

MES 구현을 위한 현장정보 수집시스템의 적용 예[§]

이승우^{*†} · 이재경^{**} · 남소정^{*} · 박종권^{*}

* 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부, ** 한국기계연구원 시스템엔지니어링연구본부

Application of Data Acquisition System for MES

Seung Woo Lee^{*†}, Jai-Kyung Lee^{**}, So Jung Nam^{*} and Jong Kweon Park^{*}

* Nano convergence and Manufacturing System Research Division, Korea Institute of Machinery & Materials,

** System Engineering Research Division, Korea Institute of Machinery & Materials

(Received December 15, 2010 ; Revised July 7, 2011 ; Accepted July 12, 2011)

Key Words: Manufacturing Execution System(제조실행시스템), Data Acquisition System(데이터수집시스템), Direct Interface with Equipment(설비직접연결), Production Characteristics(공정특성), CNC Machine Tools(수치제어 공작기계), Oil Cooler(오일쿨러)

초록: 생산시스템은 다양한 제품을 특정 공정에 따라 생산되며, 이는 다양한 생산 데이터를 발생시킨다. 이러한 데이터를 효율적으로 관리하기 위해 제조실행시스템(MES)과 같은 생산관리시스템이 사용된다. MES에서 가장 중요한 항목은 생산설비에서 발생하는 설비데이터를 작업자의 간섭 없이 직접적으로 수집하는 시스템이다. 본 논문에서는 생산현장에서 발생하는 다양한 정보를 실시간으로 수집하기 위한 데이터 수집 방법으로 범용기계에 적용 가능한 센서를 이용한 방법과 자동화 기계에 적용 가능한 PLC를 이용한 데이터수집 방법을 제안하였다. 제안된 데이터 수집시스템은 실제 생산시스템에 적용하여 효율성을 검증하였다. 제조 현장에서 설비의 상태데이터를 수집하는 시스템을 활용하여 실시간으로 현장정보를 제공할 수 있는 MES를 구현할 수 있다.

Abstract: The manufacturing execution system (MES) for product production handles different production processes according to the product characteristics and different types of data according to the process being considered. For efficiently providing the data pertaining to production equipment to production systems such as the MES, data collection through the equipment interface is required for obtaining the production data pertaining to field equipment. In this paper, a method is proposed for collecting the production data through the equipment interface in order to collect the various types of production-equipment data from the field. The proposed method is applied to a real manufacturing system to verify its efficiency. A more powerful MES can be constructed with a data acquisition system that acquires the status data at the shop-floor level.

1. 서 론

제품생산을 위한 제조시스템은 여러 개의 공정으로 구성되어 있으며, 각 공정은 작업자, 설비, 도구 등을 이용하여 작업을 수행한다. 이때 각 공정에서는 시간, 설비효율, 설비상태, 작업자 정보 등의 다양한 정보가 발생된다. 생산시스템이 대중맞춤형(mass customization) 생산체제로 전환

됨에 따라 제품을 생산하는 공정은 다양화되고 복잡화되는 추세이며 각 공정에서 발생하는 다양한 정보들을 효율적으로 관리하는 시스템이 필요하게 되었다. 이러한 기능을 가지는 대표적인 생산관리시스템 중 하나인 MES(제조실행시스템)는 생산현장의 정보를 상위의 ERP 시스템과 연계시켜 현장에 대한 통제와 계획을 수행하는 시스템이다. MESA에서는 MES는 생산현장에서 발생하는 다양한 정보를 효율적으로 수집할 수 있는 데이터수집시스템을 기반으로 구성되어야 한다고 정의한다.⁽¹⁾ 그러나 기업의 경제적 여건 및 생산현장의 현황에 따라 대부분의 MES는 작업자가

§ 이 논문은 대한기계학회 2010년도 추계학술대회 (2010. 11. 3.-5., ICC제주) 발표논문임

† Corresponding Author, lsw673@kimm.re.kr

© 2011 The Korean Society of Mechanical Engineers

직접 입력하는 key-in 방식을 사용하고 있다. 이 방식은 작업자의 업무량 증가와 입력오류에 따른 수집데이터의 신뢰성 저하 등으로 인해 MES의 기능을 부분적으로 사용하고 있다.

본 연구에서는 생산현장을 구성하고 있는 4M (machine, man, material, manufacturing resources)에서 발생하는 정보 중 machine에서 발생하는 설비정보를 실시간으로 수집하여 MES 데이터베이스에 저장하는 수집시스템과 제안된 방법을 이용한 적용 사례를 소개하고자 한다. 주요 내용으로는 설비 인터페이스에 의한 설비의 상태정보를 수집할 수 있는 데이터수집시스템의 구성, HMI (human machine interface) 설계/구현과 실제 생산현장의 검사 및 가공공정에 대한 적용을 포함하고 있다.

