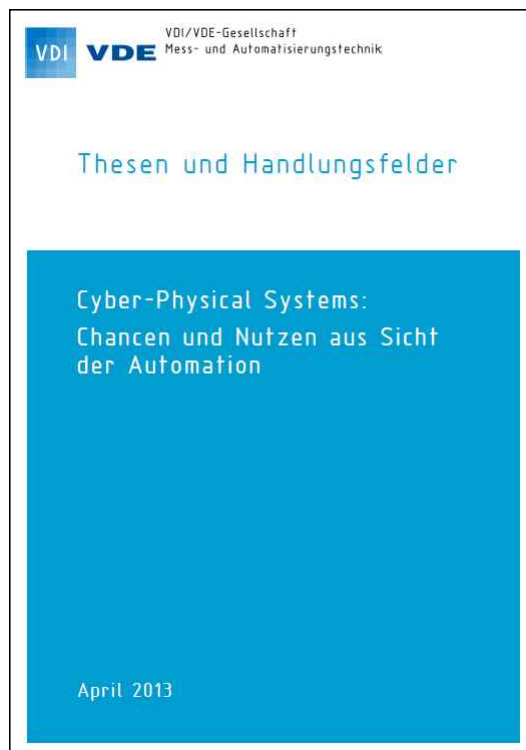


논제 및 추진 분야

Cyber Physical System (CPS, 사이버 물리 시스템): 자동화 관점에서 본 기회와 유용성

2015. 6. 9

번역: 김 은 · 모명숙





VDE

VDI/VDE-Gesellschaft
Mess- und Automatisierungstechnik
측정 및 자동화 기술 협회

논제 및 추진 분야

Cyber Physical System (CPS, 사이버 물리 시스템)
자동화 관점에서 본 기회와 유용성

2013년4월

Cyber Physical System:

자동화 관점에서 본 기회와 유용성

목차

머리말: 신조어 Cyber Physical System (CPS)

Cyber Physical System이란 무엇인가?

제조업에서의 CPS: Cyber Physical Production System (CPPS)

제조에 CPS 도입을 통해 얻는 기술 잠재력

제조에 CPS를 성공적으로 도입하기 위한 자동화의 전제조건

논제 및 추진 과제

VDI와 GMA (VDI/VDE Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 측정 및 자동화 기술)의 활동

참고문헌

머리말: 신조어 Cyber Physical System (CPS)

“Cyber Physical System”(CPS, 사이버 물리 시스템)은 미국에서 새롭게 만들어진 신조어로 최근 미래 기술 및 산업 동향과 도전 과제^{challenge}에 대한 최신 논의에 항상 등장하는 개념이 되었다. 독일에서 CPS라는 용어는 Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (연구 주제 CPS)[1]를 통해 알려졌다. 최근에 CPS는 하이테크 전략¹⁾의 범주 내에서 독일 연방 정부의 미래 프로젝트 “인더스트리 4.0”을 위한 기술 기반으로써 특별한 주목을 받고 있다 [2].

CPS 개념은 자주 거론되지만 자동화 관점에서 볼 때 여전히 많은 설명이 필요하다. CPS가 정확히 무엇인가라는 근본적인 질문으로 시작하여 자동화를 위한 구체적인 기술적인 장점, 아직 극복되어야 할 도전 과제 및 주요 성공 요인에 이르기까지 CPS를 보다 잘 이해하고 활용하기 위해서는 많은 점들이 설명되어야 한다.

GMA(측정 및 자동화 기술 협회)는 이런 설명을 지원하기 위해 2012년 5월 7.20 “CPS” 전문위원회를 발족했다. 본고에 제안된 입장 표명은 이 전문위원회에 속한 업계 및 학계 전문가들이 공동으로 작업한 것이다. 여기에서는 위에 언급된 질문에 대한 답변이 시도되고, 특히 자동화에 대한 구체적인 잠재력 및 도전과제가 다루어진다. 다른 한편 자동화 전문가들 사이에서는 CPS의 도입에 반드시 필요한 상당한 Know how가 존재한다. “자동화 2020”[3] 보고서에서 자동화는 새로운 제품, 방법, 기술 등의 개발, 최적화 및 응용을 위한 주요 이론이라고 명기되었다. 이는 CPS에도 적용된다. 새로운 논제 및 추진 과제는 자동화에서 CPS의 성공에 중요한 요인들을 종합 정리해 보여준다.

