

웹 고객의 개인화를 지원하는 지식기반 통합시스템

김 철 수[†]

요 약

인터넷이 등장하면서 수 많은 고객이 웹 사이트를 방문하고, 구매나 콘텐츠 이용 등의 다양한 활동을 하게 된다. 그로 인해 웹 시스템에는 방대한 양의 자료가 축적되고 그 자료는 고객의 개인화(Personalization)된 서비스를 가능하게 한다. 고객의 개별적인 특성이나 선호도를 반영한 개인화는 웹 시스템은 붓물처럼 개발되고 있으며, 인터넷 시스템에서 고객의 정보를 분류하기 위해서는 정성적인 지식과 정량적인 지식을 체계적으로 반영하여야 한다. 이러한 두 종류의 지식이 최적의 솔루션을 제공할 수 있도록 사용되어지기 위해서는 일관성과 유연성을 갖는 지식 통합이 이루어져야 한다. 지식 통합은 고객의 개인 선호도를 반영하거나 잘 분류할 수 있게하기 위해서 먼저 지식 표현이 전제된다. 본 연구는 이러한 지식 통합시스템을 웹 투자 고객에 초점을 맞추어 프로토타입을 개발하였다. 개발된 시스템은 정성적 지식의 추출과 추론 방식 그리고 정성적 지식과 정량적 지식과의 통합 방식을 사용하고 있으며, 고객의 개인 선호도 입력에서부터 포트폴리오 구성까지 전반적인 프로시저를 잘 반영하고 있다. 제안한 지식기반 통합 모형을 가지고 실험적인 분석을 통하여 개인 선호도를 고려한 투자의사결정 문제의 최적 포트폴리오 구성에서 우수성을 보이며 정성적 지식이 갖는 투자환경의 변화에 매우 탄력적임을 보여준다.

A Knowledge-assisted Hybrid System for effectively Supporting Personalization of a Web Customer

Chulsoo Kim[†]

ABSTRACT

Many customers consult the Internet before making purchase goods and using contents. The systems in the Internet could store a lot of data and classify the data into information to get relationship between a company and customers. To do that, let's consider a knowledge-assisted hybrid system that utilizes individually a customer's preference to make an optimal solution in the his/her decision making. The knowledge made by using the preference is employed to select a domain set appropriate to him/her business, and the process of selecting definitely provides the customer some benefits: elimination of discomfort from unknown information and reduction of costs and search time for forming a suitable domain set. To effectively adopt individual customer's preference and actively adapt change of business situation, this study propose an architecture of the system which includes rule presentations and an inference engine, and integrates a knowledge-based component into a quadratic programming component. In the experimental results, it is found that a knowledge-assisted hybrid system implemented by this idea is more flexible than existing systems in extension of knowledge about a customer's preference and goes beyond the traditional models.

키워드 : 지식기반 통합시스템(Knowledge-assisted Hybrid System), 정성적과 정량적 지식의 결합(Integration of Quantitative and Qualitative Knowledge), 웹 고객 선호도(Web Customer's Preference)

1. 서 론

인터넷 시스템에서 고객의 가치는 기업의 가치를 산정하는 기준이 되고 있으며 여기에 고객의 개인화는 중요한 과제로 여겨지고 있다. 고객관계관리(Customer Relationship Management)는 고객을 기업의 모든 활동에 있어 가장 중요한 요소로 고려함으로써 기업의 목적을 최적으로 달성하

려는 것이다. 이러한 고객 중심의 행위를 하기 위해 가장 중요한 요소는 고객 개인별 특성을 분석해서 개인화 서비스를 제공하는 것이다. 수많은 고객이 웹 사이트를 방문하고, 구매나 콘텐츠 이용 등의 다양한 활동을 하게 된다. 그 활동으로부터 방대한 양의 자료가 축적되고 그 자료는 고객의 개인화된 서비스를 가능하게 한다. 고객의 개별적인 특성이나 선호도를 반영한 개인화는 웹 시스템은 붓물처럼 개발되고 있다. 인터넷 시스템에서 고객의 정보를 분류하기 위해서는 정성적인 지식과 정량적인 지식을 반영하여야 한다. 이러한 두 가지의 종류의 지식 반영이 또한 최적의 솔루션을 제공

* 이 연구는 2000년도 인하대학교 학제간공동연구지원에 의해 수행되었음.
† 정 회 원 : 인하대학교 경영학부 교수
논문접수 : 2001년 7월 20일, 심사완료 : 2002년 1월 3일

할 수 있도록 지식 통합이 이루어져야 한다. 지식 통합 시스템을 개발하기 위해서는 지식의 체계가 고객의 개인 선호도를 반영하거나 잘 분류할 수 있도록 구성되어야 한다. 고객의 개인화는 고객의 정적 데이터와 동적 데이터를 통해서 이루어지며 이를 가지고 상품, 콘텐츠, 커뮤니티 등과 같은 비즈니스에서 고객의 개인화가 지원될 수 있다.

