

인공 신경망과 사례기반 추론을 혼합한 진단 시스템

The hybrid of Artificial Neural Networks and Case-based Reasoning for Diagnosis System

이길재¹, 안병열², 김문현³

¹²³ 경기도 수원시 장안구 천천동 300번지, 440-746 성균관대학교 정보통신공학부 컴퓨터공학과
E-mail: utp99@ece.skku.ac.kr
E-mail: anbr0305@skku.edu
E-mail: mhkim@ece.skku.ac.kr

요 약

본 연구에서는 진단분야에서의 시스템의 성능을 향상시키고 최적의 해를 찾고자 사례기반추론과 인공 신경망을 혼합한 시스템을 제안한다. 사례기반추론은 과거의 사례(경험)를 통해 현재의 제시된 문제를 해결하는 추론방식으로, 지식이 획득이 덜 복잡하고, 정형화되기 어려운 규칙이나 문제영역이 불분명한 분야에 효율적으로 활용되었다. 그러나 사례의 양이 방대해야 효율적인 추론을 할 수 있으며, 검색된 시간 또한 지연되는 단점이 있다. 이러한 문제를 보완하고자 본 논문에서는 인공 신경망의 학습을 통해 저장된 ANN Library를 생성하여, 사례기반추론에서의 부적절한 해를 유추하는 것을 방지하고, 효율적이고 신뢰성이 높은 해를 유추해 내는데 목적이 있다.

Key Words : Artificial Neural Networks, Case-based Reasoning ,Diagnosis System

1. 서 론

오늘날 인공지능의 한 분야로 연구 되었던 진단시스템의 대표적인 적용 시스템은 전문가 시스템(Expert System)이다. 전문가 시스템은 어떤 특정 분야의 인간 전문가의 전문 지식을 저장하여 필요한 지식을 사람이 응용해서 보여주거나 사용될 수 있도록 구성된 시스템으로써, 진단을 위해 전문가의 전문 지식을 표현하는 방법으로는 규칙(Rules), 의미론적 네트워크(Semantic Network), 프레임(Frame), 사실(Facts), 사례(Case)들로 표현되어진다.[1] 대부분의 전문가 시스템은 IF-THEN 형태의 규칙(Rule)들로 전문 지식을 표현하는 규칙기반 시스템(Rule-Based System)과 과거의 사례(Case)들로 표현된 사례기반 시스템(Case-Based System)이 주를 이룬다. 사례기반추론(Case-Based Reasoning)을 이용한 사례기반 시스템은 과거의 사례(경험)로부터 문제를 해결하는 방법으로, Case Library에 저장된 과거사례(Previous cases)를 검색하여 유사한 사례를 재사용(Reuse)함으로써 제시된 문제를 해결하는 것이다.

이처럼 사례기반추론은 인간의 추론 과정과 매우

유사하다는 점 때문에 정형화되기 어려운 규칙이나, 문제 영역이 불명확한 분야에 효율적으로 활용된다. 하지만 사례기반추론은 유사도를 근거로 추론을 하기 때문에 주어진 문제보다는 많은 Case Library를 유지 하여야한다. 따라서 Case Library양이 방대해지고, 그로인해 검색되는 시간이 지연되거나 부적절한 해를 도출하기도 하는 문제점이 있다.[2][3][4][5] 이러한 사례기반추론의 문제점을 보완하기 위해 인공신경망(Artificial Neural Networks)을 통한 학습을 제안하게 되었다. 인공신경망은 인간의 뇌 조직을 모방해 인간처럼 생각할 수 있게 하는 수학적 모델으로써 분산된 여러 요소간의 연결로 지식을 표현한다. 신경망의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째 경험하는 환경에 따라 자신의 상태를 스스로 변화시켜 지식을 만들어 낸다. 둘째 학습을 통하여 얻은 지식을 일반화 시켜 제시된 문제에 대하여 적절한 해를 도출해 낸다. 셋째 전형적이지 못한 자료로부터 특정한 특징을 도출해 낸다. 넷째 주어진 자료들의 특징을 찾아내 각 특징에 따라 분류한다[6]. 따라

서 본 논문에서는 사례기반 추론의 문제점을 보완하고자 인공신경망을 제안하였으며, 신경망의 학습을 통해 양질의 ANN Library를 생성하여 주어진 문제에 대하여 보다 정확하고, 효율적인 해를 도출하고자 한다. 2장에서는 사례기반추론과 인공신경망에 대해 기술하였으며, 3장에서는 제안하고자 하는 시스템의 구성을 4장에서는 실험 및 분석 5장에서는 결론을 기술하고자 한다.

