

PRESS 공정의 컴퓨터 통합 안전 진단시스템 구축에 관한 연구

The Development of Computer Integrated Safety Diagnosis System for Press Process

강 경 식**
Kang, Kyong-Sik
나 승 훈*
La, Seung-Houn
김 태 호*
Kim, Tae-Ho

ABSTRACT

Industrial safety management program can be divided three part that is education, technology, and management. The effectiveness of a industrial safety management program depends on the ability to manage hardware which is technology and software, education and management. In this research, it will be described that how to design and develop Computer Integrated Safety System and Computer Based Training System for Press operations which is how to integrated industrial safety program with production planning and control in order to control efficiently using personnel computer system.

I. 서 론

오늘날 퍼스널 컴퓨터의 발달로 산업 형태의 변화와 관리 변화로 여러 분야에서 컴퓨터의 보급 및 응용은 날로 증가하고 있는 추세이며, 그 중 전문가 시스템을 이용한 진단 시스템 및 컴퓨터를 이용한 교육 훈련 시스템은 미국을 비롯한 선진국에서 많은 응용 시스템을 구축하여 현장에 적용하고 있다. 특히 안전 분야를 볼 때, 1994년 십만여명의 근로자가 각종 재해로 인하여 피해를 보았으며, 이로 인한 경제적 손실은 약 오조원에 달한다. 또한 이것 중 중대 재해를 일으킨 사업장의 규모를 보면 300인 이하의 중소 사업장이 많은 부분을 차지하고 있으며 그중 가장 많은 재해의 직, 간접 원인은 프레스 등과 같은 공작 기계의 안전성 미확보 혹은 기계 설비의 유지 보수 미비로 인한 재해였음을 알 수 있다. (노동부 산재통계집 '94)

또한 전년대비 재해자수는 지속적으로 감소하고 있으나 중대 재해로 인한 경제적 손실액은 급증하는등 산업재해가 점차 대형화되고 있는 추세이다. 이와같이 산업재해 구조의 변화와 작업장 생산 시스템의 자동화 추세에 따라 안전 진단 및 교육, 훈련의 과학화, 전산화의 절대적 필요와 개선이 끊임없이 요구됨과 동시에 기존시설 및 인력으로 대응하기는 한계성이 있음으로 안전 진단 및 교육 훈련의 질적 향상을 통해 안전관리의 효율을 높이고, 나아가 생산성 향상에 도움이 되는 안전관리 및 작업자 안전교육의 시스템적인 접근의 필요성이 점차 증대되고 있다. 위에서 제기된 문제점을 해결하기 위한 혁신적인 방안으로서 전문가 시스템을 도입한 컴퓨터 통합 안전 진단 시스템 (Computer Integrated Safety Diagnosis System: CISDS) 및 컴퓨터를 활용한 교육 훈련시스템 (Computer Based Training System : CBTS)을 개발하여 프레스 공정에 도입함으로써 안전 사고를 줄임과 동시에 이를 통한 생산성 향상에 그 목적이 있다. 더 나아가 우리 나라 중소기업의 작업 안전성 확보를 통한 생산성 향상을 위해 프레스 공정에서의 컴퓨터 통합 안전 진단 및 교육 훈련 시스템을 구축하여

++ 본 논문은 산학협동재단 연구지원에 의한 것임

* 명지전문대학 공업경영과 교수

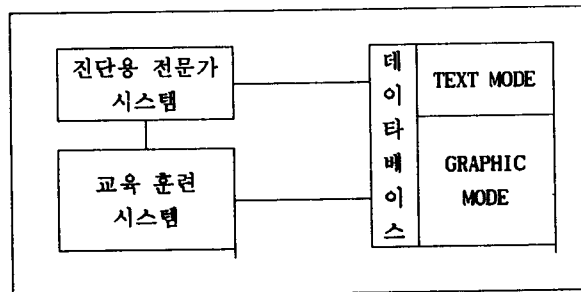
** 명지대학교 산업공학과 교수

실제에 적용시키고자 한다.

