

# 유가예측 시스템의 설계 및 구현

김은경<sup>0</sup> 이원형 배진희\* 김상환\*  
한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 \*한국엑스퍼트(주)  
{egkim, whlee}@kut.ac.kr \*{jhbae, shkim@kei.co.kr}

## Design and Implementation of an Oil Prices Forecasting System

Eun-Gyung Kim<sup>0</sup> Won-Hyung Lee Jin-Hee Bae\* Sang-Hwan Kim\*  
Dept. of Computer Eng., Korea Univ. Of Tech. & Edu. \*Korea Expert Inc.

### 요 약

지금까지 수행된 대부분의 유가예측은 주로 계량 데이터를 기반으로 하는 여러 가지 계량 모델을 구성하여 수행되었으며, 그 결과 산유국 동향과 같은 국제 유가시장의 불확실성을 제대로 반영하지 못했다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 계량경제학적인 접근방법과 전문가시스템을 통합한 유가예측 시스템을 설계 및 구현하였다. 즉, 계량 데이터를 기초로 유가예측 모델을 구성하고, 산유국동향과 같은 비계량적인 요인이 유가에 미치는 영향에 대한 실무자의 경험적인 지식은 지식베이스로 구축함으로써, 유가예측과 관련된 다양한 요인들을 폭넓게 고려할 수 있는 통합된 시스템을 개발하였다. 유가예측 모델로는 대표 유종의 유가 및 수급 전망을 위한 동적 선형연립 모델과 유종간 유가의 균형차액을 예측하기 위한 Fully Modified 공적분 회귀분석 모델을 구성하였으며, 유가예측 모델에서 반영하기 어려운 산유국 동향이나 OPEC 정책, 선물시장 동향 등은 실무자의 경험적인 지식을 바탕으로 시스템 예측변수로 설정하여 유가예측에 반영할 수 있도록 지식베이스를 구축하였다. 또한, 본 시스템에서는 유가예측 이외에 석유 수급을 전망하고, 유가 및 수급과 관련된 다양한 정보를 제공하고 관리하는 기능을 제공하고 있다.

### 1. 서론

모든 석유관련 사업뿐만 아니라 국가 경제 전반에 미치는 유가의 영향력을 고려할 때, 유가의 정확한 예측은 매우 중요한 의미를 갖게 된다[1,2].

본 논문에서는 계량 데이터를 기초로 구성된 유가예측 모델을 기반으로 하되, 이 모델에서 고려하기 어려운 산유국 동향과 OPEC 정책, 선물시장 동향 등과 같은 국제 유가시장의 불확실성을 반영할 수 있도록, 유가예측 실무자의 경험적인 판단과 직관력을 가미하여 유가를 예측할 수 있는 통합된 유가예측 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 시스템에서는 5개 대표 유종의 유가예측 뿐만 아니라, 석유 수급 전망과 더불어 유가 및 수급과 관련된 다양한 정보를 제공하고 관리하는 기능도 함께 제공하고 있다.

### 2. 중장기 유가예측 시스템 개요

#### 2.1 업무 정의

본 시스템에서 정의한 유가예측 업무의 범위는 다음과 같다.

- ▶ 예측 기간 : 중장기(향후 20년간, 년단위 예측)
- ▶ 예측 유종 : Arabian Light(A/L), Brent, WTI, Dubai, Oman 등의 5개 유종
- ▶ 예측 시나리오 : 저유가 케이스(낙관적인 경우), 기준 케이스(참고의 경우), 고유가 케이스(비관적인 경우)의 3개 케이스
- ▶ 예측 유가 : 명목유가와 실질유가
- ▶ 기타 : 석유 수급 전망 및 유가와 수급 관련 정보 제공 및 DB 입출력 관리와 더불어 OPEC 정책 변화, 1차 에너지원별 소비 추이, 산유국 동향, 환경문제, 선물시장 동향, 주요 유가이슈, 타기관 예측유가 등의 참고 정보 제공 및 DB 입출력

관리

## 2.2 개발 체계

본 시스템은 수급 관련 거시경제 데이터와 에너지 관련 데이터, 세계 경제성장률 전망치 등과 같은 계량 데이터를 기초로 하는 유가예측 모델과 산유국 동향과 OPEC 정책, 선물시장 동향 등과 같은 유가 시장의 불확실성을 반영하는 비계량적인 요인에 대한 실무자의 판단을 반영할 수 있도록 구축된 전문가시스템을 통합하여, 보다 정확한 유가예측 기능을 수행하도록 개발하였으며, 본 시스템의 개발 체계를 도식화하면 그림 1과 같다.