2. 사례기반추론 및 인공 신경망

2-1 사례기반 추론(Case-Based Reasoning)

사례기반추론은(Case-Based Reasoning :CBR)은 과거의 사례를 현재의 비슷한 문제에 적용하여 문제를 해결하는 방법으로, 현재의 주어진 문제를 해결하기 위하여 과거에 동일하거나 유사하게 수행된 적이 있는 문제를 추론하여 도출된 해를 수정하거나 재사용 하여 현재의 문제를 해결하는 인공지능 기법이다. 이러한 사례기반추론은 인간이 문제를 해결해 나가는 절차와 매우 유사하여 기존에 존재하는 지식 베이스 기반에 새로운 지식을 추가하는 과정이 자동화될 수 있으며, 지식습득이 용이하다. 반면 유사도를 근거로 추론을 하기 때문에 제시된 문제보다도 많은 Case Library를 유지 되어야 하므로 Case Library양이 방대해지고, 그로인해 검색되는 시간이 지연되거나 부적절한 해를 도출하기도 하는 문제점이 있다.

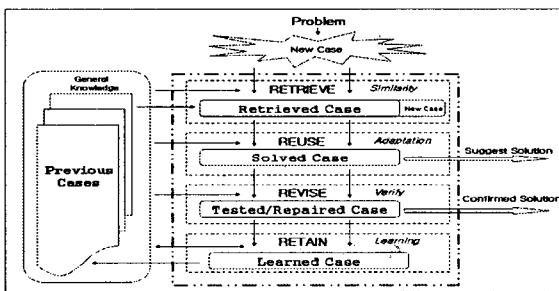


그림 1. CBR 프로세스

위의 그림 1은 CBR의 프로세스를 나타낸다. 각 모듈의 기능은 다음과 같다

1) RETRIEVE(검색) 단계 : 새로운 문제에 대해 기존의 사례와 비교하여 동일하거나 유사한 사례를 찾아내서 이용할 수 있도록 하는 일을 한다.(유사도 평가) Case Library에 저장되어 있는 사례를 빠르게

검색하기 위해서는 Indexing이 필요하다.

- Similarity

2) REUSE(재사용) 단계 : 검색된 유사한 사례들을 수정단계를 거치지 않고, 문제해결에 적용하는 일을 한다. - Adaptation

3) REVISE(수정) 단계 : 검색된 사례가 직면한 문제를 해결하는데 적절하지 못하였을 경우 다양한 변수와 변화에 대해 수정된다. - Verify

4) RETAIN(저장) 단계 : 확인된 해결안이 Case Library에 저장되는 단계로 지식을 습득하고 학습하는 일을 한다. 이때 검색을 용이하기 위해 색인(Indexing)을 부여하여 저장한다. - Learning

2-2 인공 신경망(Artificial Neural Networks)

인공신경망은 인간의 뇌 조직을 모방해 인간처럼 생각할 수 있게 하는 수학적 모델로써 분산된 여러 요소간의 연결로 지식을 표현하는 것으로, 인간의 신경계를 구성하는 단위세포인 뉴런(neuron)의 집단인 신경조직을 모방하여 간단한 계산 능력을 가진 노드(node) 또는 처리장치(PE: processing element)들 사이를 대규모 연결망으로 연결시킨 네트워크 구조로써 인간 두뇌 모델에 입각하여 병렬적이고 연속적인 정보를 처리하는 모델을 말한다. 따라서 신경망 모델은 인간의 뉴런과 같은 많은 처리단위가 서로 연결(connection)되어 외부로부터 입력되는 여러 정보를 동적인 상황에서 처리할 수 있는 지능형 시스템이다[7][8][9] 일반적인 구성은 그림 2와 같이 입력(Input)층, 은닉(Hidden)층, 출력(Output)층의 3계층으로 이루어지며, 하나 이상의 은닉층을 가져야 한다.

