MACHBASE

The Database for Smart Factory

㈜한국밸런스

목차

1. Global IoT Trend
2. IT vs OI
3. Challenges
4. Requirements for IIoT
5. Machbase for IIoT
6. Key Features
7. Solution Comparison
8. Performance
9. Edge Computing in IIoT
10. Conclusion

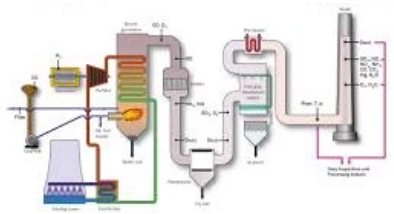
Global IoT Trend

Industrial IoT

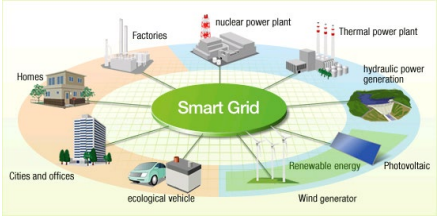
머신 데이터의 폭발적증가 + 실시간 저장 분석 = 난제

스마트 시대 IT 인프라 구성 단말 Device 폭증

Smart Devices	Cloud Computing Infra	Artificial Intelligence
• M2M(Machine To Machine), IoT(Internet of Things) • 자동차, 발전소, 건축물, 각종 센서....	• 수십 만대의 서버 및 네트워크 장비로부터 관리 데이터 폭증	• 제 4차 산업혁명 시대의 도래 • 머신 러닝 • 예지보전 분석



Smart Factory

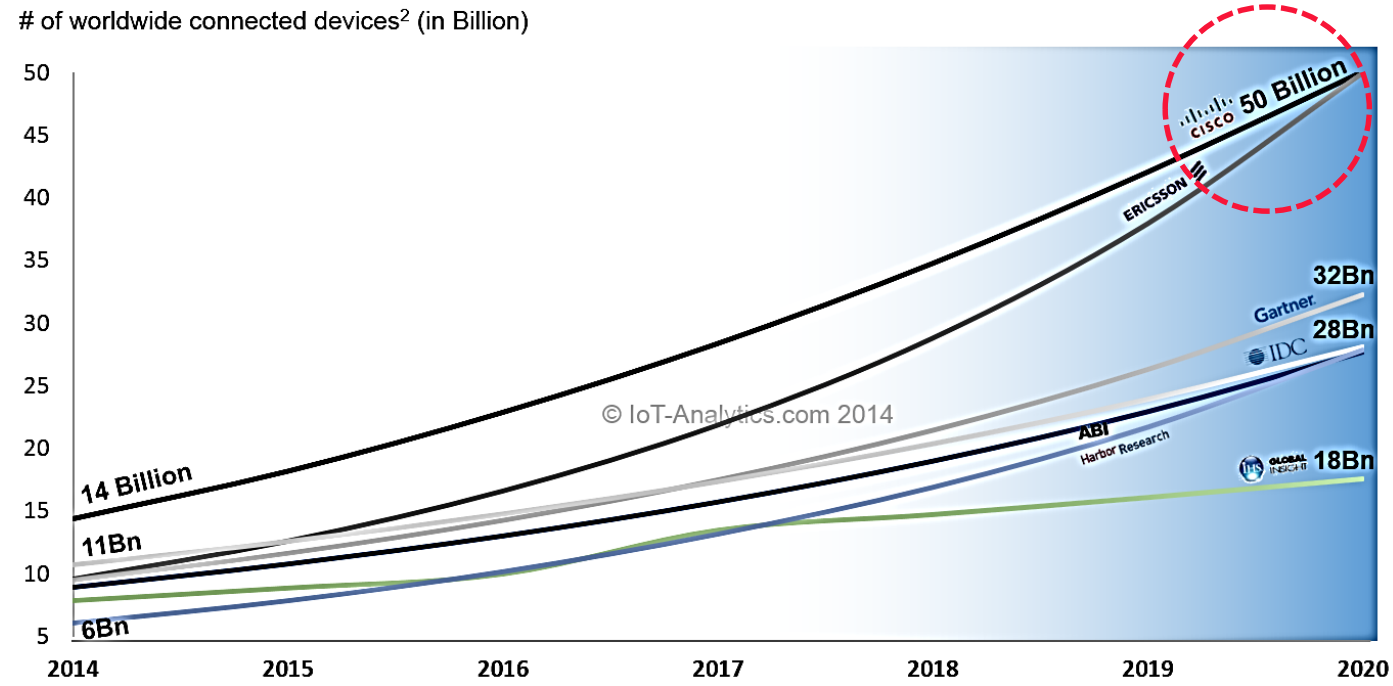


Smart Grid

IoT Devices

IoT/IoE Device의 폭증

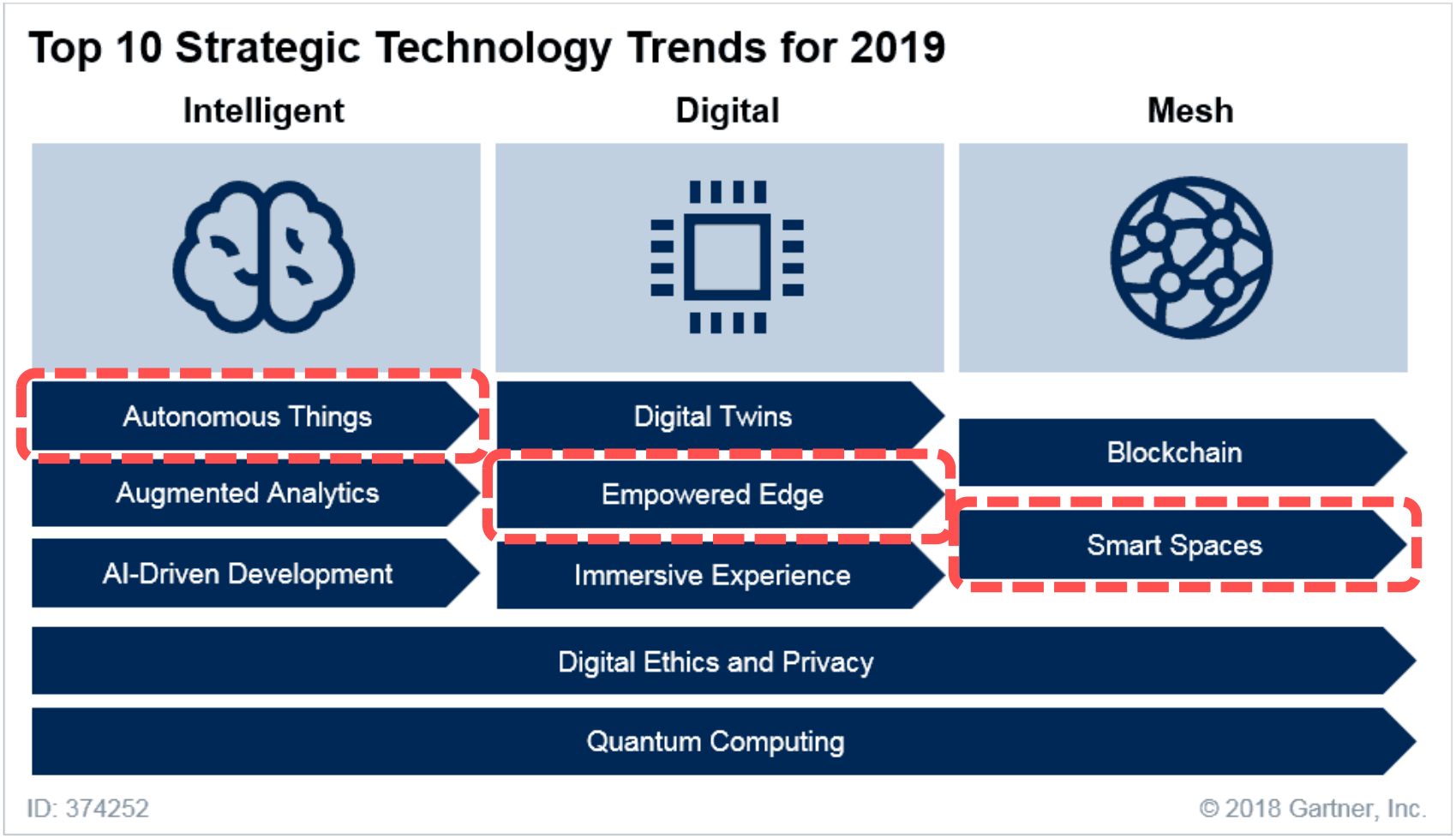
2020년까지 180억 ~ 500억 개 IoT 디바이스 증가 예상



Source	Date	2014–'20
CISCO	2013	23%
ERICSSON	2010	-
Gartner	2013	23%
IDC	2014	17%
Harbor Research	2014	29%
ABI research	2014	21%
IHS GLOBAL INSIGHT	2014	14%

