

설비 최적 운영과 안전 향상을 위한

지능형 통합 설비 통합 관리

Smart Safety Management Solution for Facility

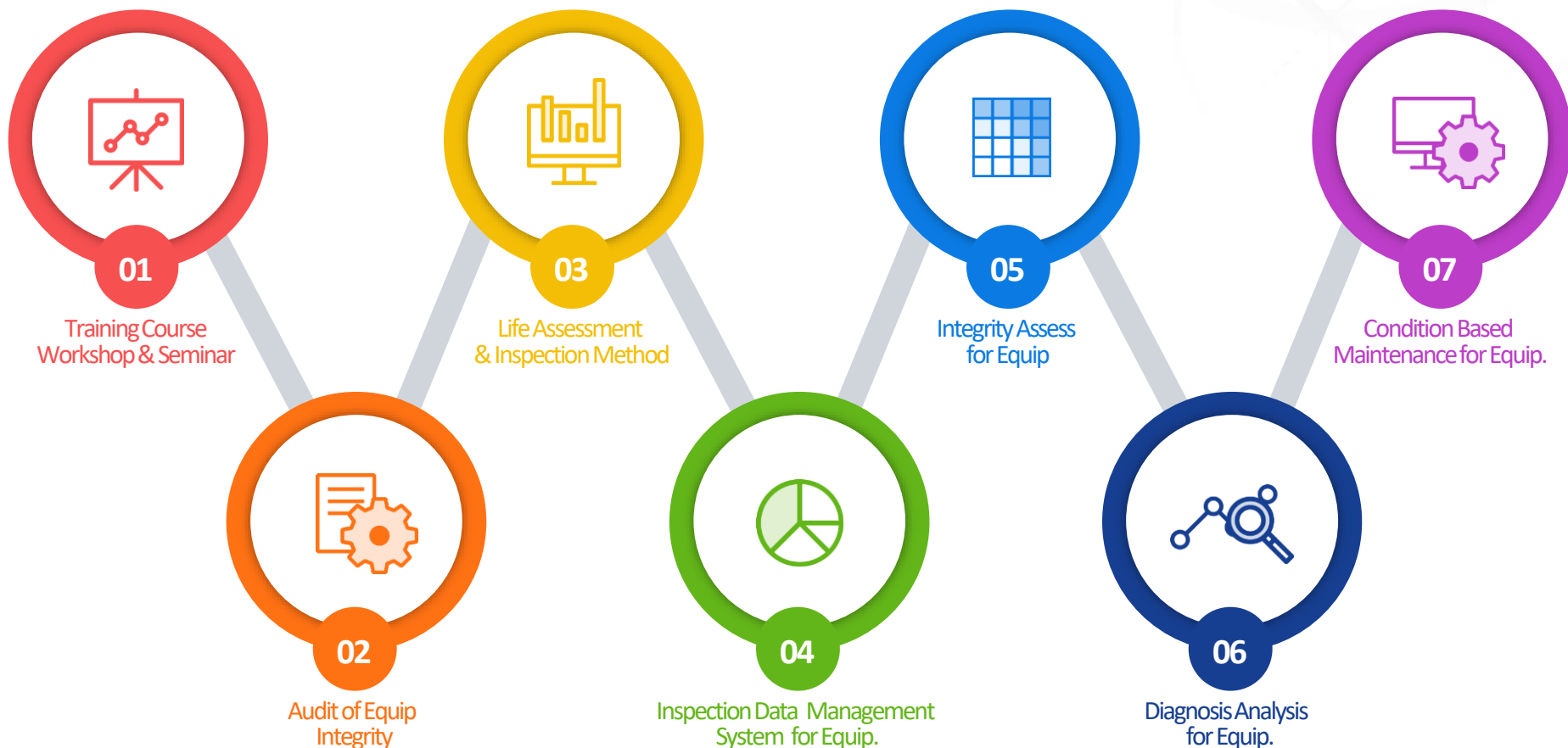


1 설비안전관리 솔루션 개요

Smart Safety Management Package Solution for Process Plant

플랜트 최적 관리 기술 개요

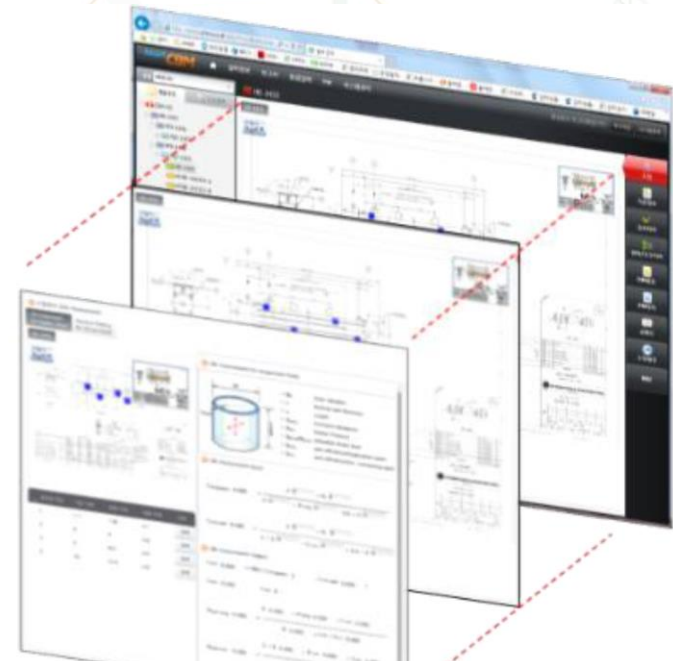
최고의 제품 생산과 설비의 RAMS 향상 (Reliability, Availability, Maintainability & Safety)을 위해
Preventive Maintenance(예방점검)에서 Predict Maintenance(예측 점검) 기술과 working process 도입 필요
이를 위해서는 요소 기술을 정의하고 단계별로 필요 기술을 도입하고 안정화하는 장기적 시각과 Road Map이 요구됨



A. 도면 관리 및 전문 기술 정보 관리 시스템 (Drawing Information System)

A : [도면 관리 시스템 (Drawing Information System)]

1. DWG, 이미지 포맷의 도면 parsing 엔진
2. 변경 내역 이력 관리
3. P&ID, PFD 내 설비, 배관 자동 객체화
→ P&ID 및 PFC 내 ED(engineering drawing) ISO drawing위치 link
4. 도면 내 메모 삽입
5. 검사 포인트 추가/수정/삭제 및 이력 추적
6. Technical Report 및 관련 문서 관리
7. 도면 배포 및 출력 관리
8. ERP 연동(W/O 생성, 자제 등록 등)

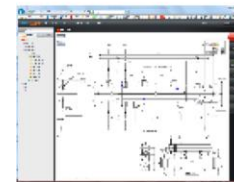


설비 및 공정 안전 통합 관리 시스템 기본 Platform



B : [기술 정보 및 파일 관리 시스템(Technical Data Information System)]

1. 도면 및 설비 코드와 연동 관련 정보 연계 관리
2. 문서 분류 및 코드 체계 기반 일반 전문 기술 정보 관리
3. 자료실 기반 문서 파일 관리 및 문서 뷰어, 이력 관리
4. MS Office, 한글, PDF 등 멀티 포맷 변환 컴퍼넌트 지원 가능



