

웹기반 가상기계에서의 고장진단에 관한 연구

서정완*(성균관대학교 대학원), 강무진(성균관대학교 기계공학과)

A Study on the Fault Diagnosis in Web-based Virtual Machine

J. W. Seo* (Graduate School, Sung Kyun Kwan University),

M. Kang(Mechanical Engineering, Sung Kyun Kwan University)

ABSTRACT

Virtual manufacturing system is integrated computer model that represents the precise and whole structure of manufacturing system and simulates its physical and logical behavior in operation [1] A virtual machine is computer model that represents a CNC machine tool and one of core elements of virtual manufacturing system In this paper, it is emphasized that a virtual machine must be web-based system for serving information to all attendants in a real machine tool without the restriction of time or location, and then in the fault diagnosis, one of important modules of a virtual machine, the methods of both using the controller signal and web-based expert system are proposed

Key Words : Virtual Machine(가상기계), Fault Diagnosis(고장진단), Expert System(전문가시스템), CORBA(Common Object Request Broker Architecture)

1. 서론

오늘날 정보 기술의 비약적인 발전과 더불어 생산시스템 환경에도 가상생산(Virtual Manufacturing) 시스템이라는 새로운 대안이 등장하였다. 가상생산 시스템은 생산시스템을 컴퓨터 모델화하여 생산공정의 시뮬레이션을 통해 생산 공정, 공정 계획, 스케줄링, 조립 계획 등 생산라인에서부터 회계, 구매, 관리 등 기업 전체간의 상호작용을 가시화함으로써 제품 생산에 관계된 모든 변수를 고려할 수 있고, 따라서 설계와 제조에서 효율을 증가시킬 수 있는 시스템이다.(Fig.1)^[2]

가상생산시스템은 생산의 각 요소들 자체와 요소들간의 상호작용을 컴퓨터 모델화 함으로서 구체적으로 실현될 수 있는데, 그 요소들 중에 가장 핵심적인 요소 중의 하나는 CNC 공작기계이다. 가상기계(Virtual Machine)는 이러한 CNC 공작기계를 가상생산시스템의 관점에서 컴퓨터 모델링한 것이라고 이해할 수 있다.

따라서 가상기계는 CNC 공작기계의 기능을 컴퓨터 모델로서 모사하고, 원거리에서도 마치 현장에 있는 것과 같이 공작기계의 상태를 모니터링하고 이상과 고장을 진단하여 대책을 조치하며 예방적 유지 보수를 수행할 수 있는 시스템이다.

이러한 가상기계는 공작기계에 직·간접적으로 참여하는 모든 구성원들-작업자,관리자,고장진단전문가,유지보수인력 등-에게 필요한 정보를 제공해야 하는데, 기업환경이 빠르게 변모하고 글로벌화 됨에 따라 이들이 시간과 장소에 제한을 받지 않고 Web Browser 만으로도 정보이용이 가능할 수 있도록 하기 위해선 웹기반 시스템화가 필수적이라 하겠다

가상기계의 웹기반 시스템화는 가상기계를 구성하는 각 모듈들의 웹기반 구축을 통해 이루어질 수

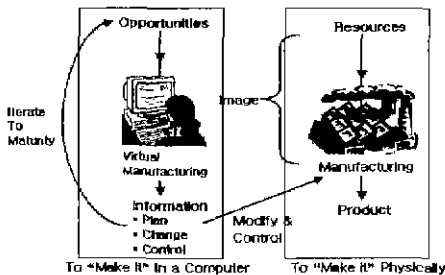


Fig 1 The vision of virtual manufacturing^[2]

있는데, 본 연구에서는 웹기반 가상기계가 가져야 할 중요한 기능 중 하나인 고장진단 부분을 웹기반으로 구축하기 위한 프레임워크를 제시하고자 한다.