* Source : iot-analytics.com, 2014

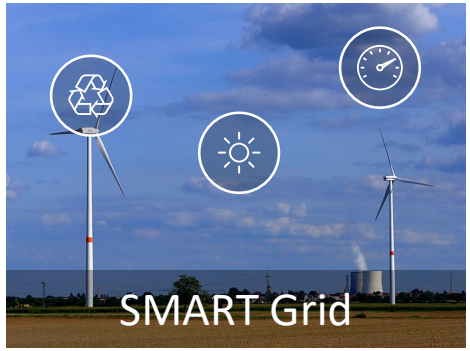
2019 시장 전망



IoT 데이터 폭증 → 실시간 데이터 처리/분석 → 예측, 장애 감지

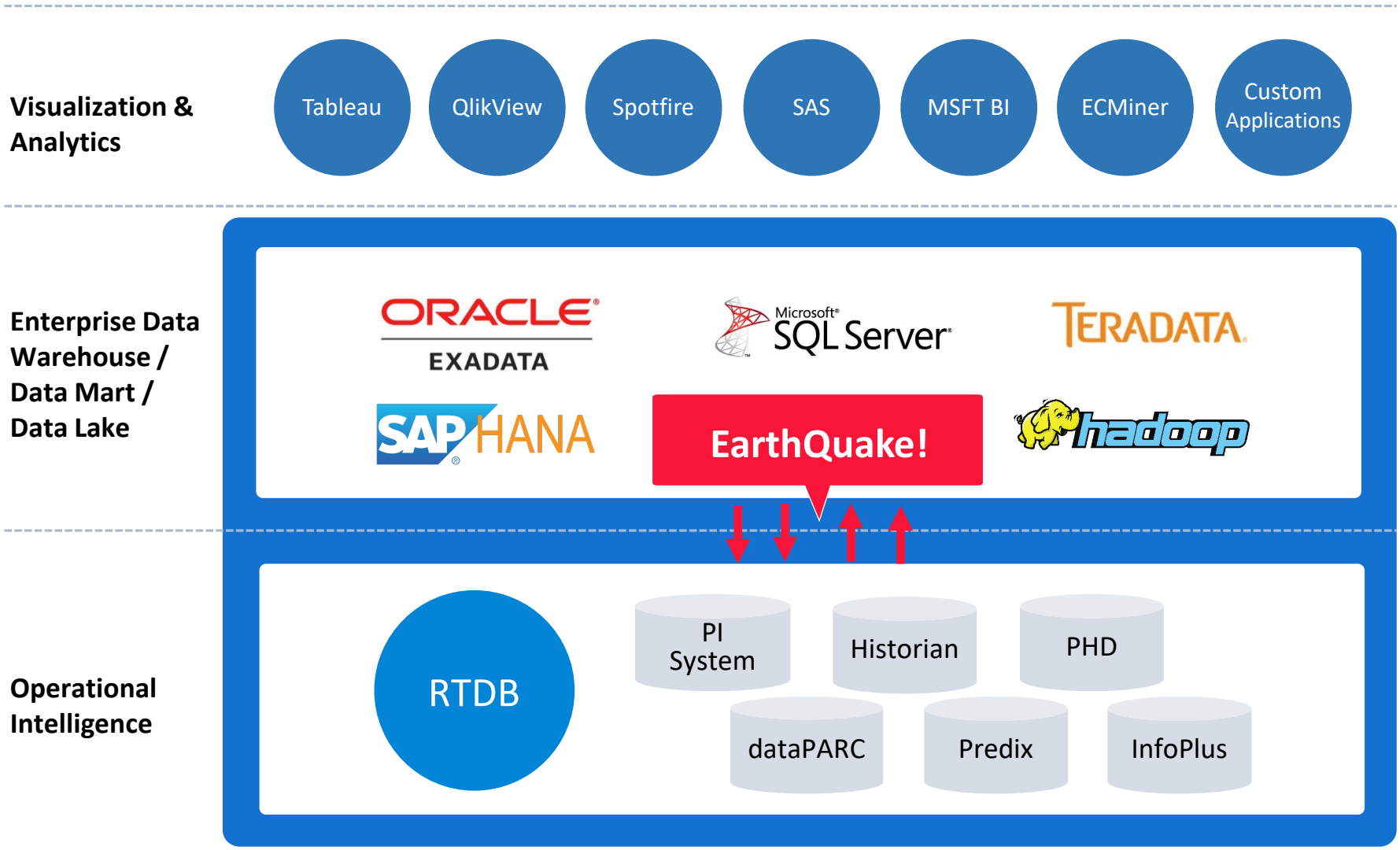
가장 IIoT 데이터가 많은 영역

SMART X

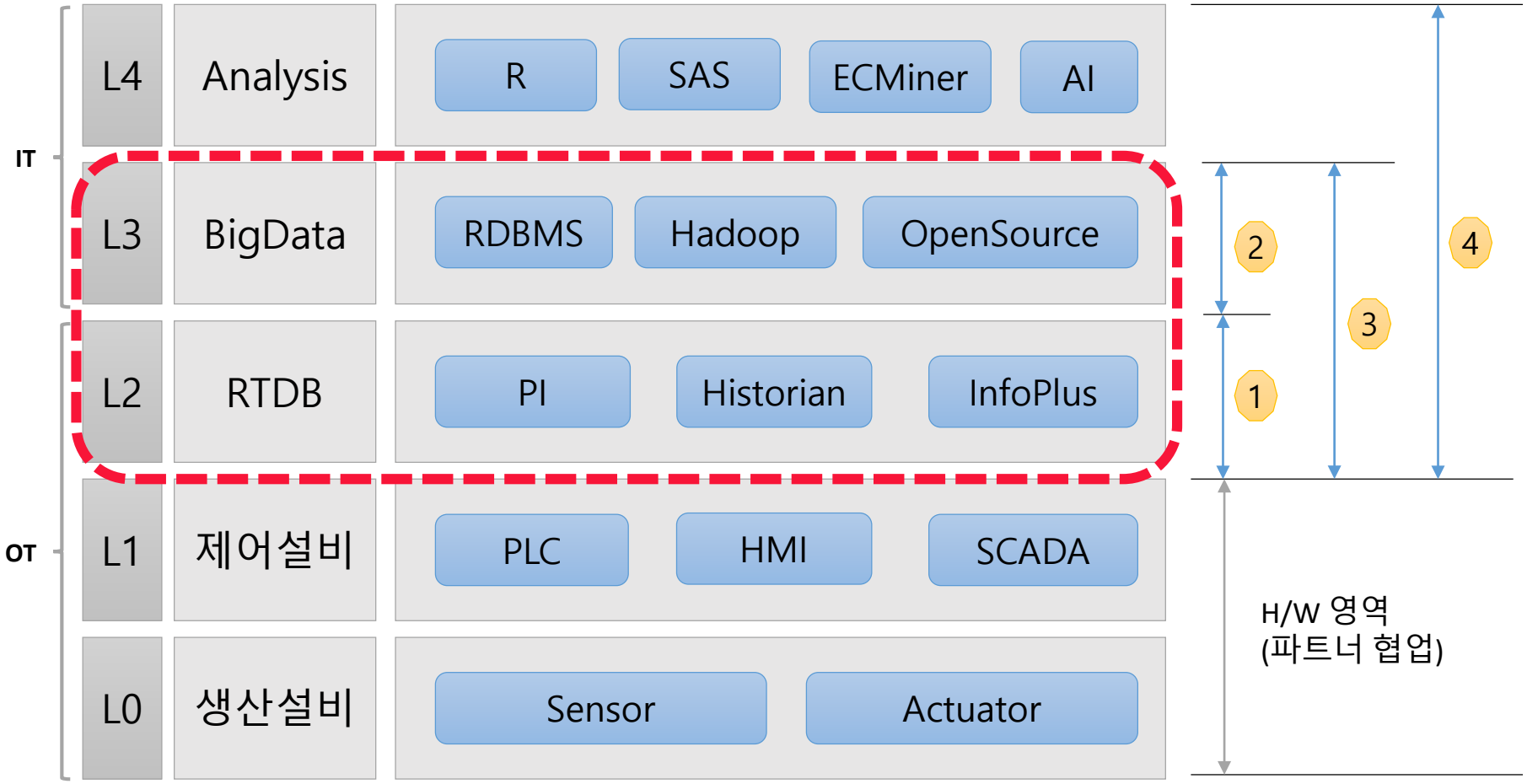


IT vs OI

Industrial IoT 데이터 트렌드



Industrial IoT 데이터 트렌드



IIoT 데이터 처리 환경 변화

전통적인 방식은 각각 시스템에 맞게 별개의 인터페이스로 통신
공정 내 Thing 연결 환경 및 데이터 특성에 맞는 저장 및 분석 SW 필요

데이터량 폭증

Scan rate 고도화 추세
500msec → 10msec

저장해야 할 데이터 기간 및 용량 증가

센서 개수의 증가

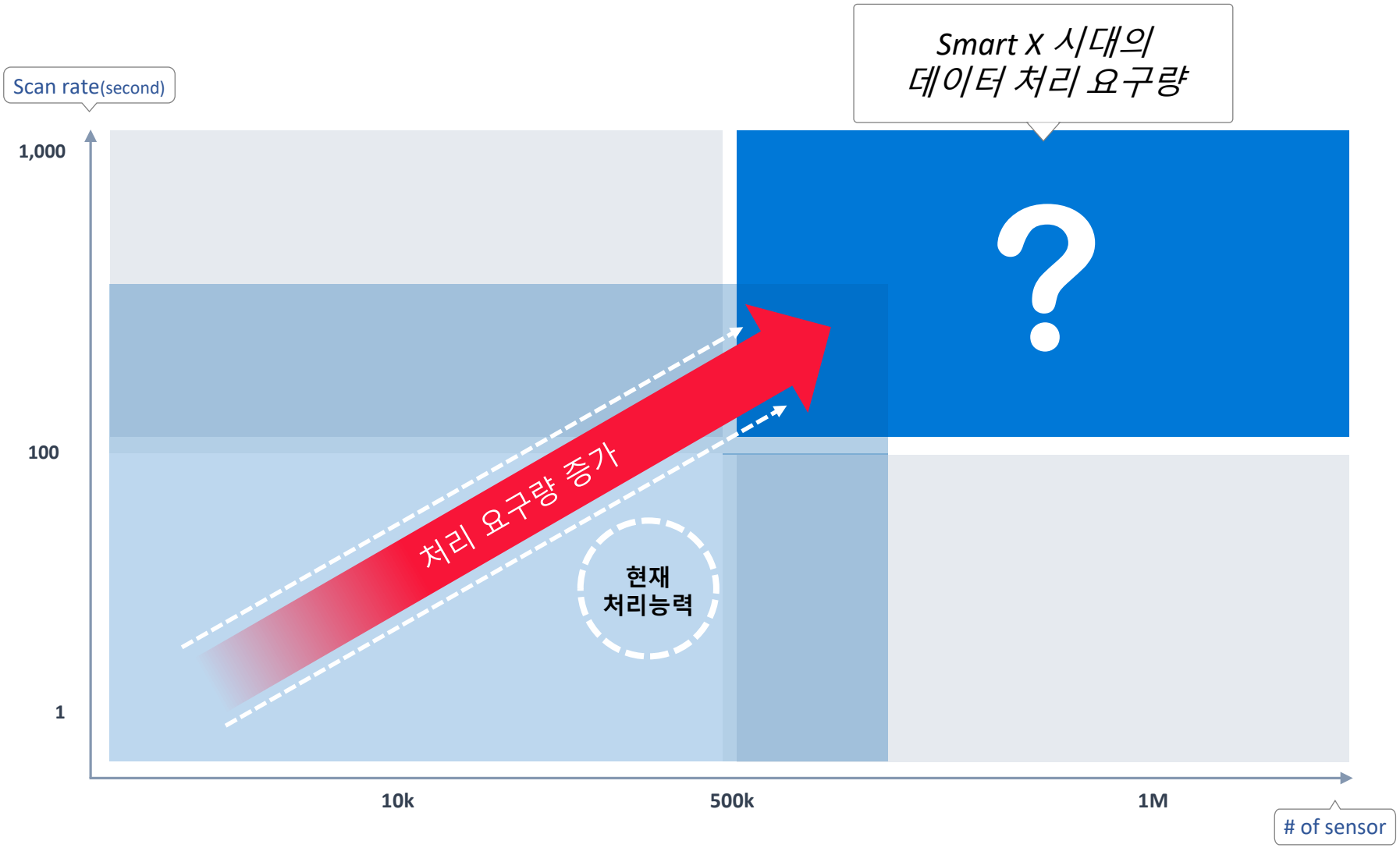
분석 대상 데이터 범위 증가

기 구축된 시스템의 데이터 처리 허용 한도 초과

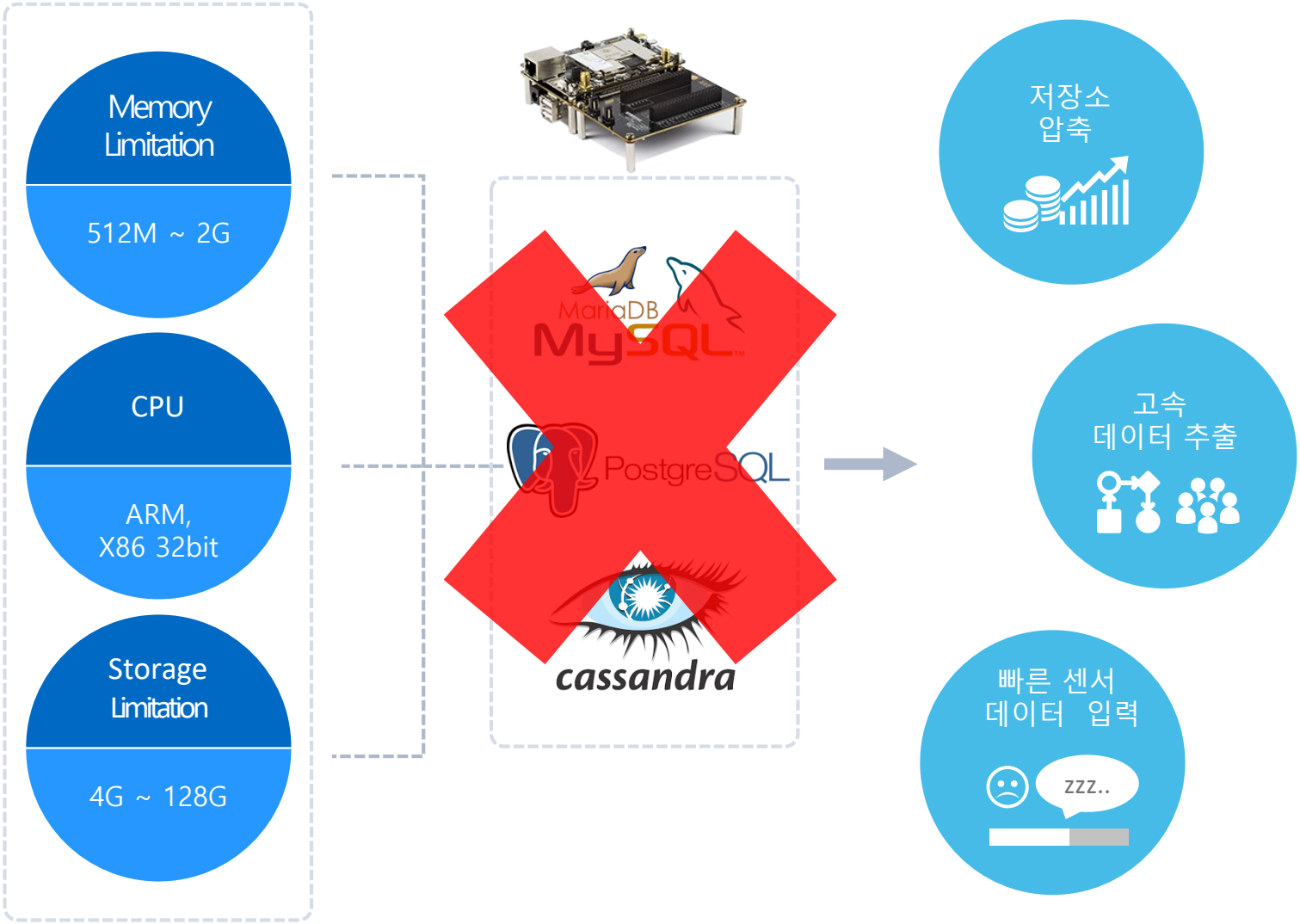
오픈소스 솔루션의 기능 확장 및 책임 소재 이슈 발생

Challenges

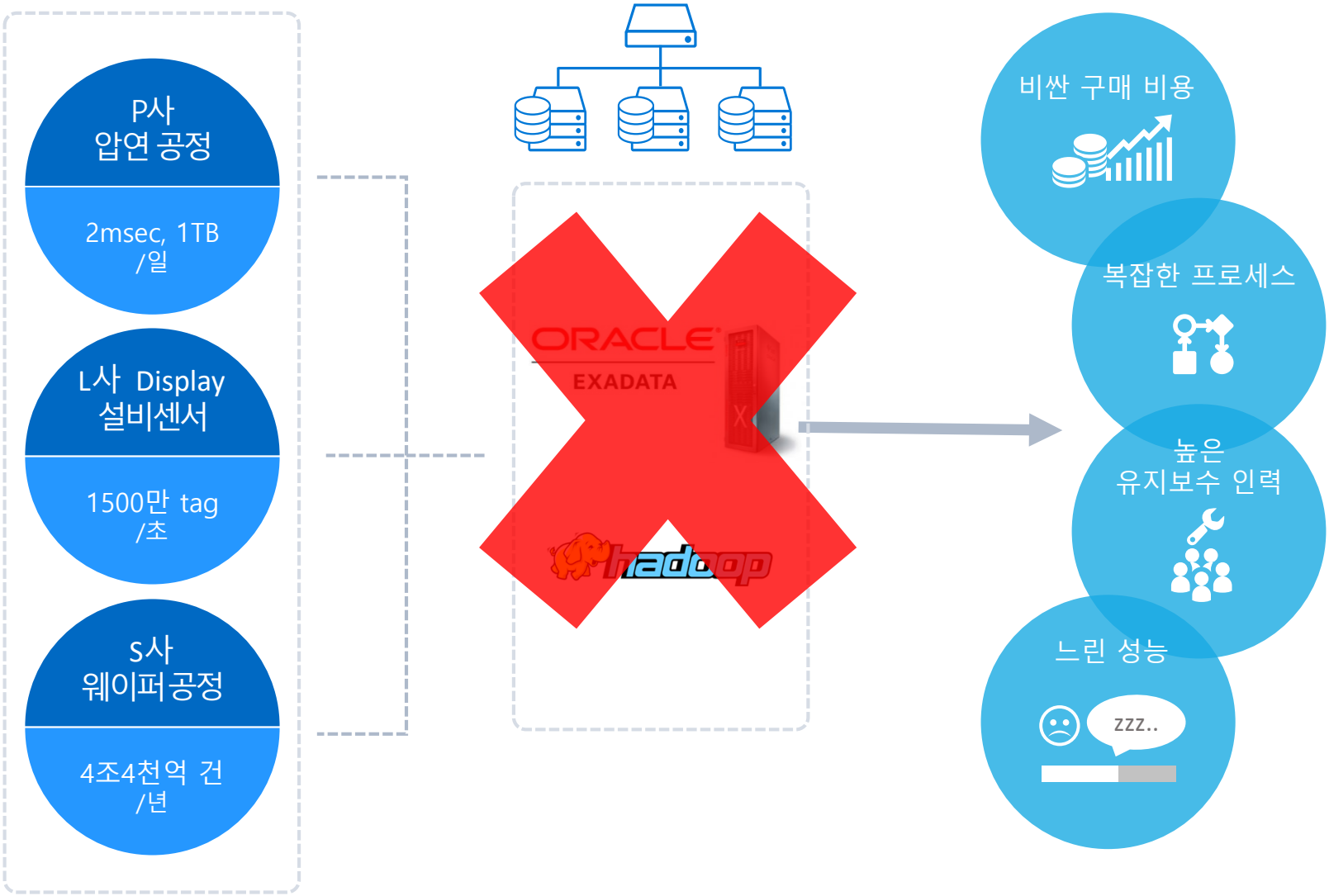
Industrial IoT 데이터 트렌드



현장의 요구사항 (Edge Level)



현장의 요구사항 (Enterprise Level)



Requirements for IIoT

왜 기존 제품으로는 IIoT 처리가 어려울까?

- **데이터 처리에 대한 철학적 배경이 다름**
  - **RDBMS** (Disk/Memory) → Transaction based **expensive data**
  - **Hadoop** → Completely "**unstructured data**" with full-scan
  - **No-SQL** → Key-Value based "**easy clustering & partition**"
  - **RTDB** → Single Node based "Solution" not "DBMS"!!

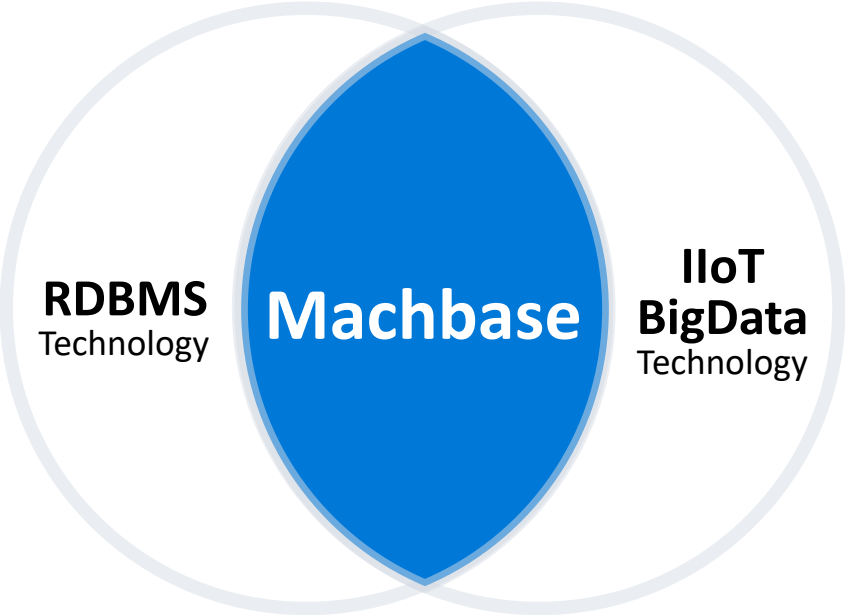
- **IIoT의 특성을 고려한 DBMS 기본 구조가 필요**