Düsseldorf, 2013년 4월

Dr. Kurt D. Bettenhausen
GMA (측정 및 자동화 기술 협회) 의장

Prof. Dr. Stefan Kowalewski
GMA 7.20 “Cyber Physical System”
전문위원회 의장

1) 역자 주: 하이테크 전략은 독일 연방 정부에서 수립한 최첨단 기술 전략으로 2006년, 2010년, 2014년 등 4년 주기로 세 번에 걸쳐 수정·보완되어 발표되었음. 본 문서가 발표된 2013년에는 2010년에 발표된 “하이테크 전략 2020”을 기반으로 설명한 것임

Cyber Physical System이란 무엇인가?

문헌에는 CPS에 대해 수많은 개념 설명들이 나온다. 그러나 일반적으로 인정되는 명확한 정의는 존재하지 않는다. 예상하건대 그런 정의는 또한 결코 존재하지 않을 것이고, 오히려 “임베디드 시스템” 개념처럼 개략적으로 동의하며 이해하는 수준이 될 것이다. 따라서 다양한 초점이 설정될 여지는 여전히 남아 있다. 그러므로 문제는 어떤 특성 또는 특성들의 조합이 CPS의 특징을 말해주고, CPS라는 표현이 적합하다고 입증해주는가 하는 점이다.

2008년에 발표된 Edward A. Lee의 보고서[4]에서는 CPS를 다음과 같이 설명한다:

“Cyber Physical System(CPS)은 컴퓨터 이용_{computation}과 물리적인 프로세스_{physical process}의 통합이다. 임베디드 컴퓨터 및 네트워크는 (물리적 프로세스가 컴퓨터 이용에 영향을 미치고 그 역으로도 가능한 곳에서) 일반적으로 feedback loop를 가지고 물리적인 프로세스를 감시하고 통제한다.”

Forschungsagenda (연구 주제) CPS는 다음과 같은 설명을 제공한다[1].

“Cyber Physical System(CPS)는 다음을 통해 그 특징이 설명된다:

- 실제 (물리적) 객체와 프로세스 및 정보처리 (가상) 객체와 프로세스의 접목_{verknüpfen}을 통해 이루어지며,
- 이는 개방적이고 부분적으로는 전 세계적으로 언제든지 서로 연결되는 _{verbundene} 정보 네트워크를 통해 이루어진다.”

정보처리 구성 요소들과 물리적 객체 및 프로세스의 연계는 1970년대부터 활용되는 자동화 시스템에 존재한다. 또한 자동화 구성 요소들이 항상 연결되어 있는 상태는 오늘날 자동화에서 당연하다.

CPS 연구결과 Forschungsagenda (연구 주제) CPS의 정의에 따르면 이러한 네트워킹이 개방적이고 전 세계적인 정보 네트워크(즉, 인터넷)를 통해 이루어진다는 중요한 새로운 시각이 추가된다.

이러한 일견 “종래의” 자동화 대비 작은 차이는 중대한 결과를 가진다: 예를 들어 이러한 방법을 통해 다음과 같은 것이 가능하다:

- 시스템들이 임의로 연결될 수 있고
- 운영 기간 중에 연결을 변경하고, 종료하고 새로 연결할 수 있고 또는
- 사용 가능한 데이터, 정보 그리고 서비스들이 CPS의 아무 곳에 서나 준비되고 사용될 수 있다.

여기에서 중요한 것은 요구에 따라 공공 혹은 기밀 데이터, 정보, 서비스 등이다. 종합하면 이를 통해 새로운 통신 패러다임이 자동화에 도입된다.

최근의 논의들을 보면 CPS의 다른 특성들이 추가된다. 개발 기간에 더 이상 완전히 예상하기 어려운 상호작용과 CPS 구성 요소들의 상황 때문에 CPS 구성 요소들은 달라진 제반 환경 및 요구 사항에 적응할 수 있는 매우 높은 부분적인 지능(local intelligence)과 능력을 구비할 것이다 (주요 개념: “Self-X”). 거기에 더하여 예를 들어 물리적 프로세스 및 구성 요소들과 그 상호작용을 CPS에서 가상으로 표현/모사하기 위해 모델들이 훨씬 많이 투입되어야 한다. 결과적으로 설계, 제조 또는 운영과 관련된 자료들의 포괄적인 확보와 준비는 새로운 엔지니어링 품질로 이어질 것이며, 이는 지속적이고 보다 나은 최적화 가능성을 보여줄 것이다.

이런 특성들을 갖춘 자주 언급되는 전형적인 예들은 다음과 같다:

- “스마트 그리드”(smart grid): 스마트 그리드 내에서 에너지 망의 최적, 수요에 맞춘, 안정적인 기능을 보장하기 위해 분산된 개체

(decentralized unit)가 에너지를 생산하고 배포하기 위해 정보통신네트워크를 통해 연결됨.

