



Week 13
건설산업 정보화

457.307 Construction Planning and Management
Department of Civil and Environmental Engineering
Seoul National University

Prof. Seokho Chi

shchi@snu.ac.kr

건설환경공학부 35동 304호

건설정보관리의 어려움

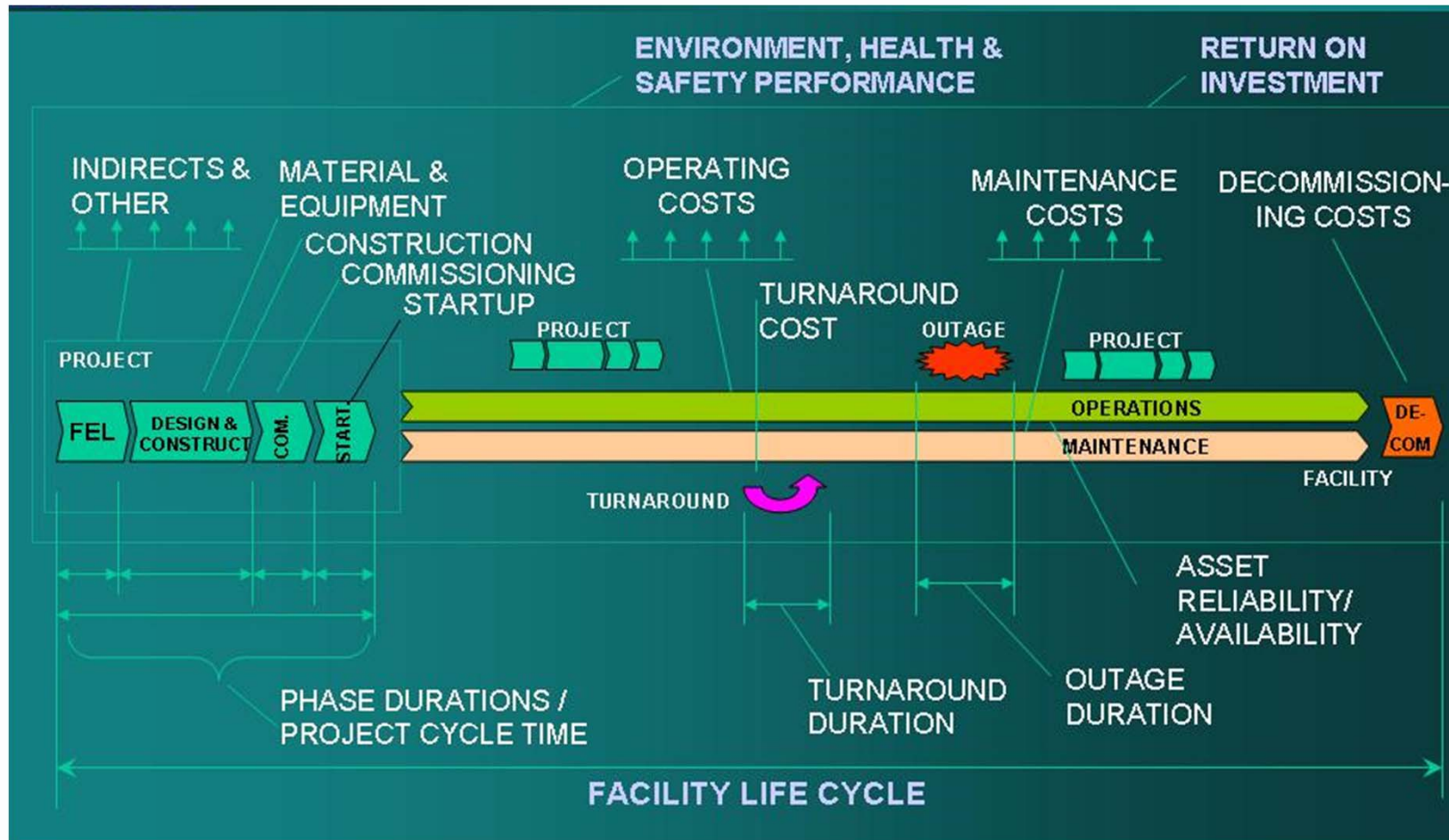
◆ 건설프로젝트 관련 정보



\$10M 이상 대규모 건설프로젝트 생산정보량 (2004 기준)
420 관련협력업체, 850 참여인원, 50 문서종류, 56,000 페이지

건설정보관리의 어려움

- ◆ 건설프로젝트 생애주기에 걸친 정보의 홍수



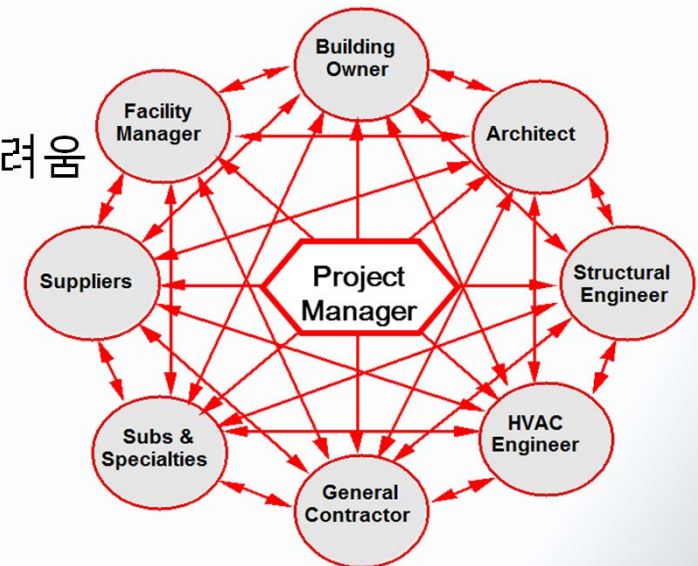
건설정보관리의 어려움

◆ 건설프로젝트 정보체계 구축 및 관리의 어려움

- 다양한 목적에 따른 작업과정, 사전필요 정보, 사후처리 자료
- 정형화, 정량화 및 표준화 부재
- 다양한 생산주체에 따른 분산 생산방식
- 지리적 분리 → 정보의 신속성 부족 → 정보손실 가능성
- 프로젝트의 일시성으로 인한 근로자의 잦은 교체: 개인의 노하우로만 축적

◆ 복합적인 생산주체 간의 효과적 정보전달기법의 부재

- 정보교환 자체가 1:1 혹은 1:소수
- 획득한 정보의 정리과정도 체계적이지 못함
- 전문적 문서화, 정보갱신, 일관성 있는 유지관리의 어려움
- 정보 피드백 및 지식화 시스템 부족



구분	건설	제조					금융		유통 서비스			
	건설	전기 전자	기계 금속	석유 화학	목재/비금속	석유/식음료	은행 증권	보험 기타	도소매	운수	정보 통신	기타 서비스
대기업	50.64	56.59	54.42	57.71	55.05	56.91	66.47	59.14	64.64	57.5	67.37	55.7
중소기업	39.15	44.49	43.38	43.08	38.63	39.49	44.85	45.61	37.57	39.12	46.18	43.9
전체	44.46	48.67					56.98		51.5			

* 출처: 한대근 (2013) 정보기술 지원도 평가를 통한 건설업무 프로세스 개선에 관한 연구

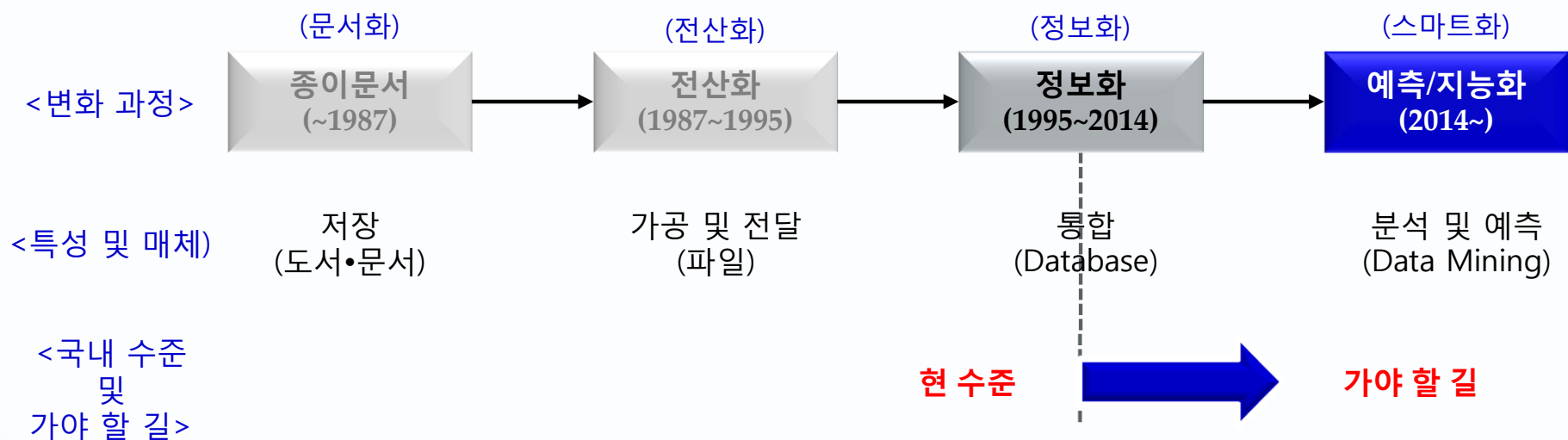
* 자원관리, 구매조달, 전자문서관리 국한

◆ 한국건설의 새로운 돌파구 필요

- 과거의 연장선에서의 국가정책보다 미래를 보는 혜안 기반 정책이 필요
- 경험과 개인 지식의 집단화로 선제적 대응 방향을 수립하는 기반을 구축

◆ 정보(Data & Information)에서 지식(Knowledge)으로

- 국내 수준은 아직 정보 수집과 축적(과거와 현재)에 몰입되어 있음
- 개별 정보축적 및 개별 사용자 그룹으로는 시너지 효과를 기대할 수 없는 상태임
- Project-based → Market-based

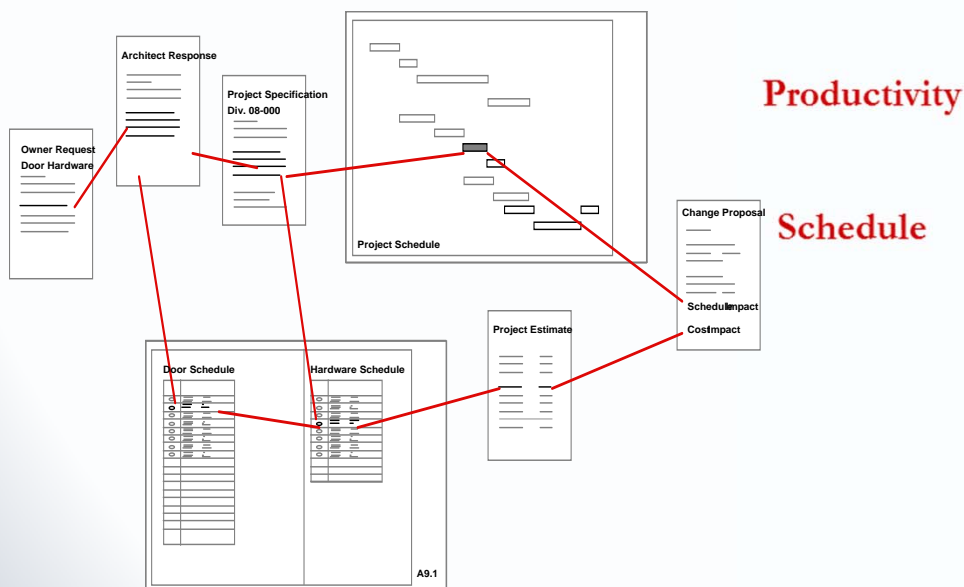


*국가지식기반 인프라 구축전략과 추진과제, 한국정보사회진흥원(김성태), 2010

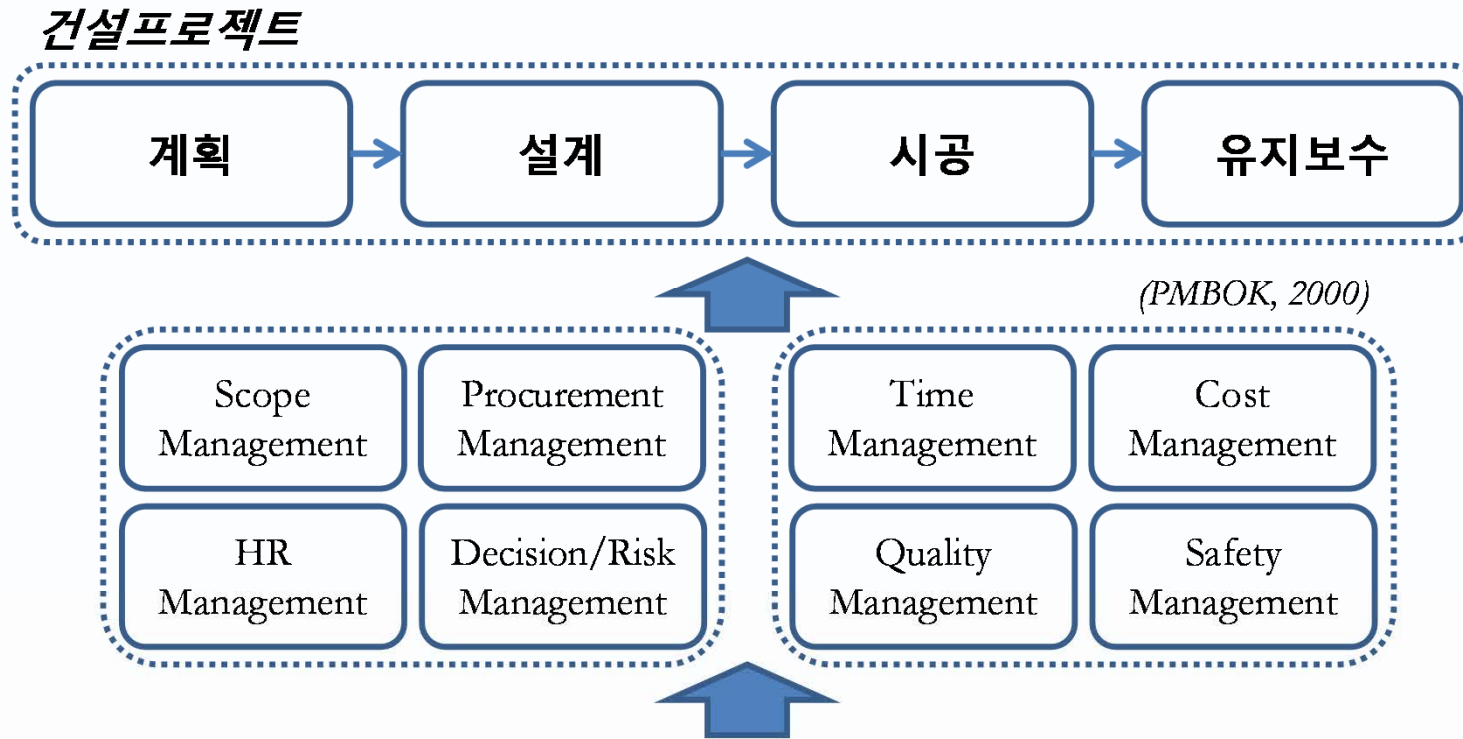
PM 정보관리의 필요성

◆ 정보의 지식화 및 효율적 관리의 필요성

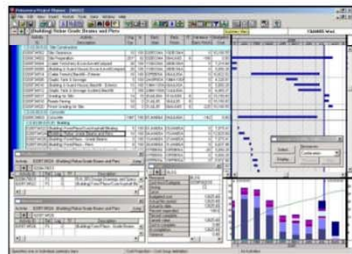
- 혼재되어 있는 건설정보의 명확한 분류체계 확립 (데이터 형식 통합관리)
- 분류체계를 바탕으로 한 정보 수집, DB 구축, 관리, 지식화
- 건설프로젝트 전반에 걸친 정보관리, 분석, 수요자 맞춤형 지식 패키지 제공 및 향후 건설산업 정책수립 및 건설프로젝트 계획으로의 활용 (Best Practices, Historical DB)
- Online 시스템을 이용한 건설프로젝트 참여자의 정보 접근성(실시간) 증대
- 이를 통한 정보흐름의 이해 증진 및 의사소통 기회 확대



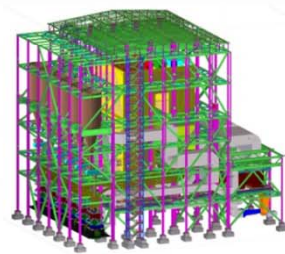
건설프로젝트 정보관리의 목적



원활한 소통 및 프로젝트 관리를 위한 정보 및 지식 제공



데이터분석



BIM



Mobile Computing

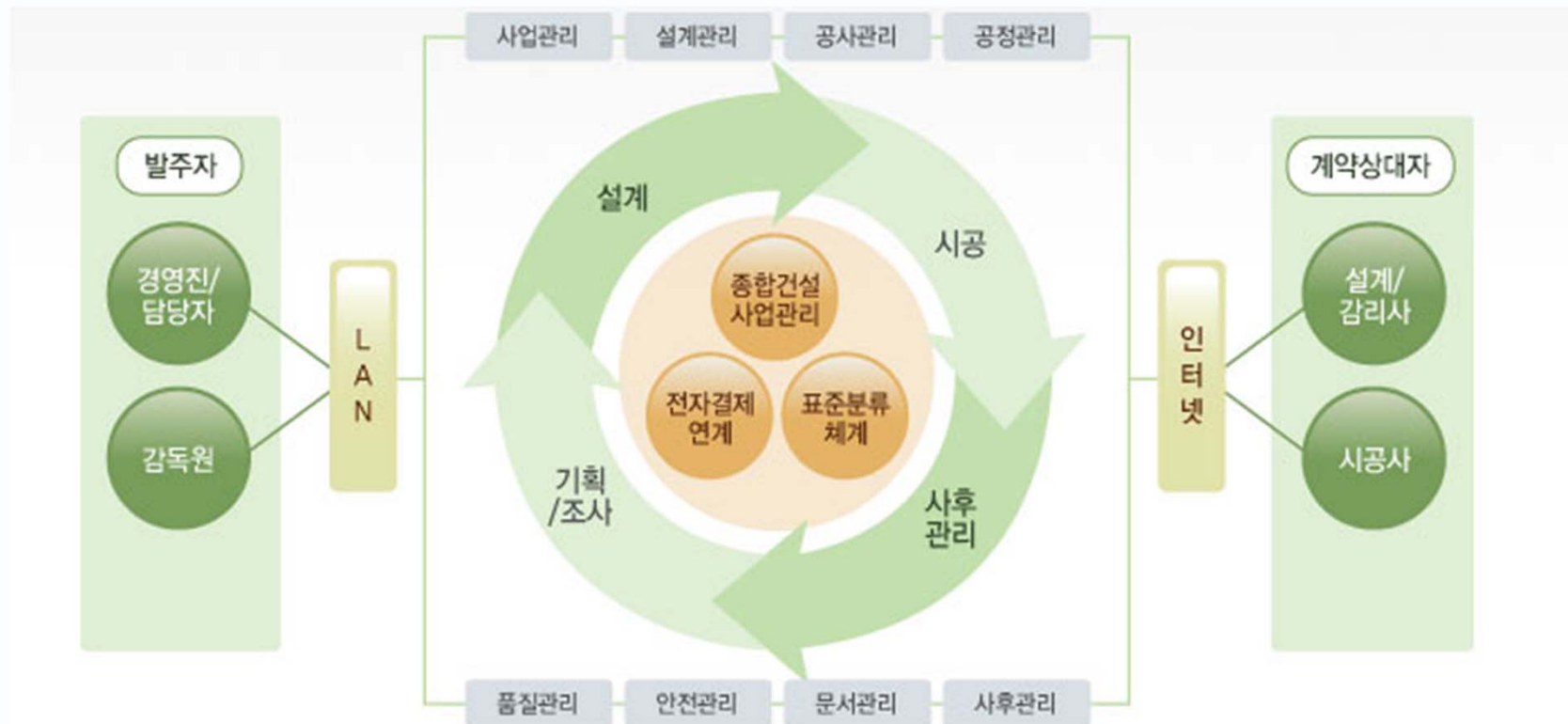


Sensing/GPS/Tags

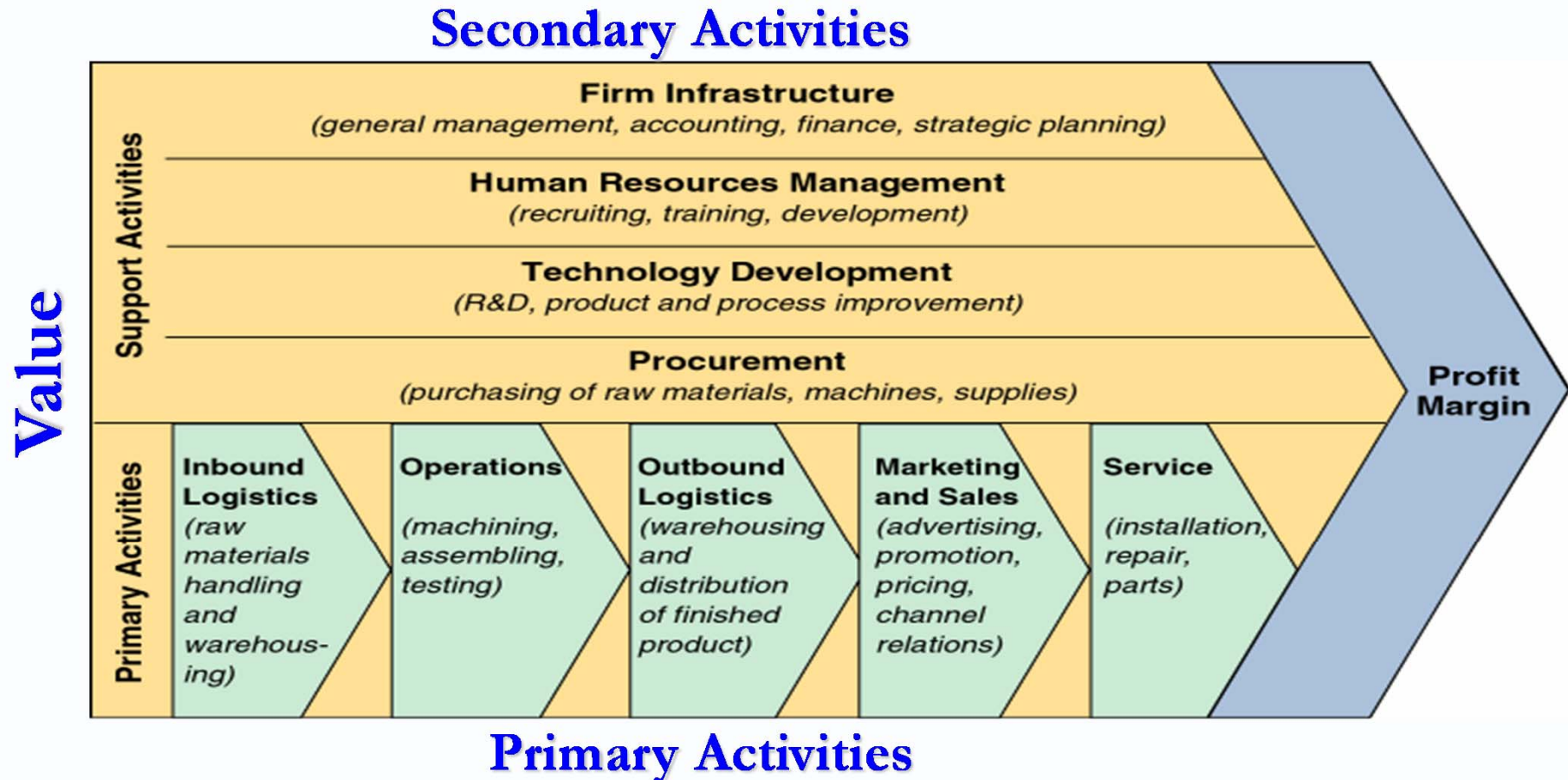
Project Management Information Systems

◆ 건설프로젝트 관리를 지원하는 정보관리시스템

- 기존 사업관리 업무체계를 전산화/사무화하여 체계적인 업무 수행 역량 확보 및 능률제고를 꾀함
- 신속/정확한 정보전달체계를 구축하여 건설프로젝트 정보를 통합관리



