

디지털 컨버전스에서의 지능적 생산정보화에 관한 연구

이성훈*, 이동우**
백석대학교 정보통신학부*, 우송대학교 컴퓨터정보학과**

A Study on Intelligent Production Information in Digital Convergence

Seong-Hoon Lee*, Dong-Woo Lee**

Div. of Information Communication, Baekseok University*

Dept. of Computer Information, Woosong University**

요약 정보화 사회에서 디지털이라는 단어와 결합된 컨버전스는 정보통신 분야의 단위기술들의 융합을 통해 등장하는 새로운 제품이나 서비스를 일컫고 있다. 이러한 컨버전스 기술의 파급효과 및 컨버전스 사회의 현상들은 이미 경제, 사회, 문화등 사회의 전 부분에서 가시화되고 있다. 최근 제조생산 현장은 디지털 정보화, 전역 통합화를 통해서 생산 고도화를 향한 새로운 변화에 직면해 있다. 본 논문은 현재 진행 중인 생산정보화 시스템의 구성 및 이슈를 기술하고, MES에서 접근하고 있는 클라우드 서비스 시스템을 구축하기 위한 주요한 이슈 및 해결 요소들을 제시한다. 또한 최적화된 생산 흐름과 소비 시장에 적절히 반응하는 제조생산 정보화시스템을 구축하기 위한 방안을 제안한다.

주제어 : 컨버전스, 제조실행시스템, 생산정보화 시스템, 클라우드.

Abstract In information society, Convergence was combined with a word 'digital'. Digital convergence means a service or new product which appeared through fusion of unit technologies in information and communication regions. The effects of convergence technologies and social phenomenons are visualized in overall regions of society such as economy, society, culture, etc. Nowadays, manufacturing field are facing new challenges, through digital information and global integration, toward sophisticated production. This paper presents the system configuration and issues of current manufacturing execution system(MES), and describes major issues and solving elements to establish a MES system for cloud services. Also, we propose a method for building a manufacturing information system to have the optimized production flow and to respond appropriately to consumer market.

Key Words : Convergence, MES, Production Information system. Cloud.

Received 6 January 2014, Revised 7 February 2014
Accepted 20 February 2014
Corresponding Author: Dong-Woo Lee(Woosong University)
Email: dwlee@wsu.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

1. 서론

최근 들어 스마트 워크(smart work)와 IT융합(IT convergence)이 시대적 이슈로 등장하고 있다. 스마트(smart)는 복잡하지 않고 단정하고 멋있다는 외형적 표현과 지능적이고 똑똑하다는 내면적 표현을 내포하는 용어이고, 융합(convergence)은 서로 다른 성질을 가진 두 개 이상의 개체가 만나서 하나의 개체로 재정립되는 과정을 말하는 용어이다.

제조생산 기업에서 도입하고 있는 MES (제조실행시스템: Manufacturing Execution System) 역시 이러한 시장 변화에 부응하기 위해 스마트화 및 IT융합화를 실현해야하는 현실에 놓여있다. MES는 제품 주문에서 완성품 완료까지의 생산 활동을 추적 관리하고 생산의 최적화를 위한 정보를 제공한다. MES는 생산품이 언제, 어디서, 어떻게, 누구에 의해 생산되었는지에 대한 상세한 기록 및 그 정보를 고객에게 제공한다. MES는 생산 현장에서 발생하고 있는 실시간 이벤트 정보를 현장 작업자나 관리자에게 알리고, 신속한 조치를 통해 생산활동을 보다 원활하게 변화시키고, 불필요한 요소를 제거시킴으로써 생산 공정과 기능을 개선한다. MES는 하위로 제조공정의 장비, 반송설비, PLC(Programmable Logic Controller), POP(Point of Production) 장비 등을 제어하여 자동화를 가능하게 해주는 자동화 시스템과 인터페이스하고, 상위로는 독립적인 Planning 시스템 또는 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템과 인터페이스 한다. 그러므로 최상위 전사적인 자원관리에서부터 최하위 생산 장비까지의 제어를 통합시켜주는 역할을 수행한다.

