

퍼지 TAM 네트워크를 이용한 건설협력업체 핵심역량모델의 패턴분석

Pattern Analysis of Core Competency Model for Subcontractors of Construction Companies Using Fuzzy TAM Network

김성은* · 황승국**

Sung-Eun Kim and Seung-Gook Hwang

* 경남대학교 산업공학과 박사과정

** 경남대학교 산업공학과 교수

Department of Industrial Engineering, Kyungnam University

요 약

생물학적으로 동기가 되는 신경망 모델에 기반한 TAM 네트워크는 특별히 패턴분석에 효과적인 모델이다. TAM 네트워크는 입력층, 카테고리층, 출력층으로 구성되어 있다. 입력 및 출력 데이터에 대한 퍼지룰은 TAM 네트워크에서 얻어진다. 각 층에서 링크와 노드를 감소하기 위한 3가지의 프루닝룰을 사용하는 TAM 네트워크를 퍼지 TAM 네트워크라고 한다. 본 논문에서는 퍼지 TAM 네트워크를 건설협력업체의 핵심역량모델의 패턴분석에 적용하고 그 유용성을 보인다.

Abstract

The TAM(Topographic Attentive Mapping) network based on a biologically-motivated neural network model is an especially effective one for pattern analysis. It is composed of of input layer, category layer, and output layer. Fuzzy rule, for input and output data are acquired from it. The TAM network with three pruning rules for reducing links and nodes at the layer is called fuzzy TAM network. In this paper, we apply fuzzy TAM network to pattern analysis of core competency model for subcontractors of construction companies and show its usefulness.

Key words : Fuzzy TAM Network, Pattern Analysis, Subcontractors of Construction Companies, Core Competency Model

1. 서 론

21세기 건설 산업의 고품질, 신기술, 시공능력 등 경쟁력 확보를 위해서는 전문건설업체 즉 공종별 협력업체의 전문성이 요구되며, 이를 위해서는 건설업체들의 우수한 협력업체 확보 및 관리가 필연적이고, 협력업체에 대한 종합적인 평가체도가 절실히 요구되고 있는 실정이다[1]. 건설협력업체의 평가에 대한 객관적이고 합리적인 평가모델개발 및 평가체제의 개선에 관한 연구[1,2] 등이 행해지고 있지만 건설협력업체의 평가등급에 대한 패턴을 분석하는 연구는 미미하다고 할 수 있다. 건설협력업체에 대한 패턴분석은 건설협력업체의 평가를 통해 현재 상황을 파악하고 해당업체의 경쟁력 확보를 위해서 어떤 부분을 보완하고 개선해야 하는가를 제시할 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 일반적인 건설협력업체의 평가모델을 경쟁력 향상을 위한 핵심역량모델[3,4,5]로 간주하고, 기존의 연구를 기초로 하여 건설협력업체를 평가할 수 있는 전

문가들에 대한 설문조사를 통해 10개 부문 69개 평가항목을 선정하였다. 이를 건설협력업체의 핵심역량모델로 해서 다시 전문가들을 통해 90개의 건설협력업체에 대한 평가와 이를 통한 등급을 결정해서 패턴분석에 매우 효과적인 신경망모델인 퍼지 TAM 네트워크[5-10]의 입력 및 출력데이터로 사용하였다. 즉, 10개 부문에서 각 부문의 평가항목의 점수를 합하여 한 부문의 평가점수로 하였고, 부문에 따라 중요도도 차이가 날 수 있으므로 AHP(Analytic Hierarchy Process)의 고유벡터법에 의한 가중치를 구하여서 각 부문의 가중한 평가점수를 입력데이터로, 건설협력업체의 평가등급을 출력데이터로 패턴분석을 실시하여 퍼지 TAM 네트워크가 건설협력업체 핵심역량모델의 패턴분석 도구로서 적합함을 제시하고자 한다.

2. 건설협력업체의 핵심역량모델

본 논문에서 사용하고자 하는 건설협력업체의 핵심역량모델은 기존연구[1,2]의 평가항목을 기초로 하여 건설협력업체 평가 전문가의 설문을 통하여 선정한 10개 부문 69개 항목은 표 1과 같다. 설문을 한 기업은 우수한 건설협력업체를 보유하고 있는 종합건설사(토건, 토목, 건축)로서, 조달청 신고 실

접수일자 : 2006년 1월 7일

완료일자 : 2006년 2월 6일

본 연구는 2005학년도 경남대학교 학술논문게재연구비 지원으로 이루어졌음.

적 금액 기준으로 기업의 균을 6등급으로 나누었을 때 1-3 등급에 해당되는 기업으로서 매출액 150-1000억 이상인 기업이다.

표 1에서 경영부문, 재무부문, 기술부문, 업체기여도, 시공 능력은 본사평가에 해당하며, 품질관리, 안전관리, 환경관리, 시공관리, 현장관리는 현장평가에 해당된다.

