

스마트공장 고도화 인공지능(AI) 분석 서비스 안내

**MSAW (Manufacturing Plant
Situation Awareness)**

세계적인 추세

● GE 프레딕스(Predix) 클라우드 플랫폼

Source: <https://www.predix.io/>

Connectivity



센서에서 서비스 연결

센서에서 주요 산업 데이터를 수집하여 Predix 클라우드로 전송

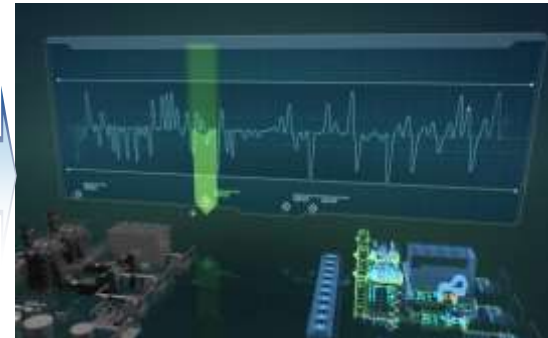
Cloud Services



서비스 구현

클라우드 서비스 개발 도구를 활용
고객의 문제를 해결하는
엔지니어링 서비스까지 지원

Applications



앱 전달 및 확장

Predix 클라우드를 사용하여
안전한 환경에서 확장 가능한
서비스와 End to End 응용
프로그램을 배포



지멘스의 마인드스피어, 제조 산업에 IT시스템을
결합하여 생산시설들이 네트워크화돼 지능형 생산
시스템으로 진화하는 스마트 공장 추진

우리의 제조공장을 위해

낮은 스마트공장 수준을 견인

● MSAW로 4차 산업 혁명을 리딩

- 인공지능(AI)을 통해 공정 상황의 빅데이터를 분석하고 시뮬레이션하여 미래의 제조 상황을 예측
- 중간1 단계 이하가 90% 이상인 현 스마트화 수준을 지원
- 모든 대상의 고도화 지향이 아닌, 각 수준별로 필요하고 가능한 고도화 방법론 적용

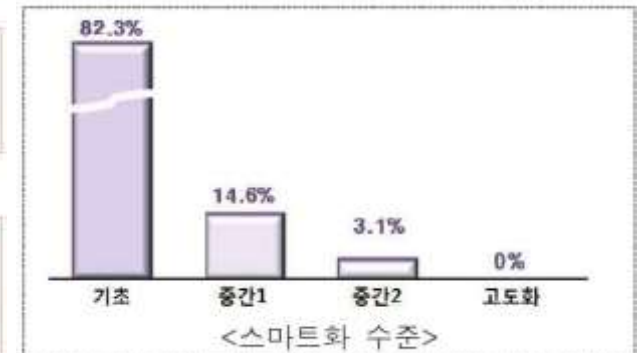
스마트공장 수준별 플랫폼(reference model)					
	현장자동화	공장운영	기업지원 관리	제품개발	공급사슬 관리
고도화	IoT/OS 기반의 CPS화				
	IOT/OS화	IoT/OS(모뎀)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영		빅데이터/설계-개발 가상 시뮬레이션/3D프린팅	인터넷 공간상의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
중간수준2	설비제어 자동화	실시간 공장제어	공장운영 통합	기준정보/기술 정보 생성 및 연결 자동화	다품종 개발 협업
중간수준1	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기준정보/기술 정보개발 운영	다품종 생산 협업
기초수준	실적집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개발 운용	CAD 사용 프로젝트 관리	단일 모기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

기초수준 : 기초적 ICT를 활용한 정보수집 및 이를 활용한 생산관리 구현

중간수준1 : 다양한 ICT를 활용한 설비 정도 자동 획득, 협력사와 고신뢰성 정보를 공유하여 기업운영 자동화 지향

중간수준2 : 협력사와 공급사슬 및 엔지니어링 정보공유, 제어자동화 기반 공정 운영 최적화, 실시간 의사결정

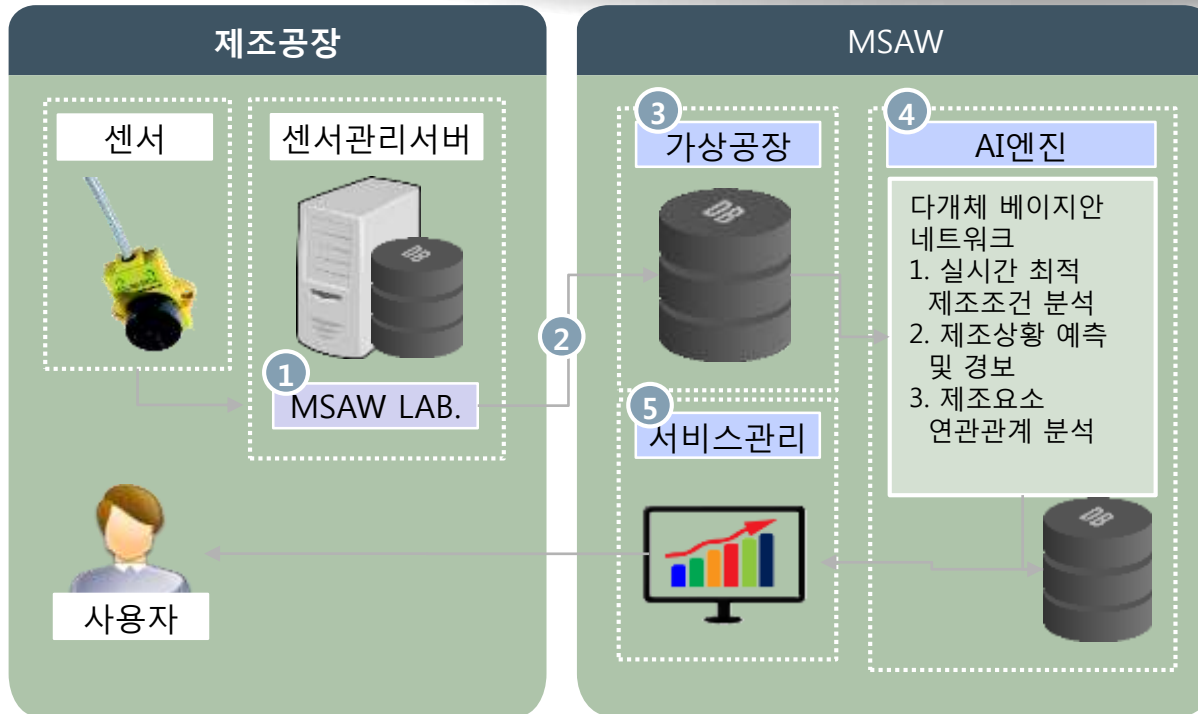
고도화 : 사물/서비스/비즈니스 모듈 간 실시간 대화체제 구축, 사이버공간상에서 비즈니스 실현



자료 : 대한상공회의소

기사: <http://www.msdkr.com/news/articleView.html?idxno=1101>

MSAW 서비스를 위한 구성



서비스 관리 5

- 제조공자의 본 서비스 사용자는 웹 서비스 또는 웹 페이지를 통해 분석결과 사용
- 일반적인 웹 결과 뿐만 아니라 Rest Full 기술을 통해 분석 결과를 제공함
- 서비스 관리는 제조사에 대한 관리 및 제조사가 본 서비스를 사용하는 것에 대한 관리를 포함

