

산업용 로봇의 손가락고장 진단시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Finger Fault Diagnosis System for Industrial Robots

김 병 석*·송 수 정**
Byong-Suk Kim·Soo-Jeong Song

ABSTRACT

Because of increasing the use in industrial robots, the accident rate has been increasing now a days. The prediction of accident could be very hard as there are so many factors which occurred accident. Removing the accident factors in industrial robots can be diagnosed by the human experts who are very familiar with in those area. The purpose of this study is a development of finger fault diagnosis system for industrial robots. We have many problems such as a long time to get the expert knowledge and the number of expert to be limited. To solve these problems lots of investment and time are required, and then the expert system to finger fault diagnosis for industrial robots can be applied.

1. 서 론

산업이 고도화되어감에 따라 자동화가 급속히 진행되고 있으며 특히 다품종 소량생산 및 유연생산에 대한 수요의 증가로 산업용 로봇의 사용이 급증하고 있다. 지난 몇년 사이에 연평균 산업용 로봇의 증가율은 대부분 국가에서 20~30%에 달하며 국내의 산업용 로봇 보급도 2000년대까지 연평균 약 20% 정도의 높은 성장율을 예상하고 있다¹²⁾. 산업용 로봇의 도입은 생산성 향상 뿐

만아니라 생산 방식에도 많은 변화를 가져오고 있으며 이제까지 작업자가 종사하고 있던 위험하고 건강상 유해한 작업을 산업용 로봇으로 대체시킴으로써 작업환경의 변화 및 산업재해 방지에도 크게 기여하고 있다. 최근들어 산업용 로봇의 사용 증가와 더불어 부수적으로 발생하는 심각한 안전문제가 대두되기 시작하였다. 산업용 로봇은 작업자가 예측하기 어려운 복잡한 움직임을 하거나 소음등에 의해 오동작을 일으키는 일이 있는 등 종래의 기계에서는 볼 수 없었던 산업용 로봇 특유의 위험성이 내포되어 있어 다양한 종류의 재해

* 충주산업대학교 산업안전공학과

** 명지대학교 대학원 산업공학과

를 유발하고 있다¹⁰⁾. 산업용 로봇의 고장원인은 다양하고 복잡해 대부분 사고요인의 제거는 산업용 로봇에 관한 지식을 가지고 감당해 낼 수 있는 전문가에 의해 진단된다. 따라서 본 연구에서는 전문가 시스템의 연구분야 중 하나인 진단시스템으로서 현실적으로 현장에서 전문적인 지식을 얻는데는 많은 시간이 소요되고 또한 전문가가 한정되어 있어서 많은 투자와 시간이 필요한데 이를 해결하기 위하여 전문가시스템을 이용해 빈번하게 고장이 일어나는 산업용 로봇 본체고장의 손가락으로 범위를 국한시켜 진단시스템을 개발하였다.

2. 시스템의 구성

산업용 로봇의 사고방지를 위한 고장원 진단시스템은 지식베이스와 추론엔진, 사용자 영역, 데이터베이스로 구성되어 있다^{4,5,7,9)}. 본 시스템은 개인용 컴퓨터 환경하에서 전문가시스템 개발도구인 EXSYS와 Clipper를 이용하여 데이터베이스를 구축하였다. 시스템의 구성도는 Fig. 1과 같다.

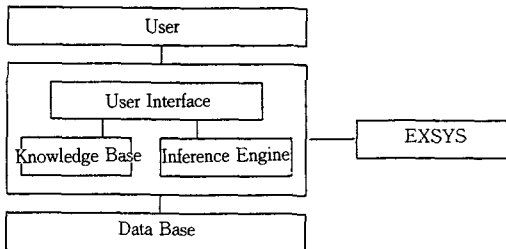


Fig. 1 Architecture of the system

2.1 지식베이스

지식베이스는 데이터가 되는 사실(facts)과 이 사실을 근거로 의사결정을 내리는 규칙(rule)으로 구성된다^{1,5,7)}. 사실은 시스템 구성에 필요한 내용으로 사용자로부터 본 시스템에서 필요로 하는 정보를 얻기 위한 질문내용, 즉 고장이 발생하기 전까지의 고장증상, 고장원인에 대한 질문 등이다. 규칙은 어떤 결정을 내리기 위해 사실을 이용하는 하나의 법칙을 의미하는데 'IF 조건 THEN 결과'의 형태를 가진다^{1,5,6)}. 본 시스템에서는 시스템의 수행에 필요한 규칙들과 고장의 증상과 원인을 알

아내는 규칙들로 구성되어 있다.