본 연구는 이러한 지식 통합시스템을 웹 투자 고객에 초점을 맞추어 프로토타입을 개발하였다. 개발된 시스템은 정성적 지식의 추출과 추론 방식 그리고 정성적 지식과 정량적 지식과의 통합 방식을 사용하고 있으며, 고객의 개인 선호도 입력에서부터 포트폴리오 구성까지 전반적인 프로시저를 잘 반영하고 있다.

2. 고객지원을 위한 지식기반 시스템

본 절에서는 경영분야별로 지식기반시스템이 이용된 비율을 정리하였으며, 경영과학(Management Science) 과 인공지능(Artificial Intelligence) 방법론에 따라 대표되는 투자 시스템들을 조사해 본다.

지식기반 시스템은 지식을 정형화시키거나 자동화하는 방법을 제공하는 역할을 한다. 특정한 대상의 문제에서 최적해를 구하고자 할 때에 전문가의 지식이나 경험을 해법과정에 포함시켜서 사람이 의사결정을 지원하거나 자동화하는 과정을 지식기반시스템은 모방하게 된다. 그 시스템은 기업경영 측면에서 사람들에게 친숙하게 다가갈 수 있는 장점이 있는 것 외에 또 다른 장점들이 있는데, 그것은 전문가가 없는 경우에 미리 저장한 지식을 이용해서 자문 등의 도움을 받을 수 있다는 점과 어떤 작업에 대하여 필요한 교육을 반복해서 할 수 있다는 점, 의사결정과정이나 결과가 일관성이 있고 설명 가능하다는 점, 전문가 지식을 많이 그리고 자주 이용할 수 있다는 점, 아울러 지식을 공유할 수 있다는 점 등이다.

지식기반 시스템은 기업경영 분야에 다양하게 적용되어 왔으며, 분야 별로 시스템의 구조도 다른 형태를 보이고 있다. 기업에 적용된 사례는 분야별로 다른 분포를 보면, 회계 및 감사가 3.2%, 재무 13.1%, 인사관리 2.1%, 정보시스템 13.1%, 마케팅 5.8%, 생산관리 및 경영계량 59.5%, 그리고 전략경영 3.2%이다 (Neches et. al., 1991 ; Wong et. al. 1995).

위의 분포에서 보듯이, 생산관리 및 경영계량, 재무, 그리고 정보시스템의 분야는 전체의 85.5%를 차지할 정도로 많은 연구가 이루어졌다. 그 중에서도 생산관리 및 경영계량 분야가 월등한 반면에 인사관리 분야는 2.1%의 낮은 비율을 보이고 있다. 생산관리 및 경영계량분야에서는 최적화 모형에 관한 이용이 많은 부분을 차지하고 있으며, 최적화 모형과의 통합에 관한 주제는 현실성이 높아서 이에 대한 많은 연구가 이루어져야 한다. 이 연구에서 제안한 시스템은 지식기반 부분과 최적화 모형 부분이 결합된 통합모형

을 가지고 있다.

그리고 경영과학기법과 인공지능 기법을 비교해서 보면 <표 1>과 같다. 두 방법을 결합한 지식기반 시스템은 고객의 정성적인 부분을 고려하는 장점을 가지고 있다(Nam, et al., 1997).

<표 1> 인공지능 방법론을 이용한 주요 시스템

방법론	시스템 및 연구	특징	투자자 선호도
Neural network	Investor (Nikolopoulos, 1994)	다중자산, ES 기법 연계	고려하지않음
Case-base reasoning	CABARET (Skalak, 1993)	주식 자산	고려하지않음
Forward chaining	PlanPower(Stanfield, et al., 1987)	다중자산, Backward chaining도 이용	고려하지않음
Backward chaining	INVEST (Heuer, 1988)	주식자산	고려하지않음
Natural language	Investor Assistant (Buta, etal, 1989)	주식, 현금, 실물자산 포함	고려하지않음
Tree search	Port-Man(Chan, et al., 1989)		고려하지않음
Machine learning	K-FOLIO(Lee, et al., 1991)	Markowitz 모델 이용	부분 고려
GDSS	Innovator (Ram, 1990)	다중자산, 추론기능	부분 고려
Goal based reasoning	SAP(Madhavan, 1994)	주식자산	고려하지않음
Semantic representation	FAME(Mays, et al., 1987)	조직 지식 활용	부분 고려
Quadratic programming	CAPM(Sharpe 1964), (Hung, 1995)		고려하지않음
Integer programming	HYPER-SAVINGS (Nam and Lee, 1997)	객체지향 최적저축시스템	부분 고려