표 1. 건설협력업체의 핵심역량모델
Table 1. Core competency model for subcontractors of construction companies

경영 부문	경영전략 및 비전수립 정도
	목표달성을 위한 경영시스템구축 정도
	조직원간의 의사소통 시스템구축 정도
	사회적 책임 및 기업윤리 실천 정도
	경영자 리더십
	품질경영·안전관리 시스템 구축 정도
	신기술 개발과 연구개발 투자계획
	자금운용 및 조달계획의 적절성
	공무원가 및 손익관리 정도
정보시스템을 이용한 의사결정 및 업무활용 정도	
재무 부문	부채비율
	유동비율
	매출액 대비 순이익율
	총자본 회전율
기술 부문	기술인력 보유수준
	신공법 / 신기술 개발실적
	연구개발 투자 비율
업체 기여 도	수주 금액
	민원처리 신속성
	발주처 난공사 수행실적
시공 능력	발주처 전략사업 참여 실적
	공사 시공실적
	시공능력 평가액 순위
품질 관리	우수 시공사 포상 실적
	품질관리계획서의 현장 종합시공계획서 및 작업절차서와의 상호연관성
	교육계획 수립 및 실시 정도
	공정별 시험·검사 계획서, 절차서 작성 정도
	법적 품질관리 요원 및 자격사항 합치 여부
	시험·검사 기록관리 및 보관 정도
	측정·시험장비의 검교정 표준 작성 및 검교정 관리대장 작성 정도
	검사·시험·계측용 장비목록 작성 정도
	시방서, 법규, 절차서, 도면 등 문서관리 정도
	자재·구매관리 절차서 작성 및 재고관리 정도
	부적합사항 시정조치 처리 시스템 구축 정도
안전 관리	안전관리 계획서 작성 정도
	건강 진단계획수립 및 실시 정도
	작업자 개인보호장구 지급 및 관리
	화재예방 및 위험물관리상태
	전담 안전관리 요원 운영
	위험기계·기구관리
	표준 안전시설물 설치
	추락, 낙하 등 위험작업관리
무재해 달성에 따른 포상 정도	
안전관리 미이행사항의 시정조치에 대한 기록 관리 여부	

환경 관리	환경관리계획서 작성 정도
	환경시스템구축 및 환경방침설정 정도
	환경 교육계획수립 및 실시 정도
	폐기물·유해물질 분리수거 및 관리대장 작성 정도
	유해물질 식별관리 및 폐기물 유해물질 보관관리시스템 구축 정도
	유해물질 취급 및 저장소의 시정조치 여부
시공 관리	환경관리 책임자 선정(자율점검 및 체크리스트 작성 정도)
	수질, 대기, 소음, 폐기물 부적합사항 시정조치 및 예방관리
	종합시공계획서 및 공종별 세부시공계획서 작성 정도
	특수공종 작업계획서 작성 정도
	공정별 절차서 및 지침서 작성 정도
	예정공기 달성여부
현장 관리	사전설계검토 후 결과 발주처 승인 여부
	설계도면 검토결과 대책수립 및 기록 정도
	도면용도(시공용, 참고용)식별관리
	숙련공의 확보정도
	공정관리 계획수립 정도
	공정진행상 문제점 및 지시사항에 대한 대책수립 정도
현장 관리	현장시공 시스템 구축 정도
	장비의 계획대비 실질 투입 정도
	자재조달의 계획대비 실질 입고 정도
	본사 시공기술부서 현장 지원 정도
	자재비, 노무비, 장비비 등 자금운영 계획수립의 적절성
	작업인력 수급계획
원가관리 시스템 구축 정도	

3. 퍼지 TAM 네트워크

퍼지 TAM 네트워크는 기본적으로 TAM 네트워크를 적용하고 있으며 그 구조는 그림 1과 같다. 그 구조를 보면 입력층, 카테고리층, 출력층을 형성하고 있으며, 입력데이터가 분포의 형태로 입력층에서 입력되면 출력층의 노드수와 관련하여 카테고리층의 노드수가 생성되며, 그 수만큼 퍼지물이 생성된다. 이것은 출력층의 노드수에 해당하는 패턴을 분류하는 기준이 된다.

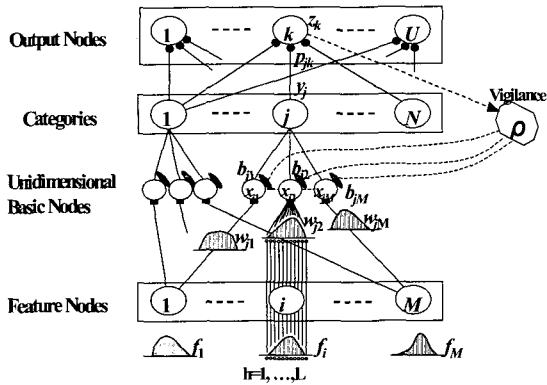


그림 1. 퍼지 TAM 네트워크의 구조
Fig. 1 Structure of fuzzy TAM Network

퍼지 TAM 네트워크는 TAM 네트워크의 각 층에 있는 링크와 노드간의 결합을 삭제하는 부분이 추가되어 있는 것이 차이이다.

