FLOW, COST는 원래대로 /a/타입을 가지는 것으로 본다.

이같이 하여 일단 확장 ARG가 구조적 모형화의 스키마인 Genus graph로 변형되면 모형 통합을 위한 준비가 사실상 갖추어진 것이다.

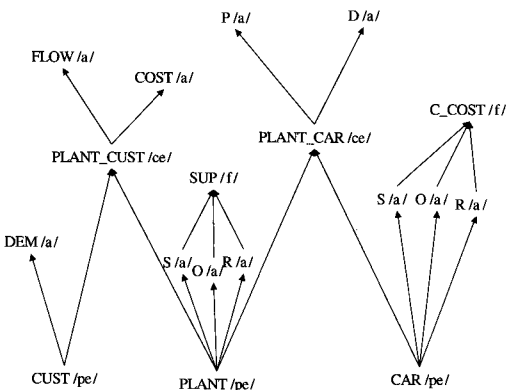
2단계: 스키마 비교 단계

스키마 비교 단계는 구조적 모형화 스키마로 변형된 확장 ARG와 선택된 모형 스키마 사이에 존재하는 모든 가능한 충돌들을 인식하는 단계이다. 이 같은 충돌중에서 특히 본 논문에서 보고자 하는 충돌은 명칭상의 충돌(naming conflict)과 구조적 충돌(structural conflict)의 두 가지 종류이다. 왜냐하면 이 같은 충돌이 갖는 의미가 본 논문이 추구하고자 하는 연구목적인 멀티미디어 의사결정지원시스템에서 가장 흔하게 부딪치는 충돌현상들이기 때문이다.

명칭상의 충돌은 다시 동명이의어에 의한 충돌(homonym conflict)과 이명동의어에 의한 충돌(synonym conflict)의 두 가지로 다시 분류된다. 동명이의어를 판단하는 일은 일반적으로 사용자의 인지적 판단에 의존하는 경우가 대부분이다. 그러나 1단계에서와 같이 멀티미디어 이미지 정보가 구조적 모형화 스키마로 변환되어 있으면, 동명이의어에 의한 충돌을 피하기 위한 사용자의 인지적 판단을 보다 쉽고 정확하게 지원할 수 있다는 장점이 있다. 예를 들어 <그림 12>에서의 PLANT와 <그림 3>에서의 PLANT가 과연 동명이의어로서 서로 다른지 아니면 동일한지에 대한 판단을 돕기 위해 다음과 같은 간단한 SQL 명령어를 이용할 수 있다.



<그림 11> 확장 ARG와 구조적 모형화의 대응관계



<그림 12> <그림 10>에서 표현된 확장 ARG로부터 변환된 구조적 모형화 스키마

```
SELECT I.PLANT_IMAGE
FROM model_table M, image_table I
```

WHERE I.PLANT_NAME =
M.PLANT_NAME

여기에서 나온 검색 결과인 이미지가 의사결정자가 원래 모형을 작성하면서 염두에 둔 것과 일치한다면 두 PLANT는 동일한 것으로 판단한다. 그렇지 않다면 동명의어로서 서로 충돌하는 것으로 판단할 수 있다. 이명동의어에 의한 충돌은 다른 이름을 사용하는 것이 사용자의 이해를 돕는데 도움을 주지 못한다고 판단되는 경우에는 정당화될 수 없는 충돌로 이름을 동일하게 해야 한다. 불가피한 이명동의어에 대한 정의는 객체선언에 별도로 포함되어 있어야 하며, 스키마 통합을 위해서는 이러한 이명동의어 선언부문에 대한 면밀한 조사가 선행되어야 한다.

한편, 구조적 충돌 현상은 다음과 같이 분류된다. 첫째는 유형충돌(type conflict)이다. 이것은 동일한 모형 요소가 다른 스키마에서 다른 유형으로 표현되는 현상을 말한다. 예를 들어 한 모형구조가 한 스키마에서는 속성으로, 또 다른 요소에서는 함수로 표현되는 것과 같은 현상이다. 예를 들어 <그림 3>에서의 수요량(DEM)은 /a/ 유형이고 <그림 4>에서의 수요예측량(F_DEM)은 /f/ 유형이다. 이때 통합 스키마에서는 <그림 3>의 T:DEM에 입력될 값을 F_DEM로 한다면, 이 두 모형 스키마에서의 DEM은 유형 충돌 현상을 일으키게 된다. 또한 <그림 12>의

