

유전자 알고리즘을 이용한 퍼지인식도 생성 메커니즘의 의사결정 효과성에 관한 실증연구 : 기업용 소프트웨어 판매 문제를 중심으로*

†정남호** · 이남호*** · ††이건창****

A Genetic Algorithm-based Construction Mechanism for FCM
and Its Empirical Analysis of Decision Support Performance :
Emphasis on Solving Corporate Software Sales Problem*

†Namho Chung** · Namho Lee*** · ††Kun Chang Lee****

■ Abstract ■

Fuzzy cognitive map (FCM) has long been used as an effective way of constructing the human's decision making process explicitly. By taking advantage of this feature, FCM has been extensively used in providing what-if solutions to a wide variety of business decision making problems. In contrast, the goal-seeking analysis mechanism by using the FCM is rarely observed in literature, which remains a research void in the fields of FCM. In this sense, this study proposes a new type of the FCM-based goal-seeking analysis which is based on utilizing the genetic algorithm. Its main recipe lies in the fact that the what-if analysis as well as goal-seeking analysis are enabled very effectively by incorporating the genetic algorithm into the FCM-driven inference process. To prove the empirical validity of the proposed approach, valid questionnaires were gathered from a number of experts on software sales, and analyzed statistically. Results showed that the proposed approach is robust and significant.

Keywords : Fuzzy Cognitive Map (FCM), Genetic Algorithm (GA), Simulation, What-if Analysis, Goal-seeking analysis

논문접수일 : 2007년 09월 04일 논문게재확정일 : 2007년 11월 01일

* 이 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2005-003-B00072).

** 충주대학교 경영학부

*** abeam 컨설팅 컨설턴트

**** 성균관대학교 경영학부

† 주저자

†† 교신저자

1. 서론

퍼지인식도(Fuzzy Cognitive Map : 이하 FCM으로 약칭)는 영향요인간의 인과 관계값을 방향뿐만 아니라 변화의 크기까지 표현할 수가 있는 그래프로 많은 연구 분야에서 사용되고 있다[9, 10, 15, 26]. FCM의 가장 큰 특징은 분석 대상이 되는 도메인을 몇 개의 영향요인으로 구분하고 이들 간의 영향 관계를 수리적으로 분석할 수 있다는 데에 있다.

특히, FCM은 이러한 요인간의 영향관계를 토대로 최종 요인을 선정하고, 영향요인의 변화에 따른 최종 요인의 변화를 분석(what-if analysis) 하거나, 원하는 최종 목표를 선정하고 이를 충족시키는 요인의 크기를 찾을 수도 있다(goal-seeking analysis). 그러나 기존의 FCM 시뮬레이션 관련 연구들을 살펴보면 what-if 분석을 이용한 FCM 추론에 관한 연구는 상당히 많이 있지만[9, 10, 15], FCM을 이용한 goal-seeking 분석에 관한 연구는 거의 없다.

그 이유는 FCM 시뮬레이션이 행렬연산(matrix operation)에 의존하고 있는바, 주어진 상황을 몇 개의 시나리오로 구성하고 이를 이용하여 what-if 분석을 수행하는 것은 그다지 복잡하지 않다. 그러나 goal-seeking 분석은 목적으로 하는 최종요인의 값을 최대화 또는 최소화 시킬 수 있는 최적의 영향요인간 가중치를 찾아야 하기 때문에 단순한 행렬연산으로 그 값을 찾는 것은 매우 어렵다. 그렇지만, 행렬연산을 이용한 FCM 시뮬레이션도 결국은 조건을 만족시키는 최적의 값을 찾는 과정이라고 볼 때, FCM 추론을 이용한 goal-seeking 분석 문제는 결국 최적값을 찾는 탐색 알고리즘(search algorithm for optimization)의 문제로 국한시켜 생각해 볼 수 있다.

한편, 기존의 FCM을 이용한 시뮬레이션 연구가 갖는 또 다른 문제는 기존의 이론을 토대로 요인간 인과관계를 설정하고 FCM 추론을 위해 필요한 인과관계 가중치를 파악하기 위해 전통적인 통계기법인 경로분석(path analysis)이나 구조등식모형(structural equation model)을 사용한다는 점이다

[9, 10, 15]. 물론 경로분석이나 구조등식모형에서 추출된 가중치가 요인간의 인과관계를 표현하기는 하지만, FCM 추론 시에는 구조등식모형이나 경로분석에서 가중치를 구하기 위해 사용된 알고리즘이 완전히 무시되고 가중치만 별도로 사용하여 가중치 파악단계와 추론 단계가 완전히 별개로 나뉘어져 있어 해석상의 무리가 따른다는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 다음과 같은 연구목적을 제시한다.

첫째, FCM 추론 시뮬레이션이 가능하도록 기존 연구 등을 바탕으로 FCM을 구축하고 FCM 간의 인과관계값을 도출할 때는 탐색 알고리즘인 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm : 이하 GA로 약칭)을 FCM과 결합하는 새로운 방법론으로 GAFCoM(Genetic Algorithm based Fuzzy Cognitive Maps)을 제시한다. 특히, 이 방법론을 사용하면 인과관계값의 탐색 및 구축된 FCM을 이용하여 goal-seeking 분석을 편리하게 할 수 있다.

둘째, GAFCoM을 이용하여 의사결정 문제에 적용하고, GAFCoM을 통하여 의사결정자의 만족도가 실제적으로 향상되었는지 실증분석을 통해 통계적으로 검증한다.

본 연구는 FCM을 GA 알고리즘과 결합하여 의사결정의 효율성을 제고하려는 점에서 독창성을 갖는다. 반면에 FCM과 GA는 그 동안 각 분야에서 활발히 연구되어온 바 이들 방법론간의 장점을 취합하는 것은 기존의 연구와도 잘 연계되어 있다. 이러한 측면에서 본 연구는 다음과 같은 공헌도를 갖는다.

첫째, 기존의 FCM 추론 시뮬레이션에서 구체적 인과관계 값을 파악하는 독창적인 알고리즘이 제시되지 못하였는데 이를 극복하고,

둘째, FCM 추론에 관한 연구를 what-if 분석 중심에서 goal-seeking 분석 분야로 확장시킴으로써 FCM의 활용성을 극대화 하며, FCM과 GA를 결합한 GAFCoM의 결합 방법론을 구체적으로 제시함으로써 실제 문제에서의 적용가능성을 소개한다.

셋째, GAFCoM에 의해 실제 의사결정의 만족도가 향상되는지를 통계분석을 통해 실증적으로 검

중함으로써 GAFCoM의 유용성을 구체적으로 제시한다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장에서는 본 연구의 주축이 되는 FCM과 GA에 대한 기존 연구를 살펴보고, 제 3장에서는 본 연구에서 제안하는 GAFCoM의 연구방법 및 설계에 대해 설명한다. 제 4장에서는 기업용 S/W 판매 상황을 예로 들어 GAFCoM을 적용하는 예를 보이고 이를 실증적으로 검증한다. 끝으로 제 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 논한다.

2. 기존문헌 고찰

2.1 FCM

FCM과 관련된 연구는 매우 다양하다. Montazemi and Conrath [17]는 정보시스템 요구사항을 분석하기 위하여 FCM를 사용하였다. 이들은 정보시스템 전문가들을 대상으로 정보시스템 요구사항에 필요한 핵심 속성을 도출하고 이를 설문지를 통하여 인과관계를 추출하였다. 이 연구에서는 정보시스템 요구사항 분석을 위한 FCM의 구체적인 추론과정이 자세히 소개되고 있지는 않지만 설문지를 이용한 FCM 작성이라는 새로운 방법론을 제시하고 있다. Banini and Bearman[2]은 미네랄 산업에서 슬러리 유동학에 영향을 미치는 요인을 세 명의 전문가들로부터 추출하고 이를 결합하여 사용하는 활용에 대하여 소개하였다. 이들은 전문가의 지식을 결합할 때 max 연산을 취하는 방법을 사용하였는데 분석결과 미네랄 산업에 유용한 정보를 얻을 수 있었다. Schneider et al.[20]은 사용자가 제공한 자료를 바탕으로 자동적으로 FCM를 구축하는 방법론을 제안하였다. Kardaras and Karakostas [11]는 정보시스템 전략계획(Strategic Planning of Information Systems : SISP) 분야에 FCM를 적용하였다. 이들은 새로운 IT 프로젝트를 평가하기 위한 수 많은 새로운 모델들이 출현하고 있지만 연구자들은 주로 경영분야 혹은 IT분야 한쪽에 국한하

여 연구를 수행하고 있다고 주장하고 FCM를 이용하여 SISP 과정을 시뮬레이션 함으로써 대안적인 모델링 접근방법을 소개하고 있다. Kwahk and Kim [13]은 기업의 BPR에 FCM를 적용하였는데, 기업의 BPR 구축시 두 단계의 FCM를 이용하여 BPR시 기업에서 발생할 수 있는 갈등 및 다양한 비즈니스 문제에 대한 영향 요인을 분석하였다.