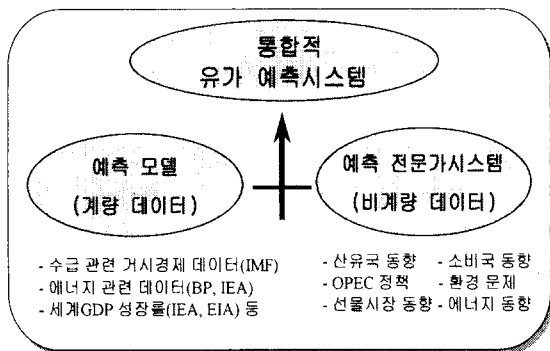


그림 1. 유가예측 시스템의 개발 체계

## 3. 유가예측 모델

본 시스템에서 구성한 유가예측 모델은 동적 선형연립 모델과 Fully Modified 공적분 회귀분석 모델의 두가지 모델이며, 전자는 수급과 대표 유종(A/L)의 유가예측을 위한 모델이고, 후자는 유종간 유가의 균형차액을 예측하는 모델이다[3]. 유가예측 모델을 구성하는 접근 방법은 크게 계량경제학적 모델(Econometric Models)과 최적화 모델(Optimization Models), 모의실험 모델(Simulation Models), 시스템 동적 모델(System Dynamics Models) 등으로 분류할 수 있으며, 이들 모델은 각각 장단점을 내포하고 있다. 동적 선형연립 모델은 유가와 설명변수들 간의 동적인 변화를 계량적으로 모델링하는 네 번째 접근방법에 해당한다[3].

### 3.1 대표 유종 유가예측 모델 : 동적 선형연립 모델

통상의 계량 모델은 여러 개의 외생 변수가 각각의 피설명변수를 설명함에 있어서, 단방향 인과관계(One-Way Causality)가 있음을 가정하여 추정하

므로 피설명변수들간의 상호작용을 통한 Feedback 효과를 고려하지 못하는 한계가 있다. 반면, 선형연립방정식(Linear Simultaneous Equations Model) 모델은 추가로 Feedback 효과를 고려하여 여러 피설명변수가 연립적으로, 또는 동시에 결정되도록 고안된 모델이다. 동적 선형연립 모델은 이러한 선형연립방정식에 자기회귀(Autoregressive)항을 추가함으로써, 시차가 존재하는 경우 시차가 있는 피설명변수의 동적인 Feedback 효과를 감안할 수 있도록 구성한 모델이다[3].

모델의 입력 자료 가운데 에너지 부문 입력 자료는 BP[4]와 IEA[5]의 발표 자료를, 거시경제 부문 자료는 IMF[6]의 발표 자료를 활용하였으며, 세계 경제성장률 전망치는 IEA와 EIA의 전망치를 활용하였다.

### 3.2 유종간 균형차액 추정 모델 : Fully Modified(FM) 공적분 회귀분석 모델

앞 절에서 설명한 동적 선형연립 모델을 기초로 대표 유종(A/L)의 유가를 예측한 다음, 기타 유종과의 장기적인 균형차액을 가감하여 기타 유종의 유가를 예측하게 되는데, 대표 유종과 기타 유종간의 균형차액을 추정하기 위해서 Phillips-Hansen의 FM 공적분 회귀분석 모델을 사용하였다[3]. 현재 1987년 4월부터 1997년 12월까지의 월간 자료를 이용하여 추정하였으며, 향후 5년 내지 10년간의 최신 일간 자료로 대체함으로써 보다 정교하게 균형차액을 추정할 수 있을 것으로 판단된다[3].

### 3.3 모델의 추정 절차

본 모델의 추정 절차는 그림 2와 같다. 먼저 세계 석유수급 관련 거시경제 데이터(IMF)와 세계 에너지 관련 데이터(BP, IEA)를 입력하여, 동적 선형연립 모델을 추정한다. 추정된 모델에 세계 경제성장률 전망치를 투입하여 대표 유종인 A/L의 기준 유가를 예측한 다음, 3.5 절에서 설명할 시나리오를 대입하여 각 시나리오별로 예측한다. 대표 유종의 유가가 예측되면, FM 공적분 회귀분석 모델에 의해 추정된 대표 유종과 기타 유종간의 균형차액을 대입하여 나머지 유종의 유가를 예측하고, 수요와 공급을 각각 추정하게 된다.

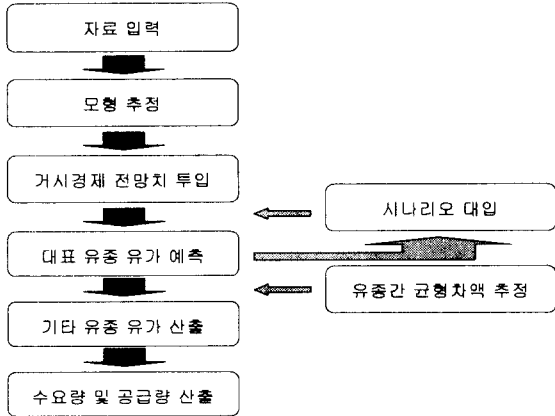


그림 2. 유가예측 모델의 추정 절차

### 3.4 유가예측 모델의 시나리오

유가예측 모델에서는 다음과 같이 3단계 시나리오를 설정하여 각각에 대해서 유가 및 수급을 예측하였다.