- 차량들 간 및 차량과 교통 기반시설과의 WLAN (Wireless LAN) 또는 이동통신을 통한 “Car-to-X” 네트워킹: 이러한 네트워킹 내에서 특별히 중요한 연결의 중단 및 신규 구축 등과 같은 역동적인 구조 변화
- “e-health” 시스템: 시스템 내에서는 예를 들어 원격 모니터링 (telemonitoring)을 위해 신체에 가까운 곳에 존재하는 센서 및 의료 정보 시스템이 인터넷을 통해 연결됨
- 제품 시스템 및 제조 시스템: 이러한 시스템 들은 시스템, 구성 요소들, 설비, 공장, 회사의 경계를 넘어 서로 접속되어 있음

상기한 사례에서 개별적인 부분 시스템(subsystem)들은 자동(으로 움직이는)시스템들인데, 개별적인 부분 시스템들 내에서는 예를 들어 에너지 기술, 자동차 동력 또는 심리적인 프로세스들이 대상이 되어 영향을 받으며, 자동시스템은 자동화된 장치 및 대상이 되어 영향을 받는 기술적인 프로세스로 구성된 개체의 의미를 가지고 있다. 이런 관점에서 볼 때 다음과 같이 아주 실용적으로 정의된다.

CPS 기반 자동시스템은 (적어도 부분적으로) 개방적이고 전 세계적인 정보 플랫폼을 통해 소통한다. 그들의 부분 시스템들과 구성 요소들은 이러한 네트워크를 통해 공개적으로 사용 가능하고 중요한 정보 및 서비스를 이용하고 이용될 수 있다. 흔히 CPS 기반 자동시스템들은 추가로 다음과 같은 특성을 가진다: 그 시스템들은

- 종래의 시스템, 조직, 도메인 등의 경계를 넘어서나.
- 그들의 이질적 조합과 구조가 운영 기간 동안 역동적으로 달라진다.
- 그들 환경과 그들 과제의 모델에 대한 서술을 기반으로 목표 지향적인 적응성과 자체 수정을 위한 능력을 구비한다.
- 그리고 프로세스 전체를 관통하고 높은 수준의 모델 기반 엔지

니어링 프로세스를 지원한다.

이러한 정의로부터 CPS의 실현을 위해 극복해야 할 다음과 같은 중요한 도전 과제들이 도출될 수 있다.

- 실제 시설, 제어되고 감시되어야 하는 소프트웨어 및 개방형 전 세계 통신네트워크의 복잡한 상호작용은 해결될 수 있어야 한다.
- 네트워킹의 증가로 복잡해지는 시설들로 인해 인간-기계 인터페이스들은 적응하거나 새로 구축해야 한다.
- 정보기술, 컴퓨터공학, 기계공학, 자동화 기술, 그리고 (생산 기술, 프로세스 엔지니어링, 에너지 기술, 자동차 제조 등과 같은) 그들의 응용 분야들에서 지금까지 다양한 처리 방식과 서로 다르게 긴 수명은 통합되어야 한다.
- 종래의 이질적인 시스템 구조들은 서로 적응되어야 하고 함께 작동되어야 한다. 이를 위해 참조 아키텍처가 필요하다.
- (예를 들어 나중에 다운로드한 응용프로그램, 변화된 system topology 등과 같이) CPS 운영 중에 설계 시 사전에 예측할 수 없었던 변화에 대해 문제없이 통합될 수 있어야 한다.
- CPS 기반 자동화 솔루션의 안전은 현재 자동화에서 높은 수준으로 보장되어야 한다.

위에 언급된 사항들 가운데 여러 가지가 오래 전부터 자동화 전문가들 사이에서 처리되고 있다. 성공적인 솔루션은 일부 존재한다. 이로부터 성공적으로 도입되는 솔루션과 자동화 노하우가 CPS의 지속적인 발전과 도입을 위해 활용되어야 한다는 요구가 생겨난다.