2. 설비인터페이스 기반의 MES

2.1 Manufacturing Execution System

MES의 핵심 기능 중의 하나는 현장의 데이터를 실시간으로 수집하는 기능이다. MES가 적용되기 이전에는 종이전표를 이용한 현장 데이터 수집방법이었기 때문에 현장의 데이터가 실시간으로 전달되지 못하였으며, 전표기입 오류에 따른 데이터의 신뢰성에 많은 문제점을 가지고 있었다. 따라서 MES에서 데이터를 수집하는 방법은 네트워크를 통한 실시간 데이터 수집이다. 실시간으로 제조현장의 데이터를 정확하게 수집하기 위해서는 작업자의 간섭 없이 설비와의 직접 (direct) 인터페이스 하는 방법이 최선이지만, 제조현장의 설비 중 약 23% 정도만이 설비인터페이스

이스가 가능하다. 따라서 공정특성에 따른 데이터 수집시스템이 필요하다.⁽²⁾ 작업자의 간섭 없이 설비와 직접 인터페이스 하기위한 방법과 설비 상태 모니터링에 관한 많은 연구가 수행되고 있다. 국내에서는 진동, 음향, 전류 등의 멀티센서를 이용하여 절삭가공 중 공구의 마모와 상태를 모니터링 할 수 있는 시스템에 대한 연구가 수행되었으며⁽³⁾ XML를 활용하여 설비 상태 정보를 원활히 처리하고 모니터링할 수 있는 미들웨어 모니터링 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.⁽⁴⁾ 또한 국외에서는 정전용량 변위센서를 이용하여 회전 변위에 대한 측정과 측정시스템에 의한 기계설비의 모니터링 기법에 대한 연구가 이미 수행되었다.^(5,6) Fig. 1은 ISA-95에서 제정한 Enterprise domain hierarchy 기반의 설비정보 수집시스템 모델로서 제조현장(Level 0)에서부터 ERP와 같은 기업시스템(Level 4)까지의 정보 흐름을 나타낸 것이다. MES는 Level 0에서 Level 3까지의 영역이며, 설비 인터페이스 부분은 Level 0에서 Level 2까지이다. 여기에는 제조현장에 있는 실제 설비 및 장비들과 모니터링 및 제어 기능이 포함되어 있는 device communication (Level 2)을 통해 수집되는 실제설비의 생산정보가 매우 중요하다.

ERP와 같은 상위시스템은 제조현장에 대한 단순한 형태의 작업지시 명령만을 전달하고 제조현장에서는 작업지시에 따른 실적만을 상위시스템에 보고하기 때문에 작업지시부터 실적보고 사이의 중간과정에 대한 추적, 감시, 제어가 불가능하다. 반면 MES는 bottom up 방식으로 생산 스케줄링에 기반을 두어 제조현장에 작업지시를 하고 지시된 작업에 대해 발생하는 다양한 정보들을 실시간으로 수집하여 가공된 정보를 관련 사용자에게 제공한다. 제조업의 특성에 따라 제조현장의 공정특성은 상이하므로 이에 적합한 데이터 수집시스템의 개발이 필요하다.

2.2 설비 인터페이스를 통한 설비정보 수집

생산현장에서 발생하는 정보는 동시에 발생되며 이들 정보를 이용하여 생산관리, 원가관리, 설비관리, 품질관리 등에 이용된다. Table 1에 제조현장에서 발생된 정보와 이들 정보의 사용 항목을 분류하였다. 이들 정보는 전압, 전류, RPM 등 설비에서 직접 수집한 정보인 1차 현장정보와 1

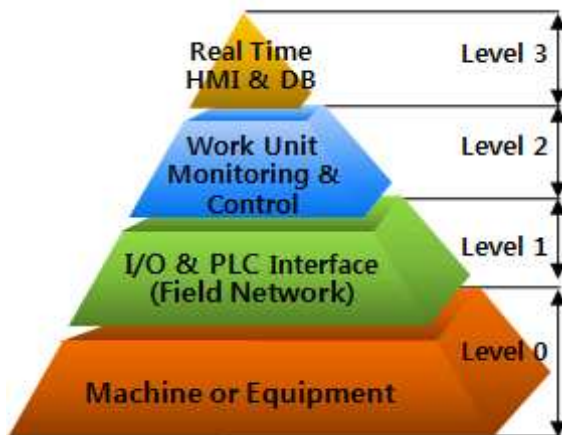


Fig. 1 Model of data acquisition of interface based on ISA-95 Enterprise domain hierarchy