- ▶ 1단계(경제성장률) : 3가지(기준치, 상향치, 하향치) 경제성장률 케이스로 구분하고, 상하향치는 디폴트 값으로 기준치 대비 각각  $\pm 25\%$ 로 설정하였으며, 사용자가 변경할 수 있다.
- ▶ 2단계(환경규제 정도) : 환경규제 정도를 4가지(미고려, 기준치, 상향치, 하향치)로 구분하였으며, 디폴트 값으로 상하향치는 기준치 대비 각각  $\pm 25\%$ 로 설정하였고, 사용자가 변경할 수 있다.
- ▶ 3단계(통계적 신뢰구간) : 3가지 경제성장률 케이스에 대해서 4가지 환경규제 정도를 각각 고려하면 12가지 케이스가 생성되고, 이에 대해서 95%의 통계적 신뢰구간을 추정한 예측치를 제시한다.

## 4. 유가예측 시스템 구성

### 4.1 시스템 구성도

본 유가예측 시스템의 전체 구성은 그림 3과 같이 클라이언트/서버 구조로 구성하였다. 유가예측 지식베이스와 유가예측 DB는 서버에, 유가예측 모델과 자료입력 및 예측 수행 등을 위한 GUI는 클라이언트 측에 구축하였다. 서버 측에 있는 정보망 DB는 본 시스템이 공유하는 KNOC(한국석유공사)의 기존 DB이다.

### 4.2 지식베이스 설계

그림 4는 지식베이스에 포함된 지식을 TASK 다이어그램(Task Diagram)[7]을 이용하여 모델링한 것의 일부이며, 이러한 과정을 통해서 지식베이스

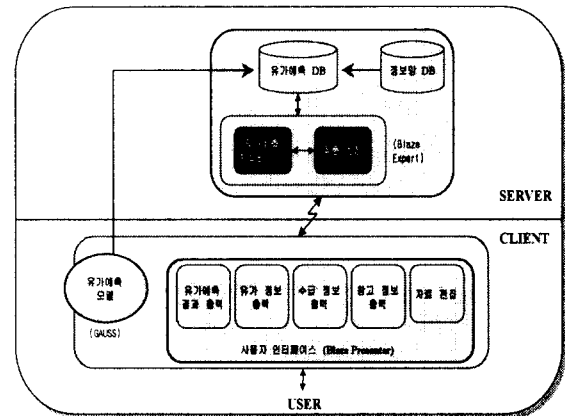


그림 3. 유가예측 시스템의 전체 구성도

를 보다 체계적으로 구축할 수 있게 된다. 즉, 지식베이스를 구성하는 규칙들이 TASK 단위로 모듈화됨으로써 지식베이스의 보다 효율적인 유지, 보수가 가능하게 된다. 그림 4에서 원은 TASK를 표시하고, 화살표는 TASK들 간의 종속관계를 표시한다. 아크로 표시된 것은 AND 관계를 표시한 것으로, 하위 TASK가 모두 실행되어야 상위 TASK가 완성됨을 나타내며, 작은 원 표시가 된 화살표는 왼쪽 TASK의 실행 결과가 참이 되어야 오른쪽 TASK가 실행됨을 표시한다. 단말 TASK의 행위는 하나 이상의 규칙에 의해서 완성된다.

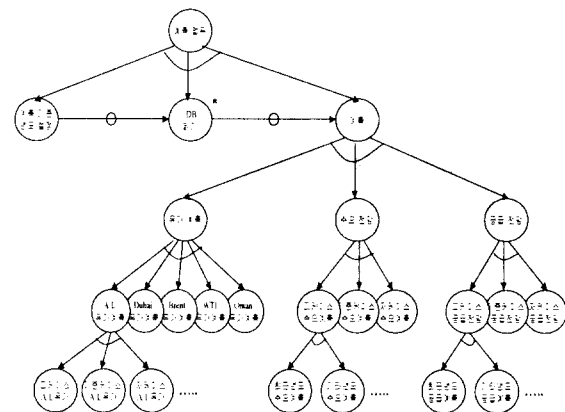


그림 4. TASK 다이어그램

### 4.3 사용자 인터페이스 설계

#### (1) 모델의 실행 화면

그림 5는 유가예측 시스템의 메인메뉴에서 'KNOC

모델'의 '예측(GAUSS)' 항목을 선택하여 GAUSS 패키지가 실행된 상태를 표시한 것이다. 사용자가 GAUSS의 'File' 메뉴에서 'RUN'을 클릭한 다음, GAUSS로 작성된 'finf.prg' 프로그램을 선택하여 실행시키면, 그림 6과 같은 모델의 예측 결과가 화면에 표시된다.