AI추론엔진 4

- 다개체 베이지안 네트워크 기술을 활용하여 CFS의 자료를 기초로 다양한 분석 결과를 얻을 수 있는 기능
- 속도와 정확도를 주안점으로 하여 개발된 AI 추론엔진은 센서데이터를 받아 추론 후 서비스관리모듈에 결과 제공

가상공장(CFS) 3

- CFS는 제조공장의 모습을 가상의 공간에 구성하는 개념으로 사용자(필요시 Eng'서비스)가 서비스 참조모델(SRM)을 기반으로 CFS를 모델링 함
- 모델링 된 CFS는 CFS DB에 저장
- CFS DB에 있는 가상공장시스템 모델은 AI 추론엔진에서 사용되고 현재 공장 상태를 가상으로 보는데 사용

MSAW LAB. 1

- MSAW에서 제공하는 Library로서, 센서정보를 MSAW에 전송
- 사용자의 다양한 센서 환경을 감안하여 DLL, WEB source (jsp,php,asp) 등의 API를 제공
- 센서정보를 MSAW에 전송하는 기술이 없는 업체에 대해서는 엔지니어링 서비스 제공

센서정보전송 2

- MSAW의 Library를 이용하여 센서정보를 전송
- 상당량의 부하량이 예상됨으로 L4와 같은 장비등으로 로드밸런싱 방식을 적용
- 초기 본 서비스는 아마존 웹 서비스를 이용 데이터 부하와 보안문제 해결

MSAW 서비스 흐름

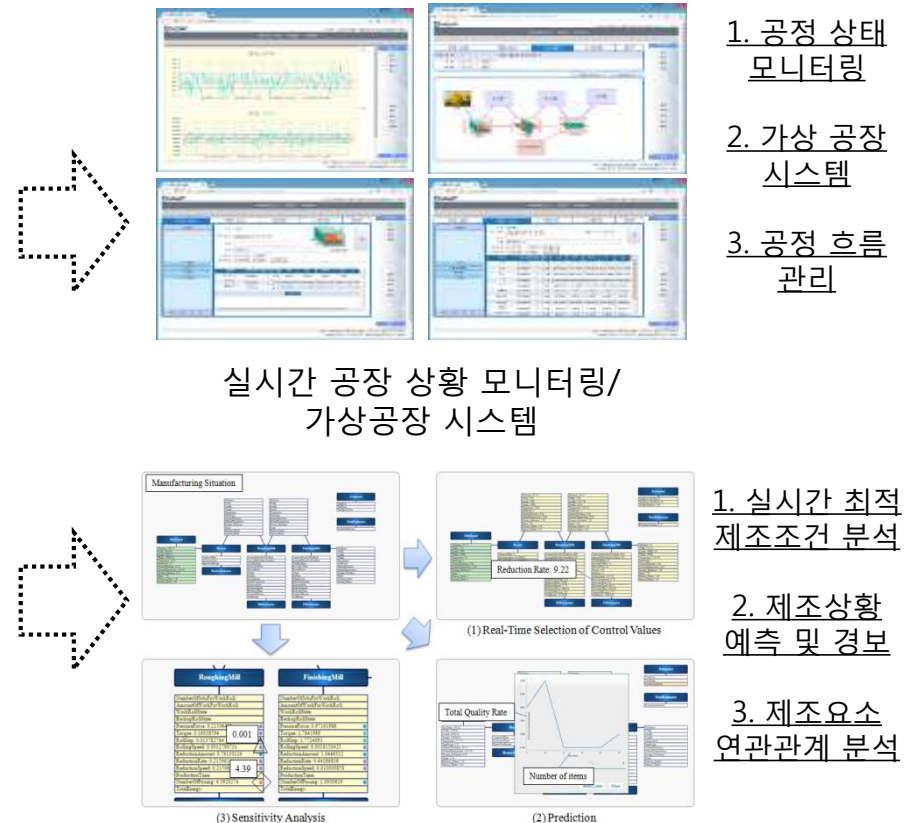
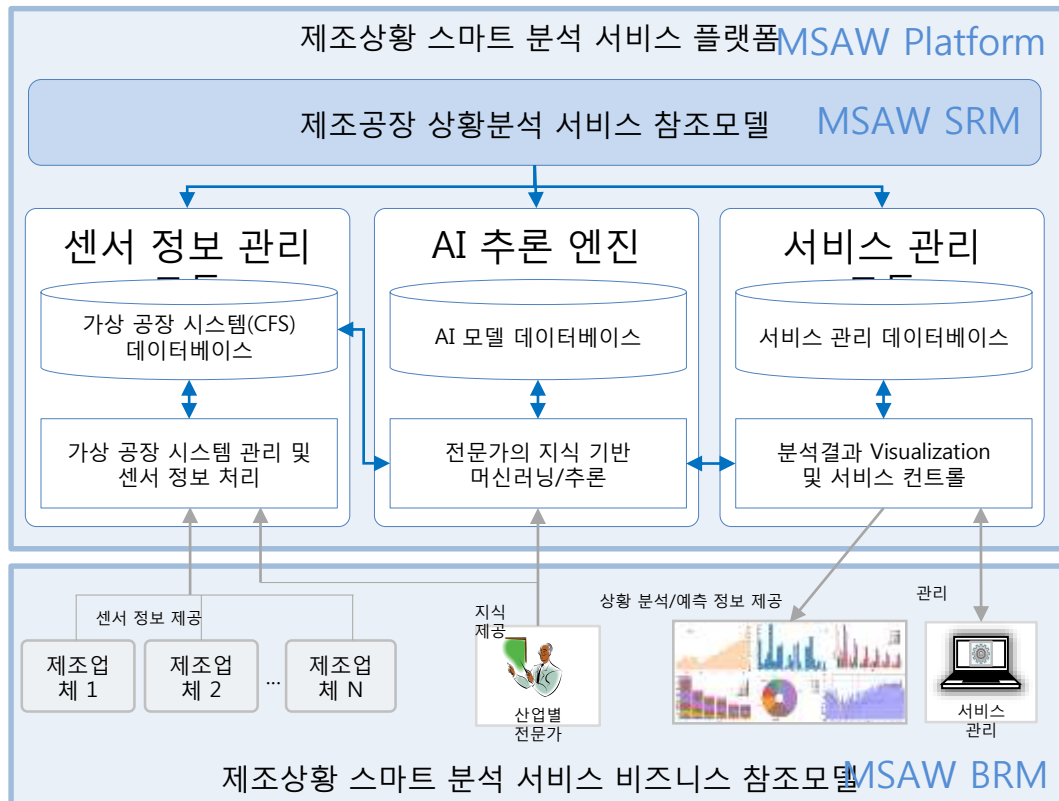
제조공장의 제조상황을 실시간으로 분석하고 문제 발생 예측과 예방통제



MSAW 기능 영역

클라우드 기반으로 인공지능 분석 서비스를 제공하는 플랫폼으로
제조공장의 QCD 개선 및 문제해결

- (1) 센서로부터 오는 데이터를 관리하는 센서 정보 관리 모듈
- (2) 센서 정보를 이용하여 상황 분석 및 예측을 하는 AI 상황분석 및 예측 엔진
- (3) 전체 서비스를 관리, 분석된 결과를 사용자에게 제공하는 서비스 관리 모듈