표에서 보듯이 본 연구에서 제시하는 시스템은 경영과학과 인공지능을 결합한 방법론을 가지고 투자자의 선호도를 그 방법론에 포함시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

3. 고객의 정성적 지식 : 투자관점

본 연구에서 개발한 지식기반 통합시스템은 다양한 고객이 정보를 받아 지식화하고 고객의 선호도를 개인화하는 지식 분류 방법론을 사용한다. 여기서는 투자관점에서 고객의 정성적 지식을 설명하고자 한다.

고객이 투자를 결정할 때 영향을 주는 요인들 중에서 가장 영향을 많이 주는 경제 변수들 중에는 금리(interest rate), 환율(exchange rate), 물가상승(inflation) 등이 있고, 투자자 개인의 투자여건(나이, 투자자금의 규모 등)도 투자 의사결정에 많은 영향을 준다. 즉, 이러한 요인들에 따라 투자자의 투자성향이 달라지기 때문에 이러한 요인에 대한 투자자의 선호도를 투자 의사 결정에 반영해야 된다. 1) 투자자의 연령은 위험에 대한 태도에 영향을 미친다. 일반적으로 나이가 많은 투자자들은 안정적인 투자수익을 바라기 때문

에 베타(β) 계수가 낮은 주식과 이자율변동에 민감하지 않은 단기채권으로 포트폴리오를 구성하는 경향이 있다[지청 & 조담, 1999]. 2) 투자자의 투자자금규모와 위험선호도의 관계에 관한 대표적 연구로는 Blume and Friend[1975]와 Cohn, Lewellen, Lease, and Schlarbaum[1975] 등이 있다. 먼저, Blume and Friend(1975)는 연방준비은행(FRB)의 설문조사결과를 분석한 결과, 다양한 투자규모를 가지고 있는 투자자들이 위험자산에 투자한 비율을 시간에 따라 거의 변화시키지 않았음을 알게 되었고, 투자규모가 커질수록 위험회피도(degree of risk aversion)는 작아짐을 발견하였다. Cohn, Lewellen, Lease, and Schlarbaum[1975]은 중개금융기관을 통해 고객에게 전달된 설문서를 통해 조사, 분석한 결과, Blume and Friend[1975]의 연구결과와 동일한 결론을 도출하였다. 3) 금융시장이 급속히 국제적으로 통합되어 감에 따라 환율은 투자자들이 고려해야 하는 가장 중요한 변수 중의 하나로 부각되어 지고 있다. 이에 관한 연구는 많이 있으나 대표적으로 Rosenberg[1990], Solnik[1974], Levy and Sarnat[1970] 등이 있다. 4) 시장금리 혹은 예금금리수준이 투자결정에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 많은데 (Kraft and Kraft, 1977), 이들의 공통적인 결론은 이자율이 투자자의 자금배분에 영향을 준다는 것이다. 즉, 자본시장을 크게 단기자본시장과 장기자본시장으로 분류할 경우, 시장금리의 상승은 CD(양도성 정기예금)등 단기성 화폐시장으로 자금이 흐르게 하며, 시장금리의 하락은 주식 등 장기시장으로 자금을 흐르도록 한다는 것이다. 5) 인플레이션과 주가에 관한 대표적인 연구에는 Geske and Roll[1983]이 있다. 이들의 연구결과에 따르면, 대체로 금융자산의 실질수익률은 인플레이션과 음(-)의 상관관계를 가지고 있는데, 이는 물가상승이 금융자산의 실질가치를 하락시킨다는 것을 의미한다.