도면 정보



검사 이력 및 Master 정보



정보 관리

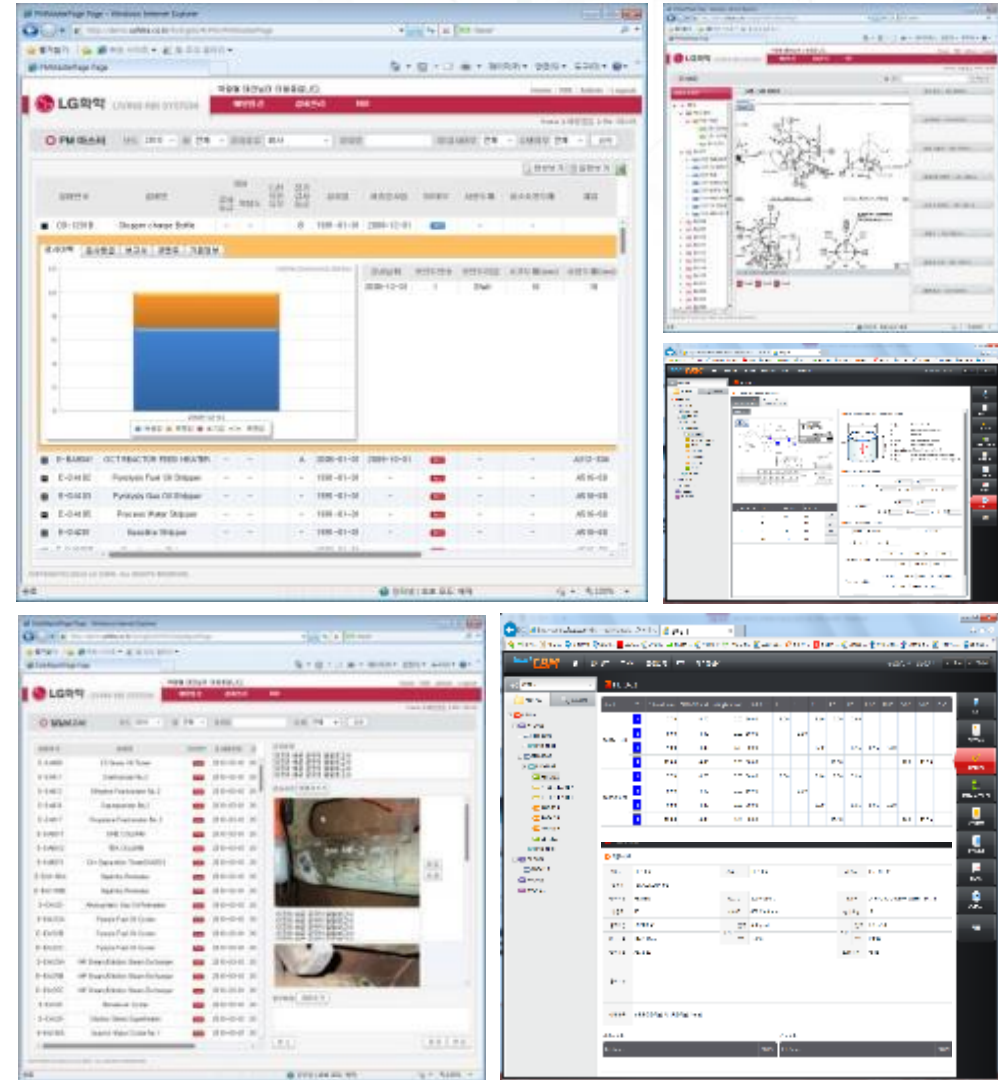
B. 설비 검사 데이터 & 이력 관리 시스템 (Inspec. Data Management System)

C. [설비 검사 데이터 & 이력 관리 시스템 (Inspec. Data Management System)]

1. 설비 Hierarch 정의
2. 설비 Drawing 관리 모듈
3. 설비 검사 데이터 Parsing 모듈
4. 설비 수명 평가 모듈
5. 일, 주, 월 단위 보고서 생성 모듈
6. 검사 일정 계획 관리 지원 모듈

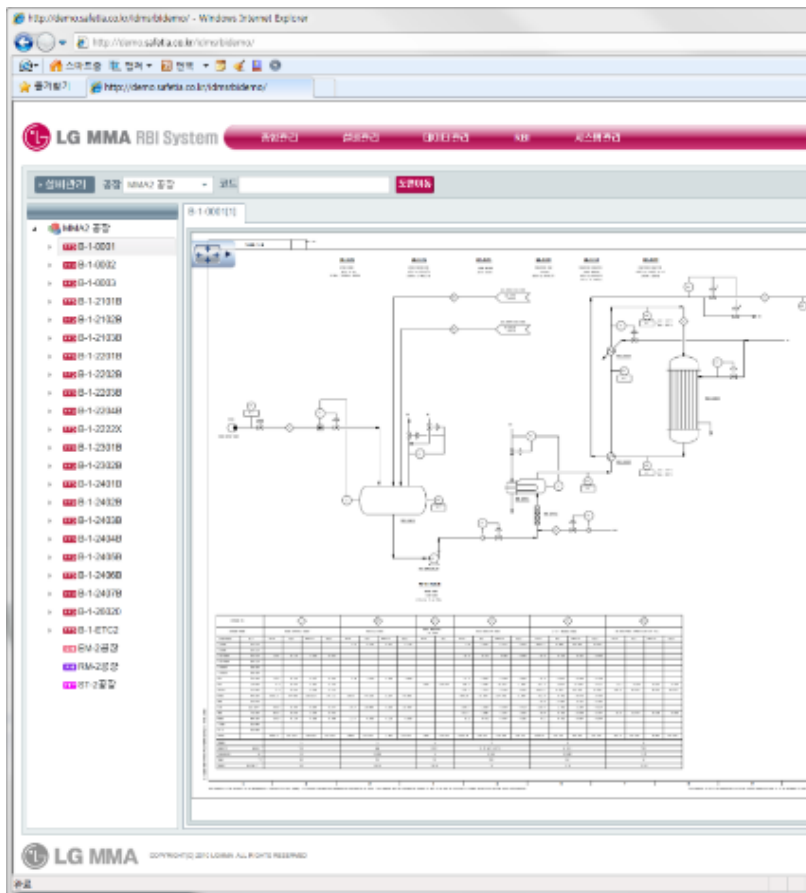
구축 기관의 설비 검사 업무 Process를 기반으로 검사 데이터 관리/분석 기술에 대한 노하우를 더하여 시스템을 구축

- 배관 건전성 평가를 고려한 배관 관리 단위 및 Hierarchy 정의
- 도면을 기반으로 설비의 손상 위치와 관리 Point를 정의할 수 있도록 도면 Content 취합, 생성, 정리 및 모듈 개발
- Field에서 생성되는 검사데이터를 시스템에 반영하고 입력 및 측정 오류를 Validation 할 수 있는 Parsing 모듈 개발
- 데이터 분석 도구 및 이후 RBI에 대응할 수 있는 데이터 가공

