

# 반도체 검사 장비를 위한 지능형 전자 성능 지원 시스템\*

## An Intelligent Electronic Performance Support System for Semiconductor Testing Equipment

이 상 용\*\*

Sang-Yong Lee

**요약** 본 논문은 HELPS라는 반도체 검사 장비를 위한 전자성능지원시스템(Electronic Performance Support System)에 대하여 기술한다. 본 시스템의 목적은 운영 지원, 훈련, 지식 기반 고장 진단 및 수리를 위한 just-in-time, on-the-job, 멀티미디어에 기반을 둔 정보를 제공함으로써 오퍼레이터의 생산성을 향상시키는데 있다.

HELPS는 운영 모듈과 고장 진단 모듈로 구성되어 있다. 운영 모듈은 사용자에게 장비에 관한 상세하고 쉽게 접근이 가능한 정보를 제공하기 위하여 멀티미디어와 하이퍼미디어를 사용한다. 멀티미디어는 정지 화상, 동화상, 애니메이션, 텍스트, 그래픽, 오디오를 포함하는 다매체 형식을 통합한다. 하이퍼미디어는 계층적인 정보 구조를 통하여 숙련된 오퍼레이터에게는 작업을 수행하는데 필요한 특정한 정보만을 제공할 뿐만 아니라, 초보 오퍼레이터에게는 자세한 시스템 안내와 정보를 제공한다. 고장 진단 모듈은 오퍼레이터가 장비의 고장을 진단하고 수리하는 것을 지원하기 위하여 전문가 시스템과 멀티미디어를 통합하여 구성하였다. 전문가 시스템을 사용하여 진단한 다음, 멀티미디어에 의한 어드바이스가 텍스트를 포함한 정지 화상이나 음성을 포함한 동화상에 의해 제시된다.

HELPS는 훈련 시간과 고장 진단 및 수리 시간의 측면에서 평가되었고, 본 시스템 사용 전에 비하여 약 30% 이상의 시간을 절감함으로써 생산성 향상에 크게 도움이 된다는 것을 확인하였다. 앞으로 본 시스템은 ICAI와 가상현실 기법 등을 이용하여 확장된다면 더 많은 생산성 향상을 기대할 수 있을 것이다.

**주제어** 전자성능지원시스템, 전문가시스템, 하이퍼미디어, 멀티미디어

**Abstract** This paper describes an electronic performance support system called HELPS(Handler Electronic Learning Performance Support) for semiconductor testing equipment. The purpose of this system is to improve productivity of operators by providing just-in-time, on-the-job, multimedia-based system information for operational support, training, and knowledge-based trouble shooting and repair.

HELPS is composed of a operation module and a trouble shooting module. The operation module uses multimedia and hypermedia to provide the detailed and easily accessible information about equipment to users. Multimedia incorporate multiple

\* 본 연구는 1996년 전반기 한국과학재단해의 Post-Doc. 연수에 의해 수행되었음

\*\* 공주대학교 자연과학대학 전자계산학과  
주 소 : 314-701 충남.공주시 신관동 182  
TEL : 0416-50-8523  
FAX : 0416-50-8520  
E-mail : sylee@knu.kongju.ac.kr

media forms including still and video images, animations, texts, graphics, and audio. Hypermedia are provided through a hierarchical information structure which offers not only specific information which is needed to perform a task to experienced operators, but detailed system guidance and information to novice operators. The trouble shooting module is composed of an integrated multimedia-supported expert system which assists operators in trouble shooting and equipment repair. After diagnosis through the use of the expert system, multimedia advice is presented to the user in either still images with text or motion sequences with sound.

HELPS is evaluated in term of training time, and trouble shooting and repair time. It improved productivity by saving more than 30% of the total time used without the system. This system has the potential to improve productivity when it is used with ICAI(Intelligent Computer Aided Instruction) and virtual reality.

**Keywords** Electronic Performance Support System, Expert System, Hypermedia, Multimedia

## 1. 서론

반도체 산업을 지원하기 위한 다양한 형태의 자동화된 검사 장비가 개발되어 왔다. 반도체의 집적도가 낮고 종류가 많지 않았을 때에는 이를 위한 검사 과정은 간단하였으나, 반도체 생산 기술의 발전과 더불어 반도체의 집적도가 높아지고 종류가 더욱 다양해짐에 따라 검사 과정은 더욱 복잡하게 되었고, 검사 장비는 더욱 정교한 하드웨어와 소프트웨어를 요구하게 되었다. 따라서 장비 오퍼레이터의 생산성을 극대화하고 검사 장비에 대한 훈련 시간과 비용을 줄이기 위해서는 반도체 검사 장비를 위한 효율적인 지원 시스템(Support System)이 필요하게 되었다. 이러한 시스템은 사용하기 쉬운 오퍼레이터 인터페이스, 오퍼레이터의 지식과 기술 수준에 적합한 정보 제공, 통합된 다수의 매체에 의한 정보 제공, on-the-job과 just-in-time 훈련 및 고장 진단 및 수리를 요구한다.

