

스마트팩토리를 위한 E134 EDA 시스템 구축

^{*1}강윤희

¹ 백석대학교, yhkang@bu.ac.kr

Construction of E134 Enabled EDA System for Smart Factory

^{*1}Yunhee Kang

¹Baekseok University, yhkang@bu.ac.kr

요약

최근 다양한 생산 산업분야에서 다양한 센서와 제어를 갖는 생산장비가 증가되고 있다. 궁극적으로 공정 최적화를 위해 생산공정에서는 장비에서 생산된 정보를 수집하는 것이 필요하다. 생산의 전주기에 대한 데이터 기반 관리는 수집된 실시간 데이터를 기반으로 한 비즈니스 의사결정에 활용하는 하고자 한다. IIoT 환경의 스마트 팩토리 구축은 신뢰성 있는 제품 생산을 위한 기반을 제공하는데 필수적이다. 이러한 이유로 장비 데이터 수집 관리 시스템은 생산장비에 대한 자율적인 파라미터 조정과 관련된 주도적 자동화 기능에 활용된다. 이 논문에서는 상호운영성을 제공하기 위해 E134 를 준용한 EDA(Equipment Data Acquisition) 시스템 개발을 기술한다. 개발된 EDA 시스템은 장비 데이터 관련 생산환경에서의 다양한 장비정보수집을 지원함으로써 스마트 팩토리 구축을 지원한다.

Abstract

Recently manufacturing equipment with diverse sensors and actuators has been increased. It is necessary to acquire data generated from the equipment in manufacturing process in order to optimize the process eventually. In the whole manufacturing process, data centric management is used to utilize the business decision making which is based on collected data in a real-time manner. Building a smart factory using IIoT environment is essential to give a baseline for the reliable product. In these reasons, the management system for data collection of equipment can be used for handling parameters autonomously related with a function for proactive automation of deployed facilities in the factory. In this paper we address the construction of E134 based EDA system with interoperability. The EDA system supports to build the smart factory that can collect diverse data from equipment during the manufacturing environment.

Keywords: Smart Factory, E134, EDA, Data Collection, IIoT

1. 서론

제조업 분야에서는 3차 산업혁명을 거쳐 ICT와 제조업을 융합한 4차 산업혁명 단계인 산업 4.0으로 발전하고 있다. 산업 4.0은 산업기기와 생산과정을 네트워크로 연결하고 상호소통함으로써 생산효율을 높이고 궁극적으로 전사적인 최적화를 달성하는 것을 목적으로

* Corresponding Author

Received: Aug. 13, 2017, Revised: Sep. 22, 2017, Accepted: Sep. 28, 2017

한다[1,2,3,4]. 독일은 2011년 ICT 융합을 통한 제조업 전략 구상인 인더스트리 4.0을 추진하고 있다. 인더스트리 4.0은 생산공정, 조달·물류, 서비스까지 통합 관리하는 스마트 팩토리를 목표로 하고 있다[5]. 이를 위해 사물인터넷, 사이버물리시스템(cyber physical system, CPS), 센서 등의 기반 기술을 개발하고 있다[3]. 산업 4.0에서 공장은 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 완벽한 스마트 팩토리로 전환되어, 전체 생산 공정을 최적화 및 효율화하고, 산업 공정의 유연성과 성능을 새로운 차원으로 진보할 것으로 예상하고 있다[4].

다양한 생산 분야에서 자동화 설비장비가 증가되고 있으며, 이들을 활용한 생산공정에서는 장기적으로 공정 최적화를 위해 장비에 대한 정보 수집이 필수적이다. 공장의 전주기에 대한 데이터 기반 관리는 수집된 실시간 데이터를 기반으로 한 비즈니스 의사결정에 활용하고자 한다. 수작업으로 이루어지는 반도체 생산공정의 불량에 따른 자료분석은 데이터 기반 자동분석으로 처리함으로써 수율 관리가 가능하며 이를 위해서는 다양한 센싱 정보에 대한 체계적 수집은 필수적이다. 이와 같이 데이터 중심(Data Centric) 시스템 환경 적용은 기업의 생산성 향상에 필수적이다.