  - **고속 입력** - 초당 수십만 건 이상의 입력 허용 구조
  - **실시간 압축** – 저장소 효율성 극대화를 위한 압축 알고리즘
  - **Sensor based Schema – IIoT의 센서를 대표하는 저장 구조 지원**
  - **고속 시계열 질의** – 시간 범위에 대한 극한 검색 성능
  - **Real-time statistics** – 실시간 통계 기능 지원
  - **Scale-out & High Availability**– 초대규모 센서 빅데이터 지원
  - **Embedded architecture** – The essentials for Edge computing
  - **SQL support** – easy development & reusable knowledge

기능 요구 비교

	Desired Product	Open Source (Cassandra, ScyllaDB)	RDBMS (Oracle, Mysql)	RTDB (Historian DB)
고속 데이터 입력 (1M EPS)	◎	○	X	○
고확장성 (Scale-out)	◎	◎	X	X
고가용성 (HA)	◎	◎	○	○
SQL 구문 지원	◎	X	◎	○
개발 용이성	◎	○	○	X
기존 지식 재활용성	◎	X	◎	○
시계열 데이터 처리	◎	X	○	◎
낮은 TCO	◎	○	X	X
센서형 데이터 타입 처리	◎	X	X	◎

Machbase for IIoT

Machbase 혁신성



데이터베이스

- 안정성,편의성,사용자 특성 감안
- 소프트웨어 개발 및 관리 편리
- 느린 성능, 소규모 데이터 처리 적합
- 노드 및 데이터 증가에 따른 확장성 부족

빅데이터 솔루션

- 대용량 처리, 클러스터링, CAP 이론
- 대용량 데이터 입력 및 처리에 특화
- 데이터베이스 사용자 편의성 부족
- 학습 및 유지보수 관리 매우 취약

Machbase 기술적 차별성

초고속 데이터 입력 기술

- **시계열 데이터 입력 및 파티셔닝 기술 (미국 특허)**
- 병렬 클러스터를 통해 선형적 성능 증가
  (초당 천만 건 이상)
- 초고속 데이터 전송 프로토콜 구현 (미국 특허)
- 실시간 데이터 압축 기술 (2단계 압축)

클러스터링 기술

- 클러스터 노드 관리 기술
- 클러스터 기반 초고속 SQL 처리 기술
- 데이터 복제 및 데이터 밸런싱 기술 (미국 특허)
- 고가용 보장 및 노드 확장 기술