이와 같은 기능을 제공할 수 있는 기술은 전자성능 지원시스템(Electronic Performance Support System : EPSS)이다. 이러한 시스템은 조직 내에서 고용자의 작업 성능을 향상시키기 위하여 디자인되는 상호작용적이고, 컴퓨터에 기반을 둔 작업 지원 시스템이다(3). EPSS는 정보를 통합하고 통신을 제공하며, 문제해결을 돕고 just-in-time과 on-the-job의 Training : CBT), 하이퍼미디어, 멀티미디어 등과 같은 다수의 지원 기술이 필요하다(7). 인공지능, 특히 전문가시스템은 지적 인터페이스, 진단, 지능형 교사 시스템을 지원한다. CBT는 태스크 성능 향상과 문제분석 및 해결과 같은 고 레벨 학습 기술을 개발하기 위하여 사용된다. 멀티미디어와 하이퍼미디어는

향상된 통신 수단을 제공하고 통합된 정적, 동적 매체를 사용하여 학습 과정을 지원한다. 위와 같은 기술들이 하나의 시스템으로서 결합되었을 때 장비 사용자의 작업 능력을 크게 향상시킬 수가 있다.

반도체 부품의 광범위한 사용에 따라 검사 장비의 필요성은 크게 증대되고 있다. 본 논문에서 대상으로 하는 반도체 검사 장비는 메모리 테스트 핸들러(Memory Test Handler : MTH)라고 불리는 장비로서 반도체를 검사하기 위하여 보다 정교한 검사 장비(테스터)와 연결되어 사용된다. MTH의 기능은 물리적으로 손상된 반도체를 제거하고, 테스터에 의해 전자적인 특성을 검사하기 전에 반도체의 집합(32개)을 예열한다. 테스터의 검사 결과에 따라 성능 분류 정보가 MTH에 전달되고, MTH는 이 정보를 이용하여 반도체를 1등급부터 8등급으로 기계적으로 분류하여 출력하게 된다(9).

현재 MTH를 생산하는 업체와 사용하는 업체는 장비 운영 및 유지 보수와 관련된 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째로 장비 오퍼레이터들은 장비 매뉴얼을 거의 사용하지 않고 있다. 왜냐하면 내용이 방대하고 필요한 정보를 찾기가 어렵기 때문이다. 둘째로 장비 운영 중에 사소한 문제가 발생하더라도, 생산 라인의 작업자는 수리 방법을 묻거나 현장 수리 요청을 위하여 빈번하게 생산자를 호출한다. 셋째로 장비 오퍼레이터나 수리 요원을 효율적으로 훈련시킬 수 있는 수단이 거의 존재하지 않는다. 그 결과 고장 수리나 훈련을 위한 현재의 방법은 양 조직에 막대한 생산성의 저하를 초래하고 있다. 사용 업체는 수리 전문가가 와서 문제를 해결할 때까지 생산라인의 일부를 중단시켜야 하고, 제조업체는 수시로 수리 전문가를 사용 업체에 보내야 함으로써 인력 손실이 심하

다.

이러한 문제점을 해결하여 장비의 생산성을 향상시키고, 오퍼레이터와 수리 요원의 훈련을 지원하기 위한 멀티미디어에 기반을 둔 EPSS를 개발하였다. 이 시스템의 개발 목적은 초보자는 물론이거니와 경험자인 장비 오퍼레이터와 생산업체 수리 요원을 위하여 사용하기 편리한 on-the-job, just-in-time 운영 지원, 훈련, 고장 진단 및 수리를 지원하는데 있다.

## 2. 관련된 기술

### 2.1 멀티미디어와 하이퍼미디어

효율적인 EPSS가 되기 위해서는 멀티미디어를 이용하여야 한다. 멀티미디어는 여러 가지 정보 형식을 컴퓨터에 이용할 수 있도록 통합한 것이다. Vaughan는 멀티미디어가 컴퓨터나 다른 전자적인 수단에 의하여 이용될 수 있는 텍스트, 사운드, 애니메이션, 비디오 등의 결합을 포함한다고 지적하고 있다(14). Ragusa는 멀티미디어란 2개 이상의 매체 형식, 텍스트, 그래픽, 정지 영상과 같은 정적 매체와 애니메이션, 동화상, 음성, 오디오와 같은 동적 매체의 사용으로써 정의하고 있다(10). 멀티미디어는 사용자에게 보다 넓은 범위의 정보를 전달함으로써 시스템의 설명 능력을 크게 향상시킬 수 있다. 여러 매체의 조합은 전통적인 텍스트 기반 통신 보다 더욱 강력하고 풍부한 정보를 표현하고, 관심을 자극하여 정보에 대한 주의를 유지시킨다. Minsky는 적어도 2개의 매체 형식의 사용없이 학습은 이루어질 수 없다고 믿고 있다(8).