차 정보에서 가공되는 2차 정보가 있다. 2차 정보는 가동시간, 고장시간, 불량여부, 공정 전/후 대기시간 등이 있다. 3차 정보는 1,2차 정보와 설비정보, 제품정보, 작업자 정보 등과 같은 기준정보와의 mapping을 통해 산출되는 정보로 설비별 일일 생산품 수, 작업 실적, 작업평균시간 등이 있다. Fig. 2는 설비의 상태정보 수집을 위한 설비 인터페이스에 대한 플랫폼 구성을 나타낸 것이다. 제조현장에서 사용되는 설비의 유형에 따라 센서기반 인터페이스, PLC 인터페이스 방법 등으로 구성되어 있으며 각각의 수집 방법은 독립 혹은 두 개가 복합적으로 구성되어 사용된다. 센서기반 인터페이스 방법은 제어기가 장착되지 않은 일반 설비에 적용 가능한 방법으로 전압, 전류, 유압 등 각종 센서에 의해 설비의 가동 유무, 상태, 고장 유/무 등을 판단한다. CNC와 같은 자동화된 제어기가 장착된 설비의 경우에는 PLC를 이용한 인터페이스 방법이 적용된다. 센서 혹은 PLC 인터페이스 방법 모두 불가할 경우 작업자 key-in 방법에 의한 데이터 수집방법을 적용한다.

2.3 현장정보수집시스템

2.3.1 정보수집시스템의 구성

생산현장의 정보 수집을 위한 현장정보수집 시스템의 핵심 모듈의 기능을 가지도록 설계하였

Table 1 Classification of generated information at shop floor

생산관리	원가관리	설비관리	품질관리
- 생산능력, 설비수	- 가동시간 - 재료사용량	- 가동상태 - 비가동/고장시간	- 운전조건 - 복구시간
- 생산 진척 정보	- 에너지 사용량	- 사용/가공 이력	- 이력(특성, 성능, 불량 원인 등)
- 재고수	- 재고(원자재, 재공품, 제품 등)	- 비가동 내역	- 양품&불량 수
- 공정 위치	- 작업자	(준비, 공정 대기, 불량 발생, 고장 등)	- 불량 내용
- 생산량, 작업시간	- 작업자 공수		
- 작업내용	- 관리비		
- 시작 W/O 번호			
- 시작/종료 시간			

다. 다양한 생산현장과 설비 환경에 바로 적용할 수 있도록 RFID/Barcode 인식장치를 통해 가공품 혹은 작업자 등을 인식하고, 제어기가 없는 범용

