

퍼지인식도를 이용한 웹기반 조직지식획득에 관한 연구

이건창*

Web-Based Organizational Memory Acquisition by Using a Fuzzy Cognitive Map

Kun-Chang Lee*

Abstract

Knowledge management (KM) is emerging as a robust management mechanism with which an organization can remain highly intelligent and competitive in a turbulent market. Organization knowledge is at the heart of KM success. As a vehicle of acquiring organizational knowledge in a distributed decision-making environment, we applied a fuzzy cognitive map (FCM) technique and proved its effectiveness in a distributed knowledge management environment. Our approach was applied to the financial statement analysis problem, yielding a robust result.

* 상균관대학교 경영학부 교수

1. 서 론

최근 많은 기업들이 경쟁환경의 21세기를 앞두고 끊임없는 신기술의 등장과 같은 초경쟁환경(Hyper-Competition)을 맞이하고 있다. 이러한 급격한 변화로 기업들은 적응력의 한계에 도달하였으며 지적능력을 중심으로 조직차원의 경쟁력 확보가 매우 시급한 과제로 등장하고 있다. 이러한 시대적 요구를 바탕으로 최근 국내외 학계 및 업계에서는 지식경영, 혹은 지식기반경영이라는 개념이 주요한 이슈로 등장하고 있다. 이는 지식이야말로 경쟁환경하에 있는 기업이 의존할 수 있는 유일한 자원이며, 앞으로 지식사회에서 조직이 대처할 수 있는 가장 중요한 핵심이라는 뜻이다. 따라서 기업에서는 이러한 지식을 효과적 관리 및 전략적 활용이 무엇보다도 중요하게 되었다. 일반적으로 기업에서의 지식은 지식의 순환과정-지식의 획득(창조), 저장/관리(축적) 및 공유/분배/활용(활용)-을 이루면서 생성되고 축적되어 간다. 하지만 이러한 지식의 대부분은 전문가적인 지식의 형태를 띠어 암묵지이므로 구체화하고 객관화하기가 어렵다는 단점이 있다. 기업측면에서 이러한 지식을 효과적으로 획득하여 조직지식으로 축적하고 이를 의사결정에 활용할 수 있다면 경쟁력 향상에 큰 도움이 될 것이다. 더욱이 최근 경영환경이 글로벌화, 또는 세계화 추세가 보편화 되면서 분산환경하에서 조직지식을 획득하고 이를 구체적인 의사결정문제에 적용할 필요가 급증하였다.

이같은 필요에 의하여 본 연구에서는 분산환경하에서 개인지식을 조직지식화 할 수 있는 방법론을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 위하여 다음과 같은 연구방법론을 사용한다.

첫째, 특정 의사결정문제에 대하여 암묵지로

남아 있는 개인지식을 형식지화 하기 위하여 지능형 정보기술기법중의 하나인 퍼지인식도 (Fuzzy Cognitive Map: 이하 FCM으로 약함)를 적용한다.

둘째, FCM으로 확보된 개인지식을 하나의 조직지식으로 통합하는 방법을 제안한다.

셋째, 이상의 과정을 인터넷에 기초한 분산환경하에서 처리할 수 있도록 하고, 이를 위한 프로토타입을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 지식경영과 조직지식에 대하여 살펴보고, 3장에서는 FCM에 대한 일반적인 개념과 이를 이용한 지식획득 방법론에 대하여 설명한다. 4장에서는 웹에서 지식획득 메커니즘인 Web-CAKOMA (CAusal Knowledge-based Organizational Memory Acquisition)에 대하여 설명한다. 또한 이를 이용한 의사결정 결과 및 인지적 추론과정을 제시한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대하여 살펴보도록 한다.

2. 지식경영과 조직지식

지식은 조직의 생산성을 높이고 가치를 창출할 수 있는 수단으로 경쟁자들이 쉽게 모방하지 못하는 핵심적인 자산으로 중요하게 인식되고 있다. 따라서 기업에서는 이러한 지식을 기업의 경쟁력을 강화하려는 의미있는 수단으로 이해하였으며, 이를 정의하고 분류하는 연구가 활발히 일어났다. (Aaker, 1989; Itami, 1989; Kaplan & Norton, 1992; Krogh, 1998; Ludvall and Johnson, 1994; Machup, 1984; Nonaka & Takeguchi, 1995; Quinn et al, 1996; Saint-Onge, 1998; Smith, 1998; Sveiby, 1987). Nonaka 와 Takeguchi (1995)는 지식의 형태를 암묵지 (Tacit Knowledge)와 형태지 (Explicit Knowledge)로 나누고, 이를 가치창조의

개념과 연결시켰다. 암묵지란 내면화되어 있고 유형화해서 다른 사람에게 전달하기 어렵다는 특징이 있는데, 예를 들어 성공한 기업이 가지는 노하우나 그들만의 기업문화는 존재는 하지만 말이나 글로써 전달하기가 매우 어렵다. 반면에 형태지식은 임의의 형태로 전달이 가능한 지식을 말하는데, 예를 들어 연구보고서, 책, 데이터베이스의 형태로 분명하게 기술되어 있는 지식을 말한다. Leonardo와 Sensiper (1998)는 지식이란 적어도 부분적으로 경험에 근거하며, 적절한 의사결정에 사용될 수 있는 정보라고 정의하면서 복잡한 환경속에서 기업이 경쟁력을 갖기 위해서는 암묵지를 활용한 조직의 혁신을 주장하였다. Ludvall 과 Johnson (1994)은 지식을 노히트 (Know-What), 노화이 (Know-Why), 노하우 (Know-How), 노후(Know-Who) 등 네가지 유형으로 구분하고 있다. 노히트는 특정한 사실을 이해하고 안다는 것이고, 노화이는 인간정신과 행동 및 사회변화의 법칙과 원리를 아는 것을 의미한다. 노하우는 어떤 것을 할 수 있는 능력과 기술을 의미한다. 노후는 누가 무엇을 알고 있으며 어떻게 하고 있는지를 알고 있는 것을 뜻한다. 한편 Quinn 등(1996)은 지식을 전문가의 지식으로 한정하였는데, 이 같은 전문가지식은 Ludvall과 Johnson (1994)이 제안한 네 가지 유형의 지식에 의해서 생성가능하다고 하였다. 이밖에 Documarest (1997)는 기업의 다양한 활동 중에서 창조되고 구체화되어 기업의 시장가치를 향상시켜주는 명령, 패턴, 규칙과 이를 관리하는 네트워크를 총칭해서 상업적 지식이라고 정의하였다. 지금까지의 내용을 토대로 하여 지식을 가장 일반적인 형태로 정의하면 ‘기업의 가치증진’, ‘지식사회 구현’이라는 특정한 목적을 위해 개인 또는 조직의 신념으로부터 생겨나는 능력을 지식이라고

할 수 있다. 이같이 지식은 현대경영의 복잡계 내에서 기업의 핵심경영자원 중의 하나로 대두되고 있으며, 기업이 갖고 있는 경쟁력과 부가가치의 원천으로 간주되고 있다. 기업에서는 이러한 지식을 조직지식으로 확대·발전하여 경쟁이 치열한 시장 내에서 경쟁우위를 확보하고자 하였는데 이러한 흐름속에서 지식경영이 등장하게 되었다. 일반적으로 지식경영은 조직지식 또는 조직기억에 크게 의존하는데, 여기서 조직지식이란 지식경영을 위하여 필요한 지식의 원천으로서 해당기업이 가지고 있는 지식을 의미한다.