FLOW는 /a/인데, <그림 3>에서의 기본 수송모형에서는 FLOW가 의사결정변수이기 때문에 /va/이다. 따라서 여기서도 유형충돌 현상이 발생된다. 두 번째 구조적 충돌현상으로는 종속성 충돌(dependence conflict)로서 이것은 한 스키마 내에서 어떤 임의의 두 모형 구조간의 종속성이 다른 스키마에서는 다른 종속관계로 나타나는 경우이다. 세 번째 구조적 충돌현상으로는 키 충돌(Key Conflict)이다. 이는 어떤 동일한 개념에 대해서 스키마에 따라 키가 각각 다르게 지정되는 경우이다. 마지막 구조적 충돌현상으로는 행태적 충돌(Behavioral Conflict)로서 이것은 각기 다른 삽입/삭제 정책이 다른 스키마에 존재하는 동일한 객체에 적용되는 경우이다.

3단계: 스키마 조화 단계

2단계에서 살펴본 충돌현상을 인식한 후의 다음 단계는 스키마 조화단계이다. 본 연구에서는 Batini & Lenzerini[1984]가 제시한 유형변환(type transformation), 재구조화(restructuring), 재명명(renaming) 방법을 적용하고자 한다. 본 논문에서 사용한 예제에 존재하는 충돌현상과 그에 대한 스키마 조화 방법을 요약하면 <표 2>와 같다.

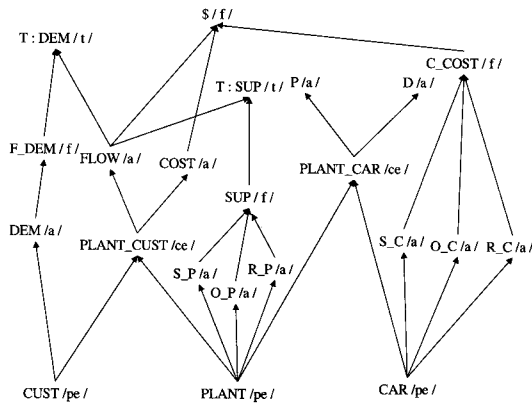
4단계: 스키마 합병 단계

스키마 통합의 마지막 단계는 스키마 합병으

<표 2> 충돌현상과 그에 따른 스키마 조화 방법

번호	충돌현상	충돌대상	스키마 조화 방법	결과
1	유형충돌	<그림 3> DEM, T: DEM <그림 4> DEM, F_DEM	재구조화	DEM F_DEM T: DEM
2	동명의어에 의한 충돌	<그림 12> S, O, R	재명명	S_P, O_P, R_P S_C, O_C, R_C
3	종속성충돌	<그림 3> (FLOW, COST) → \$ <그림 12> (C_COST) → \$	재구조화	(FLOW, COST, C_COST) → \$
4	유형충돌	<그림 3> FLOW <그림 12> FLOW	유형변환	FLOW /a/ 에서 /va/로

로서 조화된 스키마들이 하나로 합쳐지는 단계이다. 이는 구조적 모형화 요소들을 단일화하고 중복적인 종속성을 제거함으로써 가능하다. 예를 들어 <그림 3>에서 도시한 전형적인 기본 수송모형, <그림 4>의 수요예측 모형, 그리고 사용자가 가지고 있던 이미지와 유사한 이미지를 기존 이미지 데이터베이스로부터 검색하여 찾은 imDEPARTURE 이미지에 대한 확장된 ARG를 하나의 통합된 구조적 모형화 스키마 형태로 통합한 결과는 <그림 13>에서와 같이 도시할 수 있다.



<그림 13> 통합 스키마 예

이상에서와 같이 제시된 통합된 스키마는 의사결정자에게 다음과 같은 의미가 있다.

첫째, 전통적인 모형관리시스템에서의 모형통합은 단순히 모형검색(model query)으로부터의 통합인데 비해, 본 논문에서 제시한 모형통합은 멀티미디어 이미지 검색과정에서부터 본격적인 통합이 가능하도록 개선한 것이다. 따라서, 멀티미디어 이미지를 이용한 의사결정시, 의사결정자는 모형검색과정부터 모형을 통합하거나 또는 최종적인 단계에서 모형통합을 할 수 있으므로 보다 다양한 모형통합에 관한 기회를 제공받게 된다.