퍼지 TAM 네트워크에 대한 자세한 설명은 다음과 같다. 카테고리층에서는 속성노드 f_i 에의 분포데이터 f_{ih} 와 학습파라미터 w_{jih} 와의 활성치 x_{ji} 를 계산하고, 출력층에의 출력 y_j 를 구한다.

$$x_{ji} = \frac{\sum_{h=1}^L f_{ih} w_{jih}}{1 + \rho^2 b_{ji}} \quad (1)$$

$$y_j = \sum_{i=1}^M x_{ji} \quad (2)$$

단, ρ 는 경계(vigilance) 파라미터이고, b_{ji} 는 억제(inhibitory) 가중치이다.

TAM 네트워크의 출력치 K 는 다음 식에서 구한다.

$$K = \{k \mid \max Z_k\} \quad (3)$$

$$Z_k = \sum_{j=1}^N y_j p_{jk} \quad (4)$$

단, p_{jk} 는 출력노드에서의 카테고리에 대한 학습파라미터이다.

지금 K^* 를 바른 값이라 하고, K 가 K^* 와 일치하지 않는 경우에는 선택적 주의를 발동하고, 경계 파라미터 ρ 는 초기치 $\rho = 0$ 에서 상승하고 b_{ji} 와 함께 카테고리의 각 노드의 활성치를 억제한다. ρ 는 $z_{K^*} / z_K \geq OC$ 의 조건이 만족되는 최대치까지 상승하고, 최대치가 되었을 경우에는 카테고리층의 노드를 1개분 증가시킨다. 여기서 OC 는 평가를 위한 역치이다.

만약 $z_{K^*} / z_K < OC$ 이면 반복 (5)

$$(a) \rho = \rho + \rho^{(step)}$$

$$(b) \text{식(1) - (4)}$$

$z_{K^*} / z_K \geq OC$ 혹은 $\rho \geq \rho^{(max)}$ 일 때 까지

한편, $z_{K^*} / z_K \geq OC$ 를 만족하는 경우에는 학습모드로 들어간다.

$$y_j^* = \frac{\prod_{i=1}^M x_{ji} \times \sum_{k=1}^U z_k^* p_{jk}}{\sum_{j=1}^N \prod_{i=1}^M x_{j'i} \times \sum_{k=1}^U z_k^* p_{j'k}} \quad (6)$$

$$z_k^* = 1 \text{ if } k = K^*; z_k^* = 0, \text{ 기타} \quad (7)$$

각 학습파라미터 w_{jih} , p_{jk} , b_{ji} 를 다음과 같이 갱신한다.

$$\Delta w_{jih} = \frac{\alpha y_j^* (f_{ih} - w_{jih})}{\alpha \beta (M) + n_j} \quad (8)$$

$$\Delta p_{jk} = \frac{\alpha^2 y_j^* (z_j^* - p_{jk})}{(\alpha + n_j)^2} \quad (9)$$

$$\Delta b_{ji} = b_j^{(rate)} y_j^* (x_{ji} - b_{ji}) \quad (10)$$

$$\Delta n_j = \alpha y_j^* (x_{ji} - n_j) \quad (11)$$

$$\beta(M) = \frac{\lambda^{1/M}}{1 - \lambda^{1/M}} \quad \lambda \in (0, 1) \quad (12)$$

파라미터의 조정은 네트워크에 데이터가 축적적으로 투입될 때 마다 행해지고, 전체 트레이닝 데이터를 한 번 반복하여 반복 횟수만큼의 학습을 행한다. 학습 후 프루닝 모드로 들어간다. 프루닝 모드에는 속성데이터 f_{si} , $s = 1, 2, \dots$, R 과 바른 값의 클래스 K 에서 만들어지는 R 개의 전 데이터 D 를 트레이닝 데이터와 체크 데이터로 분할한다. 먼저 트레이닝 데이터를 이용하여 입력층의 각 속성의 중요도를 다음 식의 정보량 $H(i)$ 에 의하여 계산하고, 값이 큰 속성 순으로 선택한다.

$$H(i) = - \sum_{j=1}^N g_j \sum_{k=1}^U G_{jk} \log_2 G_{jk} \quad (13)$$

$$g_i = \frac{\sum_{s=1}^R x_{jis}}{\sum_{j=1}^N \sum_{s=1}^R x_{jis}} \quad (14)$$

$$G_{jk} = \frac{\sum_{s \in \psi_k} \gamma_{js} \times p_{jk}}{\sum_{s=1}^R \gamma_{js} \times p_{jk}} \quad (15)$$

$$\gamma_{js} = \prod_{i \in I'} x_{jis} \times x_{jis} \quad (16)$$

여기서, ψ_k 는 D 에서의 클래스 K 를 가지는 데이터의 집합이다. 선택된 속성 i^* 는 다음 식에서 구한다.

$$i^* = \{i | \max H(i)\} \quad (17)$$

프루닝 모드에서는 다음의 3가지 룰에 근거하여 노드간의 결합을 삭제한다.