이외에도 FCM의 속성을 이용하여 FCM를 시뮬레이션[8], 조직적 전략모델링, 문제정형화 및 의사결정분석 지원[5, 7], 지식베이스 구축[24, 18], 가상공간에서의 행동 모델링[4], 분산협동 에이전트의 조정 등과 같은 다양한 의사결정 문제에서도 활용되고 있다. 특히, 최근에는 웹 사이트 디자인의 활성화를 위한 핵심요소를 찾는데 FCM을 사용한 연구가 있으며[15], 항공사의 고객관계 관리를 위해 [10], 그리고, 온라인 커뮤니티에서 소비자의 행동 분석을 위해 FCM을 사용한 경우도 보고 되었다[9]. 주목할만한 사실은 Xirogiannis and Glykas[26]의 연구에서도 보는 바와 같이 FCM이 비즈니스 분석과 같은 경영전략 분야에서도 사용되기 시작하였다는 점이다. 그러나 이들 연구 중 FCM 시뮬레이션을 수행하는 연구를 살펴보면 이미 서론에서 언급한 바와 같이 주로 구조동식모형 분석결과를 이용하여 FCM 가중치를 구하고, 이를 바탕으로 what-if 분석을 수행하는 연구가 대부분 일뿐 FCM을 이용한 goal-seeking 분석이나 가중치를 찾기 위한 지능적인 방법을 모색하는 연구는 충분치 않다. 따라서 가중치 문제뿐만 아니라, 추론의 효율성을 위해서도 새로운 기법이 요구된다.

2.2 GA

GA는 자연세계의 진화 현상에 기반한 계산 알고리즘이다. GA의 특징은 풀고자 하는 문제에 대한 가능한 해들을 정해진 형태의 자료구조로 표현한 다음 이들을 점차적으로 변형함으로써 점점 더 좋은 해들을 생성하는 특징이 있다. 각각의 가능한 해를 하나의 개체(Individual)로 보며 이들의 집합

을 개체군(population)이라고 한다. 하나의 개체는 보통 한개 또는 여러 개의 염색체로 구성이 되며 염색체를 변형하는 연산자들을 유전 연산자(genetic operator)라고 한다. 유전연산의 방법에는 새로운 염색체를 만들기 위해 기존의 염색체를 가지고 쌍을 이루거나, 또는 각각에 대해 개별적으로 여러 연산을 수행해서 개체군을 재구성한다. 이러한 연산을 각각 교차(crossover)와 돌연변이(mutation) 연산이라고 부른다. 교차연산은 한 쌍의 염색체들이 각각의 염색체의 뛰어난 형질들이 통합되기를 기대하면서 그들 자신 사이에 정보를 교환하는 것을 의미한다. 돌연변이 연산은 하나의 염색체에 무작위로 변화를 가하여 염색체에 새로운 뛰어난 형질이 출현하기를 기대하는 연산이다[19].

GA는 탐색, 최적화 및 기계학습의 도구로 많이 사용된다[2, 21]. 구조가 단순하고 방법이 일반적이어서 응용범위가 상당히 넓다. GA는 기존의 방법들과는 달리 선형, 연속, 미분가능 등의 제한이 없기 때문에 다양한 분야에 별다른 제약 없이 적용할 수 있는 장점이 있다[3, 22]. 최근의 많은 탐색방법들은 한번에 최적값을 찾아내지 않고, 반복을 통해서 최적지점을 찾아나가는 방법을 사용하고 있는데 GA도 마찬가지로 방법으로 최적해를 찾는다. 제한한 모델의 최적화를 위하여 사용된 GA는 반복을 통해서 최적지점에 접근해 가는 방법을 사용하고, 탐색지점으로부터 실수가 주어지면 이를 2진수(binary)로 변환하게 된다. 변환된 각 비트는 염색체처럼 취급되고, 염색체가 모여 유전자를 이루며 개체라 불린다. 즉, 각 염색체는 모두 하나의 개체 안에 연결해 사용한다. 염색체(변수)는 사용자에 의해서 bit로 정의하고, 개체가 탐색할 때 사용되는 하나의 지점을 의미한다. 이상과 같은 GA 특성을 이용하면 FCM의 가중치 및 최적해를 찾는 문제에 적용이 가능할 것으로 판단된다[12, 23]. 이러한 측면에서 볼 때 본 연구에서 추구하는 GA를 이용한 FCM의 가중치 도출 및 GA를 이용한 시뮬레이션은 GA의 특징을 잘 살린 애플리케이션 방법론으로 판단된다.

3. 연구방법 및 설계

서론에서 언급한 바와 같이 본 연구는 크게 2개의 파트로 나뉘어져 있다. 첫 번째 파트는 FCM의 가중치를 구하는데 GA를 사용하는 파트이며, 두 번째 파트는 구축된 GA의 활용측면에서 goal-seeking 분석을 하는데 GA를 사용하는 것이다. 이에 본 연구를 각각 연구 1과 연구 2로 명명하고 별도의 과제로 연구를 진행하고자 한다. 또한, 이렇게 완성된 방법론의 실제 활용으로는 본 연구를 검증하기 위해 획득한 기업용 S/W 판매상황에서의 압목지 획득방안에 대해 본 연구방법론을 활용하고자 한다.

3.1 연구 1 : GA를 이용한 FCM 가중치 도출

3.1.1 염색체의 구조

GA를 수행하기 위해서는 탐색공간 내의 다양한 변수집합을 염색체(chromosome)라고 불리는 선형 스트링에 맵핑(Mapping) 하는 과정이 필요하다. 맵핑의 방법은 여러 가지가 있는데 해당 문제 내에서 GA가 효율적인 탐색을 하도록 하기 위해서는 탐색 목적에 적합한 효과적인 맵핑 방법을 찾아야 한다.

FCM의 가중치를 도출하는데 있어 GA를 사용하기 위해서는 GA의 탐색기능을 이용하여 해당 FCM의 특성을 가장 잘 나타내는 가중치를 찾는 것이 바람직하다. 이에 본 연구에서는 GA에 의해 탐색된 가중치의 집합을 G라고 표현하고 다음과 같이 정의한다.

$$G = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2j} \\ r_{31} & r_{32} & \cdots & r_{3j} \\ r_{i1} & r_{i2} & \cdots & r_{ij} \end{bmatrix}$$

여기서 r_{ij} 는 인접행렬에서 개념노드 i와 개념노드 j간의 인과관계 가중치를 나타내고 각각 [-1, 1] 사이의 값을 갖는 것으로 한다. 여기서 GA가 최적의 가중치 집합을 찾을 수 있도록 주어진 데이터로부터 데이터의 특성에 맞는 제약조건과 목표값을

선정하는 것이 중요하다.

3.1.2 적합도 함수와 종료조건

GA를 활용하여 성공적인 애플리케이션을 위해 가장 중요한 것 중의 하나는 적합도 함수(fitness function)을 고려하는 것이다[23]. 본 연구에서는 적합도 함수의 역할을 FCM을 구성하는 최종 변수의 실제값과 예측값의 차이를 최소화 하는 것으로 정의하고자 한다. 기존의 FCM의 가중치를 구하는 방법은 결과의 예측이 목적인지, 또는 구축된 모형과 자료의 이론적 일치 정도가 어느 정도인지에 따라 서로 다른 가중치 추출 방법을 사용하였다. 그러나 본 연구에서는 실제 FCM을 구성하는 자료가 최종변수를 얼마나 잘 설명할 수 있는지의 “예측력”에 더 큰 관심이 있고, 이것이 실제 FCM의 활용성을 더욱 더 잘 설명할 수 있기 때문에 FCM을 구성하는 최종변수의 실제값과 예측값의 차이를 최소화 하는 적합도 함수를 사용하였다. 한편, FCM에서는 모든 변수는 노드와 가중치의 합이 다음 단계로 전환될 때 일정한 퍼지 값을 유지하도록 전환 함수를 사용하는데 <표 1>과 같이 크게 4가지 종류가 사용된다. 본 연구에서는 이중에서도 결과값이 정교하게 도출되는 하이퍼볼릭 탄젠트 함수를 전환함수로 고려하였다[1].

이상의 전환함수를 결과노드의 특징에 맞도록 적용함으로써 FCM 연산의 각 단계에서도 보다 데이터의 특징을 반영하고자 하였다. 이상과 같은 절차로 구해진 최종 결과 노드의 계산된 값과 실제

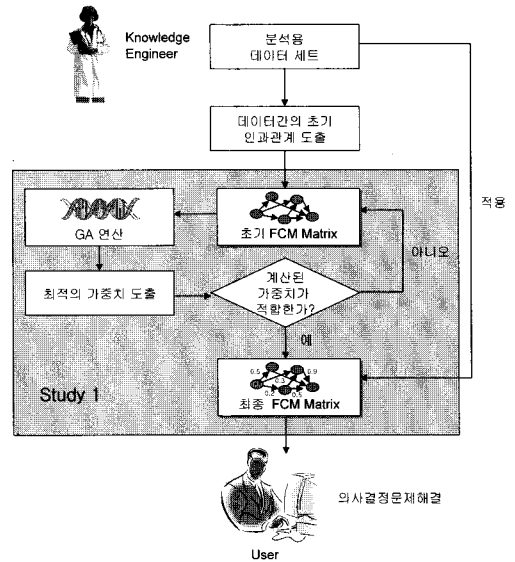
노드의 값을 각각 \hat{Y} 와 Y 라고 하면, 최종 적합도 함수의 목표값은 다음과 같이 정의할 수 있다[16].

$$Min_RSS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

따라서 본 적합도 함수의 최종 종료조건은 해당 적합도 함수의 차이가 최소화 될 때이다.