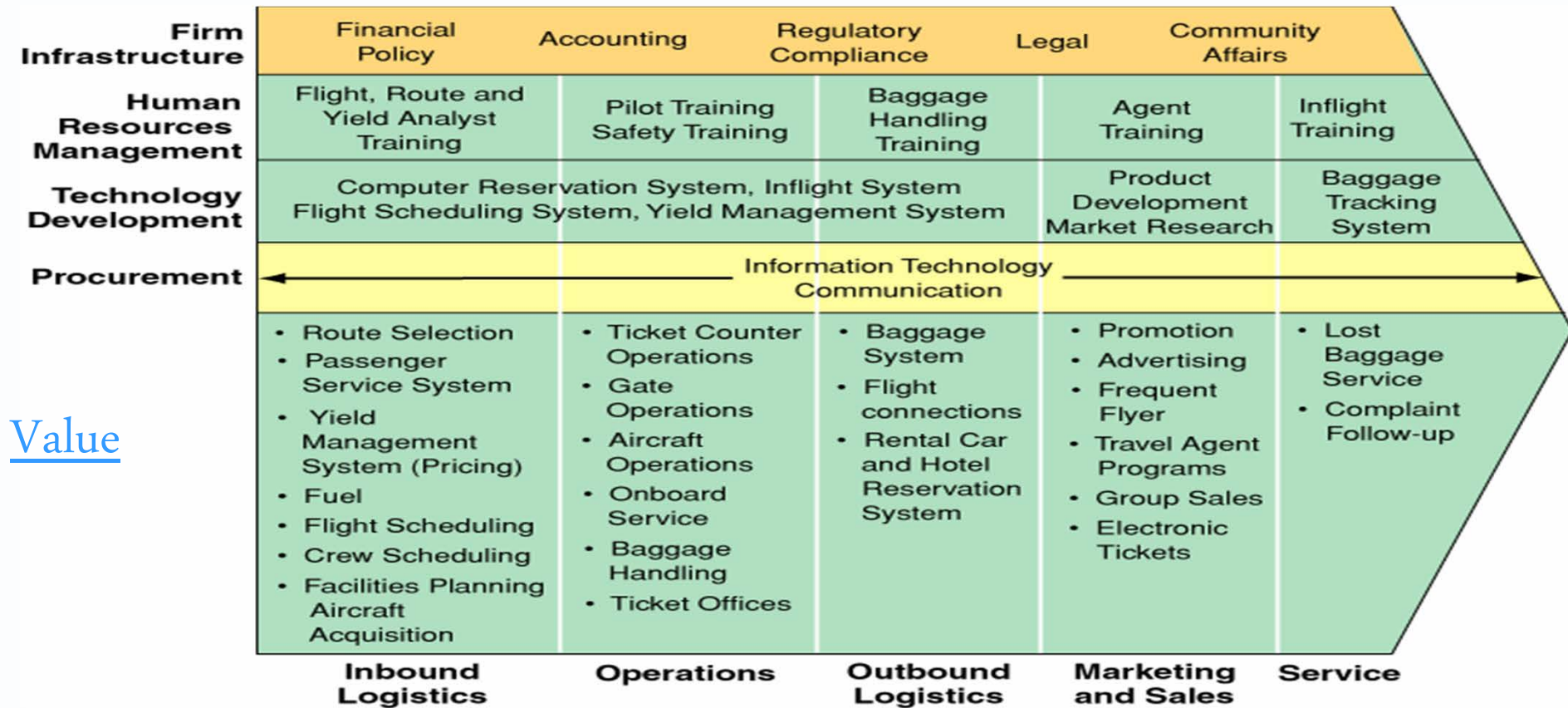
PMIS의 목표: Value Chain



Analyze the internal operations of a corporation to increase its *efficiency, effectiveness and competitiveness*.
 A company analysis by systematically evaluating a company's key processes and core competencies.
Activity support using IT to adding value to the company and finally maximize the company's profit!

PMIS의 목표: Value Chain

Secondary Activities



Primary Activities

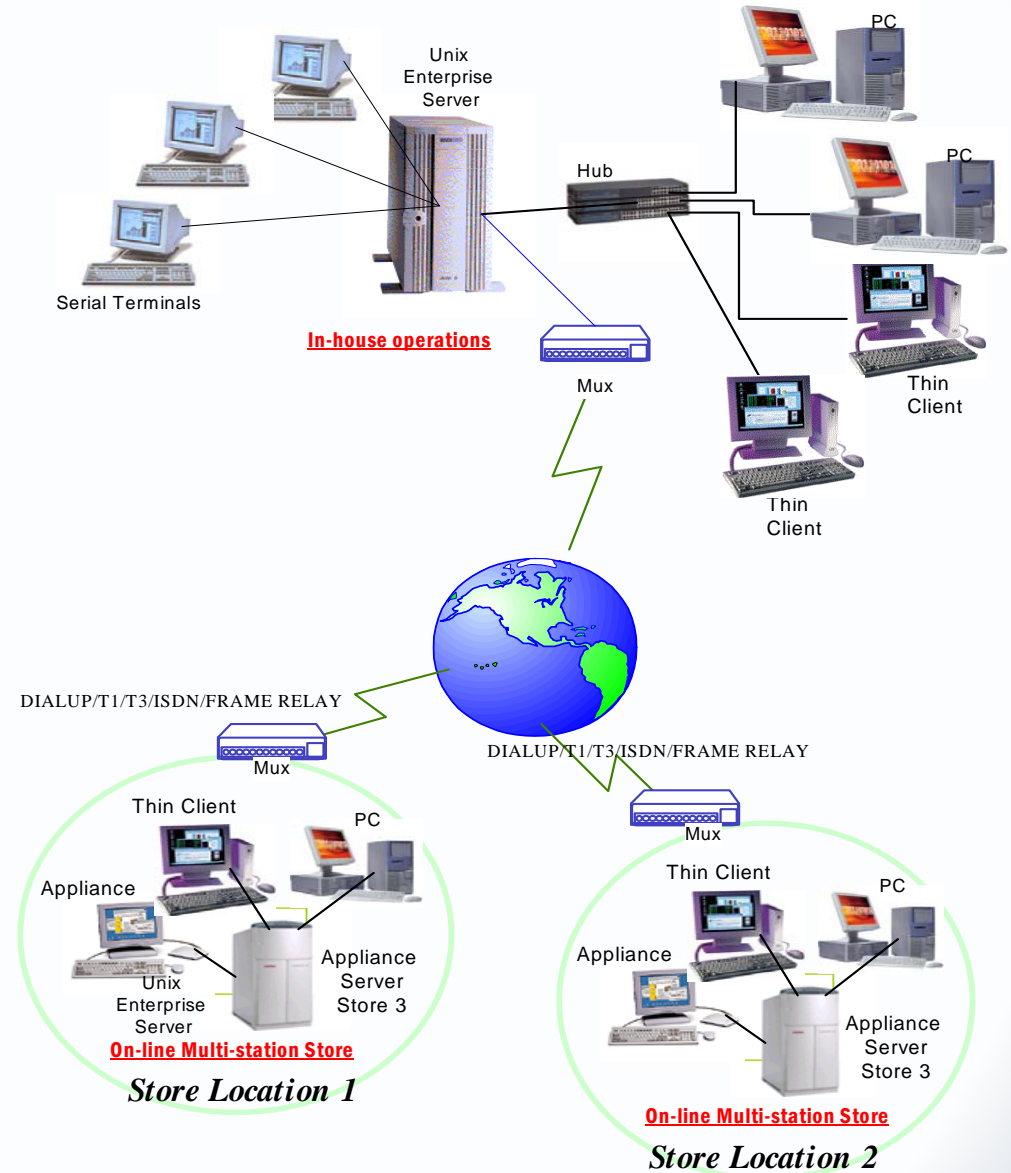
Managerial Issues
Risk in implementing strategic IS
Planning
Sustaining competitive advantage
Ethical issues

PMIS의 구조

- ◆ **Information Technology (IT)**
 - Technology itself
 - e.g. server, hardware, software, etc.
 - Under the information systems umbrella

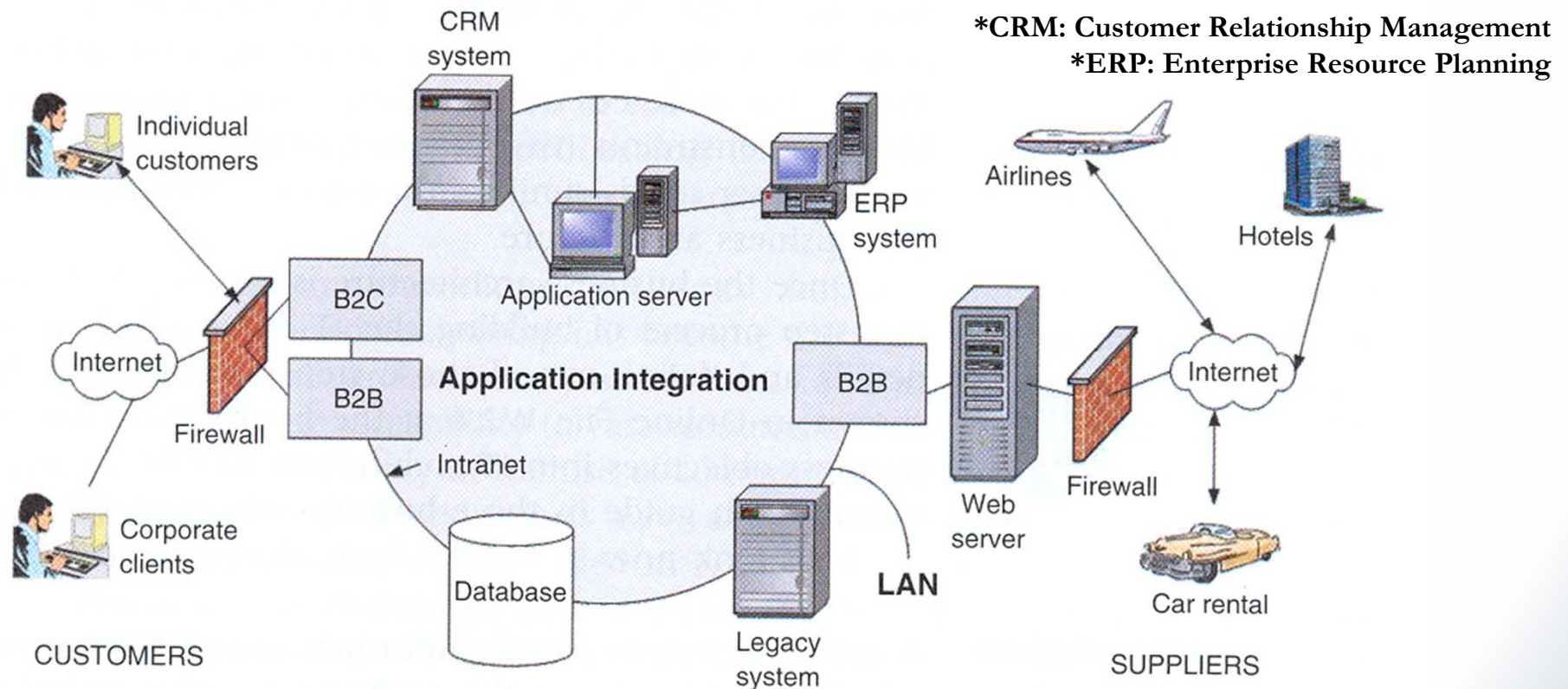
- ◆ **Information Systems (IS)**
 - Large umbrella
 - Combination of ITs
 - Systems designed to create, store, manipulate or disseminate information

- ◆ **Organizational Structure**
 - Project IS
 - Department IS
 - Enterprise-Wide IS
 - Inter-organizational IS



◆ How can IT support strategic IS management?

- Change in processes → Competitive intelligence
- Link with business partners (supply chain management)
- Relationships management between suppliers and customers



◆ Strategic IS

- **Gain competitive advantage:** An advantage over competitors in some measure such as cost, time or quality
- **Improve core competency:** Employee productivity or operational efficiency

건설사업관리시스템의 예

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window displaying the 'Meeting Minutes' page for 'Webcor Builders'. The browser's address bar and multiple tabs are visible at the top. The main content area contains the following information:

Webcor Builders
 2755 Campus Drive Suite 175, San Mateo, California 94403-2514 Ph:650 349-2727 #119

Meeting Minutes
 Number: 16

Project: Electronics for Imaging
Name: EFI TENANT IMPROVEMENTS
Purpose: OWNER - CONSTRUCTION PROGRESS
Location: EFI JOBSITE TRAILER
Meeting Chair: Mike Penney (Webcor Builders)

Date: 05-NOV-1998 01:00 PM
Duration: 2.5 hours

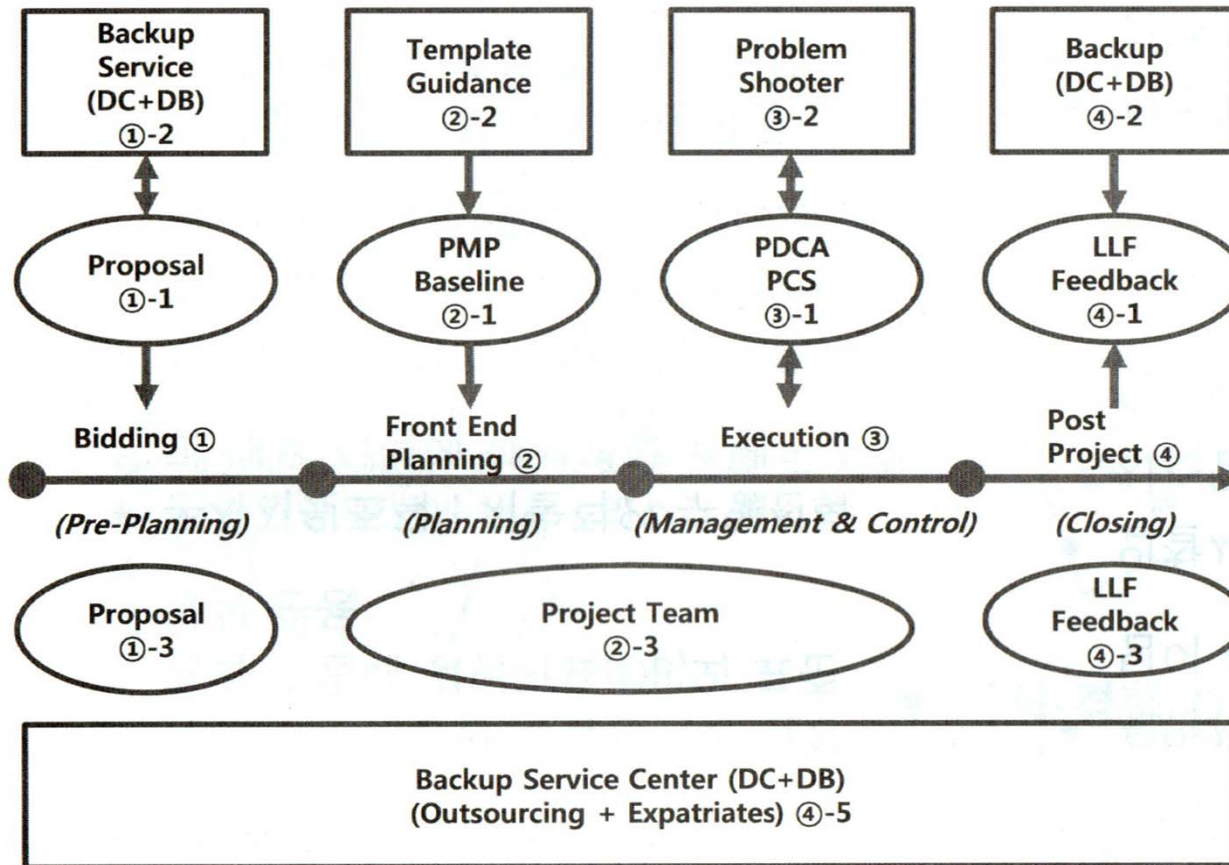
Current Date & Time: 18-JAN-1999 02:34 PM (GMT-08:00) Pacific : Pacific Time (U.S.)

Attendees: Eric Horn (Webcor Builders)
 Jim Williamson (Webcor Builders)
 Joe Donati (Electronics For Imaging, Inc.)
 Michael Wright (Electronics For Imaging, Inc.)
 Roger Wang (Electronics For Imaging, Inc.)
 Gary Gellin (Critchfield Mechanical)
 Carl Brosius (KC Future Planning, Inc.)
 Mike Penney (Webcor Builders)
 Larry Penta (Gensler)
 Darren Wilford (CRI)
 Joe Hansen (Webcor Builders)
 Mike D'Agosta (WBE Telcom)
 Steve Nicholson (Electronics For Imaging, Inc.)
 Steve Rhone (Schwartz & Lindheim)
 Warren Fay (Electronics For Imaging, Inc.)
 Alex Petrovic (Landis & Staefa)

Copies To: Anil Panguluri (Blue-Line/On-Line, Inc.)
 Chris French (Blue-Line/On-Line, Inc.)
 Woolsey Mckernon (Blue-Line/On-Line, Inc.)
 Lara Conte (Gensler)
 Andy Schreck (Webcor Builders)
 Bill Kalff (Webcor Builders)
 Gary Crowe (Webcor Builders)
 Laura Ballard (Webcor Builders)
 Steve Gustafson (Critchfield Mechanical)
 Joe Fay (Alfa Tech Consulting Engineers)
 Ron Bush (Alfa Tech Consulting Engineers)
 Alan Koizumi (Schwartz & Lindheim)
 Paul Lunger (Schwartz & Lindheim)
 Nancy Brown (CRI)
 Kevin Thomas (Allied Fire Protection)
 Jim Evans (Ceitronics)

At the bottom of the page, there are two buttons: 'print' and 'close'.