둘째, 이미지와 모형을 통합할 수 있다. 이렇게 하는 것이 바람직한 이유는 이미지/모형 독립성(image/model independence)을 만족시켜,

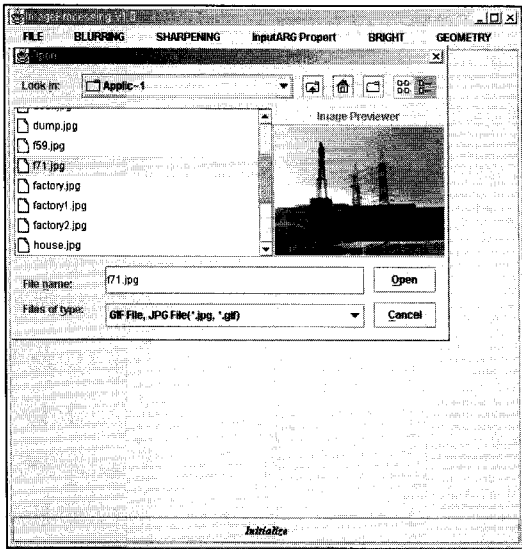
이미지와 모형의 재활용성을 높이기 위함이다. 즉, 기존의 의사결정지원시스템인 DSS에서 모형/데이터 독립성(model/data independence)과 모형/해결자 독립성(model/solver independence)을 만족시켜 모형의 재활용성을 제고하려는 것과 같은 맥락이다. 만약 의사결정자가 원하는 모든 가능한 이미지를 이미지 데이터베이스가 전부 가지고 있고, 그 이미지와 모형이 서로 연결되어 있다면 이미지와 모형간의 통합은 의미가 없을 것이다. 그러나 그렇게 되려면 하나의 공장에 대한 이미지 하나를 저장하기 위하여 해당 이미지의 전후좌우, 각도별 차이를 모두 고려한 많은 양의 이미지 정보를 전부 저장하여야 하는 부담이 있다. 아울러 해당 이미지와 모형이 모두 연결되어 있다면, 하나의 객체를 가리키는 여러 이미지에 동일한 복수개의 모형이 연결되기 때문에 이른바 모형 중복성의 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서 제시한 바대로 이미지와 모형을 따로 관리하였다가 의사결정자가 필요할 때에 별도의 모형통합 과정을 거쳐 <그림 13>과 같이 통합시키는 것이 바람직하다.

V. 실험

이번 장에서는 본 논문에서 제안된 멀티미디어 이미지 표현 및 모형통합과 관련된 아이디어의 유용성 및 실용성을 확인하기 위하여 MDSS (Multimedia Decision Support System의 약자)라고 하는 프로토타입 시스템을 설명하고자 한다. MDSS는 윈도우 2000이 탑재된 서버에서 Java와 ASP 프로그래밍 언어로 코드화 되었다. 이미지들은 파일 형태로 관리되어 있고, 각 클래스들은 Java 클래스로, 기타 정보는 Microsoft Access에 저장하였다.

이 실험에서의 가상 시나리오는 <그림 8>의 클래스로 이루어지는 문제를 예로 하고자 한다.

한 의사결정자가 자신이 보유한 멀티미디어 자료 중에서 <그림 14>와 같은 공장에 대해 멀티미디어 이미지에 기초한 의사결정 분석을 한다고 가정하자.