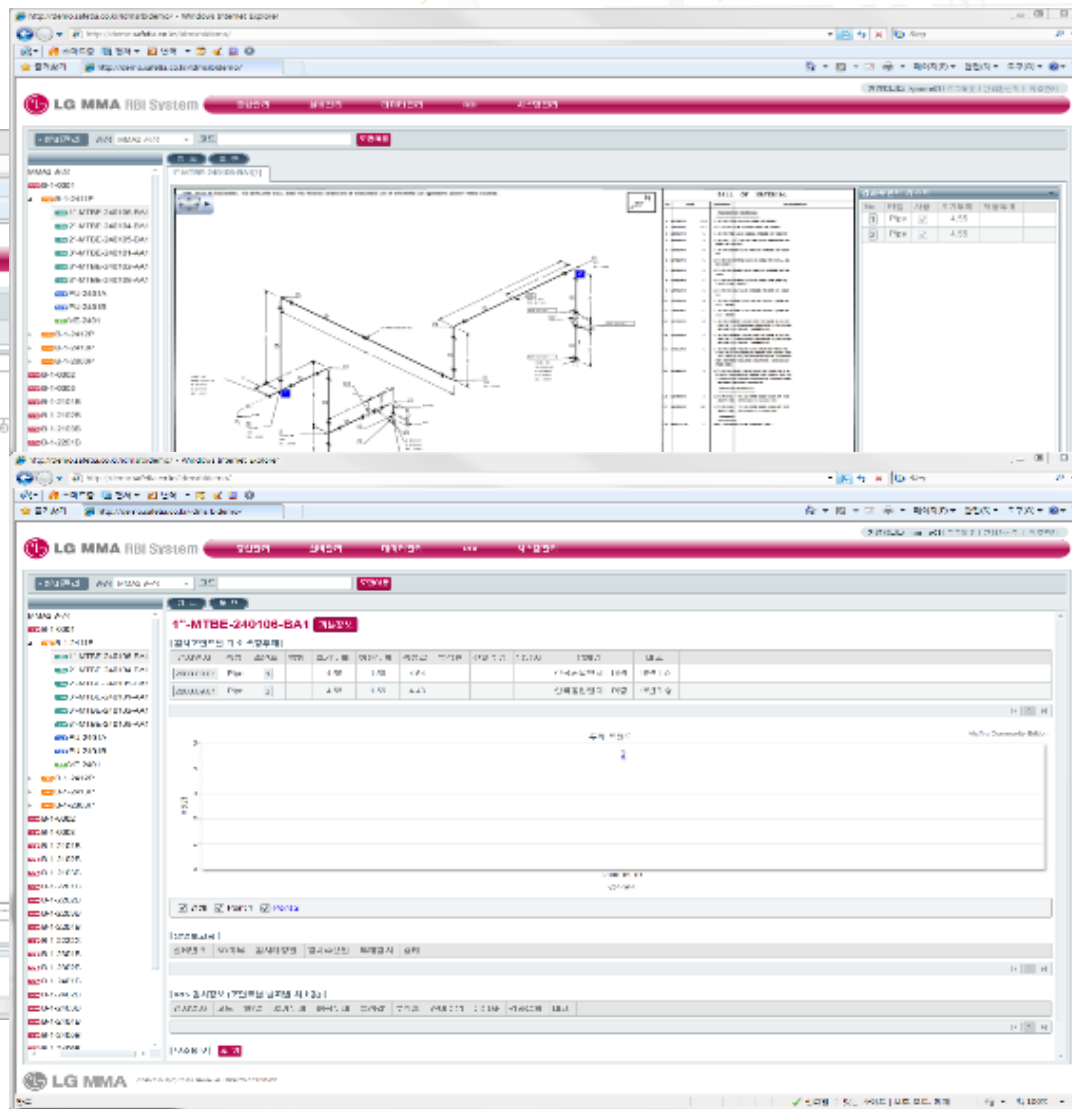


B. 배관 검사 데이터 & 이력 관리 시스템 (Inspec. Data Management System)

Applications



The screenshot displays the LG MMA RBI System interface. On the left, a tree view lists various equipment IDs such as 100B-1-0001 through 100B-1-2438, along with 1-ETC2, 1-ETC3, 1-ETC4, and 1-ETC5. The main area shows a complex piping diagram with various components like tanks, pumps, and valves. Below the diagram is a data table with multiple columns, likely representing inspection parameters or equipment details.



The top screenshot shows the LG MMA RBI System interface with a piping diagram. A table on the right lists inspection data:

No.	Item	Value	Unit	Remarks
1	Pipe	4.55		
2	Pipe	4.55		

The bottom screenshot shows a detailed view of a specific equipment item, 1'-MTBE-240108-BA1. It includes a table of inspection results:

Category	Item	Value	Unit	Remarks
CORROSION	Per	3	mm	1.4~1.2mm (1.0mm) 이하
	Per	3	mm	1.4~1.2mm (1.0mm) 이하

Below the table is a graph showing a trend over time, with the y-axis labeled 'mm' and the x-axis labeled 'Year'.

c. 설비 건전도 평가기술 (Integrity Assessment)

c : [설비 건전도 평가 시스템 - 위험도 평가 기술]

1. 대상 공정에 최적화된 건전도 평가 기법 개발
(내부 물질, 배관 재질 등 → Risk, RCM, PM 등급 등)
2. 대상 설비 Integrity 평가(손상기구, 설비 등급 결정)
3. 등급에 따른 검사, 정비 주기 Rule 정의
4. 적용 기법에 따른 시스템 개발

현 운영 중인 설비에 최적화된 건전도/위험도 평가 엔진 개발

- Inspection / Maintenance Strategy 근거
- Cost Benefit, ROI 고려

1안) RBI(Risk Based Inspection) 세이프티아 자체 엔진

API 및 ASME 코드 기반의 자체 엔진

2안) 현 상용 Tool

KGS RBI : API 581 기반 / 웹 지원

DNV Orbit : API 581 + 자체 노하우 / CS

건전도/위험도 등급에 따른 PM 등급/계획 수립

설비코드	RBI타입	입력일	최신여부	Risk Rank(Overall)	Thinning Factor	SCC Factor	Extl Dmg Factor
AG-1142A	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1145	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1148	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1231B	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1231C	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1231D	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1246A	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1246B	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1247A	PUMPR	2011.04.12	YES				
AG-1247B	PUMPR	2011.04.12	YES				

설비코드	RBI 타입
AG-1142A	PUMPR

RBI검사 등급	B
Likelihood Cat. (Detail)	0
Conseq. Cat. (Detail)	Z
Conseq. Cat. (Scr)	C

Likelihood Cat.	A	B	C	D	E
5	Orange	Orange	Orange	Red	Red
4	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Red
3	White	White	Yellow	Orange	Red
2	White	White	Yellow	Orange	Red
1	White	White	Yellow	Orange	Red

Risk (PLL) (m2/Yr)	0.0000
Risk (BI Cost) (USD/Yr)	0.0000
Risk (Total Cost) (USD/Yr)	0.0000
Risk (Linear Total Cost) (USD/Yr)	0.0000

LoF	0.0000
Likelihood Factor	0.0000
Likelihood Cat (Detail)	0
CoF (Eqp Dmg Area) (m2)	
Conseq Cat (Eqp Dmg Area)	Z
CoF (Fatality Area) (m2)	
Conseq Cat (Fatality Area)	Z
CoF (Toxicity Area) (m2)	
Conseq Cat (Toxicity Area)	Z
CoF (Safety Area) (m2)	
Conseq Cat (Safety Area)	Z
CoF (PLL)	
Conseq Cat (PLL)	Z
CoF (BI Cost) (USD)	

c. 배관 건전도 평가기술 (Integrity Assessment for pipe)

Applications

우선 중 검사등급

잔여수명 사정방법	≤ 4년	> 4년 & < 10년	> 10년 & < 20년	> 20년
잔여수명	A	B	C	D
6.2 (1) 나	-	+1단계	+1단계	+1단계
6.2 (1) 다	-	+1단계	+1단계	+1단계
6.2 (1) 라	-	+1단계	+1단계	+1단계

내 기 발생은 결함의 잔여수명 Monitoring이 필요한 경우
 - Crack 등 성장성 결함을 내재하고 있는 설비는 잔여수명에 의해 산정된 등급에서 1단계 상향 조정하여 검사를 시행한다.
 - 또한, 본 항목에서의 검사는 SD 검사를 기본으로 한다.