◆ 건설사업수행 절차와 사업관리시스템의 관계



- 사업수행은 입찰준비에서 준공단계 까지 4단계로 구분
- 입찰준비단계 : 사업 수행전략과 방침, 계획 등이 사전에 수립
- 계약우선협상대상자 선정 이후부터 제안서 내용에 대한 발주자 요건 반영 → 계약서 완성
- 계약발효 시점 45~60일 이내에 주요 마일스톤이 반영된 공정표와 사업수행계획서(계약서와 동일한 효력) 제출
- 사업실행단계 : 계획대비 실행 비교 과정의 연속
- 준공이후 단계 : 사업 수행실적 정리 → 지식정보화, 추후 유사사업에 재 활용

※ DC+DB : Data Center & Database
 ※ PMP : Project Management Plan
 ※ PDCA : Plan, Do, Check, Act
 ※ LLF : Lessons Learned File

“시스템 보유보다는 실질적으로 활용될 수 있는 업무체계와 인식이 필요”

◆ 건설사업관리시스템 고도화의 시급성

건설산업
 사업규모의 증가
 공기와 가격경쟁력 요구
 발주자 눈높이 상승



중동, 동남아 등 신흥국 발주기관은 선진국에서 교육받은 엘리트집단을 사업 관리에 투입

국내업체의 문제점은 수주경쟁력보다 수주한 사업에 대한 소화력 부족



인재와 역량부족문제를 사업관리시스템 고도화 조기실현을 통해 해결할 필요



불확실성이 높은 리스크를 조기에 확정, 대책수립할 수 있는 여력과 경험을 지식정보화

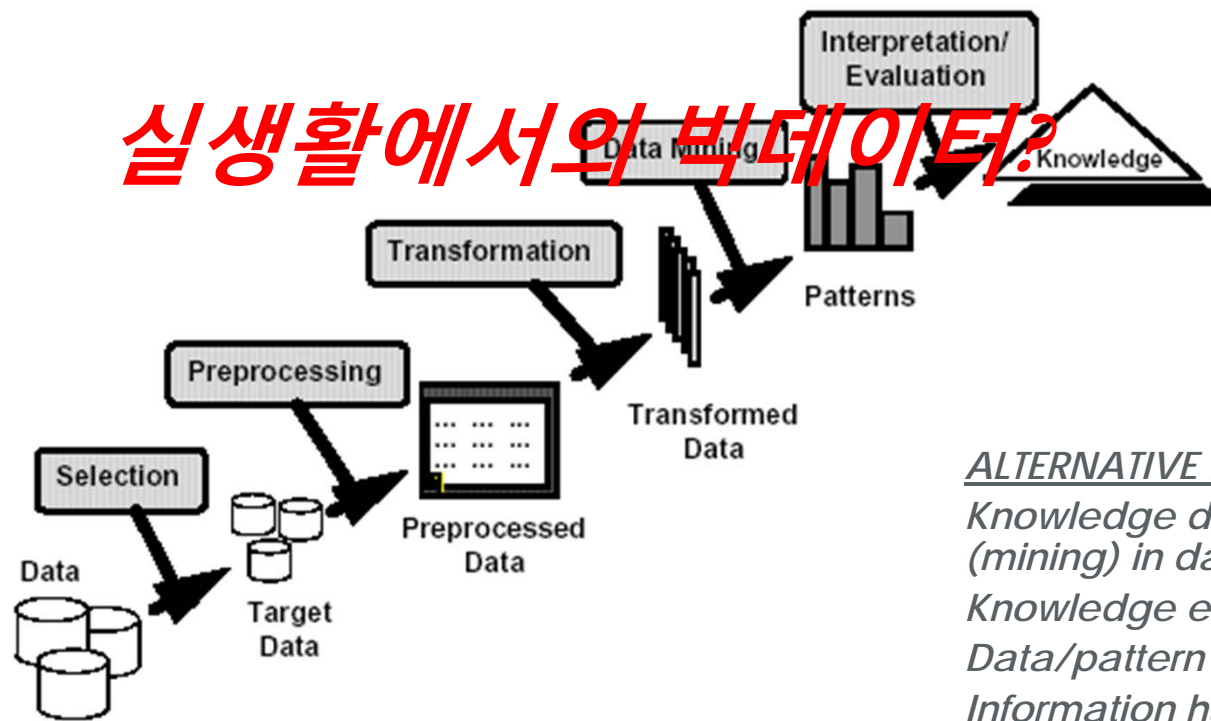


PM 데이터마케팅



데이터마이닝 VS 빅데이터

- ◆ **Big Data** ← 데이터마이닝 + 3V(Volume, Velocity, Variety)
 - Knowledge discovery from data
 - Extraction of interesting patterns or knowledge from huge amount of data



ALTERNATIVE NAMES

- Knowledge discovery (mining) in databases (KDD)*
- Knowledge extraction*
- Data/pattern analysis*
- Information harvesting*

빅데이터 분석의 목표: 데이터 → 정보 → 지식

◆ Data

- Raw description of things, events, activities and transactions that are recorded, but alone do not convey any specific meaning (e.g. 400,000)

◆ Information

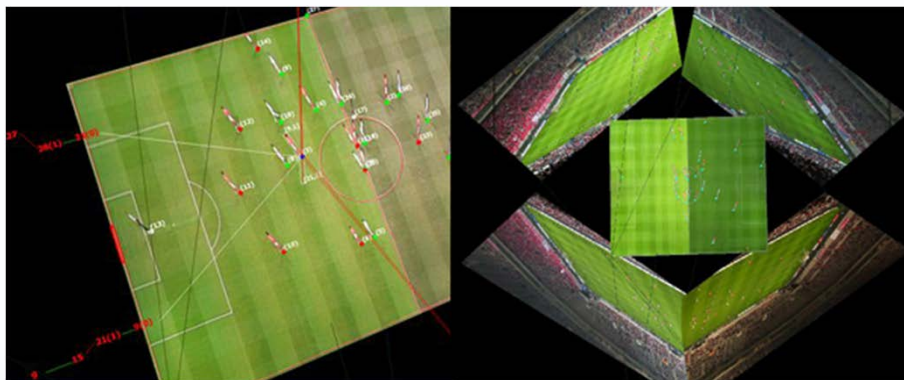
- Data that have been organized so that they have meaning and value to the recipient (e.g. Current \$400,000 house price)

◆ Knowledge

- Information that has been organized and processed to convey understanding experience and expertise as they apply to a current problem or activity (e.g. The current \$400,000 house price is cheaper than the last year's price. The property market may be deflated.)

영상주적 기술을 이용한 축구경기 분석

- ◆ **Raw Data: 비디오로 촬영된 영상**
- ◆ **Information: 선수들의 위치를 추출하고 추적**
 - 선수의 뒀 거리, 이동 위치, 움직인 위치 및 시간 등
- ◆ **Knowledge: 경기력 분석**
 - 적절한 운동량을 경기에서 보여주었는지, 왜 이런 상황에서 불필요한 움직임이 있었는지, 실패한 패스 분석 등
 - 공격 또는 수비상황에서 어떤 위치에서 어떻게 움직였는지, 실제 어떠한 포메이션으로 경기를 했는지, 상황별 선수들의 전술적인 위치가 어떻게 변하였는지, 상대 전술변화에 적절하게 대응했는지 등



SNS 분석 응용

최근 2년동안 미국과 아일랜드에서 인터넷 채팅, 블로그, 페이스북, 트위터 등 소셜미디어 데이터의 기분이나 정서를 분석¹³⁾

- 미국에서 '우울하다', '열 받는다'와 같은 채팅이 늘어나면 4개월 뒤 실업률이 폭등함을 확인
- 아일랜드에서는 실업률 증가 5개월 전 '불안하다'는 분위기가 퍼져나갔고, 2개월 전에는 '확신한다'는 채팅이 크게 감소

실험 방법은 간단했다. 실험군과 비교군으로 나누고 실험군 68만9003명의 뉴스피드를 조작했다. 결론부터 얘기하자. 페이스북에서도 감정 전이 현상이 나타났다. 긍정적인 게시물이 줄어들면 사용자는 긍정적인 표현을 줄이고 부정적인 게시물을 더 많이 올렸다. 반대로 뉴스피드에 나타나는 부정적인 게시물이 줄어들면 사용자는 긍정적인 게시물을 더 많이 올렸다. 친구와 직접 교류하는 게 아니고 뉴스피드만 봐도 페이스북 사용자가 감정에 영향을 받았다는 뜻이다. 잘 사는 친구 게

빅데이터 기술

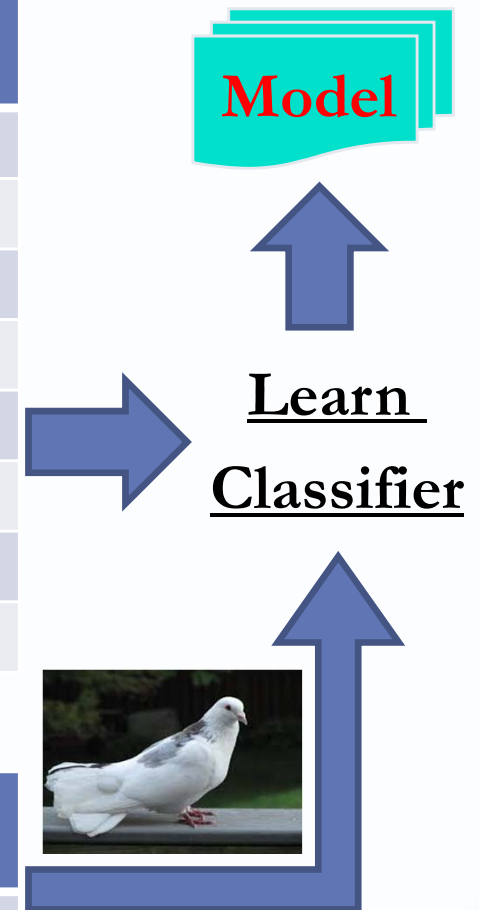
(1) Classification (예시: Classifying Mammals)

TRAINING SET

Name	Body Temperature	Gives Birth	Four-legged	Hibernates	Class Label
Human	Warm-blooded	Y	N	N	Y
Elephant	Warm-blooded	Y	Y	N	Y
Leopard shark	Cold-blooded	Y	N	N	N
Turtle	Cold-blooded	N	Y	N	N
Penguin	Cold-blooded	N	N	N	N
Eel	Warm-blooded	N	N	N	N
Dolphin	Warm-blooded	Y	N	N	Y
Spiny anteater	Cold-blooded	N	Y	Y	Y

TESTING SET

Name	Body Temperature	Gives Birth	Four-legged	Hibernates	Class Label
Pigeon	Warm-blooded	N	N	N	?

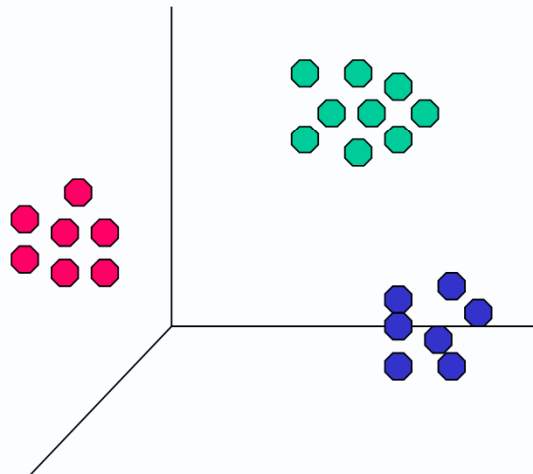


(2) Clustering

- Given a set of data points, each having a set of attributes and a similarity measure among them, find clusters such that
 - Data points in one cluster are more similar to one another
 - Data points in separate clusters are less similar to one another

Intracluster distances
are minimized

Intercluster distances
are maximized



빅데이터 기술

(3) Association Rule Discovery

- Given a set of records each of which contain some number of items from a given collection
- Produce **dependency rules** which will predict occurrence of an item based on occurrences of other items

TID	Items
1	Bread, Coke, Milk
2	Beer, Bread
3	Beer, Coke, Diaper, Milk
4	Beer, Bread, Coke, Diaper, Milk
5	Beer, Diaper, Milk

Rules Discovered:

{Milk} → {Coke} X
{Diaper, Milk} → {Beer} O

- *Marketing and sales promotion*
- *Supermarket shelf management*
- *Inventory management*

(4) Sequential Pattern Discovery

- Given is a set of objects, with each object associated with its own timeline of events, find rules that predict strong sequential dependencies among different events.
- Association rule: Concurrent events
- Examples: Computer bookstore: Intro to C++ → MFC using C++
 Shoes → Racket, Racketball → Sports Jacket

(5) Text Mining

○ 해양플랜트 검사문서

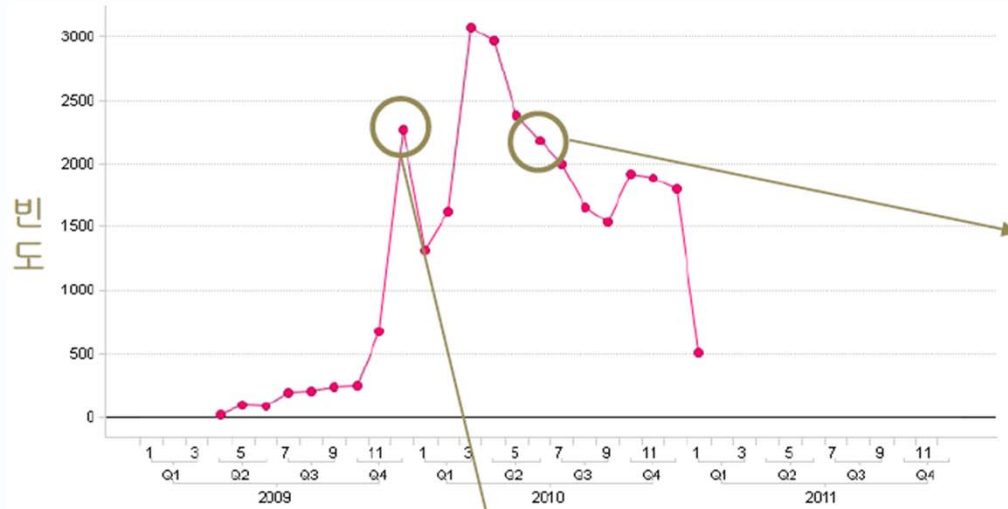
- 한 개의 구조물에서 2년 간 약 28,800여 건의 검사내용 입력
- 언제 어디서 어떤 문제가 발생하는가?
- 문제들 간에 어떤 관계가 있는가?



빅데이터 기술

출처: 조성준 교수 (서울대학교 산업공학과, 2013)

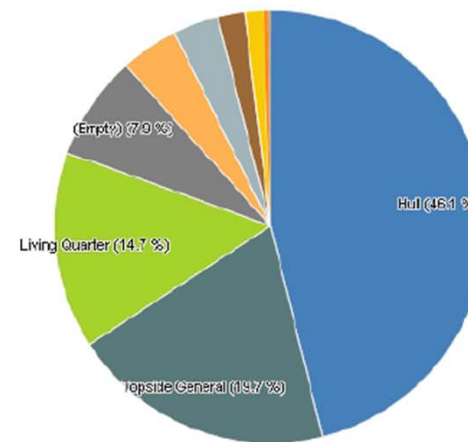
언제 어디서 어떤 문제가 발생하는가?



install	support	addition	gap	tray	con	ven	cov	nu	che	acc	insi	gui	tes
			weld	modify	fix	sid	sp	ve	op	hy	JB	mo	da
miss	valve	line	equipment	connect	co	ca	c						
			maintain	need	ite	cl	fa						
tag	pipe	page	joint	plate	flange	att	ke	h					
			point	bolt	c...	ID	pr	p	br	d			
			DWG	c...	po	co	p						

install	integrate	system	plate	bolt	regula	con	flan	mo	ad	ca	too	us	de	cra	re	ca	
	weld	point	change	red	ear	m	ide	op	cir	re	m	ve	ca	int	m	co	de
support	valve	DWG	provide	la...	wa	inc	O	pr	in	a							
	tag	hydro	number	alar	m	dr...	ne	ch	s	d	s						
miss	joint	NDE	cable	gap	ex...	con	m	dir	el	a	b						
	test	complete	pipe	line	h...	sus	ca	dr	e	b							

등장하는 단어



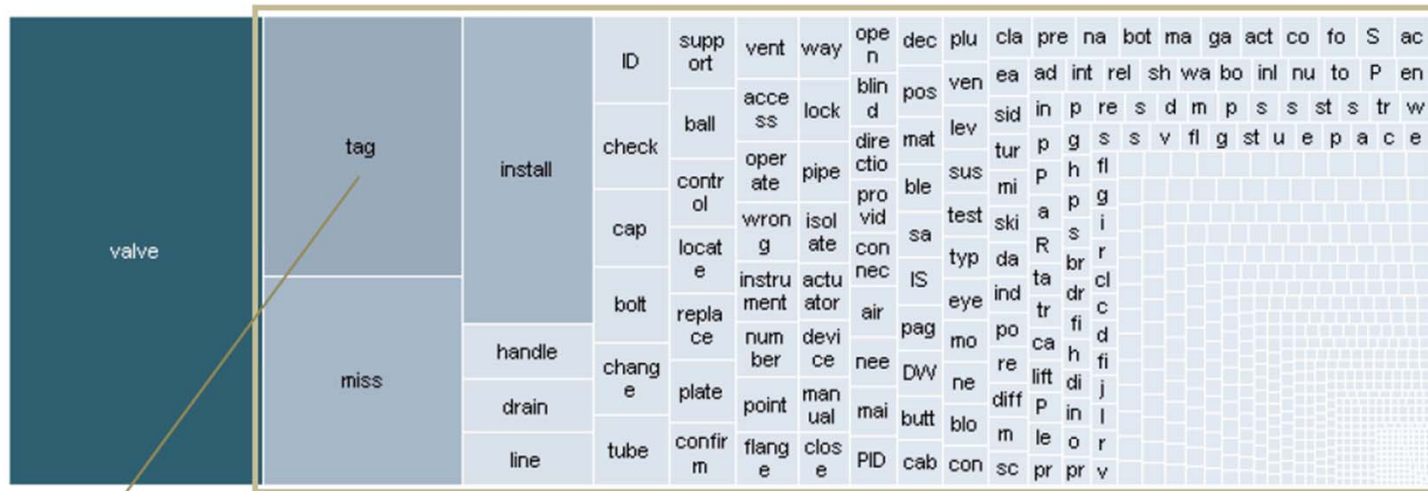
발생하는 장소

빅데이터 기술

출처: 조성준 교수(서울대학교 산업공학과, 2013)

문제들 간에 어떤 관계가 있는가?

“valve”와 함께 등장하는 단어



notc_detl_desc

- Valve tags missing-4EA (HV-05026B/C,27329,27362)
- Valve (HV-73008A) tag is missing.Handle touched other valve's body.
- "Valve (HV-07527, HV-07530, HV-07528) tag is missing "
- Valve(HV-27207) tag is missing (밸브 tag 설치 요망)
- Valve(HV-27207) tag is missing (밸브 tag 설치 요망)
- All valve tag is missing (PKG에 포함된 전 밸브 tag 설치 요망- 6 ea)
- All valve tag is missing (5 points - PKG 내 전 밸브 tag 미설치)
- Vave (HV-27217A, 27217B) tag is missing (밸브 tag 미설치 - 2 points)
- Vave (HV-27221A, 27221B) tag is missing (밸브 tag 미설치 - 2 points)
- Vave (HV-27204A, 27204B) tag is missing (밸브 tag 미설치 - 2 points)
- Vave (ROV 27241, 27243) tag is missing (밸브 tag 미설치 - 2 points)



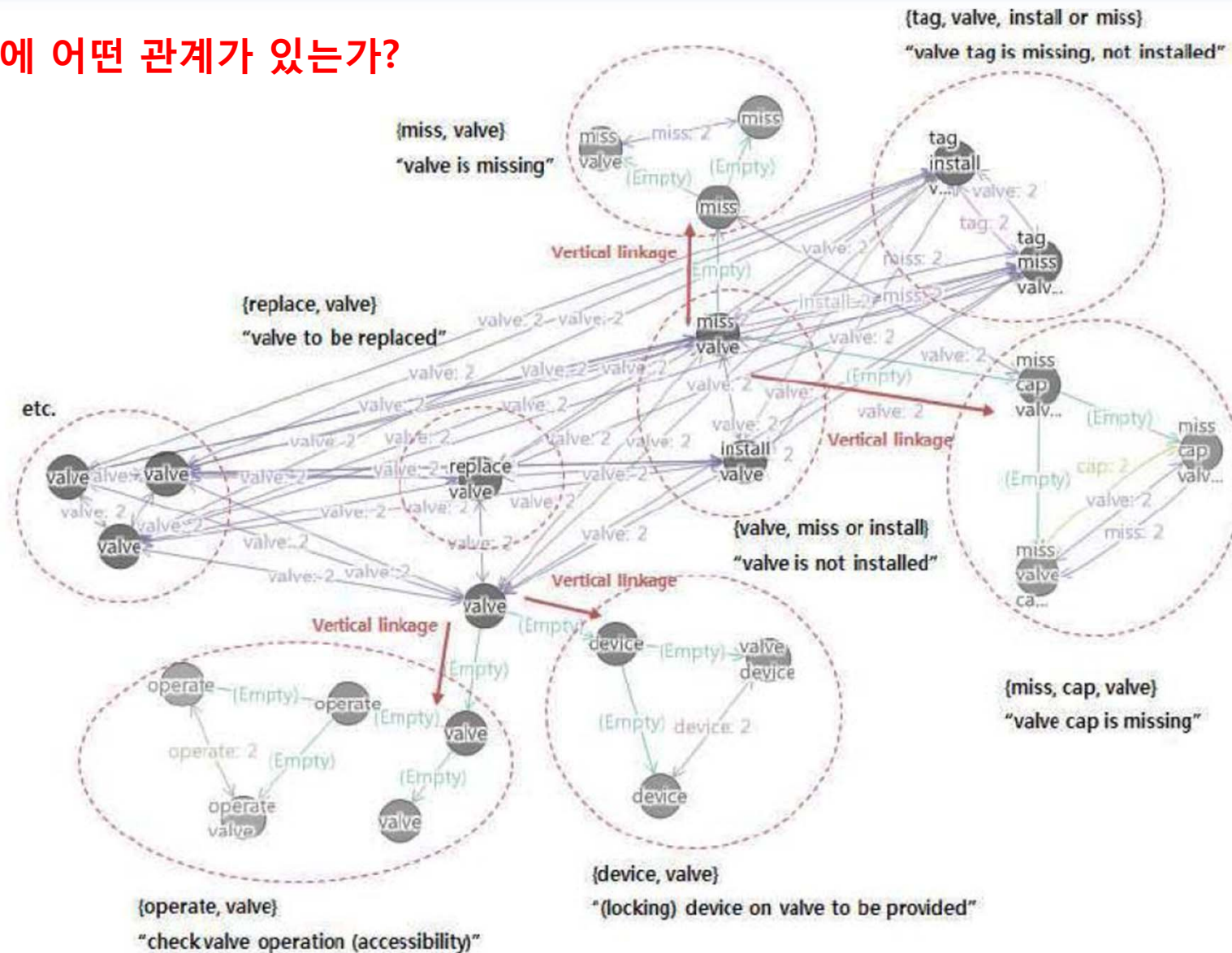
“valve”와 “tag”가 함께 나오는 검사문서

→ “valve tag가 누락(miss)되어 설치(install)가 필요하다”