ERP가 “무엇을 얼마나, 언제 생산할 것인가?”에 대한 해답을 사용자에게 제공하기 위해 하위 MES에게 계획 정보를 전달하고, MES는 현장 작업자 및 설비에 대해 ERP의 지시를 제조 공정 기준에 따라 작업지시를 제공하여 생산현장에서 “무엇을 얼마나, 언제 생산했는가?”라는 실시간 현황정보를 파악하고 이 결과를 토대로 ERP에게 수집 정보를 전달한다. 마지막으로 POP/Control은 공정 설비로부터 운행 데이터를 수집, 공정상태, 작업결과 등을 상위 MES 계층으로 전달한다.

MES의 비즈니스 적용 범위는 자동차 기계, 반도체, 전자, 식품제조, 제약, 항공, 의료기기, 섬유 및 철강과 같

은 제조 산업에 전 분야에 광범위하게 사용되고, 제조 기업의 생산 정보 인프라로서 중요한 위치를 차지한다.

본 연구에서는 기존 MES 시스템의 주요 특징 및 주요 이슈를 도출하며, 스마트 제조 실행 시스템을 구축하기 위한 시스템 구성, 시장 요구 사항 및 기술적 이슈, 향후 생산 정보 시스템의 방향을 제시한다.

전통적인 MES시스템은 공장 내의 생산 활동을 얼마나 잘 지원하고 개선할 수 있는지에 초점이 맞추어져 있었다. 따라서 MES의 역할은 공장 내의 실시간 모니터링, 제어, 물류 및 작업내역 추적 관리, 상태파악, 불량 관리에 초점이 맞추어져 있다. 지금까지의 고정적인 관점의 생산관리란 정확한 생산계획을 작성하고 생산을 시작하고, 생산 중 문제가 발생하였을 경우 얼마나 빨리 문제를 해결하느냐가 관건이었다. 그러나 이젠 생산에 영향을 주는 문제를 미리 예방하는 차원을 벗어나 생산성이나 품질에 문제가 발생할 수 있는 부분을 찾아내 그 문제를 자동으로 해결하거나 가장 이상적인 생산 및 품질지표를 찾아내 향후 생산될 제품에 반영하는 단계까지 진화해나아가고 있다.

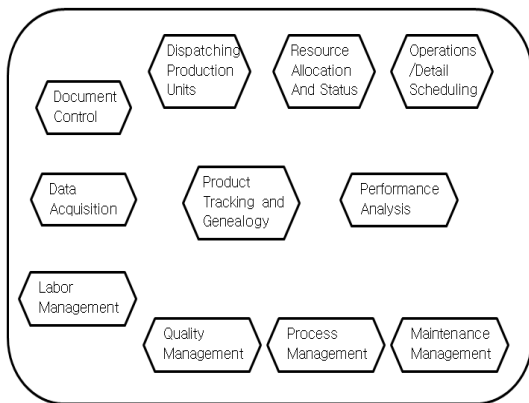
이러한 변화들은 MES의 영역을 한 공장 내의 생산 활동에서 Supplier나 협력 업체와의 협업시스템(Collaborative)의 형태로 발전해 나아가고 있고 있으며 기업 활동과 관련한 APS(Advanced Planning and Scheduling), FDC(Fault Detect and Classification), APC(Advanced Process Control), EAM(Enterprise Asset Management) 등과 결합하여 상위의 ERP, CRM(Customer Relationship Management), SCM(Supply Chain Management) 등과 연계된 생산정보시스템으로 개념이 확장되고 있다. 반면 IT 기술의 진화는 MES시스템을 좀 더 유연한 시스템으로, 그리고 공장 안의 시스템에서 공장 밖으로까지의 시스템으로 확장시키고 있다.

ERP와 같은 상위 전사적 전산시스템은 제조현장에 대해 단순한 형태의 작업지시 명령만을 전달하고 제조현장에서는 작업지시에 따른 실적만을 다시 상위 전산시스템에 보고하기 때문에 작업지시부터 실적보고 사이의 중간과정에 대한 추적/감시/제어가 불가능하다. 생산정보 시스템(MES)은 제조현장과 상위전산시스템 간의 교량 역할을 수행하면서 상위 전산시스템에서 포착되지 않는 원가증가, 품질저하 등의 요인(생산계획과 실행의 차이)

들을 추적, 감시, 제어, 분석하며, 공정작업, 생산기재, 보유자원, 설비명세 및 현황, 품질자료 등의 정보를 DB화하여 관리하고 이를 기반으로 여러 가지 다양한 정보들의 표준화와 정형화를 가능하게 해주고 현장상태의 실시간 정보제공을 통해 관리자와 작업자의 의사결정을 지원하는 기능을 수행한다.