II. 연구 내용 및 범위

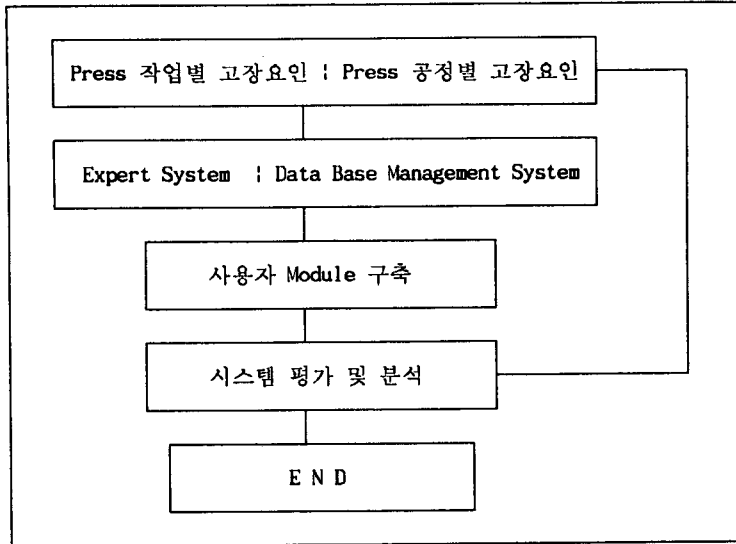
본 연구의 내용은 크게 세가지로 대별할 수 있다. 첫째, 프레스 진단용 전문가 시스템의 구축, 둘째, Graphic Animation을 위한 Graphic Data와 진단에 필요한 지식 및 수리를 위한 정보의 보관 및 운용을 위한 데이터 베이스 운용 시스템 구축(Data base management system) 그리고 세계 안전 교육 훈련을 위한 시스템으로서 전체적인 시스템의 구성도는 그림 1와 같다. 전문가 시스템이라함은 전문가의 해석이 필요한 영역에 대한 문제를 Symbol 정보로 컴퓨터에 표현하고, 전문가의 경험적 지식에 의하여 전문가와 유사한 방법으로 추론되는 시스템을 의미한다. 즉 인간 전문가의 지식을 컴퓨터라는 도구를 이용하여 재구성하고 이를 토대로 추론하여 정보를 습득하는 시스템이다. 이 전문가 시스템의 구축에 있어서 논리의 추론 방법은 진단 시스템 구축에 있어서 시스템 퍼퍼먼스면에서 가장 뛰어난 Backward chaining방법을 사용하며, 프레스의 기계적 고장 요인 및 관리적 안전 요인, 산업안전보건법 및 동 시행령에 명문화 되어있는 위험기계의 안전 점검사항을 이용하여 지식베이스(Knowledge Base)를 구축한다.

D.B.M.S(Data Base Management System)는 전문가 시스템으로 부터 얻은 고장 의 원인을 기초로 하여 비정상적인 요인들의 가능성이 가장 높게 나타난 부위부터 순서에 따라 점검하여 비정상적인 요인에 대한 조치의 방법을 사용자 즉, 작업자에게 알려주고자 하는 대책에 관한 TEXT모드 형식을 가지고 있는 모듈이다. 이 DBMS를 이용하여 작업자는 이상 부위의 점검 및 점검시 마다 이상 발생 횟수와 점검 내용을 저장하여 프레스 기계별 이상발생 횟수 현황, 고장시간 현황, 주기 등을 인지하여 미리 예방할 수 있는 자료도 제공한다.



[그림 1 : 시스템 구성도]

본 연구에서 시스템 구축 및 개발은 다음과같이 현상 파악의 단계, 시스템 구축 단계, 시스템 통합 단계 그리고 시스템 평가의 단계로 나누어 그림 3과 같다.



