

SECS-II와 OPC의 메시지 통합을 위한 소프트웨어 구조 설계

임용묵*, 한종섭*, 곽우영**, 김우성*
호서대학교 컴퓨터공학과
e-mail:ymlim@iilab.hoseo.ac.kr

Design of Software Architecture for Integrating Messages of SECS-II and OPC

Yong-Muk Lim*, Jong-Sub Han*, Woo-Young Kwark**, Woo-Sung Kim*
*Dept of Computer Engineering, Hoseo University
**Dept of Mechatronics Engineering, Hoseo University

요 약

최근 반도체 장비는 충분한 네트워크 성능과 유지 관리 기능을 자체적으로 내장하고 있으며, 자동화 네트워크 구성을 위한 통신규약 및 메시지로 SECS-I, SECS-II, HSMS와 PLC장비의 OPC등이 있다. 하지만 각 통신규약 및 메시지 형태가 상이하여 통합 관리 및 모니터링이 어려운 실정에 있다. 따라서 본 논문에서는 반도체 산업장비의 다양한 통신규약중 사용도가 높은 SECS-II와 OPC에서 메시지를 추출하고 통합된 메시지를 작성하기 위한 방법 및 소프트웨어 구조를 제시한다. 이러한 시스템을 통해서 생산 효율 및 가동률을 높이고, 고장 진단/장애요소 제거 등 산업 현장에서 발생할 수 있는 문제점을 개선 할 수 있는 기반 기술을 마련한다.

1. 서론

반도체 제조 과정에서 생산과 관련된 모든 현상 데이터를 수집하는 것은 매우 중요한 작업이다. 수집된 자료의 분석을 통해 장비의 가동률, 고장 진단, 공정 제어, 장애요소 제거 등에 활용할 수 있으며, 이는 궁극적으로 생산 효율 향상에 기여할 수 있기 때문이다.

반도체 산업은 장치 집약적 산업이어서 제조 공정에 매우 많은 종류의 장비가 있으며 많은 종류만큼 다양한 통신규약 및 메시지가 사용되고 있다. 반도체 장비의 자동화 초기에는 대부분 PLC(Programmable Logic Controller)와 SECS-I 처럼 RS-232C 통신 방식으로 1000bps라는 느린 속도와 하드웨어 의존적인 특성 때문에 많은 불만을 사게 되었다.[1][2] 이런 문제를 해결하기 위해 결국 1995년 HSMS라는 TCP/IP 통신 방식의 새로운 프로토콜이 탄생하게 된다. HSMS는 TCP/IP 통신 방식을 사용하여 하드웨어 의존적인 특성을 버리게 되었으며, 10Mbps라는 빠른 속도로 통신을 지원한다.[1][3] 하지만 HSMS는 기존의 SECS-I 과 PLC 통신규약을 지원하지 않는다. 또한 SECS-I 및 HSMS는 SECS-II 메시지를 사용하고 있으나 [4], PLC는 OPC(OLE for Process Control)규약에 의한 메시지를 사용하고 있어 통합 관리 및 모니터링이 어려운 실정에 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 초기의 장비를 교체하는 것이 통합된 자동화 설비를 갖추는데 가장 쉬운

방법이 되겠으나, 기존 장비를 전부 교체 한다는 것은 시간적, 금전적 낭비를 초래할 수 있다. 최근에는 웹 사용이 일상화되면서 HTTP/SOAP 프로토콜을 활용하여 장비 모니터링의 범위를 확대되고 있으며 PDA와 같은 모바일 환경에서의 모니터링등 새로운 장비에서의 적용을 제안하고 있어 기존 장비들과 새로운 장비가 함께 활용될 수 있는 방법이 필요하다.[5] 따라서 본 논문에서는 위와 같이 상이한 통신규약을 포함하고 웹을 이용한 모니터링이 가능하게 하기 위한 통합된 메시지를 작성하는 방법 및 소프트웨어 구조를 제시하여 초기 장비의 시간적, 금전적 문제점을 해결하고 웹을 이용한 통합 관리 및 모니터링을 가능 하도록 한다.

