

인터넷을 이용한 공작기계 원격 고장 진단 시스템 구축에 관한 연구

A Study on the Implementation of a Remote Machine Tool Diagnosis System using Internet

강대천(성균관대 대학원), 강무진(성균관대)

D.C. Kang(Graduate School, Sung Kyun Kwan Univ.), M. Kang(Sung Kyun Kwan Univ.)

ABSTRACT

In order to remain competitive, a manufacturing company needs to maintain the optimal condition of its manufacturing system. Machine tools as an important element of a manufacturing system comprises complex mechanical as well as electronic components. Therefore, diagnosing the troubles of machine tools is a tricky process which requires a lot of experience and knowledge. Since providing machine tool users with necessary services at the right time is very difficult and expensive, a remote diagnosis system is to be regarded as a good alternative, with which users can diagnose and fix the machine troubles. This paper presents a framework for a remote machine tool diagnosis system using the world wide web technology and backward reasoning expert system.

Key Words : remote diagnosis, expert system, machine tools, www, internet

1. 서론

오늘날의 무한 경쟁체제 속에서 제조업체의 경쟁력은 제품에 대한 고객의 만족 여부에 의해 결정된다. CNC 공작기계류와 같은 고가의 자본재 생산설비에 대한 고객의 만족도는 기계의 사후 보존 서비스에 크게 의존한다. 왜냐하면, CNC 공작기계의 고객인 제조업체들은 소유 설비의 최적 운용상태를 유지하여 단납기 생산체제와 낮은 원가 구조를 갖추고자 하기 때문이다. 따라서 고객들은 고장 발생시 공작기계를 신속·정확하게 진단하여 MTTR(Mean Time To Repair)를 줄일 수 있는 기계 보존 서비스 체제를 갖춘 공작기계 메이커를 선호하게 된다. 공작기계 메이커는 이와 같은 고객 요구에 부응하기 위해서 사후처리(After Service) 전담 인력을 운영하고 있지만, 넓은 지역에 퍼져있는 사용자를 적시에 지원하기는 어려운 실정이다. 또한 공작기계의 복잡한 전기적·기계적 구성요소로 말미암아 사소한 고장이라 할지라도 그 원인을 찾아 대처하는 것은

매우 쉽지 않은 일이다. 그러므로 공작기계 고장 원인을 신속히 진단하고 체계적인 대처 방안을 제시할 수 있는 고장 진단용 전문가 시스템을 구축하여 원격지에서도 네트워크를 통해서 이용할 수 있게 된다면, 위의 딜레마를 해결할 수 있는 좋은 방책이 될 수 있다.

한편 최근 급속히 발전한 정보 통신 기술로 인하여 PC와 모뎀 장비만 갖추고 있으면 언제 어느 곳에서든지 웹 브라우저를 통하여 인터넷 환경에 접속함으로써, 편리한 사용자 인터페이스를 제공하는 웹(Web)서비스를 이용할 수 있게 되었다. 이에 본 연구에서는, 원격지에서 공작기계 사용자가 인터넷을 통해서 공작기계 메이커가 운영하는 진단용 전문가 시스템 자원을 공유하여 기계 고장 진단을 수행할 수 있는 공작기계 원격 고장 진단 시스템 구축에 관한 범례를 제시하고자 한다.

2. 공작기계 원격 고장 진단 시스템 개요

공작기계 원격 고장 진단 시스템은, 고객이 원격지에서 인터넷을 통해 진단 시스템에 접속하여 간단한 기계 이상 징후의 입력으로 기계 고장 발생 원인과 처방을 제공 받을 수 있는 시스템을 의미한다. 여러 사용자들의 접속 요구를 수용하기 위해서는 Fig. 1과 같은 서버/클라이언트 구조를 갖춘 시스템이 필요하며, 사용자 중심의 인터페이스를 위해서는 웹 프로토콜(HTTP : HyperText Transfer Protocol)의 적용이 바람직하다.^[1]