인공지능 분석

MSAW 서비스 내용

Function 1. 실시간 최적 제조조건 분석

- 센서를 통해 실시간으로 변동하는 제조 환경/조건 정보(온도, 속도 등의 입력 재료상태 등)들을 입수
- 다중 제조목표(제조속도 증가, 에너지소모 감소, 결함 감소 등)들을 달성하기 위한 (롤갭, 압하력, 회전 토크 등의) **최적 제어조건들을 실시간으로 제공**



Function 2. 제조상황 예측 및 경보

- 현재 및 예측된 미래 제조상황을 확률정보로 보고하는 기능
- **사고/고장/불량/재고부족/제조기간연장 등의 분석정보 제공**

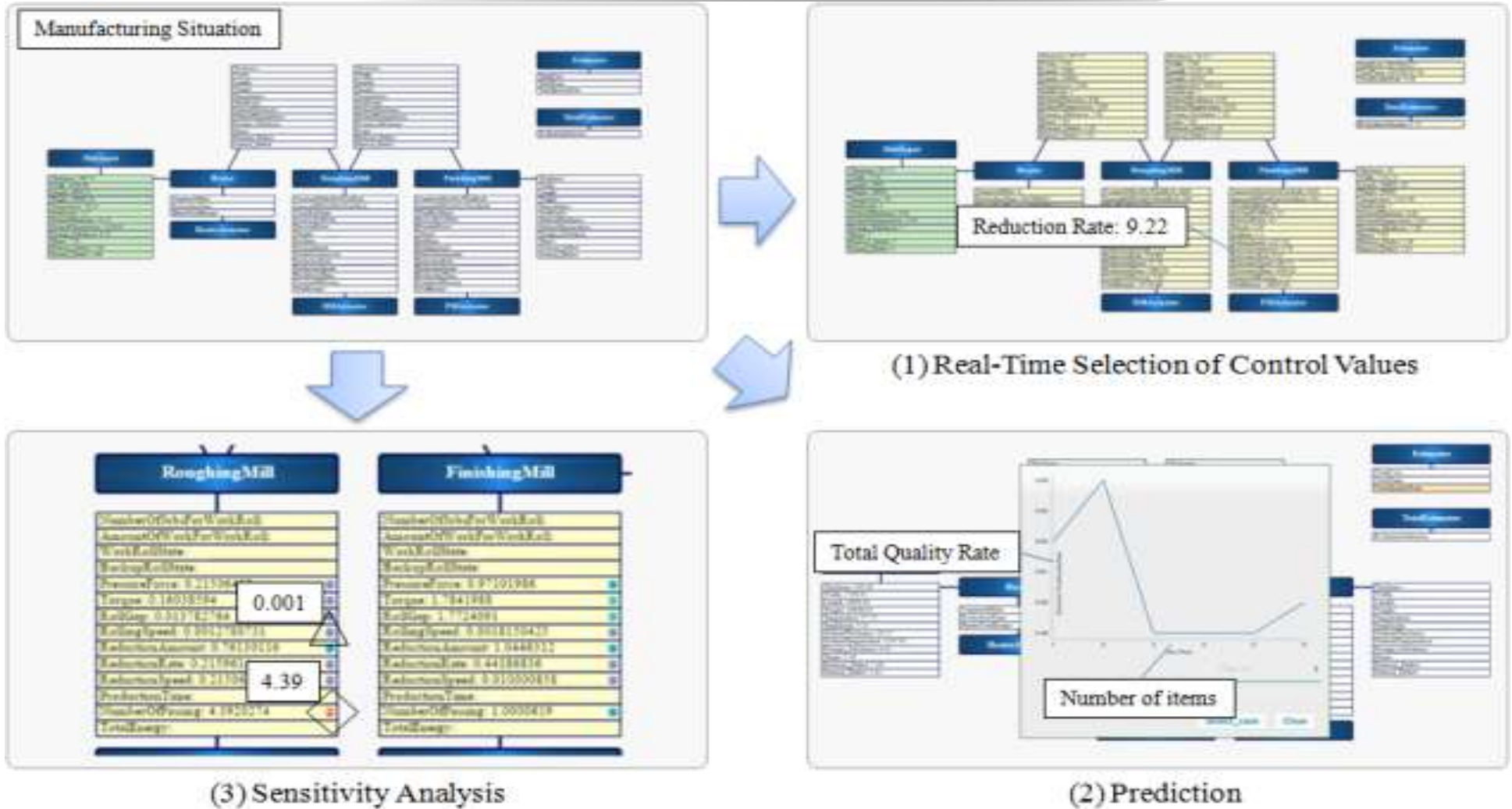


Function 3. 제조요소 연관관계 분석

- 머신러닝을 통해 기존에는 알지 못했던 **제조요소들 사이의 연관관계**를 찾아 그 연관정도에 대한 정보를 제공
- 예) 생산량 감소에 대한 원인인 제조 및 환경 요소를 찾고 **그 영향의 수준을 제공**



P사 후판 압연공정 적용하여 효과 입증





P사 압연공장 인공지능(AI) 분석 서비스 사례

MSAW 비즈니스 참조모델(BRM)

압연공장 비즈니스 요구사항

재료

- 박물 광목(T5)
- 특수 소재

품질

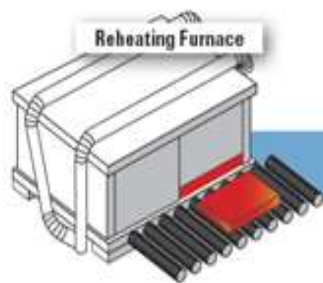
- 두께
- 표면결함(이물질)
- 표면결함(Crack)
- 1차 스케일(소둔로)
- 2차 스케일(압연시)
- 평탄도
- etc.

생산성

- 제조속도 증가

에너지 비용

- 열손실



가열로



조압연(Roughing Mill, RM)



사상압연(Finish Mill, FM)

철강 압연 제조 설비

시장(고객) 요구

- 품질
- 비용
- 납기

MSAW 비즈니스 참조모델(BRM)

압연공장 비즈니스 요구사항

재료

- 박물 광목(T5)
- 특수 소재

품질

- 두께
- 표면결함(이물질)
- 표면결함(Crack)
- 1차 스케일(소둔로)
- 2차 스케일(압연시)
- 평탄도
- etc.