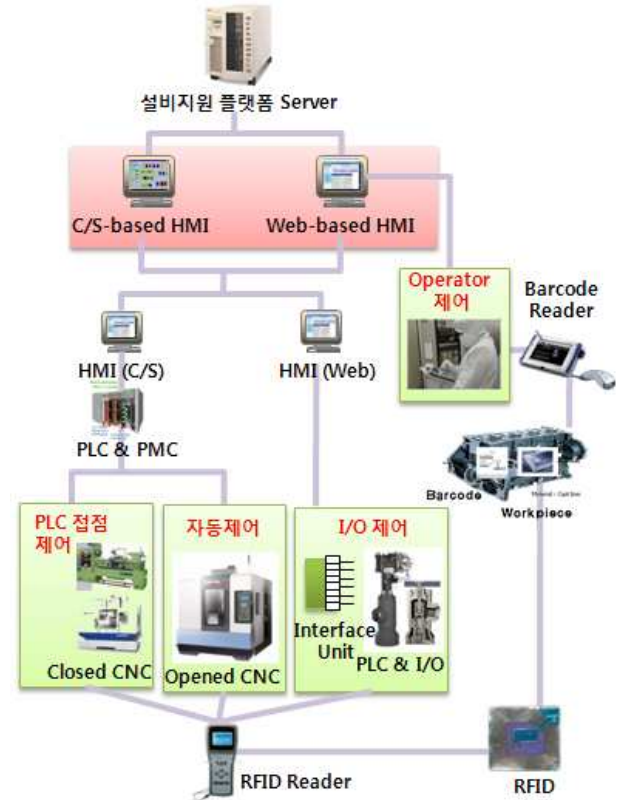


Fig. 2 Platform of equipment direct interface for acquiring equipment status

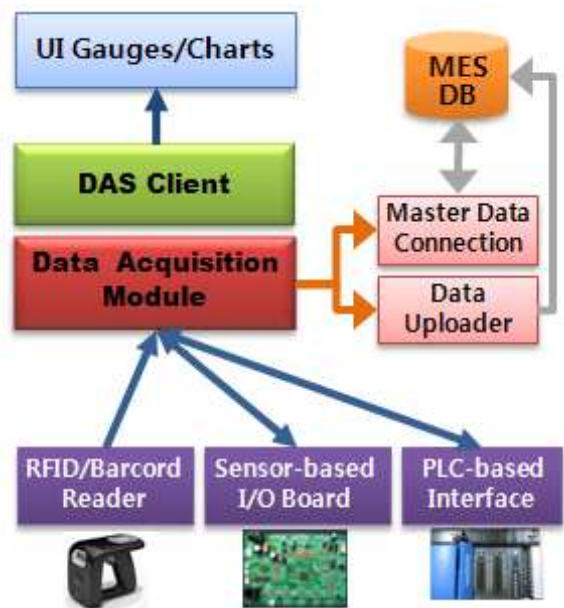


Fig. 3 Configuration of data acquisition system using HMI

설비의 경우 온도, 전류, 유압, 유량 등의 센서를 연결하여 설비의 상태정보를 획득할 수 있도록 sensor-based I/O Board를 이용한다. CNC와 같은 제어기가 있는 설비의 경우 PLC의 I/O 단자와 설비의 외부입력단자와 연결하여 설비상태정보를 실시간으로 수집할 수 있도록 데이터수집시스템을 구성하였다. Fig. 3은 HMI를 중심으로 한 데이터 수집시스템의 구성을 나타낸 것이다. 센서 혹은 PLC를 통한 설비 인터페이스를 통해 실시간 상태정보 수집이 이루어지면 데이터 수집시스템은 수집 데이터를 변환/가공하여 data uploader를 통해 MES 데이터베이스의 설비상태영역에 저장하고, master data connection을 통해 수집된 특정 설비의 데이터를 해당 설비와 매핑(mapping)하여 저장하거나 로드하여 활용할 수 있도록 한다. 이렇게 정보수집시스템을 통해 수집/변환/가공된 데이터는 HMI를 통해 작업자나 관리자가 생산현장의 각종 생산 장비의 작동 상태를 한눈에 볼 수 있도록 gauges/charts 등의 시각적 요소를 이용하여 제공해준다. DAS Client HMI는 작업/관리자와 설비 간 인터페이스를 쉽고 편하게 할 수 있도록 도와준다.

2.3.2 센서기반의 설비 인터페이스

제조현장에는 아직도 제어기가 장착되지 않은 설비가 많으며, 이와 같은 설비는 제조현장의 핵심을 이루고 있다. CNC와 같은 특정 제어기가 없는 범용설비의 경우 센서기반의 설비 인터페이스를 이용하여 설비의 상태정보를 획득할 수 있다. 범용설비에 온도, 전류, 유압, 유량 등의 취득하고자 하는 정보의 다양한 센서를 적용하여 설비의 상태정보를 획득하기 위해 센서기반 I/O 보드를 Fig. 4와 같이 구현하였다.

센서기반 I/O 보드는 기본적으로 온도측정 센서 5점, 전압측정 센서 2점으로 총 7개의 센서 데이터를 획득할 수 있도록 구성되어 있으며, 최대 256개까지 확장 가능한 external sensor 단자를 포함하고 있다. 본 연구에서는 데이터 통신 등의 시스템 안정성을 고려하여 최대 4대까지 구성하는 것으로 제한하고 있다. 추가 센서 구성을 위해 external sensor connector를 이용하여 다양한 종류의 센서들을 메인 I/O 보드에 연결하여 다양한 센서 데이터를 획득할 수 있다. External sensor connector와 각 센서들은 2라인 시리얼 통