3.1.3 유전자 연산

이 단계에서는 선택, 교차, 돌연변이, 재생 등을 포함하는 유전자 연산을 통하여 보다 나은 해를 찾



<그림 1> 연구 1의 절차

<표 1> 결과변수의 전환함수(transformation function)의 종류

함수명	함수값	비고
Bivalent	$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	결과가 0, 1로 도출
Trivalent	$F(x) = \begin{cases} -1, & x \leq -0.5 \\ 0, & -0.5 < x < 0.5 \\ 1, & x \geq 0.5 \end{cases}$	결과가 -1, 0, 1로 도출
Logistic	$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$	x는 전 단계 가중치와 입력노드의 곱의 합으로 0 에서 1사이로 도출
Hyperbolic tangent	$F(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$	결과 값이 -1에서 1사이로 도출

기 위한 단계이다. 이상의 과정을 거쳐 최적화된 가중치 집합이 결정되면 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 실시한다. 이상의 연구 1의 연구과정을 그림으로 도식화 하면 <그림 1>과 같다

3.2 연구 2 : GA를 이용한 Goal-Seeking 분석

일반적으로 FCM 분석에서 많이 활용되는 분석은 입력조건을 변화 시켰을 때, 결과값의 변화를 살펴보는 what-if 분석(전방향 진행추론 : forward-evolved inference)이 많이 활용된다. 이것은 FCM의 성격을 이용하여 개념노드의 값을 FCM의 가중치 벡터에 반복적으로 곱하여 안정적인 상태(stable state)를 찾아가는 과정인 것이다. GA를 활용한 goal-seeking 분석은 이와 반대의 과정을 수행하는 것으로 역방향 진행추론(backward-evolved inference)라고 명명할 수 있다.

3.2.1 염색체의 구조

goal-seeking 분석에 GA를 활용하기 위해서는 FCM 연산에 활용되는 개념노드 벡터를 정의하는데 사용할 수 있다. 이를 위해 사용자가 조건을 변화시키는 값을 입력벡터(input vector)라 하고, 입력벡터의 변화에 의해 결정되는 최종적인 값을 목표벡터(target vector)라고 하면, 입력벡터 C는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$C = [c_1, c_2, c_3, c_4, \dots, e_n]$$

여기서 c는 입력벡터의 노드값의 집합으로 각각의 노드값은 [-1, 1] 사이의 값을 갖는 것으로 한다.

3.2.2 적합도 함수와 종료조건

이 모형에서의 적합도 함수는 목표벡터의 값이 나오는 입력벡터를 역으로 찾아가는 것이다. 따라서 FCM의 가중치와 목표벡터가 기본적으로 제공이 되고 이를 바탕으로 최적의 입력벡터를 GA의 탐색알고리즘으로 찾아가는 과정이다. 일반적으로 이러한 경우에 입력벡터의 값은 하나 이상의 해가

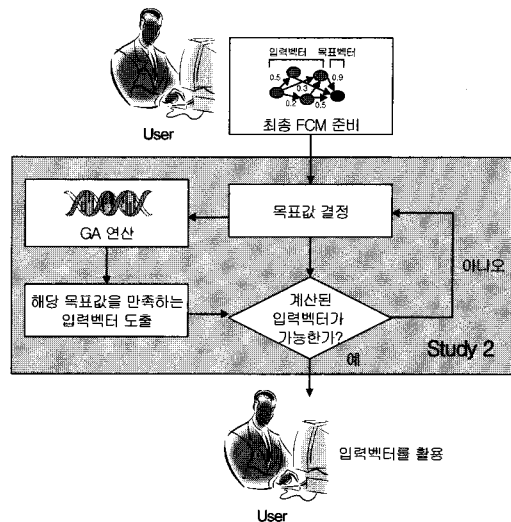
도출될 수 있으며, 이는 본 연구에서 모두 수용 가능한 해로 볼 수 있다. 따라서 연구자가 목표로 하는 목표벡터의 값을 C_i 라고 하고, GA의 의해 도출된 목표벡터가 \hat{C}_i 라고 하면, 적합도 함수는 다음과 같다.

$$Min_RSS = \sum_{i=1}^n (C_i - \hat{C}_i)^2$$

즉, 연구자가 희망하는 목표값에 근사하도록 입력노드의 집합을 재구성한다는 의미이다. 또한, 종료조건은 이상의 함수의 값이 최소가 되는 실수로 구성된 입력벡터 집합인 $C = [c_1, c_2, c_3, c_4, \dots, e_n]$ 가 계산이 되면 종료된다.

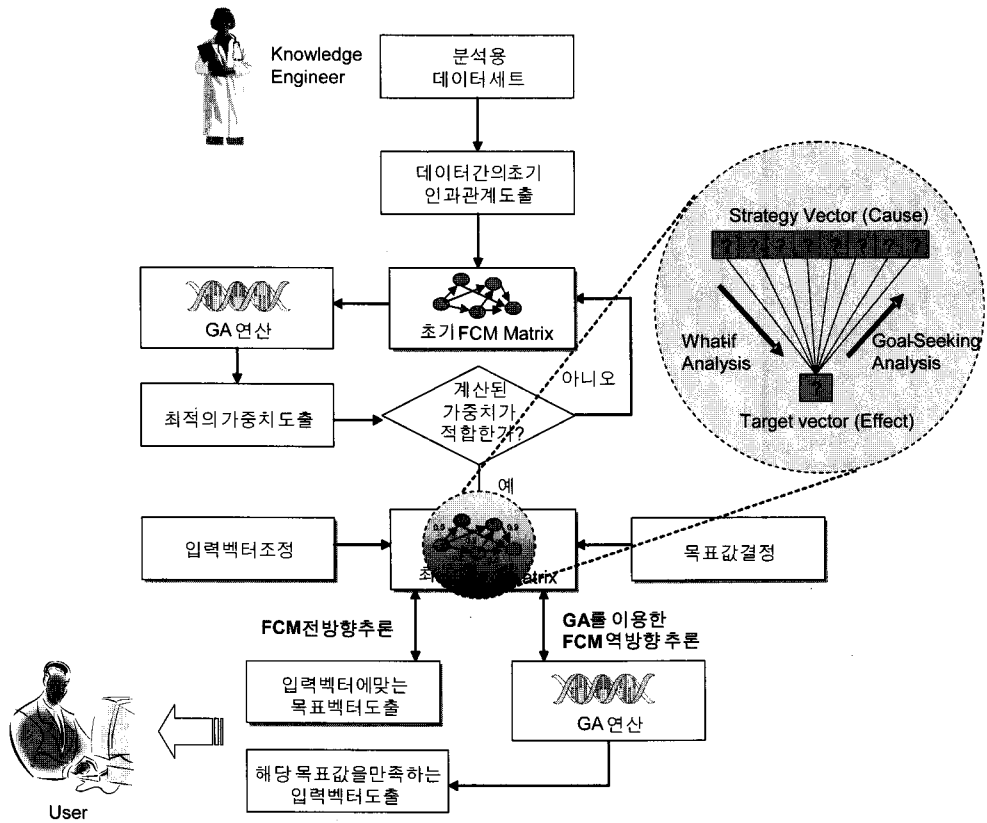
3.2.3 유전자 연산

이 단계 역시 선택, 교차, 돌연변이, 재생 등을 포함하는 유전자 연산을 통하여 보다 나은 해를 찾기 위한 단계이다. 이상의 과정을 거쳐 최적화된 가중치 집합이 결정되면 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 실시한다. 이상의 연구 2의 연구과정을 그림으로 도식화 하면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 연구 2의 절차

이상의 연구방법론을 토대로 본 연구에서 제시하



〈그림 3〉 본 연구의 통합적 프레임워크

는 GAFCoM의 전체적인 통합적 연구프레임워크를 제시하면 <그림 3>과 같다. <그림 3>을 살펴보면 GAFCoM은 본 연구 목적에서 제시한 바와 같이 최초 최적의 가중치를 도출하기 위해 GA를 사용한다. GA를 이용하여 도출된 최종 FCM은 전방향 추론 및 역방향 추론이 가능하는데, 본 연구에서는 GA를 이용하여 역방향 추론을 함을 알 수 있다.

4. 기업용 S/W 판매 의사결정 사례에 GAFCoM의 적용

본 연구에서는 GAFCoM을 적용하기 위한 사례로 기업용 S/W 판매 의사결정에 대한 사례를 이용하였다. ERP와 같은 기업용 S/W 판매에 대한

지식은 암묵지적인 성격이 강해 FCM으로 표현하는 것이 매우 적합하였고, 이를 분석하는 과정 역시 실제 기업용 S/W 판매자들을 통해 검증 받을 수 있어 본 연구에 적합하다고 판단하였다.