네트워크 기술의 발전은 공장의 생산 현황을 실시간으로 언제 어디서나 모니터링 할 수 있는 환경으로 변화시켰고, 현장의 작업지시 및 통제까지 가능한 환경으로 MES시스템을 확장시켰다. 더 나아가 설비의 모니터링 및 제어, 심지어는 설비 유지보수 작업까지도 인터넷을 통해 가능한 수준까지도 올라와 있다. 또한 유비쿼터스 및 실시간 환경으로의 변화는 단순 제조의 범위를 넘어 시장의 추세를 감지하여 생산 대응할 수 있는 시스템으로 발전시켜가고 있다.

최근 세계 생산정보시스템 협회(MESA)에서 정의한 MES 시스템의 주요 기능을 살펴보면 그림 1과 같이 11가지로 구분하고 있다[1][2][3][4].



[Fig. 1] MES Major Functions

자원할당 및 상태정보(Resource Allocation and Status) 기능은 기기, 도구, 작업자 숙련도, 자재 및 문서 등의 자원 가용 상황을 관리한다. 작업/상세 스케줄링(Operations/Detail Scheduling) 기능은 특별한 생산 단위와 연관된 조치, 우선순위, 속성 및 특성에 기초한 순서화를 제공한다. 일정관리란 정확한 시간, 장비 적재 및 이동 유형 등을 상세히 조정하기 위해 중복 또는 병렬 작업과 대안을 파악한다. 생산단위 분배(Dispatching

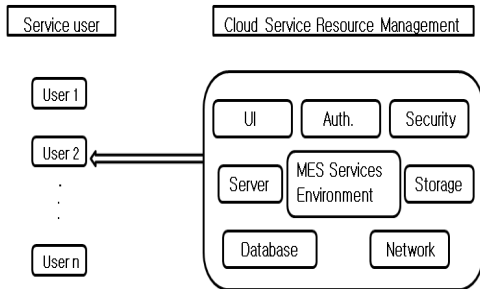
Production Units) 기능은 배치(Batch), 로트(Lot) 및 작업지시서(Work Order) 등의 생산 단위로 생산 공정 흐름을 관리한다. 분배 정보는 공장 현장에서 발생하는 사건(event)에 따라 수행 작업과 실시간 순서 변경을 지시한다. 재작업과 재처리 공정은 버퍼(buffer) 관리와 모든 시점의 재공 제어 능력을 요구한다. 문서관리(Document Control) 기능은 작업지시, 처방, 도면, 표준 작업절차, 환경의 제어, 통합, 안전 규정, 올바른 행동절차 등과 같은 ISO 정보를 제공한다. 데이터수집(Data Collection/Acquisition) 기능은 생산단위별로 데이터 기록 및 형태와 내부 작업 생산 정보 인터페이스를 제공한다. 작업자 관리(Labor Management) 기능은 분단위에 기초하여 개인별 상태를 관리하며, 자재 및 공구 준비작업과 같은 간접적인 행위의 추적능력을 제공한다. 품질관리(Quality Management) 기능은 제조현장에서 수집된 품질 측정치들을 실시간으로 분석한다. 프로세스 관리(Process Management) 기능은 생산 공정을 감시하고 생산 활동 개선을 위해 작업자들에게 의사결정 지원을 제공하거나 자동적 개선을 수행한다. 유지보수 관리 (Maintenance Management) 기능은 장비와 도구들의 유지보수 현황을 지시 및 추적하며, 과거사건 및 문제 이력을 유지한다. 제품추적 및 관계(Product Tracking and Genealogy) 기능은 생산 위치와 어느 곳에서 상시 작업이 이루어지는지를 보여준다. 상태정보는 누가 작업을 하고 있는지, 공급자의 요소자재, 로트나 일련번호, 현재의 생산조건, 경보 상태, 재작업 또는 생산과 연계된 다른 예외사항들을 포함한다. On-line 추적기능은 최종 생산품 각각의 사용법과 요소들을 추적하여 이력 기록을 생성한다. 실행분석(Performance Analysis) 기능은 과거생산기록과 예상 결과를 비교하여 실제적 작업운영 결과들에 대한 분 단위 보고를 제공한다.