RBI에 따른 검사등급 산정

위험도 \ 잔여수명	≤ 4년	> 4년 & < 10년	> 10년 & < 20년	> 20년
High	A	B	C	C
Medium High	B	C	C	D
Medium	C	D	D	D
Low	D	D	D	D

단, 고리가 큰 설비는 가합에서 1단계 상향 조정하여

D. Diagnosis Analysis 기술 (Diagnosis Analysis)

D : [Diagnosis Analysis / 이상진단 예측 기술

1. 센서 데이터 On-line 모니터링 시스템
2. 이상 징후 포착 배관에 대한 상세 진단, 점검 Rule 개발
3. 센서 데이터에 근거한 계통의 이상징후 예측 진단

Preventive Maintenance(예방 점검)을 Predict Maintenance(예측 점검)로 upgrade하기 위해서는 센서 네트워크 기반의 On-line Monitoring System 도입이 필요함

On-line Monitoring System이 구축되면 인공지능 학습엔진을 활용하여 배관 이상 발생 이전에 그 징후를 포착할 수 있는 Diagnosis Analysis 기술을 도입
 환온라인 데이터 기반 예측 기법 예 >

- SBM(Similarity Based Model) - 데이터 유사도에 의한 학습
- SVM(Support Vector Machine) - 데이터 차원 변환에 의한 기계학습 기법
- MLP(Multi-layer Perceptron) - 인공신경망(artificial neural network) 추론

이상 징후 발생 시 CFD 해석을 통해 정밀 분석을 실시하고 이를 근거로 해당 배관 처리에 대한 의사 결정 진행

이상 징후가 예측되면 이를 보다 정밀하게 분석하여 의사 결정하는 Rule 요구됨.

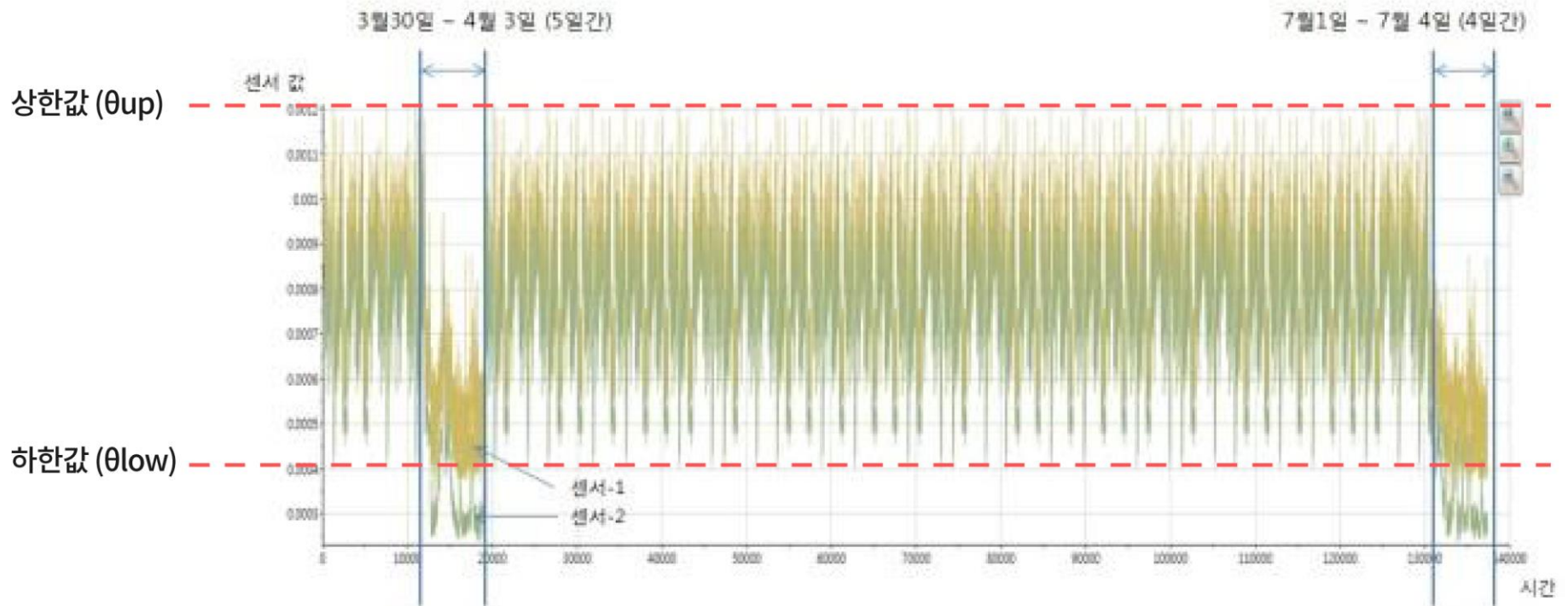


D. Diagnosis Analysis 기술 (Diagnosis Analysis)

이상진단을 위해 사용되는 가장 간단한 방법

- 각각의 관측값에 상한값과 하한값을 설정하는 방법 (상.하한값 설정)

$$f(\text{관측값}) = \begin{cases} \text{IF } (\theta_{up} \leq \text{관측값}) \text{ 이상 패턴} \\ \text{ELSE IF } (\text{관측값} \leq \theta_{low}) \text{ 이상 패턴} \\ \text{ELSE 정상 패턴} \end{cases}$$