4.1 사례 소개

ERP와 같은 기업용 S/W를 판매하는 S/W 벤더 (software vendor)의 입장에서 보면, 고객사가 벤더를 선정하는데 있어서 최종 의사결정까지 다양한 요인들이 영향을 미친다. 예를 들면, 정보시스템의 기능(functionality), 사용자 인터페이스(user interface), 기술적 구조(technical architecture), 성과(performance), 보안(security), 벤더의 평판(vendor's reputation), 벤더의 규모(size), 벤더의 재정적

안정성(financial stability) 등이 영향을 미친다고 볼 수 있으며[25], 또한 벤더의 이미지(corporate image), 구현 속도(implementation speed), 가격(price), 시장선도력(market leadership) 등도 영향을 미친다[6]. 그러나 고객별로 도입하고자 하는 기업용 S/W의 유형이 서로 상이하기 때문에 이들 영향요인들의 영향관계도 상황에 따라 매우 다른 것이 사실이다. 벤더의 입장에서는 특정고객의 벤더 선택에 고려되는 실질적인 요인과 그러한 요인간의 인과관계를 정확히 파악해야 그에 맞는 효과적인 판매 전략 수립이 가능하다. 그러나 특정고객에 대한 이해는 영업사원들이 해당 분야에서 다양한 기업용 S/W를 판매하면서 쌓은 다양한 경험으로부터 나오는 것이다. 즉, 해당 고객의 벤더 선택에 대한 유형을 사전에 파악할 수 있는 지식은 다분히 경험지(experiential knowledge)인 관계로 벤더기업의 입장에서는 이들 지식의 효과적인 관리가 매우 중요하다. 왜냐하면, 이들 지식은 일종의 암묵지(tacit knowledge) 형태로 개별 영업사원에게 존재하기 때문에 많은 경험지를 가진 영업사원이 사라지는 경우 이들 지식 역시, 사람과 함께 사라지기 때문이다. 따라서 이 경우 새로운 영업사원이 투입될 때 이 영업사원은 해당분야의 고객의 특성을 파악하는데 많은 시간을 소모하게 되고, 이러한 시간은 기업의 입장에서는 상당한 비용에 해당한다. 특히, 고객의 특성을 파악하지 못해 발생하는 수주의 실패는 상당한 기회비용(opportunity cost)으로 간주될 수 있을 것이다. 이 때문에 기업용 S/W 판매에 필요한 지식을 FCM화하고 이를 바탕으로 의사결정을 지원 받는다면 효과적인 판매를 할 수 있을 것으로 판단하였다.

4.2 사례 FCM 구축

4.2.1 FCM 구성요인 도출

S/W 벤더의 영업 사원들은 대부분 담당하는 대기업(account)를 가지고 있으며, 오랜 기간동안 해당 기업의 고객들과 유대관계를 통하여 고객의

특성을 잘 파악하고 있다. 즉, 해당 고객사가 ERP, CRM, 데이터베이스 등 기업용 S/W를 도입 시 어떠한 요인들을 얼마나 중요시 하며, 이러한 요인들 간에 어떠한 관계가 있는지를 이해하고 있다. 본 연구에서는 이러한 영업사원의 지식을 암묵지로 간주하고 이를 FCM으로 도출하여 관리하고자 하는 방법론을 소개하는 것이다. 이를 위하여 먼저, ERP, CRM, DW 등 실제 거래에서 고객사에서 벤더에 발송한 10개의 RFP(Request For Proposal)를 기반으로 기업용 S/W 도입시 평가항목으로 사용되는 50가지 항목을 도출하였다. 이 50가지의 항목을 다시 경력 10년 이상의 기업용 S/W 영업사원 5명에게 보여주고 이 중에서 중요하다고 생각되는 25개의 항목을 선택하도록 하였으며, 50개의 항목에 포함되지 않은 중요한 다른 항목이 있으면 기타 항목으로 기입하도록 하였다. 이 때 산업별 제품별 편견(bias)이 삽입되지 않은 결과를 얻기 위하여 5명의 영업 사원을 각각 다른 영업팀에서 뽑아 인터뷰하였다. 조사 결과 과거 RFP에서 도출한 50개 항목에 포함되지 않은 중요 항목으로서 '고객과의 Relationship', '제안 발표', '경영층의 선호도' 등이 있었다. 영업 사원들이 RFP에서 도출한 항목 이외에 추가적으로 선정한 3개의 항목을 포함하여 총 53개의 항목 중에 5명의 공통적으로 선정한 16개의 요인을 핵심요인으로 선정하였다. <표 2>에는 FCM 구축을 위해 선정된 16개 구성요인의 명칭과 정의가 나타나 있다[6, 25].

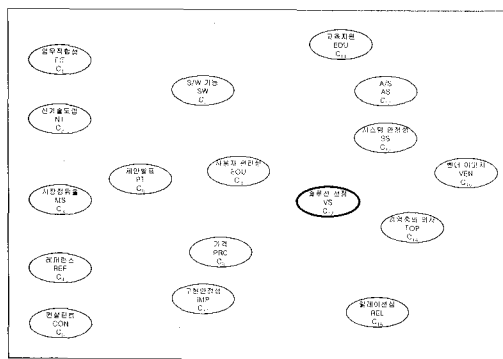
4.2.1 2단계 : FCM 구축단계

두 번째 단계는 도출된 16개의 요소를 기반으로 11명의 영업사원들에게 본인이 담당했던 거래에 대하여 <그림 4-a>의 예처럼 요인간의 인과관계가 표시되어 있지 않은 공백 FCM을 제공하고 요인간의 인과관계를 화살표로 표시하게 하여 <그림 4-b>과 같은 FCM을 그리도록 하였다.

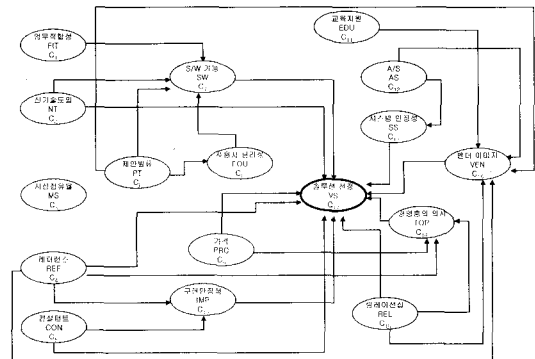
이렇게 하여 총 28개 거래에 대한 FCM을 얻고 이중 공통적으로 중요하다고 인정된 경로만 선택하여, 가중치가 계산되지 않은 초기 상태의 FCM

〈표 2〉 FCM 구축을 위한 16개 구성요인

번호	요인명	정의
C1	업무적합성(FIT)	해당 기업용 S/W의 기능이 당사에서 필요한 업무에 대하여 어느 정도 수용이 가능한지 Mapping Ratio
C2	신기술도입(NT)	도입하려는 기업용 S/W가 얼마나 최신 IT 기술로 이루어져 있으며, 이 S/W 도입을 통하여 당사의 IT 기술 Upgrade에 얼마나 도움이 되는지
C3	시장점유율(MS)	Vendor사의 해당 S/W Market에서의 시장 점유율
C4	Reference(REF)	Vendor사의 제품이 동일 업종에 얼마나 많은 Reference를 가지고 있는지.
C5	컨설턴트(CON)	해당 S/W를 구입하여 실제 구현 시 얼마나 경험이 많고 유능한 컨설턴트가 Project에 참여가 가능하지 여부
C6	제안발표(PT)	제안 발표를 얼마나 잘 했는지
C7	S/W기능(SW)	S/W의 전반적인 기능 (속도, 다양한 기능, User Interface 등)
C8	사용자편이성(EOU)	S/W가 얼마나 User friendly하게 설계되어 있는지
C9	가격(PRC)	가격적인 측면에서 얼마나 더 싸는지
C10	구현안정성(IMP)	도입하려는 해당 S/W가 얼마나 구현하기 쉽고 안정적인지 (구현 Project 측면에서)
C11	교육지원(EDU)	해당 S/W 및 기반 IT 기술에 대한 교육 지원
C12	A/S(AS)	구현 이후 지속적인 A/S 지원 체제
C13	시스템 안정성(SS)	구현 이후 시스템이 얼마나 안정적으로 운영될 수 있는지 (시스템 장애, 보안 측면)
C14	경영층 의사(TOP)	S/W Vendor 선정에 경영층의 의지가 얼마나 개입되는지 정도
C15	Relationship(REL)	고객사의 핵심 인원들과의 Relationship
C16	Vendor Image(VEN)	Vendor사에 대한 전반적이고 포괄적인 Image, reputation
C17	Vendor 선택	해당 Vendor사의 기업용 S/W가 선택되었는지 여부



(a) 공백 FCM



(b) 가중치가 빠진 초기 FCM

〈그림 4〉 공백 FCM과 인과관계 표현

을 도출하였다.

4.3 연구 1의 적용

위에서 도출된 초기 FCM은 인과관계의 방향성이 제시되어 있을 뿐 정확한 인과관계 가중치가

나타나 있지 않다. 본 연구에서는 연구 1의 방법론을 토대로 이 인과관계 가중치를 도출하고자 한다.