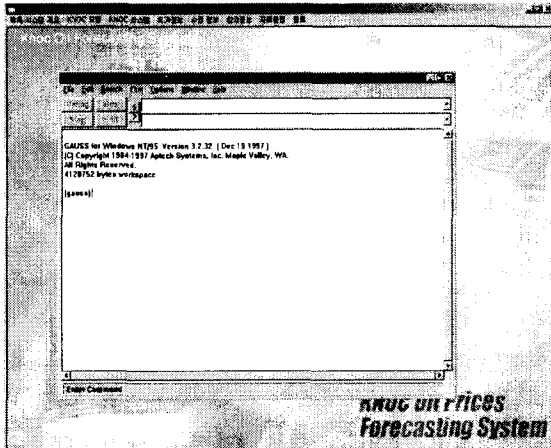


그림 5. 모델 실행 화면

(2) 모델 예측 결과 화면

그림 6은 모델의 예측 결과를 표시하는 화면 가운데 하나로, 유종과 유가, 경제성장률 케이스, 환경규제 정도, 출력 형태 등을 사용자가 변경하여 다양한 형태로 표시할 수 있다. 우측에 나열된 기능 버튼을 클릭하면, 모델의 예측 결과를 토대로 유가 및 수급 전망과 관련된 여러 가지 정보를 다양한 형태로 제공한다.

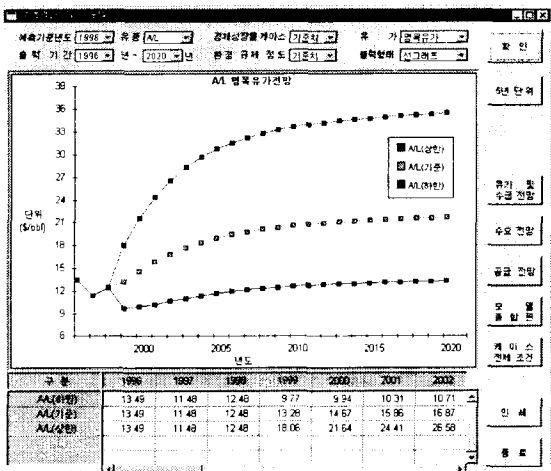


그림 6. 모델 예측 결과 화면

(3) 시스템 예측변수 설정 화면

그림 7은 산유국 동향과 소비국 동향, OPEC 정책, 환경문제, 선물시장 동향, 에너지 동향 등과 같은 카테고리별로 비계량적인 요인이 석유시장에 미치는 영향을 사용자가 시스템 예측변수로 설정하기 위한 화면이다. 산유국 동향의 경우 다시 산유국 정세와 석유 생산, 석유 거래, 석유 제재 등으로 세분되어 고려 사항란에 표시되며, 제목란에는 선택한 고려 사항에 대한 개괄적인 제목을, 설명란에는 보다 자세한 내용을 입력하도록 구성하였다. 오른쪽 중앙의 참고정보, 과거 케이스, 주요유가이슈 버튼을 클릭하면, 석유시장 영향을 설정하는데 참고가 될 수 있는 여러 가지 정보를 제공하며, 사용자는 이를 참조하여 고려사항이 석유시장에 미치는 영향을 설정하게 된다.

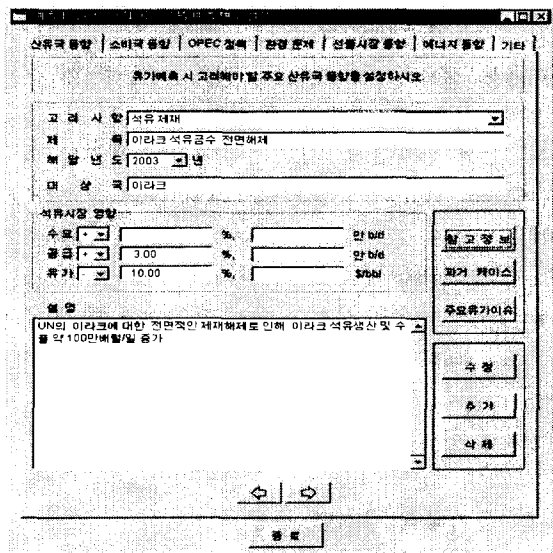


그림 7. 시스템 예측변수 설정 화면

(4) 시스템 예측 결과 화면

그림 8은 시스템의 예측결과를 표시하는 화면이다. 우측의 '예측변수 종합설정' 버튼을 클릭하면, 사용자가 설정한 시스템 예측변수의 값을 변경하여 다시 예측을 수행할 수 있으며, '시스템 예측변수'를 클릭하면 사용자가 설정한 예측변수에 대한 자세한 내용을 제공한다. '유가 및 수급 전망'을 클릭하면, 유가와 수급 전망치를 하나의 표로 제공하고, '수요 전망'과 '공급 전망'을 클릭하면 각각의 전망 결과를 다양한 형태로 제공한다. '케이스 전제조건'을 선택하면, 그림 14와 같이 각 케이스에

대해 설정한 전제조건에 대한 자세한 설명을 제공한다.