특히, 반도체의 생산과정에서는 발생하는 다양한 센싱 정보에 대한 EDA(Equipment Data Acquisition) 표준의 도입 및 이를 통한 체계적 관리가 요구되고 있다. 생산분야에 적용된 사물인터넷인 산업용 사물인터넷(Industrial IoT, IIoT)은 설비 예방정비, 공정간 연계제어 및 전문가 기반 공정제어 및 로봇 자동화 등에 적용되고 있으며, 산업 전문분야로 확대되고 있다[2-3].

IIoT 기반의 스마트 팩토리 구축은 생산제품의 신뢰성이 생산환경에 영향을 받으며, 생산설비에 대한 자율적인 파라미터 조정과 같은 주도적 자동화 요구가 증가하고 있다. 그러나 현행 생산공정의 데이터수집 시스템은 이벤트, 예외사항 및 장비구성요소 파라미터와 같은 설비 및 설비를 구성하는 개별 장비 운영과 관련된 데이터수집이 고려되지 않고 있다. 이를 해결하기 위해서는 데이터 수집을 위한 국제적인 반도체 장비관련 SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International) 표준에 대한 적용이 필요하다[7-11].

이 논문에서는 상호운영성을 제공하기 위해 E134[11]를 준용한 EDA(Equipment Data Acquisition) 시스템 개발을 기술한다. 개발된 EDA 시스템은 장비 데이터 관련 운영환경에서의 다양한 장비정보 수집을 지원함으로써 스마트 팩토리 구축을 지원한다.

2. EDA 시스템

생산과정에서 수집된 센싱 정보는 다양한 응용에서 활용하는 것이 필요하지만 현행 시스템은 센싱정보의 제공을 위한 상호운영성이 낮은 상태이며 HSMS(high-speed SECS message service)에 XML 기반의 메시징 처리가 요구된다. 현행 비표준 기반의 데이터 수집 체계는 다양한 뷰(view)를 기반으로 이루어지는 빅데이터 처리에 제약점으로서 이에 대한 해결을 위해서는 데이터 수집을 위한 국제적인 반도체 장비관련 SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International) 표준에 대한 적용이 필요하다.

EDA 시스템은 표준화된 SOAP(Simple Object Access Protocol) /XML(Extensible Markup Language) 메시지를 사용하는 웹서비스를 기반으로 장비의 센싱 및 데이터 수집을 할 수 있어야 하고, 더 나아가 상호운영성 및 확장성의 제약점을 해결함으로써 SEMI EDA 응용을 위한 높은 상호운영성을 갖는 반도체 장비 센싱 및 데이터 수집을 가능하게 해야 한다 [6]. EDA 시스템은 EDA Host와 EDA client의 두 개의 서브시스템으로 구성된다. EDA Host는 장비의 센싱자료의 EDA 자료 생성을 수행하는 생산자 역할을 담당한다.

EDA 표준은 반도체 산업에서 데이터 수집 소프트웨어 응용과 생산환경 간의 데이터 통신을 활용하고 개선하기 위해 표준화 기구인 SEMI에서 발표하였다. 이는 장비에서 데이터를 출판하여 다수의 분산 클라이언트가 모델 기반의 통신 표준을 통해 데이터를 수집하도록 지원한다. 다양하고 복잡한 생산환경의 장비의 표현의 확장성을 지원한다. 주요

EDA SEMI 표준은 E120, E125, E132, 및 E134 [8-11] 로 구성된다. 그림 1 은 전체 EDA 표준의 논리적 구성을 보인 것이다.

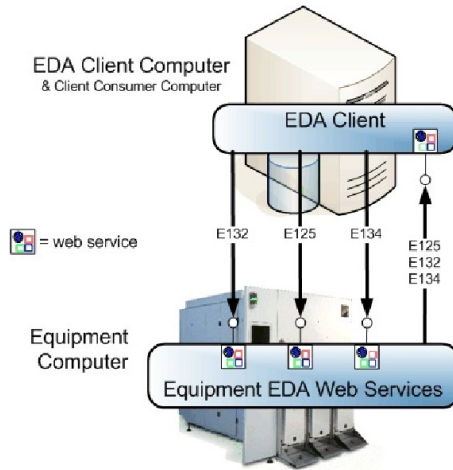


Figure 1. Overview of EDA standards

E120 은 장비 구조와 이에 관련된 항목들을 객체 모델로 정의하여 제공한다. 서비스를 제공하는 장비 관점에서 장비 구조를 객체 모델로 표현하기 위한 클래스(class), 속성(attribute) 및 상관관계(relationship)를 정의한다. 그림 2 는 E120 의 Equipment 의 구조를 나타내고 있다. Equipment 는 이름, UID, 설명(description) 등 해당 Equipment 의 속성정보와 관련클래스인 Equipment, Module, SubSystem, IO Device 및 MaterialLocation 를 포함한다.