4.3.1 설문서 작성

〈표 3〉과 같이 기업용 S/W 판매에 영향을 미

치는 구성요인을 정의한 다음에 이들 간의 인과관계를 파악하기 위해 해당 거래에 대한 실제 자료를 획득하였다. 총 25명의 영업사원으로부터 정보를 획득할 수 있었으며 거래를 성사시킨 경우가 14건, 성사시키지 못한 경우가 11건으로 나타났다. 설문

지의 내용은 영업사원이 실제 거래를 함에 있어서 거래를 성사시켰는지 (1), 아니면 거래를 성사시키지 못했는지 (0)의 목표벡터값과 16가지 입력벡터 간의 관계를 설문서의 형태로 질문 하였다. 설문에서 사용된 입력값 범위는 <표 3>과 같다.

<표 3> 구성요인에 대한 입력값 범위

번호	구성요인	구성요인의 입력값 범위
C1	업무적합성(FIT)	Mapping Ratio 30% 이하 : -0.8 Mapping Ratio 30~50% : -0.5 Mapping Ratio 50~70% : 0.5 Mapping Ratio 70% 이상 : 0.8
C2	신기술도입(NT)	A : 업계 최신키텔 : 1 B : 업계 Leading 기술 : 0.5 C : 업계 일반적인 기술 : 0 D : 업계 이미 지나간 기술 : -0.5
C3	시장점유율(MS)	Market Share 1 등 : 1 Market Share 2, 3 : 0.5 Market Share 4, 5 : - 0.5 Market Share 6 이하 10 미만 : -1
C4	Reference(REF)	국내 동일업종 유사규모 Reference 존재 : 1 해외 동일업종 유사규모 Reference 존재 : 0.5 동일업종은 아니지만 Reference 존재 : 0.2 Reference 없음 : -1
C5	컨설턴트(CON)	컨설턴트 평균경력 10년 이상 : 1 컨설턴트 평균 경력 5~7년 : 0.5 컨설턴트 평균경력 3~5년 : 0.2 컨설턴트 평균경력 3년 이하 : -0.5
C6	제안발표(PT)	A : 매우 탁월 : 1 B : 우수 : 0.5 C : 보통 : 0.1 D : 기대 이하 : -0.5
C7	S/W기능(SW)	A : 매우 만족 : 1 B : 우수 : 0.5 C : 보통 : 0 D : 불만족 : -0.5 E : 매우 불만족 : -1
C8	사용자편이성(EOU)	A : 매우 만족 : 1 B : 우수 : 0.5 C : 보통 : 0 D : 불만족 : -0.5 E : 매우 불만족 : -1
C9	가격(PRC)	A : 예산의 80% 이하 수준 : 1 B : 예산의 90%~100% 수준 : 0.8 C : 예산 초과 : -0.2
C10	구현안정성(IMP)	A : Implementation 매우 용이 : 1 B : 용이 : 0.5 C : 보통 : 0 D : Implementation이 비교적 어려운 편 : -0.5 E : 매우 어려움 : -1

C11	교육지원(EDU)	A: 관련 교육 지원 매우 용이 : 1 B: 국내에서 필요한 교육 지원을 받는데 크게 어려움이 없음 : 0.5 C: 그저 그러함 : 0 D: 교육지원을 받기 쉽지 않음 : -0.5 E: 교육지원이 매우 어려움 : -1
C12	A/S(AS)	A: 국내에서 24시간 on-line 및 on-site 지원이 가능함 : 1 B: 실시간은 아니어도 필요시 지원을 받는데 큰 문제 없음 : 0.7 C: 국내 지원체계는 있으나, Process가 용이하지는 못 함 : -0.3 D: 국내 기술지원이 어려움 : -0.8
C13	시스템 안정성(SS)	A: 유사규모에서 검증된 시스템으로 안정성에 전혀 문제 없음 : 1.0 B: 다른 Site에서 문제가 발생된 사례가 있음 : -0.5 C: 다른 Site에서 빈번하게 문제가 발생된 사례가 있음 : -1.0
C14	경영층 의사(TOP)	A: 경영층의 의사가 의사결정에 결정적인 영향을 미침 : 1.0 B: 경영층의 의사가 의사결정에 50% 이상 영향을 미침 : 0.7 C: 경영층의 의사보다는 실무자의 의사가 중요함 : -0.5 D: 거의 실무자 레벨에서 의사결정이 이루어짐 : -1.0
C15	Relationship(REL)	A: 매우 밀접한 Relation을 유지하고 있음 : 1.0 B: 골프, 술자리등 비공식적인 만남을 가진적이 있음 : 0.7 C: 몇 차례 공식적인 석상에서 만나서 안면이 있음 : 0.2 D: 특별한 Relation을 가지고 있지 않음 : 0.0 E: 과거 다른 일로 인하여 비우호적인 관계를 가지고 있음 : -0.7
C16	Vendor Image(VEN)	A: 매우 좋은 이미지 : 1.0 B: 좋은 이미지 : 0.5 C: 보통 : 0 D: 나쁜 이미지 : -0.5 E: 아주 나쁜 이미지 : -1
C17	Vendor 선택	해당 Vendor 사의 기업용 S/W가 선택되었으면 : 1 선택되지 않았으면 : 0

4.3.2 GAFCoM을 이용한 인과관계 가중치 도출

주어진 초기 FCM을 이용하여 실제값과 예측값의 차이를 최소화 하는 GA를 계산하기 위해서는 초기 FCM을 함수화 하는 과정이 필요하다. 이들 간의 인과관계를 함수화 하면 <표 4>와 같다. 이때 입력노드에서 중간노드로 넘어가는 전환 함수로는 위에서 이미 언급한 하이퍼볼릭 탄젠트 함수

<표 4> GA 분석을 위한 인과관계 함수화

$C_4 = f(C_3)$ $C_7 = f(C_1, C_2, C_6, C_8)$ $C_8 = f(C_6)$ $C_{10} = f(C_4, C_5)$ $C_{13} = f(C_{12})$ $C_{14} = f(C_4, C_9, C_{15})$ $C_{16} = f(C_5, C_6, C_{11}, C_{12}, C_{15})$ $C_{17} = f(C_2, C_4, C_5, C_7, C_9, C_{10}, C_{13}, C_{14}, C_{15}, C_{16})$
--

를 사용하여 입력노드에서 계산한 값이 과다하게 발산하지 않고 -1에서 1사이로 수렴할 수 있도록 하였다.

<표 4>의 결과를 보면 아무 입력벡터로 부터도 영향을 받지 않고 단지 입력의 역할만 하는 입력노드는 C₁, C₂, C₃, C₅, C₆, C₉, C₁₁, C₁₂, C₁₅의 9개 노드, 최종 목표벡터는 아니지만 중간에 값을 받아 전달하는 매개역할을 하는 중간노드는 C₄, C₇, C₈, C₁₀, C₁₃, C₁₄, C₁₆의 7개 노드, 그리고 벤더가 선택되었는지를 결정하는 최종 목표값은 C₁₇로 1개로 나타났다.

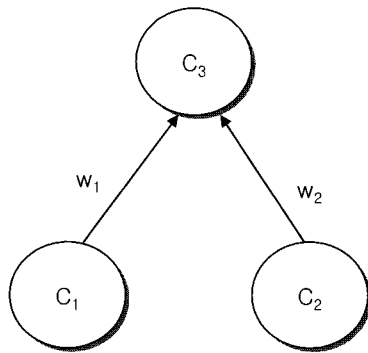
이때, 입력노드에서 중간노드로 전이되는 계산값과 최초 설문지로부터 확보한 실제값을 어떻게 처리할 지 역시 매우 중요한 문제다. Lee and Chung [14]의 연구에서는 가중치 차체를 설문서를 이용하여 구한 관계로 본 연구와 다소 상이한 접근 방법

을 사용하고 있다. 그러나 시뮬레이션 단계에서는 입력노드의 값과 가중치를 곱해서 하이퍼볼릭 탄젠트 함수로 전환하여 중간노드 값으로 사용하고 있다. 본 연구에서는 이미 언급한 바와 같이 중간노드 값이 실제값(설문서에서 도출된 값)과 입력노드의 곱에 하이퍼볼릭 탄젠트 함수를 계산한 예측값의 두개가 존재하기 때문에 이를 적절히 처리해 주어야 한다. 본 연구에서는 이를 위해 피지연산에서 사용되는 MAX(실제값, 예측값), MIN(실제값, 예측값) 을 고려하였는데 보수적인 관점에서의 MIN 값을 이용하는 것이 타당하다고 판단되어 중간노드로 입력되는 실제값과 예측값 중에서는 작은 값

을 택하도록 정하였다.

이상의 결과를 GA를 이용하여 가중치를 도출하기 위하여 Palisade사의 Evolver 5.0프로그램을 이용하여 엑셀에서 모형화 하였다. 실험환경은 선행 연구들의 GA 알고리즘 실험환경 설정 수준을 참고로 하여 모집단의 크기는 50, 교차율(crossover)은 0.5, 돌연변이율(mutation)은 0.06으로 설정하였다. <그림 6>에는 엑셀시트에 구현한 GAFCoM의 계산과정과 결과를 도식화 하였다.

