

유사 사례를 이용한 공압 요소 선정에 관한 연구
- A Study on the Selection of Pneumatic Components
Using Similar Case -

신 흥 열*

Shin Heung Yeoul

이 재 원**

Lee Jae Won

Abstract

It is one of the most important thing to select pneumatic components in pneumatic system design. For the purpose of selecting pneumatic components, case objects are described as a knowledge representation and the most similar case object must be selected by decision making in computer. In this paper, case objects are represented using the methodology that is used for CBR(Case Base Reasoning) and methodology that the most similar case can be selected is proposed. Algorithm VIWNNR(Varying Index Weight-based Nearer Neighbor Retrieval) is accomplished by varying index weight, that is not considering a index matching as true or false but varying a size of weight according to the degree of matching and enhance the flexibility of SCRM(Similar Case Retrieval Module) involving fuzzy concept in matching the cases.

SCRM is tested to verify the feasibility to select pneumatic linear components and is performed effectively.

1. 서 론

공압은 인간에게 알려진 가장 오래된 에너지의 일종이며 인간의 육체적 능력을 보강하는데 사용되어 왔다. 20세기 중엽에 이르러 공압의 사용은 선진국을 중심으로 퍼져 나갔지만 전세계로 산업에 소개된 것은 공정의 자동화와 합리화의 문제가 증가하기 시작하면서 부터였다^[1]. 오늘날에는 대부분의 산업체에서 공압을 이용하는 장치가 설치되어 있어 경제적으로 자동화에 사용되고 있으며 공압을 이용한 다양한 작업도 증가 추세에 있다^[2].

공압부품이 강력하고 빠르게 전파될 수 있었던 이유는 공압부품이 경제적으로 자동화에 사용될 수 있었기 때문이다. 공압부품은 간단하고 견고한 구조를 지녔으며 취급의 용이성 때문에 동작기계, 조립장치, 운반장치, 공급장치, 공정기계, 설비 제조 분야에서 채택되어 사용되고 있다. 특히 전장, 자장, 폭발 위험 및 오염 위험과 같이 심한 외부의 간섭을 받는 장소에 설치될 시스템에 적합하며, 튼튼한 구조로 외부 노이즈에 둔감하고 신뢰성이 매우 높으며 힘과 속도를 무단으로 조절할 수 있다는 특징 때문에 산업 전반에 걸쳐 광범위하게 사용된다^[1].

* 인하공업전문대학 자동화기계과

** 인하대학교 자동화공학과

공압 시스템은 실제로 작업을 담당하는 구동요소와 그 구동요소를 제어해 주는 밸브들, 그리고 외부의 조건을 감지하는 신호입력요소로 구성되어 있다^[3]. 공압 시스템을 설계할 때 제일 먼저 고려해야 할 요소는 구동요소로서 이 요소가 선정되어야만 그에 따른 제어밸브, 속도 및 압력 조절을 위한 유량제어밸브와 압력제어밸브, 그리고 기타 악세서리들이 정해지게 된다.

공압에너지의 비용은 전기에너지나 유압에너지에 비하여 매우 비싸므로 공압시스템 설계시 작업요소의 선정이 신중하게 이루어지지 않으면 공압시스템의 초기 투자비 뿐만 아니라 운영비에도 상당한 비용이 추가된다^[4]. 실제로 공압시스템 설계시 가장 문제가 되는 것은 공압 구동요소를 크게 선정하는 것이다^[5]. 따라서 공압시스템 설계시 작업 상황에 맞는 구동요소를 우선적으로 잘 선정해야 하는데, 구동요소의 종류가 다양할 뿐더러 똑 같은 구동요소라도 사용 조건이 조금만 달라져도 제기능을 충분히 발휘할 수가 없기 때문에 초심자가 구동요소를 선정할 경우에는 과거의 좋은 의사 결정 사례를 참고할 필요가 있다. 즉, 현재 주어진 문제와 과거에 해결한 사례를 비교하여 유사성이 가장 큰 사례를 추출한다면, 현재의 문제를 쉽게 해결할 수 있으며 인공지능의 한 분야인 사례기반추론(Case-based Reasoning)의 적용이 가능하다^[6].