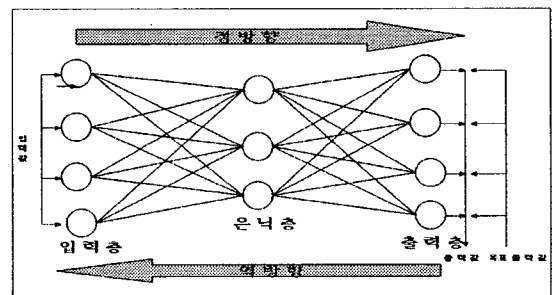


그림 2. 인공 신경망의 구조

3. 제안 시스템

본 논문에서는 사례기반 추론을 통해 검색된 사례들의 유사도를 측정하였으면, 각 사례의 원인과 증상의 쌍을 인공 신경망의 학습을 통해서 사례기반 추론의 문제점을 보완하고, 보다 정확하고 신뢰성 있는 사례를 유추하고자 사례기반추론과 인공신경망을 혼합한 시스템을 제안한다. 아래의 그림 3은 전체적인 시스템 구성도를 나타내면 각 모듈은 다음과 같은 기능을 한다.

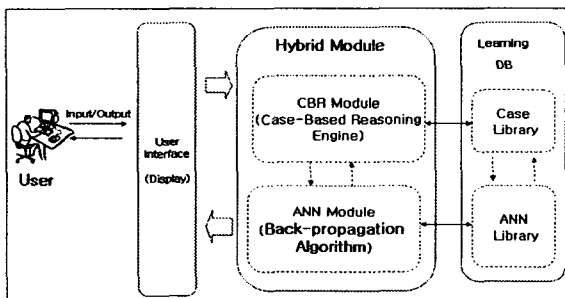


그림 3. 혼합 시스템 구성도

(1) User Interface Module(사용자 인터페이스) : 사용자가 Hybrid Module과의 질의응답을 통해서 원하는 결과를 Display하는 역할을 한다.

(2) Hybrid Module(혼합 모듈): 추론과 학습을 통해 최적의 해를 제공하는 모듈이다. 세부적으로는 CBR Module과 ANN Module로 나뉜다.

▶ CBR(Case-Based Reasoning) Module : Case Library에 저장되는 사례는 그림 4와 같이 표현하였으며, Case Library에 저장된 사례는 추론엔진(검색, 재사용, 수정, 저장)을 통해 각 사례의 원인과 증상의 특징에 고유의 키 값을 주어 K-NN(Nearest Neighbor)알고리즘을 이용해 유사성을 측정하였다.

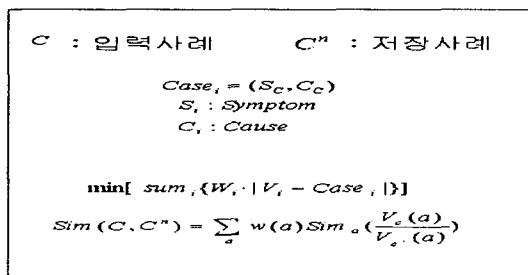


그림 4. K-NN을 이용한 유사성 측정

C^n 은 저장사례를 C 는 입력사례를 S_i 는 증상을 C_i 는 원인을 나타내며, W_i 는 각 특징들에 대한 가중치를 V_c, V_c' 은 입력과 저장사례간의 특징들의 값을 나타낸다.

▶ ANN(Artificial Neural Networks) Module : CBR을 통해 유추해낸 각 사례의 원인과 증상의 쌍을 인공신경망을 통해 학습하는 일을 한다. 신경망에서의 학습 규칙 알고리즘은 표 1 과 같다.

표 1. 신경망 학습 규칙 알고리즘.

학습 규칙	가중치 수정량
Hebb's Learning rule	$\eta t_i o_j$
Delta rule	$\eta(t_i - o_j)x_i$
일반화된 Delta rule	$\eta(t_i - o_j)f'(n)$

본 논문에서 사용한 신경망 학습 규칙은 오류 역전파 학습 알고리즘으로 출력층의 오차 신호를 이용하여 은닉층과 출력층간의 연결강도와 입력층과 은닉층간의 연결강도를 조절하여 목표 출력값과 실제 신경망이 산출해낸 출력값의 차이를 최소화하는 방향으로 신경망의 가중치를 조절하는 알고리즘이다. 여기서 사용하는 학습 규칙은 일반화된 델타 규칙을 사용하였다.

(3) Learning DB(학습된 DB): Case Library와 ANN Library로 구성되어 있다. 즉 사례기반 추론을 통한 각 사례의 유사도 측정결과와 인공신경망의 학습을 통해 저장된 각 사례의 원인과 증상의 쌍으로 구성 되어 있다.