하이퍼텍스트가 확장된 하이퍼미디어는 단순한 텍스트 뿐만 아니라 여러 멀티미디어(그래픽, 애니메이션, 사진, 동영상, 사운드 등)를 사용한다. 하이퍼미디어란 용어는 2가지 분명한 개념을 가진다(5). 첫째는 노드들의 네트워크를 통한 항해(navigation)이다. 둘째는 네트워크의 노드들은 멀티미디어로 이루어진다. 하이퍼미디어 시스템은 비선형적인 방법으로 정보를 보여주어 정보에 대한 자유로운 접근을 허용한다. 이러한 특징은 사용자에게 정보 검색을 위한 자유를 제공하게 된다. 하이퍼미디어 시스템은 여러 배경과 기술 수준을 가진 훈련자들에게 관련없는 부분은 무시하고 자신의 페이스에 따라 필요한 주제들을 검색하도록 지원하기 때문에 훈련 도구로서 이상적이라고 말할 수 있다.

멀티미디어와 하이퍼미디어의 사용을 통하여 다음

과 같은 이익을 얻을 수 있다.

- (1) 개인화된 학습과 지도
- (2) 다양한 기술 수준의 제공
- (3) 학습 수준의 심화
- (4) 학습 주의력의 증가
- (5) 작업 효율 향상
- (6) 훈련 시간 및 비용 절감

### 2.2 멀티미디어와 통합된 전문가 시스템

전문가시스템은 EPSS에 통합될 수 있다. 왜냐하면 성능 향상이란 특히 초보자에게는 복잡하고 어려운 문제이기 때문이다. 이러한 지식기반 시스템은 여러 형태로 존재할 수 있고, 필요할 때 사용자에게 의해 이용될 수 있다. 예를 들면 Prime Computer사의 Source라는 EPSS는 영업사원의 판매 활동을 지원하기 위하여 전문가의 지식을 이용하고 있고, 고장 진단을 위한 EPSS의 경우에는 어드바이저(전문가시스템)를 이용하여 기술자의 고장 진단 및 수리를 지원하고 있다(6,12).

여러 학자들은 진단분야는 전문가시스템의 주요한 응용분야로서 언급하고 있다(2,13). 또한 멀티미디어와 전문가시스템은 중요한 통합 응용분야가 되고 있고, 두 기술의 통합을 통하여 시너지 효과를 얻을 수 있다고 보고되고 있다(10,11). 획득된 전문지식은 고장 진단 및 수리를 위한 설명과 훈련 지원을 안내하기 위하여 사용되며, 오퍼레이터의 학습 효과를 높이기 위하여 멀티미디어를 사용하게 된다.

## 3. HELPS 시스템 설계

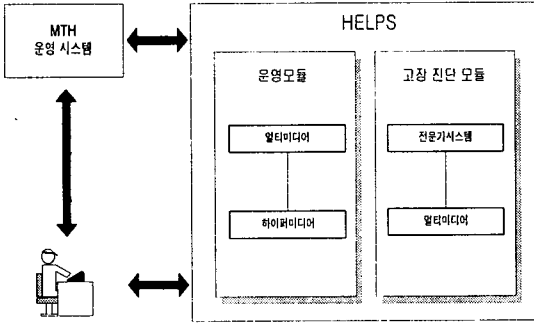
본 절에서는 메모리 테스트 핸들러(Memory Test Handler : MTH)의 오퍼레이터와 수리 요원을 지원하기 위하여 제안된 HELPS(Handler Electronic Learning Performance Support) 시스템을 설명한다. 본 시스템은 운영 모듈(Operation Module)과 고장 진단 모듈(Trouble Shooting Module)로 구성되어 있다(그림 1). 운영 모듈에서는 멀티미디어와 하이퍼미디어의 기술을 이용하여 MTH 장비의 운영을 위한 장비의 기능, 장비 운영 소프트웨어의 사용 방법, 장비의 유지 보수 방법 등이 설명되며, 고장 진단 모듈에서는 전문가 시스템과 멀티미디어를 이용하여 장비의 고장 진단 및 수리 과정을 지원한다.

HELPS 시스템은 다음과 같은 3가지 특징을 가지고 있다.