지금까지 사례기반추론에 의한 전문가 시스템이 많이 발표되었는데 유사사례 추출의 관점에서 보면 구별망(discrimination network) 상에서의 완전 match를 통하여 유사사례를 추출하는 CHEF^[7], 중복 구별망(redundant discrimination network) 상에서 경험론적 matching 규칙을 사용하여 유사사례를 추출하는 JULIA, 중복 구별망 상에서 완전 match를 통하여 유사사례를 추출하는 MEDIATOR^[8], matching된 부품 수에 기초하여 유사사례를 추출하는 CLAVIER^[9] 등이 있고, 계층 구조에서 완전 matching을 통하여 점수를 평가한 후 유사사례를 추출하는 CADSYN^[10], 유사한 군집 사례 중에서 가장 많은 match 점수를 갖는 유사사례를 추출하는 ARCHIE^[11] 등이 있으며 계층 구조의 각 단계에 가중치를 지정하고, 상위 단계와 하위 단계의 관련 여부에 따라 양수 가중치와 음수 가중치를 부여한 후 경험론적 규칙을 사용하여 근사 matching을 통하여 멀티 미디어 데이터를 검색하는 방법^[12] 등이 있다.

최근에는 사례기반추론에서 퍼지(fuzzy) 개념을 matching에 도입하여 보다 유사한 사례를 추출하고자 하는 방법들이 연구되고 있는데 matching과정을 단순화하기 위하여 양적(quantitative) 값을 갖는 인덱스 값을 멤버십 함수에 기초하여 질적(qualitative) 값으로 전환하여 유사사례를 선정하는 방법^[13]과 인덱스의 데이터 종류에 따라서 단순 matching과 퍼지 matching을 조합하고, 퍼지 matching에 사용되는 인덱스의 종류에 따라 멤버십 함수를 달리하여 보다 유사한 사례를 추출하는 방법론이 조선 불록 분할 전문가 시스템^[14]에 적용된 바 있다.

본 연구에서는 공압 선형 작업 요소의 효과적인 선정을 위하여 과거의 선정 예를 사례 베이스화 하고, 사례들을 수평 메모리(flat memory)에 저장한 후 가중치 개념을 넣어 인덱스 중요도의 유동성을 고려하였으며 퍼지 수(fuzzy number)를 도입하여 사례간 유사 정도의 변별력을 높였다. Serial 탐색을 통하여 모든 사례를 탐색함으로써 부분 matching 규칙이 필요 없으며 추출 사례의 선택의 폭이 넓다.

이러한 추출 방법은 공압 선형 시스템 설계를 위한 전문가 시스템 개발에 적용되었고 개발 도구로는 Neuron Data사의 Elements Environment 2.0^[15]을 사용하였다.

2. 사례 객체를 이용한 공압부품의 지식 표현

2.1 사례기반추론(Case-based Reasoning)

최근 인지 과학(cognitive science) 분야에서의 연구 결과에 의하면 규칙 기반 시스템에서와 같이 문제를 해결하기 위하여 규칙(rule) 형태의 지식만을 단계적으로 적용하여 의사 결정을 하기보다는 과거의 오랜 경험 중에서 현재 다루려는 문제와 유사했던 경우를 먼저 떠올

리고 그 결과를 응용하여 문제를 해결한다고 알려져 있다. 이에 따라 전문가 시스템을 구성하는데 있어서도 과거 경험 사례를 바탕으로 한 문제 해결 방법인 사례기반추론(CBR:Case Base Reasoning)^[16,17]이 제안되어 이용되고 있다.

사례기반추론에서는 사례에 대한 표현이 우선적으로 이루어져야 하는데 사례란 추론의 목표를 수행하는데에 기초가 되는 경험을 표현하는 구문화된 지식의 구성이라고 할 수 있다. 사례는 문제부와 해답부를 포함하는데 문제부는 그 사례가 발생되었을 때의 상태나 그 때의 해결될 문제들로 구성되며 해답부에는 지정된 문제에 대한 해답이나 그 때의 상황에 대한 응답으로 구성된다. 사례기반추론에서는 지식 획득(knowledge acquisition)이 용이하며, 사례를 객체(object)로 표현이 가능하고, 신규 사례의 추가로 학습 기능의 부여가 가능하다^[14].