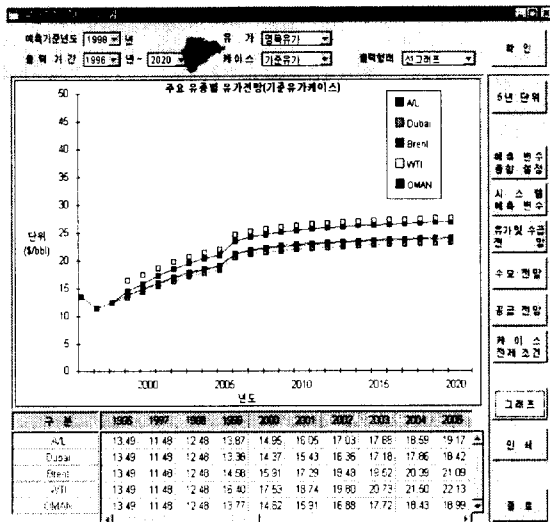


그림 8. 유가예측 시스템의 예측 결과

(5) 유가 정보 화면

그림 9는 유가예측 시스템의 예측 결과와 실제 유가를 비교한 화면이며, 이외에도 연도별 예측실적 화면과 모델 예측치와 실적치 비교 화면, 타기관 장기 예측유가 화면, 단기 예측유가 화면 등, 다양한 유가 정보 관련 화면들을 제공한다.

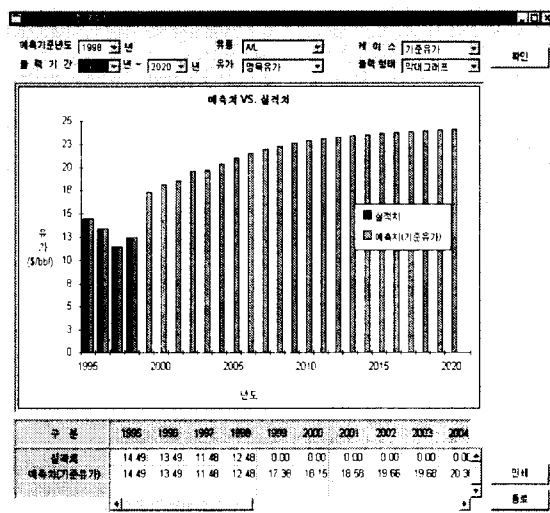


그림 9. 시스템 예측치와 실적치 비교 화면

(6) 수급 정보 화면

그림 10은 일정 기간동안의 수급동향을 하나의 표로 표시한 화면이며, 이밖에 1차에너지원별 소비

동향 화면과 수요, 공급 정보 화면 등을 제공한다.

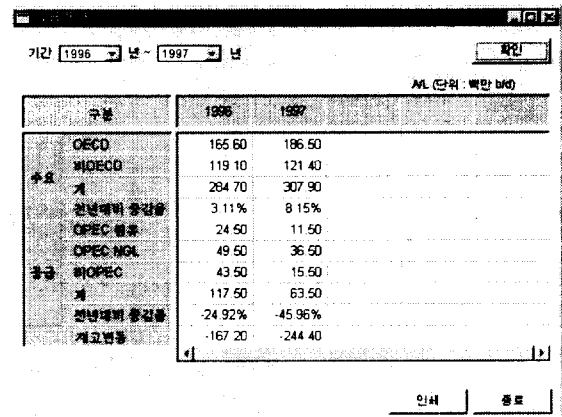


그림 10. 수급동향 화면

(7) 참고 정보 화면

그림 11은 주요 유가이슈를 제공하는 화면이며, 이 밖에 석유 재고정보 화면 등을 제공한다.

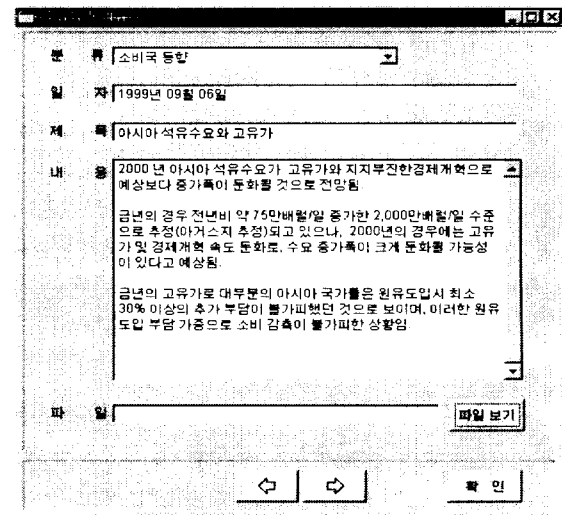


그림 11. 주요 유가이슈 화면

(8) 자료 편집 화면

그림 12는 모델 예측에 필요한 계량 데이터를 입력하는 화면 가운데 하나이며, 이 밖에 시스템 수행과 관련된 여러 가지 데이터를 사용자가 쉽게 편집할 수 있도록 자료 편집 화면을 구성하였으며, 이 화면을 통해서 입력된 데이터는 데이터베이스에 저장되어 관리된다.