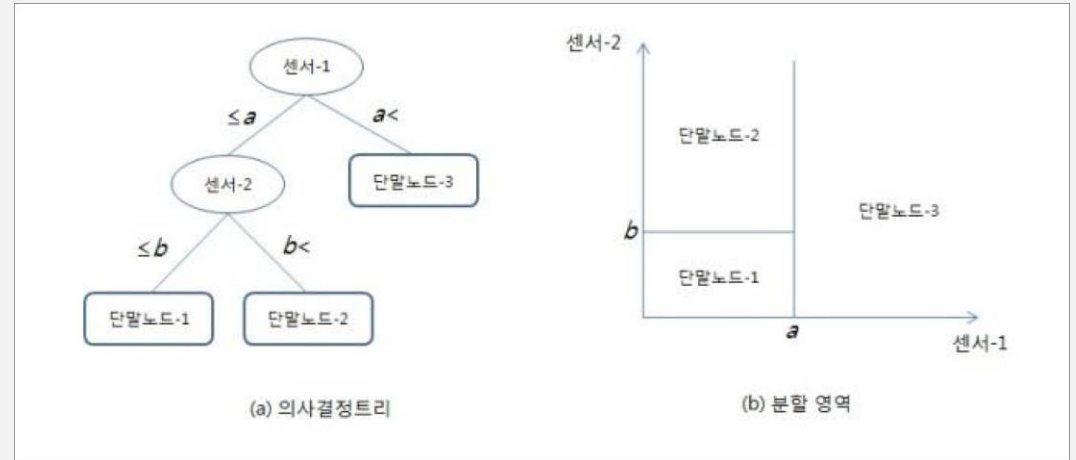


D. Diagnosis Analysis 기술 (Diagnosis Analysis)

이상진단 모델 생성 기법 비교

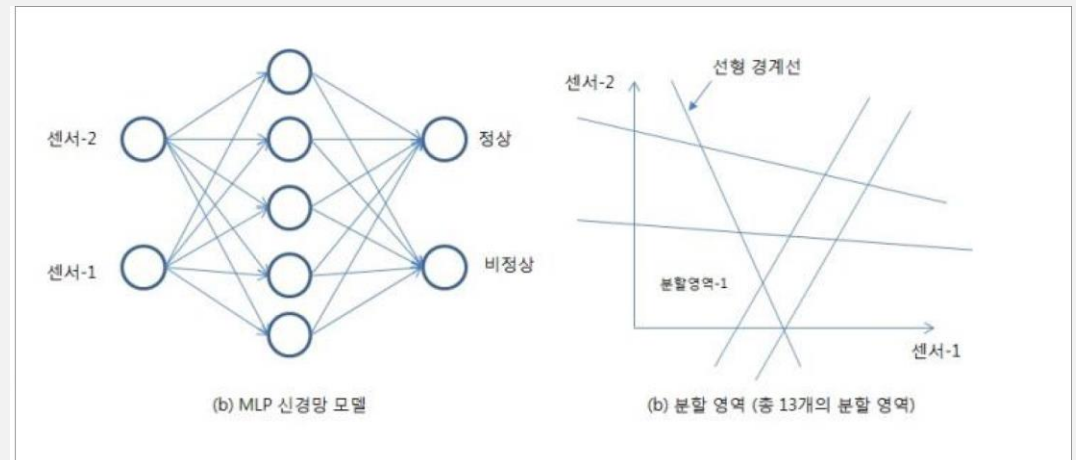
의사결정트리(decision tree)

1. 축에 평행한 분류 경계선(classification boundary) 생성
2. 종속변수와 독립변수 간의 상관관계가 존재할 경우 분할영역이 많이 생성될 수 있음 → 트리 복잡성 증가
3. 진단결과에 대한 원인 파악 용이
4. 진단의 출력 값 → 확률 (예: 비정상 0.9)



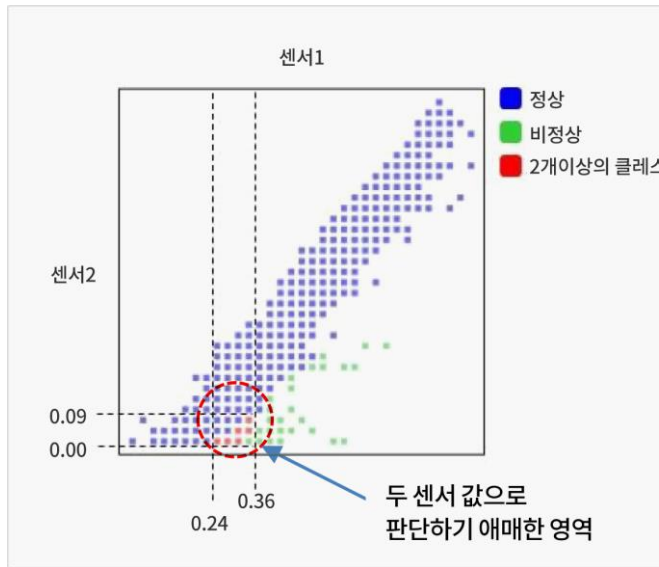
다층퍼셉트론 (Multi-Layer Perceptron)

1. 선형 함수로 분류 경계선(classification boundary) 생성
2. 종속변수와 독립변수 간에 상관관계가 존재할 경우 일반적으로 성능이 좋음
3. 진단 결과에 대한 원인 파악이 어려움
4. 진단의 출력 값 → likelihood



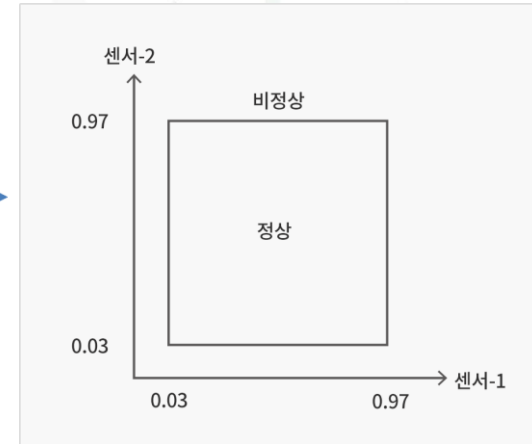
D. Diagnosis Analysis 기술 (Diagnosis Analysis)

상하한 값 설정 모델 vs. 의사 결정트리

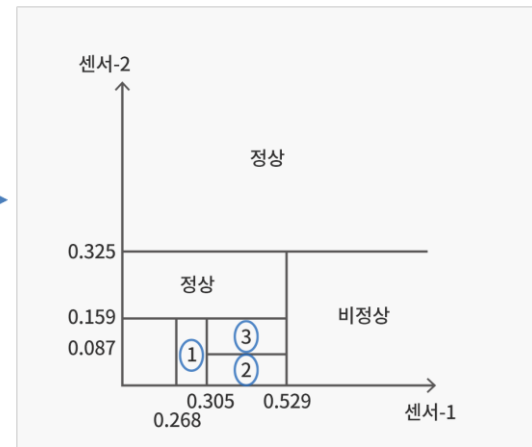


두 센서의 관측값에 대한 산점도

정상과 비정상 데이터를 가지고 보다 정확한 패턴 생성 가능



상하한값 설정 모델에 의해 분할된 영역
(정상과 비정상 데이터가 반드시 필요하지 않음)



의사결정트리에 의해 분할된 영역

D.도면 엔진

The screenshot shows a web browser window displaying a P&ID (Process and Instrumentation Diagram) for a specific project. The interface includes a sidebar with a list of P&ID documents, a main area with the diagram, and a table at the bottom for equipment details.

도면추출텍스트	유사코드	유사도	설비타입
581-BD008-AA31-4"	581-BD008-AA31-4"	100	배관
581-CC103-AA36-1"-Ih30ST3W	581-CC103-AA36-1"-IH30ST3W	100	배관
581-LS106-AA36-2"-IH50	581-LS106-AA36-2"-IH50	100	배관
581-LS107-AA36-2"-IH50	581-LS107-AA36-2"-IH50	100	배관
581-P049-AA33-3"-Ih40ST1W	581-P049-AA33-3"-IH40ST1W	100	배관
581-P067-AA32-4"-Ih40ST1W	581-P067-AA32-4"-IH40ST1W	100	배관
581-P068-AA32-3"-Ih40ST1W	581-P068-AA32-3"-IH40ST1W	100	배관
581-P098-AA32-3/4"-Ih30ST1W	581-P098-AA32-3/4"-IH30ST1W	100	배관

- 1. 다양한 포맷의 도면에 대한 웹서비스 지원**
지원포맷 1-자동맵핑 기능 지원 : DWG
지원포맷 2-도면 정보만 제공 : PDF, 각종 이미지 포맷
- 2. PFD, PID와 등록된 설비 자동 맵핑 기능 지원**
도면 신규, 수정 등록 시 등록된 설비 코드와 자동으로 위치 맵핑
- 3. 사용자 목적에 맞춘 다양한 Lay 기능 지원**
검사대상 배관 영역 표시 등
- 4. 도면 변경 시 기존에 맵핑된 설비 정보를 우선 적용**
도면 변경에 따른 반복 작업 최소화
- 5. 설비 기본 정보(등급, 사양, 검사 정보등) 도면 표출 기능 지원**