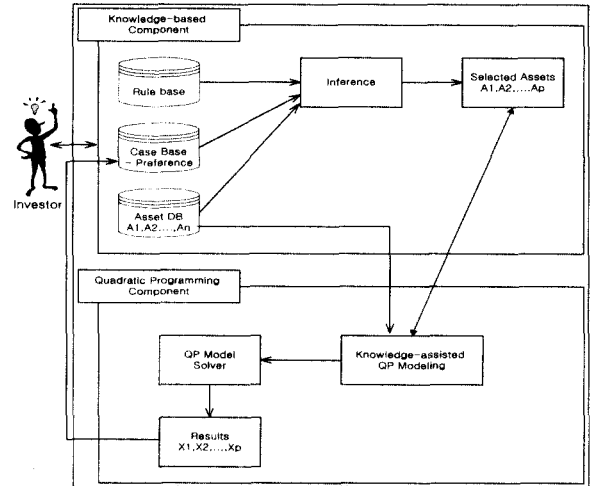
투자자의 투자 선호도를 투자 의사결정에 반영하기 위해, 우리는 투자행태에 영향을 미치는 경제 변수들과 투자자의 개인적 특성으로부터 추출되는 '규칙(rule)'과 '프레임 기반 사실들(frame-based-facts)'을 각각 채택한다. 규칙은 투자자의 위험선호도를 정의(identification)하는데 사용된다. 먼저 투자자의 위험선호도에 적합한 자산들이 선택된 후에, 정량적인 최적화 모형이 구축되고, 기대 수익률과 위험으로 모형을 풀어 투자자에게 최적의 포트폴리오를 제공해주는 것이 본 시스템의 중요한 역할이다.

4. 지식기반 통합시스템

이 장에서는 지식기반 통합 의사결정시스템에 대한 아키텍처에 대해서 설명하기로 한다. 고객의 정성적인 부분을 시스템에 표현하고 이를 절차와 연결하기 위해서는 우선 체계적이고 의미론적인 지식표현이 설계되어야 한다. 본 장에서 설명하는 시스템은 지식기반 서브시스템과 2차 함수계획 서브시스템으로 구성된다.

4.1 시스템의 아키텍처

이 절에서는 지식기반 서브시스템과 2차 함수계획 서브시스템으로 구성된 UNIK-PRP 시스템의 전반적인 아키텍처를 설명한다. (그림 1)에서 보면 전통적인 포트폴리오의 사결정 문제는 2차 함수계획 서브시스템에서 다루어 질 수 있는데, 거기에는 데이터 집합과 변수집합 등의 수정이 필요하다.



(그림 1) UNIK-PRP의 시스템 아키텍처

4.2 시스템의 추론방식

지식기반 시스템에서는 고객에게 적합한 투자대상의 자산들을 선정하기 위해서 규칙을 사용한다. 그 규칙들은 고객이 입력한 값을 가지고 투자 위험에 따른 선호도 형태를 정의하게 된다. 정의하는 과정은 전방향 추론방법론을 구현한 UNIK-FWD에 의해서 진행되는데 (Lee et. al., 1995), 여기서 정의된 선호도 형태는 많은 자산 중에서 고객에게 적합한 자산을 선정하는 중요한 기준이 된다. 그리고 선정된 결과를 다시 시스템에 저장하여 사후에 투자자의 선호도를 재 정의하거나 수정하는데 이용할 수 있다. 과거의 투자 자료로부터 투자자의 선호도를 정의하는 방법으로는 사례기반 추론이나 신경회로망 등의 인공지능 방법들을 많이 사용하게 되는데, 이와 관련한 연구는 추후과제로 남긴다.

4.3 정성적 지식과 정량적 지식 통합

지식기반 시스템은 정성적인 지식과 입력되거나 사례기반 추론에 의해서 정의된 개인 선호도 자료를 가지고 추론을 통해서 포트폴리오 수리모형인 2차 함수계획 모형을 구축하게 되는데, 이는 UNIK-QP에서 수행된다(Lee, et al., 1995). UNIK-QP는 UNIK-OPT의 하부 시스템으로 2차 함수계획 모형을 구축하는 모형화 시스템이다. 여기서 구축된 모형이 비가능해(Infeasible)인 경우에는 다시 다른 자산 집합을 요구하게 된다. 이 과정은 가능해를 갖게 될 때까지 반복되며 점차로 자산의 집합을 완화해 나가면서 이루어지

게 된다. UNIK-QP는 2차 함수계획 모형을 (그림 2)와 같은 프레임 표현으로 나타낸다. 그림에서와 같이 하나의 모형 객체(Model object), 두 개의 제약식 객체(Constraint object), 다섯 개의 BOT(Blocks Of Term object), 그리고 다섯 개의 속성 객체(Attribute object)로 구성된 것을 보여주고 있다. 포트폴리오 구성 문제환경에서 현실적인 모형으로 알려진 2차 함수 계획모형은 아래와 같이 수학적 표현을 갖는다(Chen, 1977).