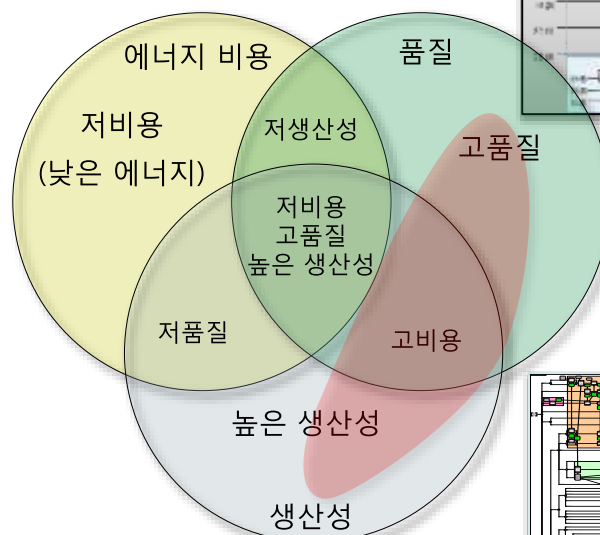
생산성

- 제조속도 증가

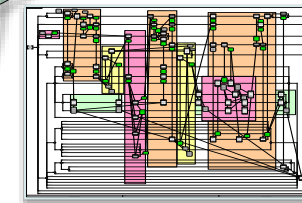
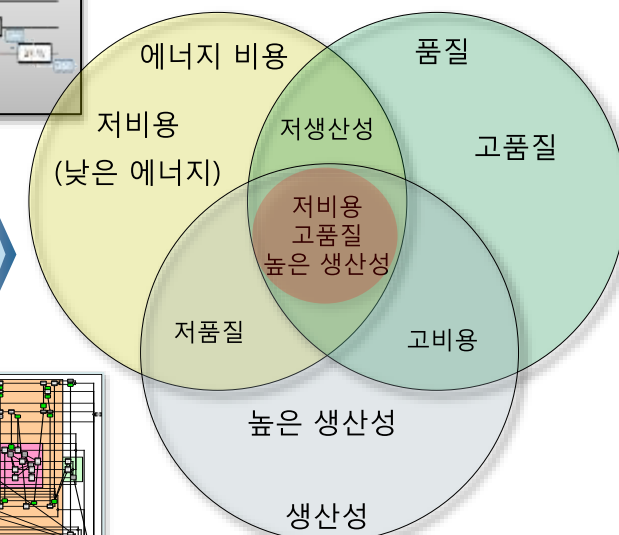
에너지 비용

- 열손실

기존 강종 생산 분포 현황
(품질, 생산성 편차 높음)



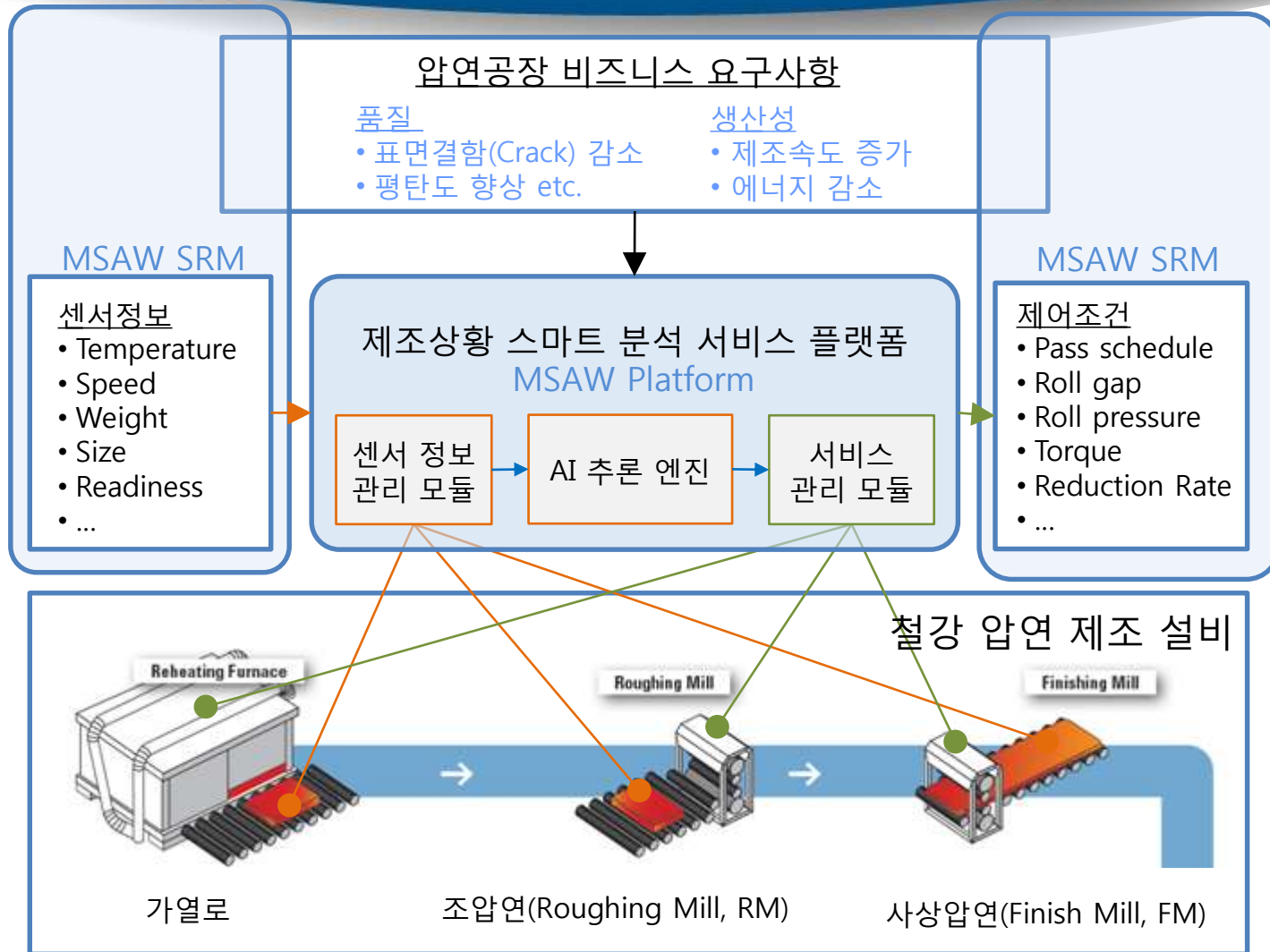
제조조건 평가기법을 적용한
강종 생산 예상 분포



철강 압연 제조 공장



시스템 요구사항 개발(BRM to SRM)



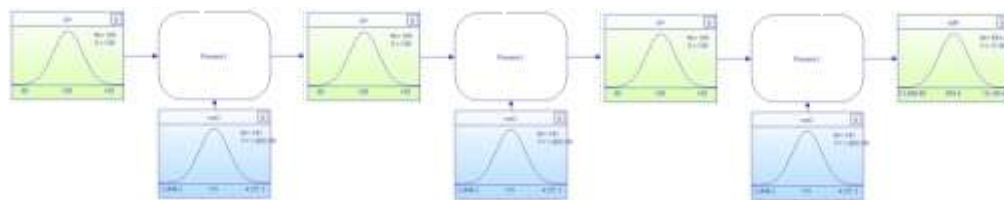
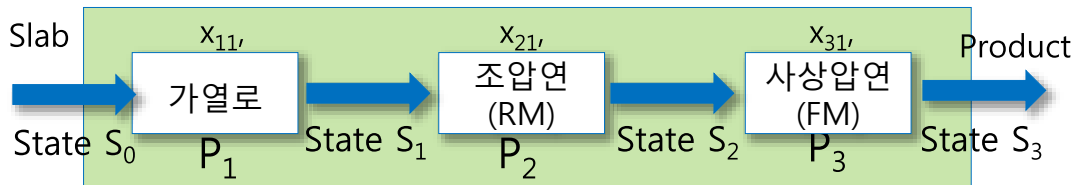
MSAW 서비스 참조모델(SRM)

