한국체육학회지, 2002, 제41권, 제3호, pp.351-358
The Korean Journal of Physical Education,
2002, Vol. 41, No.3, pp.351-358

사례기반추론(Case-Based Reasoning)을 활용한 운동처방지원시스템의 구축

김용권(서울아산병원) · 허재연(이화여자대학교) · 박은경(서울아산병원) · 진영수(울산대학교 의과대학)

Exercise prescription support system with Case-Based Reasoning

Kim, Yong-Kweon · Huh, Jae-Yeon · Park, Eun-Keong · Jin, Young-Soo

ABSTRACT

Case-Based Reasoning is a problem solving technique with re-using past cases and experiences to find a solution to the problems. The central task that CBR methods have to deal with are to identify the current problem situation, find a past case similar to the new one, use that case to suggest a solution to the current problem, evaluate the proposed solution, and update the system by learning from this experience.

Several successful CBR systems have been developed and researched in Clinical field in abroad.

This paper presents CBR application to exercise prescription and investigates the hit ratio of exercise prescription support system by accumulated the case-base of exercise prescription cases. As the result of this research, it shows 92.11% hit ratic from the test.

The applications of case-based reasoning to exercise prescription field and future research issues are identified.

Key words : CBR, exercise prescription

Ⅰ. 서 론

사례기반추론(Case-Based Reasoning:CBR)은 사람이 복잡한 문제를 해결하기 위해서 과거에 문제를 해결했던 경험을 되살려 비슷한 사례를 추출하여 주어진 문제를 풀고자 하는 원리로써, 과거 비슷한 상황하에서 취했던 사례를 적절히 이용해, 이를 토대로 보다 개선된 방안을 강구하기 위해서 이용되는 기법이다(Kolodner, 1992).

1990년대에 들어서면서 기업의 신용등급 결정을 위한 방법으로 회계 또는 재무분야에서 인공지능기법의 하나인 사례기반추론이 널리 활용되기 시작하였으며, 주로 의학, 설계, 법률 및 분석 등 많은 경험에 의해 전문성이 확보되는 특징을 가지는 분야에 적용하는 것이 적절한 것으로 알려져 있다. 특히, 국외의 경우 의학분야에서 사례기반추론을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 영양학이나 치료의학 등에서 특히 많이 시도되고 있다 (Kahn, 1993; Katia et al., 1998).

운동처방이란 개인의 건강과 체력의 유지 및 향상을 목표로 하여 각 개인의 체력수준에 맞게 적절한 운동강도, 운동시간, 운동빈도, 운동종류 및 운동의 단계 등을 결정하는 것을 의미한다. 이러한 운동처방이 강조되어 온 이유는 성인 인구의 대부분이 불규칙한 생활과 운동

부족현상, 스트레스 등으로 인해 각종 성인병 등 만성질환이 두드러지게 증가하고 있기 때문이다. 그러나 운동처방은 각 개인에 따라 검사결과가 비슷하더라도 신체조건이나 체질, 질병 등에 의해서 다른 처방이 내려질 수 있기 때문에 프로그램을 통한 처방은 아직 완벽하다고 판단하기가 어렵다고 할 수 있다. 대부분의 관련시설이나 현재 국내에 있는 운동처방관련 기관 및 병원에서도 운동처방사 또는 전문의에 의해 직접 구두로 처방이 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 기계로 처리되기 어려운 미묘한 영역을 보완하고, 지난 사례를 기억하여 새로운 처방에 적용할 수 있는 인간의 기억의 한계를 극복할 수 있는 방법을 찾기 위해, 사례기반추론을 이용하여 처방을 받은 환자들의 사례들을 사례베이스화하여 운동처방지원시스템을 구축해 보고자 한다.