2.2 공압요소 선정 사례의 객체 지향 지식 표현

공압 부품을 선정하기 위해서는 전문적인 지식을 갖춘 전문가가 필요 조건과 제약 조건을 고려하여 수동적으로 해결하여야 하는데, 전문가의 경험론적인 지식을 컴퓨터에 저장하고 과거에 해결하였던 상황을 사례로서 표현하여 사례 베이스(case base)화 하여 지능 시스템을 구축한다면 초보자라도 쉽게 문제를 해결할 수 있을 것이다.

공압요소 선정에 대한 사례를 표현하기 위해서는 사례의 특징을 나타내는 인덱스(index)와 인덱스의 값(index value)이 표현되어야 한다. 각 사례는 객체(object)로 정의되며, 문제 인덱스와 해 인덱스 부의 두 부분으로 구성된다. 문제 인덱스 부에는 공압요소의 선정에 필요한 각종 조건에 대한 정보가 인덱스로 정의되고, 해 인덱스 부에는 문제 인덱스 부를 만족시키는 공압요소의 사양(specification)과 그에 따른 부수적인 악세서리들의 사양이 표현되는데, 문제 인덱스의 적절한 선정이 성공적인 사례 지식 표현의 관건이 된다. 표 1은 본 연구에서 사용한 인덱스의 종류와 그 의미를 나타낸다.

3. 유사사례의 선정

표 1 인덱스의 구조

Index의 종류		Index 명칭	Index 서술
Indices	Problem Indices	pressure	사용 압력
		numOfPosition	제어 위치의 수
		workType	작업 형태
		force	힘의 크기
		momentum	모멘텀의 크기
		speed	작업 속도
		stroke	작업 행정
		availableFB	이용 방향
		mountReed	리드 센서의 설치 유무
		pistonRot	피스톤의 회전 유무
	Solution Indices	Actuator	선형 작업 요소의 사양
		Diameter	공칭 직경
		Stroke	작업 행정
		SolValve	솔레노이드 밸브 사양
		Scilencer	소음기 사양
		Tube	튜브 사양
		Fitting	연결구 사양
		FlowControl	유량 제어 밸브의 사양

3.1 이론적 배경

유사사례를 찾는 방법 중의 하나는 모든 사례를 현재 문제와 비교하여 그 차이가 가장 적은 사례를 추출하는 것이다. 이 방법론은 수평 메모리를 사용한 것으로서 가장 소모적이지만 확실한 결과를 얻어낼 수 있는 방법 중에 하나로서 사례가 매우 많지 않는 한 효과적인 방법이 될 수 있다^[15].

이 방법에서 한 걸음 발전된 것이 decision tree를 이용한 것으로서 인덱스 값의 범위를 계속적으로 나누어 tree 형태를 이루면서^[16], 일련의 규칙에 기반한 계층 의미망(hierarchical semantic network)으로 생각하여 규칙 처럼 강력한 인과 관계로 묘사한다. 이 방법에서는 현재 문제의 상위 인덱스 값과 그에 대응되는 decision tree의 인덱스 값이 비교되어 matching이 이루어지는 방향으로 계속해서 탐색이 이루어지게 된다. 이 방법을 사용하여 이분법으로 tree 형태를 구성하면 탐색할 tree의 깊이가 $\log_2 n$ 개가 되므로 사례의 갯 수 n 이 매우 클 경우에는 탐색 횟수가 매우 줄어들게 된다. Decision tree의 장점은 지식 획득 과정을 단순화할 수 있다는 것과 규칙으로 쉽게 전환할 수 있다는 것이다^[6]. 그러나 이 방법은 인덱스의 값의 범위를 나누는 과정에서 사례의 선택의 폭이 매우 제한되기 쉬우며 어떤 인덱스를 tree의 상단에 위치시키느냐에 따라 추출되는 유사사례가 달라질 수 있다.

구별망(discrimination network)을 사용한 유사사례의 추출 방법은 matching이 효율적이고 사례의 조직화가 쉽다는 장점은 있으나 인덱스의 중요도를 나타내는 가중치(weight)가 하나의 경우로 고정되어 있고, 구별망을 구성하고 유지하는데 필요한 부가적인 노드 관리, 구별망에서 계층별로 사례를 추출하는 부가적인 작업, 각 인덱스 matching시 사례들이 배제되어 사례의 선택 범위가 좁아진다는 점, 그리고 부분 matching시 적절한 규칙이 없으면 탐색이 진행되지 않는 점, 신규 사례의 자동 저장시 저장할 위치의 선정과 이에 따른 matching 규칙의 자동 수정의 어려움 등의 다수의 문제점이 존재한다.