[프루닝 룰 1]

j 번째의 카테고리에 있어서 k 번째의 클래스와의 사이에서 다음의 조건을 만족한 경우 j 번째의 카테고리와 k' , $k' = 1, 2, \dots, U$, $k' \neq k$ 번째의 클래스와의 결합을 삭제한다. 동시에 j 번째의 카테고리와 $i' \in I^*$ 번째의 속성과의 결합을 삭제한다. 단, n 는 역치이다.

$$G_{jk} \geq n \quad (18)$$

[프루닝 룰 2]

j 번째의 카테고리에 있어서 다음의 조건을 만족한 경우, j 번째의 카테고리와 i 및 $i' \in I^*$ 번째의 속성과의 결합을 삭제한다. 단, θ 는 역치이다.

$$\frac{1}{R} \sum_{s=1}^R \gamma_{js} < \theta \quad (19)$$

[프루닝 룰 3]

클래스 K 에 있어서 다음의 조건을 만족한 경우, K 번째의 클래스와 $j' \neq j$ 번째의 카테고리와의 결합을 삭제한다. 단,

$\Gamma_K = \{s | K = K^*, K = \max_k \sum_{j=1}^N j \cdot \phi_{jk}\}$ 이고 ξ 는 역치이다.

$$\varphi_{jk} = \frac{\sum_{s \in \Gamma_K} \gamma_{js} \times p_{jk}}{\sum_{j=1}^N \sum_{s \in \Gamma_K} \gamma_{js} \times p_{jk}} \geq \xi \quad (20)$$

퍼지 TAM 네트워크의 알고리즘은 다음과 같다.

[단계 1] TAM 네트워크의 출력치 K 를 구한다.

[단계 2] K 가 K^* 와 일치하지 않을 경우, $p = p + p^{(step)}$ 으로 한다. p 가 최대치로 된 경우에는 카테고리층의 노드를 1개분 증가시킨다.

[단계 3] $z_{K^*}/z_K \geq OC$ 를 만족하는 경우에는 학습모드로 들어간다.

[단계 4] [단계 1]에서 [단계 3]까지를 반복하고 트레이닝 데이터를 이용하여 학습한다.

[단계 5] 학습 후에는 프루닝 모드로 들어간다. 트레이닝 데이터에 대한 i 번째 속성의 정보량 $H(i)$ 를 계산한다.

[단계 6] 다음 식의 i^* 를 선택하고, $I^* = \{i^*\}$ 로 한다.

$$i^* = \{i | \max H(i)\} \quad (21)$$

[단계 7] 평가 데이터에 대해서 다음의 조건을 만족하는 경우에 j 번째의 카테고리와 $k' \neq k$ 번째의 클래스와의 결합, $i' \in I^*$ 번째의 속성과의 결합을 삭제한다.

$$G_{jk} \geq n \quad (22)$$

[단계 8] 평가 데이터에 대해서 다음의 조건을 만족하는 경우에 j 번째의 카테고리와 i 및 $i' \in I^*$ 번째의 속성과의 결합을 삭제한다.

$$\frac{1}{R} \sum_{s=1}^R \gamma_{js} < \theta \quad (23)$$

[단계 9] 평가 데이터에 대해서 다음의 조건을 만족하는 경우에 K 번째의 클래스와 $k' \neq k$ 번째의 클래스와 $j' \neq j$ 번째의 카테고리와의 결합을 삭제한다.

$$\phi_{jk} \geq \xi \quad (24)$$

[단계 10] 전 결합이 삭제된 노드를 삭제한다.

[단계 11] [단계 6]에서 모든 속성이 선택되기까지 [단계 5]에서 [단계 10]까지를 반복한다.

알고리즘이 종료된 후에는 I^* 로부터 각 속성의 중요도가 표현되고, ϕ_{jk} 로부터 각 카테고리의 중요도가 표현되어 불필요한 결합이나 노드가 삭제된 네트워크가 만들어진다. 또, TAM 네트워크의 처리과정은 퍼지추론과 동일하기 때문에 이 알고리즘으로부터 속성수, 클래스의 수 및 룰의 수가 조정된 퍼지룰의 획득이 가능하다.

4. 사례 연구

퍼지 TAM 네트워크를 이용한 건설협력업체 핵심역량모델의 패턴분석시에 90개의 건설협력업체 중에서 45개는 모델링을 위한 트레이닝 데이터로 사용하고, 나머지 45개는 모델링의 정도를 평가하기 위한 체킹 데이터로 사용한다. 표 2는 10개 부문에 대한 AHP의 고유벡터법으로 구한 가중치를 나타내고, 표 3은 건설협력업체에 대한 평가 등급을 나타내고 있다. 표 4와 표 5는 표 2의 가중치를 고려하여 산정한 트레이닝 데이터와 체킹 데이터이다. 표 4와 표 5의 출력데이터는 건설협력업체의 등급을 표 3과 같이 10등급으로 나누었을 때 6-9 등급에 해당하는 보통이상의 우수한 건설협력업체의 자료이다.