빅데이터 기술

출처: 조성준 교수 (서울대학교 산업공학과, 2013)

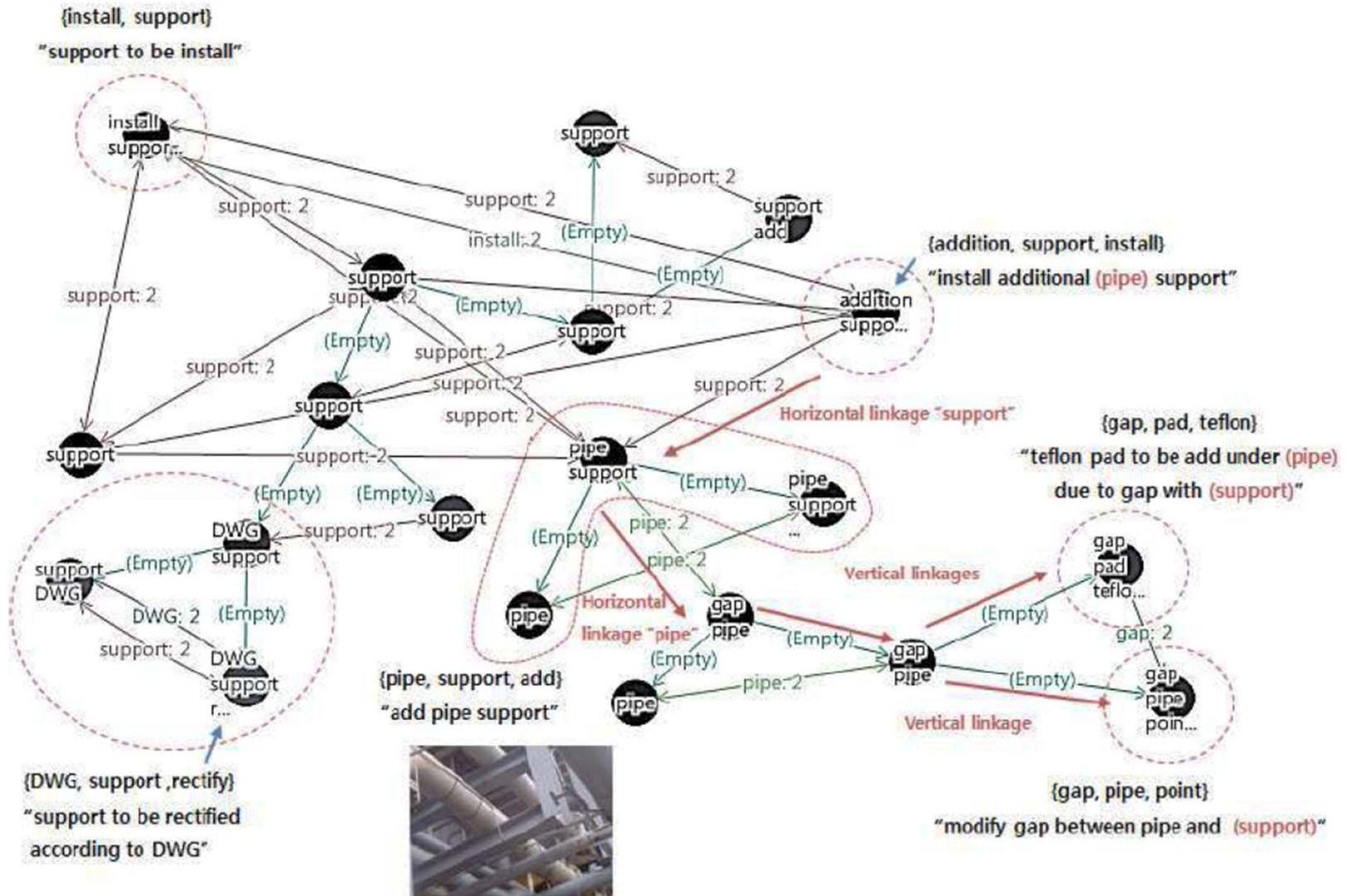
문제들 간에 어떤 관계가 있는가?



“valve” 관련한 문제 유형들은 뭐가 있는가?

- Valve tag, valve cap, locking device 미 설치 문제, Valve 교체 문제, Valve 오작동 문제가 있음

문제들 간에 어떤 관계가 있는가?



“pipe” 와 관련한 문제 유형들은 뭐가 있는가?

- Pipe 흔들림을 막기 위한 Support 추가, Pipe 간격 조정 또는 teflon pad 추가 문제가 있음

빅데이터 건설분야 적용사례

◆ 캐터필라 실시간 장비 모니터링

- 장비마다 GPS, 센서, 라디오 송수신기, 데이터 관리 소프트웨어 장착
- 장비 상태 실시간 모니터링을 통한 장비 상태 실시간 진단 및 예측
- 건설 관리자는 사무실 모니터를 통해 건설 현장에 투입된 장비의 실시간 정보(위치, 작동 상태 유무, 연료 소비, 위험신호 등)를 한 눈에 파악하여 생산성, 안전성 증진을 도모

◆ 시미즈건설 건물 노화 원격감지시스템

- 건물 곳곳에 진동 센서를 설치, 데이터 수집
- 이를 기상청 등에서 제공되는 지진, 풍속 데이터 등과 연동시켜 건물의 반응 상황을 실시간으로 점검
- 나아가 구조물의 철근 상태, 진동 댐퍼의 훼손상태 등을 관리, 추론예측 하는 지능형 시스템으로 발전시켜 가고 있음

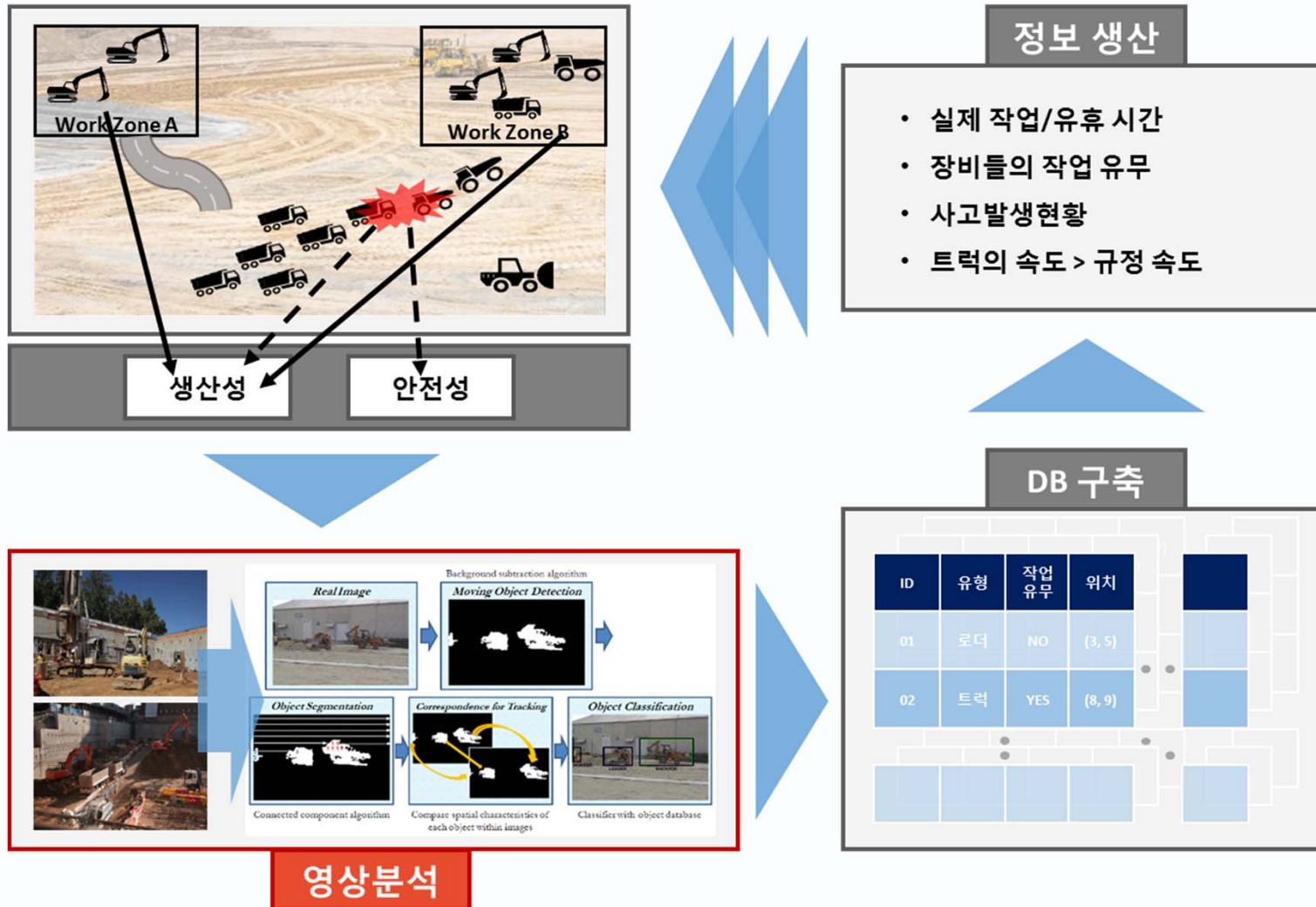
빅데이터 건설분야 적용사례

◆ 세계 2위 건설기계 업체 고마쓰

- “Komtrax”라는 원격관리시스템을 활용한 세계 건설경기 예측
- 당초 기계의 위치, 가동 상황 파악, 도난 방지 등을 위하여 2001년부터 자사의 건설기계를 원격으로 관리할 수 있는 시스템을 개발, 탑재
- 최근 이를 활용하여 (약 70여 개 국가 30만대 장비) 특정 지역에서 건설기계의 가동률이 늘어나고 줄어드는 것을 관찰하다 보니 그 지역의 건설경기가 한 눈에 들어오기 시작함
- 공식적인 경제 통계 없이도 지역 경기를 모니터링하고 전망함

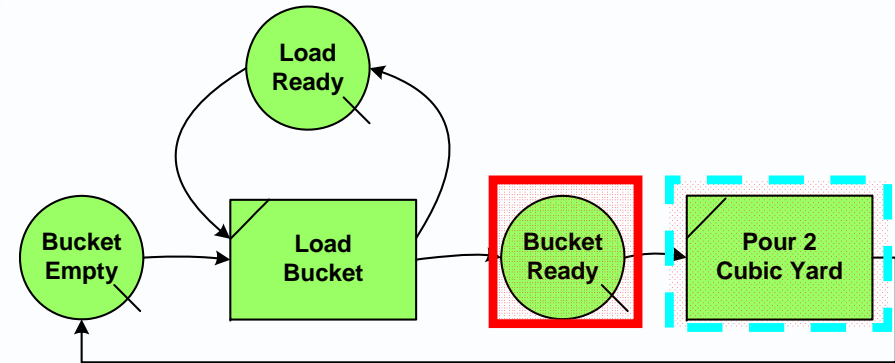
연구(1) 영상분석을 활용한 현장정보 자동분석 기술

토공현장에서 수집된 영상 데이터를 자동 분석하여 토공작업의 생산성 및 안전성 분석에 필요한 정보를 실시간으로 제공하는 기술



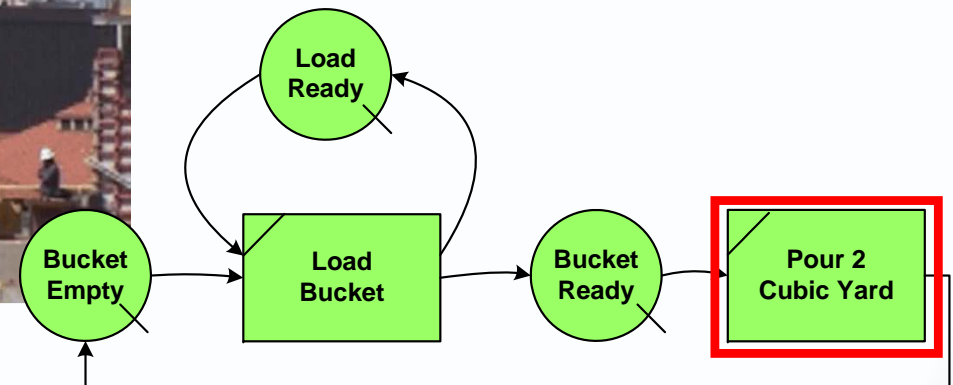
연구(1) 영상분석을 활용한 현장정보 자동분석 기술

◆ 건설생산성 분석



연구(1) 영상분석을 활용한 현장정보 자동분석 기술

◆ 건설생산성 분석



연구(2) 텍스트마이닝을 활용한 효율적 문서관리시스템 개발

- ◆ **텍스트마이닝 기반 건설 경험정보 웹 인텔리전스 시스템 개발**
 - 연구책임자, 한국연구재단 (2014 – 2017)

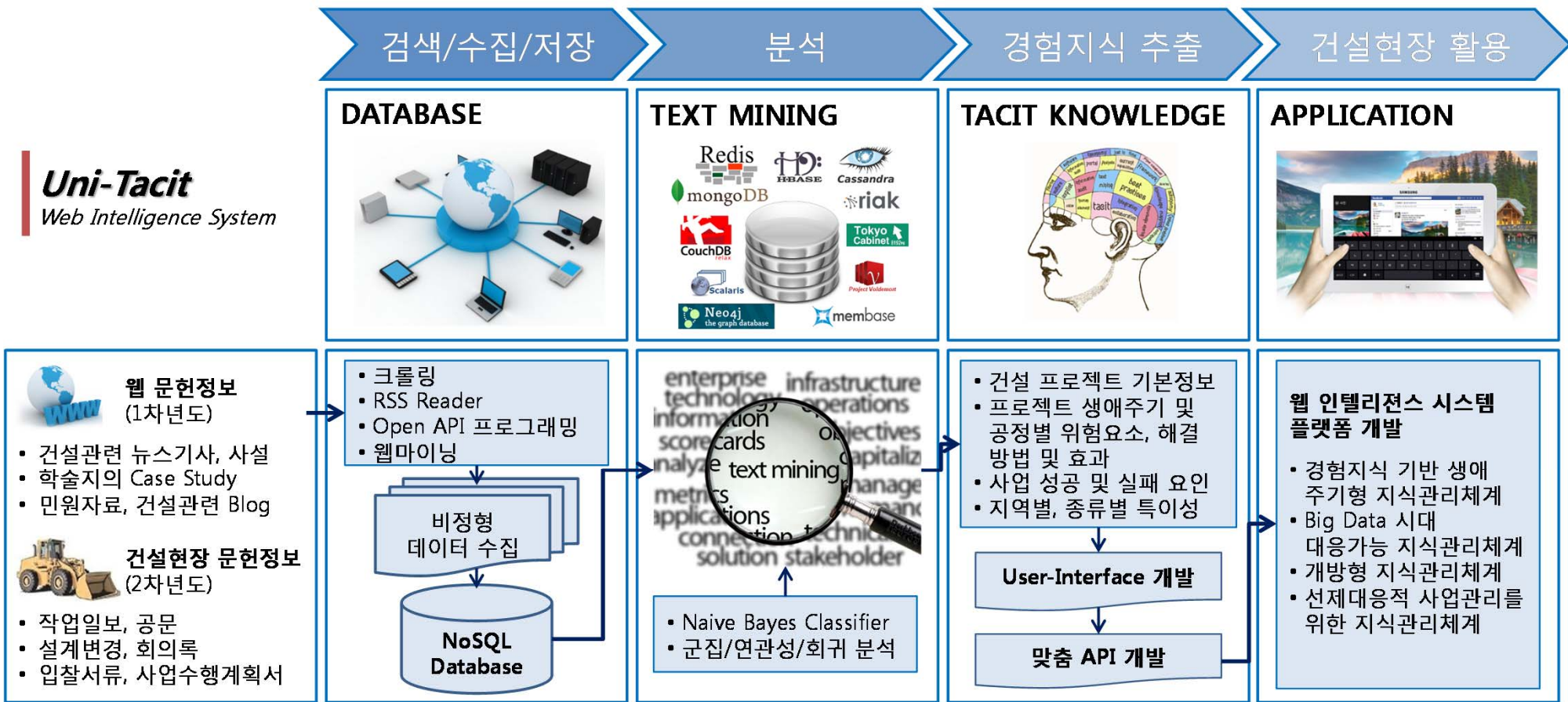
- ◆ **Numerous Text Data in the Construction Industry**
 - Accumulation of a large number of text data over project lifecycle: more than 80% of project-related information (*Cleveland, 1995; Hjelt and Björk, 2006; Zhu et al., 2007; Ma et al., 2011*)
 - Text data generated from construction sites
 - Periodic progress reports, Quality and safety reports, Claim documents, Contract documents, Change documents, Tender documents, Meeting minutes, E-mails, Specifications, etc. (*Rubin et al., 1999; Chun, 2001*)
 - Construction related text data on the web
 - News, Editorials, Interviews, Reports, White papers, Journal papers, and Case studies etc.