[그림 2 : 시스템 개발 절차]

(1) 현상 파악의 단계:

현상파악의 단계에서는 프레스 작업별 재해 요인을 파악하는 단계로서 이미 파악된 재해요인과 프레스에서 고장 빈도가 높은 부위 혹은 재해빈도가 높은 부위를 우선순위를두어 그 순위에 따라 자료 조사 및 지식베이스 구축을 위한 준비와 현장작업자의 인터뷰를통하여 자료를 수집 정리한다.

(2) 시스템 구축의 단계:

전문가 시스템의 구축을 위한 지식베이스를 만들기 위하여 위단계에서 수집 정리된 자료를 이용하여 Decision Tree를 작성하고 지식의 논리 형식과 규칙과 규칙의 이상현상이 없는지를 판단한다. 이러한 검증후 Backward Chaining 기법을 이용한 논리의 추론 형식을 결정하여 진단용 전문가 시스템을 구축한다. 이 진단용 전문가 시스템과 연결된 데이터 베이스 시스템은 이 단계에서 수집된 자료를 텍스트와 그래픽 애니메이션 기법을 이용하여 데이터 베이스를 구축한다.

(3) 시스템의 통합:

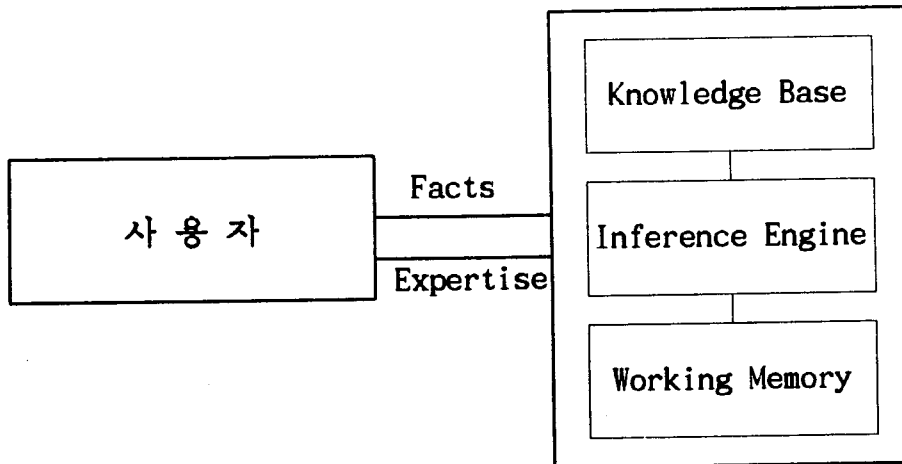
시스템 통합은 이미 구축된 데이터 베이스와 전문가시스템 및 사용자 모듈의 통합으로서 전문가 시스템의 원인 발견시 및 조치에 대한 정보를 데이터 베이스로 부터 획득하게 하고 이를 출력한다.

(4) 시스템 평가

시스템 평가는 전체적인 시스템의 Realtime 실행에 대한 연구가 가장 중요하며 이는 시스템의 속도에 관한 연구를 하드웨어 및 소프트웨어적인 접근을 시도하였다.

III. 프레스 진단용 전문가 시스템 구축

전문가 시스템은 지식베이스(Knowledge Base), 추론기관(Inference Engine), 그리고 Working Memory로 구성되어 있다.



[그림 3 : 전문가 시스템의 구성 요소]

(1) Inference Engine :

Rule을 이용한 추론은 가장 널리 사용되는 방법중의 하나 이다. 인공지능, 혹은 전문가 시스템에서 Rule이란 일반적인 Rule의 개념보다 훨씬 좁은 의미의 용어이다. 이것은 주어진 상황을 위한 권고, 지시, 전략을 나타내는 정형화된 표현 방법이다. 이를 만들어내는 지식이 수년간의 경험에 의해 나온 전문적인 것일때 유용한 결과를 도출해 낼 수 있다. 또한 Rule은 IF(가정) -- THEN(결론)의 문장형식을 가지고 표현된다. Rule을 바탕으로한 전문가 시스템은 Rule의 집합으로 표현되며, 이러한 Rule의 가정이 현상태의 사실에 의해서 만족되는지가 검토된다. 가정이 만족하면 Pattern Matching되었다고하고, 결론에 이르면 Rule이 Fire되었다고 한다. 또한 Rule을 이용한 Inference Engine을 사용하는 방법에 따라 Forward Chaining 혹은 Backward Chaining으로 나눌수 있다. 위의 Forward Chaining 과 Backward Chaining을 설명하면 다음과 같다.

