

Web을 이용한 회전기계 진동진단 사례베이스의 개발

양 보 석^{*} · 이 창 목^{**} · 임 동 수^{**} · 길 병 래^{**}

(Development of Vibration Diagnostic Case Based System for Rotating Machinery Using Web)

B. S. Yang, C. M. Lee, D. S. Lim and B. L. Kil

Abstract

The paper is an outline of development of vibration troubleshooting database on Web Browser which has been able to connect with the Internet. When the vibration trouble have occurred in industrial field, most important matter is that how to solve it. We expect it effective to solve the matter to develop a case base system. The System is expected that the access speed will be fast to connect with the Internet and the user will be free from to learn search queries to use graphical user interface(WWW) as a search interface

1. 서론

회전기계는 발전플랜트 등의 산업현장에서 가장 광범위하게 사용되고 중요한 역할을 하기 때문에 이상이 발생했을 때 즉각적인 고장원인의 추정과 그에 대한 대응책이 요구되어진다. 회전기계에서 발생하는 진동은 여러 상태변화의 결과이며, 그 관계가 실로 다양하고 복잡하기 때문에 원인을 추정하고 대책을 수립하는대는 매우 전문적인 지식과 오랜 경험이 필요하다.

이들 회전기계는 플랜트내의 중요한 위치를 차지하고 있기 때문에 기계의 신뢰성 및 가동률 향상을 위해 가동중인 기계의 상태를 감시하는 시스템들이 개발되고 있으며, 실제 현장 일부에서 사용되고 있다. 실제 기계 운전중에 기계에 이상이 감지되었다면, 그 원인의 파악과 대처방안에 대한 전문가의 조언이 필요하게 된다. 그러나 진동진단 전문가의 부족으로 실시간에 적절한 조언을 구하기는 결코 쉽지 않다. 따라서 전문가에 의해 다년간 수행된 각종 진동트러블에 대한 진동 원인조사와 실시한 대책등의 진단사례를 체계적으로 정리하고 이를 데이터베이스화하여 현장의 엔지니어가 실시간에 정보를 검색해볼 수 있는 시스템의 개발이 강력히 요구되어지고 있다.

현재 internet의 일반화와 함께 휴대용 PC의 대중화로 internet에 쉽게 접속을 할 수 있고, 현장에서도 실시간에 전문가 진단사례를 internet을 통해 검색함으로써 발생된 진동의 원인과 대책에 대해 유연하게 대처할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 본 연구실에서 장기간에 걸쳐 수집된 현장의 진동트러블진단 및 대책 사례들을 일정한 서식으로 요약하고 체계적으로 분류하여 데이터베이스화 하였으며, 이를 internet을 통해 사용자들이 실제 웹 브라우저(Web Browser)를 이용해 실시간에 검색해 볼 수 있는 진동사례 검색 시스템을 구축하였다. 본 이상진동진단 사례베이스는 HTML(Hyper Text Markup Language)을 이용하여 구축하였으며, Local Search Engine을 이용하여 몇몇 키워드만으로 사용자가 필요로 하는 사례를 검색할 수 있는 시스템을 개발하였다.

2. 진단사례의 구성

현재까지 수집된 219건의 사례를 대상기계, 사례발생국가에 따라 분류하면 Table 1과 같다.

사례베이스의 기본적인 작성형식은 Table 2와 같이 상위 table에 사례의 제목과 주진동현상을

* 부경대학교 기계공학과

** 부경대학교 대학원 기계공학과

열거하고, 하위 table에 대상기계, 원인추정, 해석 및 자료분석, 실시한 대책, 교훈, 인용문헌의 순으로 요약, 정리되어있고, 관련된 그림과 표는 별지에 나타내고 있다.

Table 1 Contents of case data

국가	사례 항목수	기계	항목수
일본	92	펌프	51
		전동기	37
미국	75	송풍기	36
		압축기	20
한국	18	터빈발전기	39
		기타	23
유럽 등	34		
계	219	계	219

Table 2 Written format of case history

사례	사례제목 진동현상
대상기계	
발생한 현상	
원인추정	
해석 및 자료분석	
실시한 대책	
교훈	
인용문헌	
첨부도표	

3. 사례베이스 탐색시스템

3.1 시스템의 개요

본 시스템의 개발에서 사용된 하드웨어와 소프트웨어를 요약하면 Table 3과 같다.