지식경영 개념의 등장에 따른 제반환경을 좀더 검토하여 보자. 첫째는 세계시장이 점점 하나로 단일화 되어가면서 기업들은 글로벌 스탠더드를 선택하지 않으면 치열한 세계시장내에서 경쟁력 있는 기업으로 남기가 점점 어려워졌다. 둘째로는, 기업들이 세계화 되어가면서 점점 같은 기업이라도 각 경영활동 부서가 지리적으로 멀리 떨어져 있는 경우가 일반화되어 가고 있다. 셋째로는 인터넷 등과 같은 새로운 정보통신 환경이 일반화되어 가면서 이를 이용하여 경쟁력을 극대화 해야 하는 당위성이 등장하게 되었다. 이와 같은 시장판도의 급격한 변화는 기업들로 하여금 경영 핵심능력을 보다 체계화하여 이를 조직지식(organization memory 또는 organization knowledge) 차원으로 발전시킬 필요성을 느끼게 하였다(O’Leary, 1998a). 결국 지식경영의 핵심은 경쟁력 강화를 위하여 기업내의 지식을 중요한 자원으로 인식하는데에 있다. 따라서, 지식경영의 주요 활동을 정리하면 지식생성, 지식저장, 지식추출 및 활용으로 요약할 수 있다. 지식생성이란 기업내의 각 개인, 부서 등의 경영활동에서 확인된 여러 가지 형태의 형식지(explicit knowledge)와 암묵지(tacit knowledge)를 정리하여 이를 하나

의 조직지식화 하는 것을 말한다. 이때 어떤 것을 형식지로 하고 어떤 것을 암묵지로 하여야 하는지에 대한 판단은 각 기업의 전략적 상황에 따라 달라진다. 한편, 이렇게 하여 생성된 조직지식이 기업의 경쟁력 강화를 위하여 사용되기 위해서는 기업내에 저장되어 있어야 하는데 이와 관련된 이슈를 다루는 것이 지식저장 문제이다. 지식저장이란 지식생성을 통하여 생성된 조직지식을 지식베이스 형태로 저장하여 향후 경쟁력 강화를 위한 활용에 대비하는 것을 말한다 (O'Leary, 1998b). 따라서, 조직지식을 어떠한 형태로 표현하여 어떠한 메모리 구조로 저장하는가와 같은 물리적인 스키마 (physical schema)에 관한 면밀한 검토가 있어야 한다.

이러한 지식경영의 주요활동을 구현하기 위한 과거 연구는 크게 두가지 방향으로 정리할 수가 있다. 즉, 하나는 학습조직 (learning organization)의 관점으로 보는 연구방향이 있고, 둘째는 정보기술 활용의 관점으로 보는 연구방향이 있다. 학습조직은 경쟁이 치열한 시장내에서 경쟁우위를 확보하기 위한 조직론이다. 따라서, 이러한 관점으로 지식경영을 보면 결국은 기업 구성원인 개개인의 지식을 조직지식으로 변환되는 메커니즘이 확보된 조직이 학습조직이라는 개념이 성립된다. 과거 Porter (1985)와 Wiseman (1988)의 연구에서는 정보기술을 전략적으로 적용하면 조직의 구조가 경쟁우위 확보에 유리한 방향으로 재편될 수 있음이 제시되었다. 그러나, Mason (1991)의 연구에서는 이들의 연구가 지나치게 경쟁적인 개념만을 부각하여 경쟁이라는 개념을 너무 협의적으로만 해석한다는 점을 지적하였다. 따라서, Mason (1991)은 조직을 환경변화에 적응하는 하나의 살아있는 학습조직의 개념을 경쟁우위 확보방안으로 제안하였다. 이러한 학

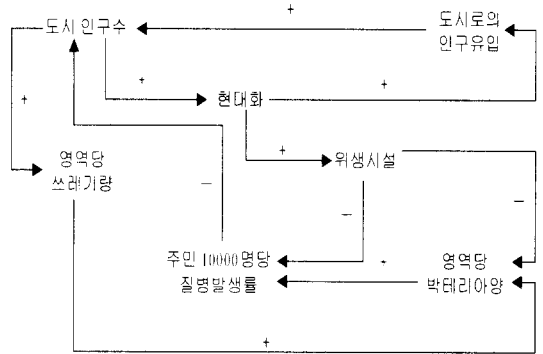
습조직의 개념은 이미 50년대 후반과 60년대 중반부터 몇몇 학자들에 의하여 제시되었지만 (Haire, 1959; Bennis, 1966) 이러한 학습조직의 개념은 그후 여러 가지 유형의 초기 지식경영의 연구의 기초를 제공하였다. 이를 살펴보면, 지능형 조직의 개념 (Mardsen and Pingry, 1988; Paradice, 1988; Mason, 1992), 생물학적 적응능력을 갖는 조직 (Huber, 1984; Huber & McDaniel, 1986), 조직학습의 개념 (Hedberg, 1981; Fiol and Lyles, 1985; Levitt and March, 1988; Stata, 1989; Senge, 1990) 등에 널리 적용되었다. 특히, Stata (1989)와 Senge (1990)는 조직지식 (organizational knowledge) 또는 조직기억 (organizational memory)이라는 지식경영의 핵심개념을 설명하는데 이러한 학습조직의 개념을 활용하였다. 따라서, 학습조직의 개념은 지식경영에 있어서 가장 근본적인 개념인 학습성을 설명하는 중요한 원리를 제공하게 되었고, 지식경영에 있어서 조직지식의 역할과 중요성을 일깨우는 계기가 되었다. 한편, 정보기술 활용의 관점으로 지식경영을 보는 연구는 최근 90년도에 들어오면서 발표되기 시작하였다. 특히, 정보기술이 눈부시게 발전하게 되면서 이러한 정보기술 활용이 없이는 경쟁우위를 확보한다는 것이 사실상 불가능하게 되었다. 이같은 인식하에 O'Leary (1998abc)와 Davenport (1996) 등은 정보기술 활용을 통한 조직지식의 확보 방안 및 관련 주제를 소개하였다. 이러한 정보기술 활용의 관점에서 보는 지식경영 연구에서는 주로, 지식생성, 지식저장, 그리고 지식추출 및 활용이라는 주제에 대하여 구체적인 정보기술의 적용가능성을 보여주는 것이 특징이다. 이에 본 논문에서도 지식경영에 관한 연구관점을 정보기술 활용이라는 관점으로 잡았으며, 지식생성, 지식저장, 그리고 활용의 주제에 대하

여 웹상에서 FCM이라는 정보기술을 적용하고자 한다.

3. 퍼지인식도

퍼지인식도, 즉 FCM은 특정 분야에서 전문가가 생각하고 있는 암묵지를 구체적으로 도시하는데 매우 유용한 도구이다. 본질에서는 이같은 FCM의 특성을 소개하고자 한다. 1976년 Axelrod에 의하여 소개된 FCM은 본래 정치 및 사회과학에서 지식을 표현하는데 이용되었다. 이러한 FCM은 주어진 문제영역내의 각 개념들 사이에 존재하는 인과관계 (cause-effect relationship)를 나타내는 유향성 그래프 (directed graph)이다. 개념 i 와 j 간의 인과관계 e_{ij} 는 퍼지하므로 구간 $[-1,1]$ 에서 값을 갖는다고 볼 수 있다. 이때 $e_{ij} = 0$ 은 인과관계가 없음을 뜻하고, $e_{ij} > 0$ 은 증가 또는 양의 인과관계로서 C_i 가 증가하면 C_j 도 증가하고 C_i 가 감소하면 C_j 도 감소한다는 것을 의미한다. $e_{ij} < 0$ 은 감소 또는 음의 인과관계로서 C_i 가 감소하면 C_j 는 증가하고 C_i 가 증가하면 C_j 는 감소한다는 것을 의미한다. 단순한 FCM에서는 인과관계값을 $\{-1, 0, 1\}$ 으로 취할 수 있다. 따라서 이경우의 인과관계는 최대 또는 최소의 정도로 발생한 것을 의미한다. 이와같은 단순 FCM을 사용하면 특정 응용영역에 대한 전문가의 인과관계 지식을 빠르고 쉽게 만들수 있다.