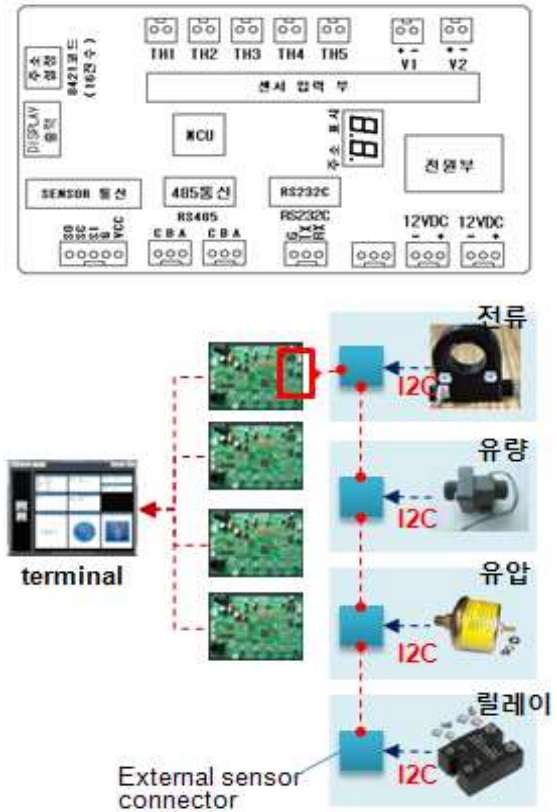


Fig. 4 Sensor-based I/O interface and external sensor connector

신규적인 I2C를 통해 데이터를 전송하게 된다. I2C(Inter-Integrated Circuit)는 직렬 컴퓨터 버스로 마더보드, 임베디드 시스템 등에 저속의 주변기기를 연결하기 위해 사용된다.

개발된 센서기반의 설비 인터페이스를 이용하여 설비의 데이터를 수집하기 위한 기본 구성은 Fig. 4와 같다. 데이터 수집용 터미널에 4대의 센서기반 설비 인터페이스를 연결하고 RS485 통신을 이용하여 센서에서 수집된 데이터를 취합할 수 있다. 각각의 센서기반 설비 인터페이스 보드는 기본 온도, 전압센서 7점과 외부 확장 센서 4점으로 총 11개의 센서 통해 설비의 상태 정보를 수집할 수 있다. 따라서 DAS client 터미널 1대를 통해 최대 44개의 생산현장 상태정보를 획득할 수 있다. 데이터 통신 및 시스템의 안정성을 고려하면서 정보수집의 유연성을 높일 수 있다.

2.3.3 PLC 기반의 설비 인터페이스

공작기계는 생산현장에서 가장 중요한 가공 설비 중의 하나이다. 특히 CNC를 장착한 공작기계는 제조현장에서 생산성이 높은 장비로 자리 잡

고 있다. 그러나 제조현장의 대부분 CNC 동작기 계들은 폐쇄형 구조라서 외부와의 인터페이스가 어렵다. 주로 제조사에서 제공하는 고가의 API(application program interface)를 사용하여 설비의 상태감시 혹은 제어를 수행할 수 있다. 대부분의 CNC 동작기계는 PLC 혹은 PMC(programmable machine controller) 입/출력 접점이 있다.

PLC를 이용한 설비 인터페이스는 CNC와 제어부의 입/출력 접점에 외부 접점을 연결하여 동작기계의 상태를 추출하는 방법이다. Fig. 5에 HMI를 이용한 CNC와 PLC의 데이터 프로세싱 플로우를 나타내었다. CNC 출력 접점을 PLC 외부 입력단자에 연결하여 CNC 출력접점에서 출력된 신호를 PLC 논리 프로그램을 이용하여 처리한다.

CNC 접점에서 출력된 신호를 PLC 외부입력단자와 연결한다. CNC에서 출력되는 신호는 기종마다 다르며 각 접점의 조합에 의해 상태가 결정되는 경우도 있다. Digital signal input module을 통해 CNC 접점의 출력 신호를 받아 양변환 검출을 거치며, 양변환 검출을 통해 4개의 Move Function(Digital signal forward features)을 이용하여 내부 메모리에 저장한다. 저장된 신호는 bool 연산(SUM)을 이용한 신호합성을 거쳐 ASCII code 값으로 변환한 후 통신함수를 이용해 외부기기(PC)로 전송하게 된다. 통신 방법은 PLC 통신모듈(Cnet I/F)과 PC(HMI DAS client)의 RS232 연결을 통해 실제 설비정보 전송이 이루어진다. PLC

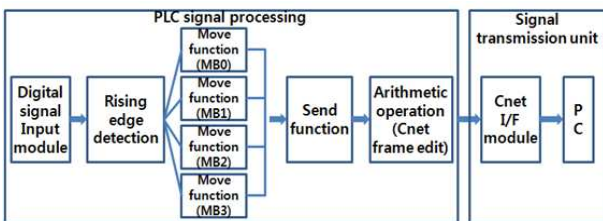


Fig. 5 Flow of data processing of CNC and PLC using HMI

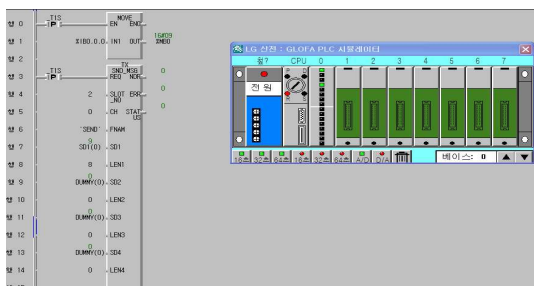


Fig. 6 Simulation using GLOFA PLC simulator

인터페이스에서는 송신용 function block을 작성하여 통신용 프레임 구성하고 데이터 처리와 통신을 위한 ladder diagram을 작성한다. 설비의 접점정보를 PLC에 입력하기 위해 외부입력기기(SmartLink, D/I input, LS산전)를 사용하였다.