- (1) 기존의 장비 운영 시스템과의 직접적인 인터페이스
- (2) 멀티미디어와 하이퍼미디어를 이용한 운영 및 훈련 지원
- (3) 멀티미디어와 통합된 전문가시스템에 의한 고장 진단 및 수리

(표 1) 운영 모듈의 메뉴

모듈	메뉴의 종류	내용	사용 매체
운영 모듈	장비 소개	장비특성 및 사양 부품명칭 및 기능	텍스트, 그래픽, 오디오, 사운드, 동화상, 정지화상
	주의 사항	사고 예방법 주의 표시	
	설치 방법	포장 및 운반 설치, 초기 검사	
	소프트웨어 사용법	사용 방법	
	정비 방법	주간 및 월간정비 교환 킷의 명칭 및 교체 방법	



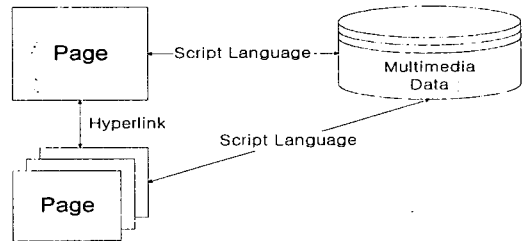
(그림 1) HELPS 시스템의 구성도

HELPS는 MTH 운영 시스템에 대한 직접적이고 쉬운 액세스를 제공한다. MTH 운영 시스템 사용 중에는 운영 시스템에서 HELPS 메뉴를 선택함으로써 간단하게 HELPS 시스템을 이용할 수 있고, HELPS 시스템 사용 중에는 버튼을 클릭함으로써 MTH 운영 시스템에 들어갈 수 있다. 또한 HELPS 시스템은 정지화상 및 동화상, 애니메이션, 텍스트, 그래픽, 오디오 등을 포함하는 다양한 매체들을 사용하여 구현되었다. 하이퍼미디어 기능은 계층적인 정보 구조를 통하여 경험이 있는 오퍼레이터에게는 그들의 태스크를 수행하는데 필요한 특정한 정보만을 제공하고, 초보자에게는 훈련과 안내를 위한 보다 자세한 정보를 제공한다. 그리고 멀티미디어와 통합된 전문가시스템은 사용자에게 just-in-time, on-the-job 고장 진단 및 수리 기능을 제공한다.

### 3.1 운영 모듈 설계

본 모듈은 장비 소개, 주의 사항, 장비 설치 방법, 운영 소프트웨어 사용법, 정비 방법의 5가지 주메뉴로 구성되어 있으며, 각각은 다수의 서브메뉴를 가지고 있다(표 1). 본 모듈에서는 멀티미디어와 하이퍼미디어를 이용하여 장비의 기능에 관련된 사항들을 알기 쉽게 설명하고 있으며, 하이퍼미디어를 이용한 정보의 구조화를 통하여 초보자는 물론 경험자도 원하는 정보만을 검색할 수 있도록 지원하고 있다.

운영 모듈의 각 화면 단위는 페이지(page)이며, 각 화면을 구성하는 멀티미디어 데이터는 스크립트 언어(script language)를 사용하여 각 페이지와 연결된다. 각 페이지 사이의 이동은 하이퍼링크(hyperlink) 개념을 사용하여 순차적 접근(sequential access)은 물론 직접적인 접근(direct access)도 가능하게 설계되었다(그림 2).

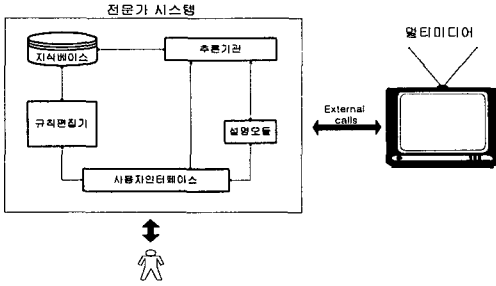


(그림 2) 운영 모듈의 구성도

### 3.2 고장 진단 모듈 설계

현재 MTH는 운영 시스템에서 고장 수리 방법은 제공되지 않고, 고장 정보만을 에러 메시지의 형태(텍스트)로 모니터 화면에 간단하게 표시하고 있다. 그러나 복잡한 고장의 경우, 숙련되지 않은 오퍼레이터는 고장 진단 및 수리에는 그다지 도움을 받지 못하고 있다.

본 모듈은 오퍼레이터가 장비의 고장을 진단하고 수리하는 것을 지원하기 위하여 전문가시스템과 멀티미디어를 통합하여 구성하였다(그림 3). 전문가시스템은 지식베이스, 추론 기관, 설명 모듈, 규칙 편집기, 사용자 인터페이스로 구성되어 있다. 지식베이스