표 2. AHP의 고유벡터법에 의한 10개 부문의 가중치
Table 2. Weights of 10 departments by eigen vector method of AHP

경영 부문	재무 부문	기술 부문	업체 기여도	시공 능력	품질 관리	안전 관리	환경 관리	시공 관리	현장 관리	계
0.102	0.109	0.068	0.227	0.051	0.085	0.037	0.163	0.043	0.116	1.000

표 3. 건설협력업체의 등급

Table 3. Grade of subcontractor of construction company

매우 불량	불량	미흡	보통 이하	보통	보통 이상	양호	우량	매우 우량	초 우량
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

표 4. 트레이닝 데이터
Table 4. Training data

No.	항목	입력									출력	
		경영부문	재무 부문	기술 부문	업체 기여도	시공 능력	품질 관리	안전 관리	환경 관리	시공 관리	현장 관리	등급
1		6.32	6.53	2.17	11.37	2.24	5.29	2.50	9.10	3.36	9.04	6
2		6.12	2.18	1.76	14.77	2.24	4.95	2.28	9.43	3.19	8.34	6
3		7.14	7.07	3.53	17.05	1.63	5.98	2.65	10.73	3.10	8.34	7
4		6.12	4.90	3.12	12.50	2.44	5.81	2.65	11.38	3.28	8.58	7
5		8.16	8.70	5.02	21.59	4.06	6.83	3.24	11.70	3.62	9.04	9
6		7.14	7.62	3.93	17.05	3.05	5.98	2.58	12.03	3.10	8.58	8
7		8.16	8.70	4.88	17.05	3.15	7.00	3.02	12.03	3.71	9.04	8
8		8.06	8.16	5.42	18.18	3.76	6.83	2.83	8.94	3.53	10.08	8
9		7.75	7.62	3.93	19.32	3.56	6.49	2.87	11.38	3.71	8.81	8
10		7.55	8.70	2.98	18.18	3.05	6.15	2.80	11.38	3.10	9.04	8
11		7.85	9.25	5.42	15.91	2.44	7.43	2.54	8.45	3.62	9.04	8
12		8.87	9.25	3.53	19.32	3.76	7.17	2.83	9.59	3.66	9.85	8
13		7.34	6.53	4.07	17.05	2.95	6.49	2.47	8.94	3.32	6.37	7
14		7.14	7.07	4.47	12.50	3.56	6.15	2.58	10.40	3.79	9.50	7
15		5.92	6.53	3.12	11.37	3.76	4.78	1.84	9.10	2.41	6.95	6
16		6.32	6.53	2.17	11.37	2.24	5.29	2.50	9.10	3.36	9.04	6
17		6.12	2.18	1.76	14.77	2.24	4.95	2.28	9.43	3.19	8.34	6
18		7.14	7.07	3.53	17.05	1.63	5.98	2.65	10.73	3.10	8.34	7
19		6.12	4.90	3.12	12.50	2.44	5.81	2.65	11.38	3.28	8.58	7
20		8.16	8.70	5.02	21.59	4.06	6.83	3.24	11.70	3.62	9.04	9
21		7.14	7.62	3.93	17.05	3.05	5.98	2.58	12.03	3.10	8.58	8
22		8.16	8.70	4.88	17.05	3.15	7.00	3.02	12.03	3.71	9.04	8
23		8.06	8.16	5.42	18.18	3.76	6.83	2.83	8.94	3.53	10.08	8
24		7.75	7.62	3.93	19.32	3.56	6.49	2.87	11.38	3.71	8.81	8
25		7.55	8.70	2.98	18.18	3.05	6.15	2.80	11.38	3.10	9.04	8
26		7.85	9.25	5.42	15.91	2.44	7.43	2.54	8.45	3.62	9.04	8
27		8.87	9.25	3.53	19.32	3.76	7.17	2.83	9.59	3.66	9.85	8
28		7.34	6.53	4.07	17.05	2.95	6.49	2.47	8.94	3.32	6.37	7
29		7.14	7.07	4.47	12.50	3.56	6.15	2.58	10.40	3.79	9.50	7
30		5.92	6.53	3.12	11.37	3.76	4.78	1.84	9.10	2.41	6.95	6
31		8.16	8.70	5.42	19.32	3.56	6.83	3.09	12.68	3.53	9.74	9
32		5.92	5.98	2.98	14.77	2.54	4.27	2.50	9.75	3.02	8.34	6
33		6.53	5.44	3.39	11.37	1.12	4.61	2.36	9.75	2.84	7.65	6
34		7.14	6.53	3.66	10.23	1.32	6.15	2.47	8.13	2.41	6.95	6
35		7.55	7.62	3.93	18.18	3.25	6.32	2.80	13.00	3.45	9.04	8
36		7.55	7.62	2.98	20.46	4.06	6.32	2.87	9.43	3.53	9.04	8
37		7.75	7.07	3.66	14.77	2.44	5.72	2.69	10.73	3.10	8.34	7
38		8.36	7.62	3.66	15.91	2.95	6.32	2.69	9.26	3.71	9.16	7
39		8.06	6.53	2.71	13.64	1.32	6.49	2.58	9.75	3.28	7.77	7
40		6.94	8.16	2.58	14.77	2.44	6.15	2.72	11.05	3.79	9.74	7
41		8.57	8.70	3.93	19.32	3.45	7.00	3.31	11.38	3.92	8.81	8
42		7.14	5.44	3.53	14.77	1.93	5.98	2.87	12.35	3.10	8.34	7
43		7.55	5.98	3.53	14.77	1.63	6.15	2.80	9.75	3.02	8.58	7
44		8.36	9.79	3.93	18.18	3.56	6.49	3.02	11.70	3.71	9.50	8
45		8.57	8.70	5.42	19.32	4.57	7.52	3.31	12.35	3.62	10.43	9