Forward chaining : 이 방법은 어떤 가정된 사실을 조합하여 Rule과 Matching시켜 최적의 결론을 도출해 내는 방법이다. 이러한 이유에서 일명 Data Driven Approach라 한다.

(2) Backward Chaining :

이것은 Goal Driven Approach라고도 하며 어떤 결론을 제시해 놓고 그 결론이 나오게된 여러가지 배경과 이유를 도출해 내는 방법이다. 즉 현재의 Goal이 결론의 사실을 결정 했다면, 그 과정은 상황에 Matching되는 Premise Clause를 결정하려고 하는 것이다. 본 연구에서는 Rule의 정확성과 시스템의 수행정도를 위하여 Backward Chaining inference mechanism을 채택하였다.

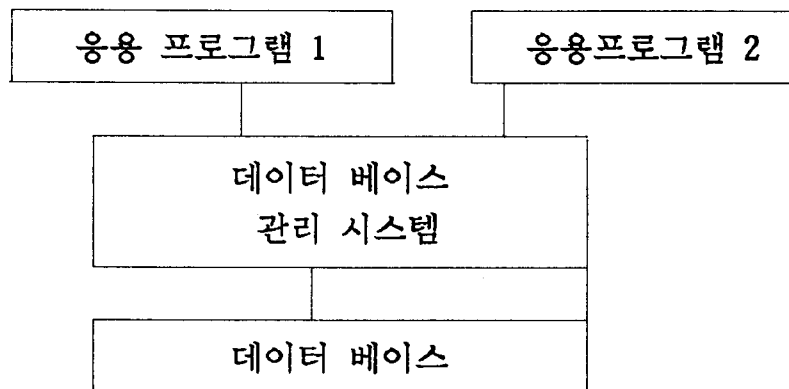
(3) Confidence Factor (신뢰 정도)

Confidence factor는 일종의 신뢰정도를 표시하는 방법으로서 확률과 유사한 의미를 가지고 있으나 확률은 전체의 합이 1이어야 하는 반면 Confidence factor는 전체의 합이 항상 1일 필요는 없다. Confidence factor의 결정 방법은 여러가지가 있다. 첫째 0 혹은 1 시스템이다. 이방법은 Choice에 대한 값을 0 혹은 1을 부여하는데 여기서 0의 의미는 절대적 부정을 나타내며, 1은 절대적 긍정을 의미한다. 둘째 0 에서 10 시스템이다. 이 방법은 가장 많이 사용되는 방법중의 하나인데 각 진단에 대한 원인의 값을 그 신뢰 정도에 따라 0 부터 10사이의 값을 부여하는 방법이다. 0의 의미는 절대적 부정을 의미하며, 주어진 값 즉 신뢰 정도가 커짐에 따라 값도 증가되며, 10의 의미는 절대적 긍정을 의미한다. 셋째 -100 에서 100 시스템에서는 신뢰정도의 단순평균을 이용하거나, 종속적 혹은 독립적 관계를 이용한다. 마지막으로 중/감 시스템은 특정 Choice에 대하여 여러개의 Rule에서 사용되었다면 이에 대하여 더하거나 빼거나 해서 값을 누적해가는 방법으로 마지막에 계산된 값이 Choice의 값으로 결정한다.