4.4 DB 설계

본 시스템에서는 관계형 DBMS인 Sybase를 이용하

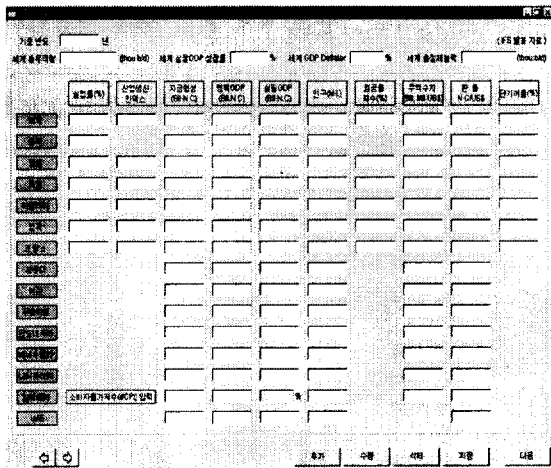


그림 12. 모델의 계량데이터 입력 화면

여 DB를 구축하였으며, 석유공사의 기존 DB인 정보망 DB를 공유함과 동시에 별도의 유가예측 DB를 구축하였다. 유가예측 DB는 기존 정보 관리 테이블과 예측환경 관리 테이블, 예측 결과 관리 테이블 등 크게 10개의 테이블로 구성되어 있다.

#### 4.5 시스템 개발 환경

본 시스템은 유닉스 서버 상에서 지식베이스 구축과 추론엔진은 Blaze Software사의 Blaze Expert[8]를 이용하였으며, GUI는 클라이언트의 윈도우즈 98 환경에서 Blaze Presenter[9]로, 유가예측 모델은 Gauss 패키지를 이용하여 구성하였으며, DB는 Sybase로 구축하였다.

#### 4.6 시스템 업무 흐름도

유가예측 시스템의 업무 흐름은 그림 13과 같다. 먼저 사용자가 그림 7에서 설명한 참고정보와 주요 유가이슈, 과거 케이스 등을 참조하여 해당 카테고리별로 시스템 예측변수를 설정하면, 시스템은 유가예측 모델의 예측 결과에 사용자가 설정한 시스템 예측변수를 반영하여 5개 유종, 3개 케이스의 명목유가 및 수급을 예측한다. 시스템 예측변수 설정을 위해 분류된 카테고리별 세부 분류는 다음과 같다.

##### (1) 산유국 동향

- ① 산유국 정세(전쟁, 분쟁, 사건, 사고 등)
- ② 석유 생산(생산 능력, 생산시설 문제, 유전 개발, 개발 비용 등)
- ③ 석유 거래(내수, 수출 전략)
- ④ 석유 제재

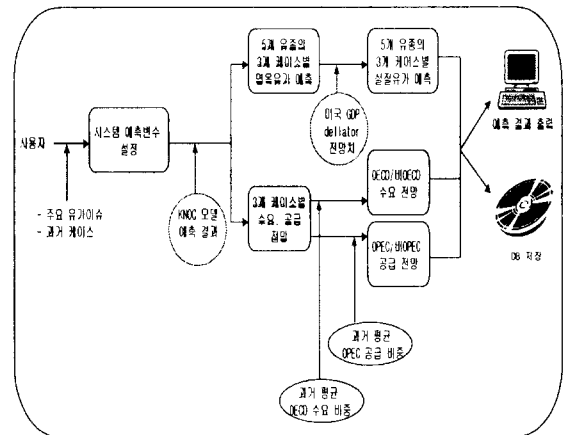


그림 13. 유가예측 시스템의 업무 흐름도

- ⑤ 기타
- (2) 소비국 동향
  - ① 소비국 정세
  - ② 석유 소비(경제동향, 소비패턴, 석유 수출입 등)
  - ③ 석유 재고 전략
  - ④ 석유 세제
  - ⑤ 기타
- (3) OPEC 정책
  - ① 생산 정책
  - ② OPEC 영향력 변동
  - ③ 기타
- (4) 환경 문제
  - ① 환경 대응책(탄소배출권 억제 등)
  - ② 석유 과세(환경세, 석유 소비세, 탄소세 등)
  - ③ 기타
- (5) 선물시장 동향
  - ① 투기자금 동향
  - ② 선물가격 패턴
  - ③ con.back 상황
  - ④ 기타
- (6) 에너지 동향
  - ① 에너지 소비패턴
  - ② 대체 에너지 개발
  - ③ 신기술 개발
  - ④ 기타
- (7) 기타
  - ① 기상 이변
  - ② 천재 지변
  - ③ 사건, 사고

#### ④ 기타

다음으로, 미국 GDP deflator 전망치[10]를 이용하여 5개 유종의 실질유가를 예측한다. 실질유가는 명목유가를 해당년도의 GDP deflator 전망치로 나눈 값이 되며, GDP deflator는 1996년을 기준으로 하였다. 수요와 공급은 각각 OECD와 비OECD 수요 및 OPEC과 비OPEC 공급으로 구분하여 산출한다. 예측 결과는 GUI를 통해서 다양한 형태로 사용자에게 제공됨과 동시에 DB에 저장된다.

