



공개SW신시장창출 지원사업 결과보고

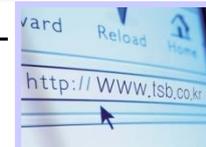
프로세스 마이닝 기법을 이용한 항만 물류 데이터 분석 시스템

(주)토탈소프트뱅크/부산대학교
2012-12-14



Contents

1. 사업 개요
2. 사업 추진 내용
3. 사업 결과
4. 활용 계획
5. 결론



1. 사업 개요

❖ 주관기업: 토탈소프트뱅크

본사 및 해외 사무소

- 본사 소재지: 부산/대한민국 ('1988년 설립)
- 해외 사무소: 미국, 프랑스, 이집트, 홍콩, 베트남, 중국
- 해외 협력사: 대만, 스페인

인적자원

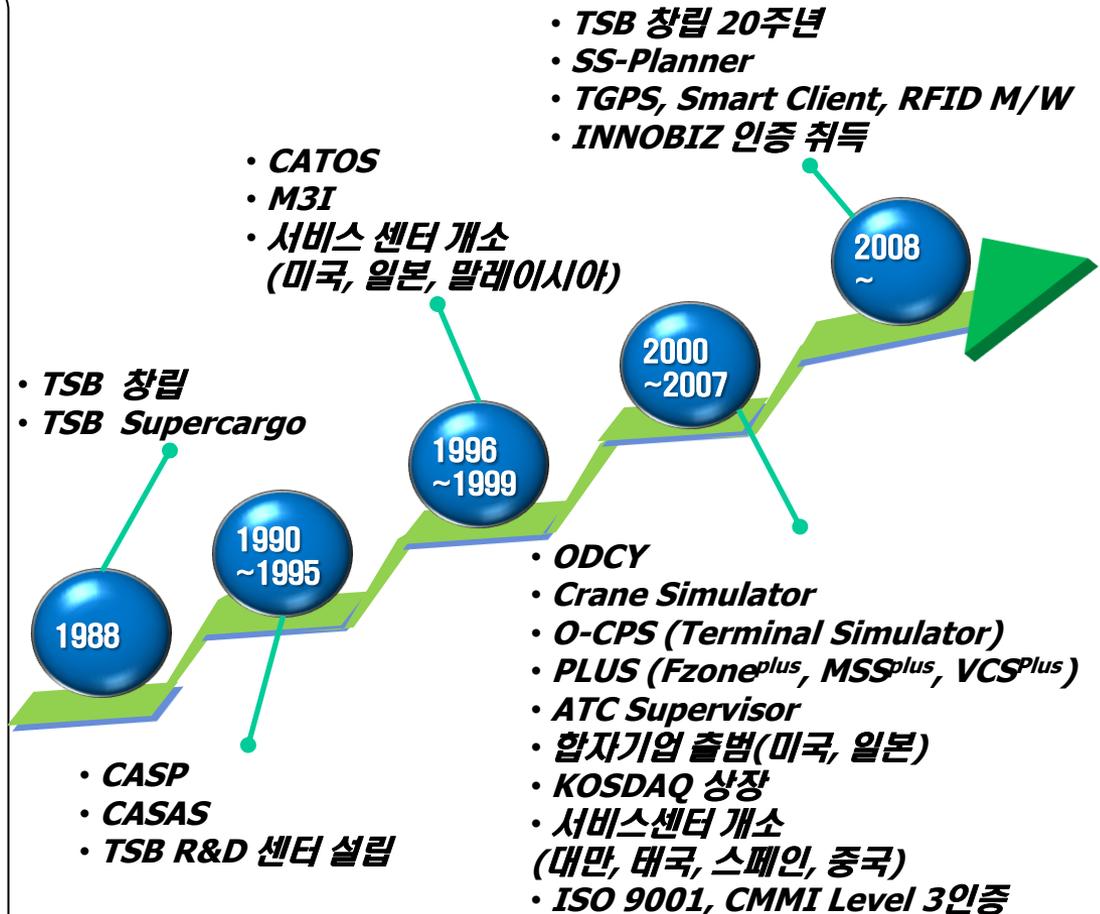
- 총 직원수: **125명**
- 전 직원의 70%가 R&D 부문에 근무

인증현황

- 코스닥(KOSDAQ) 상장 ('02년)
- ISO 9001('02년), INNOBIZ ('08년)획득

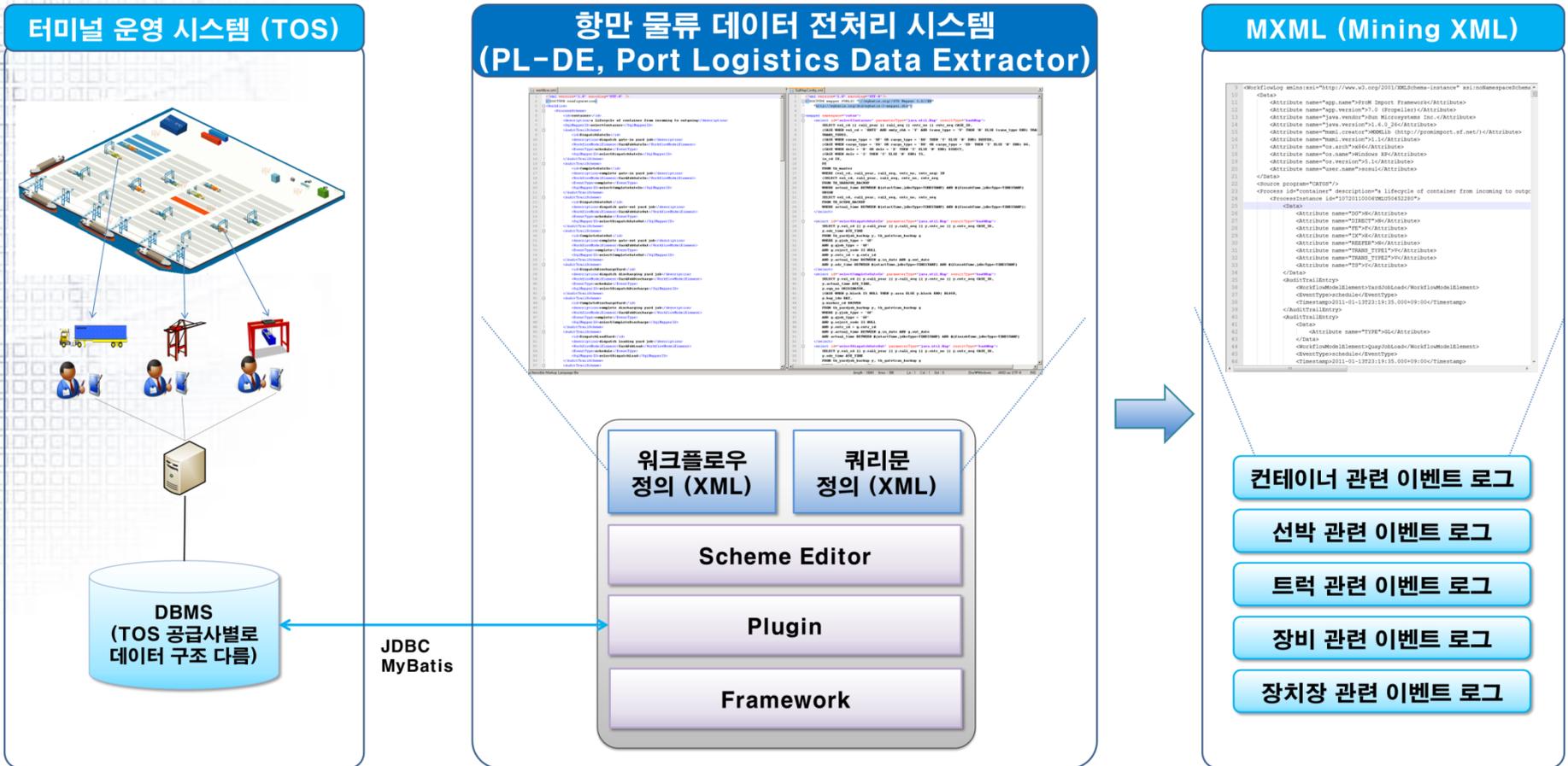
고객현황

- 전세계 약 30여개 선사 (세계시장 1위)
- 전세계 약 80여개 항만 터미널 (세계시장 2위)



1. 사업 개요

❖ 항만 물류 데이터 전처리 시스템 (PL-DE)



1. 사업 개요

❖ 항만 물류 데이터 분석 시스템 (PL-DAS)