본 연구의 목적은 사례기반추론기법을 이용하여 운동처방지원시스템을 구축하는데 있으며, 이는 과거 환자에 대한 운동처방사례를 이용하여 새로운 사례가 발생하였을 때 각 개인에게 적합한 운동처방을 내리기 위함이다. 또한 운동처방분야의 프로그램 및 시스템 개발에 있어 여러 가지 방면의 시도가 연구되고 있는 만큼 사례기반추론의 운동처방에의 적용은 아직 미개발 분야라는 점에서 큰 의의를 두고 있다.

Ⅱ. 연구방법론 : 사례기반추론

1. 사례기반추론의 개요

인공지능방법 중 하나인 사례기반추론은 새로운 요구에 대해 과거의 사례를 이용하여 새로운 상황을 설명, 과거의 사례로 신규해답을 평가, 또는 새로운 상황을 이해, 새로운 문제에 대한 적당한 해답을 만들기 위해 선례로부터 추정하는 것을 의미한다(Kolodner, 1993). 이 기법은 Roger Schank 가 1982년에 "Dynamic Memory" 라는 저서에서 소개한 추론에 관한 기억 기반 접근(Memory-Based approach) 방법"에서 기초화 하였다(Barletta, 1991).

기본원리는 사람이 복잡한 문제를 해결하기 위해서 과거에 문제를 해결했던 경험을 되살려 비슷한 사례를 추출하여 문제를 풀고자 하는 유사추론, 혹은 경험적 추론을 하는 것에서 기인한다(Aamodt & Plaza, 1994). 즉 일반적으로 사람들은 새로운 문제에 당면하게 되면 이전에 경험했던 상황을 떠올리거나 다른 사람으로부터 사례 중에서 가장 타당한 문제해결방식을 찾아 이를 응용하는 것이다. 따라서 가장 중요한 문제는 어떻게 문제해결에 유용한 과거사례를 추출하느냐 하는 것이다. 단순히 유사한 사례의 추출은 문제를 실질적으로 해결하는데 도움을 주지 못할 가능성이 있다. 유사한 사례가 아닌 유용한 사례를 추출하기 위해서는 적용분야의 일반화된 지식이 사례의 인덱싱(indexing)과 추출과정에 반영되는 것이 바람직할 것이다.

사례기반추론의 주요가정은 다음과 같다.

- 규칙성(Regularity) : 같은 조건하에서 실행된 같은 행동은 비슷한 결과나 일치하는 경향을 나타낼 것이다.
- 전형성(Typicality) : 일이나 경험이 반복되는 경향이 있다.
- 일관성(Consistency) : 어떠한 상황하에서의 작은 변화는 단지 해결책에 있어 약간의 변화나 해석의 변화를 가져올 뿐이다.
- 적용의 용이성(Ease of Adaptation) : 일이 반복될 때 차이점이 축소되는 경향이 있으며, 작은 차이점은 균형을 맞추기가 용이하다.

2. 사례기반추론의 구조

사례기반추론은 기본적으로 사례(case), 유사도 지수(similarity index), 사례추출 메커니즘(case retrieval mechanism)과 같은 세가지 구성요소가 요구된다(이건창, 1998). 사례란 속성, 특징 그리고 특정상황과 그와 관련된 결과들의 집합이며, 사례기반추론 시스템의 기본이다(Kolodner, 1993). 또한 사례들이 없는 시스템은 사례베이스 시스템이 될 수 없다. 반면, 단지 사례들만 이용하고 다른 명확한 지식이 없는 시스템은 NN색인법(Nearest-Neighbor Indexing)분류나 데이터베이스 검색 시스템으로부터 분리되기 어렵다. 사례는 적어도 문제기술과 해결책으로 구성된다.

따라서 사례는 규칙과 같이 상황 의존적인 특성이 있

다. 사례를 저장한 사례베이스는 전문가시스템에 있어서의 지식베이스처럼 사례기반추론시스템에 있어서 추론을 위한 중요한 역할을 한다. 따라서 문제해결과정 중 사례베이스로부터 주어진 문제와 유사한 과거의 사례를 추출하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 과거사례와의 유사도 지수를 계산하는 것이 매우 중요하며, 이는 주어진 문제의 유형에 따라 별도로 개발하여야 할 인덱싱 문제이기도 한다(Kolodner, 1991).