### 5. 시스템 예측결과 비교 분석

#### 5.1 유가예측 케이스별 전제조건

그림 14는 유가예측 시스템의 유가예측 케이스별 전제조건을 표시한 화면이다. 이는 유가예측 시점(케이스 설정년도)에 수요 및 공급과 관련해서 참고의 경우(기준유가 케이스)의 전제조건과 비관적(고유가 케이스), 낙관적(저유가 케이스) 경우의 전제조건을 사용자가 설정한 것이다.

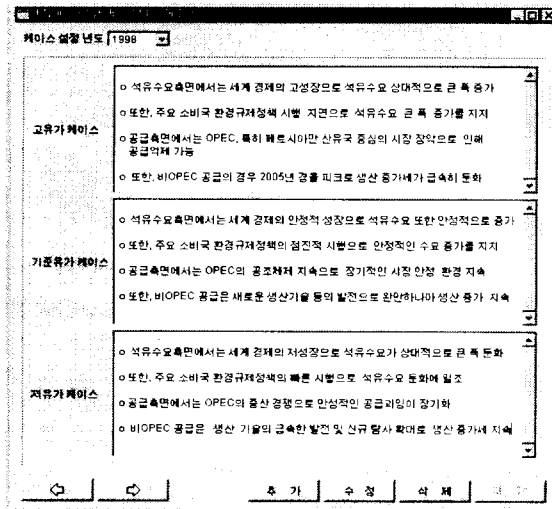


그림 14. 유가예측 케이스별 전제조건

#### 5.2 5개 유종의 유가예측치

표 1은 본 유가예측 시스템이 기준케이스에 대해 5개 유종의 향후 20년간 명목 및 실질 유가를 예측한 것이다. 예측 수행 당시 수급관련 거시경제 데이터(IMF)와 에너지관련 데이터(BP, IEA)의 1998년도 실적치까지만 발표되었으므로, 표 1의 예측 결과는 1998년도까지의 계량 데이터만을 이용한 것임을 감안하기 바람, 특히 본 시스템은 단기 예측이 아닌 중장기 예측을 목적으로 하는 시스템이므

로, 일시적인 유가 급등락 상황을 반영하기 보다는 중장기적인 트렌드를 예측하게 된다.

표 1. 5개 유종의 유가 예측치(기준케이스)

(단위 : \$/bbl)

| 유종         | 유가 | 2000년 | 2005년 | 2010년 | 2015년 | 2020년 |
|------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dubai      | 명목 | 18.09 | 19.58 | 20.86 | 21.57 | 22.00 |
|            | 실질 | 17.26 | 17.58 | 17.89 | 17.92 | 17.87 |
| Brent      | 명목 | 19.96 | 22.42 | 24.11 | 25.01 | 25.56 |
|            | 실질 | 19.04 | 20.13 | 20.68 | 20.78 | 20.77 |
| WTI        | 명목 | 22.05 | 23.53 | 24.97 | 25.77 | 26.26 |
|            | 실질 | 21.04 | 21.13 | 21.41 | 21.41 | 21.33 |
| Oman       | 명목 | 18.61 | 20.19 | 21.51 | 22.26 | 22.69 |
|            | 실질 | 17.76 | 18.13 | 18.45 | 18.49 | 18.43 |
| Arab Light | 명목 | 18.73 | 20.38 | 21.70 | 22.45 | 22.89 |
|            | 실질 | 17.88 | 18.29 | 18.61 | 18.64 | 18.59 |

#### 5.3 케이스별 유가 예측치

표 2는 Brent의 명목유가에 대한 케이스별 예측치를 정리한 것이다. 고 케이스와 저 케이스는 각각 기준 케이스와 비교해서 배럴당 평균 1 내지 2 달러의 가격 차를 보이고 있다.

표 2. Brent의 케이스별 명목유가 예측치

(단위 : \$/bbl)

| 케이스    | 2000년 | 2005년 | 2010년 | 2015년 | 2020년 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 고 케이스  | 21.18 | 23.33 | 25.38 | 26.32 | 27.21 |
| 기준 케이스 | 20.18 | 22.29 | 24.25 | 25.05 | 25.79 |
| 저 케이스  | 19.17 | 20.25 | 22.12 | 22.79 | 23.38 |

#### 5.4 타기관 예측치와의 비교

표 3은 본 시스템(KNOC)의 유가 예측치와 타기관의 예측치를 비교한 것으로, EIA[11]의 예측치와는 큰 차이가 없는 반면, IEA[12]와는 2015년 이후 큰 가격차를 보이고 있으며, WEFA[13]의 예측치는 전체적으로 매우 낮게 예측되었음을 알 수 있다. 예측의 정확도는 예측 시점이 되어야 판단할 수 있는 것으로, 현 시점에서 어느 기관의 예측이 정확한지를 논하기는 어렵다고 하겠다.