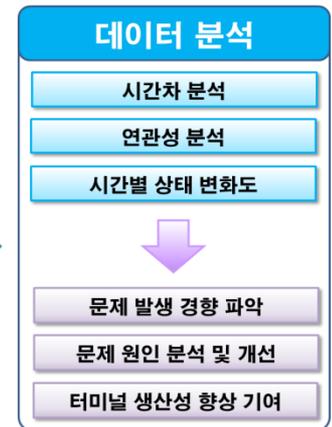
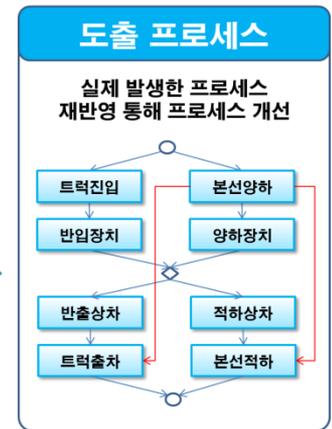


항만 물류 데이터 분석 시스템 (PL-DAS, Port Logistics Data Analysis System)

프로세스 도출 기능

데이터 분석 기능

Container	Time	Gate	Activity	Sequence	Operator	Priority	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4
0000000001	06:00	FE	TRUCK IN	1	001	1	30	35	30	15	30	18	28	14	28	19
0000000002	06:15	FE	LOAD	2	001	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0000000003	12:30	FE	UNLOAD	3	001	1	21	13	11	13	11	23	29	19	30	30
0000000004	12:35	FE	TRUCK OUT	4	001	1	7	5	3	13	5	14	13	12	5	5
0000000005	09:00	FE	LOAD	5	001	1	14	20	6	9	12	6	20	16	13	8
0000000006	09:10	FE	UNLOAD	6	001	1	6	7	6	4	30	107	14	107	100	6
0000000007	17:45	FE	TRUCK OUT	7	001	1	15	15	18	15	40	70	9	33	13	13
0000000008	18:10	FE	TRUCK IN	8	001	1	107	20	30	53	14	13	100	72	83	100
0000000009	09:30	FE	LOAD	9	001	1	34	98	19	65	33	38	54	32	23	60
0000000010	09:45	FE	UNLOAD	10	001	1	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
0000000011	09:20	FE	TRUCK OUT	11	001	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0000000012	09:40	FE	TRUCK IN	12	001	1	14	7	5	4	6	6	6	6	4	12



1. 사업 개요

❖ 사업 진행 일정

	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
프레임워크 활용법 분석	초기계획	초기계획					
항만 물류 업무 프로세스 분석	초기계획	실제일정					
CATOS DB 구조 분석	초기계획	초기계획					
프로세스 마이닝 산업 현장 적용 사례 조사	초기계획	초기계획					
프로세스 마이닝 요구사항 분석	초기계획	실제일정	실제일정				
리포팅 요구사항 분석	초기계획	초기계획					
항만 물류 메타데이터 설계		실제일정	실제일정				
기존 프로세스 마이닝 알고리즘 개선사항 연구		실제일정	실제일정				
신규 프로세스 마이닝 알고리즘 설계			실제일정	실제일정			
신규 프로세스 마이닝 알고리즘 개발				초기계획	초기계획		
CATOS 데이터 필터 개발			실제일정	실제일정	실제일정		
노이즈 제거 알고리즘 개발				실제일정	실제일정	초기계획	
리포트별 메타데이터 적용 방안 설계			실제일정	실제일정	실제일정		
항만 물류 리포팅 기능 개발				초기계획	초기계획	초기계획	초기계획
PL-DAS 및 PL-DE 기능 통합						초기계획	초기계획
기능 테스트						초기계획	초기계획
현장 적용 테스트							초기계획

고객사정
출장 지연

지속적
기능 추가

초기계획

실제일정

1. 사업 개요

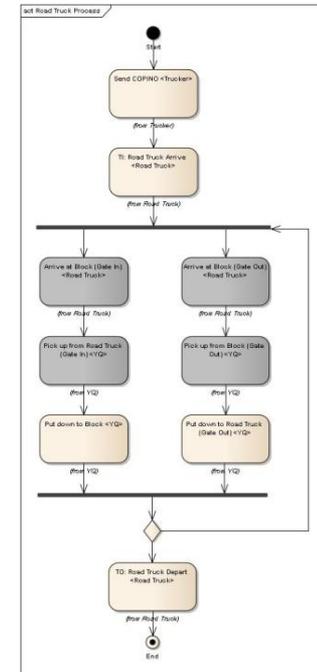
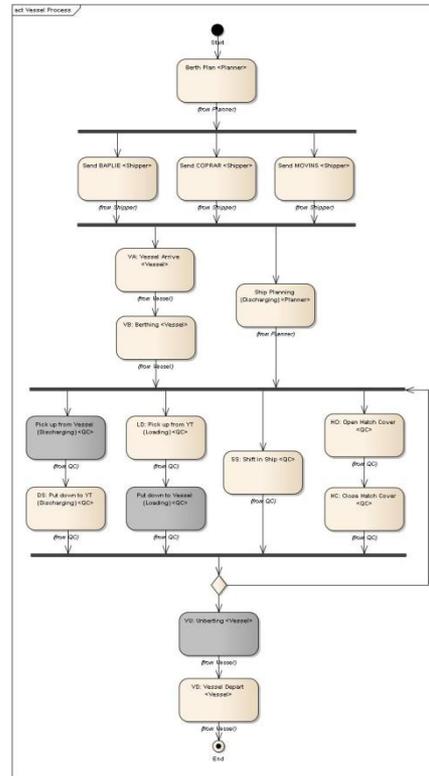
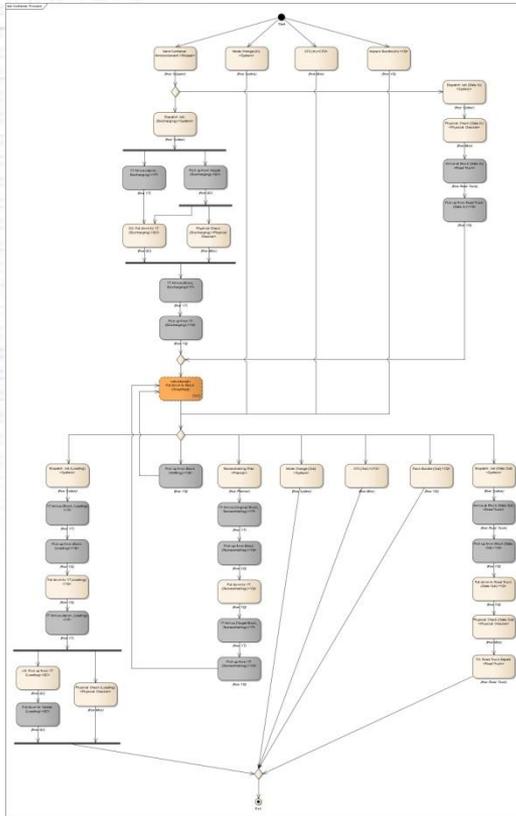
❖ 사업비 집행 내역

구분 비목	협약예산			변경예산			집행금액			잔액			집행율	증감사유
	현금	현물	계	현금	현물	계	현금	현물	계	현금	현물	계		
1. 인건비	83,652	49,330	132,982	83,310	49,330	132,640	83,310	49,330	132,640	0	0	0	100%	
- 내부인건비	36,409	49,330	85,739	36,409	49,330	85,739	36,409	49,330	85,739	0	0	0	100%	
- 외부인건비	47,243	0	47,243	46,901	0	46,901	46,901	0	46,901	0	0	0	100%	참여율조정
2. 직 접 비	67,437	0	67,437	67,779	0	67,779	67,779	0	67,779	0	0	0	100%	장비 구매시 집행금액 상승
- 연구시설·장비 및 재료비	12,600	0	12,600	14,800	0	14,800	14,800	0	14,800	0	0	0	100%	
- 연구활동비	54,837	0	54,837	52,979	0	52,979	52,979	0	52,979	0	0	0	100%	
3. 간 접 비	15,334	0	15,334	15,334	0	15,334	15,334	0	15,334	0	0	0	100%	
합 계	166,423	49,330	215,753	166,423	49,330	215,753	166,423	49,330	215,753	0	0	0	100%	