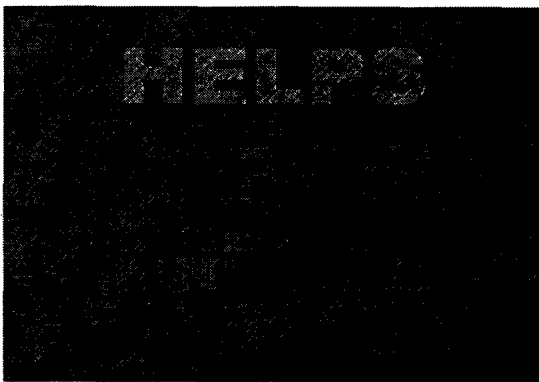


(그림 3) 고장 진단 모듈

에는 룰 형식의 지식이 저장되며, 규칙 편집기를 이용하여 용이하게 룰을 작성할 수가 있다. 추론 방법은 후향 추론을 지원하고 있으며 추론 결과는 멀티미디어(텍스트, 정지화상, 동화상 등)를 이용하여 사용자에게 제공되며, 설명 모듈을 이용하면 자세한 추론 과정을 확인할 수가 있다. 전문가 시스템은 멀티미디어와 통합하기 위하여 External Calls을 이용하고 있다. 즉, 원하는 멀티미디어 데이터를 추론 결과로서 보여주기 위하여, 룰의 결론부에서 외부 멀티미디어 파일을 호출 및 실행하여 화면에 디스플레이하게 된다.

#### 4. HELPS 시스템의 구현

HELPS 시스템을 구동하면 2개의 버튼으로 구성된 초기 화면이 나타나며, 이 화면에서 운영 모듈이나 고장진단 모듈로 들어갈 수 있다(그림 4).

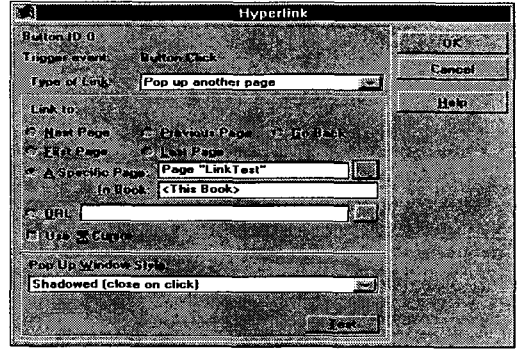


(그림 4) HELPS 시스템의 초기 화면

##### 4.1 운영 모듈 구현

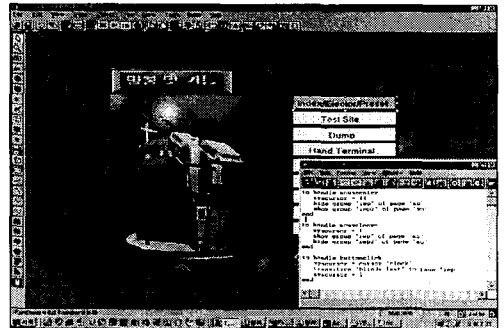
모듈은 멀티미디어 저작도구인 ToolBook을 이용하여 구현하였다[1]. 구현 절차는 저자 레벨에서 어플

리케이션 화면을 생성하고, Hyperlink 기능을 이용하여 각 페이지를 연결하였다(그림 5). 그림에서 제



(그림 5) 하이퍼 링크 화면

공하는 기능을 이용하여 현재 페이지에서 원하는 페이지로 자유롭게 이동할 수 있도록 연결시킬 수 있다. 또한 스크립트 언어를 사용하여 하이퍼미디어 기능 등과 같은 각종 교육용 기법을 구현하였다.



(그림 6) "명칭 및 기능" 화면과 스크립트 언어

(그림 6)은 그래픽과 정지화상을 이용하여 장비를 설명하는 화면이다. 이 화면은 "장비 소개" 메뉴 중 "명칭 및 기능" 서브메뉴의 초기 화면과 이 화면의 기능을 지원하는 스크립트 언어로 작성된 프로그램을 보여주고 있다. 화면의 왼쪽은 장비의 사진, 오른쪽은 장비의 명칭 버튼, 오른쪽 아래 윈도우는 스크립트 언어로 작성된 프로그램이다. 프로그램은 3부분으로 구성되어 있는데 첫 번째 부분은 사용자가 명칭을 알고 싶은 장비의 특정 부분에 마우스를 이동하면 오른쪽에 있는 해당하는 장비의 명칭 버튼이 밝게 빛나게 하거나, 역으로 특정 장비의 명칭 버튼에 마우스를 이동하면, 오른쪽의 장비 사진에 해당하는 위치가 표시되게 한다. 두 번째 부분은 마우스가 장비 사진이

나 버튼에서 벗어날 때부품 위치 표시나 버튼의 표시를 없애준다. 세 번째 부분은 이 화면에서 각 부위에 대한 보다 자세한 설명이 필요한 사용자는 해당 부위나 명칭 버튼을 클릭하면 하이퍼미디어 기능을 이용하여 원하는 정보를 얻을 수 있도록 지원해 준다.