제조업에서의 CPS: Cyber Physical Production System (CPPS)

높은 네트워킹 수준과 데이터 및 서비스를 어디에서나 활용할 수 있는 가능성 덕분에 자동화에 있어서 새롭고 미래 지향적인 관점들이 생겨난다. 경우에 따라서는 적응 가능하고 스스로 구성하며 부

분적으로 자가 조직화하는 유연한 생산 설비에 대한 비전이 생겨난다. 이는 예를 들어 준비 시간이 비교적 짧고 최적화된 에너지와 자원의 투입으로 표현되는 보다 경제적이고 효율적인 생산으로 이어진다. 독일연방정부의 미래 프로젝트 “인더스트리 4.0”의 범주 내에서 이러한 비전은 CPPS라는 용어로 표현된다. CPPS에서는 (설계 및 엔지니어링을 포함하여) 유연하고 효율적인 개발 및 생산의 의미에서 가장 큰 이익이 있는 곳에서 데이터, 서비스 및 기능 등이 유지되고 호출하고 실행된다. 이는 더 이상 필수적으로 전통적인 자동화 수준에만 머무르지 않는 것이다. 예를 들어 프로세스 데이터는 field level의 센서들을 통하는 대신에 소위 “자동화 클라우드” 서비스를 통해서도 획득될 수 있다. 이는 오늘날에도 아직 많이 존재하는 자동화 피라미드가 네트워크화된 분산 시스템의 도입을 통해 단계적으로 해체되고, 하드웨어 및 네트워킹 구조 그리고 정보 처리와 엔지니어링에 있어서 서로 다른 계층이 더 이상 존재하지 않을 거라는 가설로 이끈다[5]. 서비스, 데이터 및 하드웨어 구성 요소들은 생성되는 네트워크의 임의의 node에 분산될 수 있고, 이와 함께 자동화 시스템이 구축되는 추상적인 기능 모듈을 구성한다 (그림 1 참조).

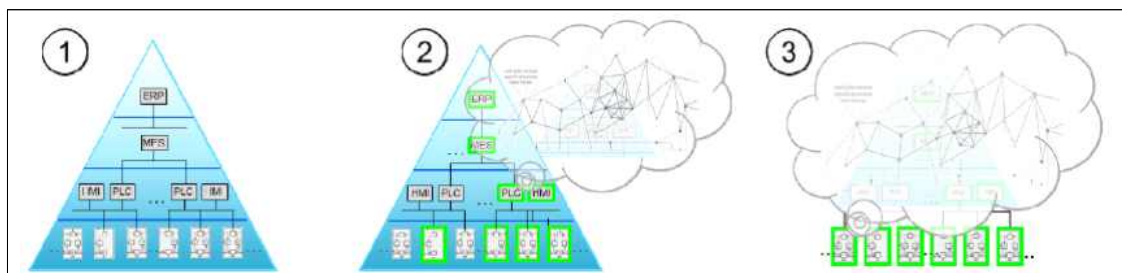


그림 1: 전통적인 자동화 피라미드의 단계별 해체 및 네트워크화되고 분산형으로 조직화되거나 부분적으로 자가 조직화하는 서비스에 의한 대체

전통적인 자동화 피라미드는 자동화 시스템의 기능적인 구조 외에 개별 node들에서의 데이터 및 정보의 집약을 보여준다. CPPS와 함께 자동화 피라미드는 서로 다른 노드들에서 분산된 서비스의 활용

및 준비 가능성을 통해 단계적으로 그 기능적 구조로 추상화된다 (그림 2). 실시간으로 중요한 제어 및 규정은 주로 처음에는 Field Level에서 프로세스에 가깝게 머무를 것이다. 그러나 향후에는 실시간으로 중요한 요구 사항들이 CPPS의 새로운 아키텍처를 통해 분산되어 충족될 수 있다고 생각할 수 있다.

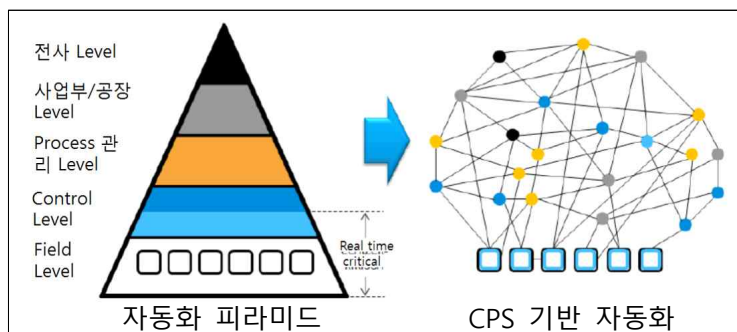


그림 2: 분산된 서비스와 함께 CPS를 통한 계층적 자동화 피라미드의 해체

분산된 서비스 이용을 통해 서로 다른 계층에서 활용 가능한 정보들이 제한되는 것이 없어지기 때문에 인간-기계 인터페이스에 중요한 의미가 부여된다. 여기에서는 새로운 가능성들이 최적으로 활용될 수 있도록 사용자가 중요한 정보를 적합한 형태로 볼 수 있도록 확보한다는 것이 보장되어야 한다.