2. 사업 추진 내용

❖ 선형 학습 - 항만 물류 프로세스

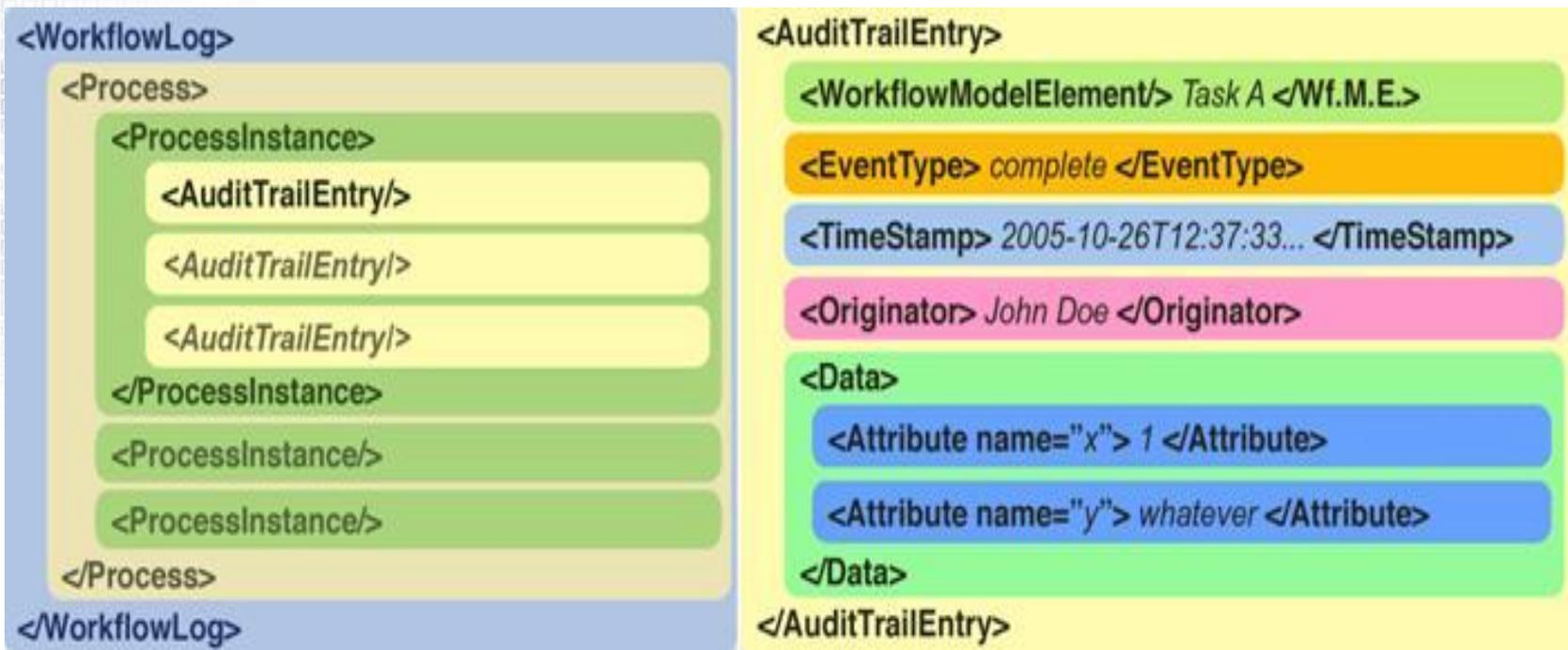
- 인터페이스 대상 시스템(CATOS)의 프로세스 분석 및 교육





2. 사업 추진 내용

- ❖ 선행 학습 – ProM 프레임워크 활용법
 - 자문위원 (기존 프레임워크 개발 참여 교수) 초빙 강습
 - Plugin 추가 방법 이해
 - MXML 데이터 구조 이해



2. 사업 추진 내용

❖ 요구사항 분석

▪ 요구사항 수집

- 프로세스 마이닝 이론 강의
- 분석 필요 사항에 대한 브레인스톰
- 프로세스 마이닝 적용 가능 여부 검토
- 고객 대상 설문 조사

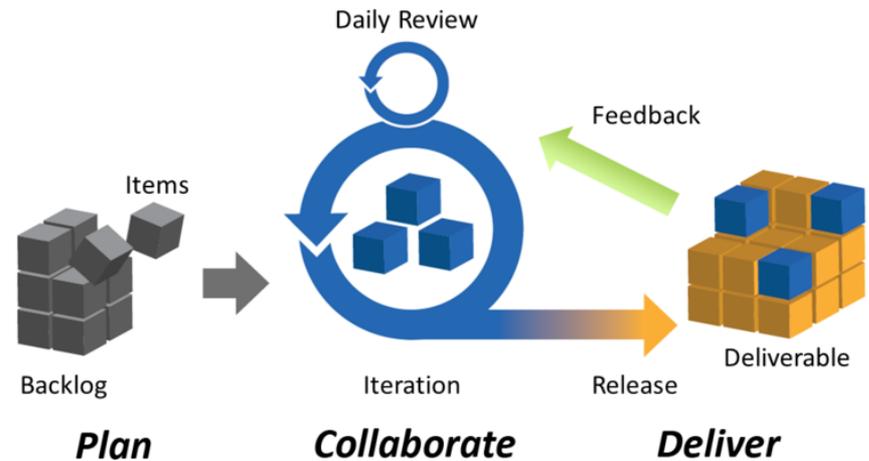
▪ 요구사항 도출

- 16개 분석 요구 항목 도출
- 요구사항 간의 유사성 분석
 - 시간차 분석: 두 작업 사이에 소요된 시간 분석, 지연 유발 데이터 파악
 - 연관성 분석: 선박, 장비, 블록 등 분석 대상간 발생한 상호작용 빈도 분석
 - 시간별 상태 변화도: 장비 위치 변화, 장치율 변화 등
- ProM에서 제공하지 않는 예외적 데이터에 대한 조회 요구 큼
 - 기존 프로세스 마이닝은 전체적 경향 분석에 초점
 - 컨테이너 터미널 업무에서는 예외적인 경우에 대한 원인 분석이 필요

2. 사업 추진 내용

❖ 개발 공정

- 프레임워크 활용
 - 기존 **공개SW** ProM **활용**
 - **플러그인** 형태의 단위 기능 개발
- 점진적 개발 (incremental development)
 - 개발 기간 중 TFT 운영
 - 개별 개발 내용 주기적 공유
 - 소스코드 레벨 검토 및 피드백



Agile Project Management: Iteration

2. 사업 추진 내용

❖ 공개 사이트 운영

- SourceForge (<http://sourceforge.net/projects/pl-das/>)
 - 실행파일
 - 소스코드
 - 사용설명서
 - 예제 데이터

SOURCEFORGE Search Browse Blog Help Me 2

SOLUTION CENTERS Smarter Commerce Go Parallel HTML5 Smarter IT Resources

PL-DAS Prealpha
by sosul

Summary Files Reviews Admin Wiki Code Tickets Discussion Blog Code Code

Looking for the latest version? [Download PL-DAS_121206.zip \(33.4 MB\)](#)

[Add File](#) [Add Folder](#)

Home

Name	Modified	Size	Downloads
PL-DAS_alpha	2012-12-06		
manuals	2012-11-27		
sample data	2012-11-27		

Totals: 3 Items

You should [add a README file](#), to provide release notes. It will be shown right here.

SourceForge
About
Site Status
@sfnet_ops

Find and Develop Software
Create a Project
Software Directory
Top Downloaded Projects