Table 3 H/W, S/W for search system

	System specification
H/W	CPU : Pentium 133MHz
	RAM : 32 Mb
	Display : VGA
S/W	OS : Windows 95
	HTML editor : Notepad
	Picture editor : Gifconstruction32

본 시스템의 하드웨어(H/W)에 나타난 사양은 사례 검색시에 빠른 검색을 위한 최소 요구사양이다.

현재 구축된 사례베이스 시스템은 6가지의 대표적인 회전기계를 그 대상기계로 하고 공진, 강제진동, 자력진동을 대표적인 현상으로 분류하였으며, 커플링, 축, 베어링등을 진동이 심한 부위로 분류하여 219개의 진단사례를 나타내었다.

현재 일반적으로 사용되는 web browser(예 : netscape, explorer)에서 사용이 가능하며, 사용자가 본 연구실의 서버에 internet을 이용하여 접속을 하면 검색이 가능하다.

개략적인 시스템처리 과정은 Fig. 1에 나타나 있다.

Table 4 Object of classification detail item

항목	분류 대상 세부항목
대상기계	터빈, 전동기, 펌프, 압축기, 송풍기, 발전기, 기타
현상	공진, 자력진동, 강제진동, BEAT, 불안정진동, 유체진동, 전자진동 등
진동부위	커플링, 축, 베어링, 지지대 등

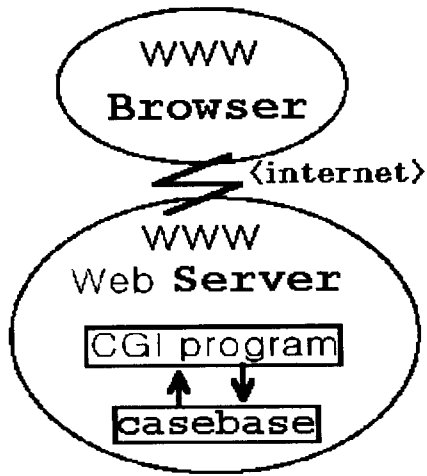


Fig. 1 Search process of casebase on Internet

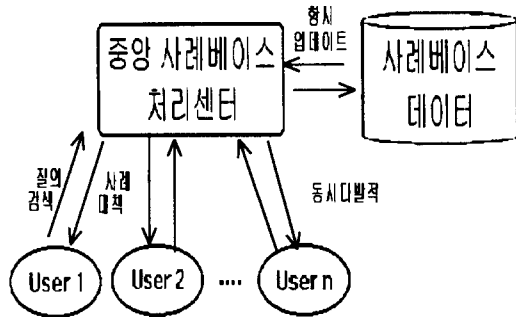


Fig. 2 Schematic view of case data base system

Fig. 2는 본 연구에서 개발한 사례베이스의 개략적인 흐름도로서 현장에서 동시 다발적으로 발생하는 진동문제에 대해 사용자가 사례베이스 중앙처리센터에 접속하면 항상 최신의 사례 데이터와 해결책을 제공하게 된다. 또한 사례베이스 중앙처리 센터에서 항상 사례베이스 데이터는 업데이트 한다.

3.2 시스템의 이용방법

Web 브라우저로 internet을 이용하여 본 연구실 홈페이지(IP address : 210.125.112.110)에 접속을 하면 Fig. 3이 나타난다.

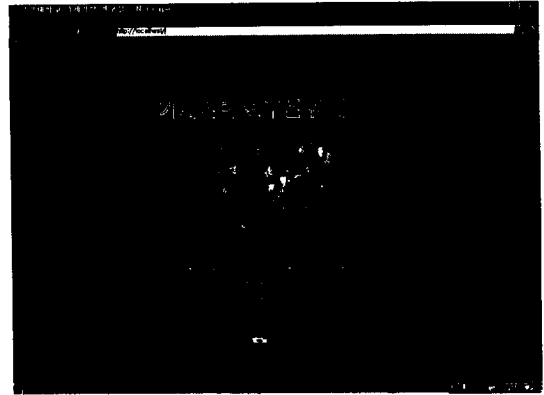


Fig. 3 First screen of website

이미지 맵(image map)으로 처리된 그림을 클릭하면, 주 메뉴화면이 Fig. 4와 같이 나타난다. 주 메뉴화면은 연구실 소개, 연구실 멤버, 최근 연구실적, 사례베이스 검색 등의 메뉴로 구성되어 있다. 여기서 사례베이스 검색 버튼을 클릭하면, Fig. 5의 화면이 나타난다.