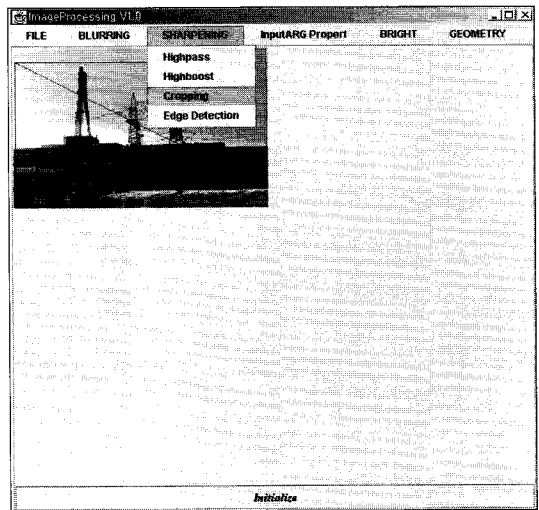


<그림 14> 특정 공장 이미지

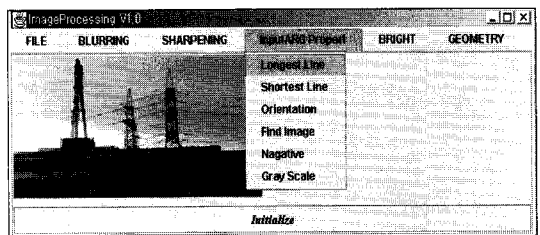
그러면 MDSS는 이러한 특정 이미지와 유사한 표준 이미지를 이미지 데이터베이스로부터 찾기 위해 <그림 15>와 같은 일련의 작업을 한다. 이때 <그림 15> (a)는 특정 이미지에서 건물 부분만을 선택하는 Cropping작업을 보여 주고 있으며, (b)는 cropping된 이미지에 대해 확장 ARG 속성을 찾아내는 단계, (c)는 해당 확장 ARG속성을 근간으로 유사 표준 이미지를 찾도록 하는 단계에 대한 예제 화면이다. 그리고 그 결과는 (d)에 나타난 바와 같다. 그러면 MDSS는 의사결정자에게 (d)의 후보 이미지 중에서 자신이 찾으려는 표준 이미지 중 하나를 선택하도록 한다.

<그림 16>은 이상의 과정을 통하여 확인된 표준 이미지를 활용한 의사결정 분석과 관련된 초기화면이다. 만약 적절한 이미지가 이미지 데이

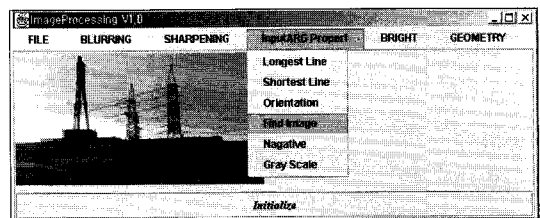
터베이스 내에서 발견된다면 관련된 이미지 기록(예: image ID, file name, image type 등)과 데이터 기록(예: ID, Asset_name, Asset_type, Depreciation_cost 등)이 왼쪽 프레임에 제시된다. 데이터 기록은 이미지 처리과정을 통하여 확인된 이미지 유형에 따라 유사한 정보가 있는지 분석된다. 시스템 사용자가 “데이터 분석(Analyze data)” 메뉴를 선택하게 되면, 의사결정 분석과정