- ◆ **Importance of Text Data in the Construction Industry**
 - Lessons-learned from previous construction projects mainly carried by documents (*Pathirage et al., 2007 ; Soibelman et al., 2008*)
 - Support decision making processes during construction projects and also for business strategy development in the highly competitive industry (*Song et al., 2009; Qady and Kandil, 2010*)

연구(2) 텍스트마이닝을 활용한 효율적 문서관리시스템 개발

- ◆ **텍스트마이닝 기반 건설 경험정보 웹 인텔리전스 시스템 개발**
 - 연구책임자, 한국연구재단 (2014 – 2017)
- ◆ **Industry: Low Information Reuse (TIME CONSUMING & TOO MANY)**
 - Most data in PMIS is text data: However, just stored!
 - Text data in DB: Unstructured, complex, various formats
 - Tough accessibility to documents and low information reuse for project evaluation and new project planning: Projects finish, then data finish (*Vidogah and Ndekugri, 1998; Forcada et al., 2007*).
- ◆ **Needs for Korean-based Document Management Systems**
 - A majority of research have studied English data while few research have been done on Korean data.
 - Plenty of technical constraints to apply existing English-based systems to the domestic construction industry

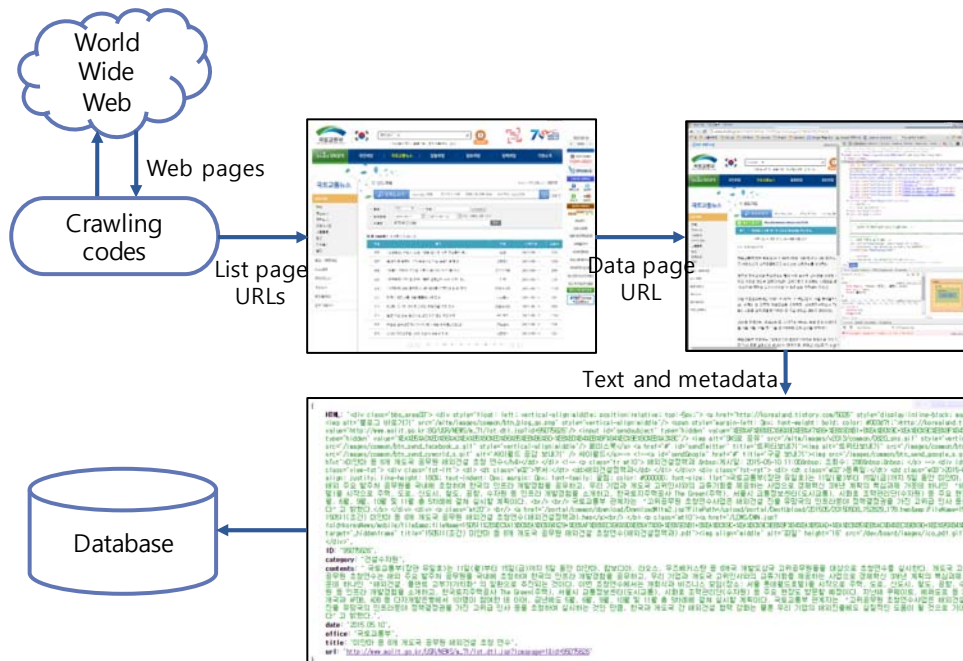
Web Intelligence System “UNI-Tacit” Development Process



UNI(User Needed Information)-Tacit

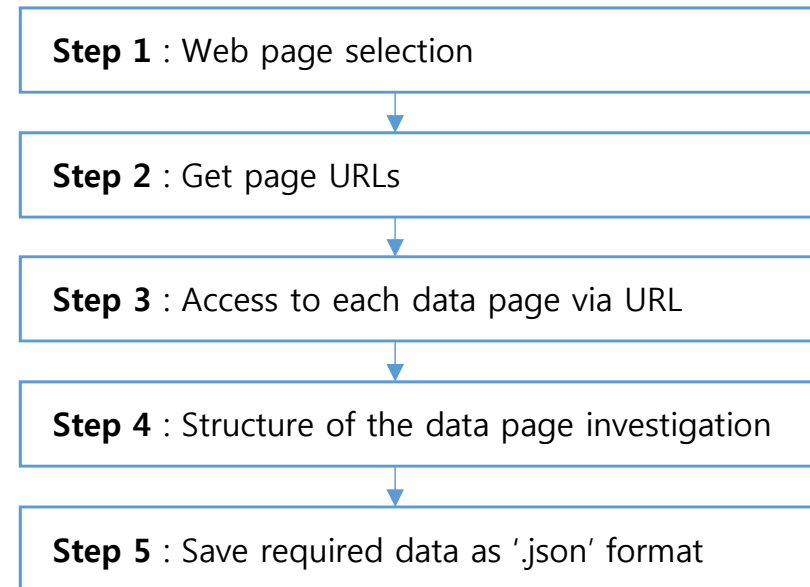
■ Data collection

- **Construction sites:** progress reports, quality and safety reports, O&M reports, claim documents, contract document, change orders, meeting minutes, e-mail, etc.
- **Web:** editorials, interviews, reports, white paper, official documents, papers, case studies, and others
 → Web crawler



<Concept of web crawling>

<Web crawling steps>



UNI(User Needed Information)-Tacit

Automated keyword extraction and document tagging

제목	미얀마 등 8개 개도국 공무원 해외건설 초청 연수		
	- 주택·신도시·공항 등 인프라 개발 경험 공유		
부서: 해외건설정책과	등록일: 2015-05-10 11:00	조회: 453	
<p>국토교통부(장관 유일호)는 11일(월)부터 15일(금)까지 5일 동안 미얀마, 캄보디아, 라오스, 우즈베키스탄 등 8개 국 개발도상국 고위공무원들을 대상으로 초청연수를 실시한다.</p> <p>개도국 고위공무원 초청연수는 해외 주요 발주처 공무원을 국내에 초청하여 한국의 인프라 개발경험을 공유하고, 우리 기업과 개도국 고위인사와의 교류기회를 제공하는 사업으로 경제혁신 3개년 계획의 핵심과제 가운데 하나인 “해외건설·플랜트 고부가가치화”의 일환으로 추진되는 것이다.</p> <p>이번 초청연수에서는 개최식과 비즈니스 모임(장소: 서울 롯데월드호텔)을 시작으로 주택, 도로, 신도시, 철도, 공항, 수자원 등 인프라 개발경험을 소개하고, 한국토지주택공사 The Green(주택), 서울시 교통정보센터(도시교통), 시화호 조력관리단(수자원) 등 주요 현장도 방문할 예정이다.</p> <p>지난해 쿠웨이트, 메과르 등 37개국과 AFDB, ADB 등 다자개발은행에서 101명이 참여한 데 이어, 금년에도 5월, 6월, 9월, 10월 및 11월 총 5차례에 걸쳐 실시할 계획이다.</p> <p>국토교통부 관계자는 “고위공무원 초청연수사업은 해외건설 진출 유망국의 인프라분야 정책결정권을 가진 고위급 인사 등을 초청하여 실시하는 것인 만큼, 한국과 개도국 간 해외건설 협력 강화는 물론 우리 기업의 해외진출에도 실질적인 도움이 될 것으로 기대된다”고 밝혔다.</p>			

[2015.05.10 > 국토교통부] 미얀마 등 8개 개도국 공무원 해외건설 초청 연수

고위 (5) 공무원 (4) 초청 (4) 연수 (4)
인프라 (3)

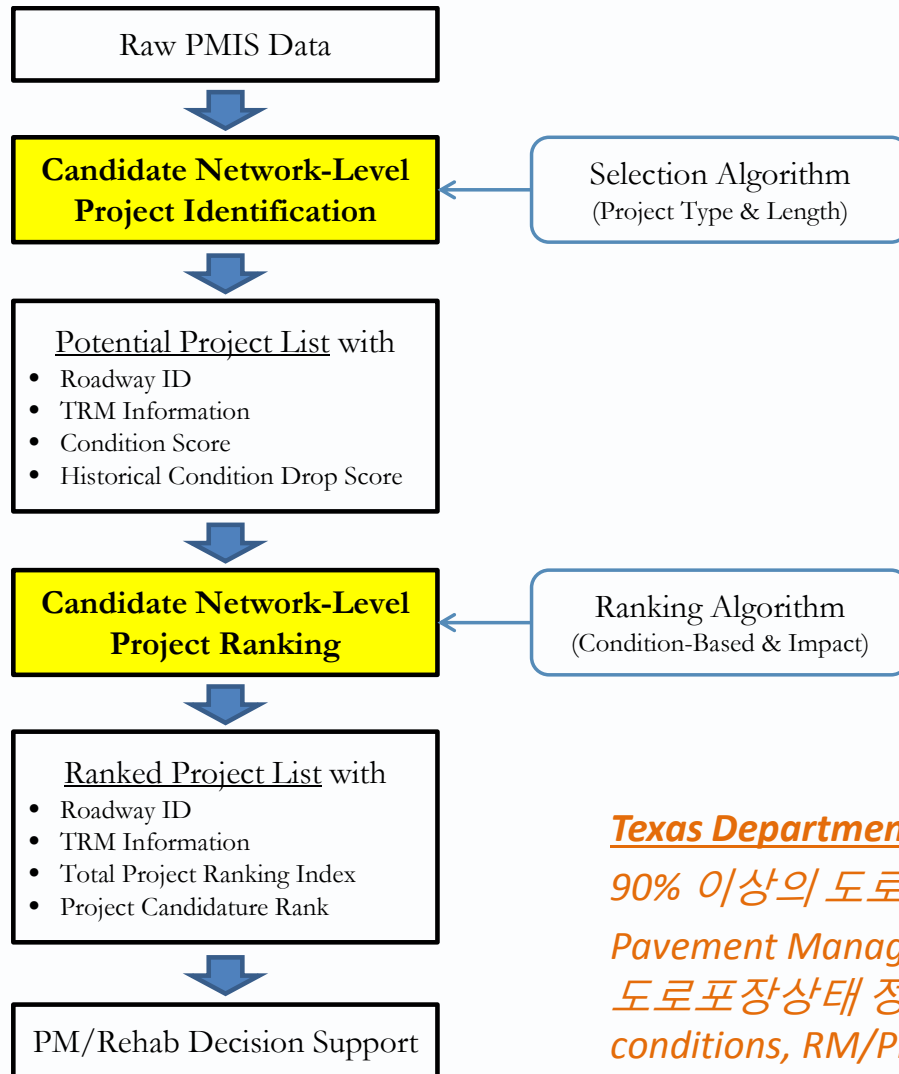
국토교통부(장관 유일호)는 11일(월)부터 15일(금)까지 5일 동안 미얀마, 캄보디아, 라오스, 우즈베키스탄 등 8개국 개발도상국 고위공무원들을 대상으로 초청연수를 실시한다. 개도국 고위 공무원 초청연수는 해외 주요 발주처 공무원을 국내에 초청하여 한국의 인프라...

UNI(User Needed Information)-Tacit

Text data visualization

The screenshot displays the UNI-TACIT 2015 web interface. On the left, there is a search bar and a 'Countries' dropdown menu listing various nations. The main content area features a word cloud visualization of text data, with a callout box highlighting '104: 미얀마 tag (keyword)'. To the right, a world map shows the geographical distribution of data points. Below the word cloud, a section titled 'Articles' shows the most recent 10 articles. A callout box labeled 'list of dataset' points to the article list, and another callout labeled 'keywords' points to the highlighted keywords in the first article snippet.

연구(3) TxDOT 도로 유지보수 의사결정 지원



CS	CS_Drop	Roadway	TRM	TRM_DISP
18	-24	BI0035LK	422	1.5
58	33	BI0035LK	424	0
53	5	BI0035LK	424	0.5
56	26	BU0079BK	456	0.2
52	15	FM0112 K	556	0
20	-5	FM0112 K	556	0.5
20	1	FM0112 K	556	1
47	31	FM0112 K	556	1.5
58	24	FM0112 K	558	1.5
52	27	FM0112 K	562	1
35	-55	FM0112 K	562	1.5
53	11	FM0112 K	564	0.5
47	7	FM0112 K	564	1
48	16	FM0112 K	566	1.5
27	7	FM0112 K	568	1
28	-6	FM0112 K	568	1.5

Texas Department of Transportation

90% 이상의 도로상태를 "Good or Better" 로 목표

Pavement Management Information Systems (PMIS): 4개월에 걸친 도로포장상태 정보수집 (distress score, ride score, actual distress conditions, RM/PM/Rehab 예산관련정보 등)

참조: 텍사스 도로 총 연장: 314,000 km (2008) VS 한국: 106,414km (2013)

연구(3) TxDOT 도로 유지보수 의사결정 지원

Sustainable Road Management in Texas: Network-Level Flexible Pavement Structural Condition Analysis Using Data-Mining Techniques

Seokho Chi¹; Mike Murphy²; and Zhanmin Zhang, A.M.ASCE³

Abstract: The research team recognized the value of network-level falling weight deflectometer (FWD) testing to evaluate the structural condition trends of flexible pavements. However, practical limitations due to the cost of testing, traffic control and safety concerns, and the ability to test a large network may discourage some agencies from conducting the network-level FWD testing. For this reason, the surrogate measure of the structural condition index (SCI) is suggested for use. The main purpose of the research presented in this paper is to investigate data-mining strategies and to develop a prediction method of the structural condition trends for network-level applications, which do not require FWD testing. The research team first evaluated the existing and historical pavement condition, distress, ride, traffic, and other data attributes in the Texas Department of Transportation (TxDOT) Pavement Maintenance Information System (PMIS); applied data-mining strategies to pavement structural condition data; and developed a prediction method of the structural condition trends for network-level applications, which do not require FWD testing. The research team first evaluated the existing and historical pavement condition, distress, ride, traffic, and other data attributes in the Texas Department of Transportation (TxDOT) Pavement Maintenance Information System (PMIS); applied data-mining strategies to pavement structural condition data; and developed a prediction method of the structural condition trends for network-level applications, which do not require FWD testing.

5년간 Distress Score 평균/편차
5년간 Ride Score 평균/편차
과거 유지보수 이력
(년차, 점수변화 등)

→ Structural Condition Index 예측

Introduction

The Texas Department of Transportation (TxDOT) is progressing in meeting the Texas Transportation Commission's statewide good or better pavement condition score goal. However, PMIS pavement condition data mainly comprises ride quality and surface friction data for functional condition assessment and visual condition measurements for structural condition assessment.

¹Assistant Professor, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Seoul National Univ., Seoul 151-744, Korea (corresponding author). E-mail: shchi@snu.ac.kr

²Research Engineer, Center for Transportation Research, Univ. of Texas at Austin, Austin, TX 78701. E-mail: murphy@mail.utexas.edu

³Associate Professor, Dept. of Civil, Architectural and Environmental Engineering, Univ. of Texas at Austin, Austin, TX 78712. E-mail: z.zhang@mail.utexas.edu

Note. This manuscript was submitted on April 10, 2012; approved on July 24, 2012; published online on August 14, 2012. Discussion period open until June 1, 2014; separate discussions must be submitted for individual papers. This paper is part of the *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol. 28, No. 1, January 1, 2014. © ASCE, ISSN 0887-3801/2014/1-156-165/\$25.00.

Case Study

Development of Network-Level Project Screening Methods Supporting the 4-Year Pavement Management Plan in Texas

Seokho Chi¹; Jaewon Hwang²; Mike Arellano³; Zhanmin Zhang, A.M.ASCE⁴; and Mike Murphy⁵

Abstract: The Texas DOT (TXDOT) is concerned about the widening gap between pavement preservation needs and available funding. Thus, the TXDOT Austin district pavement engineer (DPE) has investigated methods to strategically allocate available pavement funding to potential projects that improve the overall performance of the district and Texas highway systems. The primary objective of the study presented in this paper is to develop a network-level project-screening and ranking method that supports the Austin district 4-year pavement-management plan development. The writers developed candidate-project selection and ranking algorithms that evaluated pavement conditions of each project candidate using data contained in the Pavement Management Information System (PMIS) database, incorporated insights from Austin district pavement experts, and implemented the developed method and supporting algorithm. This process previously required weeks to complete. The study was conducted by the Austin district pavement engineer (DPE) to develop a network-level project-screening and ranking method that supports the Austin district 4-year pavement-management plan development. The writers developed candidate-project selection and ranking algorithms that evaluated pavement conditions of each project candidate using data contained in the Pavement Management Information System (PMIS) database, incorporated insights from Austin district pavement experts, and implemented the developed method and supporting algorithm. This process previously required weeks to complete. The study was conducted by the Austin district pavement engineer (DPE) to develop a network-level project-screening and ranking method that supports the Austin district 4-year pavement-management plan development.

CE Database

Author keywords

Introduction

The Texas Department of Transportation (TxDOT) is concerned about the widening gap between pavement preservation needs and available funding. Thus, the TXDOT Austin district pavement engineer (DPE) has investigated methods to strategically allocate available pavement funding to potential projects that improve the overall performance of the district and Texas highway systems. The primary objective of the study presented in this paper is to develop a network-level project-screening and ranking method that supports the Austin district 4-year pavement-management plan development. The writers developed candidate-project selection and ranking algorithms that evaluated pavement conditions of each project candidate using data contained in the Pavement Management Information System (PMIS) database, incorporated insights from Austin district pavement experts, and implemented the developed method and supporting algorithm. This process previously required weeks to complete. The study was conducted by the Austin district pavement engineer (DPE) to develop a network-level project-screening and ranking method that supports the Austin district 4-year pavement-management plan development.

현재 Condition Score (DS+RS)
전년도 대비 CS Drop 속도
전문가 의사결정 Rule

→ 유지관리 프로젝트 예산배정
우선순위 도출 (IA, VA, NA)

¹Assistant Professor, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Seoul National Univ., 35-403 Gwanak-ro, Gwanak-ku, Seoul, Korea 151-744 (corresponding author). E-mail: shchi@snu.ac.kr

²Assistant Manager, Samsung Heavy Industries, 24th Fl. Samsung Life Insurance Seocho Tower, 1321-15 Seocho-2 dong, Seocho-gu, Seoul 137-857, Korea. E-mail: jaewon.h@samsung.com

³District Pavement Engineer, Texas Dept. of Transportation, Austin District, 7901 N. IH 35, Austin, TX 78753. E-mail: miquel.arelano@txdot.gov

⁴Associate Professor, Civil, Architectural, and Environmental Engineering Dept.-TRAN, Univ. of Texas, 1 Univ. Station C1761, Austin, TX 78712. E-mail: z.zhang@mail.utexas.edu

⁵Research Engineer, Center for Transportation Research, Univ. of Texas, 1616 Guadalupe St., Suite 4.202, Austin, TX 78701. E-mail: murphy@mail.utexas.edu

Note. This manuscript was submitted on April 2, 2012; approved on September 12, 2012; published online on September 15, 2012. Discussion period open until March 1, 2014; separate discussions must be submitted for individual papers. This paper is part of the *Journal of Management in Engineering*, Vol. 29, No. 4, October 1, 2013. © ASCE, ISSN 0742-597X/2013/4-482-494/\$25.00.

연구(3) TxDOT 도로 유지보수 의사결정 지원

J	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1	DS	D_DS	RDBED_ID	RD_POS	TRM	TRM_DIS		1165				1165				1165										
2		79	-20	BI0035LK	N	422	0																			
3		88	34	BI0035LK	N	422	0.5																			
4		96	0	BI0035LK	N	422	1																			
5		82	-17	BI0035LK	N	422	1.5																			
6		89	29	BI0035LK	N	424	0																			
7		74	6	BI0035LK	N	424	0.5																			
8		98	9	BI0035LK	N	424	1																			
9		100	0	BI0035LK	N	424	1.5																			
10		96	25	BU0079BK	N	456	0.2																			
11		86	-13	BU0079BK	N	456	0.8																			
12		100	7	BU0079BK	N	456	1.3																			
13		61	-27	FM0112 K	N	556	0																			
14		34	-1	FM0112 K	N	556	0.5																			
15		54	18	FM0112 K	N	556	1																			
16		47	28	FM0112 K	N	556	1.5																			
17		85	36	FM0112 K	N	558	0																			
18		90	36	FM0112 K	N	558	0.5																			
19		69	32	FM0112 K	N	558	1																			
20		69	34	FM0112 K	N	558	1.5																			
21		100	0	FM0112 K	N	560	0																			
22		94	0	FM0112 K	N	560	0.5																			
23		83	1	FM0112 K	N	560	1																			
24		100	56	FM0112 K	N	560	1.5																			
25		100	51	FM0112 K	N	562	0																			
26		100	51	FM0112 K	N	562	0.5																			
27		54	29	FM0112 K	N	562	1																			
28		35	-55	FM0112 K	N	562	1.5																			
29		90	22	FM0112 K	N	564	0																			
30		53	11	FM0112 K	N	564	0.5																			
31		47	7	FM0112 K	N	564	1																			
32		66	29	FM0112 K	N	564	1.5																			
33		86	14	FM0112 K	N	566	0																			
34		89	51	FM0112 K	N	566	0.5																			
35		70	50	FM0112 K	N	566	1																			
36		49	16	FM0112 K	N	566	1.5																			
37		69	50	FM0112 K	N	568	0																			
38		90	66	FM0112 K	N	568	0.5																			
39		38	7	FM0112 K	N	568	1																			
40		36	-1	FM0112 K	N	568	1.5																			
41		71	0	FM0112 K	N	570	0																			
42		83	25	FM0112 K	N	570	0.5																			
43		72	35	FM0112 K	N	570	1																			
44		44	-31	FM0112 K	N	570	1.5																			
45		73	1	FM0112 K	N	572	0																			
46		68	-6	FM0112 K	N	572	0.5																			
47		63	-2	FM0112 K	N	572	1																			
48		91	37	FM0112 K	N	572	1.5																			
49		95	14	FM0112 K	N	574	0																			
50		93	-7	FM0397 L		0	0																			
51		100	0	FM0397 L		554	0																			
52		100	0	FM0397 R		0	0																			
53		100	0	FM0397 R		554	0																			
54		100	1	FM0397 K	N	554	0.3																			
55		100	0	FM0397 K	N	554	0.8																			
56		100	0	FM0397 K	N	556	0																			
57		100	0	FM0397 K	N	556	0.5																			
58		92	-4	FM0397 K	N	556	1																			
59		89	5	FM0397 K	N	556	1.5																			
60		69	15	FM0486 K	N	524	0																			
61		100	31	FM0486 K	N	524	0.5																			
62		100	31	FM0486 K	N	524	1																			
63		90	-10	FM0486 K	N	524	1.5																			
64		100	0	FM0486 K	N	526	0																			
65		100	0	FM0486 K	N	526	0.5																			
66		51	-10	FM0487 K	N	0	0																			

DATA MODIFICATION

GRAPH CREATION

GRAPHS WITH PAST YEAR

CLEAR DATA

CLEAR GRAPHS

Austin District, Williamson County, All Flexible, BI0035LK

TRM Location	422	422	422	424	424	424	424
--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Austin District, Williamson County, All Flexible, BU0079BK

TRM Location	456	456	456
--------------	-----	-----	-----

Austin District, Williamson County, All Flexible, FM0112 K

MAIN FM0112 K (CS) FM0112 K (DS) FM0112 K (RS) Raw_data_RS Raw_data_DS Raw_data_CS PROJECT_DATA Instruction Budget DATA