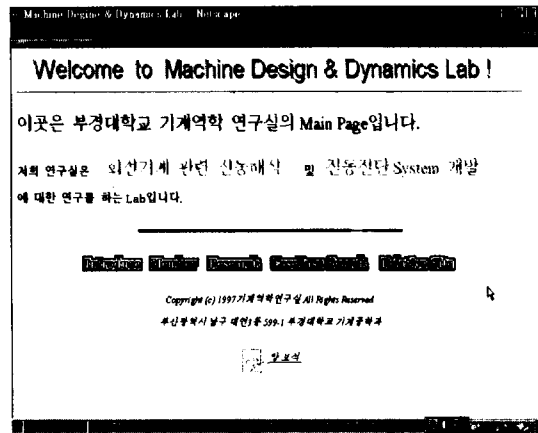


Fig. 4 Main menu

Fig. 5의 화면에서 검색하고 싶은 내용을 각 part별로 체크하여 submit request 버튼을 클릭하면 query.exe라는 CGI(Common Gateway Interface)²⁾ 프로그램을 구동하여 casebase.dat에 저장되어있는 사례의 제목을 검색하고, Fig. 6와 같은 형태로 출력시킨다. 현재의 검색페이지에서 대상기계, 진동이 심한 부위, 진동현상을 차례로 선택하면 query.exe라는 CGI프로그램을 통해서 casebase.dat에 정리되어 있는 data에서 자료를 검색하여 사용자가 입

력한 결과를 출력시킨다.

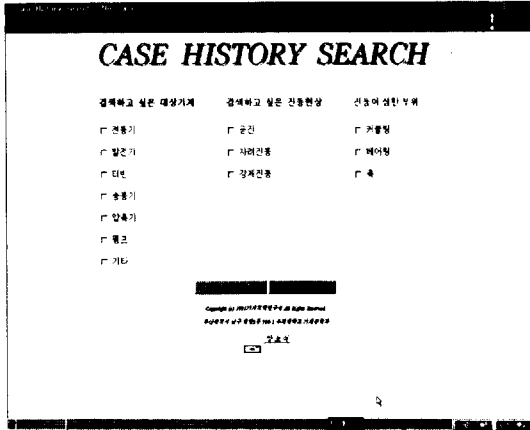


Fig. 5 Case history search page

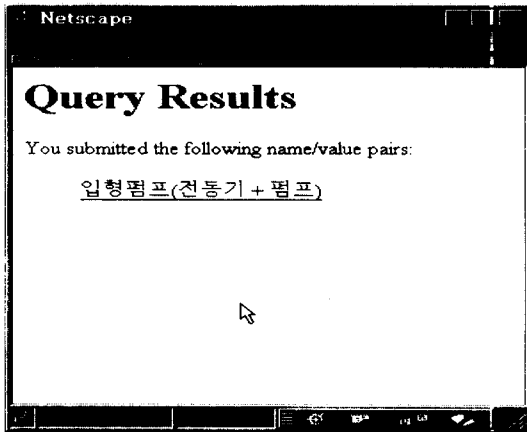


Fig. 6 Query result display

진동진단사례의 데이터베이스	
사례 물건	입형기계의 운전상태의 기계적결함발생의 동향
대상기계	입형펌프(전동기, 펌프) (1) 현재 사용중인 본 건물
발생현상	(1) 전동기공장 출하시 및 펌프 제작회사에서의 펌프-전동기계 공명 서운전에서는 건음호 (2) 펌프에서 펌프의 결함으로 전동기 단독운전에서도 건음호 크다.
결함유형	(이상으로 부위) 전동기, 펌프결함의 발견으로 판명 (1) 전동수는 축회전수의 절반 15%
해석 및 지도분석	(1) 진동해 분석은 (그림) (2) 회전수의 저하시의 진동특성은 (그림)과 같다. (3) 사용공명에서 구한 고유진동수는 (그림)
상사한 대제	가능한 고유진동수의 변경방법을 (그림)의 경우에는 그중을 제거하여 공명을 피하는 것이 바람직하다. 이 경우에는 단면의 것으로 고압력 펌프에서 최고가속한 대제로 관동기의 펌프가 대제 결함유치 공성을 피할수 있다. 수직적으로도 저속가 Speed 안쪽 펌프가 대제에서 speed를 낮고 Speed 안쪽 speed를 높여서 작동시켰다. 진동특의 진동특성 (그림)에 보인다.
교훈	입형기계와 전동기의 조합은 때때로 공명 조건을 일으킨다. 진동특의 특이하여서는 진동특의 입형기계와 펌프도 피라하여 설계면적이 사전 검토가 이루어져야 한다. 최근에서는 설계면적이 입형기계와 펌프가 되어 공명을 교란하도록 하고 있으므로 이러한 조치는 중요하다. 그러나 입형기계와 펌프의 고유진동수가 같은 것이나 설치조건에 영향을 크므로 주의가 필요하다.
인용문헌	