2. 관련 기술 연구

2.1. SECS-I

시작 비트와 종료 비트를 갖는 8비트 RS-232C 프로토콜을 사용하는 직렬 통신이며, 비동기식·양방향 통신이다. 하나의 완전한 전송 단위를 메시지라 하며 헤더의 블록 번호가 15비트이기에 1~32,767 블록으로 구성된다. 데이터는 최대 254바이트의 블록 단위로 전송된다. 데이터는 최대 254바이트의 블록 단위로 전송 된다. SECS-I은 최대 9600 baud의 느린 전송 속도, 1:1 통신 및 하드웨어 의존성 등의 단점이 있다.

2.2 SECS-II

SECS-II는 반도체 제조공정에서 장비와 호스트 간에 사용되는 메시지의 구조와 기능을 규정한다. SECS-II에서는 장비와 호스트 간에 주고받는 메시지 이름이 Stream과 Function의 조합으로 표시된다. Stream은 메시지에 대한 분류이고, Function은 Stream에서 특정 행동을 나타내는 메시지이다. SECS-II에서 사용하는 모든 Function은 일치하는 주 와 부 메시지 쌍의 순차적인 규약을 따른다. [표 1]은 SECS-II 메시지의 각 Stream 값에 따른 메시지의 의미를 요약한 것이다.

<표 1> SECS-II 메시지의 의미

Stream 값	메시지 의미
Stream 1	Equipment Status
Stream 2	Equipment Control and Diagnostics
Stream 3	Material Status
Stream 4	Material Control
Stream 5	Exception Reporting
Stream 6	Data Collection
Stream 7	Process Program Management
Stream 8	Control Program Transfer
Stream 9	System Errors
Stream 10	Terminal Service
Stream 11	Host File Services (1989년에 삭제)
Stream 12	Wafer Mapping
Stream 13	Unformatted Data Set Transfers

SECS-II 규약이 SEMI의 표준 규약이지만, 각 장비의 특성에 맞게 새로운 메시지를 사용자가 정의할 수 있도록 하였으며, 이러한 사용자 정의 메시지는 SECS-II 메시지의 의미를 일관되게 파악하는데 장애 요소가 된다.

2.3. HSMS

전송 속도나 거리에 제한이 적은 TCP/IP를 사용하는 통신 규약이다. 독립적인 개발자들이 특정한 지식이 필요 없이 기기들을 연결하고 상호 동작될 수 있는 수단을 제공한다. (그림 1)은 HSMS 메시지 포맷을 나타낸 것으로 HSMS 메시지는 메시지 길이, 메시지 헤더, 메시지 내용 세 부분으로 구성된다.

HSMS Message Structure

Message Length	Message Header	Message Text
4 Bytes	10 Bytes	0 - 7.9 MBytes

(그림 1) HSMS 메시지 구조

2.4. PLC

PLC는 기계장치를 운전, 제어하기 위해 산업 현장에서 사용되며, 주로 열악한 환경에 견딜 수 있도록 온도, 습도나 전기적 노이즈에 강하고 취급이 용이한 구조로 되어 있다. PLC는 마이크로프로세서 및 메모리를 중심으로 구

성되어 중앙처리장치, 외부 기기와의 신호 연결을 위한 입·출력부, 각 부에 전원을 공급하는 전원부로 구성된다. 또한 PLC내의 메모리에 프로그램 작성을 위한 로더 프로그램과, PLC 제어를 위한 HMI((Human Machine Interface) 등의 주변장치로 구성된다. PLC 프로그래밍 장치는 프로그램을 입력하거나 모니터링 할 때만 제어기와 연결된다.