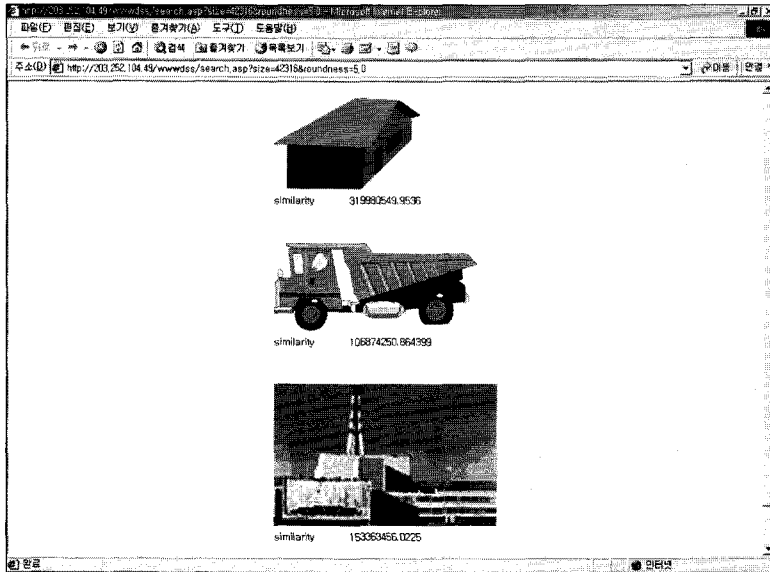
(a) Cropping



(b) 확장 ARG 속성 구하기

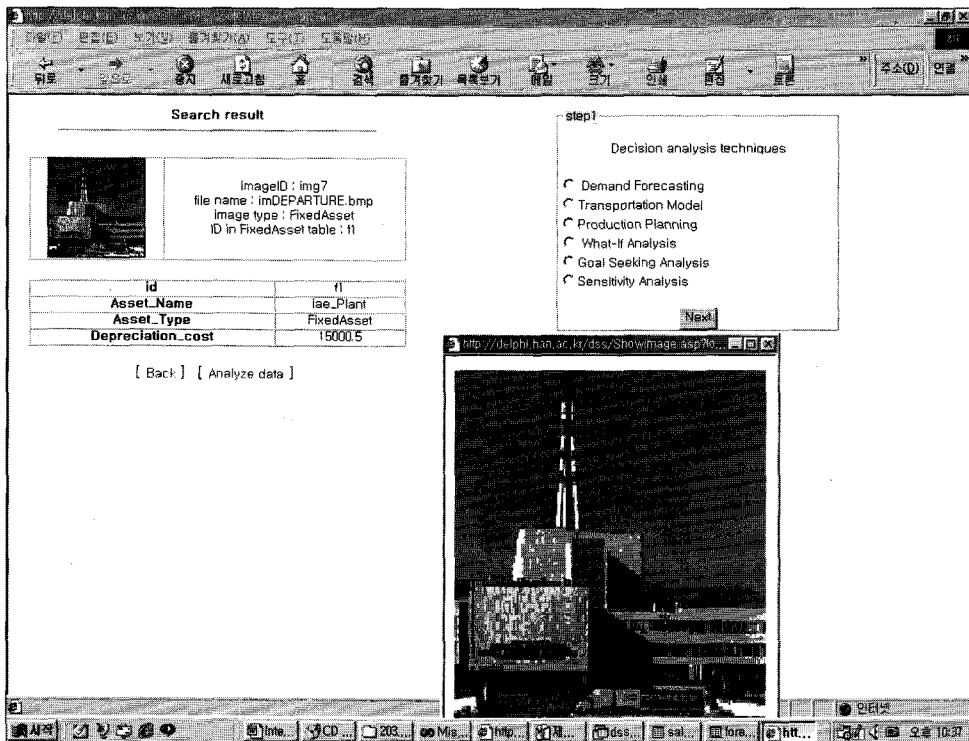


(c) 표준 이미지 찾기

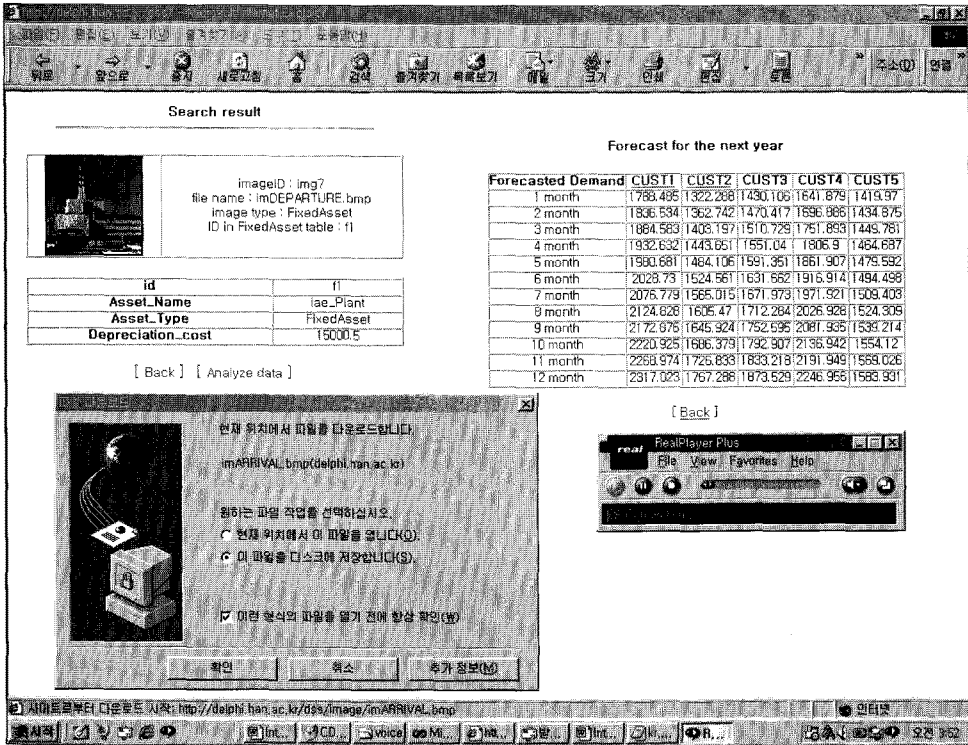


(d) 유사도 검색 결과

<그림 15> 특정 이미지로부터의 표준 이미지 검색과정



<그림 16> 탐색된 표준 이미지를 활용한 의사결정 분석에 관한 초기화면



<그림 17> 수요예측에 의한 의사결정 분석 결과화면

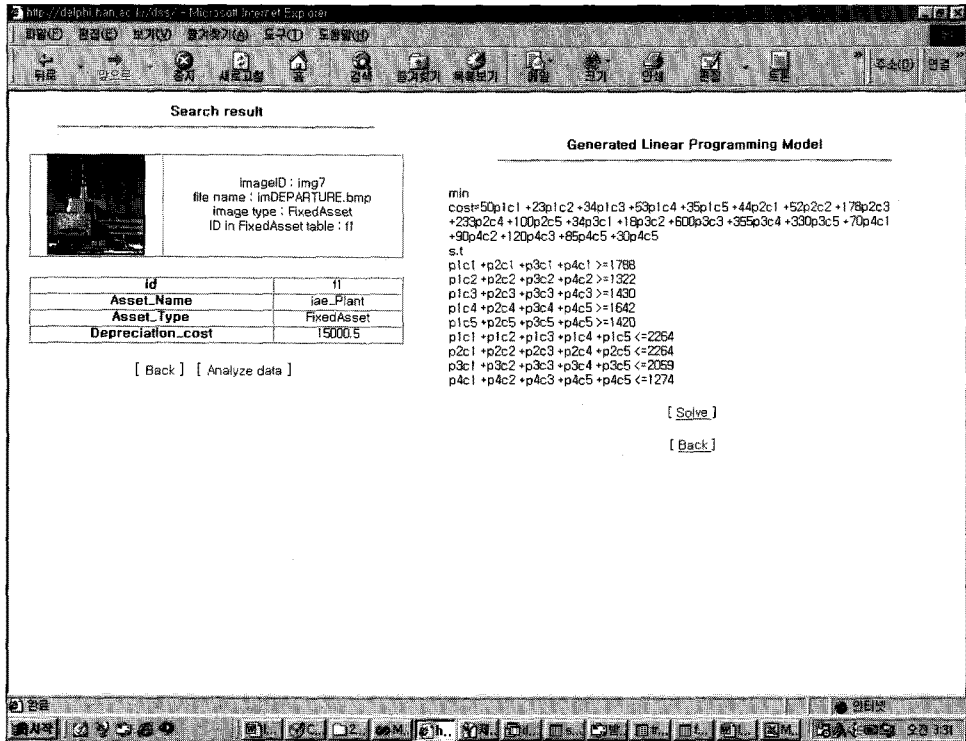
이 본격적으로 활성화된다. 현재 본 논문에서 제안된 프로토타입 시스템인 MDSS에서 사용하고 있는 의사결정 분석과정은 수요예측, 수송모형을 통한 최적화, 일정계획 등을 중심으로 개발되었다.

한편, 의사결정자는 데이터베이스에 있는 실제적인 데이터로부터 예측관련 데이터를 얻고자 할 수 있다. 이를 위하여 MDSS에서는 지수평활법(exponential smoothing) 등 예측방법을 의사결정자로 하여금 선택하도록 하여 의사결정자가 원하는 예측관련 데이터를 산출할 수 있도록 지원할 수가 있다. <그림 17>은 이 같은 과정을 통하여 얻은 월별 예측 수요량의 결과를 보여주고 있다. 각각의 소비자(CUST1, CUST2 등)에 있는 멀티미디어 정보는 하이퍼링크 기능에 의해 해당 의사결정자에게 손쉽게 제공될 수 있다. 예를 들어 만약 CUST1를 클릭하면, CUST1