2. 지능적인 생산정보 시스템

현재 구현된 제조 실행 정보 시스템 구조는 주로 클라이언트-서버로 구성되어 있다. 이는 중앙 집중형 구성으로 시스템 가용성(availability), 단일 고장점(single point of failure), 규모성(scalability) 등에 취약하다. 이러한 가용성, 단일 고장점 문제를 극복하기 위한 대안으로 시스

템 이중화(duplication) 방법을 채택하고 있다. 이러한 방법은 하나의 센터에서 로컬 네트워크에 기초한 운영하는데 적합하다. 그러나 생산 현장의 분산 공장 다변화 및 원거리화에 따라 현재의 서버가 집결된 센터 운용 방식은 정보 서비스의 가용성 및 규모성을 극대화하고, 단일 고장점 극복을 위한 이중화에 네트워크 및 시스템 제약성을 높인다. 이러한 원거리 분산 클라우드 MES 시스템을 제안하고 기존 MES 시스템과 호환성을 유지하도록 한다. 본 절은 이러한 분산 MES 클라우드 시스템을 구축하기 위한 기본 구조를 제안한다.

그림 2는 MES의 클라우드 서비스 구조를 나타낸다. 스마트 클라우드 MES 시스템은 다음과 같은 MES 생산 정보시스템의 특징들을 지원한다.

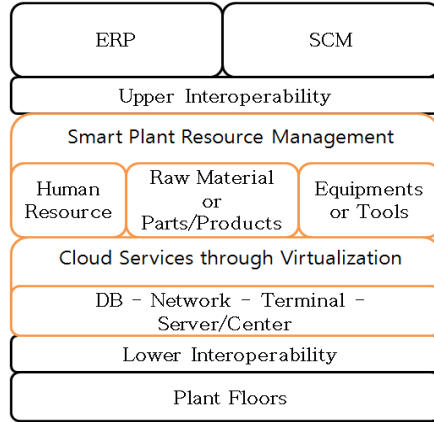


[Fig. 2] MES Cloud Service Structure

첫째는 은닉성(Hibernation)으로 사용자가 선택적 입력 및 디스플레이 결과 이외에 아무런 내부 정보를 몰라도 원활한 생산작업 관리를 수행할 수 있다는 것을 의미한다. 즉시성(Immediacy)은 사용자가 요구한 자원들을 즉시 제공할 수 있다는 것을 의미한다. 이동성(Mobility)은 사용자의 이동에도 불구하고 항상 단절없는 생산정보 서비스 및 관리를 지원한다는 것을 의미한다. MES 시스템 실패 시에도 높은 가용성(High Availability)을 지원하는 분산 (네트워크) 실패 극복 시스템 모듈을 지원한다. 다섯째, 용이한 확장성(Easy Expansion)과 함께 MES 시스템의 높은 시스템 성능(High Performance)을 실현하는 규모성(Scalability) 시스템 모듈을 지원한다. 마지막으로, DB 및 시스템 이중화 등을 통한 Data 안전성 및 시스템 안정화를 지원하는 결함허용(Fault tolerance) 시스템 모듈을 지원한다[5].

아래의 그림 3은 계층 구조(layered architecture)로서

분산 클라우드 생산관리시스템 사이의 정보 교환을 제공하기 위한 분산 MES 인터페이스 모듈을 제공한다.



[Fig. 3] MES Cloud Layered Architecture

각 로컬 MES는 독립적으로 하부 계층으로 지역공장을 관리(FA)하고, 상부계층으로 ERP, SCM 등의 다른 기업용 정보화서비스들과 연동된다. 이러한 분산 MES 인터페이스를 지원하는 클라우드 서비스는 데이터 교환 및 공유를 위한 데이터 인터페이스(Data I/F)와 기능 공유 및 파라미터 패싱을 위한 로직 인터페이스(Logic I/F)를 제공한다. 그리고 확장성을 지원하기 위한 XML과 API set을 지원한다.

이러한 생산정보시스템을 클라우드 서비스로 구축하기 위해서는 다음과 같은 중요한 선결과제들이 존재한다.

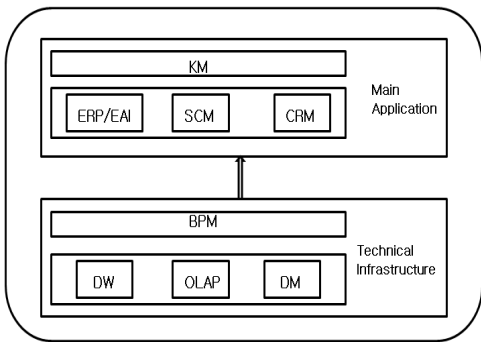
첫째는 네트워크 가상화에 따른 차별화된 데이터 액세스 실시간성 보장을 위한 실시간 네트워크 가상화 시스템 설계 및 구현이 중요한 선결과제로 요구되고 있다.