제조에 CPS 도입을 통해 얻는 기술 잠재력

데이터, 정보, 서비스의 네트워킹과 임의의 배열 및 분류를 통해 다음과 같은 잠재력을 미래에 더 효율적으로 얻을 수 있다:

- 자동화 피라미드 임의의 단계 및 부분 시스템에서 (활용 가능성 및 품질을 포함하여) 모든 상세한 수준으로 데이터들의 획득 및 처리
- 새로운 알고리즘 및 (이러한 데이터들을 혁신적인 방법으로 상호 연관시켜 평가하고 결정 및 그들의 준비로 바꾸는) 서비스들의 준비
- 가치창출사슬에서 모든 필요한 참여자들과 함께 예를 들어 제품/

프로세스/제조 상황에 대한 범 이론적이고 전체를 관통하는 (end-to-end) 정보 교환. 이를 기반으로 부분 시스템 변경 시 설계 때부터의 모든 중요한 정보들도 전부 접근할 수 있는 가능성을 지닌 전체를 관통하는 엔지니어링.

- 서비스 및 서비스 제공자의 역동적인 연결
- 자동화 시스템의 보다 나은 구조화 및 문서화를 위한 기능 개체로서 활용될 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어로 이루어지는 기능 모듈
- 새로운 시장 여건 및 다양한 제품 모델(product variant)에 보다 빨리 적응하기 위한 목적으로 실행 시간에 제조 프로세스 및 자동화 시스템의 적응 가능하고 변경 가능한 구성 (configuration) 및 부분적인 자가 조직화 (self-organization) (Plug & Produce); 이는 개별 구성 요소들 및 설비 부분들의 유연한 교환이 포함한다.
- 제품과 설비 수명 및 프로세스에 대한 (인간인) 이용자를 위한 지원, 설명 능력 및 투명성
- 제품, 프로세스, 설비 및 사용의 현재 또는 예상된 상황에 따른 배경 기반 결정
- 제조될 제품 스스로가 자동화 구성 요소가 된다; 제품이 제품을 생산하는 설비와 소통한다.
- 이는 제조에 있어서 추가로 유연성 및 (설비의) 활용도를 높이는 것을 가능하게 한다.
- 예를 들어 비용, 자원 소비 또는 작업량과 관련하여 시스템 및 인적 한계의 자동 최적화
- 유지 보수 비용, 정지 시간 및 마모 등을 최소화하기 위한 구성 요소 및 설비의 자체 진단

전체적으로 보면 향후 도달 가능한 자동화 정도는 CPS의 의미에서 개방적이고 글로벌 네트워킹을 통해 분명히 높아진다.

이런 잠재력의 준비는 부분적으로는 아래 사항들이 속하는 전제를 필요로 한다.

- 자동화에서는 안전, 보안, 실시간 능력 등이 서로 영향을 미친다. 따라서 이런 의존성들은 증가하는 네트워킹을 배경으로 하여 연구되고

형식화되고 응용을 위해 적용될 수 있어야 한다.

- 전체를 관통하는 모델 기반의 설계 및 엔지니어링 프로세스에 적합한 도구를 포함하여 형식화 및 문서화 지원
- CPS에 기반을 둔 솔루션의 복잡성을 활용할 수 있도록 요구사항 관리에 있어서 새로운 특성을 반영함
- 제조 시스템, 서비스 및 제품 매개변수(product parameter)의 의미론적인 서술 (semantic description)
- 인공지능, 정보 기술, 수학적 최적화 및 제어 기술 등과 같은 영역들로부터 부분적으로 넘겨받고 부분적으로 최적화된 자율 구성 (self-configuration) 및 자체 진단(self-diagnosis)을 위한 알고리즘
- 제조 및 처리 기술에서 배경 민감도 (contextual sensitivity) 관련 컨셉 및 그의 구현
- 자동화되는 프로세스 및 설비의 서로 다른 실시간 요구 사항들을 충족시키기 위한 서비스의 구성 및 준비; IT 영역에서 이미 존재하는 솔루션은 상응하게 확대되고 최적화되어야 한다.
- 안전 및 서비스 품질에 대한 보장을 포함하는 투명하고 적응 가능한 통신 시스템
- CPS 기반 시스템에서 방해 영향 및 오류의 해결
- 인간-기계-인터페이스에서 인간이 지닌 인지 능력의 모델화 및 고려
- 스스로 조직화하는 자동화 시스템에 스스로 적응하는 적응 가능한 인간-기계-인터페이스의 개발
- 시스템 계층에 대한 조건 모니터링 (condition monitoring) 측면을 포함하여 메카트로닉스 구성 요소들의 수명 및 마모 모델의 개발 및 변화된 주변 조건에 대한 적응