표 5. 체크링 데이터
Table 5. Checking data

No.	입력										출력
	경영부문	재무 부문	기술 부문	업체 기여도	시공 능력	품질 관리	안전 관리	환경 관리	시공 관리	현장 관리	등급
1	7.14	5.44	3.53	14.77	1.93	5.98	2.87	12.35	3.10	8.34	7
2	7.55	5.98	3.53	14.77	1.63	6.15	2.80	9.75	3.02	8.58	7
3	8.36	9.79	3.93	18.18	3.56	6.49	3.02	11.70	3.71	9.50	8
4	8.57	8.70	5.42	19.32	4.57	7.52	3.31	12.35	3.62	10.43	9
5	8.16	8.70	5.42	19.32	3.56	6.83	3.09	12.68	3.53	9.74	9
6	5.92	5.98	2.98	14.77	2.54	4.27	2.50	9.75	3.02	8.34	6
7	6.53	5.44	3.39	11.37	1.12	4.61	2.36	9.75	2.84	7.65	6
8	7.14	6.53	3.66	10.23	1.32	6.15	2.47	8.13	2.41	6.95	6
9	7.55	7.62	3.93	18.18	3.25	6.32	2.80	13.00	3.45	9.04	8
10	7.55	7.62	2.98	20.46	4.06	6.32	2.87	9.43	3.53	9.04	8
11	7.75	7.07	3.66	14.77	2.44	5.72	2.69	10.73	3.10	8.34	7
12	8.36	7.62	3.66	15.91	2.95	6.32	2.69	9.26	3.71	9.16	7
13	8.06	6.53	2.71	13.64	1.32	6.49	2.58	9.75	3.28	7.77	7
14	6.94	8.16	2.58	14.77	2.44	6.15	2.72	11.05	3.79	9.74	7
15	8.57	8.70	3.93	19.32	3.45	7.00	3.31	11.38	3.92	8.81	8
16	7.14	5.44	3.53	14.77	1.93	5.98	2.87	12.35	3.10	8.34	7
17	7.55	5.98	3.53	14.77	1.63	6.15	2.80	9.75	3.02	8.58	7
18	8.36	9.79	3.93	18.18	3.56	6.49	3.02	11.70	3.71	9.50	8
19	8.57	8.70	5.42	19.32	4.57	7.52	3.31	12.35	3.62	10.43	9
20	8.16	8.70	5.42	19.32	3.56	6.83	3.09	12.68	3.53	9.74	9
21	5.92	5.98	2.98	14.77	2.54	4.27	2.50	9.75	3.02	8.34	6
22	6.53	5.44	3.39	11.37	1.12	4.61	2.36	9.75	2.84	7.65	6
23	7.14	6.53	3.66	10.23	1.32	6.15	2.47	8.13	2.41	6.95	6
24	7.55	7.62	3.93	18.18	3.25	6.32	2.80	13.00	3.45	9.04	8
25	7.55	7.62	2.98	20.46	4.06	6.32	2.87	9.43	3.53	9.04	8
26	7.75	7.07	3.66	14.77	2.44	5.72	2.69	10.73	3.10	8.34	7
27	8.36	7.62	3.66	15.91	2.95	6.32	2.69	9.26	3.71	9.16	7
28	8.06	6.53	2.71	13.64	1.32	6.49	2.58	9.75	3.28	7.77	7
29	6.94	8.16	2.58	14.77	2.44	6.15	2.72	11.05	3.79	9.74	7
30	8.57	8.70	3.93	19.32	3.45	7.00	3.31	11.38	3.92	8.81	8
31	7.14	7.62	3.93	17.05	3.05	5.98	2.58	12.03	3.10	8.58	8
32	8.16	8.70	4.88	17.05	3.15	7.00	3.02	12.03	3.71	9.04	8
33	8.06	8.16	5.42	18.18	3.76	6.83	2.83	8.94	3.53	10.08	8
34	7.75	7.62	3.93	19.32	3.56	6.49	2.87	11.38	3.71	8.81	8
35	7.55	8.70	2.98	18.18	3.05	6.15	2.80	11.38	3.10	9.04	8
36	7.85	9.25	5.42	15.91	2.44	7.43	2.54	8.45	3.62	9.04	8
37	8.87	9.25	3.53	19.32	3.76	7.17	2.83	9.59	3.66	9.85	8
38	7.34	6.53	4.07	17.05	2.95	6.49	2.47	8.94	3.32	6.37	7
39	7.14	7.07	4.47	12.50	3.56	6.15	2.58	10.40	3.79	9.50	7
40	5.92	6.53	3.12	11.37	3.76	4.78	1.84	9.10	2.41	6.95	6
41	6.32	6.53	2.17	11.37	2.24	5.29	2.50	9.10	3.36	9.04	6
42	6.12	2.18	1.76	14.77	2.24	4.95	2.28	9.43	3.19	8.34	6
43	7.14	7.07	3.53	17.05	1.63	5.98	2.65	10.73	3.10	8.34	7
44	6.12	4.90	3.12	12.50	2.44	5.81	2.65	11.38	3.28	8.58	7
45	8.16	8.70	5.02	21.59	4.06	6.83	3.24	11.70	3.62	9.04	9

