

산업용 로봇의 사고분석과 오동작 방지를 위한 Computer-Assisted System

Computer-Assisted System for Accident Analysis and Mul-function Protection in Industrial Robot

김 병 석*
Byong-Suk Kim

ABSTRACT

Until now, Industrial robotic safety problems are not considered as a industrial safety problems. In order to reduce industrial robotic safety problem, analyzing problem, risk control, and developing industrial robotic standard s are necessary. In this study, SAFEMIR(Safety Management for Industrial Robotic) is developed for preventing mul-function in industrial robotics. This system is consisted of Data Base Management System Module and Expert System Module which is a part of Articial Intelligence. Borland C++ and FoxPro 2.0 are used for implementing this system.

1. 서 론

최근 3D(Dirty, Difficult, Dangerous)업종 기피 현상이 심화되어가고 있다. 즉 더럽고 어려운 위험한 직종을 모두가 기피하고 있다. 따라서 산업이 고도화 되어감에 따라 산업용 로봇의 사용이 급증하고 있다. 산업용 로봇의 도입은 생산성 향상 뿐만아니라 이제까지 작업자가 종사하고 있던 위험하고 건강상 유해한 업무수행을 산업용 로봇으로 대체시킴으로써 산업재해방지에도 크게 기여하고 있다³⁾.

OSHA와 안전기준서의 세부적인 기술지침이 마

련되어 있지못해 지금까지 10여건의 사망사고가 보고되고 있으며, 1991년도에 우리나라에서 발생한 산업용 로봇에 의한 35건의 재해가 최초로 보고되었다.

산업용 로봇은 작업자가 예측하기 어려운 복잡한 움직임을 하거나 소음등에 의해 오동작을 일으키는 일이 있는등 종래의 기계에서 볼 수 없었던 산업용 로봇 특유의 위험성이 있고 다양한 종류의 재해를 유발하고 있다. 매년 산업용 로봇의 사고는 증가하고 커다란 경제적 손실을 가져왔다. 사고의 비용은 사고의 직접비가 간접비의 6배가 더 많다고 알려져 왔다. Business Round Table Survey에 의하여 안전 프로그램의 관리에서 OSHA가 안

* 한국산업인력관리공단

전문성을 위한 지침으로 제공 사용된다고 한다. 회사의 안전정책 그리고 인간의 경험, 판단은 주어진 임무를 위해 특별히 안전측정에 중요한 역할을 한다. OSHA는 변수의 수에 의존하고 회사 관리의 여부에 따른 안전측정으로 인식된다. 안전은 계획, 분석 그리고 훈련을 포함하여 총 망라된다. 본 연구의 대상은 산업용 로봇의 오동작 사고와 오동작 방지의 분석을 위한 "SAFEMIR"(SAFETY MANAGEMENT for INDUSTRIAL ROBOT)이라 불리는 computer system을 개발하는데 있다. 이 시스템은 사고분석, 오동작 방지 및 사고 database 3개로 구성되어 있다⁴⁾.

2. 시스템 설계의 중요성

SAFEMIR 시스템 구성도는 Fig. 1 과 같다. SAFEMIR를 구성을 하기 전에 SAFEMIR의 설계와 개발을 위한 중요성은 다음과 같다.

- ① 사고비용과 정보관리 기준을 개발하기 위해 정보를 수집, 저장하고 적절히 정보를 수정한다. 또한 적당한 속도와 정확성도 요구된다.
- ② computer 시스템의 방법개발에 Graphical Interface를 사용하여 오동작 방지의 안전전문성 분석에 도움을 주는 정성적인 FTA기법을 사용한다.
- ③ 오동작 방지를 위한 계획은 산업용 로봇에 안전전문성의 도구로 제공 되어진다.
 도구는 쉽게 향상시키고 유지할 수 있는 expert system의 형태로 제공된다.

3. Database의 구축

database 관리 기준은 개발과정에서 분석되어진 필요한 data의 지식과 이해를 통해 시작시점에서 요구된다. 로봇전문가가 안전전문성을 협의한후 2개의 database 구조, 즉 사고정보 database 그리고 사고비용 database를 통합한 database 구조를 결정한다. 사고정보 database는 일반적인 사고정보를 포함하고, 사건비용 database는 일반적인 사고비용을 포함한다.