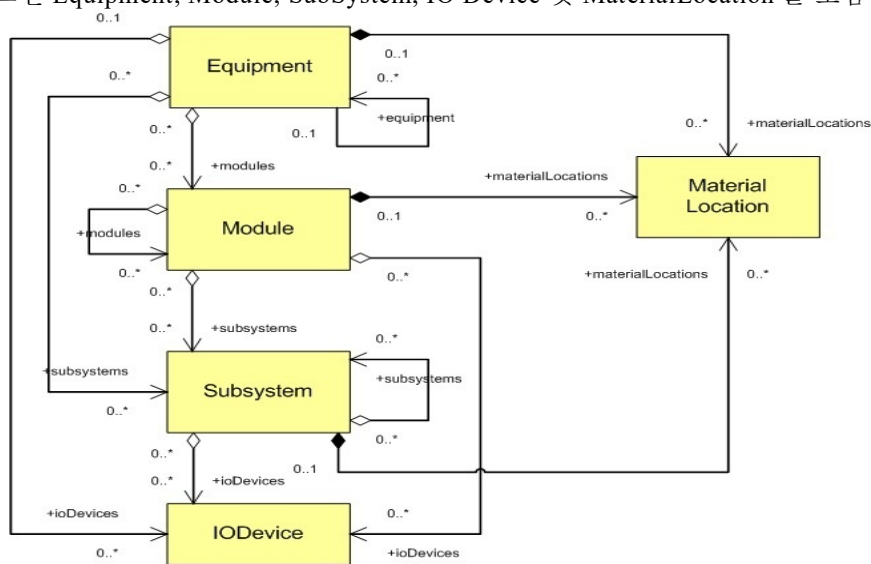


Figure 2. The representation of E120 Common Equipment Model(CEM)

SEMI E125(이하 E125)는 특정장비 정보를 메타데이터형태로 제공하는 표준이다. E125 는 장비 서비스 가 클라이언트에게 장비 세부정보, 이벤트, 예외 항목, 물리적 장비 설정 등에 대한 정의와 그것을 어떻게 제공하는지 대한 정보를 설명하기 위한 명세이다. 이를 통해 생산 공정이 자동화 시스템으로 장비를 통합하는데 활용할 수 있다. E125 구성은

WSDL의 서비스 연산으로 명세된 표준을 기반으로 개발을 수행한다. E125는 E120의 장비 표현인 Equipment, Module, SubSystem, IO Device를 E125.Equipment_Node_Description으로 설명한다. E125.Equipment_Node_Description은 상태변화 정보가 담겨져 있는 State Machine과 객체 정보가 기술된 SEMI Object, 예외정보가 포함된 Exception 그리고 Parameter가 있다. Equipment안에는 Equipment을 여러 개 포함 할 수 있는데 GetEquipmentStructure 서비스 요청으로 장비를 포함하고 있는 최상위 Equipment를 반환한다.

SEMI E134(이하 E134)는 장비의 데이터수집계획을 정의하고 활성화하여 데이터를 수집하는 것에 대한 SEMI 표준이다. E134는 데이터수집계획의 구조와 데이터수집리포트의 구조를 정의하고 있으며, 장비가 제공해야 하는 데이터 수집 서비스 구현에 필요한 메소드를 정의한다. E134_DCMEquipment는 EDA Host에서 요청-응답(Request-Response)형태로 구현한다. E134_DCMClient는 EDA Client에서 Fire-and-Forget 형태로 메소드를 호출하고 반환값을 받지 않는다. 예를 들면 E125_EqSDEquipmentBinding.wsdl은 장비서비스에서 헤더를 포함한 명령을 어떻게 구현해야 되는지 명시되어있는 파일이다. 장비서비스에서 구현해야 할 인터페이스는 DCMEquipmentPortType 파일에 있는 DataCollectionManager 인터페이스이고 클라이언트에서 구현해야 할 인터페이스는 DCMClientPortType 파일에 있는 DCPCConsumer이다.