2. 웹기반 가상기계에서의 고장진단

웹기반 가상기계는 배완준이 제안한 프레임워크와 같이 공작기계의 PLC 와 주요 부위에 장착된 센서를 통하여 기계 상태에 대한 데이터를 입력 받아 데이터베이스에 저장하고, 지식베이스에 의하여 이상이 있을 시 증상을 추론하고, 이에 대한 해결책과 유지보수 계획을 관리자에게 전달할 수 있는 구조로 되어 있다 (Fig.2)^[3]

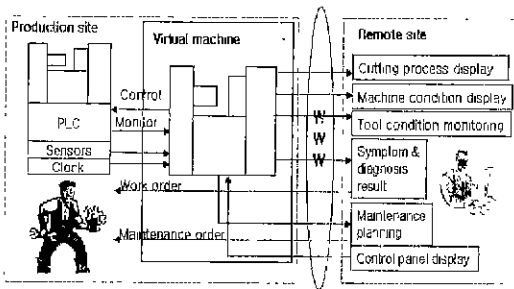


Fig. 2 Total view of virtual machine^[3]

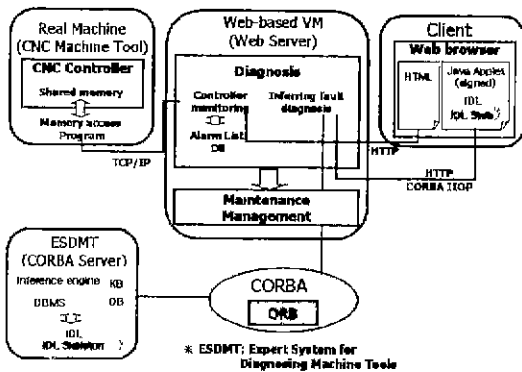


Fig. 3 Architecture of diagnosis system in web-base VM

웹기반 가상기계에서 고장진단을 수행하는 진단 (Diagnosis) 모듈은 Fig 3 에서 보이는 바와 같이 제어기 신호로부터 모니터링 가능한 고장에 대해 진단하는 제어기 감시 모듈(Controller monitoring)과 모니터링시 검출되지 않은 고장을 진단하는 고장진단 추론 모듈(Infering fault diagnosis)로 구성되어 있으며, 각 모듈을 이용해 찾은 해결책은 유지보수 관리(Maintenance management) 모듈로 넘어가 보수계획을 수립하게 된다

2.1 제어기 감시

제어기 감시(Controller monitoring) 모듈은 개방형 제어기의 메모리맵(memory map)을 이용하여 추출한 알람(alarm)신호를 받아 알람 리스트 데이터베이스 (Alarm list DB)를 검색하여 해당 신호의 고장 원인과 대책을 출력하는 역할을 한다.(Fig.4)

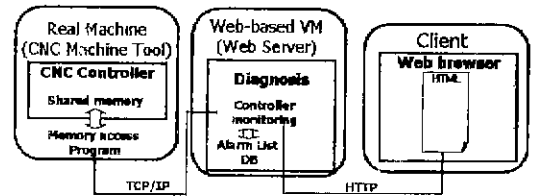


Fig. 4 Configuration of controller monitoring

여기서, 메모리맵은 제어기에서 발생하는 모든 파라미터를 가지고 있는 공간이며, 각각의 변수들의 주소를 나타내 주고 있다 따라서 제어기내의 원하는 파라미터의 주소만 알 수 있다면 메모리맵을 탐색하여 알람신호(alarm)를 추출할 수 있다. 추출할 수 있는 알람신호는 터보테크의 HX controller의 경우 Table 1 과 같다.