2.5. OPC

현재 국내의 자동화 장비 인터페이스는 대부분이 RS-232C, RS-422/485C등의 레거시 인터페이스를 중심으로 구성이 되어 있다. 또한 정보의 중앙 집중화를 위해 필드버스 등의 환경을 구축하지만 제어 환경은 여전히 한계를 지니고 있다. 최근에는 TCP/IP를 이용한 환경 구축을 적극 도입하고 있지만 레거시 시스템과의 교체 및 호환성 문제로 쉽게 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제 해결 및 새로운 기술 발전을 도모하기 위하여 자동화 장비를 위한 국제적인 표준 OPC규약이 제정되어 그와 관련한 많은 연구가 진행되고 있다.[6]

OPC 규약은 OPC 서버와 클라이언트를 제공하여, 서비스 제공자와 사용자를 구분하였다. 초기에는 OPC 서버를 자동화 장비 제조업체에서 제공하지 않고 어플리케이션 개발 업체에서 제공하였으나, 현재는 장비 제조업체에서도 자체 장비에 OPC 서버 기능을 제공하는 모듈을 탑재하는 추세이다. OPC 클라이언트는 대부분이 HMI 장비 제조사에 의해 제공되고 있다.[7]

다음 <표 2>는 OPC 컨버터의 워드단위 2블록 연속 읽기 명령 변환 예를 보여주고 있다.

레거시 인터페이스 통신과 OPC-DA 통신은 하나의 HMI 운용시스템에 모두 구현되어 있으며, 운용 시스템의 선택에 따라 두 개의 통신 방법 중에서 하나를 선택하여 통신할 수 있도록 설계되었다. 이는 기존의 레거시 통신 방식을 지원하면서 새로운 OPC 클라이언트 인터페이스를 추가함으로써 확장성과 전용 통신 모듈만이 가능한 PLC의 직접적인 제어의 장점을 혼합하기 위한 것이다. 이를 위하여 OPC 변환 모듈을 새로 작성하였으며, 워드 단위의 2블록 연속 읽기 명령의 변환 예를 나타낸 것이다.[8]

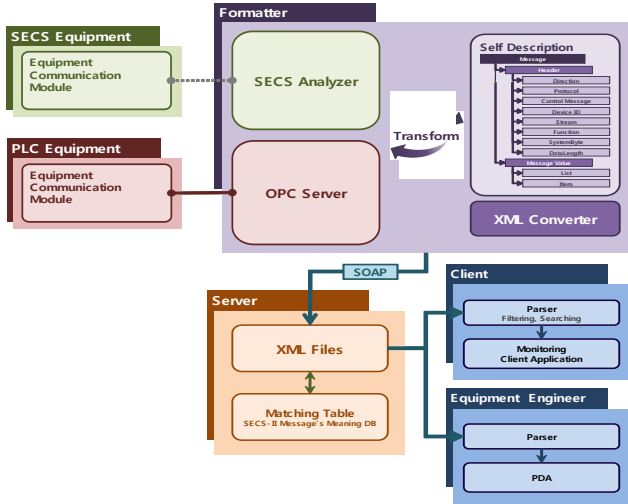
<표 2> OPC 컨버터의 워드단위 2블록 연속 읽기 명령 변환 예

통신방식	명령
레거시 통신	OORSB08%QW0.1.102
OPC 통신	Item[1] 주소 : %QW0.1.1 Item[1] 자료형 : WORD Item[2] 주소 : %QW0.1.2 Item[2] 자료형 : WORD

3. 소프트웨어 구조 설계

기본적으로 메시지 변환 과정에서 데이터의 손실을 최소화 하여 설계해야 하며, List와 Item 사이의 Tree 관계를 표현에 큰 비중을 두고 접근한다.

(그림 2)는 메시지통합 소프트웨어 구조를 보이고 있다. SECS 장비나 PLC 장비에서 발생된 메시지는 각 메시지에 해당하는 분석기 혹은 OPC 서버에 전송된다. 전송된 메시지는 Formatter 레이어에서 Self Description에 매칭되는 요소를 할당받아 XML에 저장된 후 서버로 전송된다.



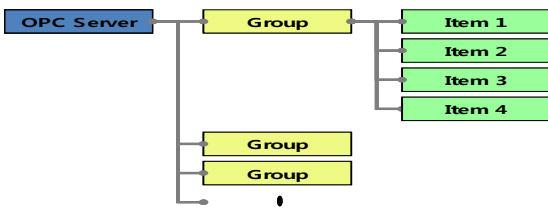
(그림 2) 메시지 통합 소프트웨어 구조

3.1. Schema(XSD) Design

아래 (그림 3)와 (그림 4)는 각각 SECS-II와 OPC 메시지의 구조를 도식화 한 것이다.