둘째로 제조생산현장에서 사용되는 생산정보의 고객 기밀성을 보장하기 위한 차별화된 보안시스템 구축이 요구된다는 것이다[6]. 셋째로 새로운 클라우드 가상화 서비스 실현에 대해 모든 사용자들이 동일한 사용자 인터페이스를 지원받는 고객 서비스 투명성(transparency)을 보장하고, 통합 실시간 모니터링 인터페이스 시스템 구축이 요구된다는 것이다.

비즈니스 인텔리전스의 개념은 크게 2가지로 나누어 볼 수 있다. 먼저 협의적 의미로서, 비즈니스 인텔리전스는 기업에서 수집된 광범위한 데이터를 이용하여 유용한 정보를 제공하는 조직 내부 프로세스와 이를 지원하는

분석용 응용 프로그램의 집합으로 정의된다. 관점에 따라서는 고객, 제품, 서비스, 운영, 공급자, 파트너에 대한 개별정보 및 모든 관련 거래 데이터를 모으고 관리하며, 분석하는 것으로도 정의된다. 반면에, 비즈니스 인텔리전스에 대한 광의적 의미는 기업의 활동을 위해 유용한 정보를 생성하는 일련의 행위로 정의될 수 있다. 많은 비용을 투입하여 방대한 Data Warehouse를 구축하고 이로부터 정보를 얻는 시스템을 구축하는 것만을 의미하는 것이 아니라, 단순하게 PC에서 판매정보들을 그래프등으로 나타내는 것도 범주에 속한다고 할 수 있다.

다음 그림 4는 비즈니스 인텔리전스를 가능하게 하는 기술적 요소들과, 이를 기반으로 하는 응용분야를 나타낸 것이다.

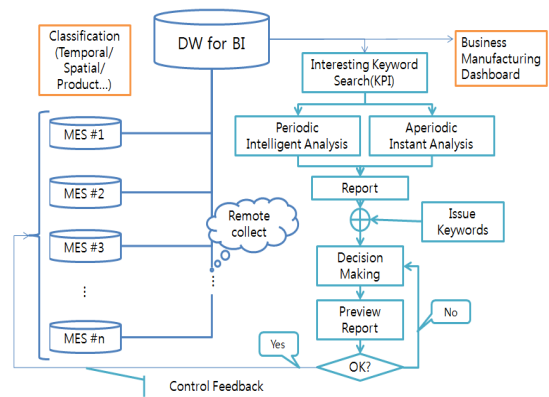


[Fig. 4] Overview of Business Intelligence

생산정보시스템에서 구축된 데이터웨어하우징(DW: Data-Warehousing)에서 기업의 비즈니스 요구에 따라 생산운영을 제어하기 위해서 실시간으로 수집된 전역 데이터에 근거하여 최적화된 의사 결정을 수행해야 한다. 이러한 과정을 비즈니스 인텔리전스(Business Intelligence)라고 한다. 이는 기존의 특정 시간/공간/제품 단위에 기초한 의사결정은 생산원가, 생산량, 제품납기, 물류 등의 최적 해를 도출하는데 시간적으로나 정보 정확성 측면에서 제한점을 가지고 있다. 따라서 그림 5와 같은 룰(rule)에 기초한 비즈니스 인텔리전스를 이용하여 자동화된 의사 결정과정이 기업 활동에 필수적으로 요구된다.

의사결정 과정은 먼저, 각 기업의 주요 생산 활동의 요소로써 나타나는 핵심 성능 지표(KPI)에 기초한 관심 키워드에 따라 데이터하우스에서 키워드 단위 데이터 테이블(Keyword-base table)을 구성한다. 이 키워드 단위 데이터 테이블들을 비즈니스 요구 우선순위에 기초하여 주기적 또는 비주기적(이벤트 기반)으로 최적화 분석(optimization analysis)을 수행한다. 이러한 분석결과가 선택적 대안들을 사용자에게 제공한다. 추가적인 키워드 참조와 더불어 사용자 또는 자동 의사결정이 이루어지고 의사결정 시스템은 잠정적인 시뮬레이션 결과에 따라 의사결정 반영 예측결과를 도출하여 사용자 또는 자동 피드백 루프에 의해 비즈니스 조건 파라미터를 만족시킬 때까지 반복적인 의사결정 과정을 수행한다.