제조업 별 전문지식이 포함 상황분석

철강 압연 제조 공장



System Functional Model



참조 가상공장시스템 (Reference CFS) 설계

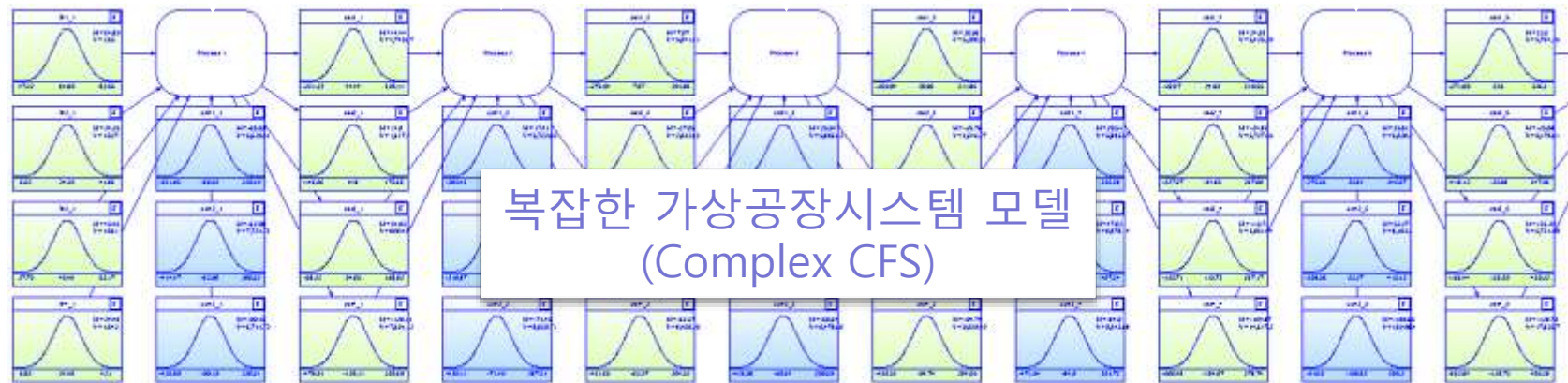
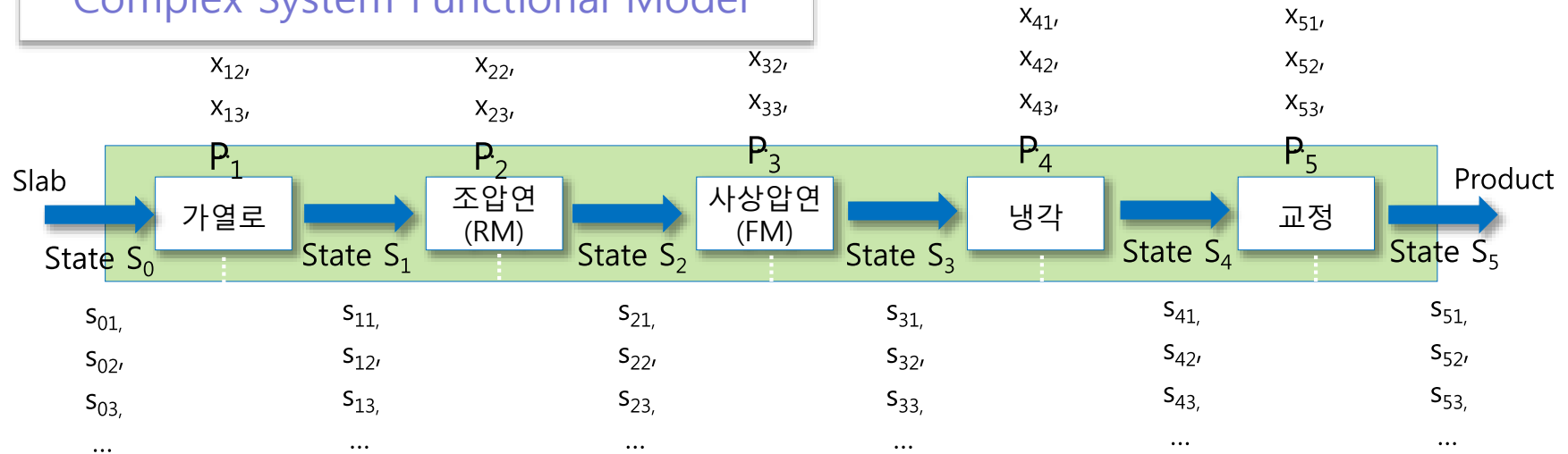
[System Functional Model]

- 압연공장 요구사항(평가항목)-
공정인자 간 관계 분석을 통해
주요인자 식별
- ➔ 필요정보(필요 센서 데이터) 정의 및
불필요 정보 판단(복잡성/처리량 감소
목적)
- 각 단위공정(P_k)의 주요공정인자($x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}, \dots$)
- 단위공정 사이 강의 상태(s_j)에 대한
상태인자(s_{j1}, s_{j2}, s_{j3})
- 평가항목 정의 { 품질(Y_1), 생산성(Y_2),
에너지비용(Y_3) }
- 생산평가 세부요소 식별 (예시 : 품질 $Y_1 = \sum y_{1i} : y_{11}$ 두께품질, y_{12} 평탄도, y_{13} 크라운,...)

가상공장시스템 (CFS)