마지막으로 사례추출 메커니즘인데 이는 과거의 사례가 갖고 있는 속성과 현재 주어진 문제의 속성을 지능적이고 체계적으로 대조하여 가장 유사한 사례를 추출하는 것과 관련이 있는 문제이다.

3. 사례기반추론의 절차

일반적으로 사례기반추론 시스템은 이전의 문제해결을 통한 해결책을 저장함으로써 학습이 가능하다. 일단 새로운 사례에 대한 해결책이 도출되면 또 다른 새로운 문제를 해결하기 위해 사례로 저장된다. 사례기반추론의 과정은 사례추출, 사례적용, 사례수정, 사례저장의 네 단계로 이루어진다(Kolodner, 1993).

1) 사례추출(Retrieve) :사례베이스로부터 주어진 새로운 사례와 관련성이 높은 유용한 사례를 추출하는 단계이며 알맞은 해결책을 제시한다.

2) 사례적용(Reuse) : 사례추출단계에서 추출된 사례들을 미리 정해진 알고리즘에 적용하여 현재 주어진 새로운 사례에 대한 효과적인 해답을 찾는 단계이다.

3) 사례수정(Revise) : 적용된 해결책은 수정, 평가되어야 하며 문제해결 적용 이전에 마무리되어야 하는 단계이다.

4) 사례저장(Retain) : 해결책이 성공적이라면 새로운 사례는 사례베이스에 추가된다. 즉 새로운 사례의 문제해결을 통해 얻어진 새로운 지식을 추가하는 단계 즉 새로운 사례를 데이터베이스에 넣을 것인가를 결정한 다음 사례베이스에 대한 색인 등을 수정하여 업그레이드한다.

사례추출단계는 인덱싱 문제에 의해 크게 3가지로 나뉘어지는데, NN 색인법(Nearest-Neighbor Indexing), 귀납적 색인법(Inductive Indexing), 지식보조 색인법(Knowledge-guided indexing)이 있다(Barletta, 1991). NN 색인법은 각 속성들에 대한 가중치의 합(weighted sum of features)에 기초를 두고, 그 총합은 가장 작은 사례들을 추출하는 새로운 사례와 과거의 사례 사이에 유사성의 평가를 의미한다. 두 사례간의 유사성 판단에 가장 명확한 방법은 거리 계산으로써 두 사례가 일치하는 정도를 나타내기 위해서 중요성 형태를 계산하는 수치 평가함수를 이용한다. 이 접근은 검색목표가 잘 정의되어 있지 않거나 단지 몇몇 사례만이 검색이 가능할 경우 더 알맞은 방법이다(Barletta, 1991). 그리고 또 다른 한계라고 한다면 정확한 해결책과 검색시간의 수렴 문제로써 이 접근법의 주요 문제중 하나는 특성들 사이에서 글로벌 특성 가중치(global feature weights)를 결정하는 것이다. 일반적으로 이 방법은 사례의 수에 따라 검색시간이 증가하는 결과를 가져오기 때문이다. 두 번째 귀납적 색인은 사례저장소(case library)가 클 때 검색하는 동안 몇몇 작은 하부세트(subset)가 요구되기 때문에, 사례들을 계층적으로 분류하는 것이 필요한데 이때 이용되는 방법이다. 계층적 검색에서 사례는 상위노드(top node)가 존재하는 모든 사례들의 일반적 속성을 포함한 의사결정트리(decision tree)로 저장되는데, 이 접근법은 단순사례(single case) 형태가 해결책으로 요구되거나 사례의 형태가 다른 것에 의존적일 때 유용하며, 사례추출 시간을 줄일 수 있는 장점이 있으나, 많은 사례들 중에서 서로 상충한 사례가 있어서는 안된다는 제약조건이 있다(김다윗, 1996).