<그림 6>과 같은 인과관계 행렬을 도출하기 위해 기존의 경로분석이나 설문서 방법과 비교해 볼 때 GAFCoM을 이용한 방법은 속도나 편리성 측면



Step 1: $C_1w_1 + C_2w_2$

Step 2: $\hat{C}_3 = \tanh(C_1w_1 + C_2w_2)$

Step 3: $\text{Min}(\hat{C}_3, C_3)$

단, tanh: 하이퍼볼릭 탄젠트 함수
 C : 설문서에서 획득한 실제값
 \hat{C} : 입력노드와 가중치 곱

<그림 5> 중간노드값의 처리 방법

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
C1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
C3	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	-1.00
C5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.23	0.06
C6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
C7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
C8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.43
C10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99
C11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00
C12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-0.24	0.00
C13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
C14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.99
C15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	-1.00	0.25
C16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.77
C17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<그림 6> GAFCoM을 이용한 가중치 계산 결과

에서 뛰어났으며, 기존 자료를 잘 설명할 수 있는 가중치를 도출하는 것으로 판단되었다.

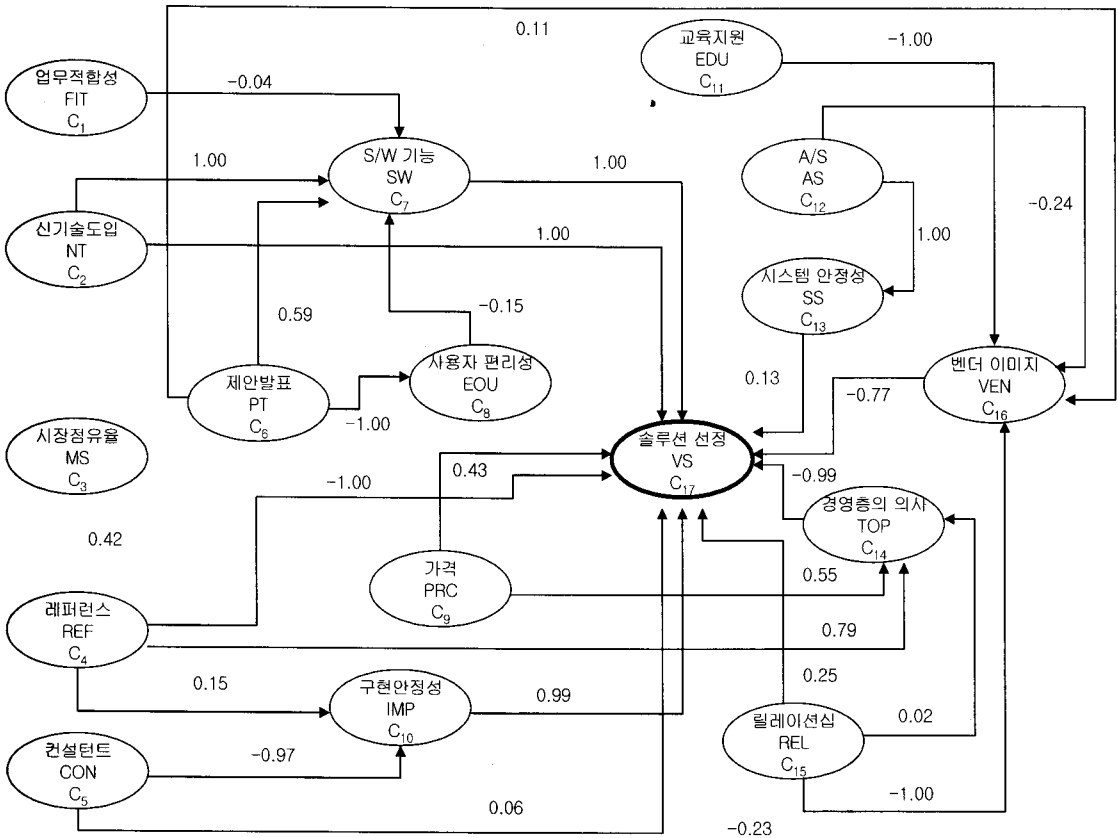
이러한 가중치를 이용하여 최종 FCM을 도출하면 <그림 7>과 같이 된다. 이렇게 도출된 FCM은 정방향 시뮬레이션과 역방향 시뮬레이션이 모두 가능한데 다음 장에서는 연구 2인 역방향 시뮬레이션에서의 GA 활용방안에 대해 소개하겠다.

4.4 연구 2의 적용

<그림 7>과 같이 인지지도가 구축되어 goal-seeking을 위한 모형이 구축되었다. 연구 1를 통하여 입력노드값과 목표값과의 인과관계가 가중치 행렬로 엮여 있기 때문에, 연구 2에서는 특정목표값을 적합도 함수로 하고 입력노드가 어떻게 변하는

지 역으로 찾으면 된다. 사실, 인과관계 가중치를 도출하는데에서도 나타난 바와 같이 솔루션을 선정하게 하는데는 많은 조합이 가능하며, 본 연구와 같이 최종목표가 선정/미선정인 경우는 수 많은 경우의 가지수가 도출되게 된다. 따라서 본 연구에서는 연구 2를 수행하기 위해 3가지 정도 시나리오를 구축하되, 각 시나리오별로 제약조건을 두고 이러한 제약조건 하에서 원하는 목표를 달성하기 위해 평균적인 상황과 비교하여 각 입력노드 값이 어떤 값을 가져야 하는지 살펴보았다.

특히, 시나리오를 선정함에 있어서 특정한 조건을 고정시키고 원하는 목표값을 입력하였을 때 해당 요인의 변화를 평균값과 비교함으로써 구체적인 액션 플랜이 어떻게 구사되어야 하는지 검토하였다.



<그림 7> GAFCoM에 의해 도출된 가중치를 반영한 FCM

<표 5> 25개 사례에서 살펴본 표준상황

입력노드	값	의미
C ₁ : 업무적합성	0.5	적합도 30~50%
C ₂ : 신기술도입	0.5	업계 리딩 기술
C ₃ : 시장점유율	0.5	market share 2, 3위
C ₄ : 레퍼런스	0.5	해의 동일업종 유사규모 존재
C ₅ : 컨설턴트	0.5	컨설턴트 평균경력 5~7년
C ₆ : 제안발표	0.5	우수
C ₇ : S/W기능	0.5	우수
C ₈ : 사용자편이성	0	보통
C ₉ : 가격	0.8	예산의 90%~100% 수준
C ₁₀ : 구현안정성	0	보통
C ₁₁ : 교육지원	0.5	좋음
C ₁₂ : A/S	0.7	실시간은 아니어도 큰 문제없음
C ₁₃ : 시스템 안정성	-0.5	다른 사이트에서 문제발생 있음
C ₁₄ : 경영층의사	0.7	50% 이상 영향을 미침
C ₁₅ : 관계	0.2	몇차례 만나 안면이 있음
C ₁₆ : 벤더 이미지	0.5	보통
C ₁₇ : 벤더 선택	0.656	예측값, 1: 선택, 0: 미선택

4.4.1 시나리오 1: S/W의 기술은 좋은데 가격이 비싼 경우

첫 번째 시나리오는 S/W기술은 좋은데 가격이 비싼 경우로 S/W 판매에서 흔히 발생하는 상황이다. 이러한 상황을 분석하기 위해 C₂(신기술도입) = 1, C₇(S/W기능) = 1, C₈(사용자편이성) = 1 그리고, C₉(가격) = -0.2 의 상황을 주고 벤더 선택의 가능성을 0.7이상으로 하였을 때 입력조건들이 어떻게 변해야 하는지 GAFCoM을 이용하여 확인하였다. 이때 한 가지 주의할 점은 벤더 선택의 가능성을 1정도로 최대값을 주게 되면 영향요인들이 모두 실제로는 구현하기 어려운 극단치의 값을 나타낼 수 있기 때문에 0.7~0.8정도의 실현 가능성 있는 값을 제시하는 것이 바람직하다고 판단하였다. 분석결과는 <표 6>과 같다.

분석결과 신기술의 도입 (C₁), S/W기능의 강화 (C₇), 사용자 편이성의 강화 (C₈), 그리고 가격경쟁

<표 6> 시나리오 1에 대한 goal-seeking 분석결과

입력노드	평균값	GAFCoM의 탐색결과
C ₁ : 업무적합성	0.5	-0.3
C ₂ : 신기술도입	0.5	1.0
C ₃ : 시장점유율	0.5	-0.7
C ₄ : 레퍼런스	0.5	-0.3
C ₅ : 컨설턴트	0.5	0.0
C ₆ : 제안발표	0.5	-0.6
C ₇ : S/W기능	0.5	1.0
C ₈ : 사용자 편이성	0	1.0
C ₉ : 가격	0.8	-0.2
C ₁₀ : 구현안정성	0	0.0
C ₁₁ : 교육지원	0.5	-0.3
C ₁₂ : A/S	0.7	-0.1
C ₁₃ : 시스템 안정성	-0.5	-0.1
C ₁₄ : 경영층의사	0.7	-0.3
C ₁₅ : 관계	0.2	-0.7
C ₁₆ : 벤더 이미지	0.5	0.7

력의 약화 (-0.2)와 같은 상황에서 자사의 S/W가 선택되게 하는데 있어서 영향요인의 변화가 평균치와 비교하여 많이 변화였다. 다른 요인들은 전반적으로 (-)의 결과가 도출되어 비교적 자원을 덜 투입해도 되는 것으로 나타났으나 선택의 가능성을 0.7이상으로 가져가기 위해 본 상황에서는 벤더의 이미지 (C₁₆)을 평균치 이상인 0.7이상으로 가져가야 하는 것으로 나타났다. 따라서 벤더에서는 이러한 상황을 파악하여 구체적인 액션 플랜을 수립할 수 있다.