중복 구별망(redundant discrimination network)을 사용한 유사사례의 추출 방법은 구별망의 단점을 보강하여 인덱스의 중요도를 유동적으로 고려한 진일보된 방법이지만 복수 개의 구별망을 구성하여 유지해야 하고 전술한 구별망의 단점도 대부분 갖게 된다^[19].

본 연구에서 사용하는 유사사례의 추론 방법은 기본적으로 수평 메모리를 사용하여 모든 사례를 한 차례만 탐색하고 가변적인 인덱스 가중치를 갖음으로서 인덱스 중요도의 유동성을 고려하였으며, 인덱스에 따라 퍼지 개념을 접합시켜 보다 유사한 사례를 추출할 수 있도록 하였다.

3.2 선정 전략

현재 주어진 문제와 가장 유사한 과거의 사례를 추출하는 것은 사례기반추론에서 가장 중요한 과정 중에 하나이다. 그 이유는 추출된 사례가 현재 입력된 문제와 유사성이 높을수록 추출된 사례의 해를 적용시키는 과정이 용이하기 때문이다.

현재 주어진 문제는 사례의 특징을 나타내는 다수의 인덱스와 인덱스의 값으로 표현되어 있어, 과거 사례의 문제 인덱스부와 matching에 의하여 유사사례를 추출하게 된다. 현재 문제 인덱스 값이 모두 matching되는 과거 사례가 존재한다면 현재의 문제는 과거에 해결한 문제와 일치되므로 그 사례의 해를 현재의 문제에 대한 해로서 제시한다. 그러나 현재의 문제 인덱스 값이 과거 사례들의 문제 인덱스 값과 부분적으로 일치하는 경우에는 과거 사례들 중 어떤 사례가 현재의 문제와 가장 유사한지를 결정해야만 한다^[20]. 따라서 일치 정도에 따라 유사성의 크기를 결정해 주는 유사 척도(similarity metric)의 제정이 필요하게 된다.

저장된 각 사례들의 입력 문제와의 유사 정도의 비교는 각 사례들의 문제 인덱스의 값이 입력된 문제 인덱스의 값과 비교되어 인덱스별 유사 정도가 정량화 된다. 정확하게 일치되는가 아닌가의 진위 여부로서 미리 정해진 인덱스의 가중치 값이 100% 반영되거나 zero가 되는 경

우의 전략과 퍼지 matching 정도에 따라서 인덱스의 가중치의 변화를 줄 수 있다. 본 연구는 후자의 경우 까지도 허용하여 퍼지 matching이 되도록 하였다.

인덱스의 값을 비교하여 유사도를 결정하는 방법은 인덱스가 의미하는 구조적인 특징과 인덱스의 data type에 따라 각기 다른 방법이 필요하다. 그 이유는 인덱스의 특징에 따라 값의 비교 방법이 다르거나 유사도의 분포가 다르기 때문이다. 그림 1은 현재의 문제가 입력되었을 때 사례 베이스로부터 가장 유사한 사례를 추출하는 과정을 자료 흐름도로 표현한 것이고, 문제 사례의 인덱스의 종류와 data type은 표 2와 같다.