예를 들어, [그림 1]에서 보면, 위생시설이 개선되면 질병발생율이 줄어든다. 그러나 위생시설의 개선은 인구유입을 초래하기 때문에 그로 말미암아 쓰레기와 세균을 증가시킬 것이고 이는 결국 위생시설의 증가에 따른 효용을 감소시키거나 또는 상쇄시킬 것이다.(Montazemi and Conrath, 1986)



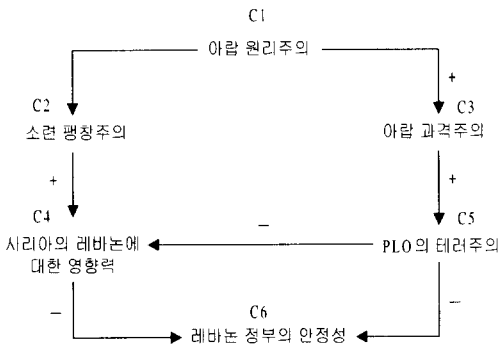
(그림 1) 도시계획을 위한 FCM

의사결정 분야에서 이러한 FCM을 사용하는 주요이유를 살펴보면, 첫째 FCM을 통하여 문제에 접근하면 의사결정환경의 구조를 한눈에 파악할 수 있으며, 둘째 의사결정환경에 대한 포괄적인 정보를 확보하여 그 이해를 쉽게 할 수가 있다. 마지막으로 포함된 여러 개념들의 상대적인 정보 가치를 파악하여 의사결정에 활용할 수 있다 (Montazemi & Conrath, 1986). 이러한 특징을 갖는 FCM은 다음과 같은 세단계를 거쳐 완성된다.

- (1) 먼저 FCM 작성시 그 작성목적은 분명히 하여야 한다. 만약 이 목적이 불분명하면 결과적으로 FCM에 불필요한 개념들이 포함되어 그 규모가 필요이상으로 커지기 때문에 FCM 해석시 정확한 인과관계해석이 어려워지기 때문이다.
- (2) 사용목적에 알맞는 개념을 찾아야 한다. 즉, 목적적합적인 개념으로 FCM을 구성하여야 비로서 인과관계를 파악할 수가 있는 것이다.
- (3) 개념들 사이에 존재하는 인과가중치를 결정한다. 이러한 인과가중치를 결정하는 방

법은 의사결정자의 주관적인 판단에 기초하거나 (Axelrod 1976; Eden, Jones and Sims, 1979), 설문서를 작성하여 그 결과를 종합하여 결정하거나 (Montazemi and Conrath, 1986) 또는 인공신경망 (Neural network)을 이용한 학습방법을 적용하는 방법 (Caudill, 1990) 등이 있다.

본 연구에서 관심이 있는 사용목적은 세번째 목적으로서 이를 위한 기본작업중의 하나로서 인접행렬(Adjacency Matrix) 또는 퍼지인식도 행렬 개념을 소개하기로 한다. 이를 위해 예를 들어 보자. 1982년 여름 로스엔젤레스 타임즈에 실린 헨리 키신저 박사의 중동평화에 관한 기고에 기초하여 FCM을 도시하면 다음 [그림 2]와 같다 (Kosko, 1986).



(그림 2) 중동평화 정책을 위한 FCM

[그림 2]의 FCM에는 6개의 개념이 나타나 있다. 즉, C₁은 '아랍 원리주의'이고 C₂는 '소련의 팽창주의', C₃는 '아랍 과격주의', C₄는 '시리아의 레바논에 대한 영향력', C₅는 'PLO의 테러주의', 그리고 마지막 C₆는 '레바논 정부의 안정성'을 나타낸다. 그리고 각 개념간의 인과관계가

잘 나타나 있다. 이와 같은 FCM을 기초로 하여 [그림 3]과 같은 인접행렬을 만들 수 있다.

$$E = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

(그림 3) FCM에 의한 인접행렬 또는 퍼지인식도 행렬

본 논문에서는 FCM을 동적시스템 (즉, dynamic system)으로 보고, 시간이 경과함에 따라 특정한 균형상태 (stable state)로 수렴한다고 가정한다. 따라서 주어진 외부자극에 대해서 FCM으로 표현된 인과관계 동적시스템은 반응하며 이를 시간의 경과에 따른 "전방향 진행추론" (forward-evolved inference)이라고 한다 (Kosko, 1992). [그림 2]와 [그림 3]에서 표시된 FCM과 인접행렬을 이용하여 FCM에 의한 전방향 진행추론을 살펴보자. 이러한 추론을 하기에 앞서 우선 개념들로 구성된 '개념노드 벡터' (concept node vector)를 가정하자. [그림 2]와 [그림 3]에는 6개의 개념노드가 있다. 따라서 우리는 개념노드 벡터 C를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$C = (C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6)$$

예를 들어 아랍 원리주의 (Arab Fundamentalism)가 미치는 영향을 분석하려면 C₁을 1로 둔 다음과 같은 개념노드 벡터를 전제하여야 한다.

$$C_1 = (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$$

이를 [그림 14]에서의 인식도 행렬 E와 곱하면

$$C_1 \times E = (0 \ -1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0) \rightarrow (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0) = C_2$$

와 같이 계산된다. 이때 화살표는 1/2 임계치 기준을 적용한 것으로서 1/2보다 크면 1, 작으면 0으로 간주한 것이다. C_2 는 첫번째 요소를 1로 하고 있는데 이는 첫번째 개념노드인 '아랍 원리주의'의 영향을 보고자 하기 때문이다. 같은 방법으로 C_2 에 인식도 행렬을 곱하면,

$$C_2 \times E = (0 \ -1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0) \rightarrow (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0) = C_3$$

이 되고, 우리는 여기에서 다섯번째 개념노드가 1로 수정된 것을 볼 수 있다. C_3 에 인식도 행렬을 다시 곱하면,

$$C_3 \times E = (0 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1) \rightarrow (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0) = C_3$$

우리는 C_3 가 [그림 2]에서 주어진 인식도의 균형상태임을 알 수 있다. 균형상태에서 보면 결국 아랍 원리주의가 계속 견지되는 한, 아랍 과격주의 (세번째 개념노드)가 일어날 것이며 이는 다시 PLO의 테러주의를 부채질할 것임을 쉽게 예측할 수 있다. 아울러 소련의 팽창주의는 오히려 감소되나 레바논 정부의 힘이 그만큼 약해져서 레바논내의 정치적 불안이 초래될 수 있음을 알 수 있다. 결국 우리는 아랍 원리주의가 중동평화에 전체에 미치는 복합적인 영향이 어느 정도인지를 이와 같은 전방향 진행추론을 통하여 알 수 있는 것이다.

이같은 FCM을 특정문제분야에서 전문가들의 개인지식을 추출해 내고 이를 하나의 조직지식으로 통합한다면 이를 통하여 보다 체계적인 지식경영의 발판을 이룰 수 있을 것이다.

4. Web-CAKOMA

기업환경이 분산화 되어가고, 글로벌화되면서 각 의사결정자들은 서로 지리적으로 떨어져 있는 상태에서 협동작업을 해야 하는 경우가 많다. 이 경우 지식경영 역시 이러한 분산된 환경에서 작동될 수 있도록 운영되어야 한다. 기존문헌에서는 이같이 인터넷 DSS, 웹 DSS, 웹 정보시스템등의 개념을 이용하여 분산환경에서 의사결정의 필요성을 강조하는 연구가 많다 (이건창 등 1997; Dommel & Aceves 1999; Subramanian et al. 1999; HArldwick & Bolton, 1997; Tenenbaum 1998; Kambil & Ginsburg, 1998; Shaw et al. 1997; Elson & Konsynski, 1996; Carlson & Ram, 1996; Chi et al. 1996). 본 연구에서는 이같은 기존연구의 흐름을 가지고 지식경영에서도 이같은 노력이 경주되어야 한다고 간주하고 다음과 같은 과정이 수행되어야 한다고 제안한다.