$$\text{Minimize } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n X_i X_j \sigma_{ij}$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^n X_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^n X_i ER_i = \overline{ER}_p$$

여기서 X_i 는 자산 i 에 투자된 포트폴리오 가중치 ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

```

{{ Portfolio-decision-making
IS-A : QP_MODEL
DIRECTION : min
OBJECTIVE : risk_min_quad
CONSTRAINT : required_expected_return: summation_of_weight_is_one
{{ summation_of_weight_is_one
IS-A : CONSTRAINT
OPERATOR : EQ
LHS : (+summation_of_weight_BOT)
RHS : (+one_BOT)
UNIT_INDEX : null}}
...
{{summation_of_risk_BOT
IS-A : BOT
ATTRIBUTE : (+variance weight_power_2) (+covariance weight_i weight_j )
SUMMATION_INDEX : asset}}
...
{{ variance
IS-A : VARIABLE
SYMBOL :
LINKED_INDEX : asset }}
...
    
```

(그림 2) 2차 함수계획 문제의 프레임 표현

5. 지식기반 통합시스템의 의사결정 절차

이 절에서는 지식기반 통합시스템이 최적의 의사결정을 하기위한 전반적인 절차를 설명한다. 첫째는 고객의 데이터를 가지고 선호도를 분류하는 추론 기관인 UNIK-FWD에 이용하는 규칙과 추론에 대해서 설명하며 둘째는 UNIK-QP가 프레임과 규칙에서의 선호도 형태를 이용해서 프레임 기반 2차 함수 계획모형 구축하는 것을 설명한다. 아울러 본 시스템을 통해서 얻은 결과를 설명한다.

UNIK-PRP는 시스템의 사용자인 투자자들이 편리하게 자

신들의 위험선호도를 입력할 수 있게 쉽게 고안된 인터페이스를 가지고 있으며, 이를 통해서 아래와 같은 관련 데이터를 입력한다. 투자자의 나이(a), 투자자의 투자자금(f), 투자자가 수용할 수 있는 환율의 변동 최대값(σ^*), 통화시장 자산에 가까이 투자할 수 있는 시장금리의 최소값(r^*), 그리고 인플레이션으로 인한 자산가치의 하락을 수용할 수 있는 물가상승률의 최대값(π^*)이다.

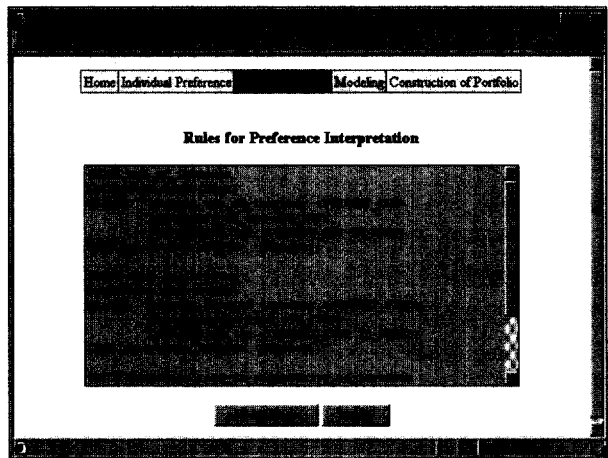
5.1 규칙베이스와 추론

고객이 입력한 자료로부터 추론을 위해서 입력되는 형식은 아래와 같으며 이를 가지고 추론을 하게 되는 규칙은 (그림 2)과 같다.

```

{{ Investor
age : (^current_age_of_investor <CURRENT_AGE>으로 표시됨)
fund : (^current_fund_of_investor <CURRENT_FUND>으로 표시됨)
exchange_rate : (^current_exchange_of_investor <CURRENT_EXCH>으로 표시됨)
interest_rate : (^current_interest_of_investor <CURRENT_INTEREST>으로 표시됨)
inflation_rate : (^current_inflation_of_investor <CURRENT_INFL>으로 표시됨) }}
    
```