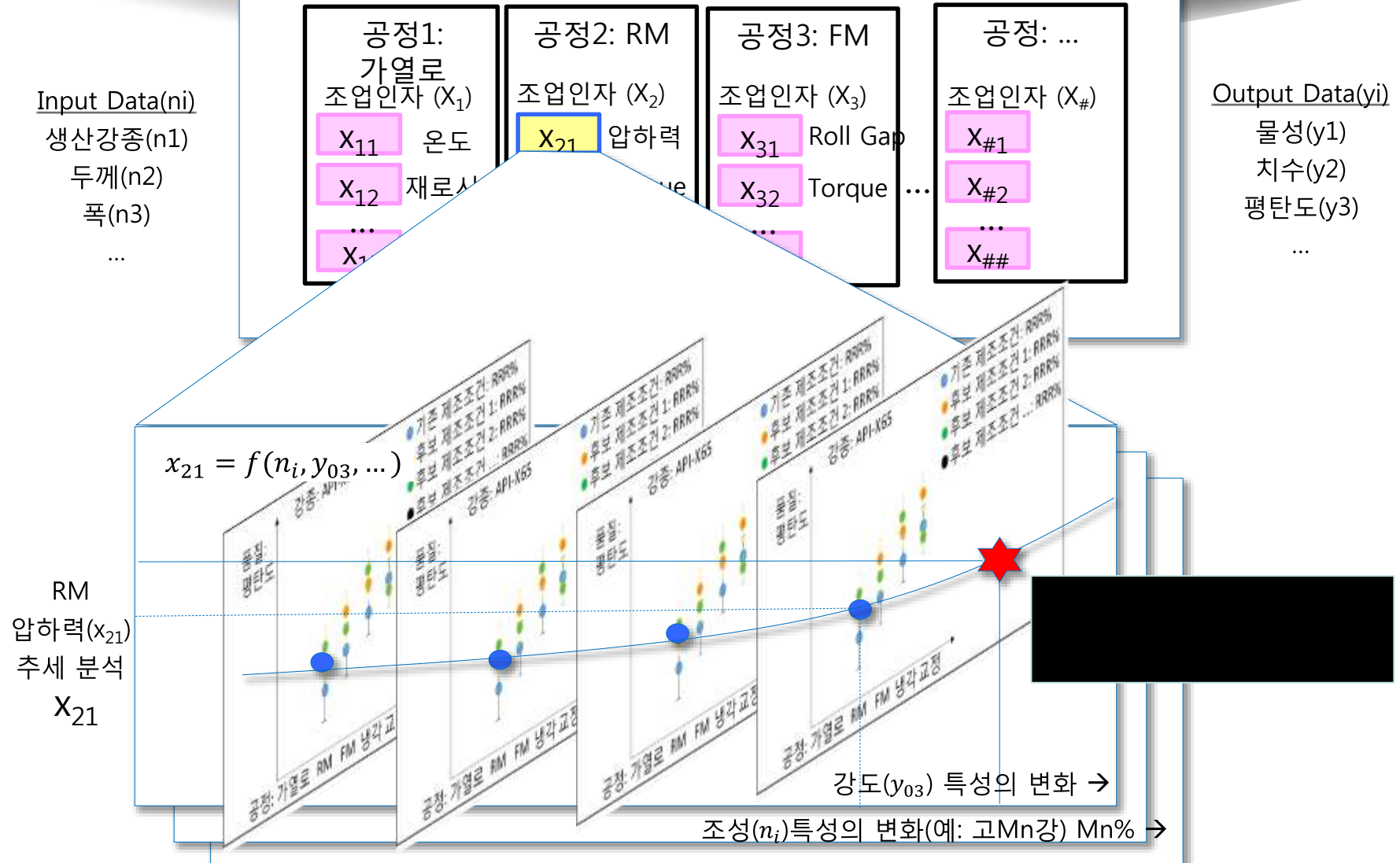
제조업 별 전문지식이 포함 상황분석

Complex System Functional Model



복잡한 가상공장시스템 모델
(Complex CFS)

미지의 최적 제조조건 예측





개발조직과 특화된 인공지능(AI) 기술

개발 조직

성공 필요 요소 확보



ENG' SW 개발 & 컨설팅

연구주관기관 SE Technology(주)

- 엔지니어링 경험 및 엔지니어링 SW 개발 경험 보유
 - 신뢰성 교육/컨설팅 및 분석 전문도구 Weibull-I 개발 및 판매,
 - 시스템엔지니어링 개념설계 전문도구
- 엔지니어링 SW 판매 경험 보유
 - 시스템 아키텍처 설계 전문도구 NoMagic사의 Magic Draw
 - 치수 및 공차 설계 전문도구 Sigmund



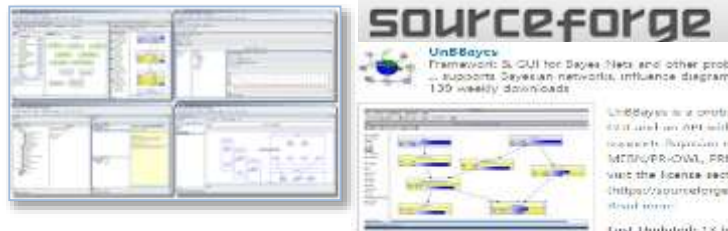
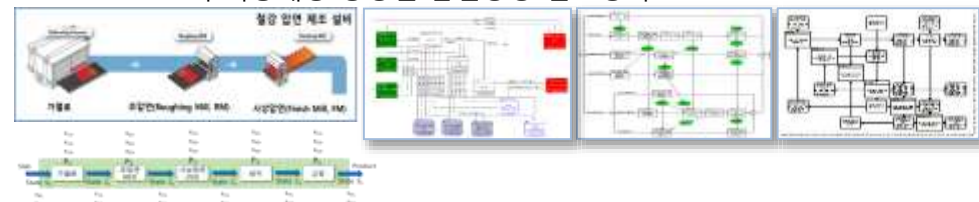
핵심엔진(MEBN) 개발



ENG' 컨설팅

공동연구자 POSTECH 엔지니어링대학원(GEM) 이종윤 교수

- 국내 엔지니어링 컨설팅 경험 다수 보유
- 초기 적용대상 공장인 압연공장 필요정의



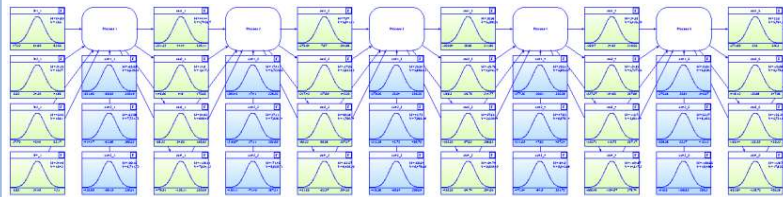
UnBBayes/MEBN SW 개발

다개체 베이지안 네트워크(MEBN)에 대한 모델링, 머신러닝, 그리고 추론 기능 재사용 가능
복잡하고 다양한 상황에 대한 확률적 분석을 할 수 있는 다개체
베이지안 네트워크(MEBN) 개발 및 미 국방성 연구과제에 활용