설비안전관리 솔루션 적용 사례

Case of Field Application

Case of Field Application # 1 LG chemical

Solution CMMS(computerized maintenance management system) based on Living RBI
 → Inspection Data Management Module → Risk Based Inspection Module
 → Preventive Management Module → Intra System Interfacing Module

Target Equip. Tank, Vessel, Pipe (static equipment)

Application Field NCC plant, VCM #01 plant, VCM #02 plant

지능형 설비 통합 관리 시스템 (CMMS based on Living-RBI)

Purpose

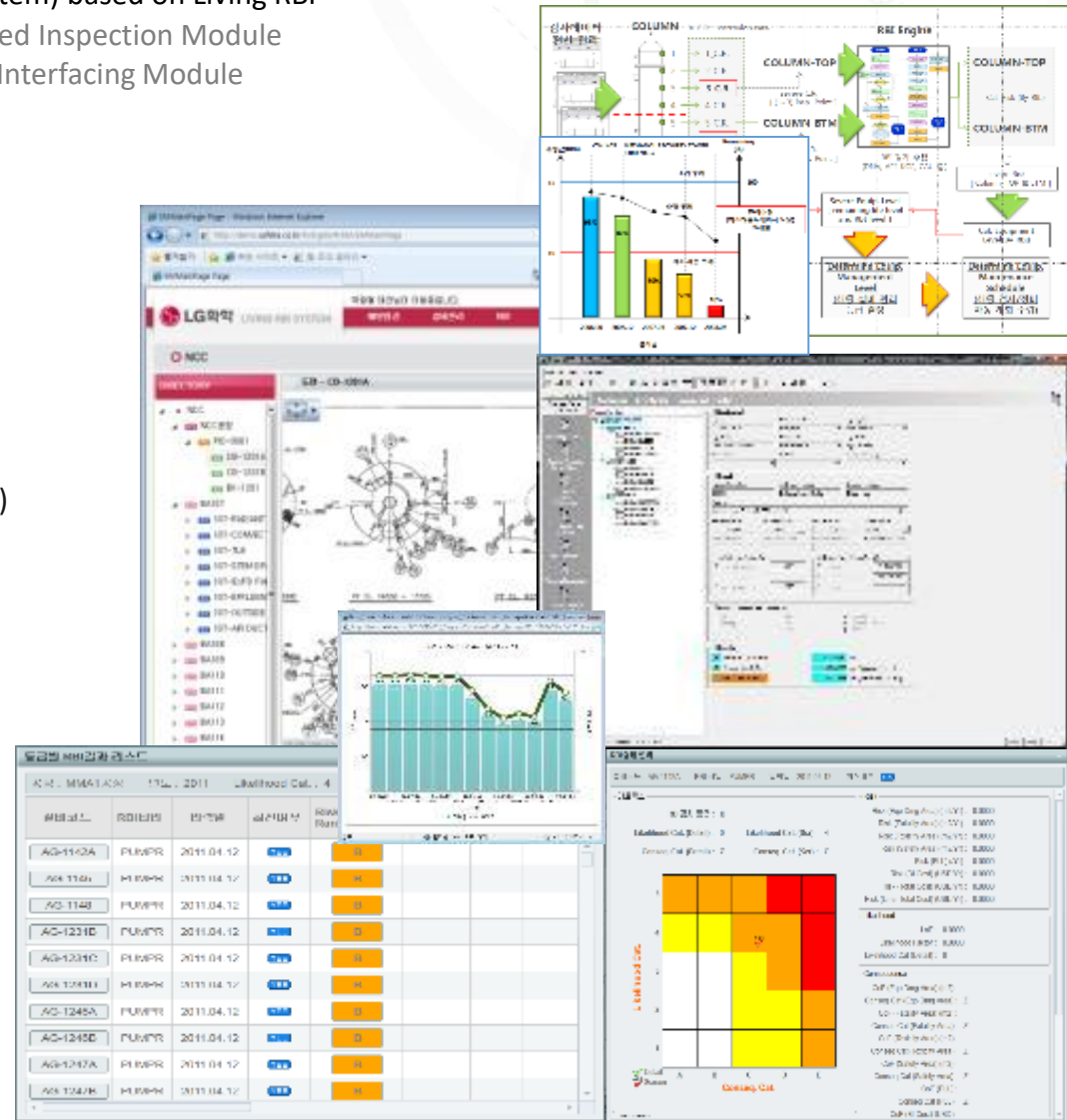
intelligent & optimized management for plant equipment
 Efficient management of resource, schedule

Major Function

- 1) IDM(inspection data management) module
 - Auto parsing(input) function of inspection data(using Excel format)
 - Validation function (warning to user – case of (-) corrosion rate, 15% upper data increasing & decreasing)
- 2) RBI(risk based inspection) module
 - Assessment risk for equipment – based on inspection data (input inspection time → automatically doing assessment risk)
- 3) PM Schedule module
 - According to risk inspection data & last inspection date → made PM level by system
- 4) Graphic User Interface
 - Using Cad Drawing

Operating Status

- 1) Development Period : 2007.10 ~ Now
- 2) Field Test Period : 2009.10 ~ Now
- 3) Static Equip. 1,500 item / Pipe 6,300 item



번호	설비명	검사일자	위험도	상태
AG-1102A	PUMP	2011.04.12	고위험	정상
AG-1104	PUMP	2011.04.12	중위험	정상
AG-1148	PUMP	2011.04.12	중위험	정상
AG-1231D	PUMP	2011.04.12	고위험	정상
AG-1231C	PUMP	2011.04.12	고위험	정상
AG-1245A	PUMP	2011.04.12	중위험	정상
AG-1245D	PUMP	2011.04.12	고위험	정상
AG-1247A	PUMP	2011.04.12	고위험	정상
AG-1247B	PUMP	2011.04.12	고위험	정상

Case of Field Application #2 LG chemical

Solution CMMS(computerized maintenance management system) for NCC Heater
 → Inspection Data Management Module → Inspection Crawling Robot
 Interfacing Module → Preventive Management Module

Target Equip. NCC(Naphtha Cracking Center) Heater & Heater Tube

Application Field NCC plant

NCC Heater 설비 통합 관리 시스템(CMMS for NCC Heater)

Purpose

- Intelligent & optimized management for NCC Heater
- Efficient Interfacing with inspection crawling robot

Target Equipment

- NCC Heater
 - Radiant Part / Convection Part / TLE Part / Steam Drum Part / ID&FD Fan Part / Effluent Part / TLV & DV Part
- NCC Heater Tube