Ladder Diagram으로 프로그래밍 한 프로그램의 정상동작 테스트를 위해 GLOFA PLC 시뮬레이터를 이용하여 신호입력과 데이터 처리 및 송신되는 데이터를 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션은 CNC I/O 접점정보를 바탕으로 0-4번 슬롯의 신호를 입력하였다. Fig. 6은 시뮬레이터를 이용한 시뮬레이션을 나타낸 것이며, 확인 결과 정상작동되는 것을 확인하였다.

3. 제안된 설비인터페이스 방법의 적용

제안된 데이터수집시스템의 유효성을 검증하기 위하여 실제 제조현장에 적용하였다. 센서기반 인터페이스 방법은 제조공정의 마지막인 검사 공정에 적용하였으며, PLC 기반 인터페이스 방법은 가공시스템에 적용하였다.

3.1 센서기반 인터페이스의 검사공정 적용

검사공정은 주로 제품의 조립 혹은 가공 등의 마지막 공정이며, 생산된 제품의 성능을 확인하는 공정이다. 센서 기반 인터페이스 방법을 오일 쿨러의 성능검사 공정에 적용하였다. 오일 쿨러는 동작기계의 구동부, 이송계 등의 열 변형을 최소화하기 위해 사용되는 냉각장치로서 주로 작업자에 의한 조립공정이 수행되며 조립이 완성된 후 검사 공정이 수행된다.

검사는 냉각공정의 특성상 다양한 부하에 의한 성능검사를 수행하며, 압축기, 열교환기, 응축기 등의 출구온도 및 대기온도를 측정한다. Fig. 7은

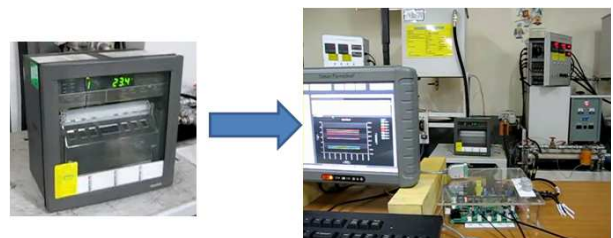


Fig. 7 Paper-based temperature measurement device and implementation of sensor-based temperature measurement system on inspecting performance of oil cooler

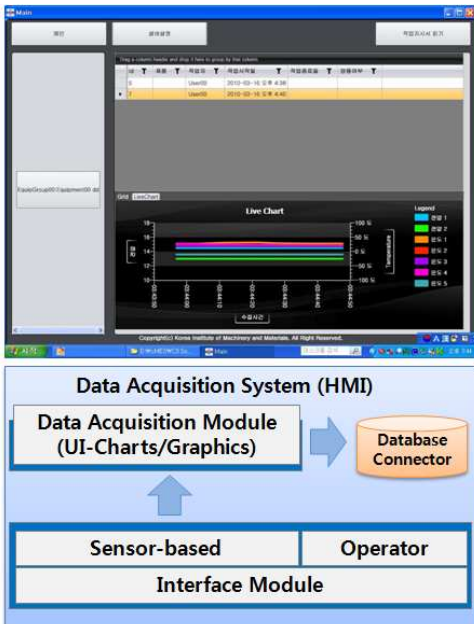


Fig. 8 Sensor-based interface for HMI providing information on the temperature change and important components of the HMI