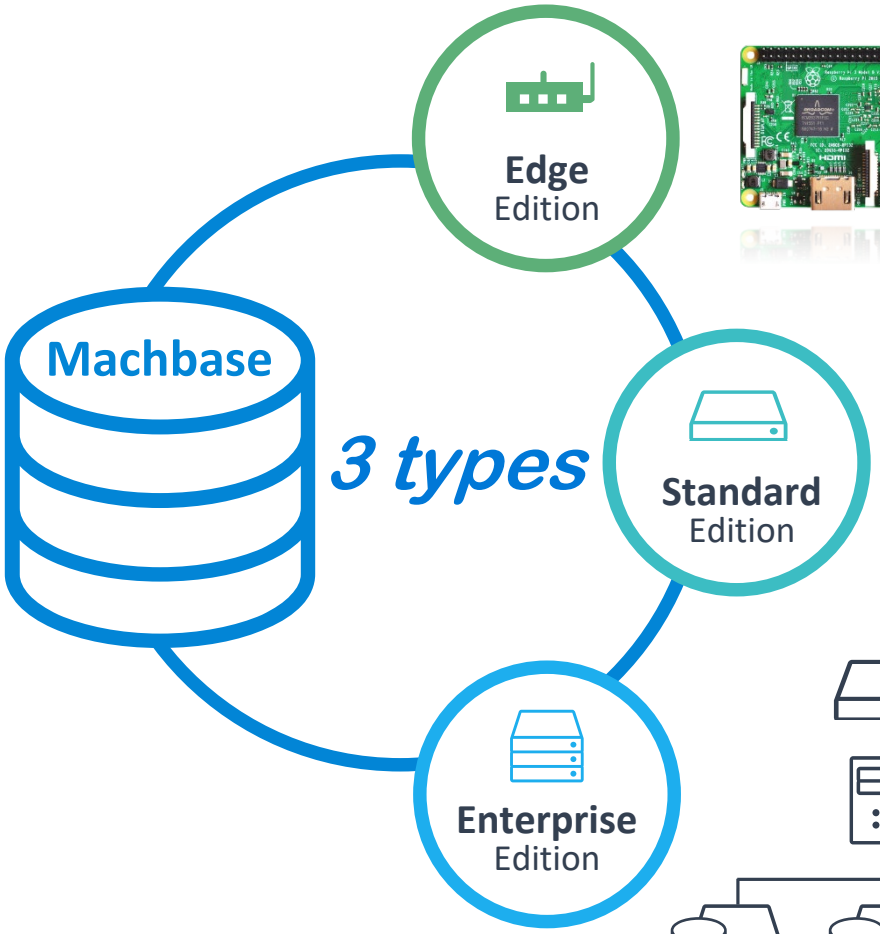
초대용량 데이터 검색 기술

- **센서 데이터를 위한 Tag 구조 및 알고리즘(특허)**
- **세계 최고 성능의 SQL 기반의 RTDB 기능 지원**
- **Rollup Table을 통한 실시간 통계 기능 지원**
- 빅데이터를 위한 LSM 인덱스 구현
  10억 건 검색 0.1초 완료
- 병렬 SQL 처리 기술 (미국 특허)

초고속 인덱스 관리 기술

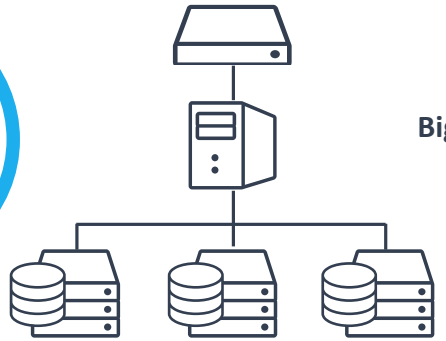
- **실시간 센서 데이터 Tag 인덱스 (초당 150만 건 이상)**
- 실시간 비트맵 인덱스
  인덱스당 초당 백만 건 이상 처리
- 파티셔닝 기반 병렬 인덱스 생성 기술 (미국 특허)

Machbase 제품군



Real-time Edge Analytics for
IoT sensor data

Fast data processing performance in a
single node

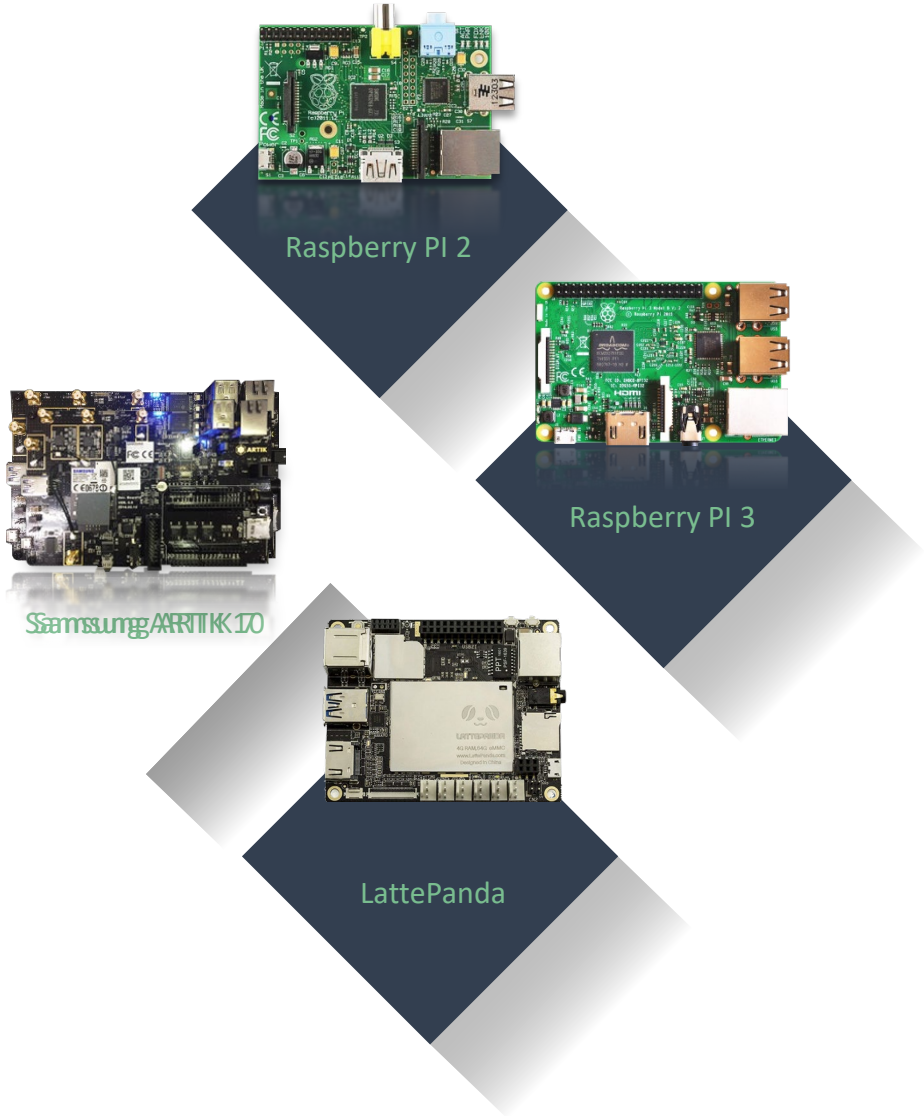


Big data technology revolution in
multi-nodes cluster

Edge Edition

Best solution for Edge Analytics

- **CPU** : ARM, ATOM(x86) series
- **O/S** : Linux(Redhat, CentOS, Fedora, Ubuntu)
  Real-time Linux (Windriver Linux)
  Windows 10
- **Performance** : 20,000~ 200,000 EPS input
- Recently, support ARTIK 7 (64 bit, Linux, ARM CPU)



Standard Edition

Fast data process performance in a single node

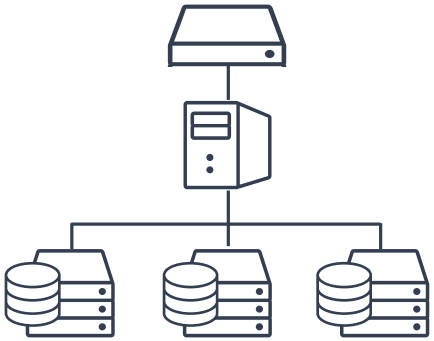
- Capable of tens to hundreds of thousands of entries
- Best solution for data processing and security related ISVs
- Samsung SECUI, KORAIL, KOREA POST
- Full-version download available at

  Homepage(**http://www.machbase.com**)

Enterprise Edition

Multi-nodes Cluster Scalability

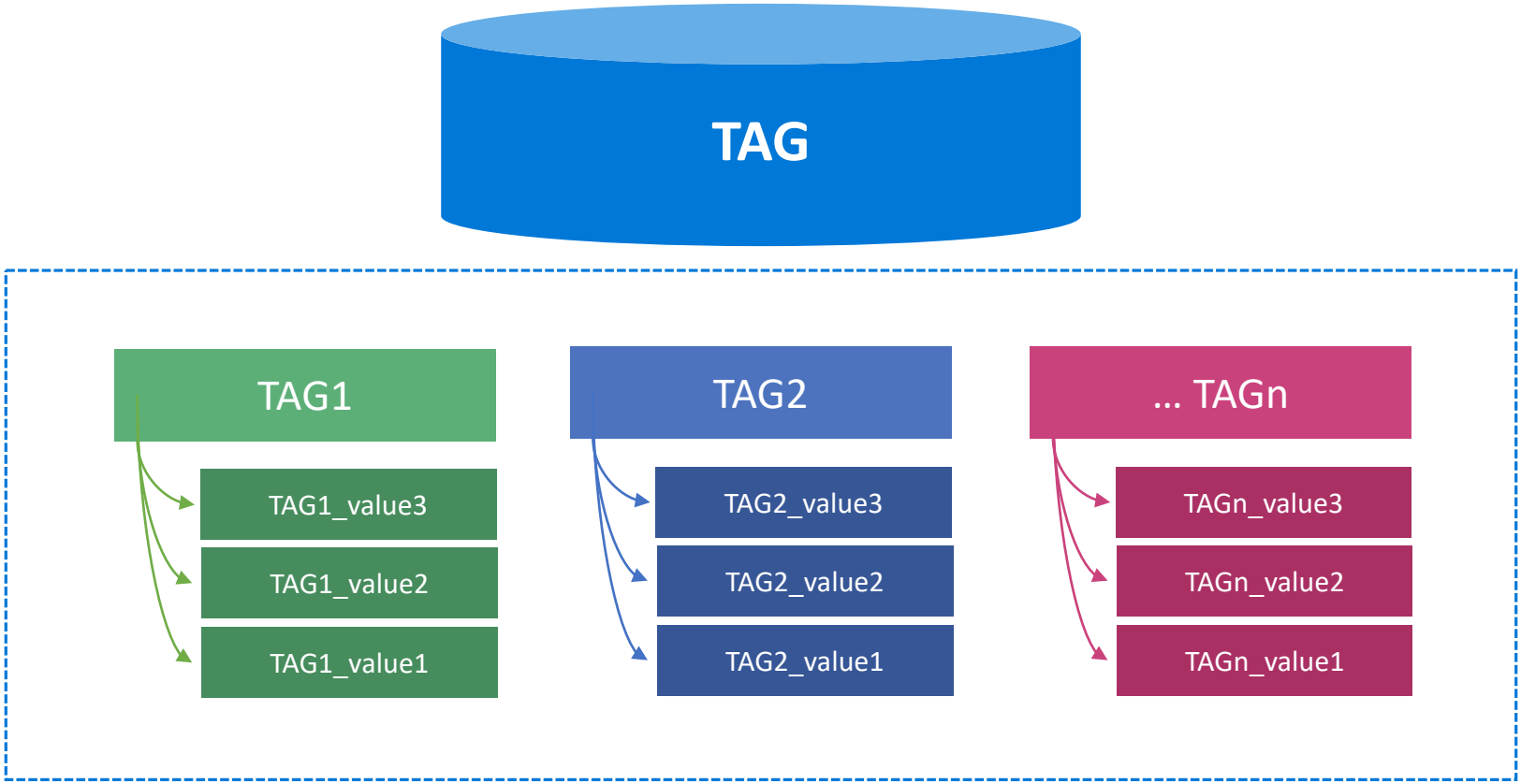
- Scale-up configuration on a single node
- Scale-out configuration on multi-nodes
- Linear performance increase
- Capable of building the time series data cloud system