세 번째, 지식보조색인은 문제의 적용분야에 대한 경험적인 지식을 사용하여 과거의 사례로부터 새로운 사례와 관련된 특성들을 결정하여 사용하는 방법이다. 비록 이 방법은 개념적으로 다른 두 방법에 비해 뛰어나지만 그러한 지식을 종종 성공적으로 실행하거나 철저히 완벽하게 되어있지 않고서는 실행하기 어렵다. 그러한 까닭에 많은 시스템은 이 방법을 다른 인덱싱 기법과 접목할 때 이용한다(Barletta, 1991; Brown and Gupta, 1994).

사례적용단계는 검색된 사례를 적용하는 단계로 Kolodner(1991)는 사례 또는 검색되어진 사례를 적용하는 접근법에는 두 가지가 있다고 했다. 하나는 파생적

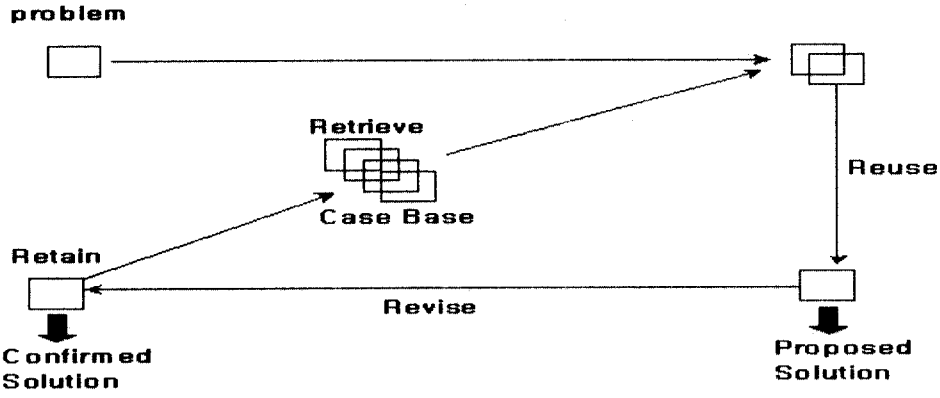

그림 1. 사례기반추론의 순환과정(Aamodt & Plaza, 1994)

방법으로 적응을 강조하여 계획 설계 문제에 있어 유용한 방법으로, 예를 들면 정확히 일치하는 사례가 발견되지 않았을 때 과거의 사례들이 얼마나 알맞게 적응될 수 있는가에 관한 것들이 이에 해당된다. 다른 하나는 설명적 방법으로 추론과정의 상세한 설명을 요구하는데 이들의 차이점은 적응(Adaptation)과 정당화(Justification)의 차이이다.

Ⅲ. 모형의 구축

1. 표본의 구축

본 연구는 서울 A병원에서 종합검진후 운동처방을 받은 380명의 자료를 대상으로 하였다. 실험기간은 2000년 3월에서 4월까지 매일 발생하는 20-30명의 새로운 환자를 처방한 자료를 수집하였고, 표본의 일반적인 성향은 대부분이 성인병을 지닌 40-60대의 성인이며, 본 연구에서는 타 사례기반추론 연구에서와 마찬가지로 예측의 정확성을 모형의 성과 측정기준으로 하였다.

2. 변수의 선정

본 연구에 나타난 변수는 운동처방사가 각 개인의 의학검사 및 운동부하검사를 통해 판단하는 검사수치와 그러한 검사수치를 통해 운동처방을 하는 운동처방 유형 두가지로 구분할 수 있다. 먼저 처방시 판단기준이 되는 변수는 운동처방의 선행 연구들과 마찬가지로 운동부하검사와 의학검사에서 고려기준에 해당하는 변수가 아래 표의 변수들과 대부분 일치한다. 그리하여 변수선정시 우선 선행연구에서 보여진 변수를 기본으로 하여 운동처방사의 처방시 고려기준에 해당되는 변수를 선정하여 적용하였다.