Type	알람 내용	에러코드
프로그램 관련	NC 프로그램의 문법이 틀린 경우, 문자열이 최대 너퍼를 넘은 경우 등	82000
		- 82931
시스템 관련	공유메모리 미생성, 시스템 파일 저장 실패 등	80000 - 81931
가공, 축 관련	측정 알람이 발생한 경우, Encoder Phase alarm 등	84000 - 90531
PLC 관련	PLC 관련 알람	83000 - 83931

Table 1 HX NC controller alarm list^[4]

이와 같은 개방형 제어기가 공유메모리(Shared memory)를 통해 메모리맵을 공개하면, 메모리 액세스 프로그램(memory access program)은 공유메모리를 읽어 들여 알람신호를 모니터링할 수 있게 된다

모니터링 중 알람신호가 발견되면 메모리 액세스 프로그램은 에러코드를 TCP/IP 통신을 이용하여 가상기계 진단모듈의 제어기 모니터링 모듈로 전달하게 되고, 제어기 모니터링 모듈은 에러코드에 해당하는 알람에 대한 설명과 대책을 Table 2 와 같은 alarm list DB 를 검색하여 찾게 된다.

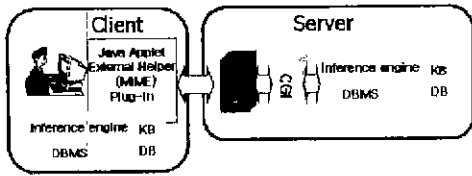


Fig. 6 Client Oriented Model

- Distributed Server Model (Type III)**: 독립적인 지식베이스와 추론엔진을 가진 Server 들이 인터넷상에서 여러 곳에 위치하여 Server 간의 통신과 정보교환을 가능하도록 하는 경우로서, 다른 전문가시스템의 결과를 활용하여 각각의 지식베이스나 추론엔진에 이용할 수 있는 구조이다.

이런 경우 Server 들간의 통신은 분산객체환경의 표준안인 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)를 이용하면 매우 적합하며, Client 는 Http 나 CORBA 의 IIOP(Internet Inter-ORB Protocol)등을 이용하여 각각의 시스템과 통신할 수 있게 된다

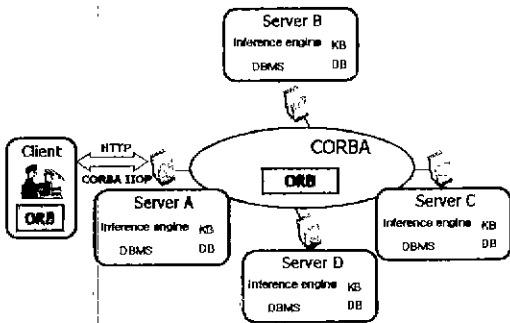


Fig. 7 Distributed Server Model

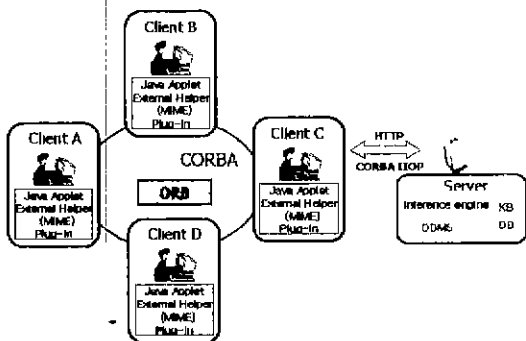


Fig. 8 Distributed Client Model

- Distributed Client Model (Type IV)**: 인터넷상에

서 여러 곳에 위치한 Client 들이 서로의 정보를 교환할 수 있는 새로운 개념의 모델로서 Client 간의 정보교환은 CORBA 등을 이용하고 Server 측과는 일반적인 Http 나 CORBA 의 IIOP 등을 이용해 전문가시스템과 통신을 하게 된다.

3. 웹기반 가상기계에서의 고장진단 전문가 시스템

공작기계 고장진단 전문가 시스템은 풍부한 경험과 숙련된 기술을 가진 고장진단 전문가들을 보유하고 있는 공작기계 Maker 에서 구축 되어야 할 시스템이다. 그러나 웹기반 가상기계는 현장에서 설치·가동되고 있는 공작기계의 상태정보를 처리해야 하므로 해당 기업에 설치된다.