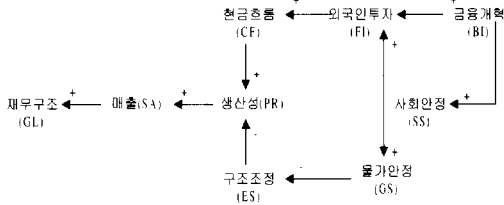
- 1단계: 개인이 가지고 있는 암묵지를 형식지화한다.
- 2단계: 형식지화된 개인지식을 조직지식으로 통합한다.
- 3단계: 조직지식을 이용한 추론결과에 따라 다양한 What-If 분석을 한다.

본절에서는 이를 위한 웹기반 조직지식 획득 및 추론을 위한 프로토타입인 Web-CAKOMA를 소개하고 그 구동과정을 구체적인 예제를 통하여 분석한다.

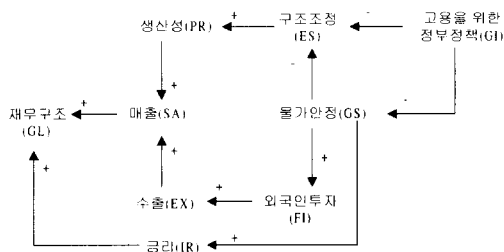
4.1 응용사례

기업이 주어진 경영환경에서 살아남기 위해서

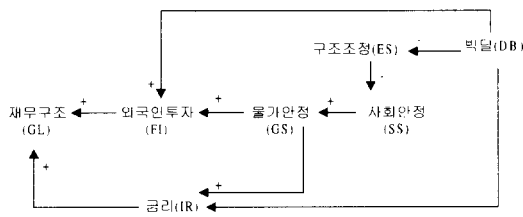
는 다양한 생존전략을 구사하여야 한다. 특히 기업의 재무구조는 이러한 생존전략상 매우 중요한 위치를 차지한다. 이를 위하여 본절에서는 계량화 하기 위한 복잡한 요인들간의 인과관계 지식을 표현하기 위하여 5명의 개인들이 가지고 있는 암묵지를 FCM으로 형식지화 하고, 이를 통하여 조직지식을 구현하는 과정을 소개한다. [그림 4]는 5명의 개인이 가지고 있는 재무구조와 관련된 다양한 요인들간의 암묵지를 FCM으로 표현한 것이 나타나 있다.



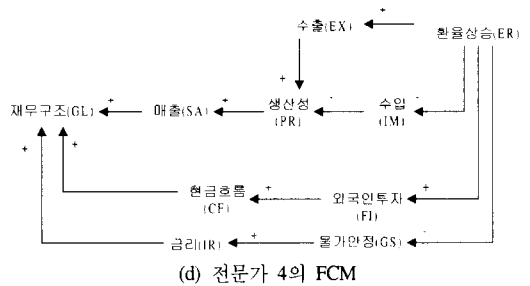
(a) 전문가 1의 FCM



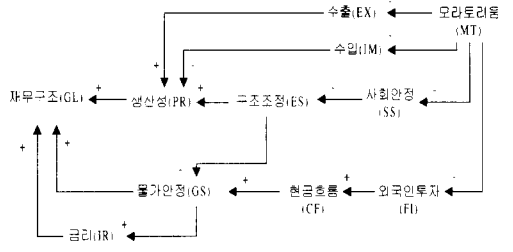
(b) 전문가 2의 FCM



(c) 전문가 3의 FCM



(d) 전문가 4의 FCM

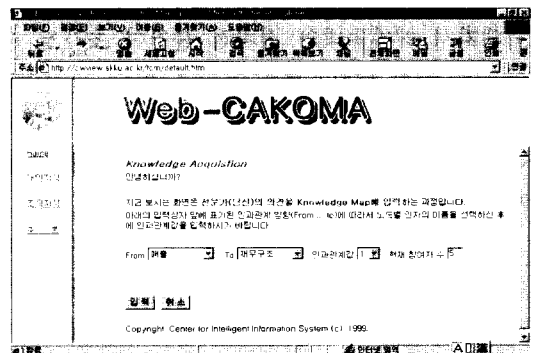


(e) 전문가 5의 FCM

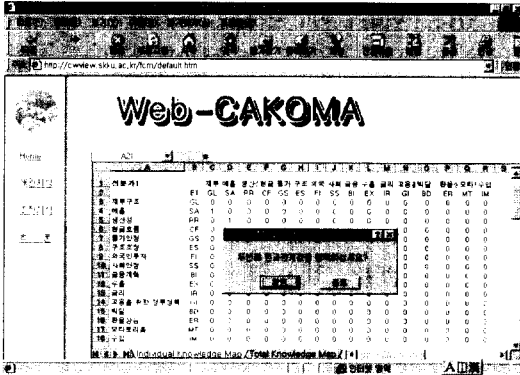
(그림 4) 5명의 개인이 가지고 있는 개별 FCM

4.2 개인지식의 형식지화

개인들이 재무구조에 영향을 주는 다양한 요인들간의 인과관계에 대하여 가지고 있는 암묵지를 FCM으로 형식지화한다. 이를 위하여 Web-CAKOMA에서는 [그림 5]와 같은 입력화면을 통하여 개인의 암묵지를 FCM으로 형식지화한다.



(a) 초기실행화면



(b) 전문가 1 암목지의 형식지화

(그림 5) 개인지식의 형식지화

4.3 조직지식 획득과정

개인이 가지고 있는 암목지가 FCM에 의하여 형식지화 되면, 각 개인들의 형식지 FCM은 Web-CAKOMA에 저장된다. 그러나, 이같은 개인들의 암목지가 조직전체의 조직지식으로 변환되기 위해서는 나름대로의 방법을 가지고 결합이 되어야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 CAKOMA 알고리즘을 제시한다. 각 개인의 암목지를 표현한 개별 FCM은 해당 개인의 인식도 행렬인 E 로서 표현되는 바, 여러 개인들의 E 를 결합하기 위해서는 행렬의 연산법칙을 적용할 수 있다. 우선, 특정 문제영역에 대해 k 명의 전문가가 작성한 퍼지인식도 행렬을 E_1, \dots, E_k 라고 하자. 이때 이들 전문가들이 사용한 모든 개념노드들을 포함한 확장된 퍼지인식도 행렬을 F 라고 할때, 각각의 퍼지인식도 행렬에 대한 확장된 퍼지인식도 행렬 F_1, \dots, F_k 를 구할 수 있다. 이때 k 명의 전문가들의 지식을 결합한 최종 확장 퍼지인식도 행렬 F 는 k 개의 확장 인식도 행렬을 단순히 더하는

$$F = \sum_{i=1}^k F_i$$

와 같은 방법이 있고 또는 전문가별로 별도의 가중치를 두어 결합하는

$$F = \sum_{i=1}^k w_i F_i$$

와 같은 방법도 있다. 이때 F 는 이른바 k 명의 전문가들의 지식을 결합한 하나의 '결합된 지식'을 나타내는 '통합 퍼지인식도 행렬'(augmented FCM matrix)이 된다. 이때 가중치 w_i 는 0과 1 사이의 값일 필요는 없으며, 비음수이기만 하여도 무방하다. 확장된 FCM에서는 모든 전문가들은 모든 개념노드에 대하여 인과관계를 논할 수 있다. 만일 어떤 전문가가 그의 FCM 모형에서 특정 개념노드 C_j 를 포함시키지 않았다면 그는 C_j 가 인과관계와는 무관한 것으로 간주하고 있다는 것을 의미한다. 따라서 확장된 퍼지인식도 행렬에서 j 번째 행과 j 번째 열의 값들은 모두 0이다. 다수의 전문가가 작성한 FCM을 결합하여 하나의 통합FCM을 작성하는 간단한 예를 들어 보자 (Kosko, 1992). 임의의 특정 응용영역에 대한 4명의 전문가가 생각하는 인과관계 지식이 다음 [그림 6]과 같이 확장된 퍼지인식도 행렬로 표현되어 있다고 하자.