2.2 추론 엔진

기존에 나와 있는 명제로부터 어떤 결과를 유도해 나가는 과정으로 주어진 문제의 해결을 위해 지식베이스에 있는 규칙들을 탐색하여 추론(inference)을 하는 부분이다. 본 시스템에서는 사용자가 질문에 대한 답을 입력하면 해당 데이터 화일에 접근하는 프로그램을 개발하여 수행시키고 본 시스템에서 목적으로 하는 고장의 증상을 진단하여 원인을 알 수 있도록 추론을 행한다. Rule Base화 하는데 있어서 추론방법은 순방향 추론방식(forward chaining)을 사용하였다.

2.3 사용자 영역

사용자와의 대화를 통해 사용자로부터 정보를 얻고 고장의 증상 및 원인을 디스플레이해 주며, 결론과 추론과정을 화면을 통해 설명해 주는 부분이다.

2.4 데이터베이스

데이터베이스에서는 다음과 같은 과정을 수행한다.

- 1) 사용자가 입력한 고장증상이 발생하기 전까지의 고장에 대한 정보를 가지고 고장증상에 따른 해당 데이터화일 접근한다. 각 고장에 대한 데이터베이스상의 조건을 검색한 후 데이터베이스상의 고장증상을 찾는다.
- 2) 사용자가 입력한 고장증상이 발생한 이후의 각 고장증상에 대한 정보를 이용해서 고장원인에 따른 해당 데이터화일 접근한다. 각 고장에 대한 데이터베이스상의 조건을 검색해서 데이터베이스상의 고장원인을 찾는다.

3. 데이터베이스의 구축

본 시스템에서 사용하고 있는 고장명 데이터베이스는 만일 산업용 로봇의 손가락 고장이 발생할 경우 신속하게 고장증상을 파악하고 고장원인이 설치된 것처럼 개발과정에서 분석되어진 필요한 데이터의 주요 지식만의 고장증상, 고장원인

등을 요약하여 데이터베이스를 작성한 것이다^{4,8)}. 산업용 로봇의 손가락 고장에 대한 데이터베이스 내용의 예는 Table 1과 같다.

Table 1 Example of database for finger fault

Fault Symptom	Fault Cause
Finger Inoperation	1) Dropping of air pressure oil pressure and electric pressure 2) Power fault
Unsafety operation	1) Overload 2) Oscillation instability 3) Mixing of dust
Mould damage of border	1) Controller fault 2) Wrong of allowable weight 3) Overload
Taction of periphery machinery	1) Misroute of motion route 2) Wrong of air pressure oil pressure and electric pressure

4. 고장원 진단시스템의 평가

4.1 시스템의 특징

본 시스템의 개발을 위해 전문가시스템 기법을 이용하였다. 전문가시스템은 여러 문제 분야에 이용할 수 있는데 관측자료로부터 시스템의 이상을 추론하는 진단부분은 전문가시스템으로 개발하기에 적합한 분야이다^{1,7,9)}. 전문가시스템의 성능은 전문적 지식을 얼마나 많이 저장하여 이용하느냐에 달려 있다²⁾. 본 시스템에서는 산업용 로봇의 손가락에 대한 전문적인 지식을 얻어 산업용 로봇의 손가락 고장증상과 고장원인을 얻은 데이터베이스를 이용하였다. 또 지식베이스의 구성은 시스템의 수행을 위한 규칙과 고장의 증상을 검색 고장원인을 찾아내는 규칙들로 구성되었다. 이 시스템의 특징은 산업용 로봇의 전문적인 지식이 없는 사람이라도 시스템의 질문에 응답해 나가면서 고장증상을 파악하고 이에 대한 고장원인을 발견하여 대응방안을 습득할 수 있도록 한 점이다.