따라서, 이러한 고장진단 전문가 시스템과 웹기반 가상기계의 물리적인 위치의 차이를 극복하고 Client/Server 간의 상시 연결성을 보장 받을 수 있는 방안으로 Type III 에 기반한 Java 와 CORBA 기법의 분산객체 환경을 구성해 볼 수 있다.

먼저, 공작기계 Maker 에는 고장진단 전문가들의 추론 방식을 파악하여 고장 증상을 분류하고 각 증상에 대한 가능한 원인을 정리하며, 고장의 세부 원인을 체계적으로 추적할 수 있는 관계를 정립한다. 이를 위해, 일단 중요한 고장 증상들을 ‘클래스’로 정의하고 각각에 대한 가능한 원인과 세부 원인들을 객체와 Property 로 표현한다. 정의된 고장 증상을 추론하기 위해선 고수준의 추상화된 지식을 표현할 수 있는 규칙기반 추론법(RBR, Rule-Based Reasoning)을 적용시킬 수 있는데, 고장의 인과관계를 IF ~ THEN ~ 의 생성 규칙(Production rule) 방식으로 표현하여 지식 베이스를 형성한다. 이렇게 형성된 지식베이스는 기존 지식을 수정 또는 삭제하거나 새로운 지식을 추가할 경우를 위해, 전문가 시스템 쉘의 도움을 받아 지식의 편집 및 갱신을 위한 User Interface 를 만든다.

이렇게 만들어진 공작기계 고장진단 전문가시스템은 Visibroker 나 Orbix 와 같은 상용 ORB 제품을 사용하여 서버측 인터페이스인 IDL Skeleton 으로 작성되어 클라이언트의 요청을 기다리도록 활성화된다.(CORBA Server) 반면, 클라이언트측 인터페이스인 IDL Stub 은 공작기계가 실제 설치된 해당 기업의 웹기반 가상기계에 배포된다.

웹기반 가상기계에서는 IDL Stub 을 이용하여 CORBA Server 에 접속할 수 있는 User Interface 로서 Java applet 을 작성한다. 가상기계 진단모듈의 고장진단 추론 모듈은 바로 이 applet 을 Client 에게 전달해 주는 역할을 한다. Client 가 접속하여 고장진단 추론 모듈을 선택하면, 고장진단 추론 모

Code	Description	Solution
82003	NC 프로그램의 한 블록 내에 지령 된 명령어가 너무 많은 경우	여러 블록으로 나누어 작성
:		
84208	Spindle Agree check 시 지연되는 경우	서보 점검 또는 Spindle Agree Range 설정 파라미터 변경
:		

Table 2 Alarm list DB for HX controller^[4]

2.2 고장진단 추론

고장진단 추론 모듈은 제어기 신호의 모니터링 시 발견할 수 없는 고장에 대한 진단 기능으로서 지식베이스를 이용하여 해결책을 제시한다

여기서 지식베이스는 다양한 고장에 대한 고장진단 전문가의 전문 지식이나 경험적 지식이 포함되어야 하며 지식베이스를 활용하기 위해서는 추론엔진을 포함한 웹기반 전문가 시스템이 필수적이라 하겠다.

전문가 시스템은 전문가의 해석을 필요로 하는 복잡한 문제를 다루는 데 있어 전문가의 경험(experience)과 전문 지식(expertise)을 체계화하여 전문가가 아닌 사용자도 문제를 해결하도록 도와주는 시스템이다. 이러한 전문가 시스템은 지식베이스, 추론 엔진, 사용자 인터페이스(GUI) 등의 기본요소와 DBMS(DataBase Management System), 설명 기능, 지식획득 기능 등의 지원 요소로 구성된다.(Fig 4)^[5]