기존의 성능검사에 사용되는 페이퍼 기반 온도 측정에서 센서기반 온도측정 및 데이터 수집시스템으로의 변환을 나타낸 것이다. 페이퍼 기반 온도측정 장치는 온도의 변화를 페이퍼에 타점하여 출력하는 장치로서 검사 후 페이퍼에 찍힌 온도 변화 그래프를 보고 판단하며, 검사 페이퍼의 관리가 불편하고 오염에 의한 데이터 판독의 문제점을 가지고 있다. 그러나 센서기반 데이터 수집 장치는 최대 9개(external sensor 포함)의 온도센서를 장착할 수 있어 온도의 측정 범위와 정도에 따라 서로 다른 온도센서를 사용할 수 있다. 또한 수집된 데이터를 가시적으로 사용자에게 제공하므로 실시간 온도 변화 감시가 가능하고 수집된 데이터가 local 데이터베이스에 저장되므로 필요할 경우 다시 출력하여 온도의 변화 경향을 분석할 수 있다. Local 데이터베이스에 저장된 설비 상태 및 공정정보는 MES 데이터베이스로 전송되어 설비의 이력, 공정현황, 불량 이력 등의 가공 데이터의 기본 데이터로 사용된다. Fig. 8은 센서기반 데이터수집시스템의 HMI 및 구성을 나타낸 것으로 HMI 내부에는 sensor interface module과 사용자에게 가시적으로 온도의 상태변화를 chart와 gauge 형태로 나타내는 UI, 수집 데이터의 저장을 위한 데이터베이스 connector 등이 주요 구성요소들이다. 작업자에게 제공되는 현 작업 품

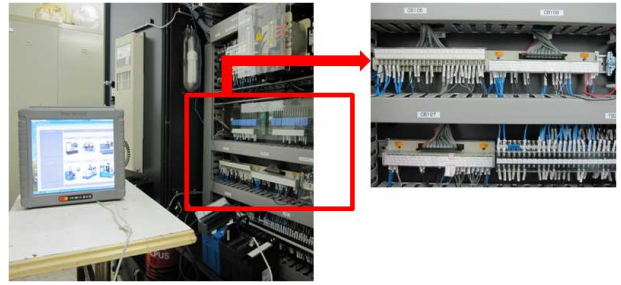


Fig. 9 PLC-based data acquisition system through connecting

에 대한 제품정보 및 일반적인 정보들은 MES 데이터베이스로부터 전송받아 HMI의 상단에 charts 형식으로 출력된다.

3.2 PLC 기반 인터페이스의 가공공정 적용

CNC가 장착되어 있는 공작기계와 같은 설비가 제공하는 정보는 설비의 옵션에 따라 매우 제한적이며, 그 중에는 MES 운영에 필요하지 않은 정보도 있다.

PMC and PLC MES에서는 주로 시점에 관한 정보를 필요로 하는데 가공공정에 적용함에 있어 설비의 가공중, 대기중, 에러발생 등의 신호를 바탕으로 설비의 가동상태, 가동시간, 순가동시간, 고장시간 등을 산출 할 수 있도록 하여 HMI에 출력하도록 하였다. PLC 기반의 인터페이스 방법은 실제 CNC 장비와 연결하여 설비의 운전 상태를 실시간으로 감시 할 수 있도록 구성하였다. 설비의 상태정보를 추출하기 위해 CNC 출력접점의 신호를 PLC의 디지털 입력접점을 통해 신호를 받게 된다. 입력된 디지털 신호는 PLC 함수 Block()을 통해 DAS client(PC)로 전송된다.

Fig. 9는 대상설비인 선반(Cutex 160, FANUC 0i-TC화천기공)에 제안된 PLC 인터페이스 방법을 이용하여 선반 후면의 PMC와 PLC(GLOFA-GM4, LS산전)를 인터페이스 한 것을 보여주고 있다. PMC의 입/출력 정보는 0~24V 사이의 전압으로 출력되며, 이러한 출력전압을 이용해 선반의 상태정보를 알 수 있다. PMC의 각 접점들은 PLC의 I/O 모듈의 접점과 연결되고 PLC는 각 접점의 상태를 DAS client에 상태정보를 전송한다.

예를 들어 I/O 카드 CB105의 Emergency Stop의 경우에는 설비의 정상상태에서는 24V로 출력되지만, Emergency Stop이 발생되면, 출력단자의 전압이 0V가 된다. 여기에서는 선반의 power 유/무,

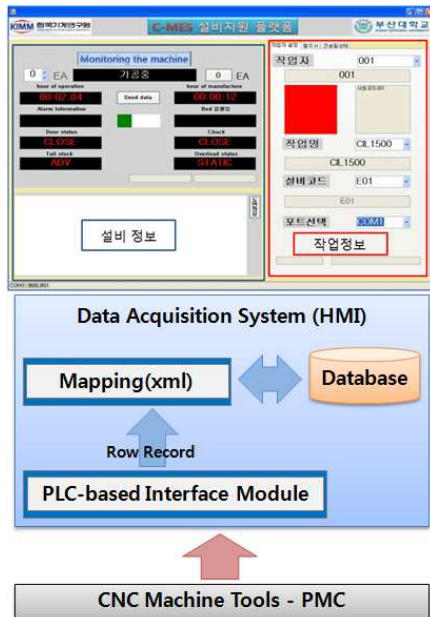


Fig. 10 PLC-based interface for HMI providing information on the machine status and important components of the HMI

작동 중(flicker lamp, green), 에러발생(flicker lamp, red), 대기 중(flicker lamp, yellow) 및 에러의 종류 (bed 윤활유 부족)를 모니터링 할 수 있도록 구성하였다.