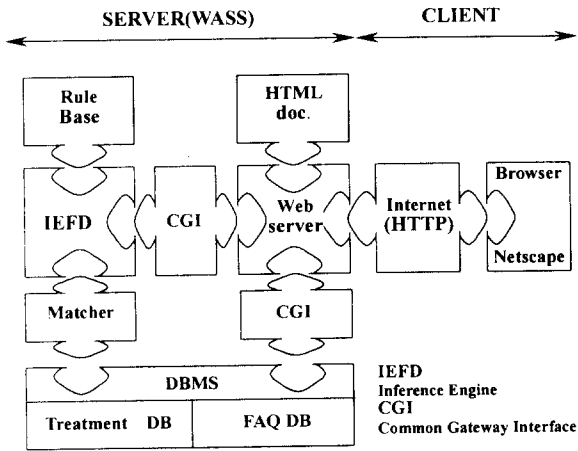


Fig.1 원격 고장 진단 시스템 개요도

Fig. 1에서 서버측은 기계 고장 진단용 추론 엔진(IEFD), 데이터 베이스 시스템, 웹서버로 이뤄진다. 또한 고장 진단을 위해서 필요한 정보와 지식은 규칙 베이스(Rule Base)와 고장 처리 데이터 베이스(Treatment DB), 기계 고장 진단 이력 데이터 베이스(FAQ DB)에 각각 저장되어 이용된다. 여기서 서버측의 구성 요소들 사이에서 일종의 관문 (Gateway) 역할을 해주는 CGI(Common Gateway Interface) 프로그램을 이용하여, 전문가 시스템과 데이터 베이스 시스템 등의 상호 이질적인 응용 프로그램들을 하나의 웹시스템으로 통합할 수 있다.

원격지의 모든 사용자(Client)는 웹서버에의 연결을 통해서만 서버측의 고장 진단 시스템과 데이터 베이스 시스템 자원 이용을 요청할 수 있다. 웹서버는 진단 시스템에 대한 이용 요청이 인지되면, CGI를 실행시킴으로서 해당 규칙 베이스를 추론 엔진에 적재하고 이용자와의 상호 질의를 통해서 기계 고장 원인에 대한 추론을 수행하게 된다. 추론 결론이 얻어지면 부합기(Matcher)는 고장 원인에 해당하는 처방을 데이터 베이스 검색을 통해서 가져 오게 된

다. 한편, 기계 고장 진단 이력 데이터 베이스의 검색에 대한 고객의 이용 요청이 인지되면 웹서버는 고객의 검색어와 검색 조건을 가지고 CGI를 실행시켜 데이터 베이스 검색을 수행할 수 있다.

3. 공작기계 원격 고장 진단 시스템 프로토타입

본 연구에서는 다음과 같은 사양으로 공작기계 진단용 웹서버를 개발 한다.

■ H/W	Sun Sparc20 workstation
■ OS	Solaris 2.5.1
■ Expert System Shell	UNIK(UNified Knowledge)
■ DBMS	mSQL
■ Web Daemon	Apache (v 1.2) ^[HREF 1]

공작기계 고장 진단을 위한 지식 베이스 구축

고장 진단이란 기계의 이상 증후(Symptoms)를 유발시킨 고장 부위, 고장 원인을 찾아내는 일종의 탐색 절차이다. 이를 위하여는 기계 고장 진단 전문가의 진단 절차 지식을 모사하여 규칙 베이스화 해야 한다. 우선 고장 진단 지식 베이스를 만들기 위해서 H사의 CNC 공작기계 E 모델을 기준으로 하였다.

선정된 기계 모델에 대한 A/S 작업일지 검토와 기계 고장 수리 전문가와의 면담을 거쳐 Table 1과 같이 공작기계를 구성하는 요소들과 각 요소들의 고장으로 발생하는 이상 증후에 관한 고장 부위 분류표를 작성하였다.

대분류	고장부위	증후
HEAD STOCK	SPINDLE	타원케도 회전 tapering 현상 center 남음 etc.
	BRG	타원케도 회전 충격에 의한 이동 ball 구르는 소리 열 발생 etc.
	VALVE etc.	chucking 불량 etc.
ATC	ENCODER	turret 미동작 turret pos. alarm etc.
	SPOOL etc.	overrun etc.

Table 1 모델 E에 대한 고장 부위 분류표

지식 베이스는 고장 부위 분류표의 대분류 13 항목을 기준으로 만들어진다. 예를 들어, 주축대(Head Stock)부위 요소에 관계하는 고장 원인 발견을 위한 진단 수행용 지식 베이스는 Table 1에서 분류된 항목들간의 관계와 전문가의 고장 진단 제어 흐름을 표현하는 AND-OR 그래프를 참조하여 작성될 수 있다. Fig. 2는 주축대 부위에 대한 AND-OR 그래프를 나타낸다.