Management Data

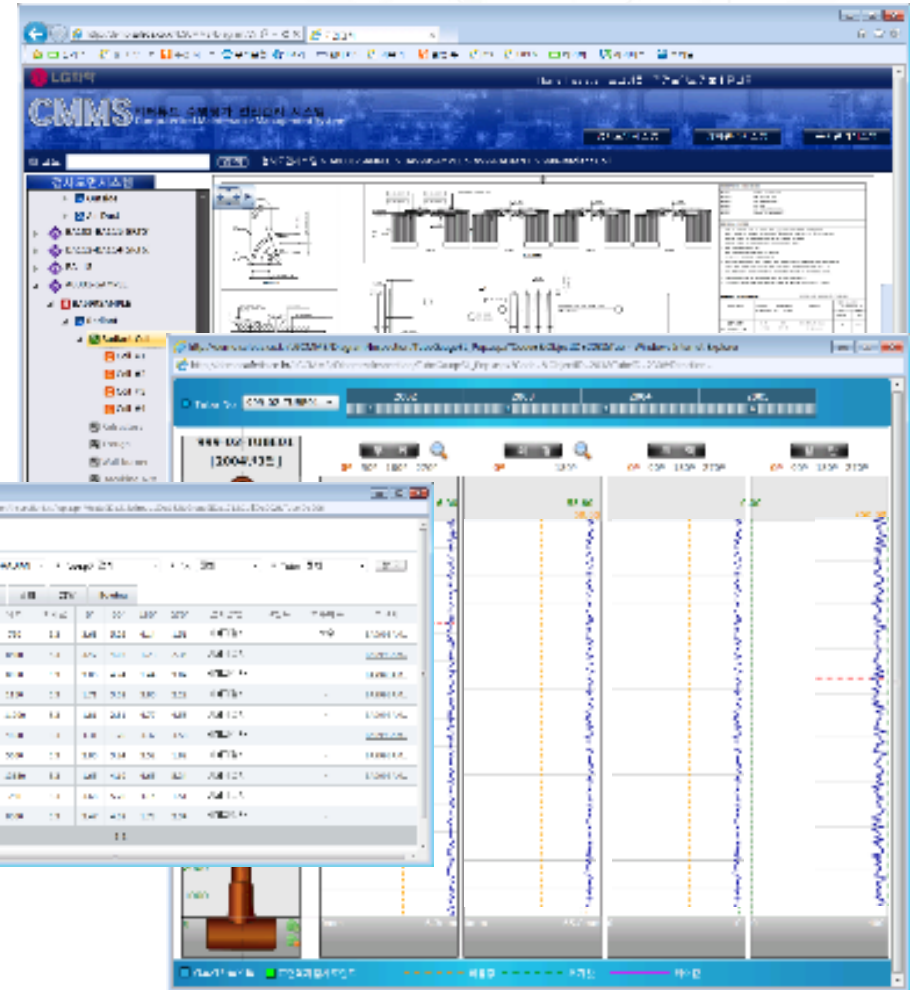
- Thickness / Outer Diameter / Crack / Carburization
- Replication
- Visual Check List

Major Function

- 1) Inspection data interface with crawling robot
- 2) GUI based on tube geometry
- 3) Heater PM scheduler for T/A

Operating Status

- 1) Development Period : 2007.10 ~ 2009.09
- 2) Field Test Period : 2008.10 ~ 2009.09
- 3) Heater 15 / Coil Bundle 60(4 Coil / 1 Heater) / 1440 Tube (24 tube / 1 Coil)



Case of Field Application # 3 GS caltex

Solution CMMS(computerized maintenance management system) for Refinery Reformer
 → Inspection Data Management Module → Inspection Crawling Robot
 Interfacing Module → Preventive Management Module

Target Equip. Refinery Reformer & Reformer Tube

Reformer 설비 통합 관리 시스템(CMMS for Refinery Reformer)

Purpose

- Intelligent & optimized management for NCC Heater
- Efficient Interfacing with inspection crawling robot

Target Equipment

- Refinery Reformer
- Radiant Part / Convection Part / TLE Part / Steam Drum Part / ID&FD Fan Part / Effluent Part / TLV & DV Part
- NCC Heater Tube

Management Data

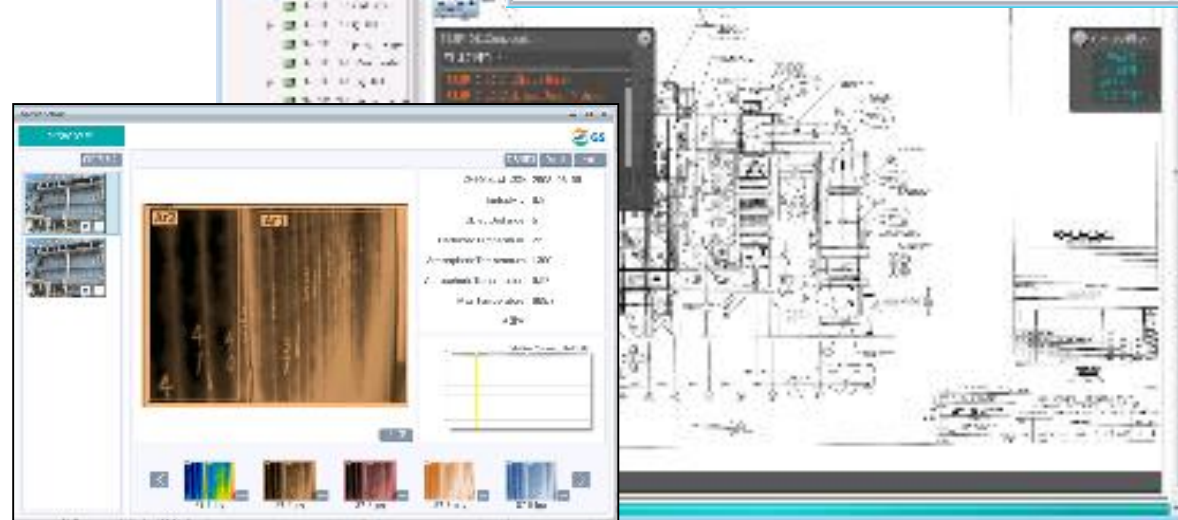
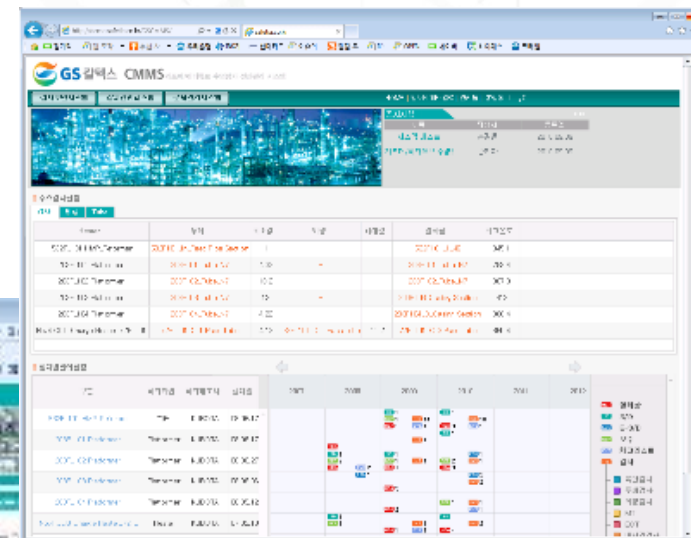
- Thickness / Outer Diameter / Crack / Visual Test / Thermography / MT / ECT / Endoscopy / Displacement S/D, Emergency S/D

Major Function

- 1) Inspection data interface with crawling robot
- 2) GUI based on tube geometry
- 3) Heater PM scheduler for T/A

Operating Status

- 1) Development Period : 2007.10 ~ 2009.09
- 2) Field Test Period : 2008.10 ~ 2009.09
- 3) Heater 15 / Coil Bundle 60(4 Coil / 1 Heater) / 1440 Tube (24 tube / 1 Coil)



Case of Field Application # 4 LG MMA

- Solution** CMMS(computerized maintenance management system) based on Living RBI
 - Inspection Data Management Module → Risk Based Inspection Module
 - Preventive Management Module → ERP(SAP) Interfacing Module
- Target Equip.** Tank, Vessel, Pipe (static equipment), Rotating Equip., PSV, Steam Trap, Electric & Instrument Equip.
- Application Field** PMMA #01, PMMA #02, MMA #01, MMA #02, MMA #03 plant