이상의 표 3의 트레이닝 데이터와 표 4의 체크 데이터를 이용하여 퍼지 TAM 네트워크의 알고리즘을 적용한 결과를 나타내고 있는 것이 표 6이다. 즉, 희망 정답률을 나타내는 OC를 변화시켰을 때 표 3과 표 4에 주어져 있는 건설협력업체의 등급을 퍼지 TAM 네트워크를 적용한 결과 트레이닝 데이터를 사용하여 모델링 한 경우와 체크 데이터를 사용하여 평가한 경우와 일치하는 정답률이 어느 정도인지를 나타내고 있다. 연결의 의미는 프루닝하기 전의 내용이며 삭제의 의미는 프루닝 한 후의 내용을 의미한다. 트레이닝 데이터의 결과와 체크 데이터의 결과를 연결, 삭제 모두를 고려한다면 두 경우가 동일한 OC=0.8인 경우가 선택되어진다. 그러나 연결만을 고려한다면 OC=0.7의 경우가 선정될 수도 있다. 표 아래에 있는 퍼지 TAM 네트워크의 알고리즘 적용시에 필요한 변수들의 값은 5가지의 경우에 동일하게 사용하였기에 표 안에 넣지 않고 별도로 표시하였다.

표 6. 퍼지 TAM 네트워크의 결과(1)
Table 6. Results of fuzzy TAM network

구분	1		2		3		4		5	
	연결	삭제	연결	삭제	연결	삭제	연결	삭제	연결	삭제
pruning feature switch	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
pruning class switch	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
OC	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
트레이닝 데이터 결과	0.89	0.89	0.84	0.84	0.93	0.93	0.87	0.87	0.91	0.93
체크 데이터 결과	0.87	0.36	0.82	0.33	0.84	0.33	0.78	0.78	0.75	0.33

epoch=10, category init=0, feature elements=10, bji init=0, wji init=0.1, pjik init=0.25, rho init=0, rho step=0.1, rho max=30.0, lambda=0.33, alpha=0.0000001, bj rate=0.01, threshold eta=0.8, threshold theta=0.005, threshold xi=0.8

표 7은 표 6에서 선정된 OC=0.80에 가까운 수치에 대하여 반복수를 변화시켜가면서 분석한 결과를 나타낸 것이며, OC=0.79인 경우와 OC=0.80인 경우가 연결과 삭제인 경우 모두 반복수 20으로 최고의 정답률을 나타내었다. 여기서도 표 6과 같이 연결만 고려할 경우에는 OC=0.79를 삭제도 고려하는 경우는 OC=0.80을 선정할 수 있다는 것을 보여 주고 있다.

표 7. 퍼지 TAM 네트워크의 결과(2)
Table 7. Results of fuzzy TAM network

epoch	OC	0.79		0.80	
		연결	삭제	연결	삭제
10	트레이닝결과	0.93	0.93	0.87	0.87
	체크결과	0.87	0.62	0.78	0.78
15	트레이닝결과	0.96	0.96	0.84	0.84
	체크결과	0.89	0.64	0.82	0.33
20	트레이닝결과	1.0	1.0	0.96	0.96
	체크결과	0.96	0.64	0.80	0.80

그림 2와 그림 3은 표 7의 OC=0.79인 경우의 연결과 삭제의 결과를 보여주고 있다. 그림 2는 프루닝이 일어나지 않은 경우이기 때문에 체크 데이터의 결과, 즉 정답률이 높게 나타난 반면, 그림 3은 프루닝이 발생하였기 때문에 프루닝된 후의 체크 데이터의 정답률은 프루닝이 발생하기 전과 비

교하여 떨어지는 경향이 있다.

그림 4는 표 7의 OC=0.8인 경우로서 프루닝이 발생하지 않았으므로 트레이닝 데이터와 체크 데이터의 정답률이 동일함을 알 수 있다. 퍼지 TAM 네트워크에서 프루닝이 전혀 발생하지 않은 경우는 TAM 네트워크와 동일한 경우이다.

pruning feature switch = 1	
pruning class switch = 1	
threshold eta = 0.8	
threshold theta = 0.005	
threshold xi = 0.8	
correct rate of training data = 100%	
correct rate of checking data = 96%	
pruning features	the number of features
nothing	10 ⇒ 10
pruning classes	the number of classes
nothing	4 ⇒ 4
pruning category	the number of categories after pruning
nothing	9 ⇒ 9