4. 사고비용의 개발과 시나리오 분석

SAFEMIR에 통합된 비용분석 시스템은 M.R. Robinson에 의해 개발된 표준비용시스템을 수정한 것이다. 이 시스템은 비용분석을 수행하기 위한 2개의 사고 database에 의해 사용된다. 사고는 물질 사고와 인적사고로 구분된다. 비용분석을 수행하기 위한 시스템은 2개의 사고 database를 참고로 하여 비용의 평균을 계산하고 database에서 유사한 사고로부터 표준편차를 이용한다. 시나리오 분석에 관련되어 발생한 사고는 인식된 영역의 도구이다. 시나리오 분석은 재해발생 작업자의 나이, 성별 또는 사고의 형태, 직장부서명 등이 기초가 된다. 시스템은 특별히 시나리오 분석의 기초를 위해 사고의 퍼센트를 계산한다. 그리고 2개의 database에 기초 data를 포함하여 관련된 사고비용을 계산한다.

5. 결합수 분석법(FTA) 기준의 개발

결합수 분석법은 1962년 벨전화연구소의 Watson에 의해 처음 고안된후 Kolodner, Recht등에 의해 산업안전분야에 소개되어 과학적인 재해예방 활동의 일환으로 폭넓게 사용되고 있다. 오동작을 Fault tree에서 top event로 선택한다면 FT는 오동작 사고원인을 찾아 분석할 수 있고, 오동작 사고 원인 또는 기여원인을 분석할 수 있다. 그리고 계속해서 이들의 원인을 발견함으로써 가지를 내릴수 있다. 연구의 절차는 대부분 알려진 오동작 사고를 위한 일반적 FT의 개발에 사용되어 진다.

Tree는 산업용 로봇 안전전문가의 의견을 참고로 해서 개발되었다. Tree는 쉽게 사용할 수 있도록 computer 방법으로 개발되었다. 개발된 FT는 오동작 사고 그리고 오동작 위험을 분석할 수 있다. 오동작 사고는 정성분석이고 오동작 위험은 정량분석이다. 정성분석은 오동작 사고의 원인을 결정하고 정량분석은 오동작 위험의 존재를 결정한다. 정성분석은 Graphical Interface 사용하여 FT를 시각적 영상으로 사용자에게 보여주는 방법이다. 이 영역의 형태는 산업용 로봇 안전전문가와 인터뷰를 한 후 결정한다. 정량분석은 수행되어진 작업을 다양한 질문으로 간주하여 사용자가 신속히 menu-driver 형태로 사용한다.

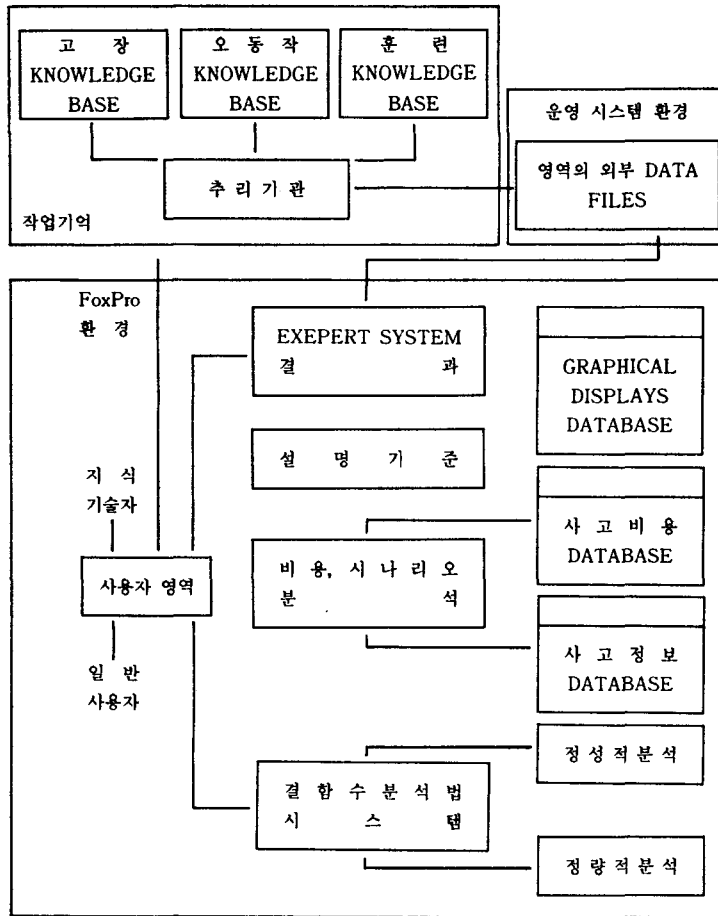


Fig. 2 Safemir memu safemir memu

6. 오동작 방지를 위한 Expert System의 개발

Expert System은 오동작 방지절차 와 단지 오동작 사고에 제한된 지식 분야의 선택에 사용될 예정이다. 근본적인 지식분야의 개발은 knowledge base의 형태에서 지식전문가에 의해 지식의 수집과 분석을 포함한다. 기본지식의 근원은 이 과정 동안에 만나며 즉 “깊은 지식” 과 “얕은 지식”의 형태가 된다²⁾. 깊은지식은 형식연구(책, 매뉴얼, 잡지 등)로부터 얻은 지식을 말하고, 얕은지식은 전문가의 경험, 휴리스틱한 규칙의 expert set으로부터 얻은