의 전체 이미지 혹은 음성, 비디오 클립들이 웹상에서 열리거나 혹은 사용자의 데스크탑에 저장된다.

다음에는 의사결정자가 다음 회계년도의 총수송비용을 최소화하기 위한 최적수송전략을 원한다고 하자. 만약 적절한 수송모형을 해당 모형베이스에서 확인할 수가 없다면, 의사결정자가 스스로 최적의 수송모형을 세울 수 있도록 모형 편집기가 제공된다. 그렇지 않고 의사결정자가 원하는 수송모형이 해당 모형베이스내에 저장되어 있다면, 통합 모형, 모형 예제와 최상의 해결책 창출 등이 연속적으로 수행되어 <그림 18>과 같은 결과를 얻을 수가 있다.

끝으로 의사결정자는 <그림 18>의 생성된 모형 인스턴스를 가지고 최적화 도구인 LINDO 등에서 구동되어 최적해와 관련 정보를 얻을 수 있다.



<그림 18> 수송모형과 이미지의 통합

VI. 결 론

본 논문에서는 최근 인터넷 등의 활성화와 함께 의사결정자에게 자연스럽게 제공되는 다양한 멀티미디어 정보 및 이미지를 효과적으로 의사결정에 활용할 수 있는 방법론을 제시하였다. 본 논문에서 제시된 멀티미디어 정보 및 이미지에 기초한 의사결정 방법론은 다음과 같다.

첫째, 멀티미디어 정보 및 이미지를 보다 효과적으로 표현하기 위한 방법론으로서, 기존의 멀티미디어 표현방법인 ARG를 객체지향적으로 확장하고 별도의 도메인 자료를 부가한 확장 ARG 방법을 제시하였다.