IV. 데이터 베이스 관리 시스템 구축

컴퓨터 시스템은 데이터를 정확하고 신속하게 처리하는것 뿐만아니라 여러 사용자가 공동으로 활용할 수 있도록 관리해 주는 능력 때문에 더 필요하다. 이러한 능력은 화일 시스템을 거쳐 데이터 베이스 관리 시스템(Data Base Management System)으로 발전되었다. 데이터 베이스란 상이한 목적을 가진 데이터를 여러 응용프로그램에서 공유로 사용할 수 있도록 통합, 저장한 운영 데이터의 집합이라고 정의할 수 있다. 데이터 베이스 관리 시스템은 숫자나 문자와 같은 정형의 데이터 관리에는 강력하지만 컴퓨터의 응용범위가 이메지나 그래픽과 같은 비정형 데이터 관리에는 약점이 있음으로 객체지향형 데이터 베이스 관리 시스템으로 전환되는 경향이 있다.

데이터 베이스관리 시스템은 화일 시스템에서 문제가 제기된 중속성과 중복성의 문제를 해결하기 위해 제기된 시스템으로서 응용프로그램과 데이터의 중재자로서 모든 응용프로그램이 데이터 베이스를 공유할 수 있도록 관리해 주는 것이다. 즉 데이터 베이스 관리 시스템은 데이터 베이스의 구성, 접근방법, 관리 및 유지에 대한 모든 책임을 지고 있다고할 수 있다. 데이터 베이스 관리 시스템은 아래의 그림으로 표시될수 있다.



[그림 4 : 응용프로그램과 데이터 베이스 관리 시스템]

V. 시스템 입.출력

시스템 설계시 입.출력 화면 설계는 최종 사용자의 편리성(End user friendly)의 기본하에 역점을 두고 설계되어야 한다. 입력 화면은 전문가 시스템과 데이터 베이스 관리 시스템의 두부분으로 나누어 진다. 전문가 시스템에서의 입력장치는 대부분의 경우 선택형 입력방법을 택하는것이 유리하며[그림 5], 또한 오조작시 그단계의 마지막 그리고 최종 입력한 후 입력 전체를 화면[그림 6]에 나타내 오류를 수정할 수 있도록 하는것이 유리하다. 이렇게 시스템을 설계함으로써 입력 오류로 인한 오진을 막을수 있다.

전문가 시스템 입력

현 상태는 ?

1. 상태 1
2. 상태 2
3. 상태 3

<< 번호를 입력 하시오 >>

[그림 6 : 각 단계별 입력 화면]

전문가 시스템 입력

1. 현 상태 ===== 상태 1
2. 현 상태 ===== 상태 2
3. 현 상태 ===== 상태 3
4. 현 상태 ===== 상태 4
5. 현 상태 ===== 상태 5

<< 틀린 번호를 누르시오 >>

[그림 6: 최종 입력 확인 화면]

또한 데이터 베이스 관리 시스템의 입력화면은 초기 시스템 프로그램시와 입력 데이터의 최근화시 필요한 부분이다. 특히 데이터 베이스의 최근화는 최종사용자(End User)가 쉽게 접근할 수 없도록 설계하였다. 이러한 이유에서 본 시스템에서는 복합 Blocking 시스템을 도입하였다.

출력장치는 아래의 그림과 같이 동시공학(Current Engineering)기법을 이용하여 2단계의 화면 구성으로서 1단계에서는 전문가 시스템에서의 진단 결과가 나타나고(그림 7), 2단계에서는 1단계의 결과를 그림과 텍스트형식으로 데이터 베이스에서 정보를 획득하여 화면에(그림 8)에 출력한다.

진 단 결 과	
원 인	신 퇴 정 도
1. 고장원인 1	8
2. 고장원인 2	6
3. 고장원인 3	4
4. 고장원인 4	2

Esc : 전화면 F10 : 메뉴 F1 : 종료

[그림 7 : 진단결과 화면]

[그림 8 : DB / Animation 화면]