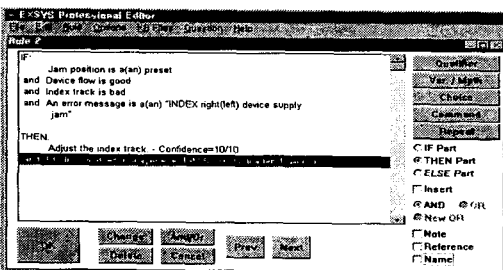


(그림 7) 동화상을 이용한 정비 방법 화면

(그림 7)은 동화상을 이용하여 장비의 정비 방법을 보여주는 화면이다. 화면의 왼쪽은 비디오 영상이나 타나는 부분이고, 오른쪽은 정비를 원하는 부품명의 버튼으로 구성되어 있다. 사용자는 원하는 부품의 버튼을 클릭하면 정비 과정을 동화상과 음성으로 확인할 수가 있다.

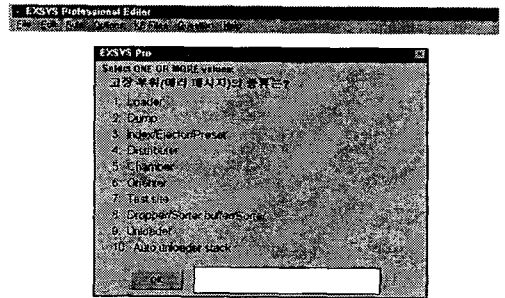
### 4.2 고장 진단 모듈 구성

진단 모듈은 전문가시스템 구축용 툴인 EXSYS Professional을 이용하여 지식베이스, 추론기구, 규칙 편집기, 사용자 인터페이스를 구현하였고, 멀티미디어 데이터는 External Calls를 이용하여 호출하였다(4). 지식베이스에는 115개의 (그림 8)과 같은 룰 형식의 고장 진단 및 수리에 관한 지식이 저장되어 있다.



(그림 8) 룰의 예

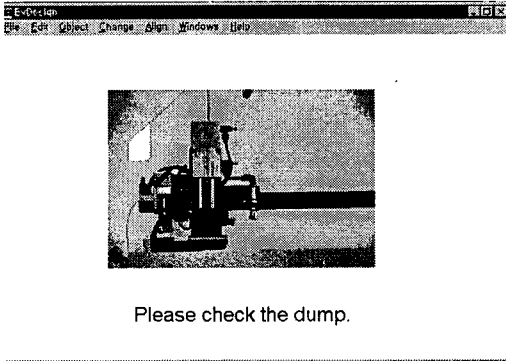
물의 조건부에는 운영시스템에 의한 고장 메시지, 검사 결과 등이 기술되고, 결론부에는 추론 결과가 기술된다. 예에서는 동화상을 이용하여 수리하는 과정을 보여주기 위하여 외부 파일 loader01.avi를 호출하고 매체 재생기 mplayer.exe를 이용하여 재생시킨다. 이때 외부 파일을 실행시키기 위하여 RUN이라는 EXSYS의 명령어를 실행시킨다. 본 전문가 시스템에서는 EXSYS Professional에서 지원하는 후향 추론(backward chaining) 방법을 이용하여 추론 기구를 구성하였고, 규칙편집기, 사용자 인터페이스, 설명 모듈은 EXSYS에서 지원되는 기능을 이용하였다. (그림 9)는 고장 증상 입력을 위한 사용자 인터페이스이다. 이 화면에서 사용자는 해당 번호를 입력하거나 마우스로 선택하여 클릭하면 된다.



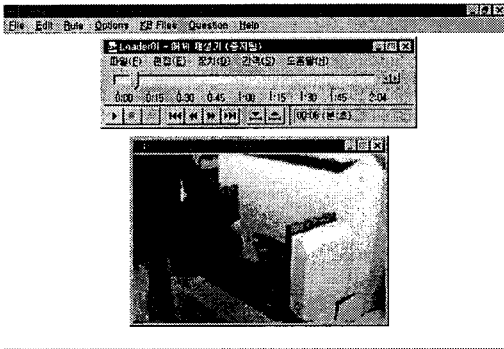
(그림 9) 고장 증상 입력을 위한 사용자 인터페이스

본 모듈은 오퍼레이터가 장비의 고장을 진단하고 수리하는 것을 지원하기 위하여 전문가시스템과 멀티미디어를 통합하여 구성하였다. 전문가시스템을 이용하여 진단한 다음, 멀티미디어에 의한 수리 방법이 정적인 텍스트, 이미지 형식이나 동적인 동화상으로 제공된다. (그림 10)와 (그림 11)은 고장 진단 결과의 실제 화면을 보여준다. (그림 10)은 추천된 수리 부위를 텍스트로 설명하고, 검사가 필요한 부품의 정지 화상을 보여준다. (그림 11)의 윗 부분은 비디오 매체 제어기이고, 아래 부분은 추천된 수리 과정의 비디오 이미지의 예이다. 사용자는 비디오 매체 제어기를 이용하여 비디오 영상 및 음성을 정지 또는 반복하거나 필요한 부분만을 볼 수가 있다.