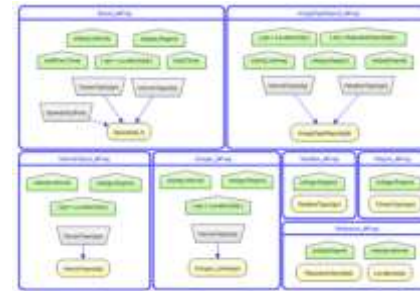


특화된 인공지능(AI) 기술

제조상황 스마트 분석 서비스 플랫폼



복잡한 가상공장시스템 모델
& 센서 데이터



다개체 베이지안 네트워크

1. 실시간 최적 제조 조건 분석
2. 제조상황 예측 및 경보
3. 제조요소 연관관계 분석
4. 공정 최적화

제조상황 분석



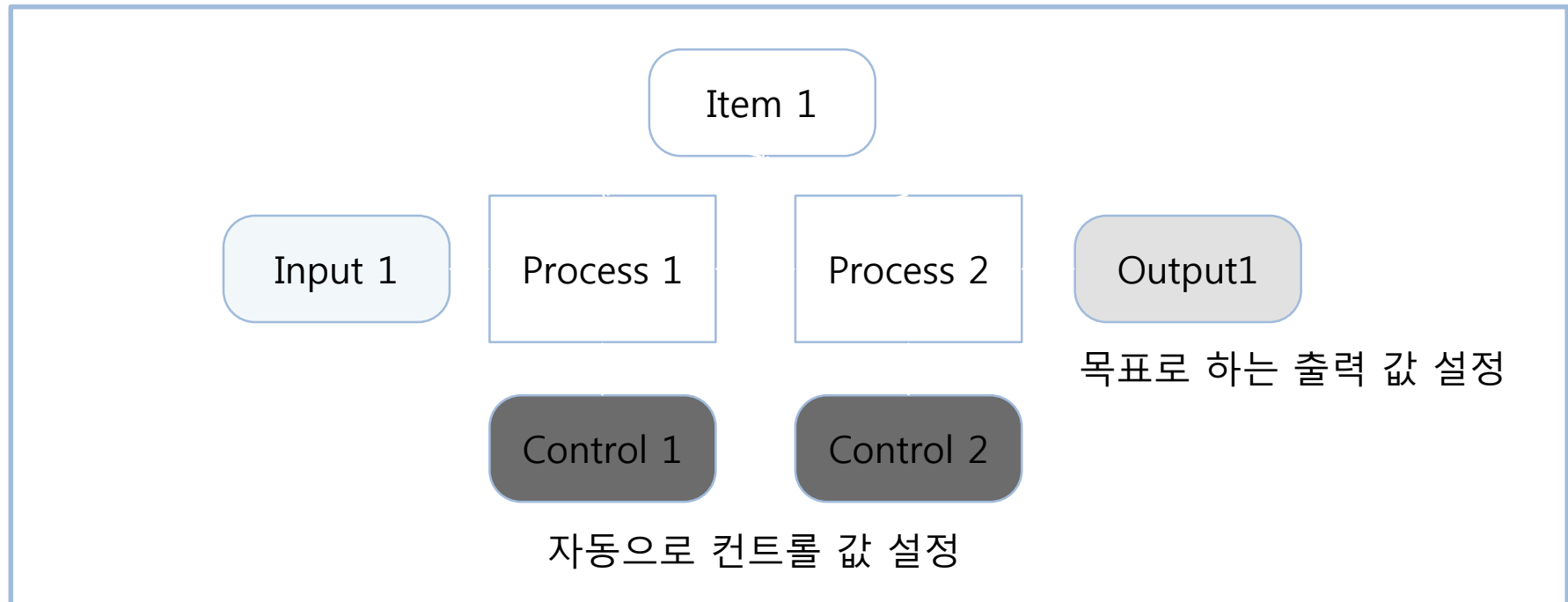
베이지안 네트워크

[MEBN] Laskey, K. B. (2008). MEBN: A language for first-order Bayesian knowledge bases. Artificial intelligence, 172(2-3), 140-178.

특화된 인공지능(AI) 기술

1. 실시간 최적 제조조건 분석 기능 (예)

다개체 베이지안 네트워크를 이용한 실시간 최적 제조조건 분석은 어떤 제조공정에서 목표로 하는 출력값(Output1)을 설정하면 실제 상황의 입력값(Input 1)에 대비하여 자동으로 컨트롤 값(Control 1 & 2)을 찾아주는 기능



[베이지안 네트워크 message passing 추론 알고리즘]

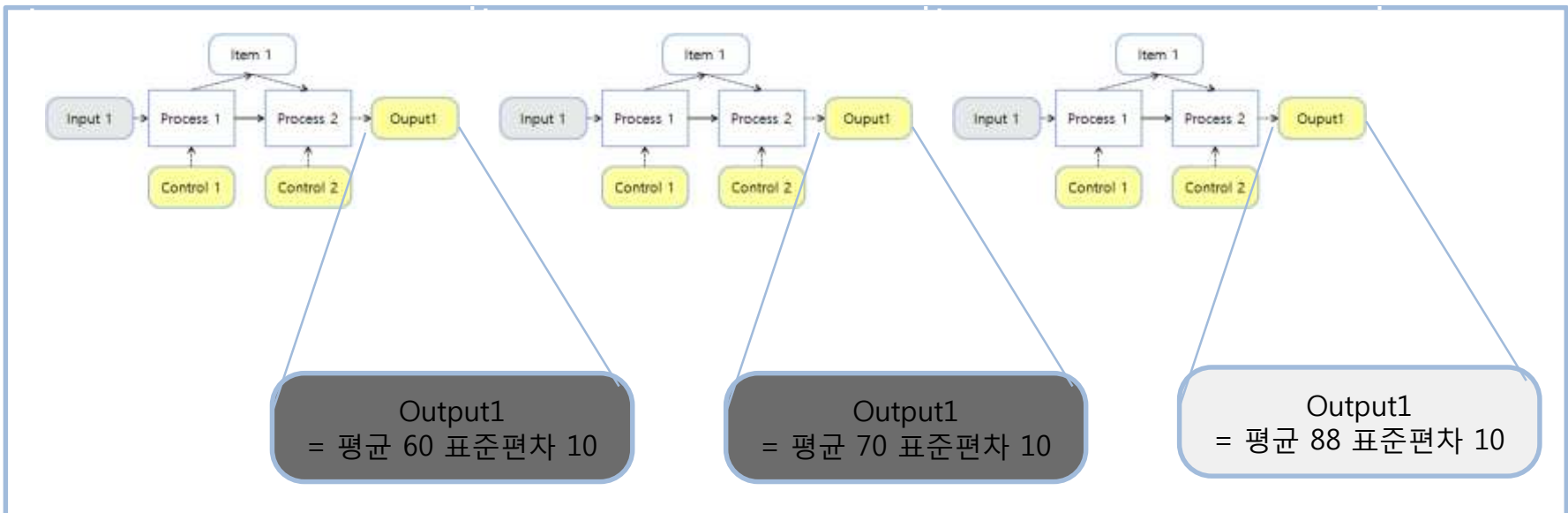
W. Sun and K. C. Chang, "Direct message passing for hybrid Bayesian networks and performance analysis," in Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition XIX, Florida, 2010.

특화된 인공지능(AI) 기술

2. 제조상황 예측 및 경보 (예)

다개체 베이지안 네트워크를 이용한 제조상황 예측 및 경보는 시간에 따라 변하는 어떤 출력의 예측값(Output1)이 어느 범위를 벗어나면 그 상황을 알리는 기능

예를 들어, 위 그림에서 현재 시간 $T=0$ 에 대해 추론엔진은 $T=1$, $T=2$ 의 모델을 생성하고 예측 출력값(Output1)을 지속 관찰. 만약 예측 출력값(Output1)이 이미 정해진 범위($0 < \text{Output1} < 80$)를 넘으면 그 상황을 알림. 즉 " $T = 2$ 에 예측 출력값이 30을 넘음"을 알림



[예측에 이용되는 동적 (Dynamic) 베이지안 네트워크]