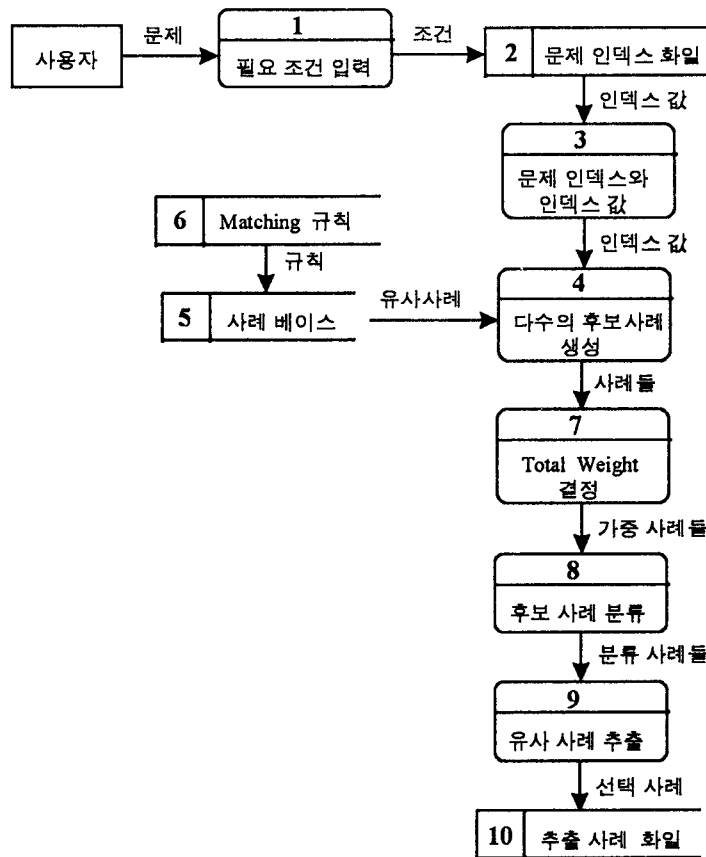


그림 1 유사 사례 추출에 관한 자료 흐름도

3.3 퍼지 수(fuzzy number)를 이용한 유사 척도 계산

인덱스의 값이 string인 경우에는 matching 여부에 따라서 유사도를 1과 0으로 결정한다. 즉, 문제 인덱스의 값과 사례의 문제 인덱스의 값이 같으면 유사도를 1로 주고, 같지 않으면 0을 할당한다.

인덱스의 값이 numeric인 경우에는 두 사례의 값의 차이에 따른 유사도를 표현하기 위해 퍼지 수(fuzzy number)의 개념을 도입한다. 퍼지 수를 표현하는 멤버십 함수의 표현 방법은 선형 비례 표현 방법과 PI 곡선, Gauss 곡선 등이 있으나^[21], 본 연구에서는 선형 비례 표현 방식을 사용하였다. 그 이유는 선형 비례 표현 방식이 가장 단순한 퍼지 집합이고 본 연구에서의 유사도를 표현하는데 큰 부리가 없다고 판단되었기 때문이다.

표 2 문제의 인덱스와 data type

인덱스	data type	유사도 결정 방법
pressure	numeric	퍼지 matching
numOfPosition	string	단순 matching
workType	string	단순 matching
force	numeric	퍼지 matching
momentum	numeric	퍼지 matching
speed	numeric	퍼지 matching
stroke	numeric	퍼지 matching
availableFB	string	단순 matching
mountReed	string	단순 matching
pistonRot	string	단순 matching

귀속도(degree of membership)를 유사도로 가정하고 문제 사례의 인덱스의 값이 비교 사례의 문제 인덱스의 값과 일치하면 유사도를 1로 할당하고, 일치하지 않으면 일치되지 않는 값의 크기가 커질수록 유사도의 값이 감소하도록 한다. 이와 같은 조건을 만족시키기 위하여 유사도를 계산하기 위한 식을 다음과 같이 제시하였다.

$$C_{ij} = 1 - \frac{| \text{caseIndex}_{ij} - \text{pbIndex}_j |}{\text{caseIndex}_{ij}} \dots\dots\dots (1)$$

여기에서 C_{ij} : 유사도 ($0 \leq C_{ij} \leq 1$)
 caseIndex_{ij} : i번째 사례의 j번째 인덱스의 값(numeric value)
 pbIndex_j : 문제의 j번째 인덱스의 값(numeric value)

식(1)에서 사례 인덱스 값과 문제 인덱스 값의 차이를 정규화시킨 값이 1보다 큰 경우에는 유사도가 음수가 되는데 이 경우에는 어떤 인덱스에 대해서 사례나 문제 사이의 유사성이 없는 것으로 판단하여 유사도의 값을 0으로 처리한다. 따라서 유사도를 계산하기 위한 퍼지 집합은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보듯이 사례 인덱스의 값이 문제 인덱스의 값의 범위를 100% 넘어서면 유사도 정도를 0으로 처리한다.