연구(3) TxDOT 도로 유지보수 의사결정 지원

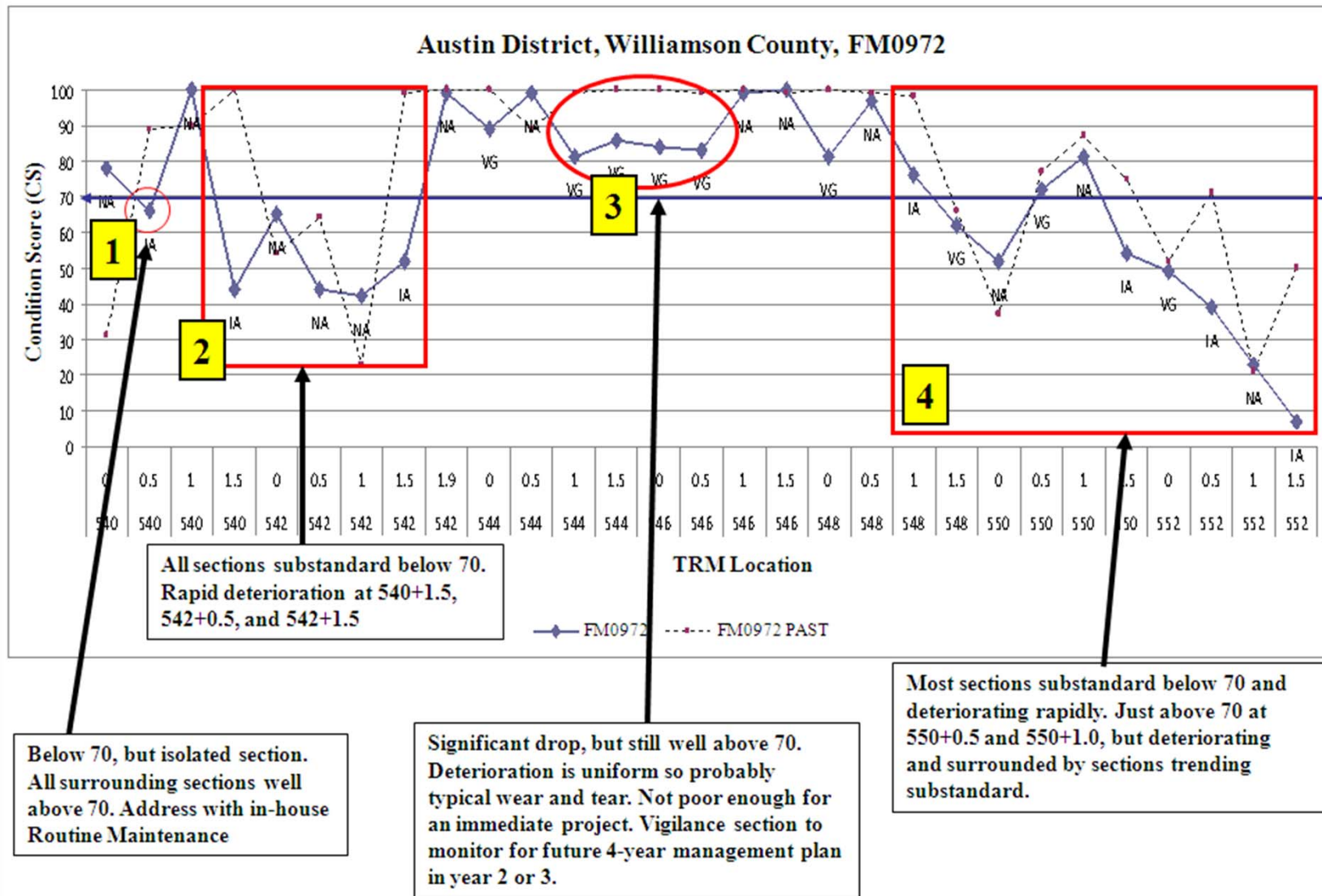


Figure 4 An example of input provided by the District Pavement Engineer (DPE) using a Condition Score graph

연구(3) TxDOT 도로 유지보수 의사결정 지원

AREA 1							AREA 2							AREA 3			AREA 4			AREA 5		AREA 6								
Project's PMIS Data							Condition Score (CS)				Condition Score Drop (CSD)				Weighting Factor			0.5	VS	0.5	Final Result		Distress Summation							
Project Number	Roadway ID	Beginning Reference Marker	Displacement	Ending Reference Marker	Displacement	Weighting factor	0.6				0.4				Total Weighted CS	Total Weighted CS Drop	Total Condition (TC)	Rank by TC	Project Length (PL, Sections)	Rank by PL	Final Score (FS)	Final Rank by FS	Shallow Rut	Deep Rut	Patching	Failure	Block	Alligator	Longitudinal	Transverse
							Score Range	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3																
							0≤CS<30	30≤CS<50	50≤CS<70	70≤CS	-10≤CSD	-20≤CSD<-10	-30≤CSD<-20	CSD<-30																
7	FM0812 K	548	0.5	560	0	Num of Sections	3	10	4	0	13	4	0	0	0.29	0.12	0.23	3	17	1	2	1	10	3	194	1	0	487	1674	0
1	FM0020 K	568	0.5	578	0.5	Num of Sections	3	6	5	1	11	4	0	0	0.27	0.13	0.21	8	15	2	5	2	36	5	309	2	0	25	69	0
19	US0290 K	614	0.5	616	1	Num of Sections	0	3	1	0	2	2	0	0	0.28	0.15	0.23	4	4	7	5.5	3	7	1	350	2	0	59	0	0
8	FM1100 K	560	0	562	0	Num of Sections	1	2	1	0	4	0	0	0	0.30	0.10	0.22	5	4	7	6	4	5	2	48	2	0	41	125	1
18	SL0150 K	560	0.5	560	1	Num of Sections	0	2	0	0	0	0	2	0	0.30	0.30	0.30	1	2	13	7	5	0	0	0	0	0	34	15	1
14	SH0021 L	564	1	570	0.5	Num of Sections	0	0	4	5	1	3	2	3	0.14	0.28	0.20	10	9	4	7	5	12	0	6	0	0	11	1422	4
6	FM0696 K	566	1.5	566	1.9	Num of Sections	0	0	1	1	0	0	1	1	0.15	0.35	0.23	2	2	13	7.5	7	2	0	69	1	0	2	0	0
17	SL0109 K	434	0.5	434	1.5	Num of Sections	1	1	1	0	3	0	0	0	0.30	0.10	0.22	5	3	10	7.5	7	1	0	32	0	0	26	50	1
15	SH0021 R	568	0	570	0	Num of Sections	0	0	2	3	0	1	3	1	0.14	0.30	0.20	9	5	6	7.5	7	0	0	6	0	0	0	769	3
13	SH0021 K	580	0.5	586	0.5	Num of Sections	0	2	5	1	5	2	1	0	0.21	0.15	0.19	11	8	5	8	10	16	3	324	2	0	26	613	0
3	FM0535 K	552	0	564	0	Num of Sections	0	3	4	3	7	1	2	0	0.20	0.15	0.18	13	10	3	8	10	29	3	129	0	0	30	275	0
12	FM3000 K	560	0	560	0.5	Num of Sections	0	0	2	0	0	1	1	0	0.20	0.25	0.22	5	2	13	9	12	5	0	45	1	0	11	0	0
11	FM2336 K	438	0.5	444	0.5	Num of Sections	1	0	0	3	2	0	2	0	0.18	0.20	0.19	12	4	7	9.5	13	15	5	0	2	0	15	10	0
20	US0290 K	626	0	626	0.5	Num of Sections	0	0	2	0	1	1	0	0	0.20	0.15	0.18	13	2	13	13	14	1	0	192	0	0	0	0	0
5	FM0672 K	556	0	556	0.5	Num of Sections	0	0	2	0	1	1	0	0	0.20	0.15	0.18	13	2	13	13	14	7	7	10	2	0	7	0	0
10	FM2104 K	452	0.5	454	0	Num of Sections	0	0	0	3	0	1	2	0	0.10	0.27	0.17	17	3	10	13.5	16	11	1	48	0	0	0	12	0
9	FM2104 K	446	0.5	448	0.5	Num of Sections	0	0	2	1	1	2	0	0	0.17	0.17	0.17	18	3	10	14	17	8	2	144	0	0	2	0	0
2	FM0535 K	546	0	546	0.5	Num of Sections	0	0	1	1	0	2	0	0	0.15	0.20	0.17	16	2	13	14.5	18	1	0	42	0	0	0	0	0
4	FM0535 K	574	0	574	1	Num of Sections	0	0	2	0	2	0	0	0	0.20	0.10	0.16	19	2	13	16	19	4	0	74	0	0	15	0	0
16	SH0071 R	590	1	592	0	Num of Sections	0	0	0	2	0	1	1	0	0.10	0.25	0.16	19	2	13	16	19	0	0	5	0	0	15	15	0

연구(4) 빅데이터 기반 교량 부재별 손상 추정 모델 개발

A need for an effective bridge management

1. Bridge deterioration → the number of target bridge increase

- A number of infrastructures were built with rapid economic growth of Korea in the 1970s (Kim, 2014)
- Over 30-year-Old bridge: 10.4% (2015) → 21.5% (2023) (MOLIT, 2015)

2. Lack of management about small-sized bridge

- Approximately twenty thousand smaller bridges have been exposed to danger because the inspections have been conducted under lack of budget, manpower, and professional skills
- 25 safety accidents of small-sized bridge were occurred in 2010 (MOLIT, 2012)

3. Limited budget

- Local governments even have to inspect a lot of structures: the Seoul city government covers around 5 thousand facilities.

4. Decrease of the number of professional inspectors

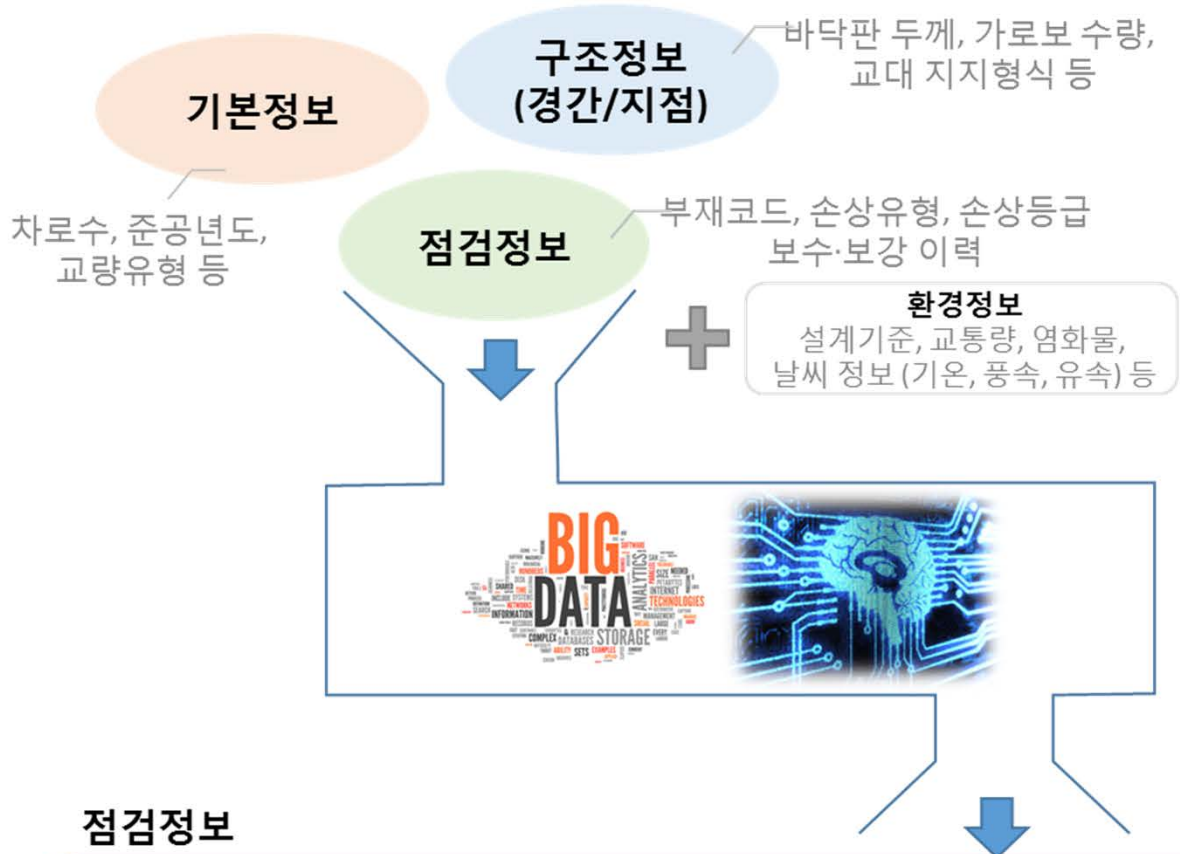
5. A number of inspection items even makes low quality of inspection

6. Uniform inspection cycle

- But there are various causes of bridge damage and the time of occurrence are unclear (Lee et al, 2001)

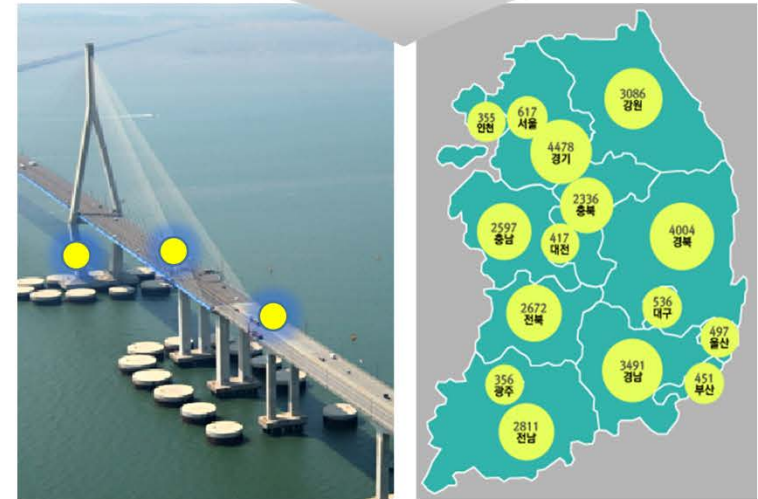
빅데이터 기반 교량 부재별 손상 추정 모델 개발

Developing Indirect Estimation Model of Bridge Element Damage Using Big Data Analyses



(1) 시설물 정보 + (2) 주변환경 정보
 설계기준, 지반/지질구조, 교통량, 중장비통행량, 시공/준공/과거 유지보수 이력, 날씨 정보(기온, 풍속, 집중호우, 강설, 홍수, 유속 등) 등

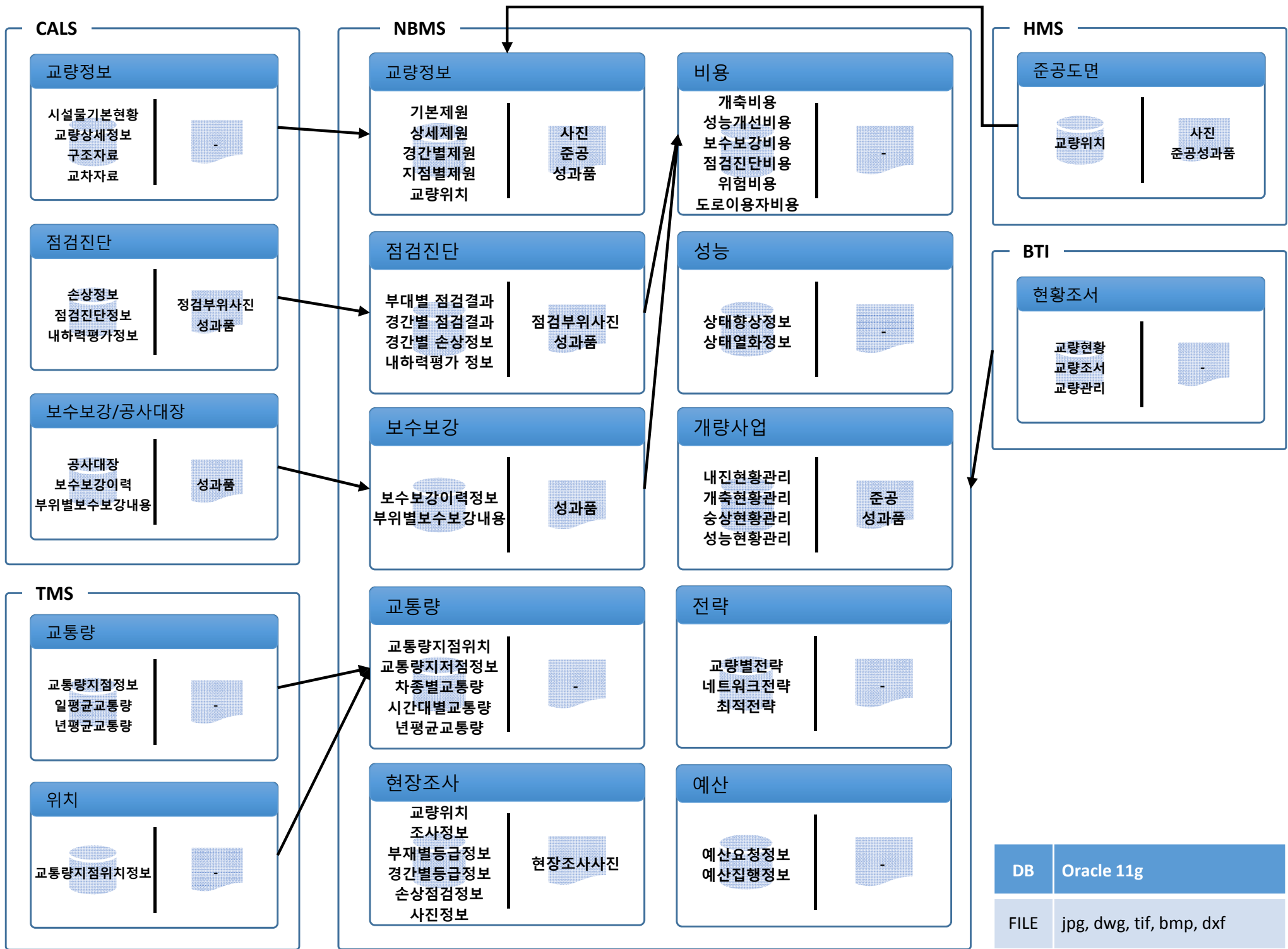
빅데이터 패턴 분석



점검정보

The inspection information is categorized into five key questions:

- 언제 (When):** Represented by a calendar icon.
- 어느 교량의 (Which bridge):** Represented by an aerial view of a bridge.
- 어느 경간의 (Which span):** Represented by a view of a bridge span with a red box highlighting a specific area.
- 어느 부재에서 (Which member):** Represented by a close-up of a bridge pier with a red box highlighting a specific member.
- 어떤 문제가 발생 (What problem occurred):** Represented by a close-up of a bridge arch with a red box highlighting a specific issue.



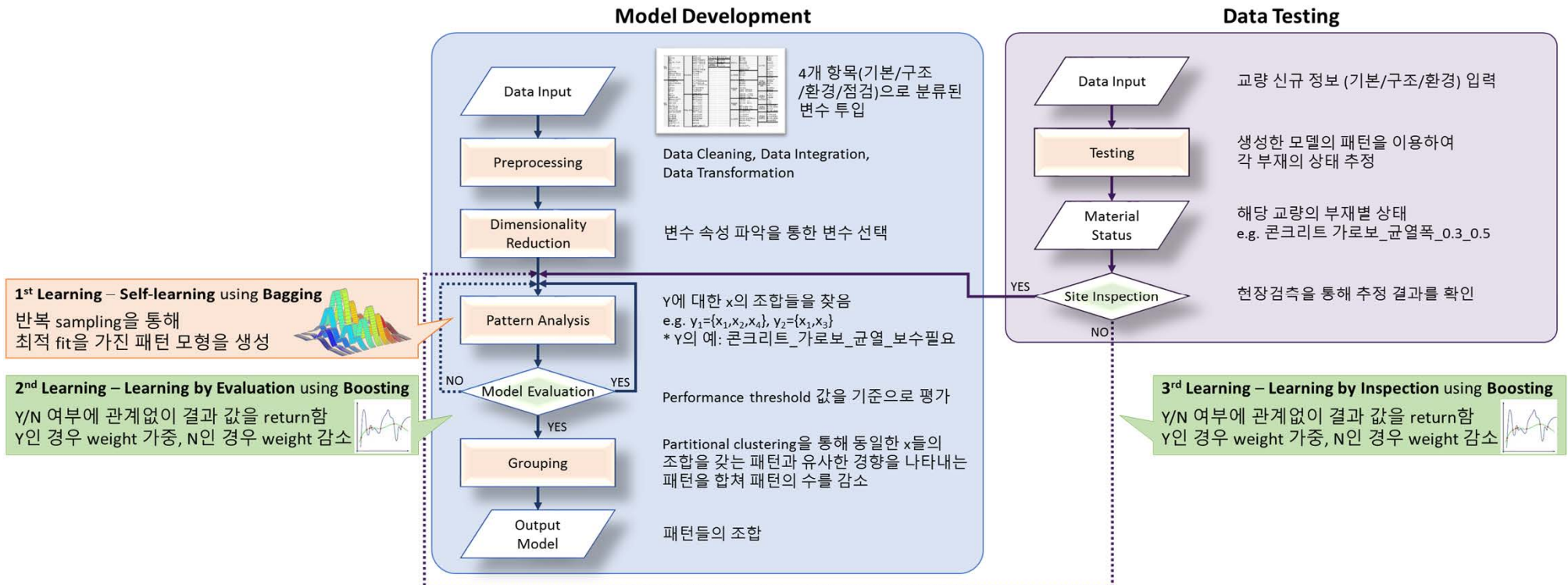
DB	Oracle 11g
FILE	jpg, dwg, tif, bmp, dxf

빅데이터 기반 교량 부재별 손상 추정 모델 개발

Developing Indirect Estimation Model of Bridge Element Damage Using Big Data Analyses

두 단계: 모델 구축과 모델 검증

- 변수들의 조합으로 이뤄진 신규 데이터에 대한 부재별 손상 추정
- 머신러닝 알고리즘을 이용한 자가 업데이트 모델
 - 반복 sampling을 통한 패턴 모델 생성
 - 평가 기준 수치(threshold)와 비교한 패턴 가중치 업데이트
 - 추정 결과와 현장 점검 결과의 비교를 통한 패턴 가중치 업데이트