둘째, 의사결정자가 확장 ARG로 표시된 멀티미디어 정보 및 이미지를 가지고 보다 구체적인 의사결정 분석을 하고자 할 때 필요한 모형관리 및 모형통합을 위하여 Geoffrion[1987, 1989ab,

1992, 1999]이 제시한 구조적 모형화에 기초한 방법론을 제시하였다.

특히 본 논문에서는 두 번째 방법론을 위하여 통합전 단계, 스키마 비교단계, 스키마 조화단계, 스키마 합병단계 등 4단계에 걸친 체계적인 모형관리 및 통합방법을 제시하였다. 본 논문에서 제시한 이 같은 방법론이 갖는 의미를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 멀티미디어 의사결정지원시스템과 기존의 의사결정지원시스템과의 통합이 가능함을 보여주었다.

둘째, 의사결정 분석 시 필요한 데이터와 모형을 멀티미디어 이미지와 결합할 수 있는 통합 메커니즘을 제시하였다.

셋째, 이 같은 방법론을 통하여 최근의 인터넷 시대에 걸맞은 멀티미디어 의사결정지원시스템을 보다 구체적으로 제시할 수가 있었다.

본 논문에서 제시한 방법론의 유용성을 검증하기 위하여 멀티미디어 의사결정지원시스템의 프로토타입인 MDSS를 구현하고, 표준 이미지 선정, 모형과의 결합, 그리고 수요예측 및 수송모형을 활용한 구체적인 의사결정 분석 등을 체계적으로 검증하였다. 향후 연구주제로서는 본

연구에서 제시한 멀티미디어 의사결정지원시스템이 개별 의사결정자에게 미치는 의사결정의 영향을 구체적으로 분석할 수 있는 행태론적 연구가 필요하다. 본 논문이 향후 멀티미디어 의사결정지원시스템에 관한 본격적인 연구의 출발점이 되기를 기대한다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] Batini, C., and Lenzerini, M., "A methodology for data schema integration in the entity relationship model," *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-10, No. 6, 1984, pp. 650-663.
- [2] Baupin, N. and Zreik, K., "Remote decision support system: a distributed information management system," *Knowledge Based Systems*, Vol. 13, No. 1, 2000, pp. 37-46.
- [3] Bui, T., "Building Agent-Based Corporate Information Systems: An Application to Telemedicine," *European Journal of Operational Research*, Vol. 122, No. 2, 2000, pp. 242-257.
- [4] Burry, M., Coulson, J., Preston J. and Rutherford, E., "Computer-aided design decision support: interfacing knowledge and information," *Automation in Construction*, Vol. 10, No. 2, 2000, pp. 203-215.
- [5] Chang, S.K., *Principles of Pictorial Information Systems Design*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall International Editions, 1989.
- [6] Chari, S. and Krishnan, R., "Towards a Logical Reconstruction of Structured Modeling," *Decision Support Systems*, Vol. 10, No. 3, 1993, pp. 301-317.
- [7] Chari, K. and Sen, T., "A Graphical Modeling System: Applications in Organizational Model Management," *Omega*, Vol. 25, No. 2, 1997, pp. 241-253.
- [8] Chari, K. and Sen, T., "An Implementation of a Graph-Based Modeling System for Structured Modeling (GBMS/SM)," *Decision Support Systems*, Vol. 22, No. 2, 1998, pp. 103-120.
- [9] Chetverikov, O., Yen, D.C., Tang H.L. and Lee, S., "Integrating expert systems and multimedia: a detailed analysis," *Telematics and Informatics*, Vol. 14, No. 3, August 1997, pp. 257-272.
- [10] 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.
- [11] Dolk, D. and Kottemann, J., "Model Integration and a Theory of Models," *Decision Support Systems*, Vol. 9, No. 1, 1993, pp. 51-63.
- [12] Euripides, G.M. and Faloutsos, C., "Similarity Searching in Medical Image Database," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 9, No. 3, 1997, pp.