Community
Blog
@sourceforge
Job Board

Help
Site Documentation
Support Request
Real-Time Support

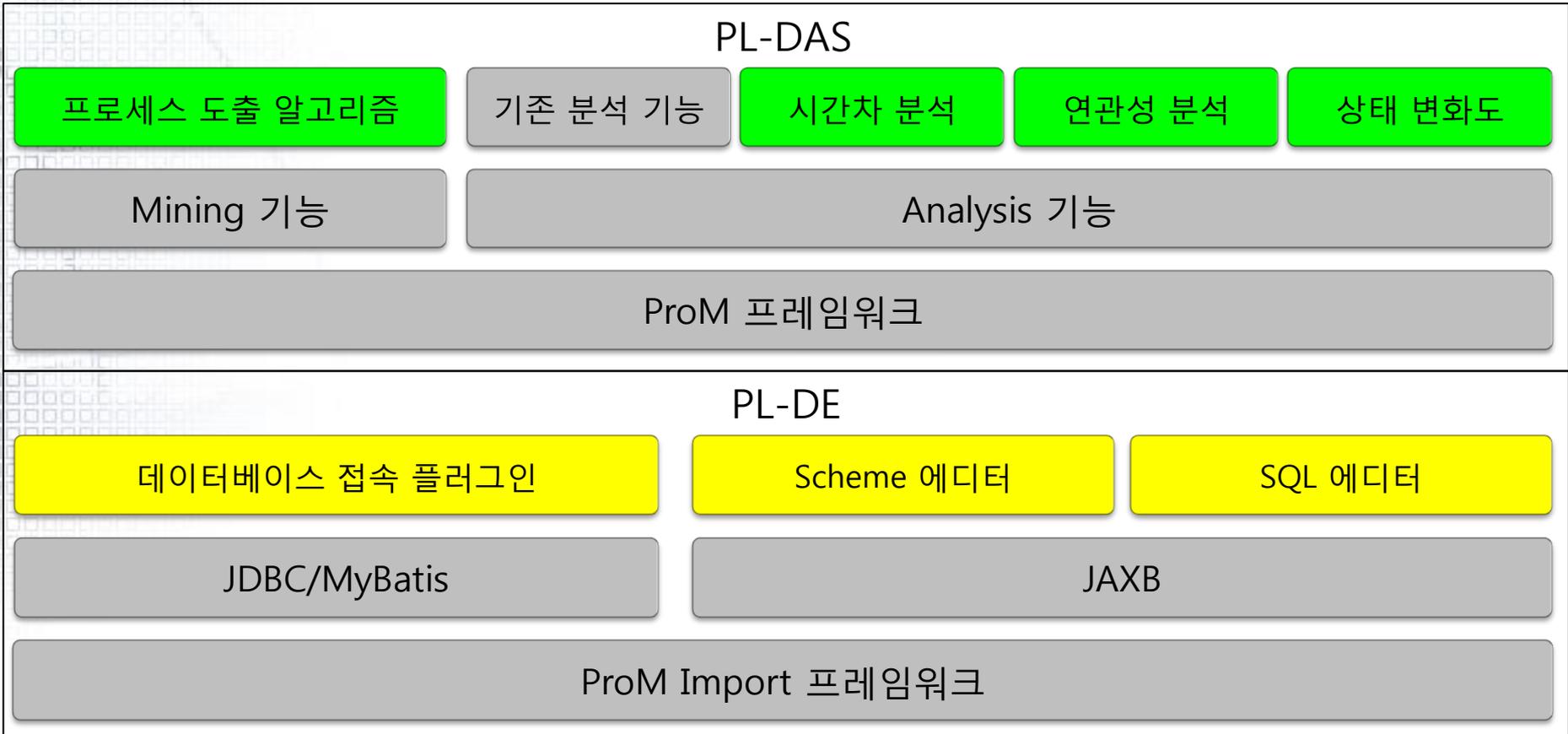
sf
SOURCEFORGE

Copyright © 2012 SourceForge. All Rights Reserved.
SourceForge is a Dice Holdings, Inc. company.

Terms Privacy Cookies/Opt Out Advertise SourceForge.JP Smarter IT

3. 개발 결과

❖ 전체 시스템 구성도



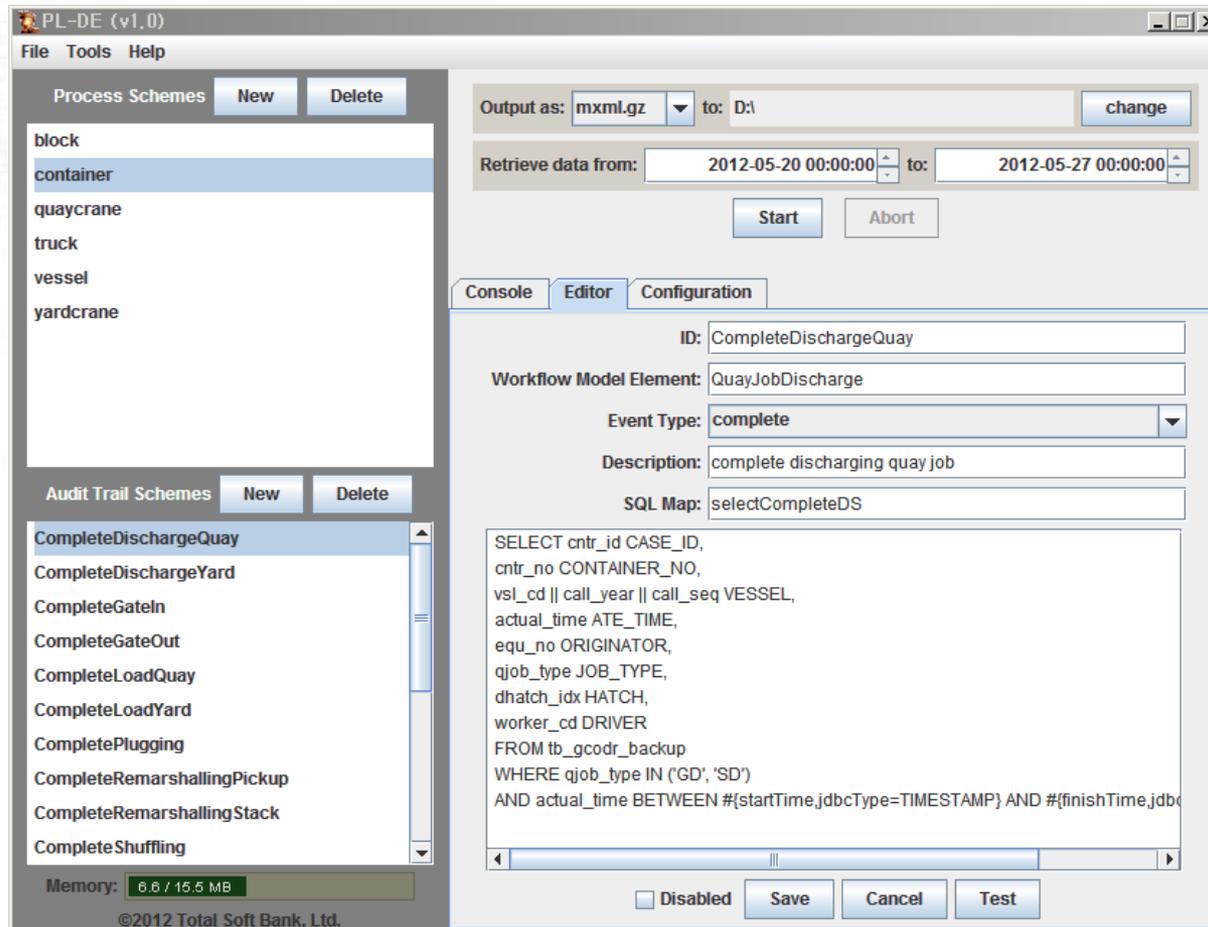
기존 공개SW

신규 개발, 공개

신규 개발, 비공개

3. 개발 결과

❖ PL-DE (데이터 전처리 시스템)



3. 개발 결과

❖ PL-DE (데이터 전처리 시스템)

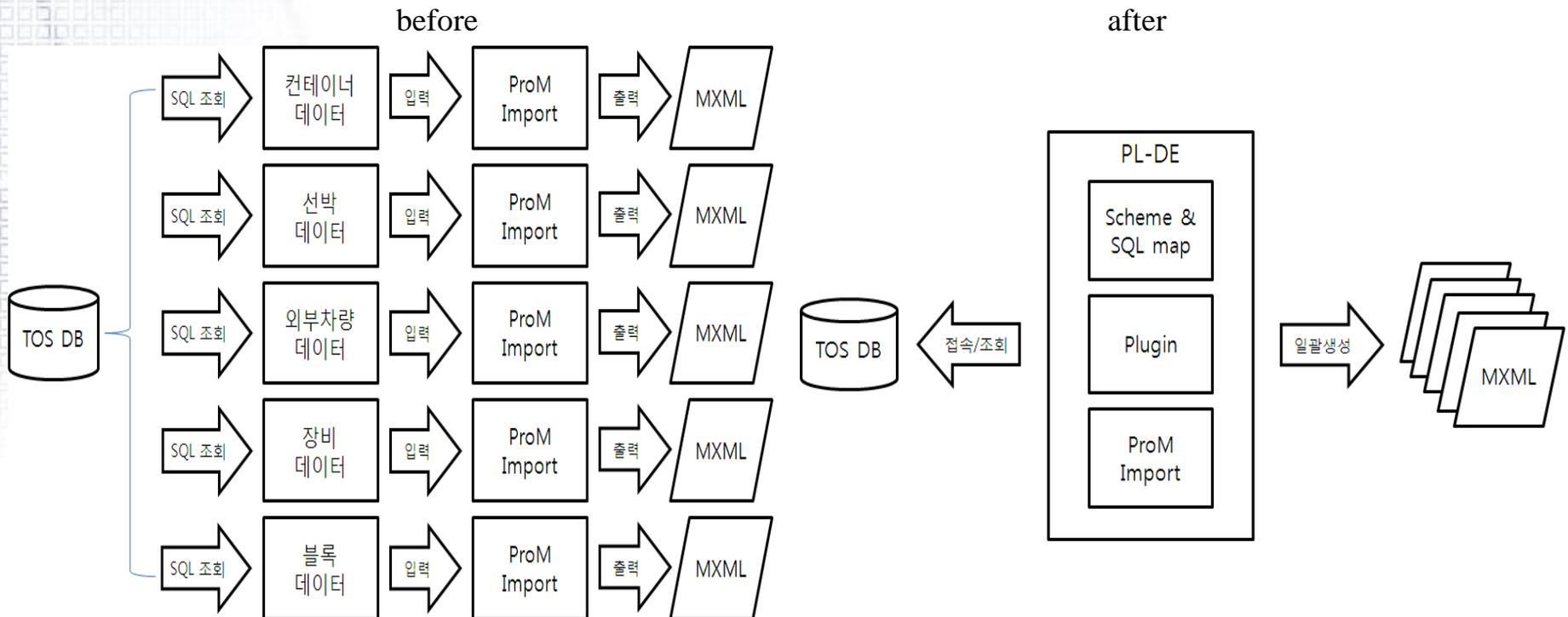
- JDBC/MyBatis 적용
 - 모든 종류의 **DBMS 호환** 적용 가능
 - SQL 문장을 코드와 분리, **DB 변경 시 프로그램 수정 불필요**
- 새로운 자료 구조 적용
 - Audit Trail Entry 자료 조회 시 이벤트 단위로 나누어 개별 조회
 - 기존 MXML 생성 방식에 비해 **간단한 SQL 문장 구성**
- Built-in 편집기
 - 분석 대상 추가, 삭제, 및 **수정 간소화**
 - SQL 문장 테스트 기능 제공, 별도 DB 접속용 프로그램 없이 수정 가능