지식을 말한다. 얕은 지식의 수집, 수정 그리고 분석은 지식 전문가의 주된 임무이다. Production rule format 또는 IF-THEN-ELSE 형태는 expert system의 사용자에게 의해 쉽게 받아들이고 또한 쉽게 이해할 수 있는 형태로 사용자에게 제공되며 이 구조는 knowledge base 개발에 사용되어 왔다²⁾. 영역의 backward chaining mode는 ‘분류’의 한종류로써 system을 위해 선택되어 왔다. 분류문제는 앞서 알려진 분류중에서 올바르게 인식된 것중 하나인 치명적 결과 또는 결론이다²⁾.

7. 사용자 영역

SAFEMIR의 중요한 부분은 SAFEMIR을 쉽고 효과적으로 사용자에게 전달할 수 있는 완벽하게 개발된 FoxPro 2.0의 사용자 영역이다. 대부분 SAFEMIR의 영역은 pull-down 또는 pop-up menus의 형태를 지닌다.

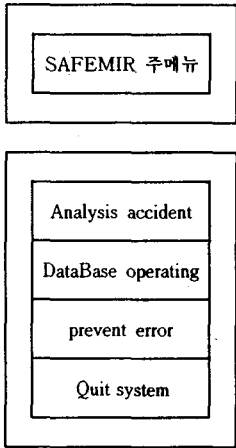


Fig. 2 Safemir memu

그러한 메뉴는 모든 상황에서 사용자가 쉽게 사용하도록, 단지 key 한번 쳐서 들어가도록 되어 있다. 메뉴의 선택 시스템에서 다른 기준을 분리해 설계되었다.

SAFEMIR의 주 메뉴는 Fig. 2와 같다.

8. 확인과 증명

확인과정은 database 구조의 확인, FT의 확인 그리고 knowledge base의 확인을 포함한다. 이들의 각각은 정확성과 일관성을 확인하였다. 완성을 위한 5 가지 검토와 일관성을 위한 4 가지 검토는 knowledge base에 수행된다. SAFEMIR는 산업용 로봇로부터 원인의 수를 사용하여 증명한다. 여러가지 원인은 실제 OSHA 조사결과를 비교하여

시스템과 시스템 결과를 사용하여 분석되어진다. 다음 부등식은 정확한 percentage를 계산하는데 사용된다¹⁾.

$$\text{정밀도}(\%) = \frac{\text{일치한 원인수}}{\text{원인의 총수}} \times 100$$

그 결과는 89.28%의 전체 시스템 정밀도를 나타내었다.

9. 결 론

산업용 로봇은 작업자가 예측하기 어려운 복잡한 움직임, 소음등에 의하여 오동작을 일으키는 경우가 생기는데, 산업용 로봇 특유의 위험성이 있고, 다양한 종류의 재해가 유발되고 있다. 또한 산업용 로봇의 재해로 인한 경제적 손실을 초래하게 되었다. 따라서 본 논문은 사고 분석과 오동작 방지를 위한 Computer-Assisted System인 SAFEMIR를 성공적으로 설계. 개발함으로써 정확하고 일관성 있는 재해 분석으로 재해 대책의 수립에 있다. 이 시스템은 결함수 분석법(FTA)와 Expert System의 기법을 통합한 것이다. 시스템은 원인의 수를 이용하여 확인 증명 하였다. 그 결과 정밀도에서 높은 수준이 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) Denning, P., and Buzen, J., The operational analysis of Queueing network models, Computing surveys, Vol.10, pp.225~261, 1978.
- 2) Oxman, R. and Gero, J., Using an expert system for design diagnosis and design synthesis, Expert system, Vol.4, pp.4~15, 1987.
- 3) Rzevski, G., Artificial Intelligence in Manufacturing, Springer-Verlag, pp.59~87, 1989.
- 4) Richard De Neufville, Applied systems analysis, Mcgraw-Hill, pp.142~145, 1990.