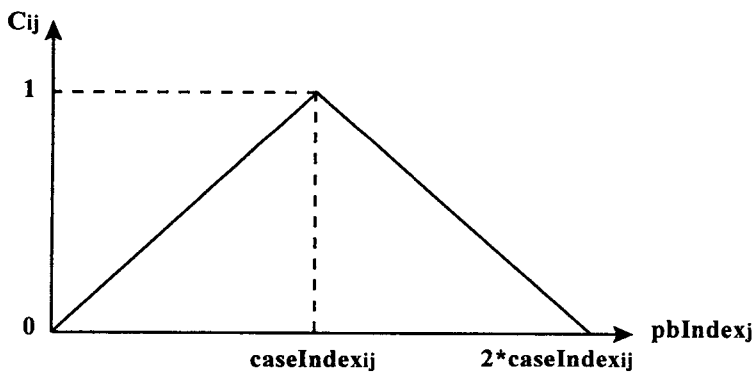


그림 2 유사도 계산을 위한 퍼지 집합

3.4 유사 사례 선정 알고리즘

공압 요소의 사례를 표현하는 인덱스의 weight는 전문 지식으로 부터 추출하게 된다. 설정된 인덱스의 weight 값을 이용하여 입력된 문제와 후보 사례와의 인덱스 matching에 따른 점수를 계산하여 가장 높은 점수를 얻는 사례를 추출하게 되는데, 각 인덱스의 weight 수치는 최대 10, 최소 1 사이의 값을 갖도록 하였다.

각 사례에 대한 total score(TS)를 구하는 식은 다음과 같다.

$$TS_i = \sum_{j=1}^n (C_{ij} \times M_{ij}) \dots\dots\dots (2)$$

여기에서 TS_i : i번째 사례의 total score

n : 사례의 문제 인덱스 갯수

C_{ij} : 유사도

인덱스 값이 string type이고 matching되면 1을 할당

인덱스 값이 string type이고 matching되지 않으면 0을 할당

인덱스 값이 numeric type이면 (1)식에 의해서 구해진 값을 할당

MW_{ij} : j번째 인덱스의 maximum weight

이상에서 언급된 유사도를 포함한 유사사례 추출 전략인 알고리즘 VIWNNR(Varying Index Weight-based Nearer Neighbor Retrieval)을 단계별로 구성하여 정리하면 다음과 같다

- 단계 1. 사례 베이스에서 특정 i번째 사례를 선택한다.
- 단계 2. 만약 j번째 인덱스가 string값을 갖고 i번째 사례에 대하여 입력된 문제와의 matching을 시도하여 matching되면 단계 2.1로 이동하고, matching되지 않으면 단계 2.2로 이동한다.
 - 만약 j번째 인덱스가 numeric 값을 갖으면 단계 2.3으로 이동한다.
- 단계 2.1 C_{ij} 에 1을 대입하고 단계 2.4로 이동한다
- 단계 2.2 C_{ij} 에 0을 대입하고 단계 2.4로 이동한다.
- 단계 2.3 식 (1)을 이용하여 C_{ij} 를 구하여 대입하고 단계 2.4로 이동한다.
- 단계 2.4 MW_{ij} 에 C_{ij} 를 곱한 값을 TS_i 에 더하고 단계 3으로 이동한다.
- 단계 3. 인덱스 중에서 주어진 사례의 인덱스 matching에 필요한 항목이 남아 있으면 단계 2로 이동하고, 없으면 단계 4로 이동한다.
- 단계 4. 사례 베이스에서 점수 계산이 필요한 항목이 남아 있으면 단계 1로 이동하고 없으면 단계 5로 이동한다.
- 단계 5. 사례 베이스 사례 중에서 가장 높은 TS를 갖는 사례를 추출한다.