운동처방사는 <표 1>과 같은 체격, 체력검사 결과, 의학검사 결과, 기타 질병 사항을 포함한 운동처방의 판단기준을 토대로 하여 <표 2>와 같은 형태의 운동처방을 하였다. 운동처방의 유형은 자료수집 과정에서 변수를통해 판단되는 운동처방을 일반적이고 광범위한 운동처방이 아닌 운동처방사와 개개인의 진단과 상담을 통한

표 1. 운동처방의 판단기준

변인		세부사항	
체격검사		성별, 나이, 신장, 체중	
체력검사	건강체력	유연성측정 근력측정	근지구력측정 심폐지구력측정
	운동체력	민첩성 평형성	순발력
	운동부하검사	안정시심박수 안정시수축기혈압 안정시이완기혈압	최대심박수 최대수축기혈압 최대이완기혈압
의학검사		비만도 혈당 총콜레스테롤 허중중성지방 고혈압	지방간 고밀도지단백 요산 골밀도 아로지단백
기타질병 사항		기타 통증 소유자, 심병의 유무 운동부하검사시 징후 및 증상	

표 2. 운동처방의 일반적인 유형

변수	구분	내역
1-1	준비운동	운동종목
1-3	준비운동	운동시간(분)
2A-1	본운동	유산소운동 종목
2A-2	본운동	유산소운동 빈도(회)
2A-3	본운동	유산소운동 시간(분)
2A-4	본운동	유산소운동 강도(HRR%)
2B-1	본운동	근력운동 종목
2B-2	본운동	근력운동 빈도(회)
2B-3	본운동	근력운동 시간(분)
2B-4	본운동	근력운동 강도(1RM%,Reps,set)
3-1	정리운동	운동종목
3-3	정리운동	운동시간(분)
비고		기타 주의사항

개인별 운동처방으로 구축하였으므로 처방의 유형이 매우 다양하지만 처방의 기본구조는 준비운동, 본운동, 정리운동, 기타 참고사항으로 구성하였다.

3. 사례기반추론모형 구축

사례기반추론기법은 다양한 문제해결방법 중에서 최근 많이 이용되고 있는 기법으로 다른 인공지능기법보다 우수한 면을 보이고 있다. 따라서 본 연구는 사례기반추론을 이용한 운동처방 지원시스템구축을 시도해 보고자 하는 것이다. 본 연구를 위해 운동처방사례 380개의 자료를 이용하여, 그 중 20%인 76개의 사례를 검증을 위한 사례로 정하였으며, 사례기반추론기법의 운동처방 지원시스템 구축을 위한 도출사례의 적중률을 살펴보고, 향후 시스템개발의 잠재성을 평가해 보고자 하였다. 사례기반추론 기법을 적용하기 위한 CBR tool은 Ackno Soft사의 KATE를 이용하였다. 즉 380개의 자료중 76개는 테스트용으로 남겨두고 304개의 자료를 CBR tool에 의해 분석하여 운동처방을 실시하였다. 그 이후에 76개의 사례를 동일한 CBR tool을 이용하여 분석하여 운동처방을 실시하였으며, 이렇게 얻은 운동처방이 적절한지에 대해 직접 운동처방사를 통해 검증을 받았다. 이 때 운동처방사는 검증사례에 해당하는 환자에게 사례베이스의 도출사례에 해당하는 운동처방을 하여도 지장이 없는 범위 내에서 판단하였으며, 사례에 따른 운동처방의 적합성을 Exact, Good, Poor, False로 구분하였다. 즉 Exact와 Good는 유의한 것으로 보았고, Poor와 False로 검증된 사례는 유의하지 않은 사례로 판단하였다.