$$F_1 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

(a) 전문가 1의 FCM

$$\underline{F}_2 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

(b) 전문가 2의 FCM

$$\underline{F}_3 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

(a) 전문가 3의 FCM

$$\underline{F}_4 = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

(b) 전문가 4의 FCM

(그림 6) 4명의 전문가가 가지고 있는 퍼지인식도 행렬의 예

이들 4명의 전문가들은 모두 6개의 개념노드를 사용하고 있다. 그러나 어떤 전문가도 4개 이상의 개념을 명시적으로 생각하고 있지는 않고 있음을 알 수 있다. 예를 들어 첫번째 전문가를 보면 이 전문가는 C₁, C₂, C₃, C₄등의 4가지 개념을 사용하고 있고 네번째 전문가는 C₁, C₂, C₅, C₆등의 개념노드를 사용하고 있음을 볼

수 있다. 이와같이 확장된 퍼지인식도 행렬은 6x6의 확장된 행렬로 표시된다. 이러한 4개의 확장된 퍼지인식도 행렬을 특정한 가중치를 두지 않고 단순결합하면 다음 [그림 7(a)]와 같은 최종적인 통합 퍼지인식도 행렬을 구할 수 있다. 또한 여기에 1/2의 임계치를 적용시키면 다음 [그림 7(b)]와 같은 또 다른 형태의 통합 퍼지인식도 행렬을 얻을 수 있다.

$$\underline{F} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 4 & -2 & 1 & 2 & -1 \\ 1 & 0 & -2 & -1 & 2 & -2 \\ -3 & -1 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 2 & -2 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

(a) 단순결합 퍼지인식도

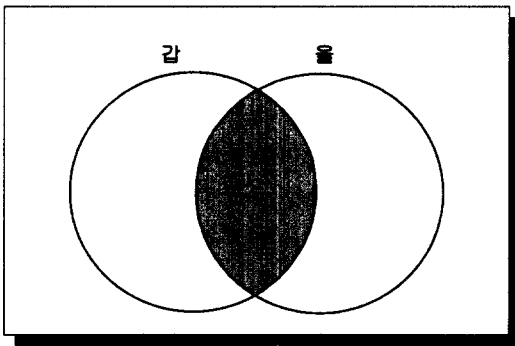
$$\underline{F} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

(b) 1/2 임계치를 적용한 퍼지인식도

(그림 7) 그림 6에 주어진 FCM에 대한 최종적인 통합 퍼지인식도 행렬

그러나, 이러한 기존의 방법은 지식공학적(knowledge engineering)적인 측면에서 볼 때 심각한 문제를 지니고 있다. 즉, 서로 상반되는 의견을 제시한 전문가들의 의견이 합리적으로 결합되지 못하고 지나치게 자의적인 형태로 결합되

므로 그에 따른 최종적인 통합 퍼지인식도 행렬 상에 나타난 인과관계값의 의미가 원래의 의도 했던 바와는 많이 왜곡되어 있는 것이다. 즉, 몇몇 전문가는 특정 개념노드가 다른 개념노드에 정(+)의 영향을 준다고 하고, 또 다른 전문가는 부(-)의 영향을 준다고 하였을때, 이를 합리적으로 결합하는 메커니즘이 부재하다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 다수의 전문가들의 의견을 보다 효과적으로 결합할 수 있는 다음과 같은 알고리즘을 제시한다. 이는 기본적으로 집합개념을 이용한 것으로서 원래의 기본아이디어는 서로 다른 집합끼리의 합을 구하는 절차에 착안한 것이다 (Lee et al. 1989). 즉, “갑”이라는 전문가와 “을”이라는 전문가가 있다고 했을때 이들의 전문가 의견을 [그림 8]과 같이 집합으로 표현되어 있다고 하자.



(그림 8) 두 전문가 의견의 집합

이때 이들 두 전문가의 의견을 편견 없이 결합하는 방법은 다음과 같은 두 집합의 합을 구하는 수식을 이용할 수 있다. 즉,

$$O(\text{갑}) \cup O(\text{을}) = O(\text{갑}) + O(\text{을}) - O(\text{갑}) \cap O(\text{을})$$

여기서 $O(\text{갑})$ 은 갑의 고유한 의견 (또는 지식), $O(\text{갑}) \cap O(\text{을})$ 은 갑과 을의 공통의견을 의미한다. 이는 갑과 을의 의견을 결합하려면 각각의 의견을 더하되, 중복을 피하기 위하여 갑과 을의 공통의견을 빼준다는 것이다. 만약 전문가가 갑, 을, 병 세사람이 있다면 이들의 전문가 의견을 합하기 위해서는 다음과 같은 식을 이용하면 될 것이다.

$$O(\text{갑}) \cup O(\text{을}) \cup O(\text{병}) = O(\text{갑}) + O(\text{을}) + O(\text{병}) - \{O(\text{갑}) \cap O(\text{을}) + O(\text{갑}) \cap O(\text{병}) + O(\text{을}) \cap O(\text{병})\} + O(\text{갑}) \cap O(\text{을}) \cap O(\text{병})$$

따라서 이와 같은 집합의 합을 구하는 연산과정은 임의의 k명의 전문가의 의견을 결합할 때에도 일반화하여 적용될 수 있다. 이같은 CAKOMA 알고리즘의 주요내용은 다음과 같다. 서로 상충되는 전문가의 의견을 결합하기 위해서는 우선 서로 동질적인 의견의 그룹으로 구분하여 그 동질집단에서의 의견을 결합한 다음, 최종적으로 상반되는 의견을 결합하는 것이 바람직하다. 이를 위하여 우선 전문가들을 크게 두 집단으로 구분하여 개념노드 i와 j에 대하여 정(+)의 인과관계를 부여한 집단과 부(-)의 인과관계를 부여한 집단으로 나눈다. 이들의 평가는 같은 개념노드간의 인과관계에 대해서 서로 상반되므로 이를 합리적으로 보정하여야 한다. 우선 전체적인 CAKOMA 알고리즘의 흐름은 다음과 같다.

1단계: 각 전문가가 작성한 FCM에 대하여 확장 퍼지인식도 행렬을 작성한다.

2단계: 1단계에서 작성된 확장 퍼지인식도 행렬을 기초로 각 개념노드 사이의 인과관계값에 대해서 정(+)의 값을 준 전문가

와 부(-)의 값을 준 전문가를 구분한다.

3단계: 본 논문에서 제시한 알고리즘에 의하여 최종 인과관계 결합값을 구한다.

4단계: 모든 개념노드간의 인과관계값에 대해서 2단계와 3단계의 과정을 반복한다.

5단계: 최종적인 통합 퍼지인식도 행렬을 작성한다.

CAKOMA 알고리즘에서 사용되는 기호에 대한 설명은 다음과 같다.

f_{ij} : 개념노드 i(원인)와 개념노드 j(결과)에 대한 모든 전문가들의 인과관계 결합값

f_{ij}^+ : 개념노드 i(원인)와 개념노드 j(결과)에 대하여 정(+)의 인과관계가 있다고 평가한 전문가들의 인과관계 결합값

f_{ij}^- : 개념노드 i(원인)와 개념노드 j(결과)에 대하여 부(-)의 인과관계가 있다고 평가한 전문가들의 인과관계 결합값

e_{ijr}^+ : 개념노드 i(원인)와 개념노드 j(결과)에 대하여 전문가 r이 부여한 정(+)의 인과관계값

e_{ijk}^- : 개념노드 i(원인)와 개념노드 j(결과)에 대하여 전문가 k가 부여한 부(-)의 인과관계값

C_r, C_k : 전문가 r 또는 k에 대한 신뢰값 (r, k)