3. 데이터 수집 시스템 구현

3.1 데이터 시스템 개요

구현된 데이터 수집 시스템은 다양한 뷰(view)를 기반으로 데이터 수집을 위한 국제적인 반도체 장비관련 SEMI 표준을 적용한다. 이를 위한 주요 시스템 요구사항은 다음과 같다.

- 장비 및 센서에 대한 메타데이터를 등록하여야 함
- 등록된 장비와 관련 센서는 데이터 계획(data plan)에 따라 데이터를 수집하여야 함
- 다양한 센서로부터 생성된 연속적인 데이터를 처리할 수 있어야 함
- 약결함으로 연결된 구성요소를 위해 상세 접근정보 없는 위치 투명성을 제공하여야 함
- 구성요소는 메시지 수준에서의 데이터 처리를 제공하여야 함

그림 3은 EDA 아키텍처를 보인 것으로 EDA Host는 센서가 측정된 자료를 EDA 자료로 변환하여 제공하는 생산자 역할을 담당한다. EDA Host의 Device Agent는 물리적인 장비를 표현하며 Device DLL를 통해 데이터를 수집한다. Device DLL은 장비의 PLC 인터페이스를 통해 센서 자료를 획득한다. EDA service는 데이터 계획(Data plan)과 장치 명세(device specification)로부터 정보를 얻어 Device Agent로부터 지속적으로 데이터를 수집한다. EDA client는 장비 관련 데이터를 EDA Host에 요청하게 하는 EDA의 데이터 소비자로서 역할을 수행한다. EDA Administrator는 자료 수집을 위한 장비 및 관련 센서에 대한 등록을 수행한다. SOA 측면에서 EDA Host는 Service provider로서 기능을 갖고 EDA client는 Service consumer를 수행한다.

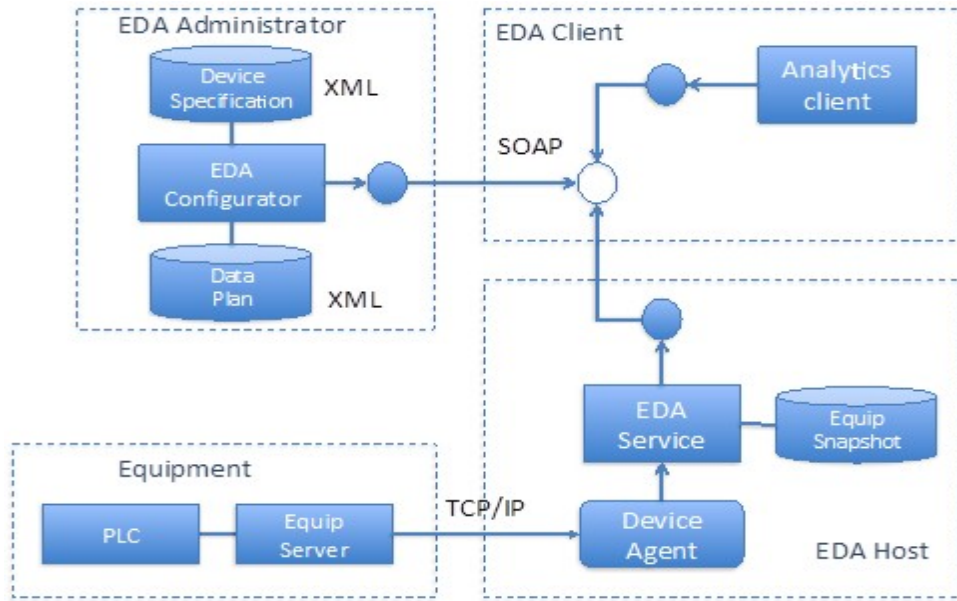


Figure 3. EDA system architecture

3.2 EDA 데이터 수집 응용 구성

EDA 시스템은 EDA client 와 Host 으로 구성되며, Visual Studio 2015 을 사용하여 WCF 서비스 응용으로 개발한다. Equip Server 는 PLC 장비로부터 자료를 얻기 위한 기능을 제공하며, 이를 개발을 위해서는 MX component 를 DLL 로 사용하여 PLC 장비와의 연동을 구현한다. 전체 시스템은 C# Windows Forms 응용 프로그램으로 구성한다. 다음은 시스템 개발을 위한 환경을 기술한 것이다.