3. 개발 결과

❖ PL-DE 개발 효과

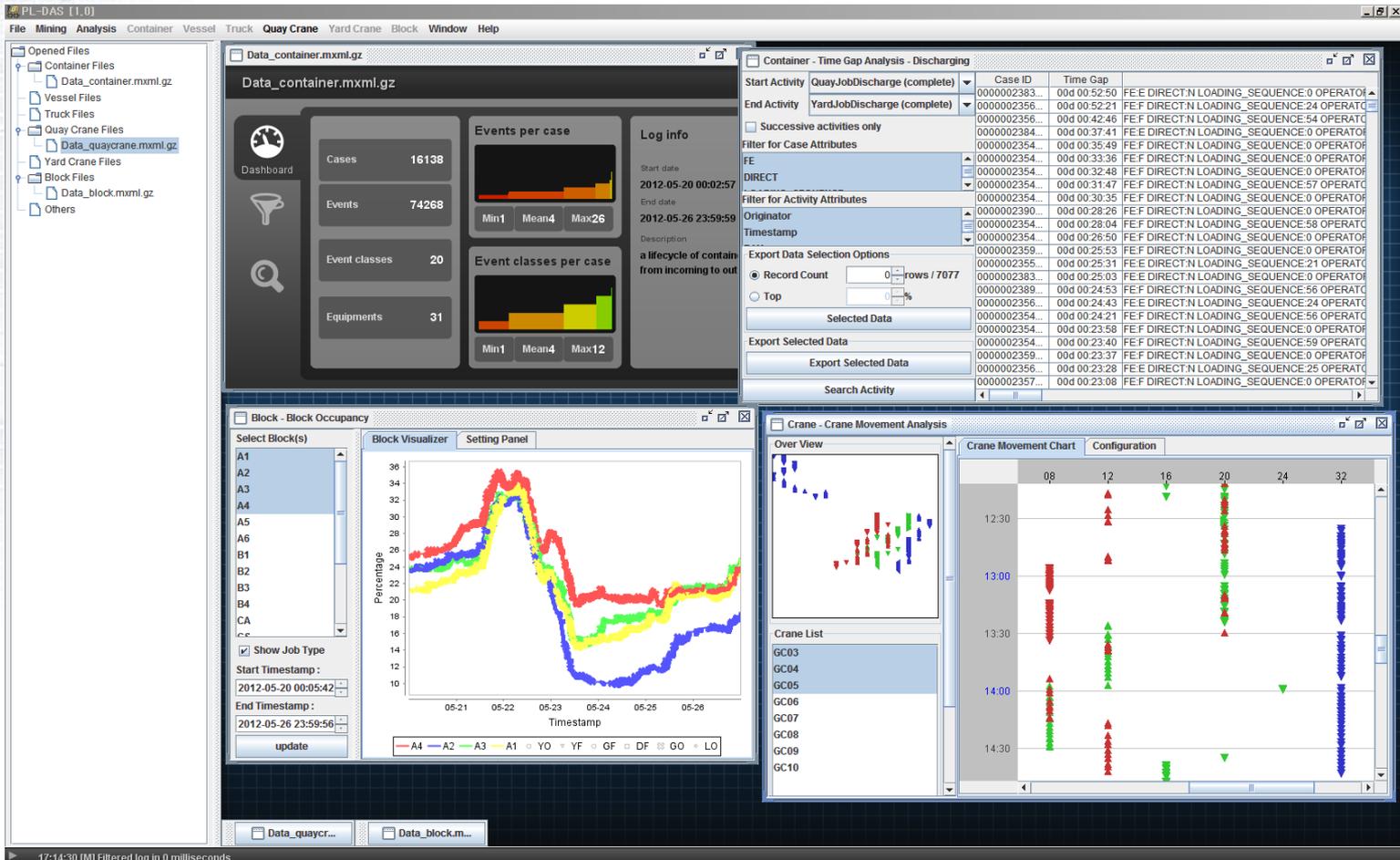
▪ 데이터 전처리 과정 간소화

- DB 직접 접속, 중간 단계 데이터 파일 생성 불필요
- 복수 MXML 파일 일괄 생성



3. 개발 결과

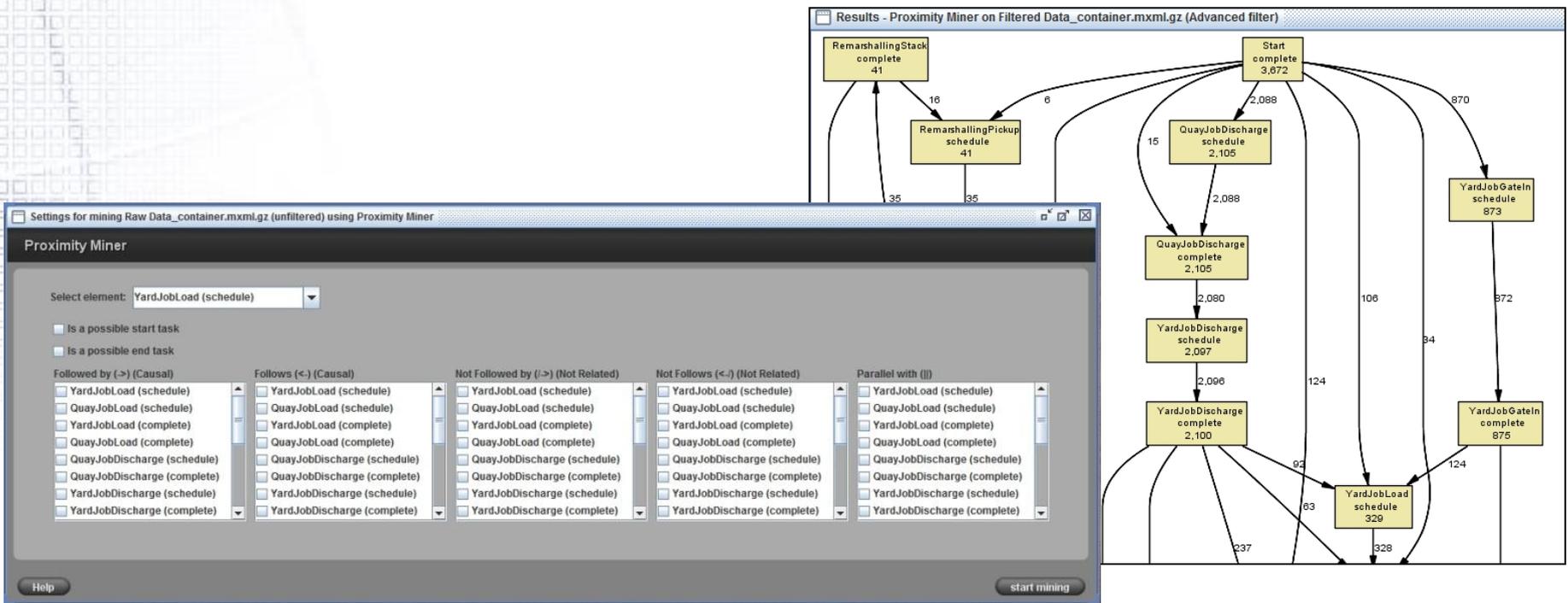
❖ PL-DAS (데이터 분석 시스템)