Key Features

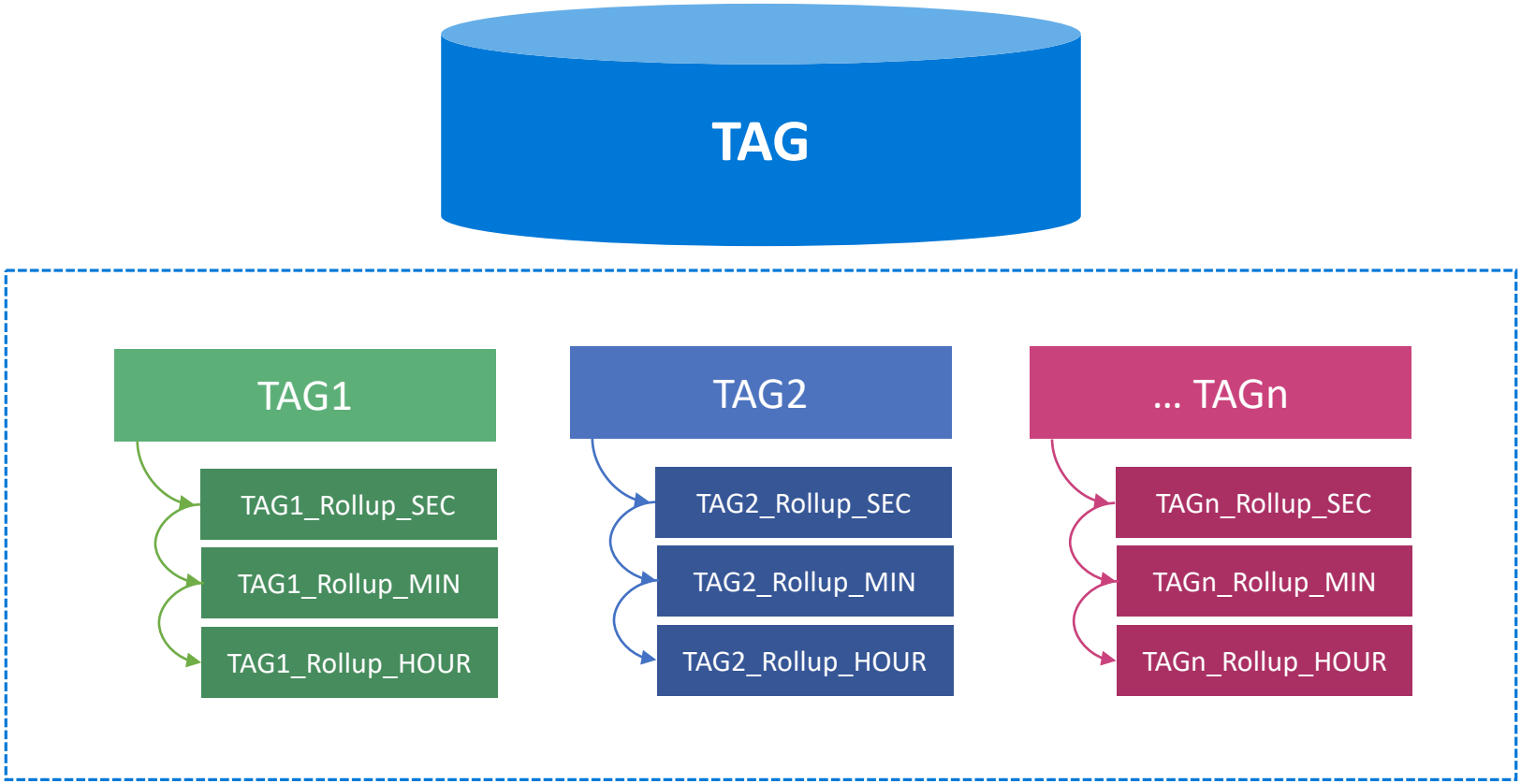
Tag Table

- 수백억 태그 데이터에 빠른 저장과 초고속 태그 데이터 추출
- 테이블명은 “TAG”로 고정되고 Tag, Timestamp, Value 3개 칼럼 기본 구성
- Tag, Timestamp 기반 Partitioning 저장, 빠른 추출 가능함



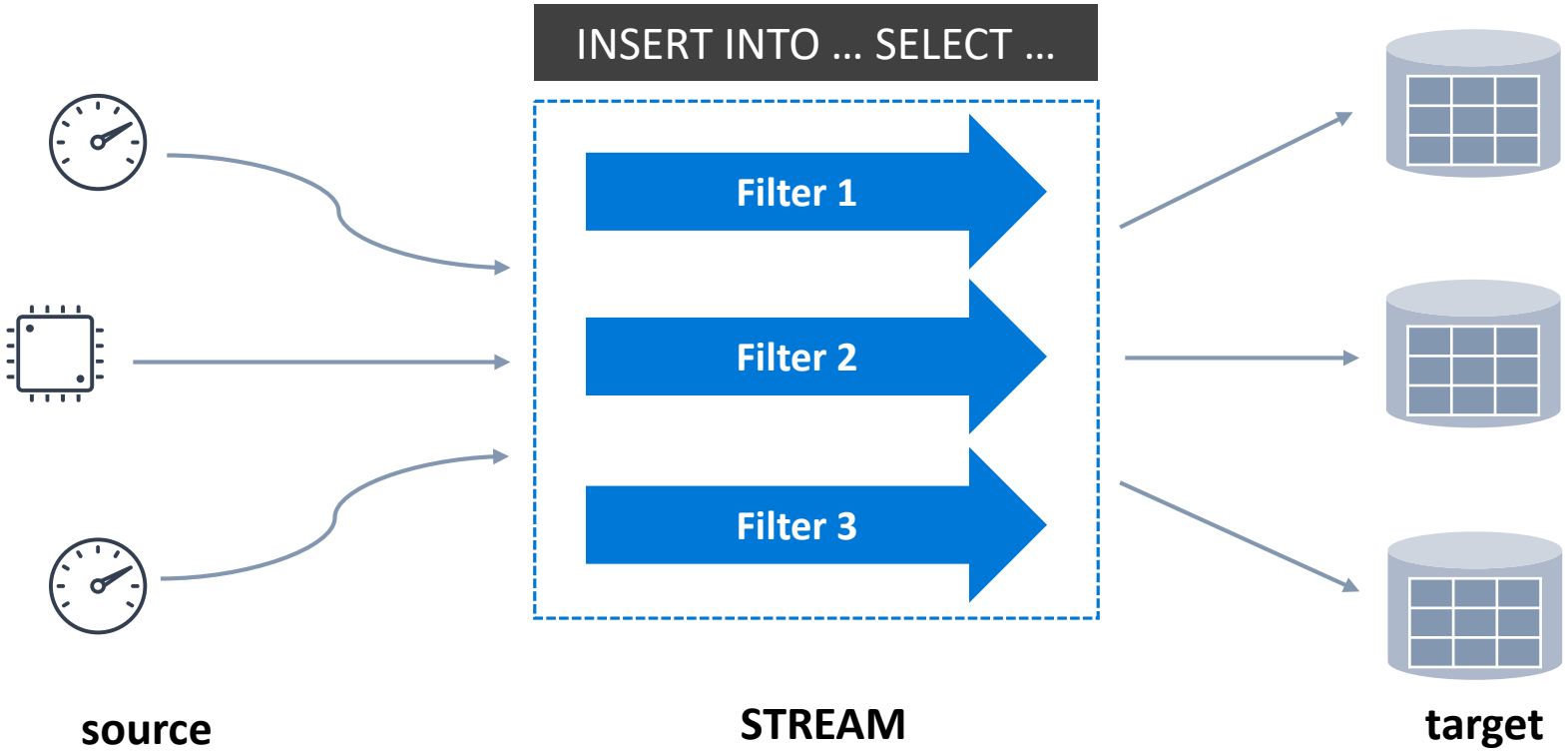
Rollup Table

- TAG 테이블 생성시 자동으로 생성되며 사용자 레벨에서 조작 불가
- 집계 시간 단위는 Second, Minute, Hour
- 집계 함수는 Minimum, Maximum, Average, Sum, Count



STREAM

- 소스 테이블과 타깃 테이블 사이에서 SQL 질의를 통해 실시간 데이터 변환
- INSERT INTO SELECT 구문을 통한 실시간 이벤트 필터링
- 동시에 다수의 STREAM 생성 및 실행 가능

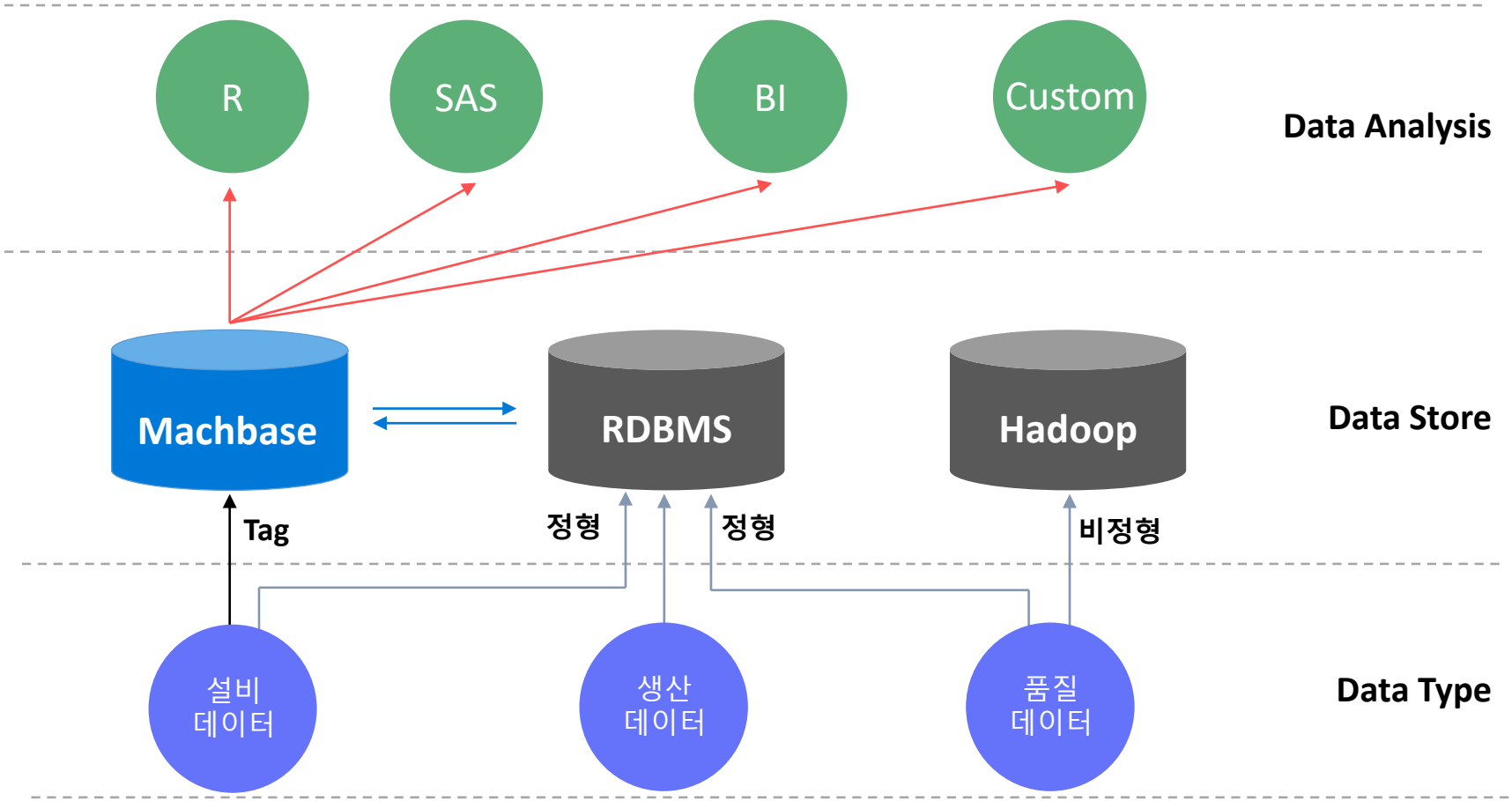


Tag Analyzer

- Tag 데이터에 대한 Fast Trend Monitoring 가능한 웹기반 대시보드
- 년,월,일,시,분,초, RAW 데이터에 대한 Drill Down Browsing 가능
- 좌우 50%, 100% 이동 등 다양한 차트 조작 기능 제공