P : 개념노드 i와 j에 대하여 정(+)의 인과관계가 있다고 평가한 전문가의 집합

N : 개념노드 i와 j에 대하여 부(-)의 인

과관계가 있다고 평가한 전문가의 집합

p : 집합 P의 전문가의 수

n : 집합 N의 전문가의 수

$$f_{ij}^+ = \sum_{r \in P} C_r e_{ijr}^+ - \sum_{s \in T} (C_s e_{ijs}^+)$$

[s, t ∈ P]

$$+ (C_t e_{ijt}^+) + \dots + (-1)^{p+1} \prod_{r \in P} C_r e_{ijr}^+ \quad (3)$$

$$f_{ij}^- = \sum_{k \in N} C_k e_{ijk}^- + \sum_{s \in T} (C_s e_{ijs}^-)$$

$$+ (C_t e_{ijt}^-) + \dots + \prod_{k \in N} C_k e_{ijk} \quad (4)$$

$$f_{ij} = \frac{\frac{p}{p+n} f_{ij}^+ + \frac{n}{p+n} f_{ij}^-}{1 - \min\left\{\frac{p}{p+n} |f_{ij}^+|, \frac{n}{p+n} |f_{ij}^-|\right\}} \quad (5)$$

식(5)에서 부(-)로 평가한 집단과 정(+)으로 평가한 전문가 집단의 인과관계 결합값 f_{ij}^- 와 f_{ij}^+ 에 가중치 $n/(p+n)$ 그리고 $p/(p+n)$ 을 각각 곱한 이유는 각 의견을 제시한 전문가들의 수를 감안한 가중치를 곱하지 않으면 아무리 다수의 전문가가 특정 인과관계값을 주장한다고 하더라도 소수의 반대의견을 지닌 전문가의 의견이 최종적인 인과관계값에 아무런 여과없이 반영되어 인과관계 결과값을 왜곡시키기 때문이다.

이상과 같은 CAKOMA 알고리즘을 그림 7에 주어진 두 통합 퍼지인식도 행렬에 적용하자. 우선 4명의 전문가에 대한 신뢰값이 모두 균등하게 1이라고 하자. 즉, 각 전문가 사이에 차등이 없다고 가정하자. 이때 첫번째 개념노드가 두번째 개념노드에 미치는 최종 인과관계 결합값을 구해보자. 각 전문가의 의견이 공히 1로 되어 있으므로 $p=4$ 이고 $n=0$ 이다.

$$f_{12}^+ = (1+1+1+1) - (1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1) \\ + (1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 1) - 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1 \\ f_{12}^- = 0$$

따라서 f_{22} 는 1이 된다. 이 경우는 전문가들간에 의견이 일치하는 경우이므로 크게 문제될 것이 없는 경우이나, 전문가들의 의견이 상충하는 경우를 보자. 두번째 개념노드가 첫번째 개념노드에 미치는 인과관계값에 대해서 각각의 전문가들이 서로 다른 의견을 보이고 있다. 즉, 2명은 1을, 1명은 -1을, 그리고 나머지 1명은 0을 주고 있다. 이렇게 의견이 상충될때 이를 단순히 더하여 1/2 기준을 적용하면 그림 7의 통합 퍼지인식도 행렬 (2)와 같이 1이 되나, 본 논문에서 제시하는 알고리즘을 적용하면 다음과 같이 된다. 우선 정(+)의 의견을 제시한 전문가의 수가 2이므로 $p=2$, 그리고 부(-)의 의견을 제시한 전문가의 수가 1이므로 $n=1$ 이다. 이때 0의 의견을 제시한 전문가의 의견은 무시된다. 왜냐하면 이는 하나의 don't care입장이기 때문이다. 그러면 f_{21}^+ 와 f_{21}^- 는 다음과 같이 계산된다.

2개의 긍정적 전문적의견 (F2 F3)의 $C_{21}=1$

1개의 부정적 전문적의견 (F4)의 $C_{21}=-1$

1개의 전문적의견 (F1)의 $C_{21}=0$

$$f_{21}^+ = (1+1) - 1 \times 1 = 1$$

$$f_{21}^- = -1$$

따라서 f_{21} 다음과 같다

$$f_{21} = \frac{(2/3) \times 1 + (1/3) \times (-1)}{1 - \min(2/3, 1/3)} = \frac{1}{2} = 0.5$$

그림 7의 통합 퍼지인식도 행렬 (2)에서는 1이 되나, 본 논문에서 제시한 알고리즘을 사용하면 0.5가 되는 것은 의미가 있다. 왜냐하면, 2명이 1을 주장하고, 1명이 -1을 주장하였을때 해당 전문가들의 신뢰도에 차이가 없다면 당연히 많은 사람이 주장하는 의견쪽으로 가깝게 인과관계 결합값이 수정되어야 하기 때문이다. 따라서 1보다는 약간 작고, -1보다는 꽤 큰 0.5로 인과관계 결과값이 됨은 바람직하다. 이와같은 방법으로 수정된 통합 퍼지인식도 행렬은 다음과 같다.

$$\underline{E} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \\ C_5 \\ C_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1-0.7 & 1 & 1 & -1 \\ 0.5 & 0 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -0.5 & 0 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

(6)에서 제시된 수정된 통합 퍼지인식도 행렬과 1/2 임계치를 적용하여 얻어진 통합 퍼지인식도 행렬인 [그림 7]의 (2)와 비교하면 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

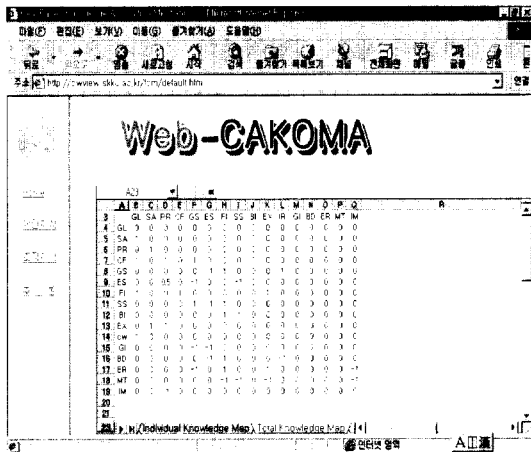
첫째, 본 연구에서 제시한 CAKOMA알고리즘에 의한 통합 퍼지인식도 행렬을 구하는 과정에서는 자의적인 임계치 적용이 필요없다. 따라서 아무리 서로 다른 의견을 지닌 전문가가 있다고 하더라도 이들의 의견은 자연스러운 결합과정에 의하여 하나의 결합 인과관계값으로 표현될 수 있다.

둘째, CAKOMA알고리즘에 의한 결합 인과관계값은 -1에서 1까지의 값을 가질 수가 있기 때문에 이는 퍼지값으로 해석되어도 무방하다.

셋째, 보다 현실적인 의사결정이 가능하다. 이

는 서로 다른 전문가의 의견을 결합하는 과정에 기존방법과 같이 임계치 적용등을 지양하므로써 주관적인 자의성이 어느정도 배제되어 있기 때문이다.

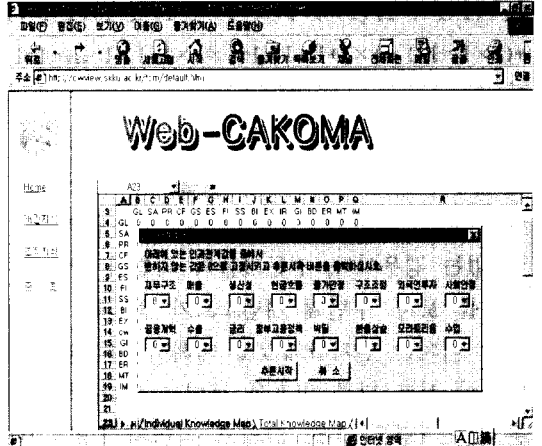
이상과 같은 과정을 Web-CAKOMA에서는 [그림 9]에서와 같이 조직지식을 획득한다.