표 3. 검증방법 및 분류

검증방법	전문가의 직접 검증
검증사례수	사례베이스의 20%: 76개 사례
분류	Exact
	Good
	Poor
	False

Ⅳ. 결과 및 분석

1. 결과분석

실험결과의 검증을 위해 사례기반추론기법을 통해 도출된 유사사례를 직접 운동처방사에게 의뢰한 결과 검증된 76개의 사례중 6개를 제외한 나머지 70개의 운동처방사례가 적중한 것으로 나타났다.

<표 4>와 같이 유의하다고 판명된 사례에서는 대부분이 사례베이스에서 도출된 사례와 검증사례의 결과가 일치하였으며 부분적으로 약간의 차이를 보였다. 운동처방사에 의하면 7.89%의 사례가 Poor 사례로 판명된 이유를 살펴보면, 입력변수에서는 파악되지 않은 것들이었다. 즉 의학검사 및 운동부하검사 변수는 비슷하나 자각증상에 의한 처방이 추가된 경우에는 결과에서 보여지는 운동처방이 다를 수 있기 때문이며, 유의하다고 판단하기에는 약간의 어려움이 있는 사례들이었다. <표 5>는 유의하지 않다고 검증된 운동처방 사례 중의 한 예이다.

표 4. 운동처방사를 통한 검증사례의 적중률

분류	분포
Exact	90.79%
Good	1.32%
Poor	7.89%
False	0%
Total	100%

검증사례와의 차이점을 분석해 본다면 준비운동의 종류가 요통체조와 무릎체조를 하는 사람과 맨손체조를 하는 사람으로 나뉘었다. 본 운동에서는 두 사람의 운동처방에 있어 큰 차이가 없었으며, 정리운동에서 또한 준비운동과 마찬가지로 차이를 보였다. 이는 자각증세를 통해 허리가 아프다고 확인된 환자에게 내려진 운동처방이며, 비고에서 식이조절과 고콜레스테롤 섭취 삼가의 처방이 있는 것으로 미루어 보아, 체중과다로 인한 요통과 무릎 통증을 호소하는 환자로 판단되기 때문에 오른쪽의 사례베이스 추출사례와는 약간 구분된다. 따라서 운동처방시 가장 비중을 높게 두는 본 운동에서 유사한 결과를 도출해 내었으며, 준비운동과 정리운동에서 차이를 보인 이 환자의 사례추출의 경우는 Poor로 분류되었다. <표 5>는 유의하지 않다고 검증된 운동처방의 한 사례이다.

표 5. 유의하지 않다고 검증된 운동처방 사례의 한 예

변수	검증사례	사례베이스 추출사례
1-1	요통체조, 무릎체조	맨손체조
1-3	5-10분	5-10분
2A-1	속보, 수영	속보,조깅,에어로빅
2A-2	3-5일/주	3-5일/주
2A-3	30-60분	30-40분
2A-4	HRR 40-60%	HRR 40-60%
2B-1	무릎신전굴곡, 허리신전굴곡	무릎신전굴곡, 허리신전굴곡
2B-2	3-5일/주	3-5일/주
2B-3	20-30분	20-30분
2B-4	1RM40-60%, 8-12회, 2-3set	1RM40-60%, 8-12회, 2-3set
3-1	요통체조,무릎체조	맨손체조
3-3	5-10분	5-10분
비고	식이조절,고콜레스테롤섭취 삼가, 운동전후체중기록	NA

2. 시스템 구축의 예

이러한 결과를 통해 운동처방지원시스템을 구축했을 때 <그림 2>와 <그림 3>과 같은 인터페이스가 형성될 수 있다. 환자의 데이터를 입력한후 오른쪽의 운동처방 단추를 클릭하게 되면 <그림 3>과 같은 폼이 형성되어 유사사례를 추출하여 보여주게 된다.