제안 시스템 구성도

설비 센서 빅데이터 저장소 ➔ Machbase v5



Solution Comparison

솔루션 비교표

구분	Machbase	Hadoop	Open Source (Cassandra, ScyllaDB)	RDBMS (Oracle, Mysql)	RTDB (Historian DB)
고속 데이터 입력(1M EPS)	◎	◎	○	X	○
고확장성(Scale-out)	◎	◎	◎	X	X
고가용성(HA)	◎	◎	◎	○	○
풍부한 SQL 구문 제공	◎	○	X	◎	○
개발 용이성	◎	X	○	○	○
기존 지식 재활용성	◎	X	X	◎	○
기술 지원	◎	X	X	○	○
낮은 TCO	◎	○	○	X	X
OT와 IT 융합 지원	◎	○	◎	○	X

하둡(Hadoop)과의 차별성

실시간 데이터 수집 및 저장

- 하둡의 경우 실시간 처리가 어려워 배치 분석에 유리
- 마크베이스는 초당 1만 – 100만 건 이상 데이터 수집 및 저장 속도 보장

데이터 압축률

- 하둡의 경우 인덱싱 크기에 따라 데이터량 증가
- 마크베이스는 머신 및 센서데이터 90%까지 압축

고가용성

- 하둡 역시 HA 가 가능하나 노드 증가 시 비용 역시 증가
- 마크베이스는 단일 서버부터 분산환경까지 확장 지원
- 예를 들어 하둡 100노드 구성 vs 마크베이스 10노드로도 구성 가능
- 물리적 서버 수량 절감으로 HW 구성 비용 절약 가능

유지보수 인력 국내 상시 대기

- 클라우데라, 호튼웍스, 맵알 등 하둡 지원 및 구축 외산 서비스 업체 대기 시간 대비 즉각 대응 가능
- 표준 SQL 로 기존 기술 활용 가능. 국내 기술 인력 상시 지원 및 교육 지원

오픈 소스와의 차별성
(Cassandra, ScyllaDB)

탁월한 제품 성능

- 싱글 노드에서 Cassandra 대비 10배 빠름
  초당 200만 건 입력(20bytes payload)
- 멀티 노드(4노드)
  초당 700만 건 입력(20bytes payload)

센서 데이터 처리에 최적화된 구조

- 시간 기준 파티션 저장
- 시계열 데이터에 특화된 SQL 구문 제공

Key-Value 구조의 제약 극복

- 풍부한 데이터 분석 가능
- Aggregation, Grouping, Text Search 기능 제공

책임 소재가 분명한 기술 지원

- 모든 소스 코드 자체 개발
- 한국에 R&D 센터 보유
- 글로벌 기술 지원 체계 및 시스템 구축(Zendesk)

RDBMS와의 차별성
(Oracle, MySQL)

클러스터 기능 지원을 통한 Scale-out

- 서버 추가로 선형적인 데이터 처리량 증가

무정지 서비스 지원

- HA (High Availability) 기술을 통한 서버 장애 시에도 서비스 지속 가능
- Master/Slave 이중화로 데이터 관리

센서 데이터에 최적화된 고성능 데이터 입력

- 클러스터 구성 시 초당 700만 건 이상 입력 가능

낮은 TCO (Total Cost of Ownership)

- 고객 맞춤형 라이선스 정책
- x86 기반의 리눅스 서버로 하드웨어 비용 절감

RTDB와의 차별성
(Historian DB, PI System)

DBMS 기술을 통한 안정적인 아키텍처

- 이중 기록(double write) 기반 복구 기술 적용
- 클러스터 기술로 데이터 이중화 및 HA 지원

최신 빅데이터 기술 아키텍처 지원

- RTDB는 30년 이상 된 오래된 기술로 확장성에 한계
- 다중 서버를 통한 성능의 선형 증가 구성 가능

개발 및 유지보수의 용이성

- 전통적인 DBMS 기술을 통한 쉬운 개발 및 유지보수 가능
- 기존 지식 재활용 가능

OT와 IT 영역 모두 적용

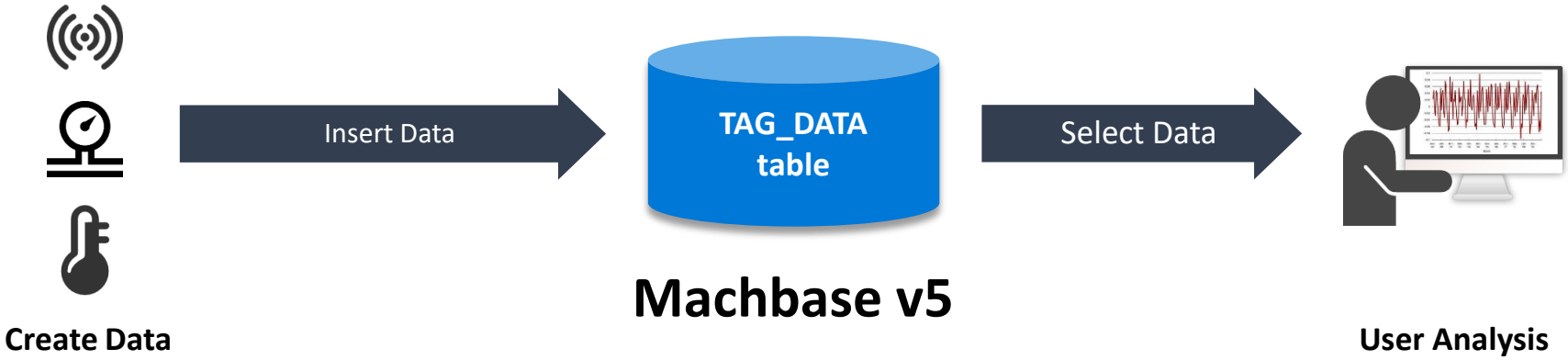
- 기본적으로 OT 영역의 RTDB 역할 수행 가능
- IT 영역에서의 빅데이터 분석용 활용 가능

Performance

Edge 테스트 환경 구성

- 센서 데이터 1,000개 태그, 500ms Scan
- 데이터는 Timestamp, Tag, Value 3개 칼럼으로 구성
- 데이터 시간 범위는 2018-01-01 ~ 2018-01-29
- 총 50억 건 데이터 배치 로딩
- 테스트 서버 SPEC

  CPU : Intel Xeon E5-2667 @ 3.2Ghz * 8 cores(16 threads)
  Memory : 32 GB, DISK : SSD 256GB, OS : CentOS 6.8



Edge 로딩 성능

항목	결과
전체 데이터 건수	50억 건 (5,000,000,000)
데이터 로딩 시간(sec)	2,991 seconds
초당 입력 건수 (Event/Sec)	1,671,713
데이터 입력 중 CPU 사용률	594% ~ 1029%
데이터 입력 중 메모리 사용량	RES 6.4 ~ 6.8 GB
디스크 사용량(GB)	182 GB

Edge 추출 성능 #1

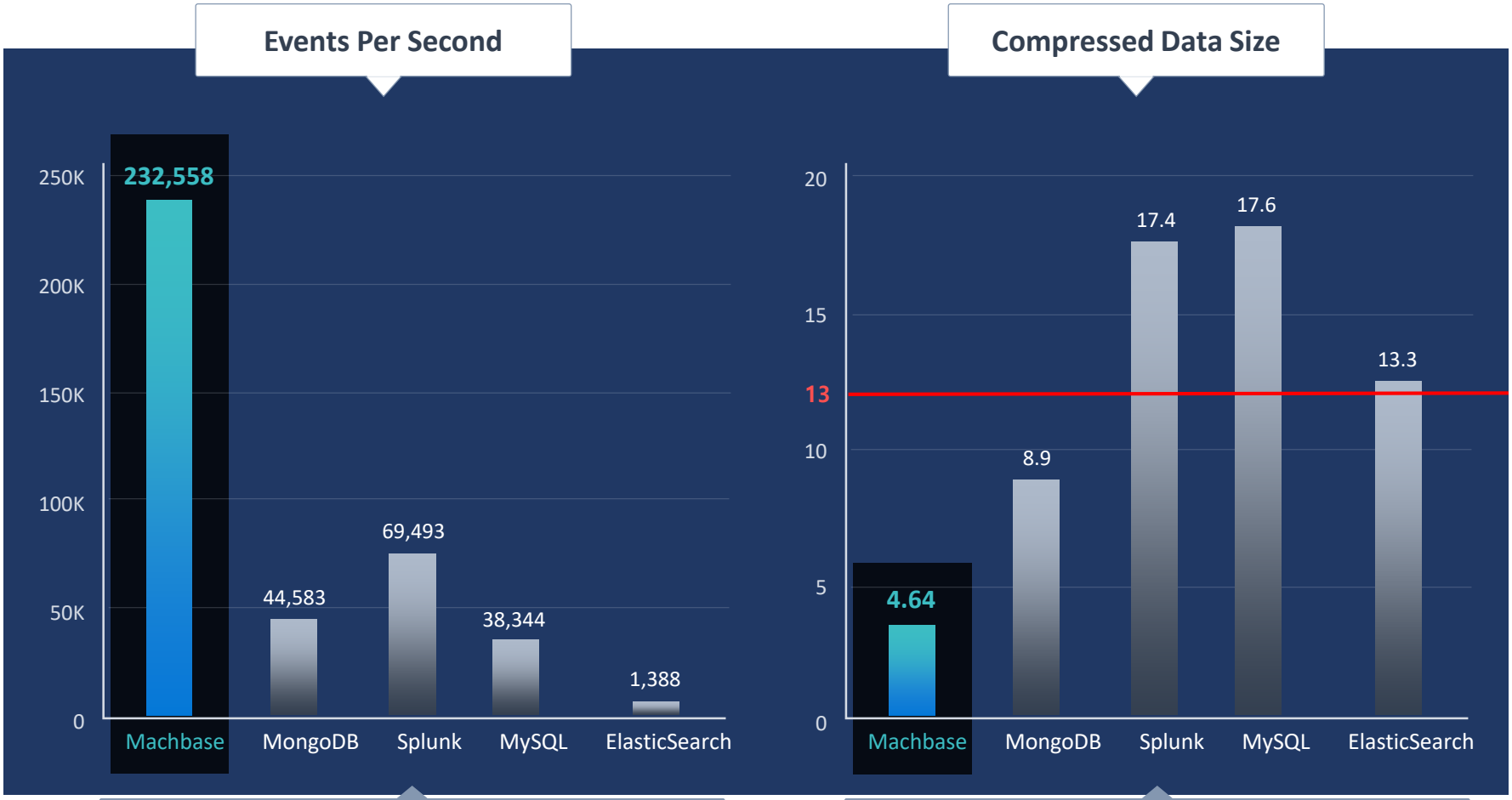
항목	SQL QUERY	결과건수	시간(초)
전체 건수	SELECT COUNT(*) FROM TAG;	5000000000	**0.001**
데이터 시간 범위 최소, 최대값	SELECCT MIN(TIME), MAX(TIME) FROM TAG;	2018-01-01 00:00:00 ~ 2018-01-29 22:26:40	**0.003**
1일 시간 범위 1개 태그 추출	SELECT COUNT(*) FROM (SELECT * FROM TAG WHERE NAME = 'TAG_00300' AND TIME BETWEEN TO_DATE('2018-01-01 00:00:00') AND TO_DATE('2018-01-01 23:59:59'));	172,798	**0.072**
1일 시간 범위 10개 태그 추출	SELECT COUNT(*) FROM (SELECT * FROM TAG WHERE NAME IN ('TAG_00010', 'TAG_00200', 'TAG_00300', 'TAG_00400', 'TAG_00500', 'TAG_00600', 'TAG_00700', 'TAG_00800', 'TAG_00900', 'TAG_01000') AND TIME BETWEEN TO_DATE('2018-01-01 00:00:00') AND TO_DATE('2018-01-01 23:59:59'));	1,727,980	**0.260**