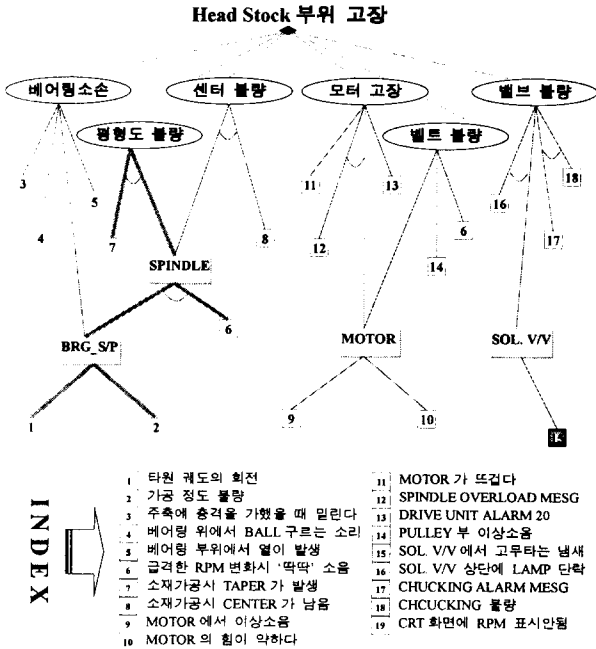


Fig. 2 HEAD-STOCK 부위의 AND-OR 그래프

Fig. 2에서 '주축의 평형도 불량'이란 고장 원인을 도출하기 위한 진단 제어 흐름은 굵은 선을 따라 하위 수준으로부터 상위 수준으로 진행된다. 이를 논리식으로 표현하면

$$[[[1 \vee 2] \wedge 6] \wedge 7]$$

과 같다. 결국 '주축대의 평형도 불량'에 관한 규칙 베이스는 Fig. 3 과 같이 언어진다.

고장 진단 시스템 및 데이터 베이스 시스템 연동

서버측 응용 프로그램들을 웹서버로 연동시의 문제점은 클라이언트가 반드시 웹서버를 점유해야 한다는 점과, HTTP 프로토콜은 비연결성 특성을 갖는다는 점이다. 이를 해결하기 위해서 작성된 CGI 프로그램은 웹서버와 서버측 응용 프로그램들간의

연결 통로를 생성해 주어 상호 데이터 교환을 가능하게 하며, 서버측과 클라이언트측의 상태 관리 역할도 해준다.

;; Head Stock 부위의 주축 평형도

(BWD-RULE HS-1)
IF ("타원궤도의 회전" IS TRUE)
THEN (고장부위.1 층 IS 'BRG_S/P 와 관련있음))

(BWD-RULE HS-3)
IF (고장부위.1 층 IS 'BRG_S/P 와 관련있음)
("급격한 RPM 변화시 '딱딱'소음 IS TRUE)
THEN (고장부위.2 층 IS '주축과 관련있음))

(BWD-RULE HS-9)
IF (고장부위.1 층 IS 'BRG_S/P 와 관련있음)
(고장부위.2 층 IS '주축과 관련있음)
("소재가공시 TAPER" IS TRUE)
THEN (고장부위 IS '주축 평형도 불량))

Fig.3 HEAD-STOCK 부위의 지식베이스

CGI 프로그램은 웹서버가 구축되어 있는 플랫폼에 이식 가능한 모든 언어로 구현될 수 있지만, 본 연구에서는 공작기계 고장 진단 전문가 시스템을 연동하기 위해서는 PERL 언어를, 데이터 베이스 시스템의 연동을 위해서는 JAVA 언어를 사용하였다.

개발된 공작기계 원격 고장 진단 시스템의 프로토타입은 Fig.4과 같이 7개의 기능 모듈로 구성되어 있다.

기계 고장 진단을 원하는 고객은 주로 [진단 수행]기능과 [FAQ] 기능을 이용하여 기계 고장 진단에 관한 기술 정보를 제공 받을 수 있다. [진단 수행]기능은 기계 고장 진단 전문가 시스템의 추론 엔진과 연결되어 상호 대화를 통해서 고장 부위를 찾아 낼 수 있으며, [FAQ]기능은 기계의 이상 증후에 관한 간단한 입력으로 관련된 데이터 베이스 검색 결과를 제공 받을 수 있다. 위의 진단 지원 시스템의 기능 외에 고객은 [전자메일]기능을 이용하여 고장 수리 전문가의 지원 요청을 A/S 센터에 접수할 수 있다. 또한 [대화방]기능을 통하여 실시간 대화가 이루어질 수 있으며 [게시판]기능은 이용자간의 자유로운 정보교환을 가능하게 한다.