4. 적용 예

전항에서 기술한 유사사례 추출 알고리즘 VIWNNR을 이용하여 SCRM(Similar Case Retrieval Module)에 문제 인덱스 값을 넣어 유사사례를 추출하였다. 주어진 문제에 대해서 가장 우선 순위가 높은 유사사례가 추출되었을 때 추출된 사례가 문제의 해로서 바람직하지 않다고 판단될 때를 대비하여 다음 순위를 갖는 유사사례를 2개 더 추출토록 하였다. 주어진 문제는 사용 압력이 5.5bar이고 작업 중 중간정지가 필요하지 않아 제어위치의 수는 두 개이

며, 부하는 피스톤 전진 운동시 걸리고 피스톤 속도는 20cm/sec, 행정거리 250mm, 전후진 운동 중 전진시 작업이 이루어지며, 감지 장치로서 리드 스위치가 설치되고 피스톤의 형상은 원형으로서 회전이 가능하다. 추출된 사례를 대상으로 퍼지 matching을 이용한 경우와 이용하지 않은 경우를 비교하면 표3과 같다. 사례1은 SCRM을 이용한 추출 결과이고 사례2는 사례1과 string data type을 갖는 인덱스는 값이 갖고 numeric data type을 갖는 인덱스는 값이 다른 경우이다.

표 3 퍼지 matching과 단순 matching의 사례추출 결과 비교

문제인덱스	문제사례의 인덱스 값	가중치	사례 1			사례 2		
			인덱스 값	계산 결과		인덱스 값	계산 결과	
				단순매칭	퍼지매칭		단순매칭	퍼지매칭
pressure	6	6	5.5	0	5.5	5	0	4
numOfPosition	two	8	two	8	8	two	8	8
workType	on	4	on	4	4	on	4	4
force	70	10	75	0	9.3	50	0	6
momentum	0	10	0	10	10	0	10	10
speed	10	4	20	0	2	30	0	1.3
stroke	300	8	250	0	6.4	1000	0	2.4
availableFB	forward	2	forward	2	2	forward	2	2
mountReed	reed	3	reed	3	3	reed	3	3
pistonRot	rot	5	rot	5	5	rot	5	5
총점수	-	60	-	32	55.2	-	32	45.7

퍼지 matching을 하지 않고 단순 matching을 한 결과를 보면 사례1과 사례2는 총점수가 같기 때문에 같은 우선 순위를 갖고 유사사례로 추출된다. 그러나 퍼지 matching을 이용하는 경우에는 사례1이 문제 사례와 더 유사한 것으로 나타난다. 인덱스의 값을 보면 높은 가중치를 갖는 인덱스 stroke에서 사례1이 사례2 보다 문제 사례와 훨씬 더 유사한 것을 알 수 있다. 일반적으로 numeric 값을 갖는 인덱스는 단순 matching을 하면 대부분 matching되지 않을 가능성이 크므로 numeric 값의 범위를 정하여 matching이 이루어질 수 있도록 할 수 있다. 그러나 이 경우에는 값의 범위를 정하고 구간을 나누는 수고가 필요하고, 구간 경계치에 근접한 값들은 특성을 충분히 나타낼 수 없는 단점이 있다. 따라서 인덱스의 특성을 표현할 수 있는 멤버십 함수를 정하여 퍼지 matching을 시키면 유사도를 정량화 할 수 있고 사례 추출시 유사 정도의 변별력을 향상시킬 수 있게 된다.

그림 3은 표 3에서의 문제를 입력시켰을 때 Elements Environment 2.0^[15]을 이용하여 유사 정도가 가장 높은 유사사례를 추출한 결과를 보여준다.

5.결 론

본 연구는 공압 요소의 선정을 위한 전문가 시스템 개발에 관한 것으로서 주요한 연구의 결과는 다음과 같다.