Edge 추출 성능 #2

항목	SQL QUERY	결과건수	시간(초)
1시간 범위 특정 태그의 초당 평균값 추출	SELECT /*+ ROLLUP(TAG, SEC) */ TIME, VALUE FROM TAG WHERE NAME = 'TAG_00500' AND TIME BETWEEN TO_DATE('2018-01-01 00:00:00') AND TO_DATE('2018-01-01 01:00:00') ORDER BY TIME;	3,600	**0.138**
1일 동안 특정 태그의 시간당 최대값 추출	SELECT /*+ ROLLUP(TAG, HOUR, MAX) */ TIME, VALUE FROM TAG WHERE NAME = 'TAG_00700' AND TIME BETWEEN TO_DATE('2018-01-01 00:00:00') AND TO_DATE('2018-01-01 23:59:59') ORDER BY TIME;	24	**0.004**
1개월 동안 특정 태그의 일별 평균값 추출	SELECT DATE_TRUNC('DAY', TIME, 1) DATE, AVG(VALUE) VALUE FROM (SELECT /*+ ROLLUP(TAG, HOUR) */ TIME, VALUE FROM TAG WHERE NAME = ‘TAG_00900' AND TIME BETWEEN TO_DATE('2018-01-01 00:00:00') AND TO_DATE('2018-01-31 23:59:59')) GROUP BY DATE ORDER BY DATE;	29	**0.011**

Standard 성능 비교 #1

초고속 입력과 압축 성능



Overall time of loading and searching data

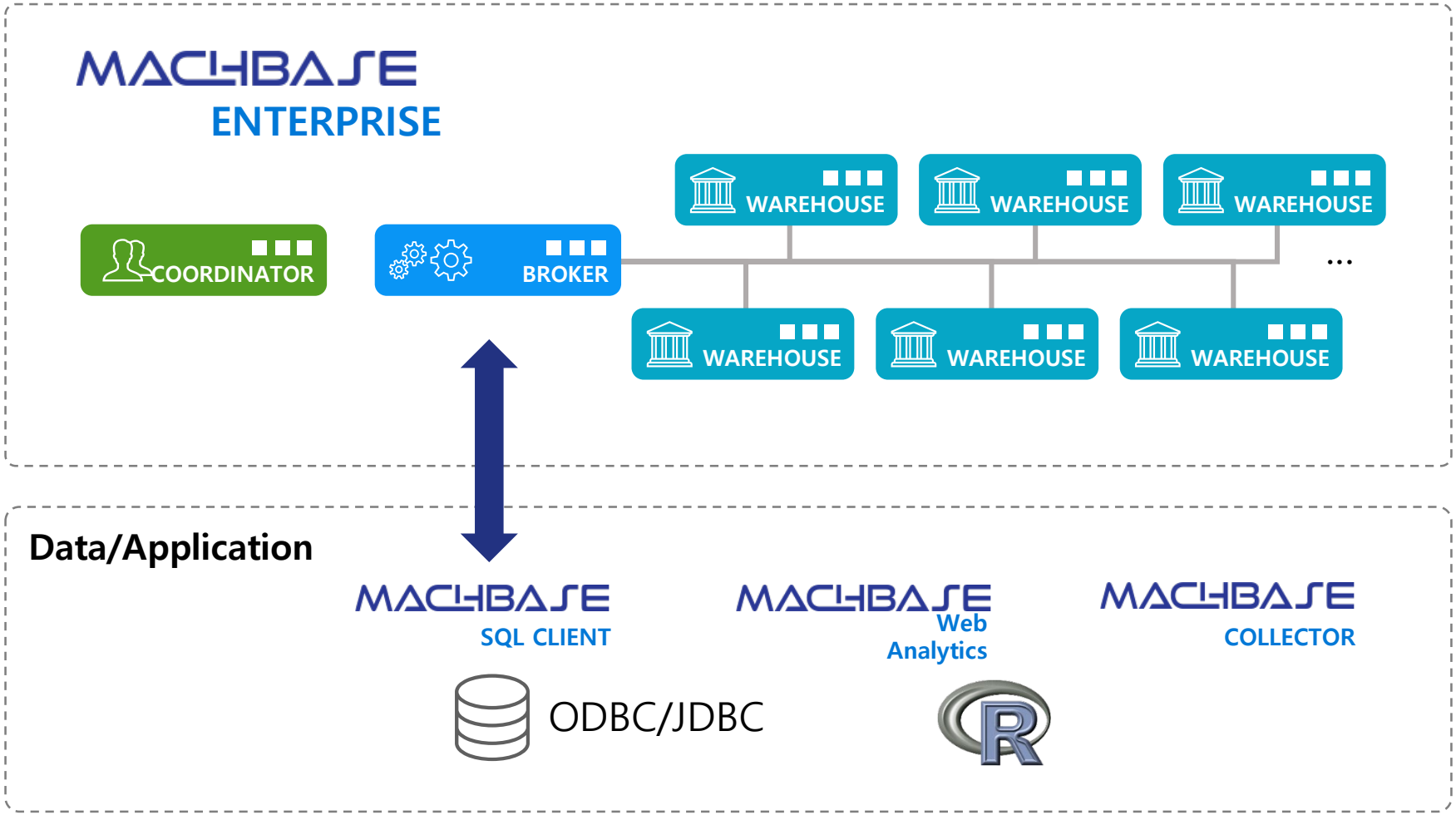
Machbase compresses 64.3% of original size.(4.64GB/13GB)

Standard 성능 비교 #2

Resource/Query		Machbase	InfluxDB	Cassandra
Original targeting data			100M data, 13GB, csv file	
CPU Usage(%)		24%	35%	92%
Memory Usage(GB)		1.5GB	1.4GB	11GB
DISK Usage(GB)		5GB	20GB	5.3GB
Data insertion speed/sec (EPS)		**336,022 EPS**	**39,117 EPS**	**41,968 EPS**
Query	Total count	**0.000 sec**	34.957 sec	807.101 sec
	Simple Condition	**0.214 sec**	4.245 sec	3.348 sec
	Complex Condition	30.852 sec	52.126 sec	41.037 sec
	GROUP BY COUNT	**7.738 sec**	40.673 sec	Not supported SQL
	GROUP BY SUM	11.83 sec	6.49 sec	Not supported SQL
	GROUP BY STDDEV	**14.869 sec**	303.034 sec	Not supported SQL

* InfluxDB is a open source time series database for metrics & events, http://www.influxdata.com
Cassandra is a open source distributed NoSQL database management system. http://cassandra.apache.org

Enterprise Architecture



Enterprise 성능 비교

Insert Performance

Unit : EPS

Test case	Standard	Enterprise	Factor
Append (200 Bytes)	555,208	1,976,675	3.56
Append (50KB)	8105	12,724	1.57
Append (24 Bytes)	1,699,824	**7,034,510**	**4.22**

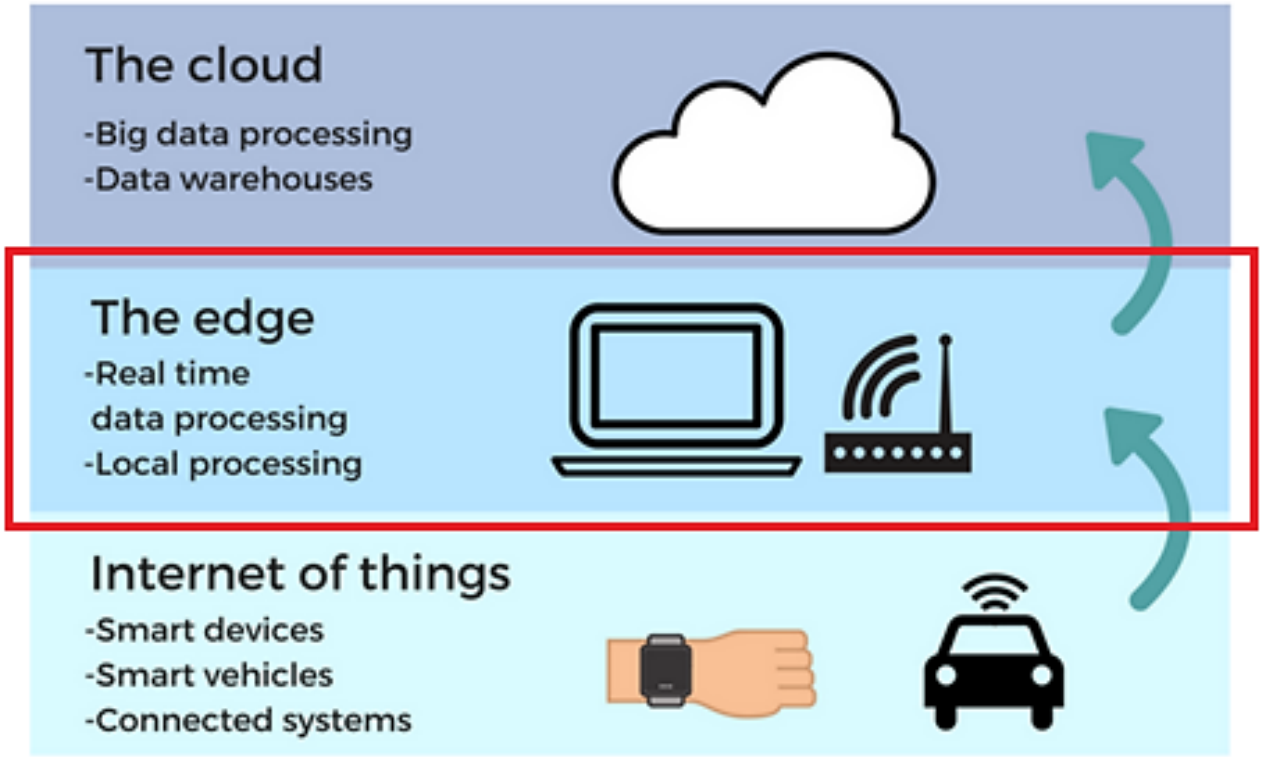
Search Performance

Test case	Single Node	Multi Nodes	Factor
Select 100K data (Event Per Second)	63,234	**748,342**	**11.83**
Select from 1M data (second) All data GROUP BY & ORDER BY	1.40	0.33	4.24
Select from 1M data (second) Inline View	0.32	0.04	**8.00**
Select from 1M data (second) WHERE conditions	0.46	0.06	**7.67**

- Test Environment: CPU - 16 cores/32 threads, MEM - 256GB, DISK - NVME SSD, **8x warehouse**