- 435-447.
- [13] Gagliardi, M. and Spera, C., "Toward a Formal Theory of Model Integration," *Annals of Operations Research*, Vol. 58, 1995, pp. 405-440.
- [14] Gagliardi, M. and Spera, C., "BLOOMS: a Prototype Modeling Language with Object Oriented Features," *Decision Support Systems*, Vol. 19, No. 1, January 1997, pp. 1-21.
- [15] Geoffrion, A.M., "An Introduction to Structured Modeling," *Management Science*, Vol. 33, No. 5, 1987, pp. 547-588.
- [16] Geoffrion, A.M., "Reusing Structured Models via Model Integration," *Proceedings of the 22th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. III, 1989, pp. 601-611.
- [17] Geoffrion, A.M., "The Formal Aspects of Structured Modeling," *Operations Research*, Vol. 37, No. 1, 1989, pp. 30-51.
- [18] Geoffrion, A.M., "The SML language for structured modeling," *Operations Research*, Vol. 40, No. 1, 1992, pp. 3875.
- [19] Geoffrion, A.M., "Structured Modeling: Survey and Future Research Directions," *ITORMS*, Vol. 1, No. 3, 1999, on-line at <http://www.informs.org/Pubs/ITORMS>.
- [20] Griffioen, J., Mehrotra, R. and Yavatkar, R., "An Object-Oriented Model for Image Information Representation," *Proceedings of the Second International Conference on Information and Knowledge Management*, 1993, pp. 393-402.
- [21] Gupta, A., Weymouth, T.E., and Jain, R., "An Extended Object-Oriented Data Model for Large Image Data Bases," *Proceedings of the 2nd Symposium on Design and Implementation of Large Spatial Databases*, Zurich, Switzerland, August 1991.
- [22] Hatcher, M., "A Tool Kit for Multimedia Supported Group/Organizational Decision Systems (MSGDS)," *Decision Support Systems*, Vol. 15, No. 2, 1995, pp. 211-217.
- [23] Halad, W.E. and Liebowitz, J., "Tele-learning: The Multimedia Revolution in Education," *Futurist*, Vol. 29, No. 6, 1994, pp. 21-26.
- [24] Huang, G.Q. and Mak, K.L., "Design for manufacture and assembly on the Internet," *Computers in Industry*, Vol. 38, Vol. 1, 1999, pp. 17-30.
- [25] Ikeda, Y., Beroggi, G.E.G. and Wallace, W.A., "Supporting multi-group emergency management with multimedia," *Safety Science*, Vol. 30, No. 1-2, October 1998, pp. 223-234.
- [26] Jagadish, H.V., and O'German, L., "An Object Model for Image Recognition," *IEEE Computer*, Vol. 22, No. 12, 1989, pp. 33-41.
- [27] Jones, C.V., "Attributed Graphs, Graph Grammars, and Structured Modeling," *Annals of Operations Research*, Vol. 38, 1992, pp. 281-324.
- [28] Majkiewicz, J., "Will Desktop Video Play in Business?," *Datamation*, Vol. 1, 1990, pp. 53-56.
- [29] Muhanna, W., "An Object-Oriented Framework for Model Management and DSS Development," *Decision Support Systems*, Vol. 9, No. 2, 1993, pp. 217-229.
- [30] Sipior, J.C. and Garrity, E.J., "Merging Expert Systems with Multimedia Technology," *Proceedings of the 1990 ACM SIGBDP conference on Trends and directions in expert systems*, 1990, pp. 510-523.
- [31] Tsai, Y.C., "Model integration using SML,"

Decision Support Systems, Vol. 22, No. 4, April 1998, pp. 355-377.

[32] Veljkov, M.D., "Managing Multimedia," *BYTE*, 1990, pp. 227-232.

[33] Vicua, F., *Semantic Formalization in Mathematical Modeling Languages*, Ph.D. Dissertation, Computer Science Department, UCLA,

1990.

[34] Wagner, C., "Facilitating Space-Time Differences, Group Heterogeneity and Multi-Sensory Task Work Through a Multimedia Supported Group Decision System," *Decision Support Systems*, Vol. 15, No. 2, 1995, pp. 197-210.

◆ 이 논문은 2000년 7월 15일 접수하여 2차 수정을 거쳐 2001년 5월 18일 게재확정되었습니다.

◆ 저자소개 ◆



권오병 (Kwon, O Byung)

현재 한동대학교 경영경제학부 교수로 재직중이다. 서울대학교 경영학과에서 학사(1988)학위를, 그리고 한국과학기술원 경영과학과에서 공학석사(1990) 및 박사(1995) 학위를 취득하였다. 현재는 아르헨티나 한동정보기술연구소에서 소장을 겸하여 역임하고 있다. 주요 관심분야는 의사결정지원시스템, 시뮬레이션, 및 전자상거래 등이며 연구 결과는 *Decision Support Systems*, *Simulation*, 경영정보학연구 등 국내외 학술지에 다수 게재되었다.