3. 개발 결과

❖ PL-DAS (데이터 분석 시스템)

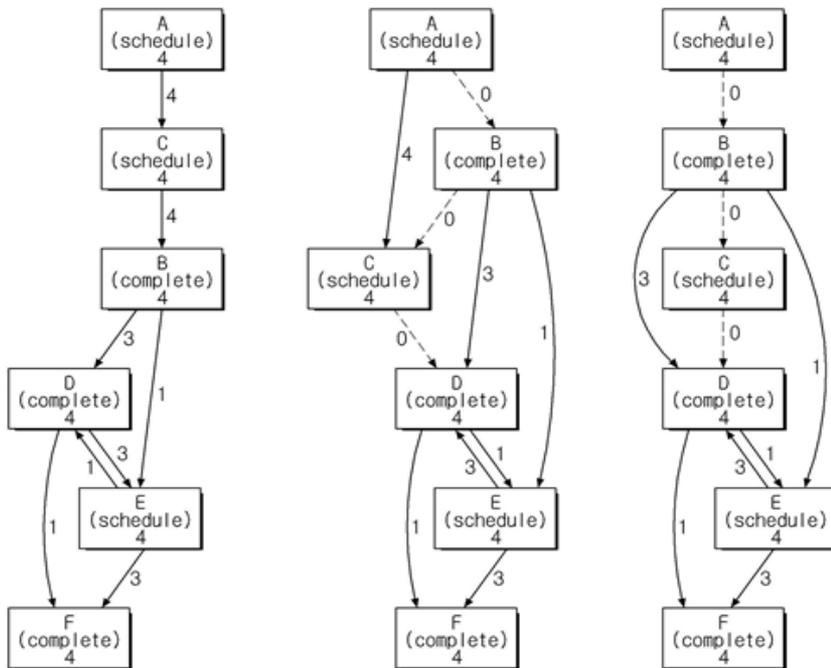
- 신규 프로세스 도출 알고리즘
 - 프로세스 도출 알고리즘에 사용자가 입력한 **비즈니스 지식을 반영함**
 - 데이터로부터의 노이즈를 제거하는 효과 기대



3. 개발 결과

❖ PL-DAS (데이터 분석 시스템)

- 신규 프로세스 도출 알고리즘
 - 비즈니스 지식과 실제 데이터 사이의 모순을 보정하는 방법 연구



(a)

(b)

(c)

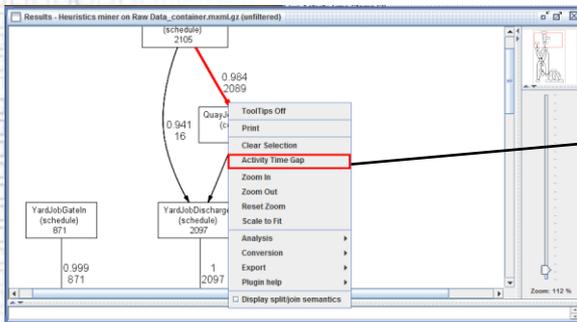
- (a) 실제 데이터로부터 도출한 프로세스
 (b) B와 C가 병렬 관계라는 지식을 입력했을 때의 프로세스
 (c) B 다음에 C가 실행된다는 지식을 입력했을 때의 프로세스

3. 개발 결과

❖ PL-DAS (데이터 분석 시스템)

▪ 시간차 분석 (Time Gap Analysis)

- 이벤트 간의 시간 차이 분석을 통한 **지연 현상 파악**
- 기존 공개SW에서 취약한 **개별 예외 데이터 조회 기능 강화**
- 우클릭 메뉴 제공 등 **사용자 편의성 향상**



Start Activity	End Activity	Case ID	Time Gap	Attribute of Case
YardJobLoad(schedule)	QuayJobLoad(complete)	57920110002FCIU9004...	01 : 42 : 47	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		57920110002DFSCU350...	01 : 30 : 39	FE:E DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:V IX:I TRA
		57920110002FSCU706...	01 : 30 : 13	FE:E DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:V IX:I TRA
		57920110002YMLU951...	01 : 24 : 44	FE:E DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:V IX:I TRA
		57920110002PGRU415...	01 : 22 : 37	FE:E DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:V IX:I TRA
		10720110006ECMU171...	01 : 17 : 55	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		10720110006SNIU1234...	01 : 17 : 31	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		57920110002YMLU836...	01 : 17 : 28	FE:E DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:V IX:I TRA
		57920110002FSCU466...	01 : 13 : 15	FE:E DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:V IX:I TRA
		10720110006ECMU148...	01 : 11 : 13	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		10720110006ECMU147...	01 : 09 : 49	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		10720110006TGHU073...	01 : 08 : 41	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		10720110006YMLU322...	01 : 08 : 36	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		33720110005FSCU491...	01 : 08 : 36	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		10720110006TGHU003...	01 : 06 : 19	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		10720110006CMAU121...	01 : 04 : 47	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		10720110006CAXU622...	01 : 03 : 56	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:Y TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		57920110002FSCU979...	01 : 03 : 32	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		57920110002GATU871...	01 : 02 : 35	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		57920110002CAXU820...	01 : 01 : 29	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		57920110002TCNU940...	01 : 00 : 49	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		57920110002INKU6342...	00 : 59 : 15	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		10720110006BMOU406...	00 : 57 : 41	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		10720110006ECMU190...	00 : 56 : 41	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		57920110002UESU522...	00 : 56 : 32	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:Y TRANS_TYPE1:V IX:X TRA
		33720110005YMLU495...	00 : 56 : 31	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA
		33720110005MAGU510...	00 : 54 : 53	FE:F DIRECT:N REEFER:N DG:N TS:N TRANS_TYPE1:T IX:X TRA

3. 개발 결과

❖ PL-DAS (데이터 분석 시스템)

▪ 연관성 분석 (Relationship Matrix)

- 다양한 분석 대상 간 연관 관계 추적
- 지연 유발 장비 또는 블록 추적에 유효
- Outlier 표시를 통해 예외적인 데이터 조회 가능

Vessel - Relationship Matrix Analysis - Working QC

Event :	VesselLoad (autoskip)	Case ID	GC03	GC04	GC05	GC06	GC07	GC08	GC09	GC10
Row by :	Case ID	175201206...	0	0	0	0	99	421	330	340
Column by :	Originator	240201206...	0	0	0	0	0	0	159	247
		274201207...	0	0	0	64	104	11	0	0
		279201209...	0	0	124	3	0	0	0	0
		283201208...	0	0	0	148	0	0	0	0
		286201206...	0	197	268	313	322	0	0	0
		578201206...	136	74	159	1	0	0	0	0
		581201206...	119	92	0	0	0	0	0	0
		583201206...	0	0	0	1	0	0	0	0
		895201206...	0	0	0	112	107	66	64	0
		AZV201204...	0	0	0	0	0	0	0	0
		DRF20120...	0	0	0	0	0	0	0	0
		DRF20121...	0	0	0	32	0	0	0	0
		FRU20120...	0	4	0	0	0	0	0	0
		FRU20121...	0	0	0	0	0	0	0	0
		HAM20120...	405	404	557	332	270	0	0	0
		HLL20121...	0	0	86	0	0	0	0	0
		MPM20120...	0	0	0	0	0	0	0	0
		TKQ20120...	0	0	0	0	0	0	0	0
		TPN20120...	43	0	0	0	0	0	0	0
		TPN20120...	0	0	0	71	73	0	0	0
		XKB20120...	0	121	74	0	0	0	0	0