Edge Computing in IIoT

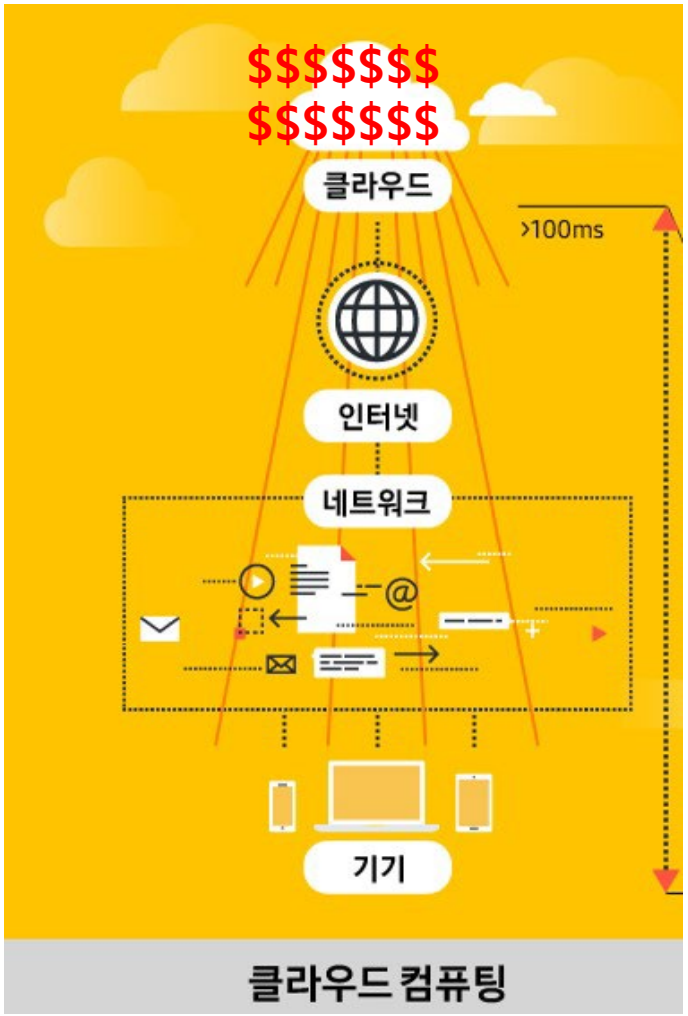
What is "Edge Computing"?

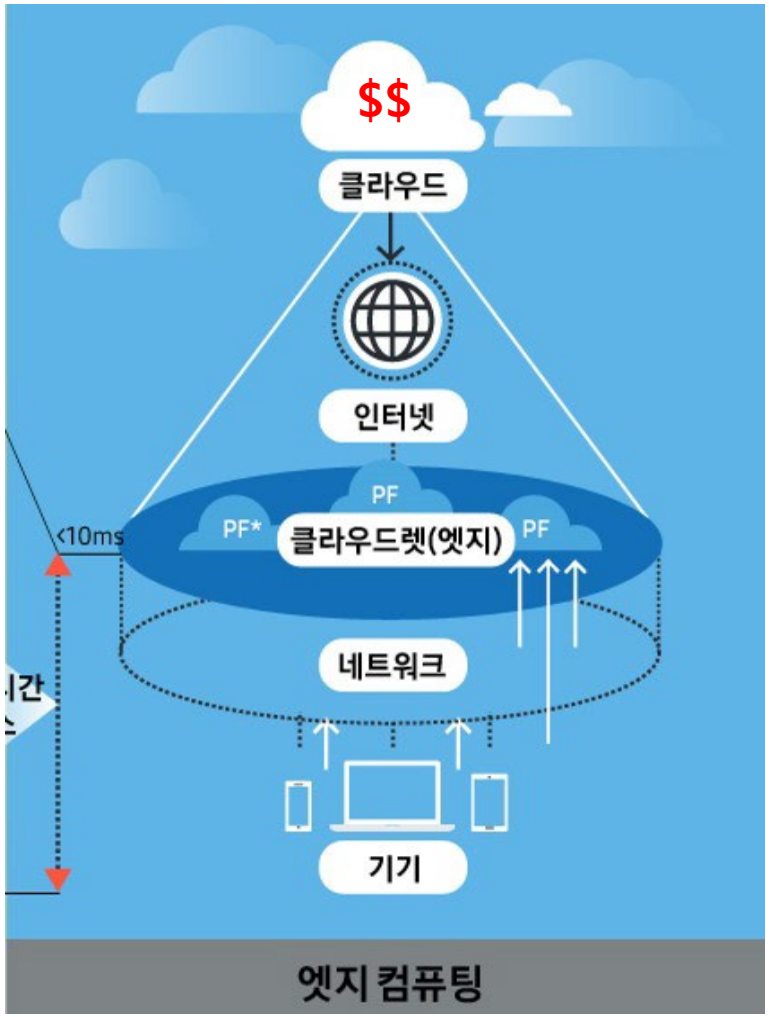


Edge Driver

- Cost reduction of cloud storage and bandwidth
- Real-time response in edge side
- Security and Safety against DDoS, network failure

Cloud vs Edge

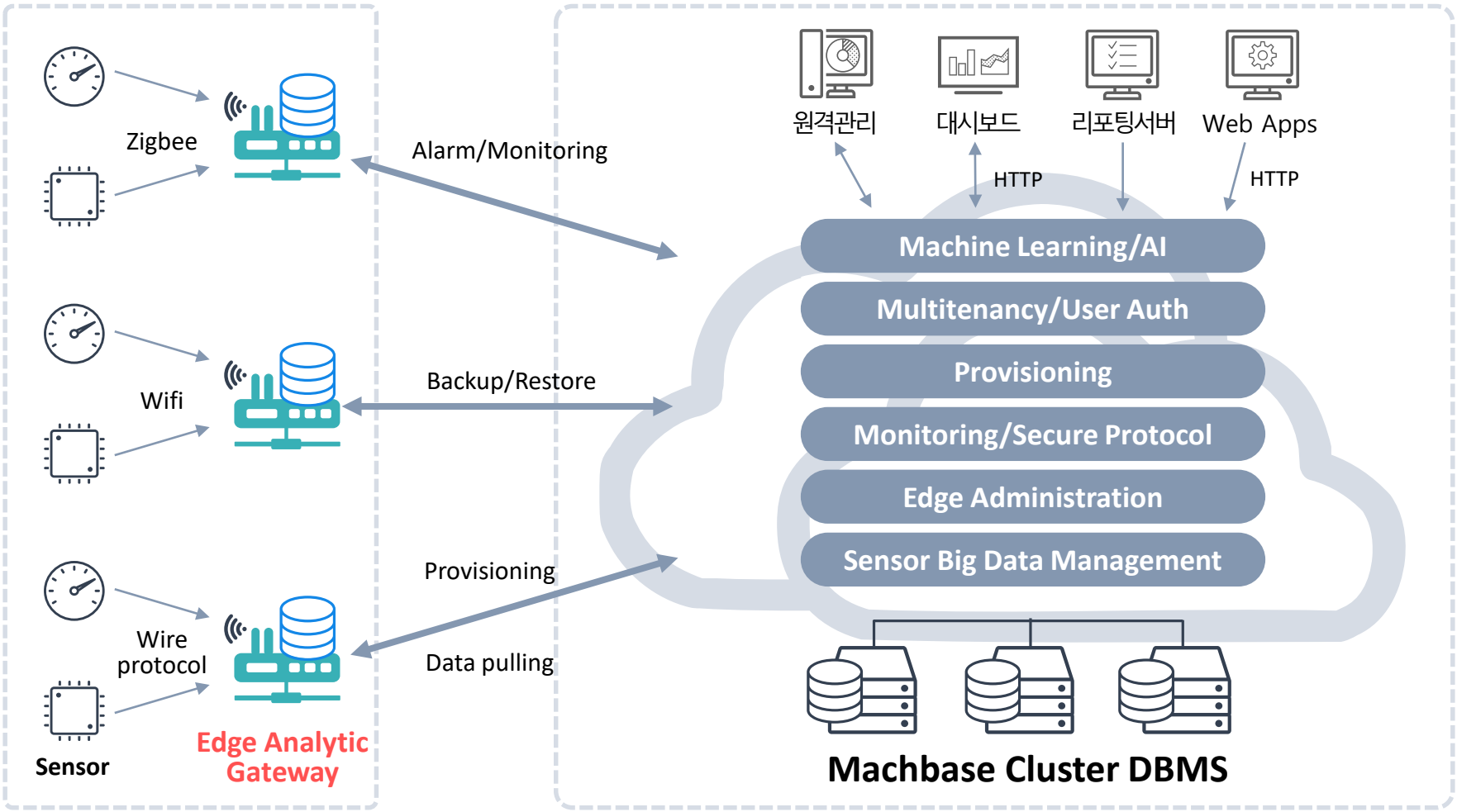




AS IS

TO BE

“Edge Computing” with Machbase



적용 분야

Manufacturing

- 연속공정 스트리밍 데이터 처리
- 사례 : ㅅ시멘트, ㅎ제지
- 적용 : 실험정보데이터관리시스템, 제지업체 ESS (Energy Storage System)

Transportation

- 주행차량, 자동차, 항공기 공정
- 사례 : 철도청, ㅂ사 (PoC) ㅎ산업(PoC)
- 적용 : 철도안전관제시스템, 주행기록블랙박스, A3*0제조라인

Logistics

- 반도체 물류 및 SCM 내
- 사례 : ㅇ반도체, ㅅ사(PoC), ㅇ사 (PoC)
- 적용 : 클린물류 궤도이상감지시스템, 반도체설비 내 탑재

Power Plant

- 펌프 및 모터 등 대형설비 예지보전
- 사례 : ㄴ발전
- 적용 : 주파수 스펙트럼 이용한 비파괴 진단 솔루션 내 탑재

Smart Factory

- 스마트팩토리 센서데이터 모니터링
- 사례 : ㅎ제약, ㄷ식품, ㅇ식품
- 적용 : 스마트팩토리 모듈형 라인 및 연속공정 내 센서데이터 취합

Bio & HealthCare

- 유전체 염기서열 분석, 환자상태 실시간 모니터링
- 사례 : ㅁ사, ㅇ병원(PoC)
- 적용 : 유전적 변이 맵핑을 위한 대용량 빅데이터 처리, 마취과 연구과제

Log Analysis

- 대용량 로그 저장 및 조회
- 사례 : ㅇ대학의료원, ㄱ교육진흥원
- 적용 : 통합로그저장을 통한 성능관리, MOOC서비스 로그실시간추적

Firewall & UTM

- UTM (Unified Threat Management) 장비
- 사례 : ㅅ사 방화벽, ㅋ사 방화벽매니저
- 적용 : 방화벽 어플라이언스 내 탑재, 이기종 방화벽 로그 수집 및 저장

Game

- 게임사 사용자 로그 실시간 저장
- 사례 : ㅅ사
- 적용 : 실시간 사용자 로그 초당 30만 건 이상 수집 및 저장

Conclusion

Conclusion

- ✓ Smart X 시대 센서 데이터 처리에 대한 요구 사항 증대
- ✓ Edge Computing 이 IIoT 의 중심 기술로 대두되고 있음
- ✓ 센서데이터 영역을 위한 최고 성능의 신개념 DBMS 필요
- ✓ IoT 시대에서의 핵심 소프트웨어로서의 역할
- ✓ 이 센서데이터 영역을 선점하는 자가 미래의 주인공

MACHBASE

Contact :
㈜한국밸런스
김 형덕 영업대표
Mobile : 010-7138-8889
Email : hdkim@valence.co.kr

Thank You