제조에 CPS를 성공적으로 도입하기 위한 자동화의 전제조건

위에서 언급된 잠재력의 실현과 CPS를 제조에 도입하는 것은 단변에 아니며 기존 기술의 상태와 무관하게 이루어지고, 최신의 자동화 기술 솔루션의 추가 발전으로써 그리고 (업계뿐만 아니라 학

계의) 자동화 전문가들과 함께 이루어져야 한다. 이러한 커뮤니티의 필수적인 기여는 예를 들어 실무에서 다양한 요구 사항 및 주변 조건에 대한 노하우 제공이며, 이러한 제공은 오늘날의 자동화 시스템을 의미하고 자동화의 다음 및 차차세대에서 고려되어야만 한다. 바로 프로세스 관리 및 보장을 위해 비용·효율적이고 안전하게 정보를 처리하고 네트워킹된 시스템에서 다양한 고객요구사항의 구현에 자동화의 핵심 역량이 있다. 이런 기반 위에서만 제조 기업들의 복잡한 주변 조건 하에서 산업적인 구현을 위한 이용 및 비용에 대한 현실적인 고려가 가능하며, 이러한 고려는 경제적 및 사회적 요구들로부터 생겨난다.

VDI/VDE 측정 및 자동화 기술 협회(GMA)는 따라서 “인더스트리 4.0” 프로젝트를 능동적으로 지원하는 것뿐만 아니라 중요하고 적절한 기술적 자극을 운영 차원에서 실현하고 경제적으로 의미 있는 솔루션 접근이 이루어지는 방향으로 이끄는 것을 과제로 삼는다. 측정 및 자동화 기술의 응용, 생산, 연구, 이론 등에서 활동하는 인간들의 중립 플랫폼으로서 GMA는 부분적으로 미래 프로젝트 “인더스트리 4.0”과의 협력에서 독자적인 기술 솔루션의 작업을 제공하며, 이는 독일의 기술 및 경제적 산업 입지에 기여한다.

이때 이질적인 제조 환경의 다양한 위험 요인들과 요구 사항들은 고려되어야 하고 참조 아키텍처의 설계에서뿐만 아니라 표준화 활동에서도 고려되어야 한다. 자동화는 여기에서 고객들의 자주 상반되는 요구들을 충족시키는 경험을 통해 예를 들면 다음과 같은 분야에서 크게 기여한다:

- 복잡한 제조 설비의 자원 및 비용이 최적화된 제어
- IT 안전성 및 기능적 안전성, 즉 설비 안전성 및 작업 안전성
- 분산된 제조 설비들의 상태 모니터링 및 진단
- 신뢰성 및 활용 가능성
- 긴 제조 기간 및 긴 수명에 대한 모든 시스템의 유지 보수 보장

- 복잡한 시스템 솔루션의 end to end 모델 기반 엔지니어링
- 솔루션 모범 사례의 비용 효율성 및 재사용 가능성
- 제조물 책임 및 위험 이전
- 인증 가능성 및 인가 처리
- 제조 조건 및 end-to-end 문서화(품질 보증)의 재 생산 가능성

논제 및 추진 과제

자동화의 관점에서 CPS를 제조에 성공적으로 도입하기 위한 다음과 같은 논제 및 추진 과제가 생겨난다:

1. 자동화는 제조에서 CPS 실현을 위한 주요 이론이다.

CPS를 제조 기술에 도입하는 것과 “인더스트리 4.0” 제조 설비를 실현하는 것은 단번에 그리고 쉽게 달성할 수 있는 것이 아니다. 두 가지 모두 이미 존재하는 자동화 기술 솔루션으로부터 그리고 다양한 주변 조건을 고려하면서 진화론적으로 일어나야 한다. 자동화 역량은 부분적으로 설비의 목적 지향적인 엔지니어링에서 따라서 모든 CPS 발전에서 제조 분야에 속해야 한다 [3].

2. 자동화 수준은 CPS와 함께 계속 올라갈 것이다.