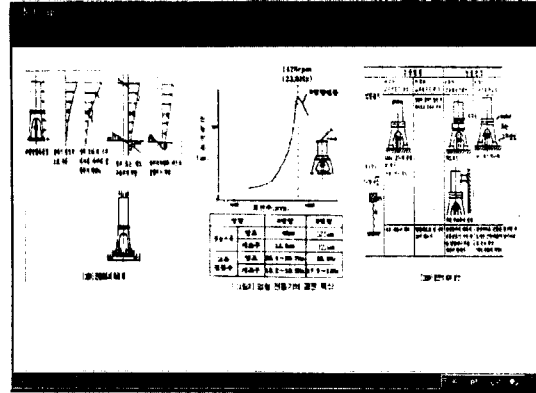


Fig. 7 Example of case output form

출력된 정보를 클릭하면, Fig. 7과 같은 출력형식으로 진단 사례가 출력된다. 사례의 형식은 대상기계, 발생현상, 원인추정, 해석 및 자료분석, 대책, 교훈, 참고 문헌등으로 구성되었으며, 출력 속도향상을 위해 내용과 그림을 분리하였다.

3.3 v-BASE databook 활용사례와의 비교 3), 4)

일본기계학회에서 개발한 v-BASE databook 활용사례와 현재 구축된 사례베이스 시스템을 비교하면, Table 5와 같다.

Table 5 Comparison with v-BASE databook and present system

	v-BASE databook	본 시스템
OS	Windows 3.1, 맥켄토시	Windows 95
사용 software	MS Access, File Maker Pro	HTML
작동환경	개인컴퓨터	개인컴퓨터
Data 추가기능	가능	가능
Keyword 검색기능	가능 (and, or)	가능 (and)
출력양식 변경기능	가능	서버관리자만 가능
사례조작 기능	불가능	구축예정
인터넷 검색	불가능	가능

Table 5에서도 알 수 있듯이 본 시스템의 큰 장점은 실시간에 다수의 사용자가 동시다발적으로 필요한 Data를 검색할 수 있다는 점이다.

Table 5에 언급된 사례조작기능은 CBR⁵⁾(Case Based Reasoning)을 통해서 가능하다. CBR 기능은 현재 연구중에 있으며 향후 연구되어야 할 과제이다.

4. 결론

본 시스템은 internet 사용자에게 매우 친숙한 사용자 인터페이스를 갖고 있다. 이것은 전문가의 조언을 구할 수 없을 때, 전문가의 조언을 대체할 수 있는 정보를 제공함으로써 사용자가 직면한 기계진동문제를 해결할 수 있는 정보를 제공하여 준다. 사례베이스 시스템은 미국, 일본, 우리나라에서 발생되었던 220 여개의 회전기계관련 이상진동진단사례를 기계별, 현상별, 진동발생 부위별로 엄밀히 분류하여 사용자가 알고 있는 정보를 입력함으로써 기존의 발생되었던 사례를 참고하고 전문가의 대처방안을 검토함으로써, 현재 발생하는 현상에 좀더 유동적으로 대처할 수 있다. 현재 시스템으로는 기존의 전문가가 수행했던 결과만을 검색할 수 있으나, 향후 연구될 CBR기능의 추가로 현재 진행중인 진동현상의 몇몇 정보만으로 전문가의 진단사례에 준하는 조작된 새로운 사례를 출력시키는 강력한 시스템을 구축할 예정이다.

참고문헌

- (1) 양 보석, 1995, "기계건강진단 사례 101", 중소기업진흥공단
- (2) Jeffry Dwight, Michael Erwin, 1996 "Using CGI", 정보문화사
- (3) 松下修己, 榑田均 "v_BASE 데이터ブックの活用事例 (1)," 日本機械學會講習會教材, pp 107 - 111, 1995년, 1월
- (4) 金光陽一, "v_BASE 데이터ブックの活用事例 (2)," 日本機械學會講習會教材, pp 113 - 120, 1995년, 1월
- (5) 김화수, 조용범, 최종욱 공저, 1995 "전문가 시스템", 집문당