4.2 손가락의 rule base의 예

4.2.1 손가락의 decision tree

Table 1을 이용하여 forward chaning방법을 사용하여 그림 Fig. 2와 같이 decision tree를 도출해 내었다.

4.2.2 손가락의 rule base

아래와 같이 모든 규칙의 IF와 THEN은 하나의 사실로 간주되며 사용자의 입력을 통해 추론이 이루어진다.

```

/* RULE NUMBER : 1
IF : 손가락 {불작동}
THEN : >정전-confidence=10/100
and : >공기압, 유압, 전압 등이 강하
      -confidence=9/100
/* RULE NUMBER : 2
IF : 손가락 {작동}
and : 손가락 작동의 {불안정}
THEN : >과대부하-confidence=10/100
and : >진동불안전-confidence=9/100
and : >이물질 혼입-confidence=8/100
/* RULE NUMBER : 3
IF : 손가락 작동의 {안정}
and : 테두리의 금형파손이 {있다}
THEN : >제어계고장-confidence=10/100
and : >가반중량이상-confidence=9/100
ELSE : >과대부하-confidence=8/100
/* RULE NUMBER : 4
IF : 테두리의 금형파손이 {없다}
and : 공기압, 유압, 전압 등이 이상
      -confidence=9/100
/* RULE NUMBER : 6
IF : 주변기기와 {접촉}
and : 금형파손이 {없다}
THEN : >정상-confidence=10/100
    
```

4.3 손가락 부분의 결과 화면의 예

사용자가 컴퓨터에 입력되는 data는 산업용 로봇의 손가락 작동시 나타나는 고장의 각 증상으로 작동유무, 금형파손, 일반적인 check 등이며 그 예에 대한 결과의 컴퓨터화면은 Fig. 3과 Fig. 4와 같다⁹⁾.