미래에 도달 가능한 자동화 수준은 CPS 의미에서 자동화된 구성 요소들의 부분적으로 개방적이고 글로벌 네트워킹 및 가상적인 표출을 통해 확실히 올라갈 것이다. 포괄적으로 사용 가능한 데이터, 정보 및 서비스의 활용은 설비 구성에 있어서 보다 많은 기능성 및 보다 높은 유연성을 허용할 것이다. 그러나 역으로 새로운 제품들 보다 더 높은 자동화 수준을 요구하고, 그들의 효율적인 제조는 CPPS를 전제로 할 것이다.

3. 보안 및 안전은 CPPS의 실현을 위한 중요한 성공 요인이다.

데이터, 정보 및 통신의 안전은 CPPS의 실현 및 도입을 위해 중요한

성공 요인이다. 대규모의 추가 네트워킹은 기능적인 안전 측면에서 잠재적인 파급효과를 가지고 제조에 있어서 높은 수준의 보안을 가능하게 한다. 적절한 안전 아키텍처, 보호 조치 및 유효성 검증 방법 등이 시급히 필요하다 [6]. 이러한 것이 이루어지지 않거나 부정적인 사례들이 알려진다면, CPPS의 성공 가능성은 매우 짧은 시간 내에 문제로 제기될 것이다.

실제 프로세스의 기능적 안전은 자동화의 현재 기준을 계속해서 충족시켜야 하고 따라서 문제없이 그대로 유지되어야 한다.

4. 이제는 개념 설명 및 표준화가 이루어져야 한다.

제조, 컴퓨터 공학, 자동화 등의 이론들은 제조업에서 CPS의 성공적인 도입을 위해 함께 활용되어야 한다. 이를 위해 통일된 용어가 필수적이다. 개별적인 솔루션이 활용되지 않도록 선제적인 기술 관련 규칙 제정 및 표준화가 필요하다. 표준화는 독일이 제조업 산업 입지 관점에서 이익을 고려해 추진되어야 한다.

5. CPS 정복을 위해서는 기획, 개발 및 운영을 위한 새로운 접근 방법이 요구된다.

위에 서술된 형태의 CPS는 지금까지 알려지지 않은 수준의 복잡성 및 이질성을 자동화에 반영한다. 이를 해결하기 위해서는 경우에 따라 복잡하고 분산된 시간에 따라 변화하는 시스템의 요구 사항 관리, 모델 기반 설계, 최적화를 위한 새로운 접근 방법이 필수적이다. 특히 범 도메인적인 모델링 접근 방법이 필요하며, 이는 불연속적인 그리고 연속적인 부분 시스템을 일관된 형태로 고려하고 복합적인 전체 시스템을 위해 분석 및 설계 업무를 자동화 그리고 형식적으로 구체적인 실행을 지원한다. 생산 자동화에서 미래의 CPS 서비스를 효율적으로 제공하고 활용할 수 있기 위해서는 경우에 따라서는 인터페이스 및 서비스의 의미론적 서술을 포함해 엔지니어링, 아키텍처들, 통신 메카니즘 및 정보 모델을 위해 적절한 방법들이 마련되어야 한다.

6. 인간은 CPS의 도입과 활용에 있어서 중심에 있어야 한다.

인간을 위해 미래의 CPS 복잡성은 해결할 수 있어야 한다. 즉, 추적 가능해야 한다. 이를 위해 사용자 인터페이스를 위한 새로운 솔루션이 필요하다. 대신에 인간은 이러한 발전을 “함께 할” 능력이 배양되어야 한다. 상응하는 교육, 자격, 평생 교육 제공들이 엔지니어와 제조 활동을 하는 인간들을 위해 개발되어야 한다.

7. 새로운 비즈니스 모델이 CPS를 통해 가능해진다.

CPS에서 데이터, 정보 및 서비스가 자유자재로 배열될 수 있기 때문에 (예를 들어 “공유 경제”와 같이) 제조에서 비즈니스 모델을 위한 새로운 가능성이 생겨난다. 이는 제조에서 효율성과 가치 창출의 증대라는 관점에서 찾고 연구되어야 한다.

8. CPS를 통한 제조 과정의 변화는 지식 및 경험 전달과 컨설팅을 필요로 한다.

제조에서의 CPS 및 미래 프로젝트 “인더스트리 4.0”에 대한 보도는 현재 매우 다양하다. “인더스트리 4.0”의 실현을 위한 진화론적인 프로세스 때문에 모든 개별 기업들을 위한 구체적인 활용은 오늘날 아직 추정될 수 없다. 따라서 바로 중소기업들에게 있어서는 지식과 경험의 교환, 컨설팅, 직원들의 능력 등을 위한 플랫폼을 갖는 것이 중요하다.

9. 앞에 언급된 모든 추진 과제들에서 연구는 필수적이다.