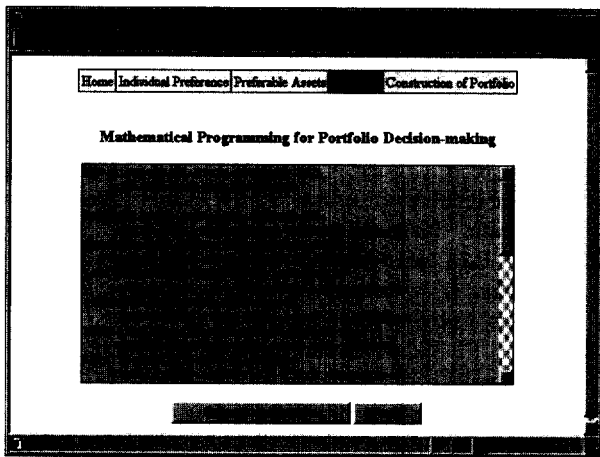
이 프레임은 추론을 위한 사실베이스로 사용되며, 전방향 추론기관 UNIK-FWD는 (그림 3)에서 보이는 규칙을 통해서 고객의 선호도를 정의하게 된다.



(그림 3) 투자자 선호도를 정의하는 규칙 예

5.2 2차 함수계획모형 구축

(그림 2)에서 나타난 프레임 표현은 UNIK-QP가 2차 함수 계획모형으로 변환하게 된다. UNIK-QP는 최적의 포트폴리오를 구하기 위해서, 해법기 LINDO에 입력자료를 형식에 맞게 변환하여 제공한다. 즉, 프레임 표현을 수리적 2차 함수 계획모형으로 변환하고 그것으로부터 LINDO에 제공하는 자료를 정리하게 된다. (그림 3)은 변환된 2차 모형의 수리 표현을 나타낸다. 일단 구해진 해는 다시 사실베이스에 자동으로 저장되어 사후에 고객의 개인화를 판별하는데 이용된다.



(그림 4) 포트폴리오 2차계획모형의 수학적 표현 예

5.3 실험적 분석

우리가 제시한 모형의 효과를 검증하기 위해 한 가지 현실성 있는 사례를 들었다. 먼저, 사례에 사용되는 자산을 분류하면 다음과 같다. 국내 실물자산 5개와 국내 통화시장 자산 5개 그리고 국내 자본시장 자산 5개를 들었다.

전통적인 모형에서 얻은 결과를 을 요약하면, 목표 수익률을 20%로 했을 경우, 최적 포트폴리오는 자산 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15로 되며, 고객의 목표 수익률을 35%로 변경하면 최적 포트폴리오는 자산 4, 5, 13, 14, 15로 수렴된다. 이는 매우 흥미로운 결과인데, 이는 뒤에서 설명할 우리의 새로운 모형(즉, 정량적 지식과 정성적 모형의 통합)에 의한 결과와 상당히 유사하기 때문이다. 그러나 본 시스템을 통해서 얻은 결과는 기존 모형에 의한 결과와 매우 다름을 보이고 있는데, 첫째는 5개의 자산(즉, 자산4, 7, 10, 14, 15)만이 투자 대상 자산에 포함되어 있다. 둘째는 포트폴리오의 가중치와 최적 포트폴리오의 위험수준이 기존의 결과와는 다르다.

<표 2> 최적 포트폴리오 가중치 : 통합 모형

Sigma	ER	Portfolio weights				
		X4	X7	X10	X14	X15
16.4839	20	0.3124	0.3894	0.2195	0.1687	0.0000
16.4839	21	0.4122	0.2894	0.3295	0.1687	0.0000
16.4839	22	0.2214	0.2794	0.3195	0.1687	0.0000
16.8526	23	0.4218	0.1121	0.2194	0.0777	0.0000
19.0329	24	0.3652	0.3101	0.2387	0.1361	0.0000
21.5543	25	0.3916	0.2290	0.2180	0.1844	0.0000
24.4169	26	0.3519	0.2380	0.2173	0.2127	0.0000
26.9288	27	0.1905	0.3214	0.2259	0.2180	0.0243
28.7598	28	0.1455	0.3218	0.1245	0.3668	0.0364
30.7159	29	0.1105	0.3231	0.2013	0.2856	0.0685
32.7970	30	0.0655	0.3204	0.1989	0.3145	0.1206
35.0032	31	0.0114	0.3168	0.1966	0.3233	0.1327
42.8932	32	0.0000	0.2748	0.1778	0.3284	0.2191
53.4175	33	0.0000	0.2979	0.1539	0.3723	0.2760
64.9742	34	0.0000	0.1360	0.1299	0.3362	0.3228
77.5633	35	0.0000	0.0541	0.1060	0.3701	0.3397

6. 결론

본 연구는 웹 시스템에서 고객의 선호도를 가지고 개인화된 정성적인 지식과 기존의 계량적인 모형을 결합한 지식기반 통합시스템을 구축하는 것이다. 이 논문에서 기여한 점들을 정리하면 아래와 같다.