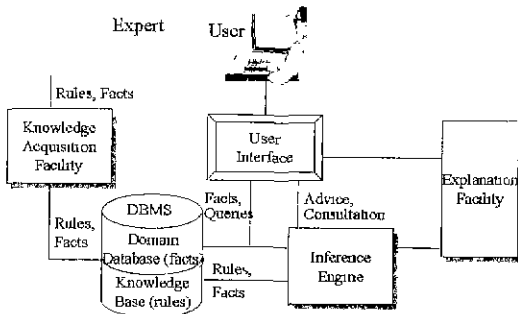


Fig.4 Structure of expert system^[5]

웹기반 전문가시스템은 기본적으로 Web Server 와 Http 프로토콜을 이용하여 구현된다. 이와 같은 기본적인 Web 기술을 이용하여 전문가시스템을 개

발할 때, 크게 다음과 같은 세가지 방안으로 나눌 수 있다.^[6]

- CGI 를 이용하는 방법: Client 는 Web browser 의 Form 기반의 인터페이스에 의존하여 form-filling 만으로 서버와 상호작용을 하며 Server 는 CGI 를 이용하여 전문가 시스템과 연동하는 방법이다.
- Java 를 이용하는 방법: 플랫폼에 독립적인 Java 의 applet 이 포함된 HTML 문서를 Client 가 다운 받아 Knowledge Server 와의 인터페이스를 구현하는 방식으로서 Client/Server 간의 상시 연결이 보장된다.
- External Helper 프로그램을 이용하는 방법: 서버측 URL 의 특정 MIME type 을 처리하기 위해 C 나 VC++, Java 등을 이용하여 제작한 Web browser 내의 독립적인 클라이언트 전용 프로그램으로서, Web browser 의 Helper 응용 프로그램이나 Plug In 프로그램 등이 있다.

이와 같은 웹기반 전문가시스템은 지식베이스와 추론엔진의 위치에 따른 Server 와 Client 의 Load Balancing 문제와, 분산환경의 구성방법에 따른 문제에 따라 다시 4 가지 모델로 나눌 수 있다.^[7]

- Server Oriented Model(Type I) 지식베이스와 추론엔진 등이 Server 측에 대부분 위치하여 작업을 수행하고, Client 측은 단순한 Browsing 기능만 가진 Web browser 를 가지고도 충분히 이용할 수 있는 경우로서 CGI 를 이용한 Server 구성이 보편적인 방법이다.

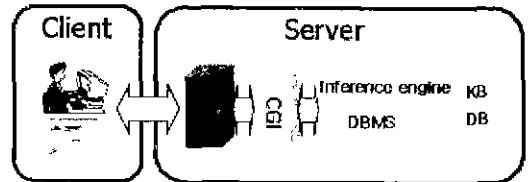


Fig 5 Server Oriented Model

- Client Oriented Model(Type II) 지식베이스와 추론엔진 등의 일부 또는 전부가 Client 측에 위치하여 많은 부분을 처리하고, Server 측은 상대적으로 Coordination 정도의 일을 하는 경우이다. Java, MIME, Plug-In, External Helper program 등을 이용하여 Client 에 Browsing 기능 외 실행 가능한(executable) 기능이 추가된다.

들은 CORBA 모듈(IDL, IDL Stub)을 가진 Java applet을 전송하게 되고 다운이 완료되면, Client는 전문가시스템 서버에 접속할 수 있게 된다. 이때 CORBA 모듈이 포함된 applet은 클래스의 양이 많아짐에 따라 다운로드 속도문제를 야기할 수 있다 이에 대한 해결책으로 signed applet을 생각해 볼 수 있는데, signed applet은 Client가 최초의 다운을 받을 때 필요한 클래스를 Client의 로컬 컴퓨터에 설치함으로써 재사용시의 속도문제를 해결할 수 있는 방법이다.