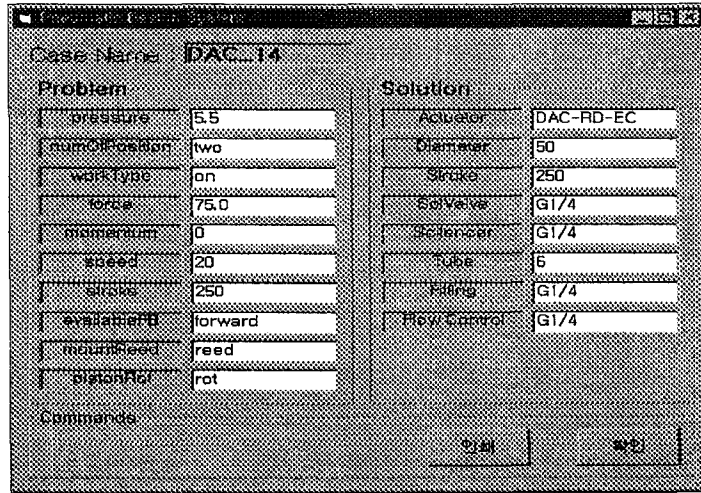


그림 3 유사 사례의 추출

- 공압 전문가의 경험지식을 사례(case)로 표현하고, 사례 기반 추론을 적용하여 공압요소설계 전문가 시스템의 유사사례 추출부에 대한 prototype을 개발하였다.
- 가중치와 퍼지 수 개념을 도입하고, numeric 값을 갖는 인덱스에 대하여 퍼지 matching을 적용시켜 유사도를 정량화함으로써 사례추출시 유사 정도의 변별력을 향상시켰다.
- 사례가 매우 많지 않으므로 serial 탐색을 통하여 추출 사례의 선택의 폭을 넓힐 수 있었다.

향후 연구로는 공압의 적용 범위를 확대하여 선형 요소 뿐만 아니라 회전, 진공 요소, 서비스 유니트를 포함하고 입력된 문제와 추출된 사례의 차이를 보정해 주는 적용부 개발과, 사용자를 위한 GUI 환경의 개발이 필요하다.

참 고 문 헌

1. 신 홍열, 공장 자동화를 위한 공압 기술, 선안당, 1993
2. Werner Deppert and Kurt Stoll, *Cutting Costs with Pneumatics*, VOGEL Buchverlag Würzburg, 1988
3. P.Croser, *Pneumatics*, FESTO Didactic KG, 1989
4. Werner Deppert and Kurt Stoll, *Pneumatic Application*, VOGEL Verlag, 1976
5. *SELECT*(Technical Information of FESTO), FESTO KG, Vol.50, 1987
6. Efraim Turban, *Expert Systems and Applied Artificial Intelligence*, Macmillan Inc., 1992
7. Hammond,K.J., "CHEF : A Model of Case-based Planning", Proceedings of 5th National Conference on Artificial Intelligence, Vol.1, pp. 267-271, 1986

8. Kolodner, J.L. and Simpson, R.L., "The MEDIATOR : Analysis of an Early Case-based Problem Solver", *Cognitive Science* 13(4), pp. 507-549, 1989
9. Hennessey, D. and Hinkel, D., "Applying Case-based Reasoning to Autoclave Loading", *IEEE Expert* Vol.7, No.5, pp.21-26, 1992
10. M.L. Maher and D.M. Zhang, "CADSYN : Using Case and Decomposition Knowledge for Design Synthesis", *Artificial Intelligence in Design'91*, pp.137-150, 1991
11. Ashock K. Goel, Janet L. Kolodner, Craig Zimring, Lucas Sentosa and Richard Billington, "Case-based Design Support", *IEEE Expert* Vol.7, No.5, pp. 14-20, 1992
12. 김 경창, "멀티미디어 데이터 검색 기법", 정보과학회지 제10권 제5호, pp.32-41, 1992
13. Bing Chiang Jeng and Ting-Peng Liang, "Fuzzy Indexing and Retrieval in Case-Based Systems", *Expert Systems with Applications*, Vol.8, No.1, pp.135-142, 1995
14. 이 승협, 이 재원, "사례기반추론에서 퍼지 매칭을 이용한 추출전략과 적응지식획득에 관한 연구 : 조선 블록 분할 전문가시스템에 적용", 대한조선학회 1996년도 춘계 학술대회 논문집, pp.97-100, 1996
15. *Elements Environment 2.0 User's Guide*, Neuron Data Inc., USA, 1996
16. Kolodner, J. and Mark, W., "Case-based Reasoning", *IEEE Expert* Vol.7, No.5, pp. 5-6, 1992
17. Christopher K. Riesbeck, Roger C. Scank, *Inside Case-based Reasoning*, LAWERENCE ERLBAUM ASSOCIATE, pp. 1-24, 1989.
18. Janet Kolodner, *Case-based Reasoning*, Morgan Kaufmann Publisher Inc., 1993
19. Patric, H. W., *Artificial Intelligence*, Addison Wesley, pp. 397-409, 1992
20. Slade, S. , "Case-based Reasoning : A Research Paradigm", *AI Magazine*, Vol.12, No.1, pp. 42-55, 1991
21. Earl Cox, *Fuzzy Systems handbook*(한국어판), 도서출판 삼각형, 1995