첫째로, 필요성이 증대되는 투자자의 개인화 정보를 지식으로 표현하였다.

둘째로, 개인화 정성적인 지식을 이용해서 개인 선호도를 정의하고 이를 이용해서 고객 위주의 자산 집합을 선정하는 규칙베이스와 추론과정을 제안하였다.

셋째로, 정성적인 지식에 의해서 구해진 자산집합과 본 연구에서 개발한 UNIK-QP와의 호환성을 제안하면서, 개인 선호도의 변화와 의사결정 대상에서의 변화에 지식기반 통합시스템 이론이 매우 탄력적으로 적용할 수 있음을 시사한다.

부 록

정보 요구 수준별 탐색비용(회사 예)

개인의 선호도는 전체 자산으로부터 투자자에게 적합한 자산만을 선정하여 투자대상으로 삼기 때문에 자산에 대한 정보 탐색시간과 탐색비용을 크게 줄이게 된다. <표 1>은 (부록-그림)에서 나타나는 현상을 보여주는 좋은 자료이다. 표에서 보면 투자해야 하는 자산의 크기에 따라 조사비용은 차이를 보이는데 이는 거의 선형성(Linearity)을 보이고 있음을 알 수 있다. 그리고 제한된 자산을 가지고(여기서는 고객의 선호도로 선정된 자산들) 포트폴리오를 구해서 이것이 전체 최적의 포트폴리오 보다 얼마나 차이가 나는지를 시뮬레이션을 통해서 평균적인 값을 구했다. 이를 위해서는 30명의 개인 소비자가 6가지의 다른 자산을 갖는 경우에 대해서 조사한 결과이다. 투자 대상으로 삼고 있는 기업에 대한 정보조사 비용을 정보요구 수준별로 어떤 차이를 보이는지를 보이는 내용이 <부록-표 2>이다.

<부록-표 1> 자산의 크기별 비용과 자산의 수의

자산의 크기 (비율, %)	1	5	10	20	40	100
탐색비용 (비율, %)	3	10	20	30	50	100
최적수익/전체최적	83	86	89	92	96	100

<부록-표 2> 기업 정보 요구 수준별 조사비용

정보요구수준 (비율, %)	10	30	50	70	90이상
탐색비용 (비율, %)	2	5	25	50	95

위의 자료에서 보듯이 탐색해야 할 자산이 전체의 1%인 경우를 보면 탐색비용과 탐색시간이 소요되는데, 이를 위해서 지출되는 비용은 100%의 비용에 비해서 3% 정도를 차

지하게 된다. 반면에 1%의 자산을 가지고 최적의 포트폴리오를 구하는 경우는 전체 자산을 가지고 한 최적의 포트폴리오의 기대 수익을 100%로 했을 때보다 평균적으로 83%에 달하는 값으로 나타나고 있다. 개인의 특성과 선호도를 통해서 구한 자산의 집합이 비록 자산의 크기는 작지만 고객의 특성에 맞게 구성된 자산들이고 이를 가지고 포트폴리오를 구성한 것이 비용의 감소만큼 나쁘지 않음을 반증하고 있는 좋은 결과이다.