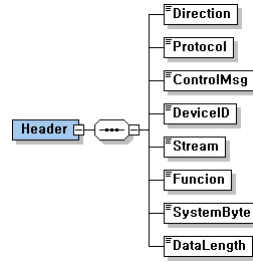
(그림 3) SECS-II 메시지의 구조



(그림 4) OPC 메시지의 구조

위 그림에서 보는 바와 같이 두 메시지 구조는 트리형태로 매우 유사하며 SECS-II는 OPC와 다르게 그룹이 없이 List에 Item이 붙는 형식으로 이루어져 있다는 차이를 보이고 있다. 이점을 이용하여 웹 문서의 형식을 표준화된 구조로 표현하는 XML(eXtensible Markup Language)을 사용하며 메시지를 통합하기 위하여 구조와 요소

(element), 속성(attribut) 등의 관계를 정의하고 XML Schema를 작성하였다. 작성된 XML Schema는 헤더와 데이터로 이루어져 있다.



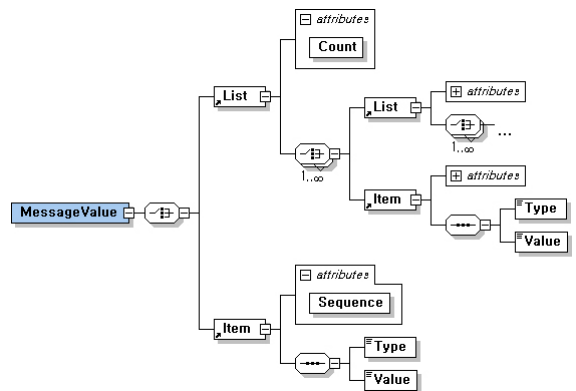
(그림 5) 헤더 부분 스키마

위 (그림 5)는 메시지의 헤더를 표현한 것으로 헤더는 아래 <표 3>과 같은 요소를 갖는다.

<표 3> 각 요소와 의미

요소	의미
Direction	서버의 부하를 줄이는 분산 모니터링에 대비하여 역할별로 특화된 목적 서버 기록
Protocol	메시지를 발송한 장비가 사용하는 Protocol의 종류를 기록 (SECS-I, HSMS, PLC)
ControlMsg.	HSMS - 컨트롤 메시지일 경우 메시지 내용 기록 PLC - ENQ, ACK, NAK
DeviceID	메시지를 전송한 장비의 ID
Stream	메시지의 Stream, PLC - 주소
Fuction	메시지의 Function, PLC - Data type
SystemByte	메시지들의 구별을 위해서 필요한 바이트
DataLength	메시지의 크기

데이터 부분은 실질적으로 장비에서 전송되는 데이터가 저장되는 부분이다. 위에서 언급했듯이 SECS-II 메시지는 Item 또는 List가 존재하는 복잡한 구조를 띄고 있다. 이것을 명시하기 위해서 List는 자식 요소의 수를 저장하고 있다. XML에서는 List 요소에 'Count'라는 속성을 갖게 된다. 파싱하는 과정에서 List 요소에 명시된 Item의 개수를 확인하기 위하여 Item 요소는 'Sequence'라는 속성을 포함한다.



(그림 6) 데이터 부분 스키마

이 구조는 위 (그림 6)와 같이 표현될 수 있다. MessageValue라는 요소는 List 요소, Item 요소를 선택적으로 다수를 포함할 수 있다.

3.2. Formatter

Formatter의 역할은 메시지의 헤더(SECS-I, HSMS)와 SECS-II, PLC 메시지를 분석하여 Self Description과 부합되는 데이터를 추출해서 XML로 변환한다. 여기서 Self Description이란 메시지의 기능을 분리하여 각 기능 별로 필요한 다양한 클래스를 정의한 것이다.