이러한 비즈니스 인텔리전스 시스템의 정보 사이클은 실시간성 정보와 비실시간성 정보로 구분 적용된다. 또한 비즈니스 인텔리전스는 샘플 시나리오 및 도구를 구성하여, 고객사 비즈니스 컨설팅 제안 및 결과물 프레임워크로 활용되며, BI 주요 기능으로는 DB/DW 확장 기반 분석 인터페이스, 지능적 의사결정 모듈, 리포트 기능, 모바일 확장 기능 등으로 구분될 수 있다.



[Fig. 5] BI System

이러한 비즈니스 인텔리전스 시스템의 정보 사이클은 실시간성 정보와 비실시간성 정보로 구분 적용된다. 또한 비즈니스 인텔리전스는 샘플 시나리오 및 도구를 구성하여, 고객사 비즈니스 컨설팅 제안 및 결과물 프레임워크로 활용되며, BI 주요 기능으로는 DB/DW 확장 기반 분석 인터페이스, 지능적 의사결정 모듈, 리포트 기능, 모바일 확장 기능 등으로 구분될 수 있다.

3. 결론

현재의 지식 정보화 사회는 IT를 기반으로 매우 급속하게 진화하고 있는 중이다. IT 기반의 사회 변화는 우리의 생활 환경 변화의 핵심으로 대두되고 있다. 제조생산 시스템 영역도 예외는 아니어서 좀 더 강력한 경쟁력 향상과 환경변화에 대한 능동적 적응력 강화등을 위한 노

력들이 요구되고 있다. 최근 들어 스마트 워크와 IT융합이 시대적 이슈로 등장하고 있다. 제조생산 기업에서 도입하고 있는 MES 역시 이러한 시장 변화에 부응하기 위해 스마트화 및 IT융합화를 실현해야하는 현실에 놓여있다.

본 연구에서는 기존 MES 시스템의 주요 특징 및 주요 이슈를 도출하였으며, 이를 기반으로 스마트 제조 실행 시스템을 구축하기 위한 시스템 구성, 시장 요구 사항 및 기술적 이슈, 향후 생산 정보 시스템의 방향을 제시하였다.

REFERENCES

- [1] Jean Vieille, "Manufacturing Information Systems: ISA-88/95 Based Functional Definition," MESA International, ISA and Psynapses, 2007.
- [2] MESA, MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities, 1997.
- [3] MESA, MES Explained: A High Level Vision, 1997.
- [4] ISA, <http://www.isa-95.com>.
- [5] Kang-Chan Lee, Syung-Yun Lee, "The Trends and Strategy of Standardization on Cloud Computing", Internet&Information Security, pp.3-17, 2012.
- [6] DAVID BRESSLER, "The Impact of Cloud Computing on Enterprise Architecture," Cloud Computing Journal, VOL. 2 ISSUE 3, pp.10-12, MAY/JUNE 2009.
- [7] Simon , A. and Shaffer, S., Data Warehousing and Business Intelligence for E-commerce., Morgan Kaufmann Publishers, San francisco, 2001.
- [8] Jesus M. Hermida, Santiago Melia, Andres Montoyo, Jaime Gomez, "Applying Model-driven Engineering to the Development of Rich Internet Applications for Business Intelligence., Information Systems Frontiers, Vol. 15, No. 3, pp. 411-431, 2012.
- [9] Malu Castellanos, Florian Daniel, Irene Garrigos, Jose-Norberto Mazon, "Business Intelligence and the Web", Information Systems Frontiers, Vol. 15, No. 3, pp. 307-309, 2013.

이 성 훈(Seong-Hoon Lee)



- 1998년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 (이학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수.
- 관심분야 : 분산 시스템, 무선 통신, 유전 정보, 웹서비스
- E-Mail : shlee@bu.ac.kr

이 동 우(Dong-Woo Lee)



- 2005년 2월 : 고려대학교 전산학과(이학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수
- 관심분야 : 웹기반 분산시스템, 능동 시스템, 데이터베이스
- E-Mail : dwlee@wsu.ac.kr