4. 실험 및 분석

각 사례의 증상과 원인 값을 계층화 구조로 구성하였으며, 입력된 사례의 증상과 저장된 사례의 증상의 유사도를 측정하기 위해 그림 5같이 유사도를 측정하였다. 입력된 사례의 증상이 속성이 없을 경우 S , 있을 경우 S_A 저장사례의 속성이 없을 경우 S'' , 있을 경우 S''_A 로 나타내었다.

$S_A = 0 \vee S_A^n = 0$	$Sim_a = 0.5$	----- ①
$(S_A \neq 0 \wedge S_A^n \neq 0) \wedge S_A = S_A^n$	$Sim_a = 1$	----- ②
$(S_A = 0 \wedge S_A^n = 0) \wedge S = S^n$	$Sim_a = 1$	--- ③
$(S_A \neq 0 \wedge S_A^n = 0) \wedge S_A \neq S_A^n$	$Sim_a = \frac{1}{(S_A^n count)}$	--- ④

그림 5. 증상을 이용한 유사도 측정

- ① 두 특징 중 하나의 속성이 없는 경우 유사도를 0.5로 측정
- ② 두 특징들이 속성을 가지고 있고, 특징값이 같을 때 유사도를 1로 측정
- ③ 두 특징이 속성이 없고, 특징값이 같을 때 유사도를 1로 측정
- ④ 두 특징중 하나가 속성이 없고, 특징값이 다를 때 저장된 특징의 속성수로 나눈값을 유사도로 측정

표 2. 증상에 따른 유사도 결과.

입력된 사례	원인	증상	
1	배수 불능 공기 누설	기능불능	속성없음
검색된 사례 ->유사도	검색된 사례(10) - > 1		
2	jumper케이블 열화소손 이물질	비상제동 전차선단전	체결 속성없음
검색된 사례 ->유사도	검색된 사례(15) - > 1.2		

위의 표 2는 입력 증상에 따라 저장(검색)된 사례의 유사도의 측정 결과를 보여주고 있으면, 표 3은 신경망의 학습을 통해 얻어진 증상과 원인의 학습된 결과를 백분율로 보여주고 있다.

표 3. 신경망의 학습된 결과.

증상		원인	(%)
기동불능	속성 없음	배수 불능	87%
		공기 누설	14%
단전 불능	속성 없음	Wheelslip 불능	6%
		견인전동기 불능	12%
		접지 불능	73%
비상제동	속성없음	Jumper 케이블 열화소손 불능	94%

5. 결론 향후 연구과제

본 논문에서는 진단분야에 있어서 사례기반추론과 인공 신경망을 혼합한 진단 시스템을 제안하였으며, 사례기반추론은 과거의 사례가 새로운 상황에 적합한지 평가해 보지 않고 현재의 문제를 추론하기 때문에 부적절한 해를 유추하는 문제점들이 있다. 이러한 문제점을 보완하고자 인공 신경망을 통해 학습을 한 후 학습된 사례들을 ANN Library에 저장하였다. 또한 ANN Library와 Case Library와 상호 작용을 통해, 보다 신뢰성이 있고 효율적인 해를 얻고자 하였다. 향후 연구과제로는 이러한 신경망을 통한 학습된 데이터를 분석하여 선형회귀라든지, 데이터 마이닝 기법을 통한 예측 진단 시스템의 설계가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Balakrishnan, K. and Honvar, V. Intelligent Diagnosis System. Journal of Intelligent System. Vol. 8. NO.3/4. pp239-290. 1998
- [2] J. Carbonell, "Case-Based Reasoning" Morgan Kanfmann, San Mateo, CA 1983
- [3] Golding, A R. & Rosenbloom, P.S.(1991). "Improving Rule-Based Systems through Case-Based Reasoning", AAAI-91, pp22-27
- [4] Feret, M P and Glasgow, J.I. 1993. "Hybrid Case-Based Reasoning for the Diagnosis of Complex Devices," Proc. of the National Conf. on Artificial Intelligence(AAAI-93), pp168-175
- [5] 이재식, 전용준. "사례기반추론에 근거한 설비 이상 진단 시스템," 한국전문가시스템학회지 1권, 2호 (1995), pp85-102.
- [6] 고영배, 이재식. "인공신경망을 이용한 고장진단 시스템의 개발." 한국지능정보시스템학회(학술대회 제 2권)
- [7] 김대수, 신경망 이론과 응용 [I] 진한M&B 2005.
- [8] 김문현 '인공지능', 생능출판사, 2001.7.10
- [9] 이상원 '학습하는 기계 신경망', ohm사, 1993.10.30