참 고 문 헌

- [1] 지칭, 조담, 현대투자론, 박영사, 1999.
- [2] Blume, Marshall, and Irwin Friend, "The Asset Structure of Individual Portfolios and Some Implications for Utility Functions," *Journal of Finance*, 10, No.2, pp.585-603, May, 1975.
- [3] Butta, P. and P. Johnson, The Ultrast Investor Assistant : An Embedded AI Application, *Investment Management : Decision Support and Expert Systems*, pp.201-211, 1989.
- [4] Byrd, T. A., "Implementation and use of expert systems in organizations : perceptions of knowledge engineers," *Journal of Management Information Systems* 8(8), pp.97-116, 1992.
- [5] Chan, Y. Y., T. S. Dillon, and E. G. Saw, Port-Man : An Expert System of Portfolio Management in Banks, Expert Systems in Economics, *Banking and Management*, pp. 87-96, 1989.
- [6] Chen, Andrew, "Portfolio Selection with Stochastic Cash Demand," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, XII, No.2, pp.197-213, June, 1977.
- [7] Cohn, Richard, Wilbur Lewellen, Ronald Lease and Gary Schlarbaum, "Individual Investor Risk Aversion and Investment Portfolio Composition," *Journal of Finance*, 10, No.2, pp.605-620, May, 1975.
- [8] Dutta, S., "Strategies for implementing knowledge-based systems," *IEEE Transactions on Engineering Management* 44(1), pp.79-90, 1997.
- [9] Engelmores, R. S., "Knowledge-based Systems in Japan," Baltimore, *Japanese Technology Evaluation Center*, 1993.
- [10] Geske, R. and R. Roll, "The Fiscal and Monetary Linkage between Stock Returns and Inflation," *Journal of Finance*, 18, No.2, pp.1-33, May, 1983.
- [11] Gruber, T. R., "The Role of Standard Knowledge Representation for Sharing Knowledge-Based Technology," *Stanford University, Knowledge Systems Laboratory, Technical Report KSL-90-53*, August, 1990.
- [12] Heijst, G., M. Hofman, E. Kruizinga, R. van der Spek, "AI-Techniques and the Knowledge Pump," *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Artificial Intelligence in Knowledge Management*, Stanford University, Palo Alto, pp.168-171, 1997.
- [13] Heuer S., U. Koch, and Colin Cryer, INVEST : An Expert System for Financial Investment, *IEEE Expert*, pp.60-68, Summer, 1988.
- [14] Kraft, John and Arthur Kraft, "Determinants of Common Stock Prices : A Time Series Analysis," *Journal of Finance*, 32, No.2, pp.417-425, May, 1977.
- [15] Lee, J. K., R. R. Trippi, S. C. Chu, and H. S. Kim, K-FOLIO : Integrating the Markowitz Model with a Knowledge-based System, *Journal of Portfolio Management*, 17, pp.89-93, 1990.
- [16] Lee, J. K., Y. U. Song, "Unification of Linear Programming with a Rule-based System by the Post-model Analysis Approach," *Management Science*, 41(5), pp.835-847, 1995.
- [17] Levy, Hain and Marshal Sarnat, "International Diversification of Investment Portfolio," *American Economic Review*, Vol.60, pp.668-75, Sept. 1970.
- [18] Lehner, F., "Expert systems for organizational and managerial tasks," *Information and Management*, 23(1), pp.31-41, 1990.
- [19] Madhavan, R. K., Goal-based Reasoning for Securities Analysis, *AI Expert*, pp.23-29, 1994.
- [20] Markowitz, Harry, Portfolio Selection : Efficient Diversification of Investments, New York, *John Wiley & Sons*, 1959.
- [21] Nam, S. and J. K. Lee, Object Oriented Optimal Savings System : HYPER-SAVINGS, *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 6(4), 1997.
- [22] Neches, R., R. Fikes, T. Finin, T. Gruber, R. Patil, T. Senator, W.R. Swartout, "Enabling technology for knowledge sharing," *AI Magazine* 12(3), pp.16-36, 1991.
- [23] Nikolopoulos, C. and P. Fellrath, A Hybrid Expert System for Investment Advising, *Expert Systems*, 11(4), pp.245-250, 1994.
- [24] Ram, S., and S. Ram, Screening Financial Innovations : An Expert System Approach, *IEEE Expert*, pp.20-28, 1990.
- [25] Rosenberg, Michael R., "A Framework for Formulating International Fixed Income Strategy," *Journal of Portfolio Management*, pp.70-76, Summer, 1990.
- [26] Sharpe, William F., "Capital Asset Prices : A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk," *Journal of Finance*, 425-442, Sept. 1964.
- [27] Skalak, D. B., Trading Rules and Trading Cases in a Hybrid Architecture, *Proceedings of the Second International Conference on Artificial Intelligence Applications on Wall Street*, pp.252-258, 1993.
- [28] Solnik, Bruno H., "Why Not Diversify Internationally Rather Than Domestically?," *Financial Analyst Journal*, pp. 48-52, July-Aug. 1974.
- [29] Wong, B. K., J. A. Monaco, "Expert system applications in business : A review and analysis of the literature," *Information and Management* 29, pp.141-152, 1995.



김철수

email : cskim@inha.ac.kr

1986년 고려대학교 통계학과 졸업(학사)
 1988년 KAIST 경영과학 졸업(공학석사)
 1996년 KAIST 경영정보공학(공학박사)
 1996년~1999년 원광대학교 경영학과 조교수
 1999년~현재 인하대학교 경영학부 조교수

관심분야 : B2B와 인터넷 벤처기술, SCM과 정보기술, 무선인터넷 메타 콘텐츠 설계