필요한 기술적인 연구 활동에서 모든 관련 분야별 이론, 특히 자동화, 컴퓨터 공학 및 제조 등은 포함되어야 한다.

VDI와 VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik(측정 및 자동화 기술 협회)의 활동

기술에 대한 규칙 제정은 60년 이상 GMA에게 중요한 의미를 갖고 있다. 지금까지 이미 GMA는 30건이 넘는 가이드라인을 발표했으

며, 이들은 제조에서 CPS를 위한 기초가 되거나 될 수 있다. 추가 가이드라인도 준비 중에 있다. GMA는 측정 및 자동화 기술 및 광학 기술에 대한 정보와 지식의 교환을 위해 70가지 이상의 중립적인 플랫폼을 제공하고 있다.

2012년 5월부터 전문위원회 7.20 “사이버 물리 시스템”이 존재하며, 자동화의 관점에서 CPS란 정확히 무엇인가, 어떤 구체적인 기술적 장점들이 자동화를 위해 기대되는가, 어떤 도전 과제와 중요한 성공 요인들이 CPS와 그 응용을 위해 해결되어야 하는가 등의 문제를 다루고 있다.

2013년 1월 VDI 지식 포럼은 미래 Congress “인더스트리 4.0”을 개최했다. 이 Congress는 최고 전문가들의 최신 관점을 소개하고 공표하는 데 기여했다 [7]. 다음 행사는 이미 기획 중이다.

2013년 2월 GMA 내에 특히 프로젝트 “인더스트리 4.0”에 필요한 개념, 참조 모델 및 참조 아키텍처에 대한 표준 작업(VDI/VDE 지침)을 위한 전문위원회 7.21이 발족되었다.

VDI Congress AUTOMATION 2013은 2013년 6월 25일/26일에 “클라우드(에서의) 자동화”라는 모토를 내걸고 자동화에서의 CPS에 대한 모든 관점들을 다룬다 [8].

참고문헌

- [1] “Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems” (통합된 연구 주제 사이버 물리 시스템), Acatech 2012;
<http://www.acatech.de/?id=1405>
- [2] “Zukunftsprojekt Industrie 4.0” (미래 프로젝트 인더스트리 4.0), 독일 연방정부 인터넷 사이트; www.bnbfd.de/de/10055.php
- [3] “Automation 2020: Bedeutung und Entwicklung der Automation bis zum Jahr 2020” (자동화 2020: 2020년까지 자동화의 의미와 발전), VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (측정 및 자동화 기술 협회) 2012; www.vdi.de/gma/automation2020
- [4] “Cyber Physical Systems: Design Challenges”, E. A. Lee, Technical Report No. UCB/EECS-2008-8;
<http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS-2008-8.html>
- [5] “Kontext, Dienste und Cloud Computing - Eigenschaften und Anwendungen Cyber-physischer Systeme” (배경, 서비스 및 클라우드 컴퓨팅 - 사이버 물리 시스템의 특성 및 응용), J. Schlick, P. Stephan, T. Greiner, atp edition 4/2013
- [6] “Informationssicherheit in der industriellen Automatisierung” (산업 자동화에서의 정보 보안), Richtlinie (지침서) VDI/VDE 2182, VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (측정 및 자동화 기술 협회); www.vdi.de/2182
- [7] 2013년 2월 1일자 VDI 보도;
<http://www.ingenieur.de/Themen/Produktion/VDI-Zukunftskongressentwirft-Perspektive-fuer-Industrie-4.0>
- [8] Congress AUTOMATION 2013; www.automatisierungskongress.de

Diese Broschüre finden Sie in der deutschen Originalausgabe als PDF-Datei zum kostenlosen Download auf www.vdi.de/industrie40.

Genehmigter Nachdruck der Korea ICT Convergence Network (KICON)

본 인쇄물의 원본은 PDF file로 www.vdi.de/industrie40에서 무료로 다운로드 받을 수 있습니다. 본 인쇄물은 VDI의 허락을 받아 (사)한국ICT융합네트워크(KICON)가 번역하여 발간하는 것입니다.

Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik
Technik und Wissenschaft
Dr.-Ing. Dagmar Dirzus Geschäftsführerin
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf
Tel. +49 211 6214-227
dirzus@vdi.de
www.vdi.de

독일 엔지니어 협회
VDI/VDE 측정 및 자동화 기술 협회
기술 및 학술 부서 Resource
Management 담당
공학 박사 Dagmar Dirzus
조직도
<http://www.vdi.de/ueber-uns/organisation/>
참조