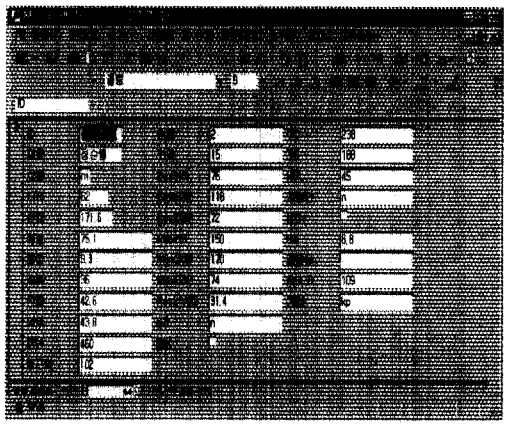

그림 2. 운동처방시스템 구축시 Interface 예 - 검사

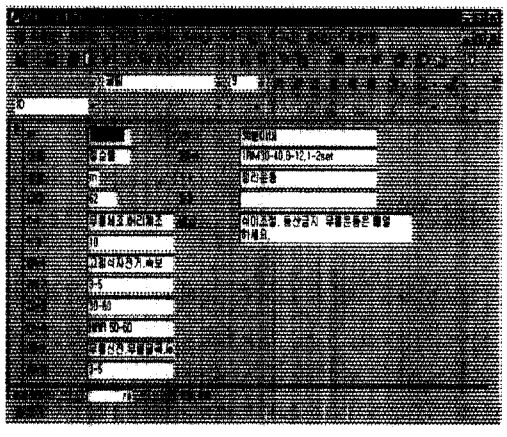

그림 3. 운동처방시스템 구축시 Interface 예 -운동처방

V. 결 론

본 연구에서는 운동처방지원시스템 구축을 위한 사례기반추론기법을 적용하였으며, 실험의 결과를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 사례기반추론을 통해 추출된 사례베이스 추출결과를 운동처방사의 판단을 통해 검증한 결과, 본 실험에서 76개의 사례중 6개의 경우를 제외한 나머지 사례는 다른 검증사례의 환자에게 처방을 내려도 지장이 없거나 정확한 처방으로써 92.11%의 적중률을 보였다.

2. 본 연구에서 표본의 구축시 개개인의 운동처방을 중심으로 축적되었기 때문에 운동처방사가 직접처방을

내린 결과와 똑같은 세밀한 처방을 도출하는 데에는 어려움이 있었다.

3. 사례베이스의 양과 유사한 사례 뿐만이 아닌 유의한 사례의 도출을 위해서 양질의 사례들을 축적할 필요성이 있다.

4. 검사수치는 비슷하나 자각증세에서 느끼는 요인으로 인해 운동처방이 달라질 수 있으므로 전문가의 직접 처방과 같이 처방할 수 있는 점을 보완할 수 있는 대안이 필요하다.

VI. 제 언

최근 여러 분야에서 많이 이용되어지는 사례기반추론 방법을 운동처방 분야에 접목한 결과 사례의 수가 많고 다양하여 실험에 적용함에 있어 어려움이 있었으며, 훨씬 더 많은 양의 사례가 축적되어야 신뢰할 만한 결과가 도출될 것으로 판단된다. 본 연구결과 첫째, 사례베이스 구축을 위한 자료수집에 있어 운동처방사와 환자가 일대일 방식으로 진단하고 처방한 사례로써 일반적인 운동처방이 아닌 개개인을 위한 운동처방을 중심으로 작성되어 운동처방사례가 매우 다양하였다. 둘째, 환자 개개인과 일대일 방식으로 작성된 본 자료의 운동처방을 처방사의 처방과 같이 모두 정확하게 도출하기란 어려우며, 적중률을 높이기 위한 방안으로 정확한 검사와 처방의 사례를 계속적으로 축적시키는 것이라고 판단된다. 셋째, 사례베이스에 축적되어 있는 사례의 수가 검증자료에 비해 충분치 않으며 사례베이스로 사례기반추론을 적용한다면 더 높은 적중률을 기대할 수 있을 것이다. 사례기반 추론기법을 적용함에 있어서 가장 어렵고 중요한 문제는 어떻게 문제 해결에 유용한 과거사례를 추출하느냐 하는 것으로 단순히 유사한 사례가 아니라 유용한 사례를 추출하기 위해서는 적용분야의 일반화된 지식이 사례의 인덱싱(indexing)과 추출과정에 반영되는 것이 바람직하다고 본다.