WASS

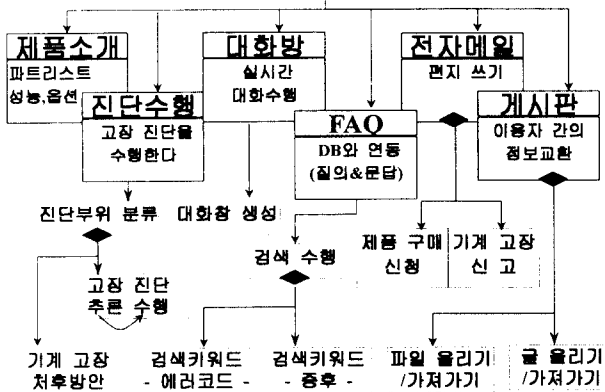


Fig.4 공작기계 원격 고장 진단 시스템 기능 구성도

클라이언트에서의 진단 시스템 접속에는 웹 브라우저는 Netscape (v3.x) 사용을 권장한다. 기계 고장 발생시 진단을 원하는 이용자가 시스템에 접속한 후, 진단 메뉴를 선택하여 해당하는 진단 부위를 클릭하면 Fig.5와 같은 사용자 인증(User Authentication)확인 하는 절차가 있다. Fig.6은 주축대의 고장 진단을 수행하는 화면을 보여준다. 진단 수행 종료 후 이용자가 해당 고장 원인에 대한 처우 방안을 원한다면 Fig.7과 같은 화면을 제공받을 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 공작기계 진단 전문가 시스템을 인터넷의 WWW에 연동 시킴으로써, 공작기계의 상시 지원 체제를 구축할 수 있는 방안을 제시하였다. 이와 같은 고객 지원 체제는 공작기계 메이커의 고객 만족도를 향상시킴으로써 자사의 경쟁력 확보에 도움이 될 뿐 아니라, 고장 진단 전문인력 양성을 위한 교육도구로서의 기능도 할 수 있다. 고장 진단은 어떠한 기술로도 완전 자동화가 어려우며 인간의 인지적 능력을 요구하는 분야이다. 그러므로 고장 진단의 수행도(Performance)를 향상시키기 위해서 사용자의 인지적 특성을 바탕으로 한 적합한 훈련 시스템과 인터페이스 개발이 필요하다

참고 문헌

- [1] 강대천, 강무진, "WWW를 이용한 공작기계 원격 진단 시스템에 관한 연구", 한국 정밀 공학회 춘계 학술대회 논문집, pp.332-336, 1997.5
- [2] 이재규, 송용욱 외, "UNIK를 이용한 전문가 시

스템의 개발", 범영사, pp19-100, 1996

Hypertext Reference

[HREF 1] [http:// www.apache.org/](http://www.apache.org/)

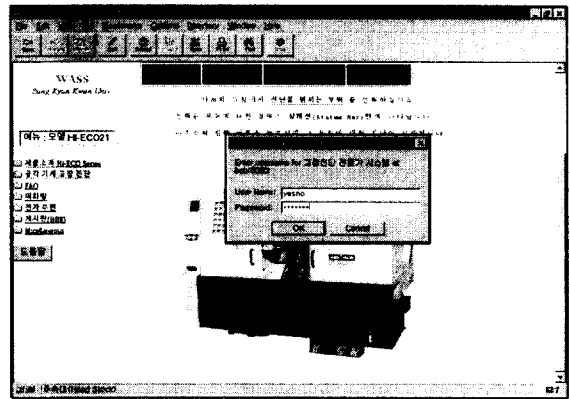


Fig.5 고장 진단 시스템 접속 화면

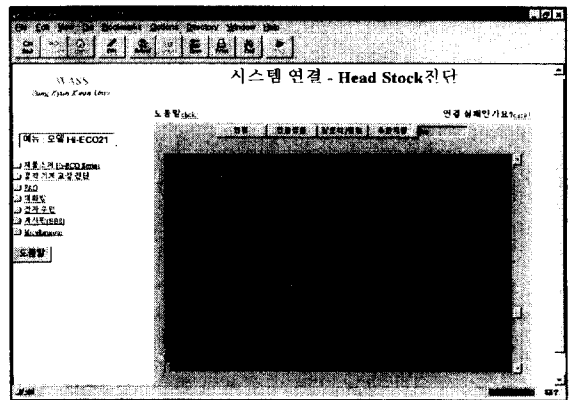


Fig.6 주축대 고장 진단 수행 화면



Fig.7 고장부위 고장 수리 안내 화면