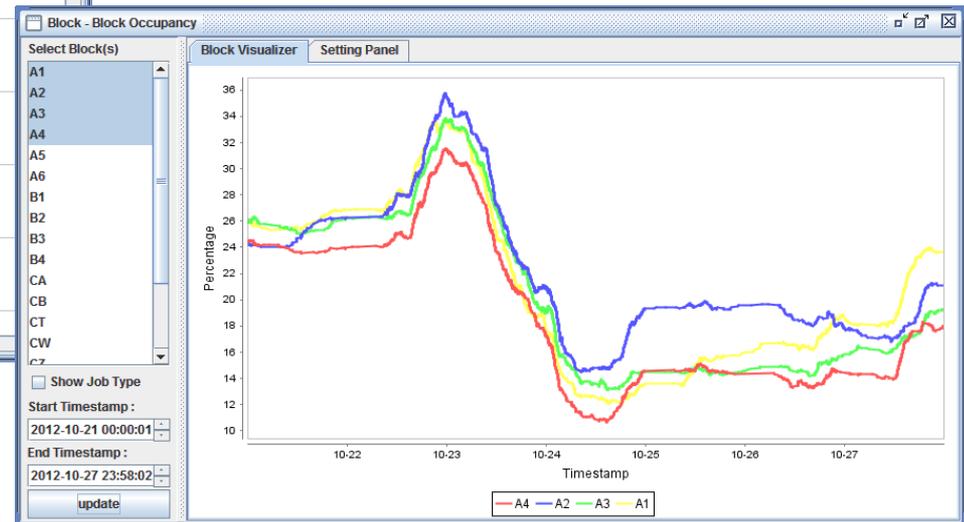
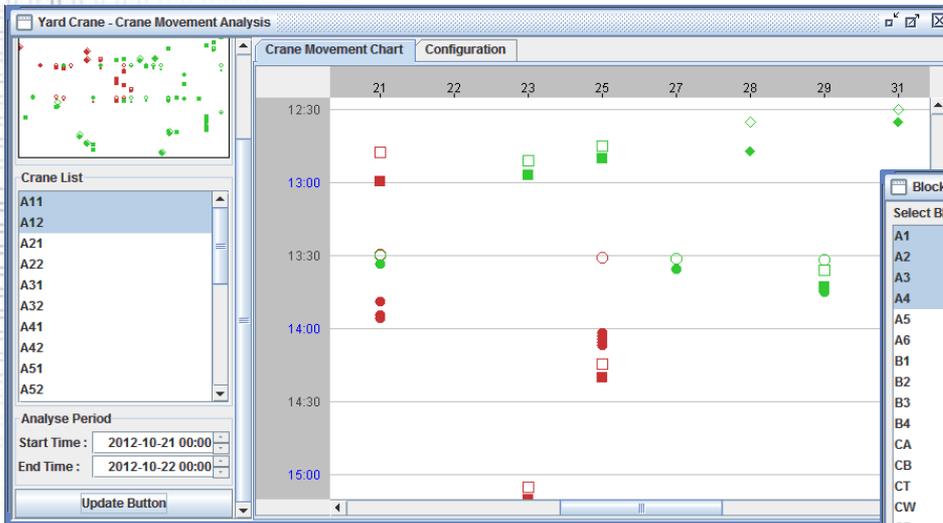
Update button

3. 개발 결과

❖ PL-DAS (데이터 분석 시스템)

▪ 시간별 상태 변화도

- 각종 분석 대상의 시간대별 상태 변화 조회 기능 추가
- 특정 시간대의 **비정상적인 현상 가시화** (장비 충돌, 업무 지연 등)



3. 개발 결과

❖ PL-DAS 개발 효과

- 기존 메뉴는 학술적 용어로 구성되어 일반인이 이해하기 어려움
- 업무적으로 특화된 기능들을 분석 대상별로 제공, **활용도 높임**

before

FSM miner
Multi-phase Macro Plugin
Partial Order Generator
Partial Order Aggregator
Partial Order Mining TimeUnit
Heuristics miner
DWS mining plugin
Association Rule Miner
DecMinerPlugin
Proximity Miner
Genetic algorithm plugin
Duplicate Tasks GA plug-in
Alpha algorithm plugin
Tsinghua-alpha algorithm plugin
Alpha++ algorithm plugin

after

Container	Vessel	Truck	Quay Crane	Yard Crane	Block
	Vessel				
Time Gap Analysis - Discharging	Vessel Productivity				
Time Gap Analysis - Loading	Relationship Matrix Analysis - Working QC				
Time Gap Analysis - Gate In	Relationship Matrix Analysis - Working YC				
Time Gap Analysis - Gate Out	Relationship Matrix Analysis - Working YT				
Time Gap Analysis - Remarshalling	Relationship Matrix Analysis - Working Block				
Shuffled Containers	Time Gap Analysis - Berth On Arrive				
	Expected Time Analysis - Arrival				
	Expected Time Analysis - Berthing				
	Expected Time Analysis - Departure				
	Expected Time Analysis - Work Start				
	Expected Time Analysis - WorkFinish				

❖ 연구 성과

- 특허출원 2건
 - 프로세스 분석을 위한 데이터 전처리 시스템, 토탈소프트뱅크
 - 거리를 이용한 프로세스 분석 방법 및 시스템, 부산대학교
- 학술발표 4건
 - ICIC Express Letters
 - LOGMS 2012
 - ICICIC 2012
 - 한국경영과학회 추계학술대회

ICIC: Innovative Computing, Information and Control

LOGMS: International Conference on Logistics and Maritime Systems

ICICIC: International Conference on Innovative Computing, Information and Control

❖ 품질 검증

- 내부 테스트 (11/5~11/9)
 - 위탁 테스트 전 최종 내부 검증
 - 이슈 관리 사이트 (mantis) 이용, 향후 지속적 활용 예정
- 위탁 테스트 (11/13~11/16, STA테스팅컨설팅)
 - 결함 18건, 개선사항 15건 발견
 - 테스트 진행 기간 중 23건 (70%) 즉시 해결
 - 잔여 10건 **100% 후속조치** (~11/28)
 - Regression 테스트 (12/4~12/6)
 - Minor 결함 1건 발견
 - 즉각 수정 조치하였으나 결과보고서에는 반영되지 않음

3. 개발 결과

❖ 라이선스 검증

- 공개SW 라이선스 검증 (10/10~11/21, 공개SW 역량프라자)
- 충돌 발견 사항
 - PL-DAS – CPL (**공개**)
 - LGPL: Java ILP, JCalendar, JFreechart
 - » 기존 코드 수정 없이 라이브러리 형태로 이용중
 - Apache: Common Math, Guava
 - » 추가 제약조건 없이 이용할 경우 충돌 없음
 - PL-DE – **상용** 라이선스 (**비공개**)
 - Apache: MyBatis
 - » 추가 제약조건 없이 이용할 경우 충돌 없음
- 결론: 라이선스 **위반 사항 없음**
 - 단, 배포시 LGPL/Apache에 준하는 **사용자 고지 의무** 준수 필요