참고문헌

강상조, 정낙희(1984). 우수선수 선발 훈련평가를 위한 전산프로그램 개발, **한국체육대학연구소.**

권영식(1996). **채권등급결정을 위한 지능형 의사결정시스템; 신경망 접근방법**, 한국과학기술원 박사학위논문.

김다윗(1996). **신경망 분리모형과 사례기반추론을 이용한 기업 신용 평가**. 한국과학기술원 석사학위논문.

신경식(1998). **채권등급평가를 위한 통합형 사례기반추론 모형 구축**, 한국과학기술원 박사학위논문.

여남희(1996). 성인병 예방을 위한 운동처방 프로그램개발. **대한스포츠의학회지** 14:1.

윤승호(1998). 체력측정을 위한 준거지향 기준치 설정과 타당성 검증에 관한 연구, **한국체육학회지.** 37:2:399-413.

이건창(1992). 지능적 전략계획 시스템 설계를 위한 지식 기초 의사결정체와 인공신경망과의 결합. **경영정보 학연구**, 2:1:35-53.

이건창, 권영식, 한인구(1995). 지능형 기업신용평가 시스템의 개발:NICE-AI,**경영정보학연구**,4:4:91-116.

이건창, 이철원(1998). 사례기반추론과 인공신경망을 결합한 지능적인 경영전략수립모형에 관한 연구. **경영정보학연구**. 8:1:1-23.

전태원, 김의수, 최승권, 김남주(1991). 체력진단 및 운동 처방을 위한 컴퓨투 프로그램개발에 관한 연구. **한국체육학회지**, 30:1:30:245-262.

황수관, 고성경, 김형진(1991). 건강진단 및 운동능력 평가를 통한 심폐적성 운동처방 프로그램개발. **한국노화학회지** 1:1.

황수관(1990). **건강진단 및 운동능력평가를 통한 심근적응 운동처방 프로그램개발**. 국민대학교 박사학위논문.

Aamadt, A(1993). *A case-based answer to some problems of knowledge-based systems, Scandinavian conference on artificial intelligence,* E. Sandewall and C.G.Jansson, IOS Press, 168-182.

Aamodt, A. and Plaza, E.(1994). *Case-Based Reasoning: Foundational issues, Methodological variations and system approaches.* Artificial Intelligence Communications, 7:1.

Barletta, R.(1991). *An introduction to case-based reasoning,* AI Expert, 6:8:42-49.

David, W.Aha.(1995). Case-Based Reasoning and Learning,(http://www.aic.nrl.navy.mil /~aha/cbr /Machine).

Kahn, C.E.,Jr.(1993). *Case-based selection of diagnostic imaging procedures,* In Leake, D.B., ed., Case-Based Reasoning : Papers from the 1993 Workshop, 164. MenloPark, CA. AAAI Press.

Kahn, C.E.,Jr. and Anderson, G.M.(1994). Case-Based Reasoning and imaging procedure selection. *Investigative Radiology* 29, 643-647.

Katia G.C., Maria,L.T.,Rosina W., Alejandro M. and Barcia M.R.(1998). *Designing Nutritional Programs with Case-Based Reasoning,* Los Alamitos, CA:IEEE. Computer Society Press.

Kolodner, J.L.(1992). An Introduction to Case-Based Reasoning. *Artificial Intelligence Review,*6:3-34.

Kolodner, J.L.(1993). Case-Based Reasoning, Morgan Kaufman, San Mateo.

Kolodner, J.L.(1991). Improving human decision making through Case-Based Decision aiding. *AI Magagine,* 12:2:52-68.

Slade, S.(1991). Case-Based Reasoning for bid preparation. *AI Expert,* &:3:44-49.