- C# WCF Service Application (EDA Host)
- C# Windows Forms 응용 프로그램(EDA Client)
- MX Component

E134 의 주 목적인 데이터 수집을 위해서는 일단 EDA Client 에서 필요로 하는 데이터에 대한 정보가 담긴 DataCollectionPlan(이하 DCP)를 생성한다. 이를 위해 DCP 를 작성하고 EDA Host 에게 DefinePlan 메소드에 DCP 를 매개변수로 설정하여 DCP 를 정의한다. DCP 를 정의하는데 문제가 발생하지 않는다면 EDA Host 에서는 DCP 를 저장하고 있다. 이후 EDA Client 에서 DCP 를 활성화시키는 메소드인 ActivePlan 에 DCP 의 ID 를 매개변수로 넣어 호출한다. 호출에 성공하면 EDA Host 에서는 해당 DCP 를 활성화시킨다. DCP 가 활성화 된 상태에서는 EDA Host 에서는 DCP 에서 요청하는 데이터를 수집하고, 수집한 데이터를 EDA Client 가 서비스하는 NewData 메소드에 DataCollectionReport(이하 DCR)형식으로 전달해야 한다. 그림 4 는 구성된 EDA client 시스템을 보인 것으로 E134 표준에 따라 데이터를 제공받기 위한 DCP 를 정의하는 UI 화면이다.

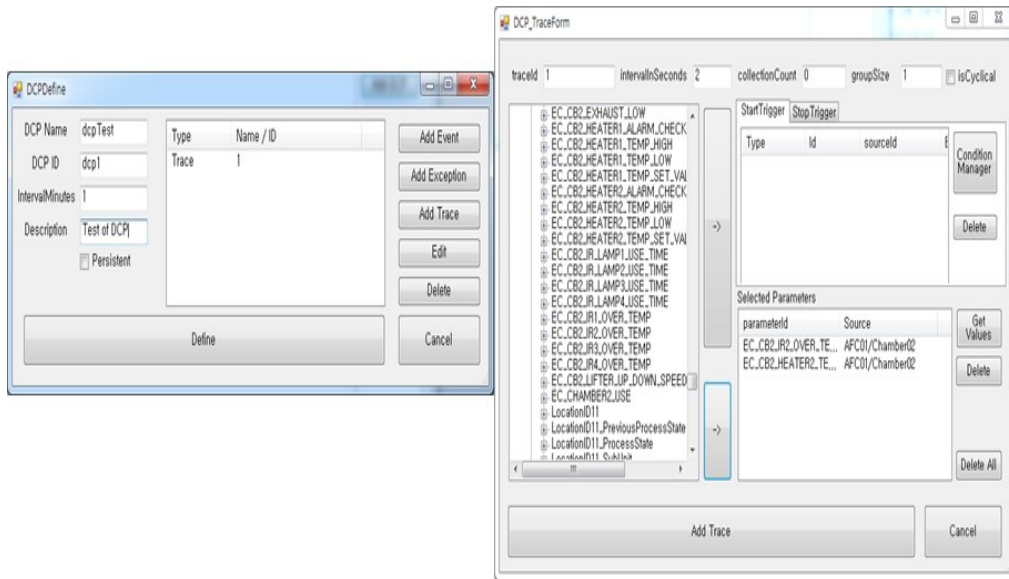


Figure.4 The UI of DCP definition based on E134 in EDA client

그림 5 는 E134 기반의 DCP 서비스의 요청 및 응답 메시지 로그를 보인 것으로 EDA Host 는 클라이언트로부터의 service 요청을 처리한다. EDA service 는 데이터 계획(Data plan)과 장치 명세(device specification)로부터 정보를 얻어 지속적으로 최신의 장비데이터를 유지한다. EDA client 는 장비 관련 데이터를 EDA Host 에 요청하게 하는 EDA 의 데이터 소비자로서 역할을 수행한다.

ID	Type	Function	Elapsed Time	Size
1	Called	SessionPingRequest		905 bytes
1	Return	SessionPingResponse	0.512 ms	806 bytes
2	Called	EstablishSessionRequest		1,275 bytes
2	Return	EstablishSessionResponse	0.211 ms	923 bytes
3	Called	GetEquipmentStructureRequest		1,137 bytes
3	Return	GetEquipmentStructureResponse	0.888 ms	30,391 bytes
4	Called	GetUnitsRequest		1,111 bytes

Figure. 5 The log of the request and response messages for the E134 DCP service in EDA Host

그림 6 은 수집한 데이터를 EDA Client 가 DCR 형식으로 전달된 장비의 DCP 의 처리에 따른 수집된 데이터의 결과를 보인 것이다.