[그림 9] Web-CAKOMA에서의 조직지식 획득

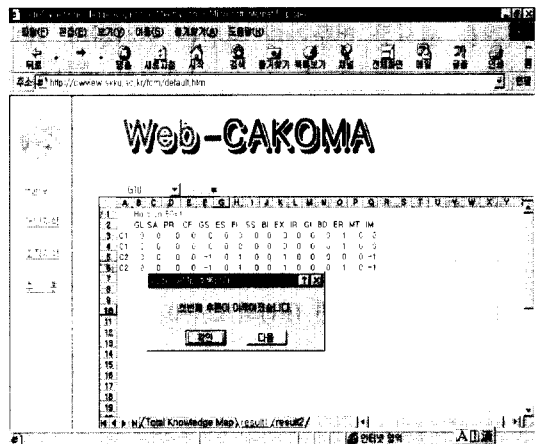
4.4 조직지식을 이용한 추론과정

이상과 같은 과정을 통하여 획득된 인과관계 조직지식 (CAKOM)을 기초로 한 추론과정을 살펴보기로 하자. 예를 들어서 개념노드 환율상승(ER)이 기업의 재무구조에 어떠한 영향을 미치는지알아보자. 다음 [그림 10]은 영향관계를 입력하기 위한 초기화면이다. 본 예제에서는 환율상승이 어떠한 영향을 미치는지를 분석하기 위한 것이므로 Web-CAKOMA에 초기입력값(C) 중에서 ER의 개념노드 값을 1로 정의하고 모든 다른 개념노드 값을 0으로 입력하였다.



[그림 10] 환율이 상승했을 때(초기값 입력)

추론을 시작하면 Web-CAKOMA는 초기의 입력값을 확장된 퍼지인식도 행렬에 기초하여 연산을 실시한다. 결과화면은 [그림 11]과 같다.



[그림 11] 첫 번째 추론 결과

[그림 11]의 결과를 분석해보자. 환율이 상승했을 때 첫 번째 추론결과(C₂)는 GS: +1, FI: +1,

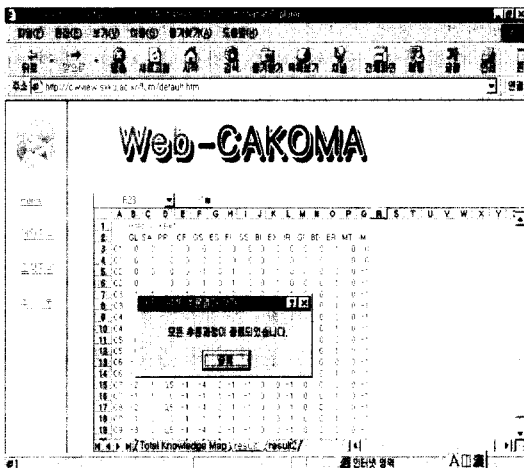
IM:-1, EX:+1 네가지 요인에 영향을 미치게 된다. 즉, 환율의 상승은 일시적인 수출증가와 수입감소 현상을 나타낸다. 하지만 현재의 상태가 최종적인 진리상태가 아니므로 추가적인 분석을 실시한다.

첫째, 초기입력값(C₁)이 입력되면 이 값은 통합 퍼지인식도 행렬(E)에 곱하여 C₂=C₁*E 의 추론과정을 따르게 된다.

둘째, 이 추론의 결과값인 C₂의 노드 값들중에서 -1보다 작은 값은 -1로, 1보다 큰 값은 1로 수정하고, 초기의 가정인 환율상승(ER=1)을 계속적으로 통합 퍼지인식도에 반영하기 위하여 이 노드 값을 1로 부여한다. 이와 같은 추론과정을 C₃=C₂*E ..의 형태로 계속 반복적으로 수행해나간다.

셋째, 이러한 추론진행 과정은 연속된 2개의 개념노드 행렬이 동일한 값을 가질 때 끝나게 되고 이때의 결과값을 분석한다.

이상과 같은 Web-CAKOMA에 의한 최종 추론과정 결과는 [그림 12]에 나타나 있다.



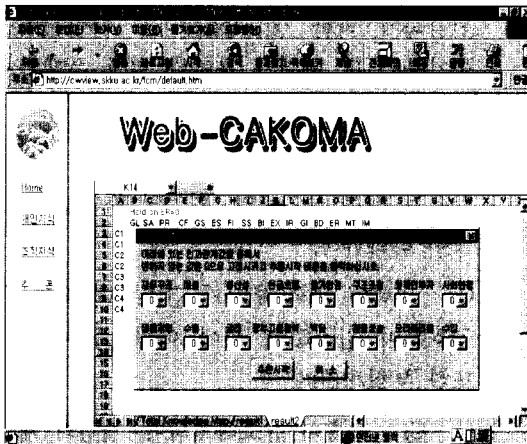
(그림 12) 환율이 상승했을 때의 최종 추론결과

이상과 같은 [그림 12]의 결과를 보다 자세하게 분석해보자. 다음은 [그림 12]에 나타나 있는 각 개념노드 벡터에 대하여 해석한 것이다.

- C₂: 일시적인 수출 증가와 수입감소의 현상을 나타내며 이로 인하여 외국인의 투자가 활발해지나 급속한 자금의 유입으로 인하여 물가가 상승하게 된다.
- C₃: 외국인 투자증가로 인한 현금흐름이 원활하고 수출증가로 인한 생산성, 매출액 증가 하나 물가불안은 금리의 상승을 주도하게 된다.
- C₄: 위의 두 단계 C₂, C₃의 증상으로 인하여 일시적인 재무구조의 안정은 가져오나 결국 구조조정이라는 악순환을 거쳐서 인원감축에 의한 생산성은 다소 나아졌지만 물가불안 및 사회가 불안한 현상 초래하게 된다.
- C₅: 앞 단계에서 나타나기 시작한 사회불안으로 인한 물가불안, 외국인 투자감소 현상이 나타난다.
- C₆: 외국인 등의 투자가 감소함에 따라 현금흐름이 감소하고 이에 따라 재무구조가 또한 부실해진다.
- C₇~C₉: 수출이 감소하게되며, 기업의 재무구조가 악화되자 다른 환경적인 요인의 변화가 있기 전까지는 계속적인 이러한 악순환의 연속이 이어진다.

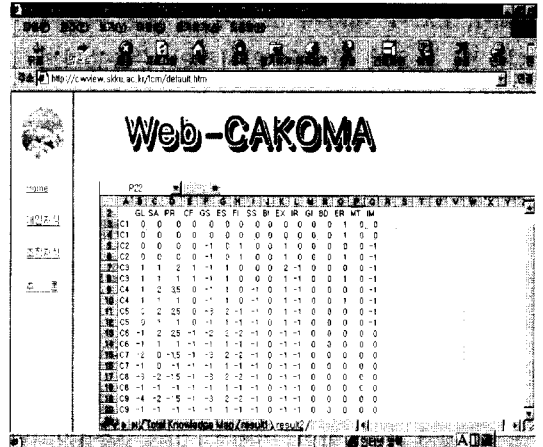
그러나, 이러한 추론결과 분석시 주의할 것은 실제현상과 다를 경우 다시 조정하면서 반복적으로 추론하여야 한다는 점이다. 즉, 예를 들어 만약 환율상승이 기업의 재무구조에 영향을 주

지 않는 경우, 환율상승에 해당되는 개념노드값을 0으로 놓고 다음 단계로 넘어가야 한다는 것이다. 예를 들어 [그림 12]의 C₄의 결과에서는 이전의 C₂와 C₃의 영향을 받아 기업의 재무구조가 일시적으로 안정된다는 결과가 나타나 있다. 이때 해당 기업에서 이같은 재무구조의 개선에 힘입어 더 이상 재무구조가 환율상승에 영향을 받지 않는다고 하면, 이후의 추론과정에서 환율상승에 해당되는 개념노드값을 1로 고정하는 것은 무의미하다. 따라서 이경우 해당 환율상승에 해당되는 개념노드값을 0으로 하여 추가적인 추론과정을 분석하여야 한다. 다음 [그림 13]에는 Web-CAKOMA에서 이러한 과정을 입력하는 화면을 제시하고 있다.



[그림 13] 환율상승이 재무구조에 영향을 미치지 않는 경우 추론과정

[그림 14]는 이같은 최종 추론결과를 보여주고 있다.