MTH 운영 중에 본 모듈을 사용하기 위해서는 운영 시스템의 메뉴에서 고장 진단 서브 메뉴를 선택하면 바로 액세스가 가능하다. 액세스 후 고장정보(에러 메시지) 및 부품 검사 결과를 입력하면 추론 결과 및 처리 방법에 관한 조연을 얻을 수가 있다.



(그림 10) 정지 화상에 의한 고장 수리 지원



(그림 11) 동화상에 의한 고장 수리 지원

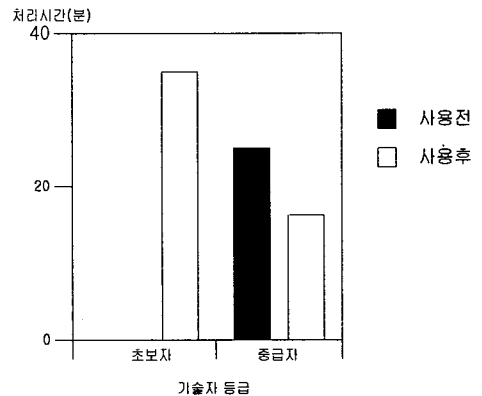
HELPS 시스템은 CD-ROM으로 제작되어 있으며, MTH 오퍼레이터와 판매업체 수리 요원에 의해 2가지 방법으로 사용될 수 있다. 첫 번째는 작업 현장에서 just-in-time 훈련을 위하여 장비에 탑재된 컴퓨터에 저장하여 사용하는 방법이다. 평상시에는 MTH 운영 시스템을 이용하여 장비를 가동하다가 문제가 발생하거나 장비를 공부하기 위해서 본 HELPS 시스템에 들어가서 어드바이스를 얻을 수 있다. 두 번째는 일반적인 멀티미디어 PC에 시스템을 인스톨한 다음 작업 현장이 아닌 곳에서 교육 및 훈련을 위해 사용하는 방법이다.

## 5. 평가

HELPS 시스템을 이용하여 현장 오퍼레이터와 생산업체 수리 요원에 대한 교육 효과와 고장 진단 및 수리에 소요된 시간을 비교하여 보았다. 지금까지 현장 오퍼레이터의 교육 및 장비 운영을 위하여 MTH

의 판매와 함께 제조업체 요원을 1개월 정도 생산 현장에 파견하여 왔는데, HELPS 시스템을 MTH에 탑재한 결과 3주 정도 파견 후 철수하여도 종전과 같은 효과를 얻을 수 있었다. 그리고 MTH 생산업체의 신입 수리 요원의 교육을 위하여 지금까지는 기초 교육 2주 후 현장 교육 1개월을 병행하여 실시하였으나, 본 시스템 도입 후 4주간의 교육으로 동일한 효과를 볼 수 있었다. 효과의 측정을 위해서는 MTH 생산업체에서 마련한 훈련 예제에 대한 처리 능력을 테스트 하였다(9).

또한 고장 발생시 현장 오퍼레이터에 의한 처리 능력에 대한 조사도 실시하였다. 대상은 경력 6개월 미만의 오퍼레이터(초보자)와 경력 6개월 이상 1년 미만의 오퍼레이터(중급자) 각 10명씩을 대상으로 하였다. 평가에 사용된 MTH는 동일 모델의 5대이고 장비 간의 차이점은 고려하지 않았다. 각 오퍼레이터 수준별로 HELPS 시스템을 사용하기 전과 후의 고장 처리에 걸린 시간을 막대그래프로 작성해 보았다(그림 12).



(그림 12) 고장 처리 평균 시간

고장 종류는 현장 오퍼레이터가 처치 가능한 "JAM"만을 대상으로 하였다. JAM이란 검사 대상 반도체가 반도체 자체의 물리적 이상이나 MTH의 이상으로 MTH 안에서 걸려서 장비의 가동이 중단되는 상태를 말하는데 가장 빈발하는 고장 원인 중의 하나이다. 단순한 JAM의 경우는 대부분이 반도체의 물리적 이상으로 발생하며, 해당 반도체가 걸린 장소를 확인하여 MTH로부터 손상된 반도체를 제거하면 된다. 따라서 처리 시간이 대부분 1분 미만이 걸려 시스템 사용 효과가 미미함으로 조사 대상에서 제외하였다. 복잡한 JAM의 경우는 MTH의 이상으로 발생

하기 때문에 MTH를 정비하거나 부품을 교체해야 하는 경우가 대부분으로 처리에는 보다 많은 시간이 소요된다. 그림에서 처리 시간은 각 고장에 대한 오퍼레이터의 평균처리 시간을 그래프로 나타내었다. 초보자의 경우, HELPS를 사용하기 전에는 고장 처리가 불가능하였으나, 사용한 후에는 약 35분에 고장

처리가 가능하였고, 중급자의 경우 25분 걸리던 처리 시간이 16분으로 감소함을 확인하였다. 반도체 생산 라인에 있어서 1분은 매우 큰 시간으로 생산성에 지대한 영향을 미친다. 본 MTH 장비의 경우 1분에 60개의 반도체를 처리할 수 있는 능력을 가지고 있다.