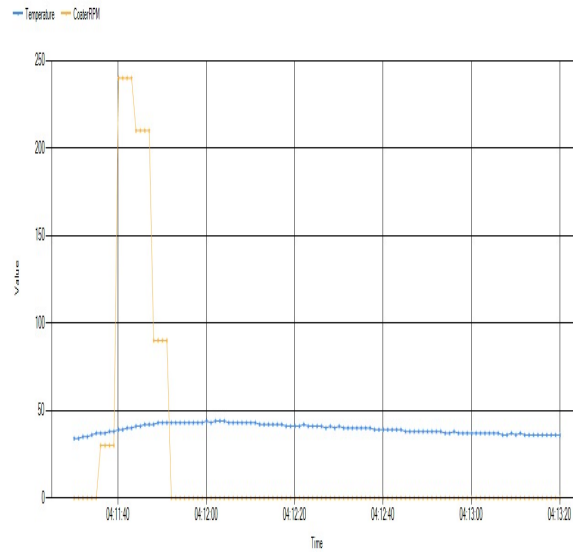


Figure 6. The result of the collected data related with DCP defined

4. 결론

이 논문에서는 스마트 팩토리 구축을 위한 EDA 시스템을 설계한 후 E134 를 기반으로 데이터 수집 기능의 구현을 기술하였다. 개발된 데이터수집 시스템은 스마트팩토리 구축에 필요한 장비 데이터를 제공한다. 개발된 EDA 시스템은 표준 SOAP 메시지를 통한 반도체 장비의 센싱 및 제어를 개발하였으며, 표준화된 SOAP 메시징 환경을 통해 반도체 장비 관련 응용의 상호운영성 및 확장성의 제약점을 해결하고 SEMI 기반의 높은 상호운영성을 갖는 반도체 장비 센싱 및 제어 시스템을 개발하였다. 개발시스템은 전통적인 반도체 제조 응용환경에서 표준화된 기술과 상호운영성의 장점을 가지며 4 차 산업혁명에 발맞추어 반도체 생산공정의 효율성을 높이기 위해서는 IIoT 환경 구축 및 구축된 IIoT 기반 생산현장에서 수집된 정보를 분석에 활용하고 있다.

5. 감사의 글

이 논문은 2017 학년도 백석대학교 대학연구비에 의하여 수행된 것임

6. 참고문헌

- [1] Zuehlke, Detlef. "Smartfactory—from vision to reality in factory technologies," in IFAC Proceedings, 2008, pp.14101-14108
- [2] Kee-Hyun Park, Jong-Hwi Lee, Min-Woo Woo, Joon-Suu Park, Development of an IoT System Based on the oneM2M Communication Protocol, Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology, ISSN:2383-5281, Vol.6, No.3, March (2016), pp. 41-49, <http://dx.doi.org/10.14257/AJMAHS.2016.03.14>
- [3] L. D. Xu, W. He, and S. Li, "Internet of Things in Industries: A Survey," *IEEE Trans. Industrial Informatics*, Vol. 10, No. 4, pp. 2233–2243, 2014.

- [4] Jeong-Ha Lee, "A Literature Review on Security for Internet of Things in Korea based on IoT S-P-N-D-Se Ecosystem Model", *Journal of Security Engineering*, Vol.12, No.4 Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013
- [5] Thomas Erl, *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*. in *Prentice Hall PTR*, Upper Saddle River, NJ, USA. 2005
- [6] P. Spiess, S. Karnouskos, D. Guinard, D. Savio, O. Baecker, L. M. S. d. Souza, V. Trifa, "SOA-Based Integration of the Internet of Things in Enterprise Services," in *IEEE International Conference on Web Services, ICWS Los Angeles, CA, USA, 2009*, pp. 968–975
- [7] SEMI E120-1.V1104 specification for the common equipment model.
- [8] SEMI E125-1.V0305 specification for equipment self description.
- [9] SEMI E132-1.V0305 specification for equipment client authentication and authorization.
- [10] SEMI E134-1.V1105 specification for data collection management.