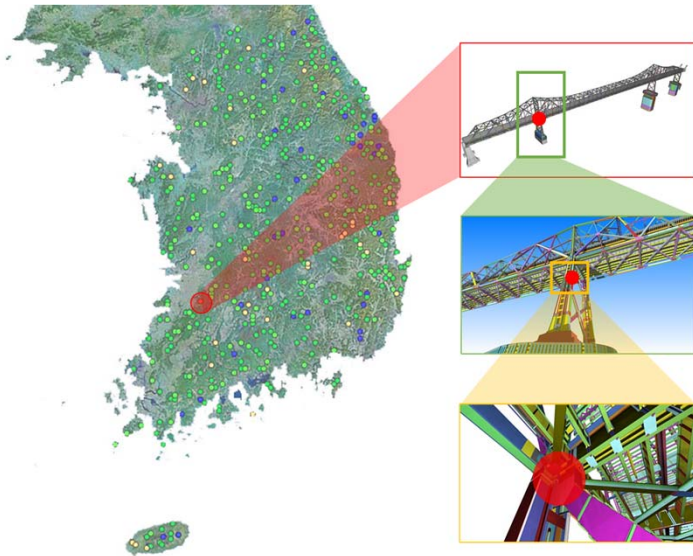


빅데이터 기반 교량 부재별 손상 추정 모델 개발

Developing Indirect Estimation Model of Bridge Element Damage Using Big Data Analyses

모델의 예상 결과물

- 부재별 손상과 관련 있는 변수들의 조합을 도출하고 교량별 포트폴리오 산출
- 일기예보에서 강수확률 %를 제시하듯 손상확률의 %를 제시



1) 교량번호: 03447				
2) 교량명: 송강교				
3) 경간명: 제3경간				
입력변수 조합	부위	필요보수	예측 상태	발생확률
{교고, 시공회사, 평균일트럭교통량}	바닥판	균열	균열율 10~20%, 균열폭 0.5~1	77%
{차로수, 시공회사, 바닥판-포장두께, 평균습도}		박리, 파손	편칭파괴 발생가능성 있음	65%
{차로 수, 주형-구조형식}	콘크리트 주형	누수, 열화, 백태	표면손상면적율 2~10%	72%
		박리, 파손	표면손상면적율 10% 이상	85%
{바닥판-두께, 주형-긴장공법}	콘크리트 가로보	철근노출	철근부식손상면적율 2% 미만	14%
{평균일트럭교통량, 가로보-수량}		균열	균열폭 0.3~0.5mm	53%
{허용통행하중, 주형-주철근 강도}		철근노출	철근부식손상면적율 2% 이상	64%

단계별 접근

출처: 조성준 교수 (서울대학교 산업공학과, 2013)

(1) 교육

- 빅데이터 개념 이해
- 데이터 기반 사고 습관 형성

(2) Question First! 브레인스토밍, 목적이 우선시 되는 전략

- 다양한 부서에서 다양한 과제 제안 (예. 총 20개 빅데이터 과제 도출)

(3) 타당성 검토

- 데이터? 비즈니스 임팩트? 분석 난이도?
- 기업 내부 데이터 보유현황 파악 및 활용도 점검
- 영업, 생산, 품질 분야 등

(4) 데이터 확보 및 분석

(5) 결과 검토 및 적용

- 추가 데이터 수집
- 데이터 수집 방법 개선
- 데이터의 정확성 제고
- 연결 모듈 개발



빅데이터 분석에 관한 오해

출처: 조성준 교수 (서울대학교 산업공학과, 2013)

- ◆ 전혀 새로운?
 - ◆ 100% 정확한?
 - ◆ 항상 최고의 대안인?
 - ◆ 데이터와 HW, SW 인프라만 있으면?
-
- ◆ WHY? 객관적 의사결정 지원
 - ◆ WHO? 의사결정자, 실무자, 분석가
 - ◆ HOW? 단계별 접근



◆ Six must-have construction tech tools

- Drone surveying
- 3D Printing
- Smart Roads
- Transparent Solar Panels
- Smart Helmet
- Anti-collision Software



 peekdrones.com
  [@peekdrones](https://www.instagram.com/peekdrones)

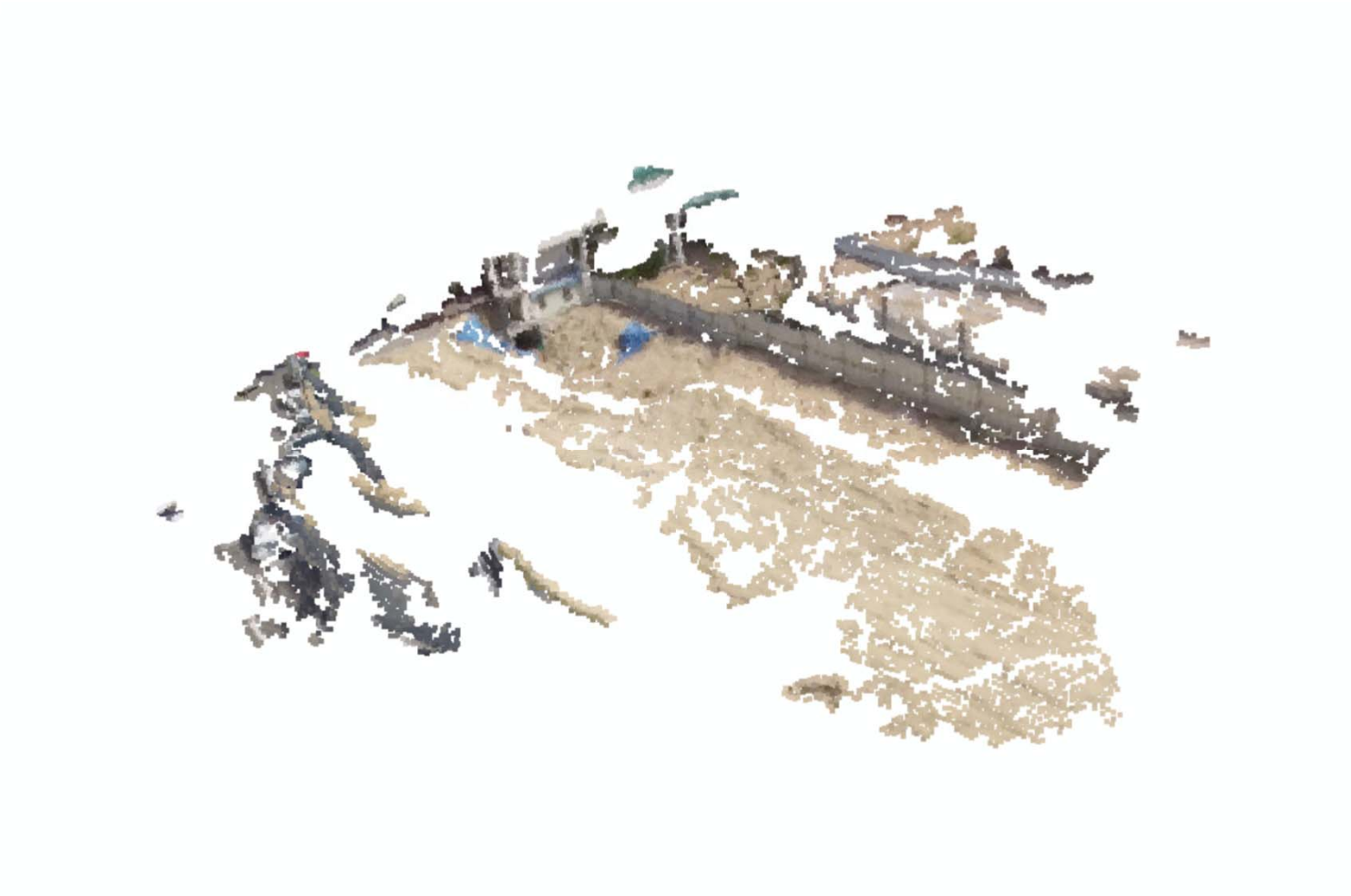
UAV 영상 촬영 실험용 - 서울대학교 34동 철거 현장



■ 초 단위 2차원 이미지 획득



Visual SFM - 3차원 Reconstruction



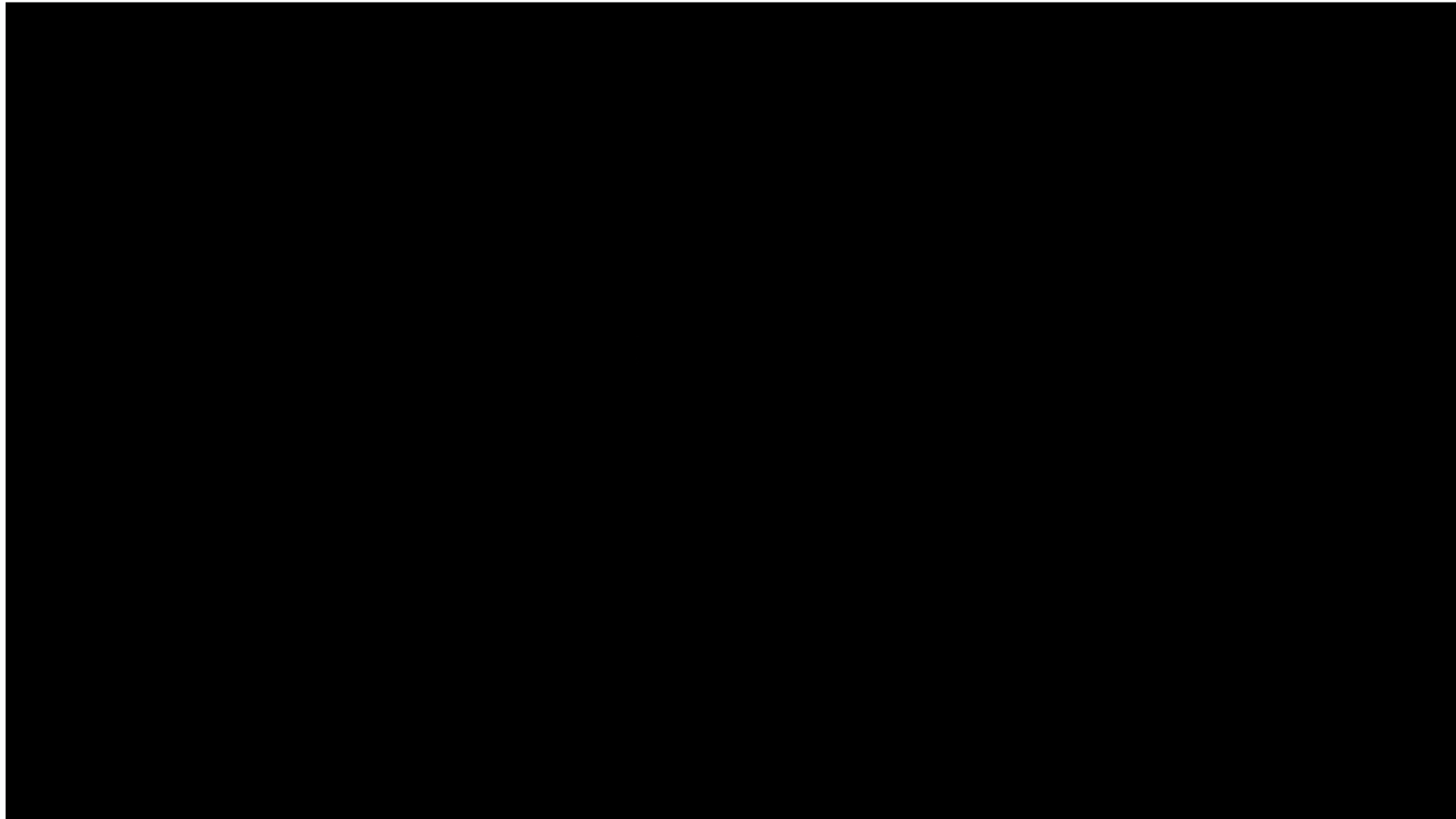


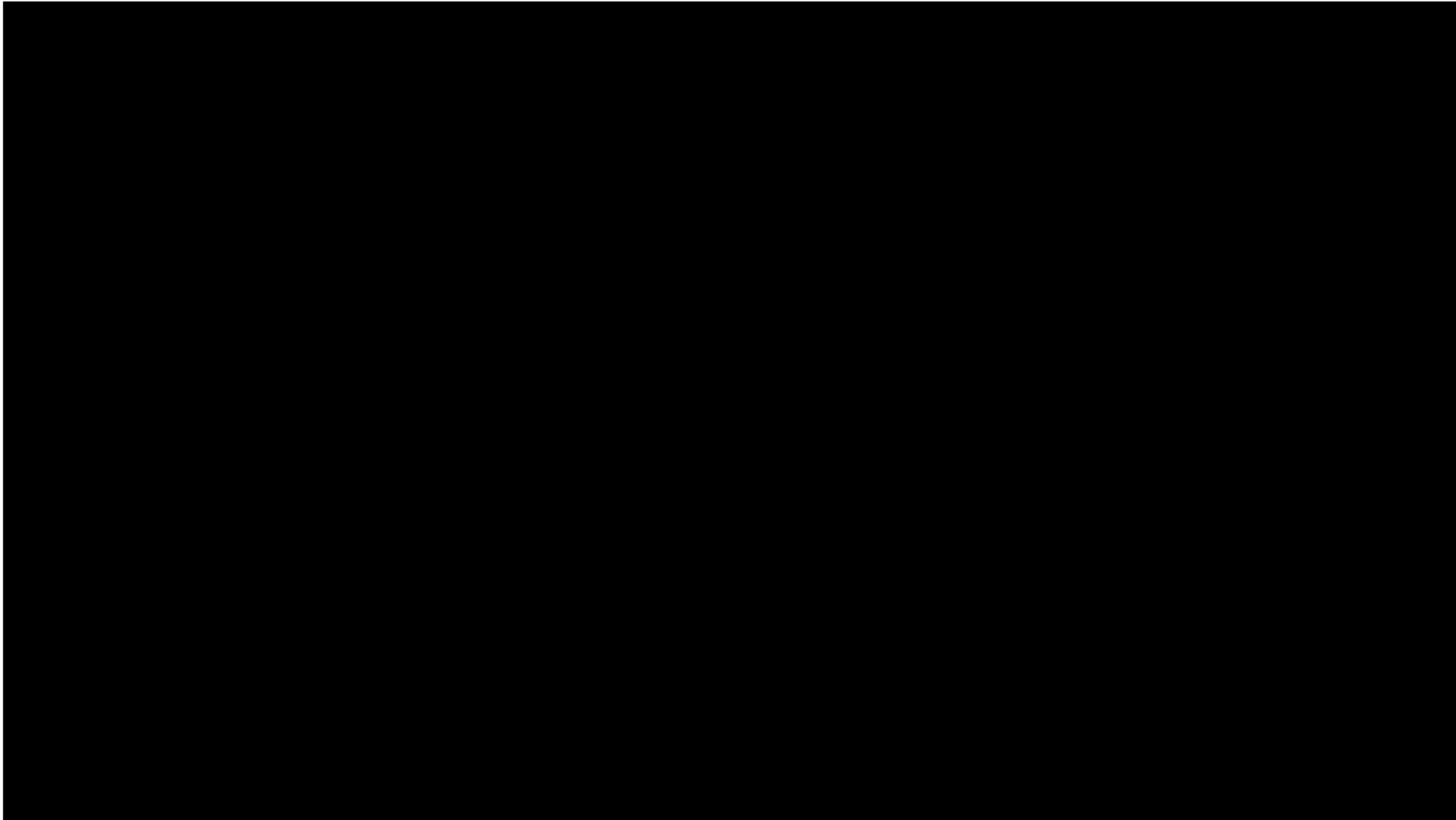
RT

**HIGH-TECH PUBLIC PEEING CAMPAIGN
RELIEVES HAMBURG'S URINE PROBLEM**

NEW YORK 13 25





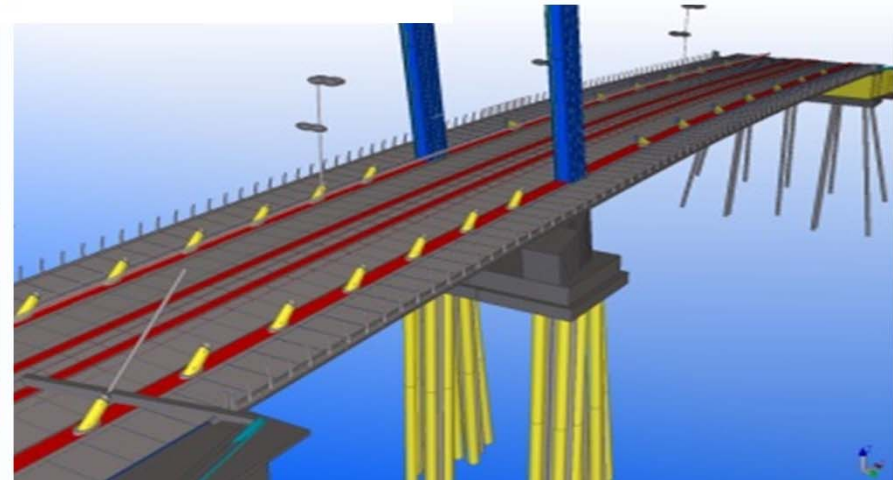
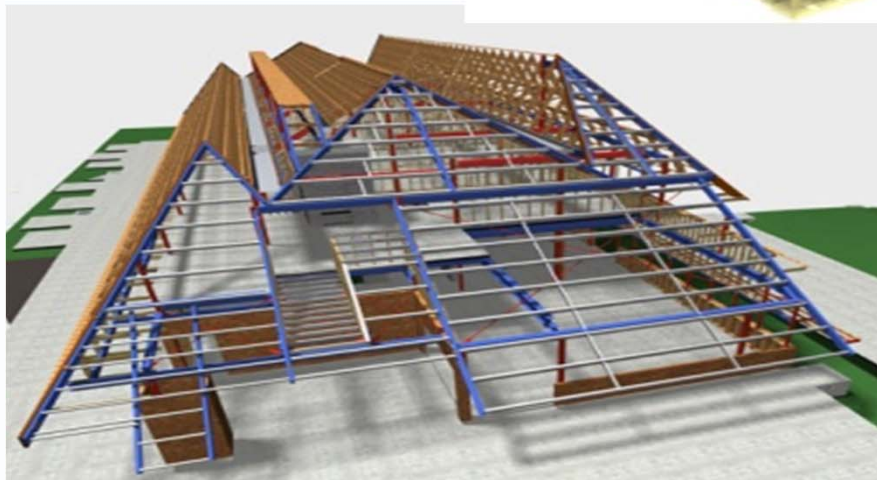
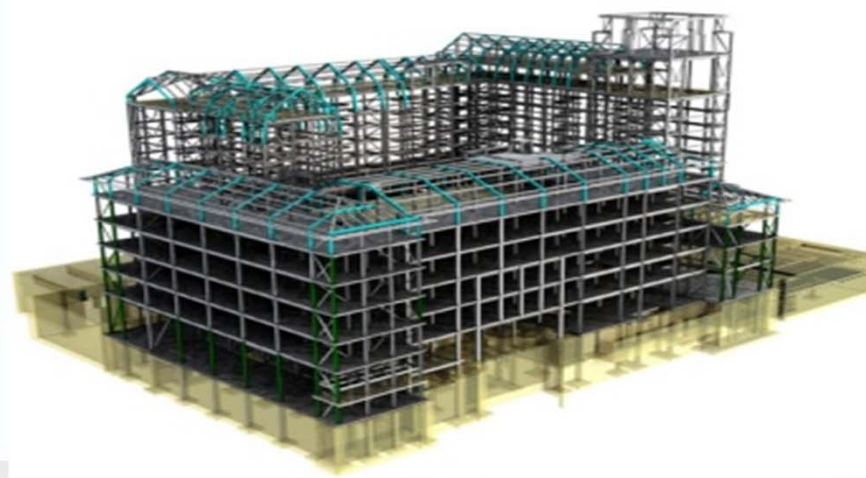


Building Information Modeling (BIM)



BIM의 정의

◆ 3D + Information



BIM의 정의

◆ What is BIM?

- 3D digital representation of the physical and **functional** characteristics of building and infrastructure
- More than an abstract design: a unique design contained by **construction components** such as walls, floors and ceilings
- Serves as a **shared knowledge resource** for information stored in an integrated database
- **Collaboration** by different stakeholders at different phases of the project life cycle (insert, extract, update or modify information)

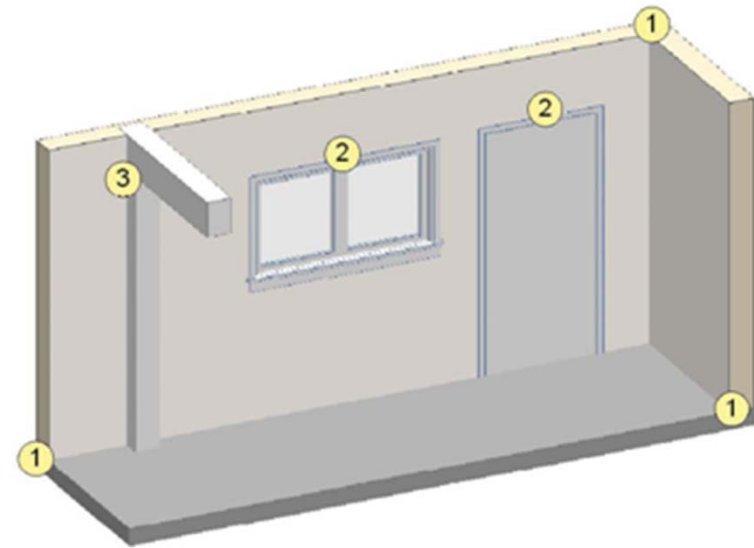
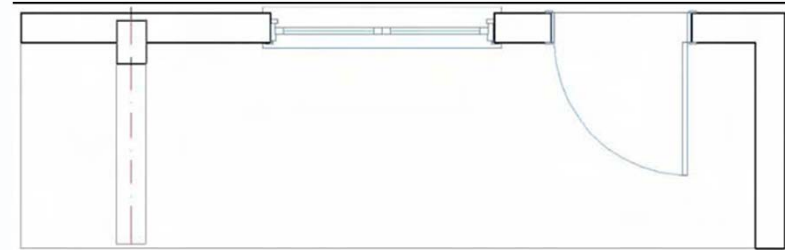
◆ What is NOT BIM?