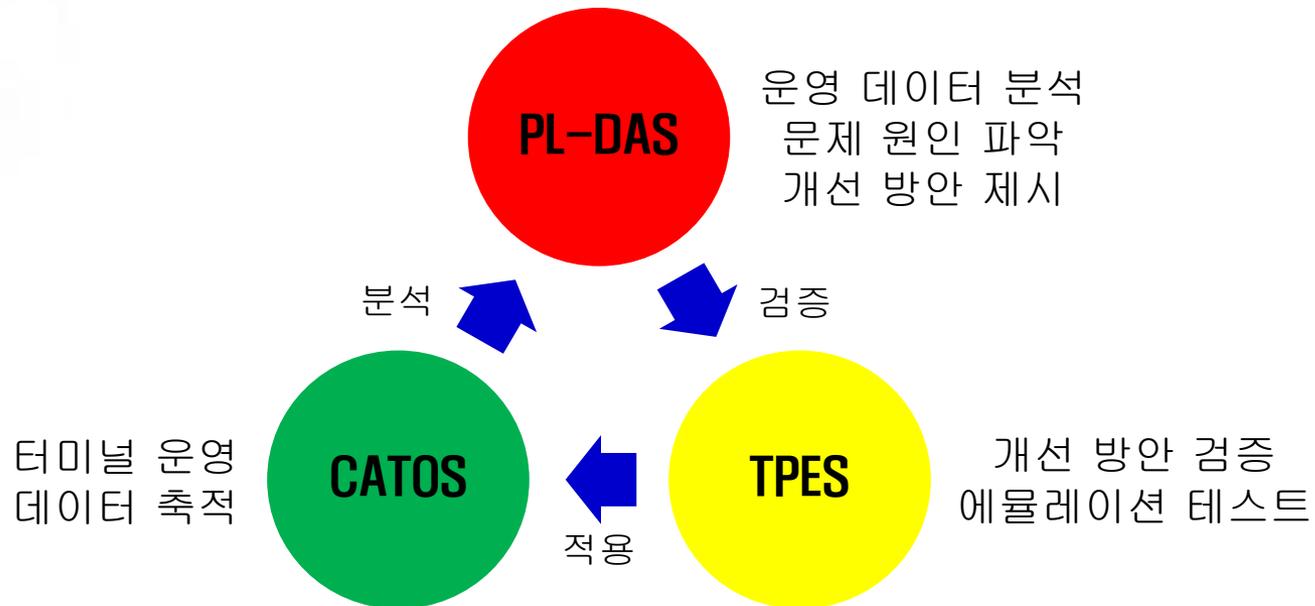
CPL: Common Public License

LGPL: Lesser General Public License

4. 활용 계획

❖ 부가 서비스

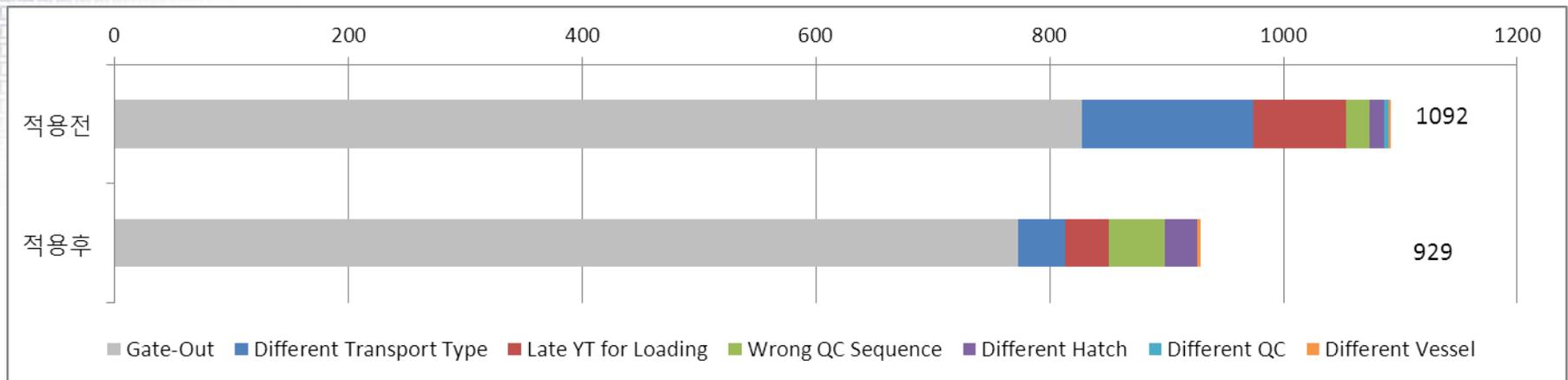
- 데이터 분석 서비스
 - PL-DAS 출력 결과에 대한 다차원적 분석 지원
- 터미널 운영 컨설팅 서비스
 - 데이터 분석, 문제 원인 파악을 통한 개선 방안 제시
 - 주관기관 보유 제품인 터미널 에뮬레이션 도구(TPES)로 검증 가능



4. 활용 계획

❖ 분석 서비스 사례

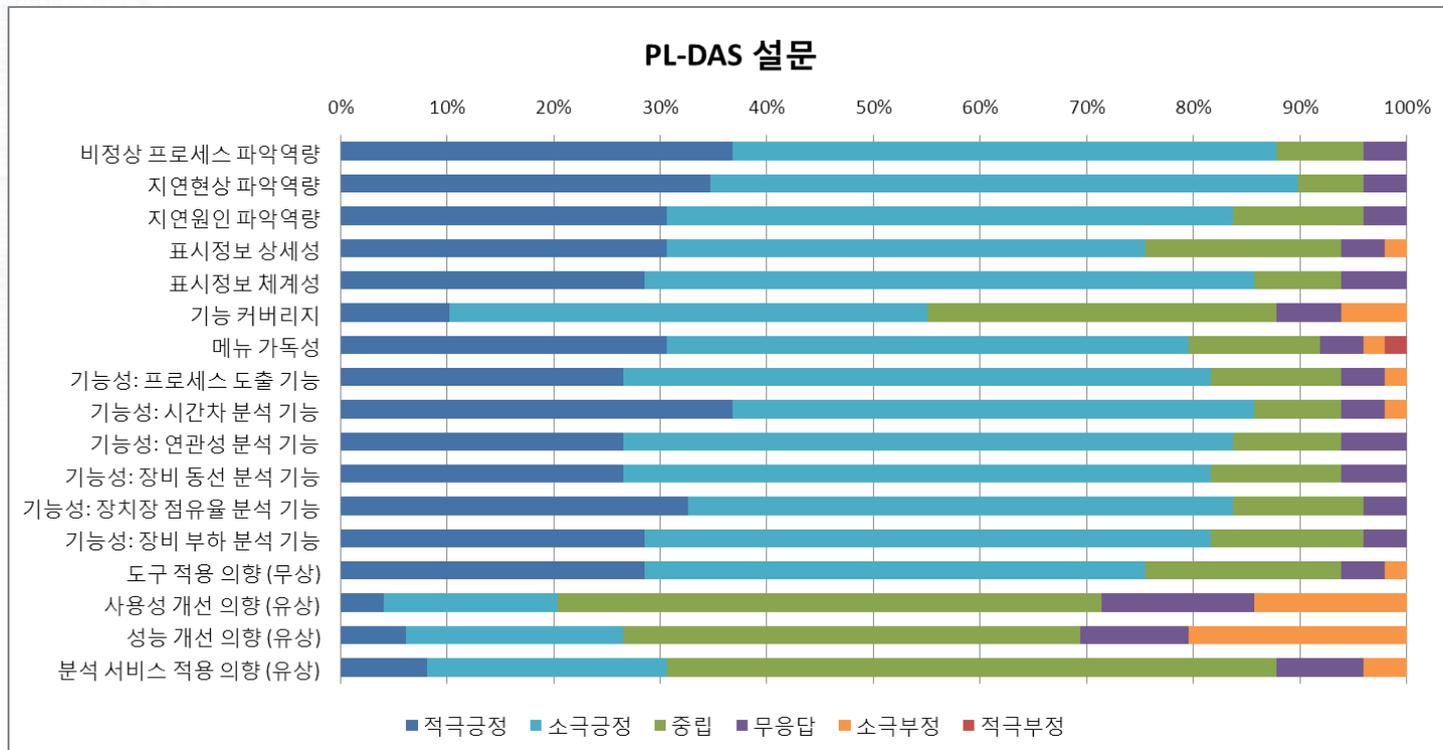
- KMCT 요구사항: Rehandling 발생 빈도 감소를 통한 원가 절감
 - 분석 내용
 - 컨테이너 rehandling 발생 사유를 7개 패턴으로 분류
 - 각 패턴별로 발생 방지 방안을 제시
 - 발생 빈도 상위 항목부터 순차 적용
 - 적용 결과
 - 3단계 적용 현재 rehandling 발생 빈도 85%로 감소
 - 4단계 이후 적용 진행 중



4. 활용 계획

❖ 설문 조사

- KMCT, KPA, 해운항만물류정보협회 등 대상
 - 제품 기능 **만족도 80% 이상**
 - 공개SW 확산 → 유상 서비스 도입 유도 → 신시장 창출



5. 결론

❖ 사업 목표 달성

- 비즈니스 지식 반영이 가능한 신규 **프로세스 도출 알고리즘** 개발
- 데이터 전처리 단계를 간소화한 **전처리 도구** 개발
- 항만 물류 업무 분석에 필요한 각종 **데이터 분석 기능** 개발

❖ 사업 성과

- 프로세스 마이닝 **절차 간소화** → **현업 적용성 향상**
- 참여 연구원의 **프로세스 마이닝** 및 **항만 물류 업무** 지식 고도화
- 품질검증 결과 **양호 판정**
- 설문조사 결과 **기능 만족도 80% 이상** → 지속적 개선 통해 상향

❖ 활용 계획

- SourceForge 및 Mantis 활용, **지속적 형상 관리**

❖ 상용화 계획

- 1단계: 시장 진입 - 78개 **CATOS** 고객사 대상 저가 공급, **reference 확보**
- 2단계: 영업 확대 - 타 TOS 고객 대상 고가 공급, 판매 활동 적극 전개

참고자료: (주)토탈소프트뱅크 CATOS 고객사 현황



- ✓ 전 세계 78개의 항만 및 터미널을 고객으로 확보하고 있음
- ✓ 터미널운영시스템(TOS) 세계 시장점유율 2위



CONFIDENTIAL

The copyright of these documents belongs to Total Soft Bank Ltd. (TSB). These documents contain the ideas, concepts, know-how and technology, which are proprietary and confidential to TSB and which constitute trade secret of TSB. These documents are protected by copyright law and other applicable law. You are prohibited to copy, modify, distribute, assign or publicly display these documents without obtaining prior written approval of TSB.

Nothing shall be construed to license any copyright, patent, trademark or other intellectual property rights in these documents.

Total Soft Bank Ltd.