#### 5.5 모델과 시스템의 예측 결과 비교

그림 15는 예측모델 단독으로 수행한 예측 결과와 전문가시스템과 통합된 본 시스템의 예측 결과

표 3. 타기관 전망치와의 비교(WTI 실질유가)

| 구분               | 2000년 | 2005년 | 2010년 | 2015년 | 2020년 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| KNOG             | 21.01 | 21.06 | 21.67 | 21.59 | 21.68 |
| 미국 에너지 정보국 (EIA) | 21.19 | 20.49 | 21.00 | 21.53 | 22.04 |
| 국제 에너지 기구 (IEA)  | 20.47 | 20.47 | 20.47 | 30.10 | 30.10 |
| 외트 연구소 (WEFA)    | 13.46 | 16.54 | 18.62 | 19.28 | 19.77 |

를 비교한 화면으로, 전반적으로 통합된 시스템의 예측치가 다소 높게 예측되었으며, 특히 향후 5년 정도에 있어서는 계량 데이터만을 기초로 예측한 모델의 예측치보다 상당히 높게 예측된 것을 알 수 있다. 이는 최근의 OPEC 동향과 같은 비계량적인 요인이 상당히 반영되었음을 의미한다.

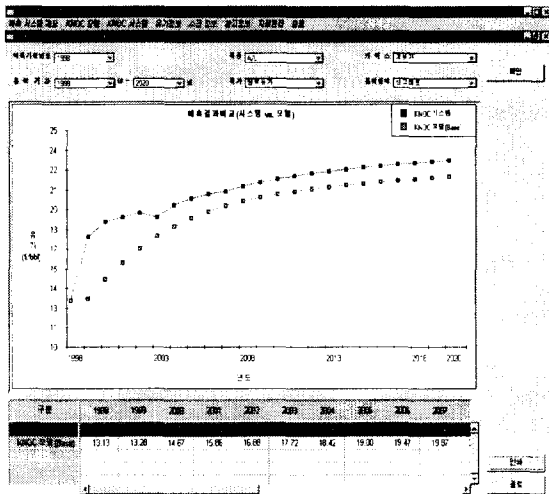


그림 15. 모델과 시스템의 예측결과 비교 화면

### 6. 결론 및 향후 발전 방향

본 논문에서는 계량경제학적인 접근방법과 전문가시스템을 통합한 중장기 유가예측 시스템을 개발하였다. 유가예측 모델은 거시경제 데이터와 에너지 관련 데이터 등과 같은 계량 데이터만을 기초로 구성된 반면, 전문가시스템의 지식베이스는 OPEC 정책과 선물시장 동향, 산유국 동향 등과 같은 비계량적인 요인을 반영할 수 있도록 유가예측 실무자의 경험적인 지식을 기반으로 구축하였다. 그러나 현재 비계량적인 요인이 석유시장에 미치는 영향을 사용자가 직접 설정하도록 구성되어 있으며

로, 본 시스템을 사용하는 사용자의 경험과 판단에 따라서 예측 결과가 크게 달라질 수 있다. 따라서, 앞으로 누적된 예측 케이스를 이용하여 사용자가 보다 일관되게 시스템 예측 변수를 설정할 수 있도록 확장하고, 지식베이스를 지속적으로 수정, 보완함으로써 예측의 정확도를 계속 향상시킬 계획이다. 또한, 단기 유가예측 기능을 추가하여 총체적인 유가예측 시스템으로 확장해나갈 계획이다.

### 7. 참고문헌

- [1] 국제유가 예측 및 적정 비축규모 산출에 관한 연구, 한국석유공사 보고서, 1998
- [2] 장기 유가전망, 한국석유공사, 1996
- [3] 중장기 유가예측시스템 최종 개발보고서(유가 예측 모델편), 한국석유공사, 1999
- [4] BP-Amoco Statistical Review of the World Industry, BP-Amoco, 1998
- [5] Oil Market Report, IEA, 1998
- [6] International Financial Statistics Yearbook, IMF, 1998
- [7] 김은경, "전문가시스템 개발을 위한 지식 레벨 지원 도구에 관한 연구, 정보처리학회 논문지, Vol.5, No.3, 1998, 3.
- [8] Blaze Expert User's Guide, Blaze Software
- [9] Blaze Presenter User's Guide, Blaze Software
- [10] World Oil Trends, Arthur Andersen, Cambridge Energy Research Associates, 1998
- [11] IE098: Energy Information Administration, Annual Energy Outlook, 1998
- [12] World Energy Outlook, IEA/OECD, 1998
- [13] U.S. Long-Term Economic Outlook, WEFA, Spring/Summer 1997