- Models that contain **3D data only** and no object attributes
- Models with no support of **behavior**
- Models that are composed of **multiple 2D CAD files** that must be combined to define the building
- Models that allow changes to dimensions in one view that are **NOT automatically reflected** in other views

BIM의 정의

◆ What does basic BIM store?

- Objects
 - Physical elements: wall, door, window, beam, floor slab
 - Non-physical concepts: space, zone
- 2D geometry
 - "Plan" shape representation of the objects
- 3D geometry
 - Geometric views of "3D" shape representation
- Relationships
 - Visible: (1) connections, (2) voids – an opening in the wall, (3) supports
 - Non visible: bounds (walls, floor bound space), groups and hierarchies (project, building, story, building elements and space)



**Object type definition – wall type, door type*
**Grouping – zones and systems*

◆ What does basic BIM store?

- Non-geometric properties and attributes
 - Material types and specifications needed for fabrication (e.g. wall and door types, steel or concrete strength, bolt specifications, etc.)
 - Material properties related to different performances (e.g. acoustic, light reflectance, thermal flow, etc.)
 - Cost and budget
 - Construction schedule

BIM의 기본적 활용

◆ BIM Utilization: 4D Model and Simulation



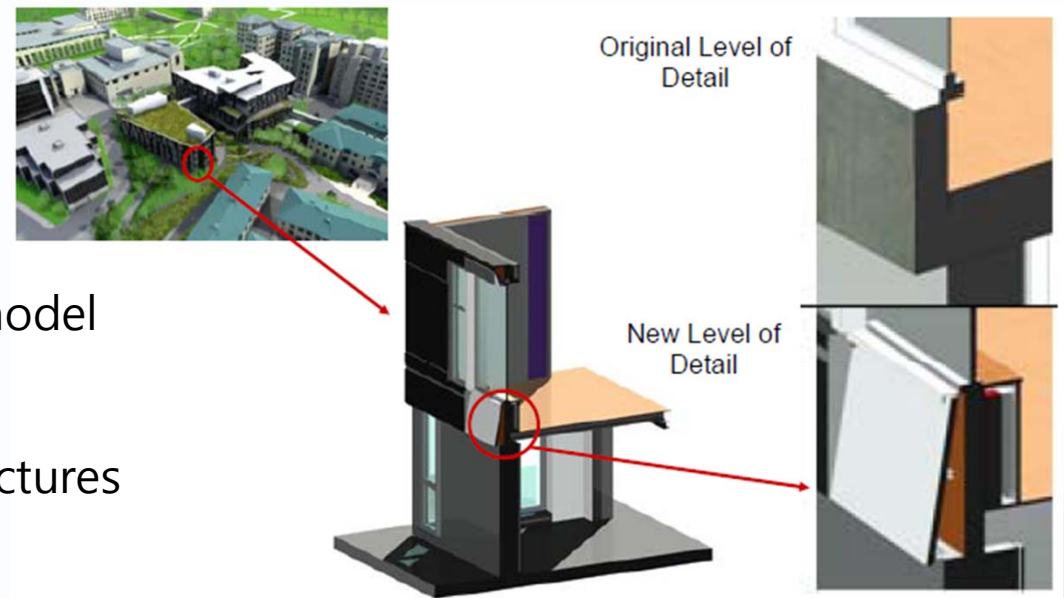
BIM의 기본적 활용

◆ BIM-4D Simulation: Advantages

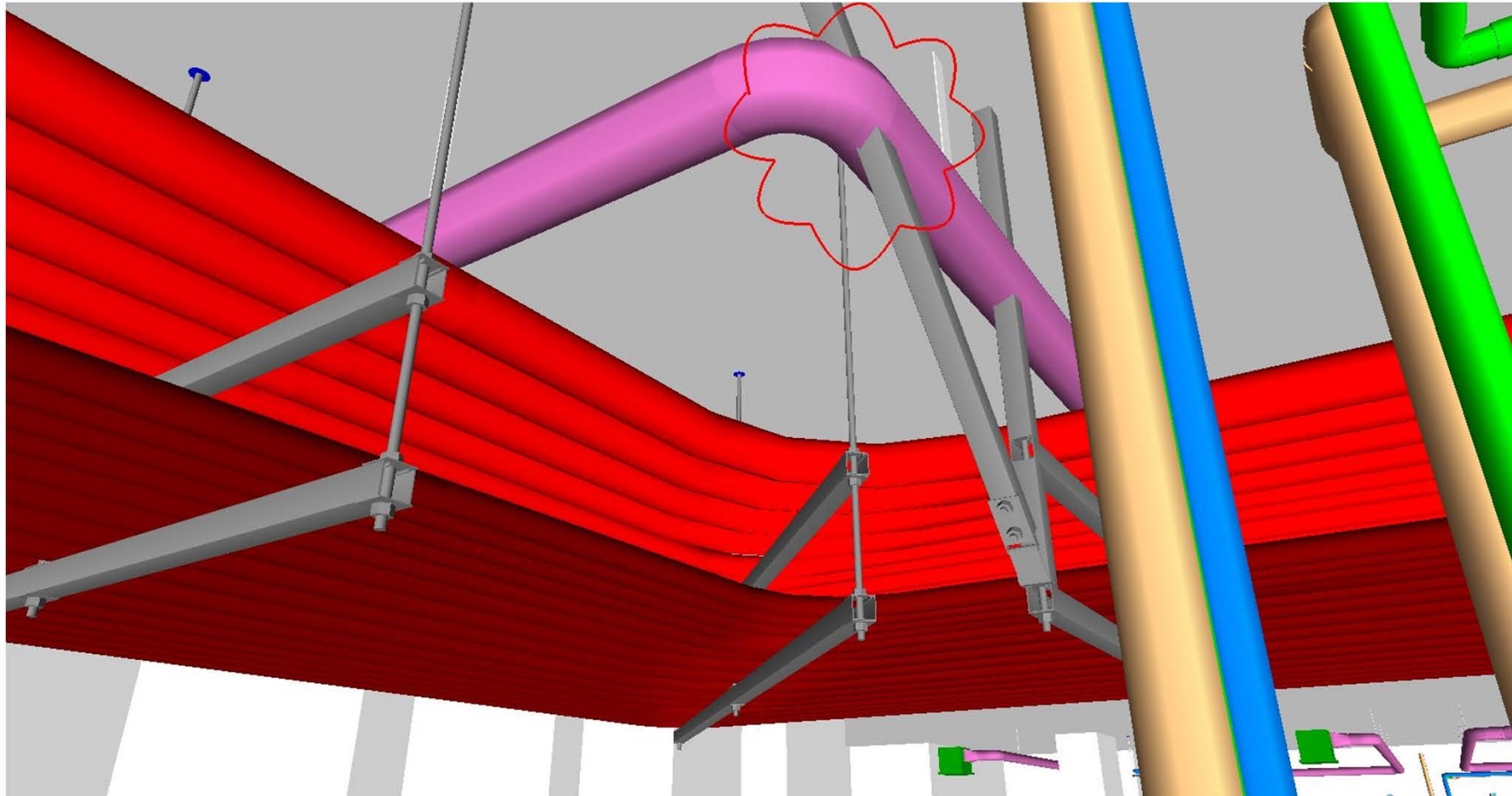
- Communication and collaboration
- Knowledge and coordination
- Identification of logic errors
- Identification of spatial conflicts ahead of schedule
- Development of what-if scenarios

◆ 4D Simulation: Challenges

- Level of detail in design
 - Should be same as product model
 - Should match the schedule
- Representation for temporary structures



◆ BIM Utilization: Clash Detection



◆ BIM-Clash Detection: Advantages

- Fast clash detection
- Hard clash and soft clash
- Streamlining the RFI and coordination processes

**Hard clash: two objects occupy the same physical space*

**Soft clash: components are placed too close to allow for the proper placing of concrete or pipes that require adequate space for insulation*

**Logical clash: constructability problems where certain components obstruct the construction or erection of other components and access problems*

◆ BIM-Clash Detection: Challenges

- Layered grouping of components: Need to have the right grouping of components
- False positives

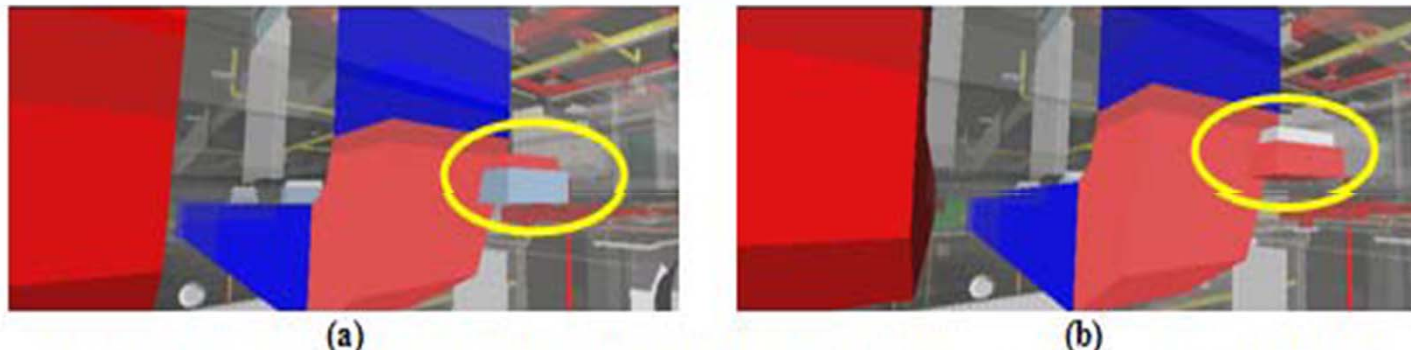


Figure 5: Example of false positive for Automatic Clash Detection – clash between duct and light fixture in (a) and (b). Different pieces of the same light fixture (in circle) were considered 2 clashes

◆ BIM-Estimating: Advantages

- Manual estimating is time consuming and error prone
 - 40,000 construction cost estimators spend 25% of their time, for an estimated 20 million hours per year, doing quantity surveying
 - 75 to 80% of that work hour can be avoided with 3D construction documents instead of 2D plans
 - BIM would support automated quantity surveying

◆ BIM-Estimating: Challenges

- Too automatic: Limited manual feedback (garbage in garbage out)
- Modeling levels of detail

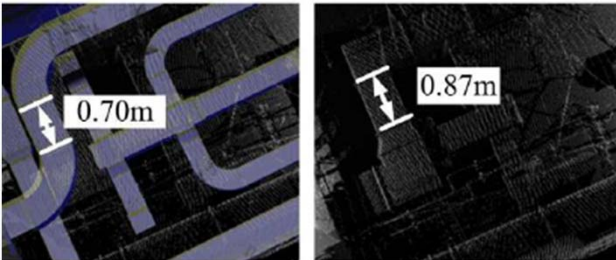
◆ Laser Scanning

- BIM과의 비교를 통한 품질관리 (Gao et al. 2013; 2013; Kim 2013)



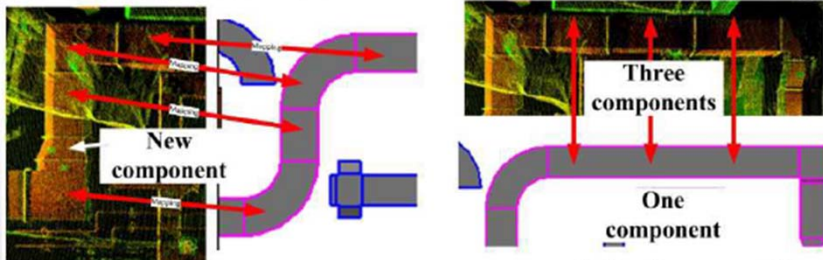
a. an example showing **shape discrepancy** in the air duct section analyzed in the case

b. an example showing **location discrepancy** in the door analyzed in the case



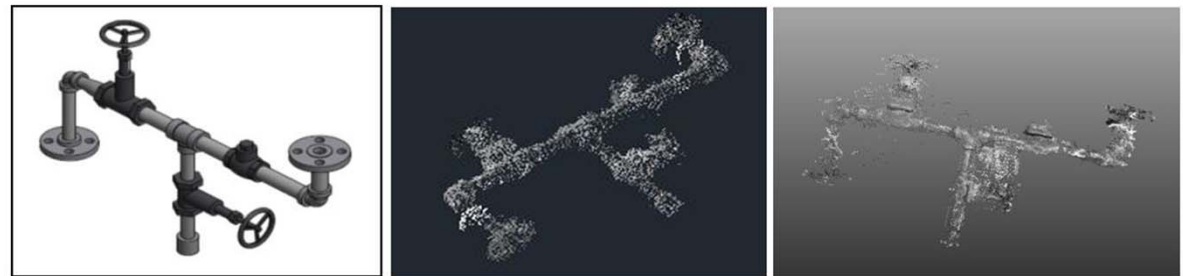
c. an example showing **dimension discrepancy** in the air duct section analyzed in the case

5가지 경우의 시공 품질 미달 사례



d. an example showing **content discrepancy** in the air duct section analyzed in the case

e. an example showing **composition discrepancy** in the air duct section analyzed in the case



파이프 Prefabrication 품질관리 (BIM, Laser Scanning, Photogrammetry)

BIM + Technology

◆ Laser Scanning

- 토공업무 자동화 (Cheng and Teizer 2012)

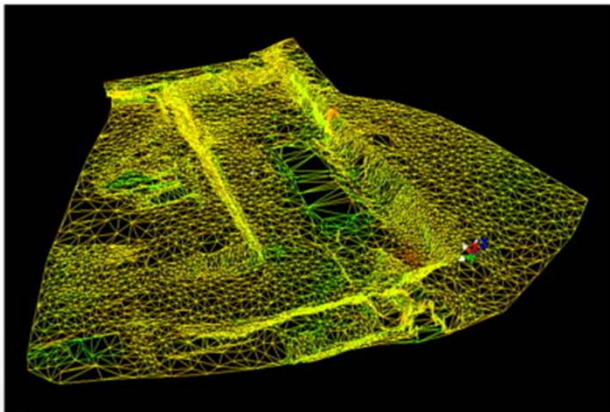
Laser Scanning 3차원 정보를 이용한
이상기울기, 패인 홈, Crack 등의
도로상태분석



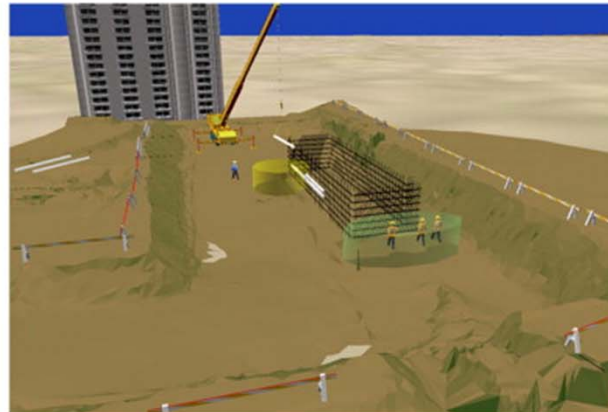
a) Live view of construction site



b) Registered point cloud of laser scans



c) Mesh of the terrain



d) Virtual scene including resource models



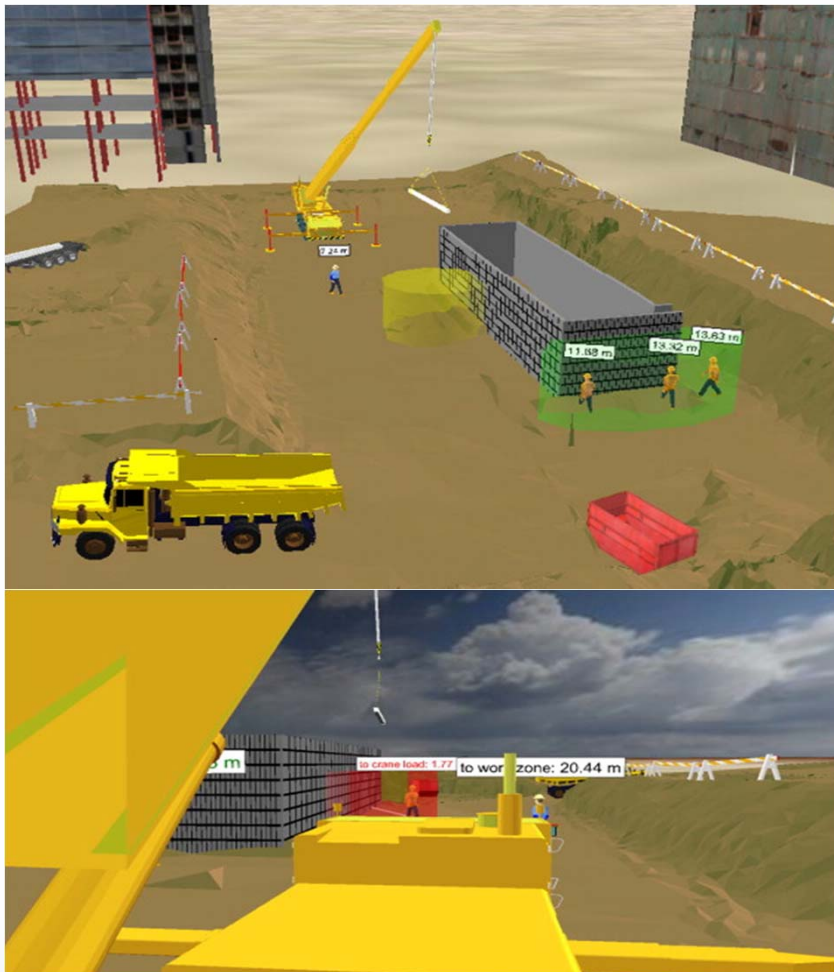
3차원 지형 정보 및 GPS 정보를
이용한 토공업무 자동화

Laser Scanning을 이용한 BIM 모델 구축

BIM + Technology

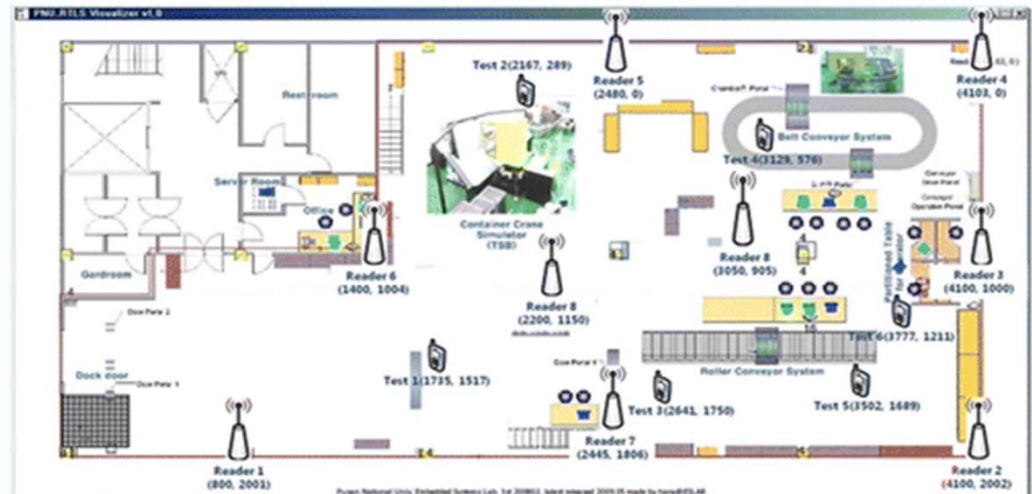
◆ 실시간 위치추적

- 실시간 현장 안전관리 (Cheng and Teizer 2012; Lee et al. 2012)



실시간 현장 안전관리 모델

Technology를 이용한 실시간 근로자, 중장비 경로 추적



토목분야 BIM 적용

◆ 토목분야 BIM 적용전략

○ 장점

- 유사 프로젝트를 위한 지식 축적
- 시공 생산성 향상 및 공사비 절감 (건축에 비해 토목은 많은 비용과 공기 소요)
- 운영 및 유지관리에 많은 예산 절감

○ 적용의 한계

- 정형화 하기 힘든 토목사업의 특이성
- 넓은 지역에 선형적 분포 (참고. 건축: 한정된 공간에 입체적 분포)
- BIM관련 경험의 부족
- 토목관련 BIM 표준 라이브러리의 부족

(McGraw-Hill Construction 2012)

A/E Firms	2009	2012
Low/No Use	73%	53%
High Use	16%	30%