이렇게 전문가시스템과 접속이 이루어지면 해당 공장기계의 모델을 선택하여 지식베이스를 서버측 메모리에 적재 시키고, 생성 규칙에 따라 대화식 화면을 통해 Client는 고장증상을 입력하고 전문가 시스템은 고장의 원인을 추론하게 된다 최종적으로 고장의 원인을 찾게 되면 해당하는 대책이 함께 나타나게 되는데 이것은 유지보수 관리 모듈의 입력이 될 수 있다 이를 위해 고장진단 추론 모듈은 최종 원인과 대책을 유지보수 관리 모듈로 전달할 수 있는 CGI를 구축한다.(Table 3)

Client	Virtual Machine	ESDMT
Web browser	Web Server	CORBA Server
1 VM에 접속	2 Java applet 전송	
3 CORBA Server에 접속		5 메모리에 지식 베이스 적재
4 공장기계 모델 선택		6 고장원인 추론
6 고장증상 입력		
8 최종 원인 및 대책 확인	9 유지보수 관리 모듈로 전달	

Table 3 Action flow of web-based expert system

4. 결론

가상생산시스템은 생산시스템을 컴퓨터 모델화하여 생산공정의 모니터링 및 시뮬레이션을 통해 설계와 제조에서 효율을 증가시키는 시스템이다. CNC 공장기계를 컴퓨터 모델화한 가상기계는 이러한 가상생산시스템 실현을 위한 핵심 요소 중 하나로서 차세대 무인 공장 구축을 위한 초석이 될 수 있다.

본 논문에서는 해당 공장기계에 참여하는 모든 구성원들에게 시간과 장소의 제약을 받지 않고 정보를 제공하기 위한 조건으로 가상기계의 웹기반 시스템화를 주장하고, 가상기계를 구성하는 중요한 기능 중에 하나인 고장진단 부분을 웹기반으로 구축하기 위한 프레임워크를 제시하였다.

웹기반 가상기계의 고장진단은 제어기의 신호로부터 모니터링 가능한 고장에 대한 제어기 감시 모듈(Controller monitoring)과 제어기로부터 모니터링 가능하지 않은 고장에 대한 고장진단 추론 모듈(Infering fault diagnosis)로 나눌 수 있었다. 제어기 감시 모듈에서는 개방형 제어기의 메모리맵에서 알람신호가 검출되면 에러코드를 전송 받아 Alarm list DB를 검색하여 고장진단을 할 수 있다 고장진단 추론 모듈에서는 제어기로부터 모니터링 되지 않은 고장에 대해 지식베이스를 이용한 웹기반 고장진단 전문가 시스템을 CORBA Server로 구축하고, Client가 접속할 수 있는 Interface로 CORBA 모듈을 포함한 Java applet을 통해 고장진단을 할 수 있다.

본 논문에서 제시한 프레임워크에 기반한 실제 시스템의 구현을 통해 제안한 프레임워크를 수정, 보완하는 연구와 유지보수 관리 기능과의 통합된 프레임워크에 관한 연구가 향후 과제라 할 수 있겠다.

참고문헌

1. Iwata, K, Modelling and simulation architecture for virtual manufacturing systems, CIRP Annals - Manufacturing Technology, vol. 44, no. 1, pp. 399-402, 1995
2. National Security Industrial Association, Technical Report of Virtual Manufacturing Technical workshop, October, 1994
3. 배완준 외, "가상기계 구현을 위한 프레임워크", 한국정밀공학회 2000년도 춘계학술대회논문집, pp. 270-274, 2000.
4. 터보테크, HX 파라미터 매뉴얼, 2000
5. 서동규, 공장기계 고장 진단 전문가 시스템 개발에 관한 연구, 성균관대학교 석사학위 논문, 1998
6. 강대천, 인터넷 기반의 공장기계 원격 고장 진단 시스템 개발에 관한 연구, 성균관대학교 석사학위 논문, 1997.
7. 임규건 외, "Web 기반 전문가시스템의 구조 분석", '97 한국전문가시스템학회 추계학술대회논문집, pp.63-73, 1997.