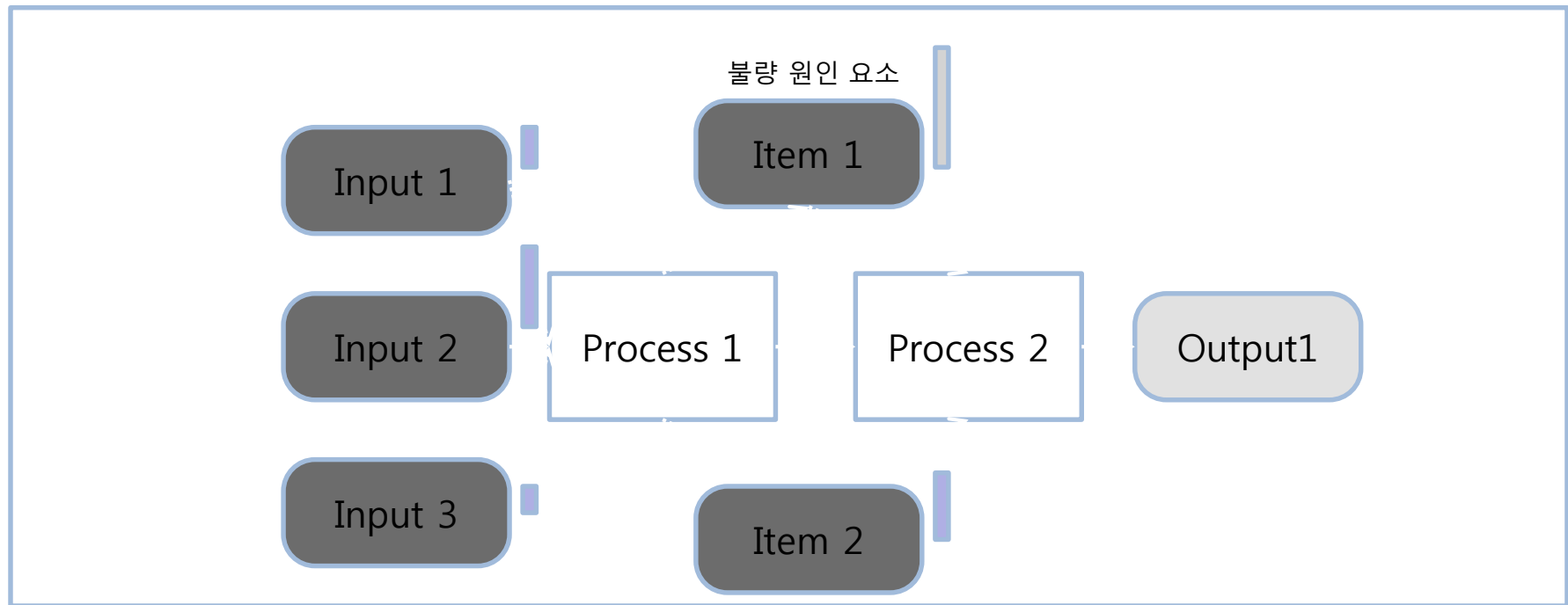
Murphy, K. P. (2002). Dynamic bayesian networks. Probabilistic Graphical Models, M. Jordan, 7.

특화된 인공지능(AI) 기술

3. 제조요소 연관관계 분석 (예)

제조요소 연관관계 분석은 어떤 노드(Input, Item, Output)이 다른 노드들에 의해 얼마큼 영향을 받는지를 분석하는 기능

예를 들어, 출력 값(Output1)에 대해 나머지 노드들이 각각 얼마만큼 영향을 주고 있는지가 수치로 나타남



[베이지안 네트워크 Sensitivity Analysis]

H. Caswell and N. S. Gassen, "The sensitivity analysis of population projections," DEMOGRAPHIC RESEARCH, vol. 33, no. 28, pp. 801-840, 2015.

U.S. Environmental Protection Agency, "Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Volume III: Part A," EPA, Washington DC, 2001.

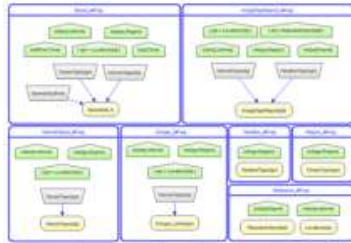
특화된 인공지능(AI) 기술

4. 다양한 공정 상황 생성으로 공정최적화 기능 (예)

스마트 공장의 목적 중에 큰 부분은 기존 제조 공정의 인자들을 자유롭게 변화시켜 고객 맞춤형 제품생산 할 수 있는 유연한 공정을 구성

본 AI 기술은 다양한 공정의 핵심 인자들을 자동으로 생성함으로써 최적 공정을 찾아 추천

제조 공정 모델을 표현하는
다개체 베이지안 네트워크

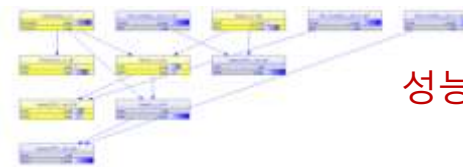


A형 공정 모델



비용: 34, 개발 시간: 10, 품질: 0.6

B형 공정 모델



비용: 54, 개발 시간: 12, 품질: 0.8

C형 공정 모델



비용: 67, 개발 시간: 16, 품질: 0.9

성능 비교를 통해 B 공정을
최적 공정으로 추천

[MEBN의 베이지안 네트워크 생성 알고리즘을 이용]

Laskey, K. B. (2008). MEBN: A language for first-order Bayesian knowledge bases. Artificial intelligence, 172(2-3), 140-178.

제조공장 인공지능(AI) 기술 실적

수행 프로젝트

사업 명칭	연구 책임자	사업기간	수행기관	사업기관
제조공장 제조상황 실시간 분석 및 예측을 위한 클라우드 기반 서비스 플랫폼 개발	임관택	2016.12.01 - 2017.05.31	에스이테크놀로지 Postech GEM, GMU	산업부(Fund)
SE기반 차기 군 위성통신체계 아키텍처 구축 사업 (체계 개발)	임관택	2015.01.01 - 2018.12.31	에스이테크놀로지	국방과학연구소 LIG넥스원
Big Data 통계모델 기반 후판 제조조건 평가 기법 개발	이중윤	2017.01.01 - 2017.12.31	Postech GEM	Posco
고로 ENG'DATA와 SYSTEM ENG'을 결합한 FEED PACKAGE 개발	이중윤	2017.01.01 - 2017.12.31	Postech GEM	Posco
Inference Enterprise Multi-Modeling	Laskey	March, 2016 - Present	GMU	IARPA
Predictive Situation Awareness for Smart Manufacturing	Laskey	December, 2016 - May, 2017	GMU	SE Technology et al.
Context-Based Decisions with Multi-Entity Decision Graphs High-Level Fusion	Laskey	May, 2014 - August, 2015	GMU	ONR
Crowdsourced Decision Support for Disaster Response	Laskey	April 2012 - March 2013	GMU	MITRE
Predictive Situation Assessment with Multi-Entity Probabilistic Ontologies	Laskey	November 2008 - October 2011	GMU	ONR
Counter Improvised Explosive Device (IED) Research	Laskey	September 2007 - September 2011	GMU	JIDO et al.
Evaluation of Advanced Automated Geospatial Tools: Joint Geospatial Intelligence Services	Laskey	November 2006 - December 2009	GMU	U.S. Army
Predicate Logic Based Assembly of Situation-Specific Models for Battlespace C2 Assistance (PLASMA)	Laskey	July 2004 - January 2005	GMU	ONR et al.
Modeling the Insider Threat	Laskey	August 2003 - July 2005	GMU	ARDA et al.
Advanced Systems Support	Laskey	February, 2002 - November 2005	GMU	MDA et al.
Advanced Algorithms for Missile Defense	Laskey	August, 2006 - November 2005	GMU	MIT Lincoln Labs
Multivariate Models for Manpower, Personnel and Training	Laskey	June, 1999 - February, 2002	GMU	ONR



에스이 테크놀로지(주)

Systems Engineering Technology.

감사합니다.

서울시 금천구 가산디지털2로 115번지
대륭테크노타운3차 411호
(070) 4477-1100 www.se2u.com