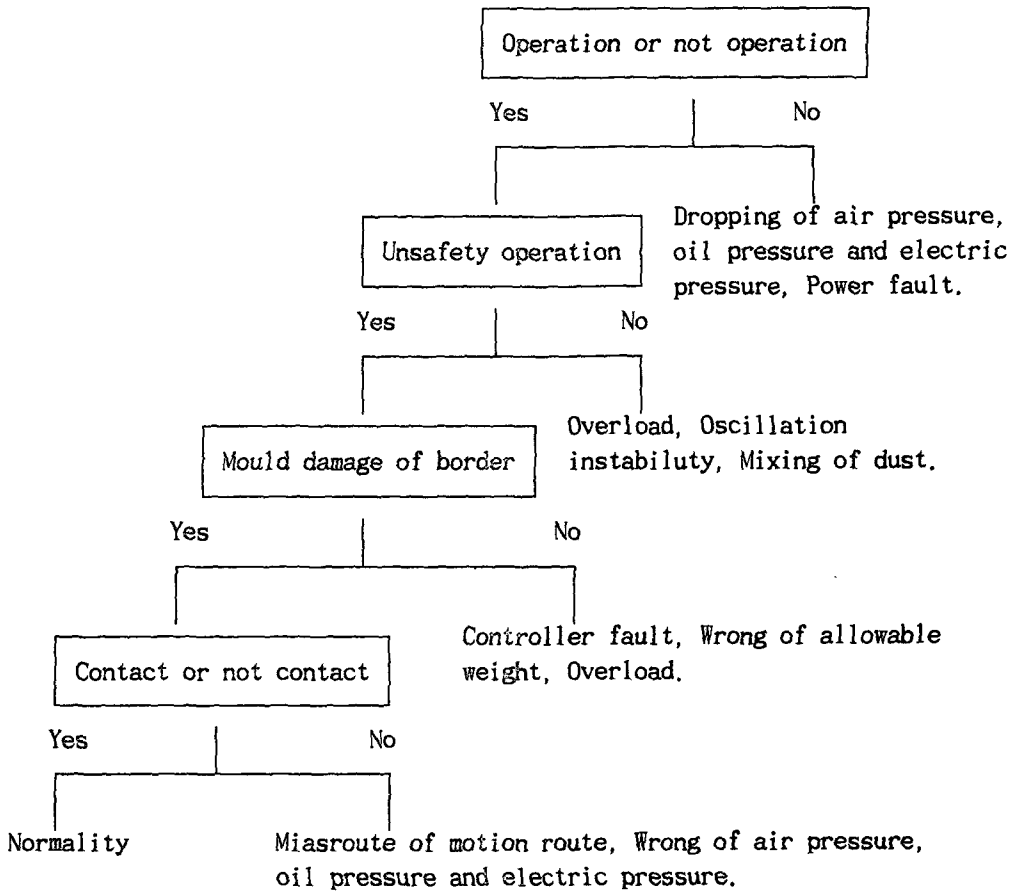


Fig. 2 Decision tree of finger fault

① Operation or not operation of finger 1. Operation 2. Not operation ② Unsafty operation of finger 1. Safty 2. Unsafty

Fig. 3 Input screen

# Result #	Value
1. Overload	10
2. Oscillation instabiluty	9
3. Mixing of dust	8

Fig. 4 Output screen

5. 결론 및 제언

본 논문에서는 산업용 로봇의 손가락 고장 진단시스템을 산업용 로봇 본체의 고장 중 손가락에 국한하여 개발하였다. 본 시스템에서는 사용자가 시스템과 대화를 통해 입력한 고장증상을 통해 고장원인을 찾아내어 산업용 로봇의 작업중 고장징후가 발견되는 즉시 현장 엔지니어가 본 시스템을 이용하게 되면 컴퓨터와 대화를 통해 고장원인을 짧은 시간내에 찾아내어 필요한 조치를 취할 수 있게 된다. 따라서 본 시스템을 이용하게 되면 전문가에게만 의존하던 산업용 로코트의 고장진단을 손가락 일부이지만 컴퓨터를 통해서 해결할 수 있게 된다. 그리고 본 논문의 내용이 현장에 적용되기 위해서는 본 논문에서 제외된 부분인 산업용 로봇의 여러 부분에 대한 rule이 추가되어야 하

며 각 부분별로 증상과 원인에 대한 좀더 세밀한 연구가 수행되어야 한다.

참 고 문 헌

- 1) Adedeji, B. B., Expert System Application in Engineering and Manufactureing, Prentic Hall International, pp. 1~13, 1992.
- 2) Barr, A. and Feigenbaum, E. A., The Handbook of Artificial Intelligence, Heuristech Press, Stanford, California, 1981.
- 3) Exsys professional, Advanced Expert System Development Software Manual, Vol. 2, EXS-TS Inc, 1988.
- 4) Biegel, J. E., Detailed design of a Simulation Based Intelligent Safety Training System, Advanced in Industrial Ergonomics and safety II, Taylor & Francis, pp. 733~738, 1990.
- 5) Kang, Kyung-sik & La, seung-houn, The Development of Prototype Expert System for Fault Detection and Action Priority, Journal of Korean Institute of Industrial Safety, Vol. 7, No. 4, pp. 95~99, 1992.
- 6) OXman, R. and Gero, J., Using an exepert system for design diagnosis and design synthesis, Expert system, Vol. 4, pp. 4~15, 1987.
- 7) Waterman, D. A., A Guide to Expert Systems, Addison-Wesley Publishing Company, 1985.
- 8) 제택고길, 産業用ロボット實用ワニアル, 신기술개발센터, pp. 54~63, 昭和58年.
- 9) 김경섭, 전문가 시스템에 기반을 둔 관계 데이터베이스 설계용 도구개발에 관한 연구, 연세대학교 산업대학원 석사학위논문, pp. 4~5, 1988.
- 10) 김기식, 신종산업재해로 부상한 산업용로봇과 안전방호대책, 안전보건 5권 8호, pp. 20~31, 1992.
- 11) 박민용 편저, 로봇트 공학, 대영사, pp. 25~103, 1990.
- 12) 산업안전 연구원, 로봇트 산업의 발전추이와 국내 수용전망, 1991.