그림 2. 프루닝 결과(1)
Fig. 2 Pruning results (1)

pruning feature switch = 2	
pruning class switch = 2	
threshold eta = 0.8	
threshold theta = 0.005	
threshold xi = 0.8	
correct rate of training data = 100%	
correct rate of checking data = 64%	
pruning features	the number of features
0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9	10 ⇒ 1
pruning classes	the number of classes
nothing	4 ⇒ 4
pruning category	the number of categories after pruning
0, 5, 7	9 ⇒ 6

그림 3. 프루닝 결과(2)
Fig. 3 Pruning results (2)

pruning feature switch = 1, 2	
pruning class switch = 1, 2	
threshold eta = 0.8	
threshold theta = 0.005	
threshold xi = 0.8	
correct rate of training data = 96%	
correct rate of checking data = 80%	
pruning features	the number of features
nothing	10 ⇒ 10
pruning classes	the number of classes
nothing	4 ⇒ 4
pruning category	the number of categories after pruning
nothing	75 ⇒ 75

그림 4. 프루닝 결과(3)
Fig. 4 Pruning results (3)

5. 결 론

본 논문에서는 퍼지 TAM 네트워크를 이용하여, 건설협력업체의 핵심역량모델의 패턴분석을 하였다. 건설협력업체의 핵심역량모델은 한국종합건설사 1-3등급에 해당하는 기업의 전문가들의 설문에 의하여 10개 부문 69개의 평가항목을 선정하였다.

본 논문에서 사용한 데이터는 한국종합건설사에서 건설협력업체의 평가를 전문으로 하는 전문가들을 대상으로 하여 건설협력업체의 핵심역량모델에 대한 평가치, 즉 69개의 평가항목에 대한 평가치를 10개에 해당하는 각 부문으로 점수를 모으고 부문별 가중치를 고려한 가중점수를 입력데이터로 하고, 건설협력업체를 평가한 등급을 출력데이터로 사용하였다.

이상의 데이터를 사용하여 퍼지 TAM 네트워크를 이용한 패턴분석의 결과는 4개로 분류된 건설협력업체의 등급인 보통이상, 양호, 우량, 매우 우량에 대하여 프루닝을 하지 않은 경우에는 트레이닝 데이터는 100%, 체킹 데이터는 96%, 프루닝을 한 경우에는 트레이닝 데이터는 96%, 체킹 데이터는 80%의 높은 정답률을 보이고 있다. 이것은 일반적으로 사용하는 패턴분석 기법들의 성능과 비교하더라도 매우 좋은 편이다.

이러한 관점에서 건설협력업체의 핵심역량모델의 패턴분석에 퍼지 TAM 네트워크가 유용함을 제시하였다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김성수, 이영훈, "AHP 기법을 응용한 건설업 협력업체 평가모형 개발에 관한 연구", 한국경영과학회 학술대회논문집, pp.263-266, 1987.
- [2] 김용수, 정명근, "협력업체의 경쟁력 향상을 위한 평가체계 개선에 관한 사례연구", 중앙대학교 환경과학연구소 환경과학연구, 제8집, pp.65-81, 1997.
- [3] 이광현, 핵심역량경영, 명진출판, 1995.
- [4] Lyle M. Spencer, Signe M. Spencer 공저, 민병모, 박동건, 박종구, 정재창 역저, 핵심역량모델이 개발과 활용, PSI건설팅, 2000.
- [5] Anntoinette D. Lucia, Richard Lepsinger 공저, 정재창, 민병모, 김종명 역저, 알기 쉬운 역량모델링, PSI건설팅, 2001.
- [6] 林 勳, 前田 利之 : "TAM Network의 블루닝그手法の一提案", 第16回ファジィシステムシンポジウム, 2000.
- [7] 林 勳, "TAM NetworkによるAperture問題の一考察", 第17回ファジィシステムシンポジウム, 2001.

- [8] I. Hayashi, J.R. Williamson : "Acquisition of Fuzzy Knowledge from Topographic Mixture Networks with Attentional Feedback", The International Joint Conference on Neural Networks(IJCNN '01), pp.1386-1391, 2001.
- [9] J.R. Williamson : "Self-Organization of Topographic Mixture Networks Using Attentional Feedback", Neural Computation, Vol. 13, pp. 563-593, 2001.
- [10] Isao Hayashi, Hiromasa Maeda, "A Formulation of Fuzzy TAM Network with Gabor Type Receptive Fields", 2003 International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp.620-623, 2003.

저 자 소 개



김성은(Sung-Eun Kim)

2000년 : 경남대학교 산업공학 학사
 2002년 : 경남대학교 경영학 석사
 2003년~현재 : 경남대학교 산업공학과 박사과정

관심분야 : 건설품질경영
 Phone : +82-55-268-6611
 Fax : +82-55-268-6622
 E-mail : dukjinn@yahoo.co.kr



황승국(Seung-Gook Hwang)

1981년 : 동아대학교 산업공학 학사
 1983년 : 동아대학교 산업공학 석사
 1991년 : 일본 오사카부립대학교 경영공학 박사
 1991년~현재 : 경남대학교 산업공학과 교수

관심분야 : 퍼지모델링 및 평가
 Phone : +82-55-249-2705
 Fax : +82-55-249-2705
 E-mail : hwangsg@kyungnam.ac.kr