본 시스템을 평가해 본 결과, 현장 오퍼레이터와 수리 요원의 교육 시간이 약 30% 정도 감소함을 알 수 있었다. 고장 진단 및 수리 시간의 경우, 초보자는 HELPS 사용 전에는 불가능하였던 고장 처리가 가능하였고, 중급자의 경우 약 36%의 처리 시간 단축 효과를 볼 수 있었다. 본 평가에서 대상으로 한 고장 수준은 중급자 수준의 오퍼레이터에 의해 처리 가능한 고장을 대상으로 하였다. HELPS에서는 MTH 생산업체의 전문 수리 요원이 아니면 수리가 곤란한 고장 수리는 대상으로 하지 않았다. 왜냐하면 이러한 부분의 수리는 다년 간의 경험과 고도의 기술이 필요하기 때문이다.

## 6. 결론

본 논문에서는 반도체 검사 장비의 성능을 지원하기 위한 전자성능지원 시스템 HELPS를 개발하였다. 본 시스템은 운영 모듈과 고장 진단 모듈로 구성되어 있으며, 운영 모듈에서는 멀티미디어와 하이퍼미디어의 기술을 이용하여 MTH 장비의 운영을 위한 장비의 기능, 장비 운영 소프트웨어의 사용 방법, 장비의 유지 보수 방법 등이 설명되며, 고장 진단 모듈에서는 전문가 시스템과 멀티미디어를 이용하여 장비의 고장 진단과 및 처리 과정을 지원한다. 운영모듈을 개발하기 위하여 멀티미디어 저작도구인 ToolBook의 하이퍼링크 기능과 스크립트 언어를 이용하였고, 고장 진단 모듈을 개발하기 위하여 전문가시스템 툴인 EXSYS Professional을 이용하여 전문가시스템을 구축하였다고, 추론 결과를 멀티미디어로 보여주기 위하여 External Calls를 이용하였다.

HELPS 시스템을 현장에서 테스트해 본 결과, 교육 및 훈련 뿐만 아니라 장비의 고장 진단 및 수리에서도 우수한 성능을 발휘함을 알 수 있었다. 특히 중

급 정도의 난이도를 갖고 있는 고장 문제에 대하여 현저하게 진단 및 수리 시간이 단축됨을 확인하였다. 앞으로 본 시스템은 ICAI(Intelligent Computer Aided Instruction) 기법들을 이용하여 훈련자의 특징과 필요를 시스템이 판단하여 적합한 내용을 적시에 제공할 수 있도록 확장되고, 전문가의 지식이 훈련자에게 생생하게 전달될 수 있도록 가상 현실 등과 같은 기술들이 도입된다면 훈련 효과를 더욱 향상시킬 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Asymetrix Co.(1997), ToolBook User Manual.
- [2] Awad, E.M.(1996), *Building expert systems*, West Publishing, Minneapolis.
- [3] Barker, P.; Banerji, A.(1995), *Designing electronic performance support systems*, Innovations in Education and Training Inter., 32-1, 4-12
- [4] EXSYS Inc. (1996), EXSYS Professional User Manual, Albuquerque, NM.
- [5] Garrity, E. J.; Sipior J. C.; Volonino L. (1994), *hypermedia expert systems to support organizational decision making*, The Jour. of Know. Engr. & Tech, 7-2, 61-72
- [6] Gery, G.(1995), *Electronic performance support systems*, Gery Performance Press, Tolland, MA.
- [7] McGraw, K. (1994), *Performance support systems : Integrating AI , hypermedia, and CBT to enhance user performance*, Jour. of AI in Educ., 5-1, 3-26
- [8] Minsky, M.(1986), *The society of mind*, Simon and Schuster, New York.
- [9] Mirae Co. (1996), *Memory tester handler manual*.
- [10] Ragusa, J. M. (1994), *Models and application of multimedia, hypermedia, and intellimedia integration with*



- expert systems*. Exp. Sysms. With Applic, 7-3, 407-426
- [11] Ragusa, J. M. (1994). *Integrating expert systems and multimedia: A review of the literature*. Inter. Jour. of Appl. Exp. Sysms., 2-1, 54-71
- [12] Raybould, B.(1990). *Case study in performance support*, CBT Direct., 3-10, 22-31
- [13] Turban. E. (1992), *Expert systems and applied artificial intelligence*. Macmillan Publishing.
- [14] Vaughan T. (1994), *Multimedia: Making it work*, McGraw-Hill, New York.