SECS-II 메시지 프로토콜은 시리얼 통신 기반의 SECS-I 과 TCP/IP 기반의 HSMS를 통해 전달된다. 메시지의 정보를 담고 있는 헤더를 가지고 있다. 이 헤더를 분석함으로써 메시지를 전송한 장비의 ID나 메시지의 Stream과 Function, 메시지 길이 등을 파악할 수 있다. 또한 통신 프로토콜에 의해서 전송되는 SECS-II 메시지를 분석하여 List와 Item의 분류하여 보낸다.[9]

PLC는 각각의 역할에 맞게 분산 모니터링을 위한 Direction, ENQ, ACK, NAK를 기록하기 위한 Control Message, PLC 주소를 저장하는 Stream, 데이터 형태를 기록하는 Function 등의 헤더 데이터를 기록하게 된다. 실제 장비 데이터는 최대 4개까지 발생하는 것을 이용하여 SECS와 마찬가지로 List에 메시지의 개수를 기록하고, Item 부분에 그 데이터 내용을 저장하여 XML 문서를 완성한다. 완성된 메시지는 SOAP을 통해 통합 서버로 전송되고 컴퓨터 및 PDA와 같은 모바일 등을 이용하여 모니터링을 할 수 있다.

4. 결론 및 향후과제

현재 반도체 생산 장비에서의 모니터링 시스템은 대부분 같은 종류의 장비나 하나의 장비에 국한되게 모니터링을 할 수 있다. 이는 인력적 낭비와 같은 생산성 하락의 원인이 되고 있다.[10]

본 논문에서는 상이한 통신규약을 포함하고 웹을 이용한 모니터링이 가능하게 하기 위한 통합된 메시지를 작성하는 방법 및 소프트웨어 구조를 제시하였다. 이는 초기 장비의 시간적, 금전적 문제점을 해결하고 웹을 이용한 통합 관리 및 모니터링을 가능 하도록 반도체 장비와 모니터링 시스템 사이에 Formatter 계층을 두고 SECS-II와 OPC의 메시지를 통합한 것이다. Formatter 계층은 메시지를 한 가지 형태의 XML로 변환하는 작업을 통해 일괄적인 관리 및 웹과 모바일을 이용한 모니터링이 가능하도록 하여 장비와의 위치적 제약에서 탈피할 수 있게 되었다. 또한 장비 집약적인 반도체 제조 설비에서의 수많은 메시지들로 인한 부하를 분산 관리할 수도 있어 기존의 장비에서의 활용도가 높을 것으로 기대 된다.

아직까지는 SECS-II, OPC 등의 메시지를 사용하는 장비에 국한되어 있다. 향후 기타 장비들에 대한 방안을 모색해야할 필요가 있다. Self Description은 별도의 방식 적

용을 고려한 데이터 구조로 확장이 용이하게 설계되었기 때문에, 추후 Self Description 클래스들의 수정으로 가능할 것으로 기대된다. 또한 본 논문에서 제안한 소프트웨어 구조를 바탕으로 웹과 모바일 등을 이용한 모니터링 시스템 구현을 향후 과제로 한다.

참고문헌

- [1] SEMI, <http://www.semi.org>
- [2] SEMI Standards E4-0699, "SEMI Equipment Communications Standard 1 Message Transfer (SECS-I)", SEMI
- [3] SEMI Standards E37-0303, "High-Speed SECS Message Services (HSMS) Generic Services", SEMI
- [4] SEMI Standards E5-0706, "SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content (SECS-II)", SEMI
- [5] SEMI Standards E120-0706, "Specification for the Common Equipment Model(CEM)", SEMI
- [6] OPC Task Force "OPC(OLE for Process Control) Overview", October, 27, 1998.
- [7] Don W. Holley "Understanding and Using OPC for Maintenance and Reliability Applications", Computing & Control Engineering Journal Volume 15, Issue 1 pp 28-31, Feb-March 2004.
- [8] "OPC DA 3.00 Specification", March 2003, <http://www.opcfoundation.org>
- [9] SECS-II 메시지의 XML 변환 및 모니터링 시스템 설계, 정기원, 임용묵, 김우성, 황인수, 제2회 UIT 연구회 추계학술대회
- [10] 반도체 제조장비 네트워크 통신을 위한 데이터 변환 시스템에 대한 연구, 김영득, 임용묵, 김우성, 박근덕, 제26회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제13권 제2호