전문가 시스템의 개발은 1단계로 기계 부위별로 나누어 기능적 요인 및 제해 요인을 파악

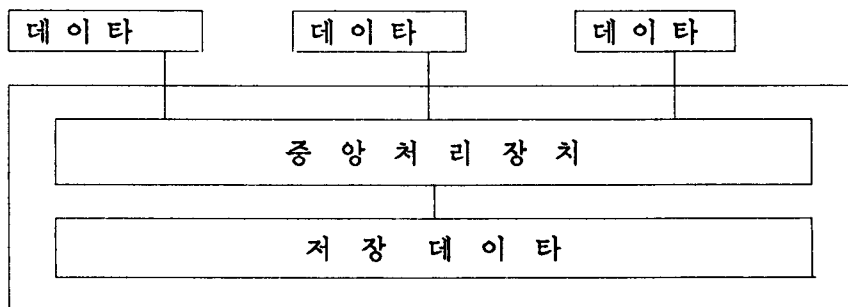
Animation / Data Base			
고장명	크랭크 축의 휨	번호	Csf - 2 - 34
고장원인		안전대책	
1. 불량 부자재 사용 2. 작업부하 과대 3. 고정대 불량		1. 안전 받침대 설치 후 수리 작업 실시 2. 전원 스위치 제거	

분석하고, 2단계는 부분별 기능적 재해 요인별 Rule Base를 구축하였다. 3단계로는 작성된 Rule Base를 통합한후 마지막 단계로서 최종 사용자의 입출력 장치를 프로그램 하였다. 전문가 시스템의 Rule Base는 아래와 같다. (그림 9)

Rule Display Area	Condition Work Area
F1 : Rule의 첨가 F2 : Rule 편집 F3 : Rule 삭제 F5 : 전 메뉴	

[그림 9 : 전문가 시스템 구축 화면]

데이터 베이스는 현재의 정확한 정보를 적시에 제공하여 유용한 의사결정을 하도록 하여야 하기 때문에 On-Line 처리 시스템을 채택하였다. (그림 10)



[그림 10 : 온라인 처리 시스템]

이 시스템은 데이터의 입력에 따른 데이터의 분류 및 정리작업이 절약됨으로 자료 처리의 회전 주기를 단축 시킬 수 있으며, 현재성을 계속유지 할 수 있어서 효과적인 자료처리 결과를 얻을 수 있다.

VI. 결 론

산업현장에서의 재해의 대형화와 기술의 전문화 추세에 따라 PRESS 공정에 컴퓨터 안전 시스템을 도입함으로써 아래와 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 1) 작업장 안전성 확보에 따른 재해 Cost의 절감효과
- 2) Press 설비 및 공정의 고장과 이상상태 진단 시간의 단축
- 3) 미숙련공의 안전 교육 및 기술 교육율 통한 작업장 안전 의식 고취
- 4) Press 설비 고장 진단의 시각화
- 5) 각 기계의 전문 engineer의 확보에 따른 어려움 해결
- 6) 안전 관리자의 다기능화 실현
- 7) Press 설비 및 공정에 관한 정보 확보

VII. 參考文獻

- 1) Development of computer Integrated Safety System using PC, proceedings of 16th International Conference on Computer & Industrial Engineering, 1994
- 2) Adedeji B. Badiru, Expert system application in engineering and manufacturing, Prentice Hall International, 1992
- 3) C.H. Lee & J.E. Biegel, Detailed design of a simulation-based intelligent safety training system (SISTS), Advanced in industrial ergonomics and safety II, Taylor & Francis, 1990
- 4) Donald A. Waterman, A guide to expert systems, Addison-Wesley publishing company, 1986
- 5) Jay Liebowitz, Daniel A. De Salvo, Structuring expert system, Yourdon Press, 1989
- 6) K.S. Kang & S.H. La, The development of prototype expert system for fault detection and action priority, Korean institute of industrial safety, Vol.7 NO.4 1992
- 7) K.S. Kang & K.A. Ebeling & S.H. La, The optimal location of inspection locations using a rule-based methodology, Computer & Industrial Engineering, Vol.19 Nos 1-4, 1990
- 8) 강경식의 3인, 고장원 탐색 및 조치의 우선순위 결정을 위한 전문가 시스템의 구축, 산업안전학회지, 1992년 12월
- 9) 이 윤배 편저, 전문가 시스템, 홍릉과학 출판사 1992년
- 10) 이 양호저, 데이터 베이스론, 정익사, 1993년