PLC를 기반으로 한 선반의 상태를 모니터링 할 수 있는 HMI를 Fig.10과 같이 구성하였다. HMI는 PLC와 통신할 수 있는 RS232C 통신모듈과 수집된 상태를 각각의 상태에 맞게 mapping과정을 거쳐 사용자에게 선반의 상태를 표시하게 된다. HMI에는 MES 데이터베이스로부터 받는 가공품에 대한 정보와 현재 설비의 상태를 표시하게 된다. 가공이 시작되면 HMI 내부 알고리즘을 통해 순가동시간이 계산되고 기계 상태는 ‘가공중’이라 표시된다. 가공이 완료되면 순가동시간 누적도 종료된다. 대기 중일 경우에는 기계의 가동시간으로 인식되어 작업이 완전히 종료될 경우 대기시간의 누적도 종료되도록 구성되어 있다.

4. 결론

본 연구에서는 제조시스템의 효율적 관리를 위해 도입되는 MES의 핵심 모듈 중 다양한 생산설비의 상태정보를 수집할 수 있는 데이터 수집시스템을 제안하고 제안된 시스템을 실제 제조시스

템에 적용하였다. CNC와 같은 제어기가 없는 설비의 상태를 모니터링 하기 위한 방법으로는 설비 특성에 맞는 센서를 기반으로 데이터를 수집하는 방법과 제어기를 장착하고 있는 설비에 있는 I/O 접점들을 PLC의 접점들과 인터페이스 하여 설비의 상태 정보를 추출할 수 있는 시스템을 구성하였다. 제안된 시스템을 실제 제조시스템에 적용한 결과 기존의 수작업으로 진행되던 검사기록을 디지털화하여 데이터베이스에 저장하여 관리 가능하게 되었고, 설비의 상태를 실시간으로 관리자가 감시하게 되고, 설비의 효율성(가동시간, 순가동 시간, 에러시간 등)을 관리가능하게 되었다. 추후에는 센서의 종류를 확장하고 CNC 공작기계가 아닌 일반산업기계로 확장하여 실시간으로 설비의 상태정보를 수집할 수 있는 시스템을 구성하고자 한다.

참고문헌

- (1) MESA, 1997, "MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities," *Mesa International Whitepaper*, No. 2, pp. 74~103.
- (2) Lee, K. S. and Kim, S. H., 2004, "Design and Implementation of MES System in Manufacturing Process," *Korea Information Society*, Vol. 11, No. 2, pp. 781~784.
- (3) Shin, B. C., Ha, S. J., Kang, M. H., Heo, Y. M., Yoon, G. S. and Cho, M. W., 2009, "The Cutting Process Monitoring of Micro Machine using Multi Sensor," *Transaction of the Materials Processing*, Vol. 18, No. 2, pp. 144~149.
- (4) Kwark, W. Y., Kim, W. S. and Park, G. D., 2009, "Design and Implementation of Equipment Monitoring System for Data Integration," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 14, No. 9, pp. 115~126.
- (5) Albrecht, A., Park, S. Sl, Altintas, Y. and Pritschow, G., 2005, "High Frequency Bandwidth Cutting Force Measurement in Milling Using Capacitance Displacement Sensors," *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 45, pp. 993~1008.
- (6) Park, J. S., Kang, K. S. and Kim, K. D., 2002, "Development of Monitoring Management System on Sensor," *Spring Proceedings of Safety*

- Management & Science*, pp. 269~274.
- (7) Sun, D. J., 2002, "Machine Tools by Using Real-Time Network Management System," *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review*, Vol. 39, No. 4, pp. 203~213.
- (8) Kim, B. S. and Lee, H. C., 2006, "A Study on MES for Tracking Product Using RFID," Winter Proceedings of KSCI, pp. 159~164.
- (9) Kim, S. K. and Kim, Y. T., 1995, "Production Data Management Technique for Automatic Production Line," *Transaction of the KSME(A)*, Vol. 35, No. 4, pp. 285~293.
- (10) Lee, S. W., Lee, J. K., Nam, S. J. and Park, J. K., 2010, "Application of Data Acquisition System for MES," *Autumn Proceedings of KSME*, pp. 1816~1819.