[그림 14] 환율상승이 재무구조에 영향을 미치지 않는 경우의 최종 추론결과

5. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서는 인과관계 지식을 적용한 새로운 조직지식 획득 알고리즘을 제시하고, 이를 인터넷 웹 환경에서 구현할 수 있는 프로토타입인 Web-CAKOMA를 제안하였다. 본 연구가 가지고 있는 의의를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 지금까지의 지식경영 관련 연구에서는 행동과학적인 접근방법을 취해 왔지만 본 연구에서는 퍼지인식도라고 하는 지능형 정보기술 방법을 적용하여 개인전문가들이 가지고 암묵지를 형식지화 할 수 있는 가능성을 제시하였다.

둘째, 이러한 인과관계 지식의 형식지화 방법은 그 성격상 많은 전문가의 지식을 통합하여야 할 필요가 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 CAKOMA라고 하는 조직지식 통합방법을 제시하고 그 성과를 검증하였다.

셋째, 기업의 재무구조 개선과 관련된 응용사례에 적용하여 Web-CAKOMA의 추론과정을 검증하였다.

향후 연구방향으로는 본 연구에서 제안한 CAKOMA알고리즘을 보다 다양한 문제에 적용하여 그 성과를 개선할 필요가 있다. 또한 통계적인 검증절차를 밝아 더욱 객관적인 인과관계 지식획득 방법개발이 필요하다.

참 고 문 헌

- 이건창, 권오병, 이원준, “지능형 에이전트를 이용한 인터넷 DSS 설계에 관한 연구 - 마케팅과 생산관리간의 전략적 통합문제를 예로 하여,” 경영정보학연구, 제7권 3호, 12월 PP. 1-22 1997.
- Aaker, D.A., “Managing Assets and Skill: The Key to a Sustainable Competitive Advantage”, *California Management Review*, 31(2), pp.91-106, 1989.
- Axelrod, R., *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 1976.
- Bennis, W. *Changing Organizations*. New York: McGraw-Hill, 1996.
- Carlson, D.A., and S. Ram, *Organizations Intelligence*. IEEE Computer Society Press, pp.162-171, 1996.
- Caudill, M., “Using Neural Nets: Fuzzy Cognitive Maps”, *AI Expert*, June, pp.49-53, 1990.
- Documarest, M., “Understanding Knowledge Management”, *Long Range Planning*, Special Edition, 30(3), pp.374-384, 1997.
- Dommel, H.P. and J.J. Garcia-Luna-Aceves, “Group Coordination Support for Synchronous Internet Collaboration”, *IEEE Internet Computing*, March-April, pp. 74-80, 1999.
- Elofson, G.S., and B.R., Konsynski, *Organizations Intelligence*. IEEE Computer Society Press, pp.67-78, 1996.
- Fiol, C.M. and M.A. Lyles, “Organizational Learning”, *Academy of Management Review*, 10, pp.803-813, 1985.
- Hardwick, M. and R. Bolton, “The Industrial Virtual Enterprise”, *Communications of the ACM*, 40(9), pp.59-60, 1997.
- Haire, M., *Biological models and empirical histories of the growth of organizations*. In M. Haire (Eds.), *Modern Organization Theory*. New York, Wiley, pp.272-306, 1959.
- Huber, G.P., “The decision making paradigm of organizational design”, *Management Science*, 32(5), May, pp.138-155, 1984.
- _____, and R.R. McDaniel, “The nature and design of post-industrial organizations” *Management Science*, 30(8), August, pp.928-951, 1986.
- Hurdberg, “Organizational learning: the contributing processes and the literatures”, *Organization Science*, 2(1), pp.88-115, 1981.
- Itami, H. and T.W. Roehl, *Mobilizing Invisible Assets*. Harvard University Press, Cambridge, Autumn, 1989.
- Kambil, A. and M. Ginsburg, “Public Access Web Information Systems: Lessons from the Internet EDGAR Project,” *Communications of the ACM*, 41(7), pp.91-97, 1998.
- Kaplan, R.S. and D.P. Norton, “The Balanced Score Card-Measures That Drive Performance”, *Harvard Business Review*, 70, pp.71-79, 1992.

- Kosko, B., *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. Prentice-Hall, 1992.
- Krogh, G., "Care in knowledge Creation", *California Management Review*, 40(3), Spring, pp.133-153, 1998.
- Lee, J.K., Chu, S.C, and Kim, H.S., "Intelligent Stock Portfolio Management System", *Expert Systems*, 6(2), pp. 74-87, 1989.
- Leonard, D. and S. Sensiper, "The Role of Tacit Knowledge in Group Innovation", *California Management Review*, 40(3), pp.112-132, 1998.
- Levitt, B. and J.G. March, Organizational learning. *Annual Review of Sociology*, 14, pp. 319-340, 1998.
- Ludvall, B.A. and B. Johnson, "The Learning Economy", *Journal of Industry Studies*, 1(2), pp.23-42, 1994.
- Machup, F., *The Economics of Information and Human Capital*. Princeton University Press, Princeton, 1984.
- Mardsen, J.R. and D.E. Pingry, "The intelligent organizations: some observations and alternative views", In B.R. Konsynski (Eds.), *Proceedings of the 21st Annual Hawaii International Conference on Systems Science*, 3, pp.19-24, 1988.
- Mason, R.M., "The role of metaphors in strategic information systems planning", *Journal of Management Information Systems*, 8(2), pp.11-30, 1991.
- _____, "Effective Intelligent Organizations: Knowledge is not Enough Implications for Information Systems Planning", *Proceedings of the 25st Annual Hawaii International Conference on Systems Science*, 4, pp.464-471, 1992.
- Montazemi, A.R. and Conrath, D.W., "The Use of Cognitive Mapping for Information Requirements Anslysis", *MIS Quarterly*, pp.45-56, 1986.
- Nonaka, I. and H. Takeguchi, *The Knowledge Creating Company*. Oxford University Press, 1995.
- _____, and N. Konno, "The Concept of 'Ba': Building a Foundation for Knowledge Creation", *California Management Review*, 40(3), pp.40-54, 1998.
- O'Leary, D.E., "Enterprise Knowledge Management", *IEEE Computer*, pp.54-61, march, 1998a.
- _____, "Knowledge Management Systems: Converting and Connecting", *IEEE Intelligent Systems*, pp. 30-33, May/June, 1998b.
- _____, "Using AI in Knowledge Management: Knowledge Bases and Ontologies", *IEEE Intelligent Systems*, pp.34-39, May/June, 1998c.
- Porter, M.E., *Competitive Advantage*. New York: The Free Press (Macmillan), 1985.
- Quinn et al, "Software-Based Innovation", *Sloan Management Review*, Summer, pp.11-24, 1996.
- Saint-Onge, H., "How Knowledge Management Adds Critical Value to Distribution Channel Management", *Journal of Systemic Knowledge Management*, January, 1998.
- <http://www.free-press.com>
- Senge, P.M., *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York, Doubleday/Currency, 1990.
- Shaw, M.J., D.M. Gardner, and H. Thomas, "Research Opportuinites in Electronic Commerce", *Decision Support Systems*, 21, pp.149-156, 1997.
- Shaw, M.J., Harrow, B., and S. Herman, "Distributed Artificial Intelligence for Multi-Agent Problem

Solving and Group Learning”, *Proceedings of the 24st Annual Hawaii International Conference on Systems Science*, 4, pp.13-26, 1991.

Smith, P.A.C., “Systemic knowledge Management: managing Organizational Assets for Competitive Advantage”, *Journal of Systemic Knowledge Management*, April, 1998.
<http://www.free-press.com>

Stata, R., “Organizational learning: the key to management innovation”, *Sloan Management*

Review, 30(3), pp.63-74, 1989.

Subramanian, S., G.R. Malan, H.S. Shim, J.H. Lee, P. Knoop, T.E. Weymouth, F. Jahanian, and A. Prakash, “Software Architecture for the UARC Web-Based Collaboratory”, *IEEE Internet Computing*, March-April, pp.46-54, 1999.

Sveiby, K.E., *Managing Knowhow*. Bloomsberry, N. Pomfret, 1987.

Wiseman, C., *Strategic Information Systems*. Homewood, IL: Irwin, 1988.