지능형 설비 통합 관리 시스템 (CMMS based on Living-RBI)

Purpose

- Intelligent & optimized management for plant equipment
- Efficient management of resource, schedule

Target Equipment

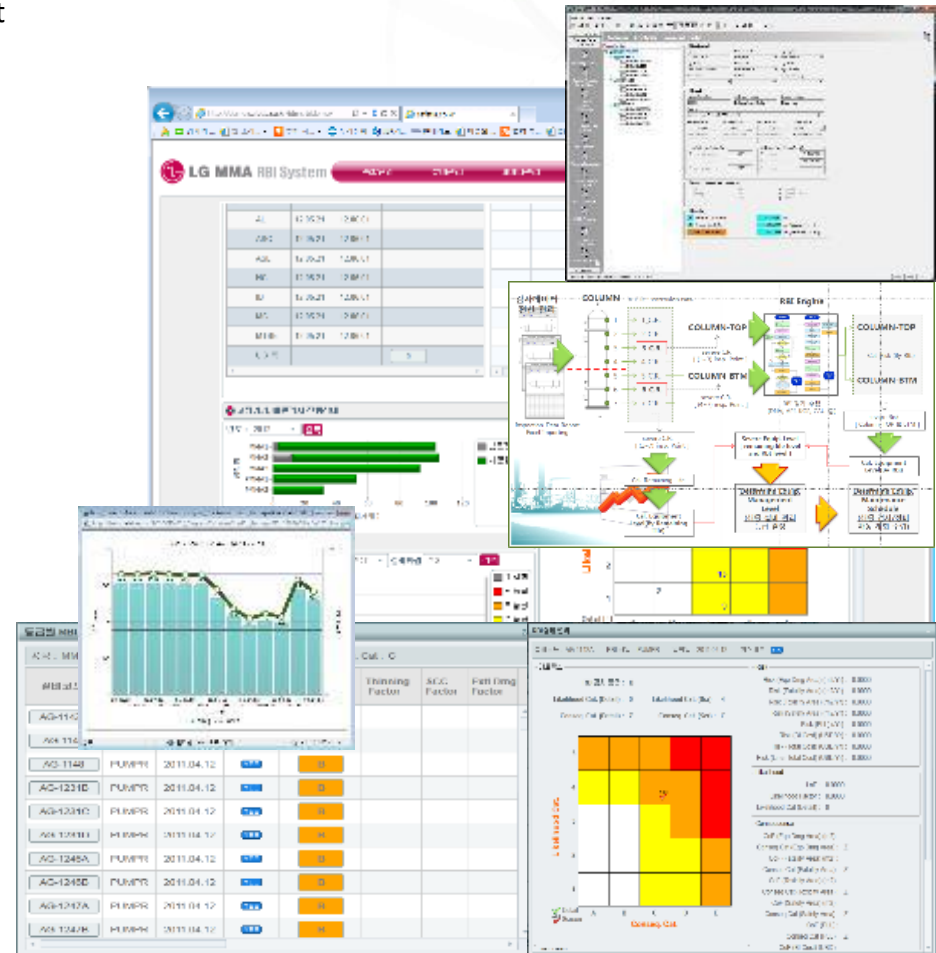
- Tank, Vessel, Pipe (static equipment), Rotating Equip., PSV, Steam Trap, Electric & Instrument Equip.

Major Function

- IDM(inspection data management) module
 - Auto parsing(input) function of inspection data(using Excel format)
 - Validation function
- RBI(risk based inspection) module
 - Assessment risk for equipment
- PM Schedule module
- ERP(SAP) Interfacing Module (year 2012)

Operating Status

- Development Period : 2007.10 ~ 2008.09
- Field Test Period : 2008.10 ~ 2009
- Static Equip. 1,500 item / Pipe 2,500 item / Rotating Equip. 800 item / Steam Trap 2,300 item / Elec. & Instru. 850 item



Case of Field Application # 5 Daelim Industrial Co., Ltd

Solution CMMS(computerized maintenance management system) based on Living RBI
 → Inspection Data Management Module → Risk Based Inspection Module
 → Preventive Management Module → ERP(SAP) Interfacing Module

Target Equip. Tank, Vessel, Pipe (static equipment), Rotating Equip

Application Field HDPE plant, PB #01 plant, PB #02 plant, LHDPE plant

설비 통합 관리 시스템 (Computerized Maintenance Management System, CMMS)

Purpose

- Intelligent & optimized management for plant equipment
- Efficient management of resource, schedule

Target Equipment

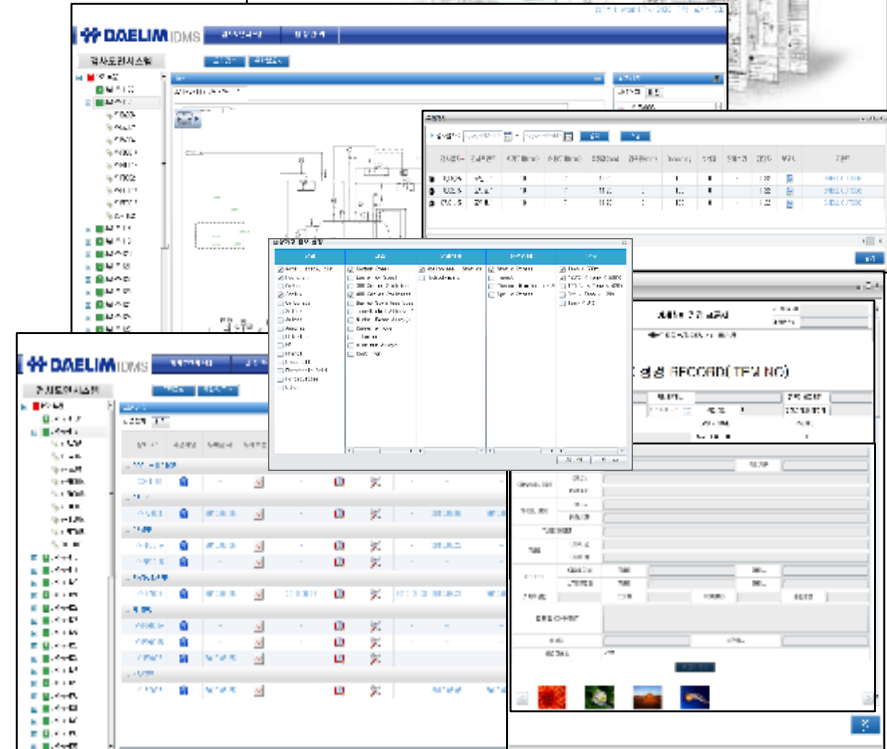
Tank, Vessel, Pipe (static equipment), Rotating Equip.

Major Function

- 1) IDM(inspection data management) module
 - Auto parsing(input) function of inspection data(using Excel format)
 - Validation function
- 2) RBI(risk based inspection) module
 - Assessment risk for equipment
- 3) PM Schedule module
- 4) Interfacing module with Daelim Groupware (Drawing Management System)
- 5) Damage Mechanism Information Module

Operating Status

- 1) Development Period : 2008 ~ 2009
- 2) Field Test Period : 2008 ~ 2009
- 3) Static Equip. 1,000 item / Pipe 3,000 item / Rotating Equip. 500 item





Thank You



Process Safety Management Solution for Plant