4.4.2 시나리오 2: 시장점유율, 교육지원, A/S 등 강점이 있으나 관계가 안 좋은 경우

두 번째 시나리오는 시장점유율 (C₃) = 1, 교육지원 (C₁₁) = 1, A/S (C₁₂) = 1 등은 매우 좋지만 해당 기업체와의 관계 (C₁₅) = -0.7가 소원한 경우에 어떠한 전략으로 벤더 선택의 가능성을 높일 수 있는지 GAFCoM의 goal-seeking 기능을 이용하여 탐색해 보았다. 분석결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 시나리오 2에 대한 goal-seeking 분석결과

입력노드	평균값	GAFCoM의 탐색결과
C ₁ : 업무적합성	0.5	-0.99
C ₂ : 신기술도입	0.5	-0.41
C ₃ : 시장점유율	0.5	<u>1.00</u>
C ₄ : 레퍼런스	0.5	0.40
C ₅ : 컨설턴트	0.5	0.90
C ₆ : 제안발표	0.5	0.98
C ₇ : S/W기능	0.5	0.33
C ₈ : 사용자편이성	0	-0.75
C ₉ : 가격	0.8	0.99
C ₁₀ : 구현안정성	0	-0.67
C ₁₁ : 교육지원	0.5	<u>1.00</u>
C ₁₂ : A/S	0.7	<u>1.00</u>
C ₁₃ : 시스템 안정성	-0.5	0.76
C ₁₄ : 경영층의사	0.7	0.67
C ₁₅ : 관계	0.2	<u>-0.70</u>
C ₁₆ : 벤더 이미지	0.5	-0.57

분석결과 S/W를 판매하는 기업과 관계가 매우 안좋더라도 판매의 가능성을 0.7이상 올리는 전략이 존재하였다. 인지지도의 인과관계로 인하여 (+), (-)의 변화는 다소 존재하였지만 컨설턴트 (C₅)를 우수한 컨설턴트로 투입하고 제안발표를 매우 잘 한다면 (C₆) 가능성이 있었다. 이때 시스템의 안정성 (C₁₃) 측면에서 다른 사이트에서 한번도 문제가 된 적이 없었던 경우여야 거래의 성사 가능성이 있는 것으로 나타났다.

4.4.3 시나리오 3 : 경영층의 의지가 많이 개입

되나, 벤더 이미지가 높지 않은 경우

세 번째 시나리오는 경영층의 의지 (C₁₄) = 1로 매우 영향력이 크나, 벤더의 이미지 (C₁₆) = -0.5 로 좋지 않은 경우 선택의 가능성을 높이기 위해 중요한 요인이 무엇인지 찾는 것이다. GAFCoM을 이용한 분석결과는 <표 8>과 같다.

분석결과 S/W를 판매하는 경영층의 의사가 강하고 벤더에 대한 이미지가 매우 안좋은 경우에도

<표 8> 시나리오 2에 대한 goal-seeking 분석결과

입력노드	평균값	GAFCoM의 탐색결과
C ₁ : 업무적합성	0.5	-0.99
C ₂ : 신기술도입	0.5	-0.41
C ₃ : 시장점유율	0.5	1.00
C ₄ : 레퍼런스	0.5	0.40
C ₅ : 컨설턴트	0.5	0.90
C ₆ : 제안발표	0.5	0.98
C ₇ : S/W기능	0.5	0.33
C ₈ : 사용자편이성	0	-0.75
C ₉ : 가격	0.8	0.99
C ₁₀ : 구현안정성	0	-0.67
C ₁₁ : 교육지원	0.5	1.00
C ₁₂ : A/S	0.7	1.00
C ₁₃ : 시스템 안정성	-0.5	0.76
C ₁₄ : 경영층의사	0.7	<u>1.00</u>
C ₁₅ : 관계	0.2	-0.7
C ₁₆ : 벤더 이미지	0.5	<u>-0.5</u>

판매의 가능성을 0.7이상으로 올리는 전략이 존재하였다. 그러나 시장점유율 (C₃)를 최상으로 해야 하고 컨설턴트 (C₅)나 제안발표 (C₆)도 잘 해야 하고 교육지원 (C₁₁)이나 A/S (C₁₂) 등도 거의 최상으로 해야 하며 시스템의 안정성 (C₁₃) 역시 평균을 크게 상회하는 높은 값을 나타내야 함을 알 수 있었다. 이러한 결과를 보면 벤더의 이미지 (C₁₆)와 경영층의 의사 (C₁₄) 그리고 벤더 선택 (C₁₇)이 매우 중요한 관계가 있음을 유추할 수 있다.

4.5 성과 평가

이상으로 도출된 GAFCoM이 실제 현장에서 적용가능할 정도로 유용한지 여부를 평가하기 위하여 [부록 1]과 같은 설문서를 만들어 성과평가를 실시하였다. 본 연구의 주요한 목표가 GA를 이용한 적응율을 개선한다거나, 오차율을 최소화 하는데 있기 보다는 실제 의사결정에 얼마나 유용한지를 판단하는 것이기 때문에, 이상의 연구 결과를 실제 업무에서 활용하고 있는 영업사원 30명을 대

〈표 9〉 성과평가 결과

질문번호	일반적 방법 ¹⁾ (n = 30)		GAFCoM(n = 30)		t-value for difference	p-value
	Mean	SD	Mean	SD		
1	4.433	1.755	5.367	1.586	-2.904	0.007***
2	3.933	1.893	5.300	1.601	-3.862	0.001***
3	4.333	2.023	5.267	1.388	-2.783	0.009***
4	3.933	1.680	5.200	1.627	-3.702	0.001***
5	3.533	1.776	4.333	1.516	-2.693	0.012**
6	4.100	1.882	4.700	1.601	-1.833	0.077*
7	3.867	1.634	4.567	1.547	-2.062	0.048**
8	3.800	1.186	4.433	1.547	-2.102	0.044**
9	4.267	1.484	5.000	1.702	-2.483	0.019**
10	3.633	1.299	4.467	1.525	-3.280	0.003***
11	4.433	1.251	4.633	1.586	-0.626	0.536
12	4.433	1.406	5.167	1.367	-2.362	0.025**
13	4.133	1.408	4.800	1.472	-1.707	0.098*

주) * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

상으로 그 유용성을 검증하였다.

질문 내용은 영업사원들이 경험적으로 의사결정하는 방법과 GAFCoM을 사용하는 각각의 경우에 대해 평가하도록 하였다. 이때, 경험적 의사결정 방법에 대해서는 자신이 의사결정하는 방법에 대해서 각각 13가지 문항에 대해 평가하도록 하였으며, GAFCoM의 경우에는 연구자가 GAFCoM을 이용하여 실제 구매예측을 하는 과정 및 결과를 보여주고 이러한 시스템을 사용할 경우에 어떤 효과를 얻을 수 있을지에 대해 7점 척도로 평가하도록 하였다. 즉, 각 항목에 대해 매우 동의하지 않는다(1) ~ 매우 동의한다(7)의 점수를 부여 받았다.

이렇게 도출된 평가값에 분석을 위해 대응 t-test 분석을 실시하였는데 본 실험의 내용을 사전에 인지하여 GAFCoM에 더 높은 응답이 나오는

호손효과 (Hawthorne effect)를 방지하기 위해 응답자들은 GAFCoM을 사용했을 때와 그렇지 않은 일반적인 개인개인의 주관적 방법을 사용했을 때의 성과를 무작위로 섞어 응답하도록 하였다.

분석결과 응답자들은 GAFCoM을 사용한 경우가 그렇지 않은 일반적인 방법에 비해 우수하다고 인식하는 것으로 나타났다 (<표 9> 참조). 단지, 11번 항목인 “나는 쉽게 GAFCoM을 정의할 수 있다”와 같은 항목에서는 개개인이 사용하는 경험적이고 주관적 방법과 유의한 차이를 나타내지 않았으나 전반적으로는 우수하게 인식하는 것으로 나타났다. 설문 문항이 주로 GAFCoM을 이용하여 문제를 해결하는 과정, 문제해결 방법, 문제해결 결과에 중점을 두었는데 전반적으로 이에 대한 만족도가 기존의 방법에 비해 의미 있는 것으로 나타났다.

1) 성과평가에서 ‘일반적 방법’이란 영업사원들이 가지고 있는 경험적 지식을 바탕으로 의사결정하는 것에 대해 평가하도록 한 후 그 결과를 기록한 것이다. 예를 들어, ‘일반적 방법’의 1번 질문은 ‘나는 향후 판매 의사결정을 함에 있어서 내 경험적 지식을 사용하는 것이 부담스럽다’로 측정하였으며 나머지 문항도 유사한 방식으로 측정하였다.

6. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 그 동안 FCM 연구에서 한계점으로 가지고 있던 인과관계 가중치를 계산하는 방법과 goal-seeking 추론을 위해 GA 기법을 도입하고 이

를 구현한 GAFCoM을 소개하고 실증적으로 적용하여 그 유용성을 보였다.

분석결과 GAFCoM을 통하여 인과관계 가중치를 탐색하는 방법이 매우 유연하고 신속하게 탐색이 가능하였으며, goal-seeking 역시 기존의 FCM 추론을 통해서 얻을 수 없는 유익한 결론을 도출하는 것으로 판단하였다. 총 30명의 현업에 근무하는 S/W 판매 영업사원을 대상으로 설문한 결과에서도 GAFCoM이 현업에서도 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 인정받았다. 이와 같이, 본 연구는 기존의 FCM 가중치 도출 방법 및 goal-seeking 추론을 가능케 하는 새로운 접근법을 개발했다는 점에서 이론적 공헌이 있으며, 이를 실제 사례에 적용하여 그 유용성을 실증적으로 검증하였다는 점에서 실무적 공헌이 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 몇가지 한계점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구의 프로토타입은 엑셀 기반의 Evolver라는 상용용 S/W를 가지고 구현된 관계로 현업에서 사용하려면 복잡한 연산이 여전히 요구되며, 현재의 상태로는 연구자가 해석을 해주기 전에는 이해하기가 다소 어렵다. 따라서, 이를 시스템화 하여 최종 사용자의 불편함을 어느 정도 덜어주려는 노력이 필요하다.

둘째, 본 연구에서 도출된 방법론은 기존의 방법론에 비해 신속하고 노드수가 많은 경우에도 안정적으로 가중치를 도출해 줄 수는 있지만, GA의 탐색 수준에 따라서 동일한 데이터에서도 조금은 상이한 인과관계 가중치가 도출되었다. 차후에는 동일한 데이터에서 상이한 가중치가 발생하는 경우 이를 다루는 방법에 대해서도 고민이 필요하다. 특히, 이는 goal-seeking에서도 동일한 문제가 발생하는 바 이러한 동일한 환경에서의 상이한 결과를 어떻게 수용할 것인지에 대한 가이드 라인이 필요하다고 판단된다.

향후 연구방향으로는 본 연구에서는 S/W 판매 의사결정문제에 적용하였지만 경영활동에 발생하는 다양한 의사결정문제에 적용이 가능하다는 것을 실증적으로 보여줄 필요가 있고, 이를 시스템화

하여 실질적으로 의사결정에 얼마나 도움을 주는 지 평가하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 이건창, 정남호, 조형래, "계층화된 퍼지인식도를 이용한 웹 사이트 디자인 시뮬레이션에 관한 연구", 「경영과학회지」, 제26권, 제1호 (2001), pp.15-32.
- [2] 홍승현, 신경식, "유전자 알고리즘을 활용한 인공신경망 모형 최적입력변수의 선정: 부도 예측모형을 중심으로", 「한국지능정보시스템학회논문지」, 제9권, 제1호(2003), pp.227-250.
- [2] Banini, G.A. and R.A. Bearman, "Application of Fuzzy Cognitive Maps to Factors Affecting Slurry Rheology," *International Journal of Mineral Processing*, Vol.52(1998), pp.233-244.
- [3] Colin, A.M., *Genetic Algorithm for Financial Modeling*, In Deboeck, G.J. (Eds.), *Trading on the Edge*, John Wiley, New York, (1994), pp.148-173.
- [4] Dickerson, J.A. and B. Kosko, "Adaptive Cognitive Maps in Virtual Worlds," *International Neural Network Society, Annual Meeting World Congress Neural Networks*, 1994.
- [5] Diffenbach, J., "Influence Diagrams for Complex Strategic Issues," *Strategic Management Journal*, Vol.3(1982), pp.133-146.
- [6] Everdingen, Y., J. Hillegersberg, and E. Waarts, "ERP adoption by European Mid-size Companies," *Communications of the ACM*, Vol.43, No.4(2000), pp.27-31.
- [7] Fiol, M.C., "Maps for Managers: Where are We-Where do We Go from Here-," *Journal of Management Studies*, Vol.29, No.3 (1992), pp.267-285.

- [8] Fu, L., "CAUSIM : A Rule-Based Causal Simulation System," *Simulation*, Vol.56, No.4(1991), pp.251-264.
- [9] Kang, I., K.C. Lee, S. Lee, and J. Choi, "Investigation of Online Community Voluntary Behavior Using Cognitive Map," *Computers in Human Behavior*, Vol.23, No.1 (2007), pp.111-126.
- [10] Kang, I.W., S. Lee, and J. Choi, "Using Fuzzy Cognitive Map for the Relationship Management in Airline Service," *Expert Systems with Applications*, Vol.26, No.4 (2003), pp.545-555.
- [11] Kardaras, D. and B. Karakostas, "The Use of Fuzzy Cognitive Maps to Simulate the Information Systems Strategic Planning Process," *Information and Software Technology*, Vol.41(1999), pp.197-210.
- [12] Khan, M.S., S. Khor, and A. Chong, "Fuzzy Cognitive Maps With Genetic Algorithm for Goal-Oriented Decision Support," *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, Vol. 2(2004), pp.31-42.
- [13] Kwahk, K.Y. and Y.G. Kim, "Supporting Business Process Redesign Using Cognitive Maps," *Decision Support Systems*, Vol.25, No.2(1999), pp.155-178.
- [14] Lee, K.C. and N.H. Chung, "Cognitive Map-based Website Design : Empirical Analysis Approach," *Online Information Review*, Vol. 30, No.2(2006), pp.139-154.
- [15] Lee, K.C. and S. Lee, "A Cognitive Map Simulation approach to adjusting the Design Factors of the electronic Commerce Web Sites," *Expert Systems with Applications*, Vol.24, No.1(2003), pp.1-11.
- [16] Lee, S.J. and I.G. Han, "Fuzzy Cognitive Map for the Design of EDI Controls," *Information & Management*, Vol.37(2000), pp. 37-50.
- [17] Montazemi, A.R. and D.W. Conrath, "The Use of Cognitive Mapping for Information Requirements Analysis," *MIS Quarterly*, Vol.10, No.1(1986), pp.45-56.
- [18] Nakamura, K., S. Iwai, and T. Sawaragi, "Decision Support Using Causation Knowledge Base," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.12, No.6 (1982), pp.765-777.
- [19] Pal, S.K. and P.P. Wang, *Genetic Algorithm for Pattern Recognition*, CRC Press, 1996.
- [20] Schneider, M., E. Schaidler, A. Kandel, and G. Chew, "Automatic Construction of FCMs," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.93(1998), pp. 161-172.
- [21] Shin, K.S. and I. Han, "Using Genetic Algorithm to Support Case Based Reasoning : Application to Corporate Bond Rating Integration," *Proceeding of 2nd Aisa Pacific Decision Science Institutes (DSI) Conference*, Taipei, 1998.
- [22] Shin, K.S. and Y.J. Lee, "A Genetic Algorithm Application in Bankruptcy Prediction Modeling," *Expert Systems with Applications*, Vol.23m No.3(2002), pp.321-328.
- [23] Stach, W., L. Kurgan, W. Pedrycz, and M. Reformat, "Genetic Learning of Fuzzy Cognitive Maps," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.153(2005), pp.371-401.
- [24] Taber, W.R., "Knowledge Processing with Fuzzy Cognitive Maps," *Expert Systems with Applications*, Vol.2, No.1(1991), 83-87.
- [25] Verville, J. and A. Halingtem, "An Investigation of the Decision Process for Selecting

- and ERP software : the Case of ESC, Management Decision, Vol.40, No.3(2002), pp. 206-216.
- [26] Xirogiannis, G. and M. Glykas, "Fuzzy Cognitive Maps in Business Analysis and Performance-Driven Change," *IEEE Transactions on Engineering Management* Vol. 51, No.3(2004), pp.334-351.

[부록 1] GAFCoM을 이용한 의사결정 성과 향상 평가 설문지

각 질문에 대하여 다음과 같은 보기를 주고 7점 척도로 응답하게 한 후 분석을 실시하였다.

(예) 매우 동의하지

않음

보통

매우

동의함

1-----2-----3-----4-----5-----⑥-----7

1. 나는 향후 판매 의사결정을 함에 있어서 GAFCoM을 사용하는 것이 부담스럽다 ⑥.
2. 나는 판매 의사결정을 함에 있어서 GAFCoM을 사용하는 것이 적절하지 않다 ⑥.
3. GAFCoM을 이용하여 문제 해결하는 과정이 재미 있다.
4. GAFCoM을 이용하여 문제를 해결하는 접근 방법이 즐겁다.
5. GAFCoM를 이용하여 문제를 해결하는 것은 좌절이 된다 ⑥.
6. GAFCoM을 이용하면 문제 해결에서 중요한 요소를 놓칠 것 같지 않다.
7. GAFCoM을 이용하면 문제 해결에서 때를 놓치지 않을 것 같다.
8. GAFCoM을 이용하여 문제를 해결하는데 너무 시간이 많이 걸린다 ⑥.
9. GAFCoM을 이용하여 문제를 해결하는 것은 너무 노력이 많이 든다.
10. GAFCoM을 이용하는 사람들은 만족스러울 것이다.
11. 나는 쉽게 GAFCoM을 정의할 수 있다.
12. GAFCoM은 매우 구조적으로 의사결정 할 수 있게 해준다.
13. GAFCoM을 이용한 의사결정과정은 체계적이다.