

사물인터넷 시계열 데이터 분석 사례

2014. 09. 30

Youngmin Ji



전자부품연구원
Korea Electronics Technology Institute

목차

사물인터넷 시계열 데이터 분석 사례

사물인터넷과 빅데이터 소개

정보 레시피와 사물인터넷 정보 레시피의 특성

사물인터넷 빅데이터 처리를 위한 시계열 데이터베이스

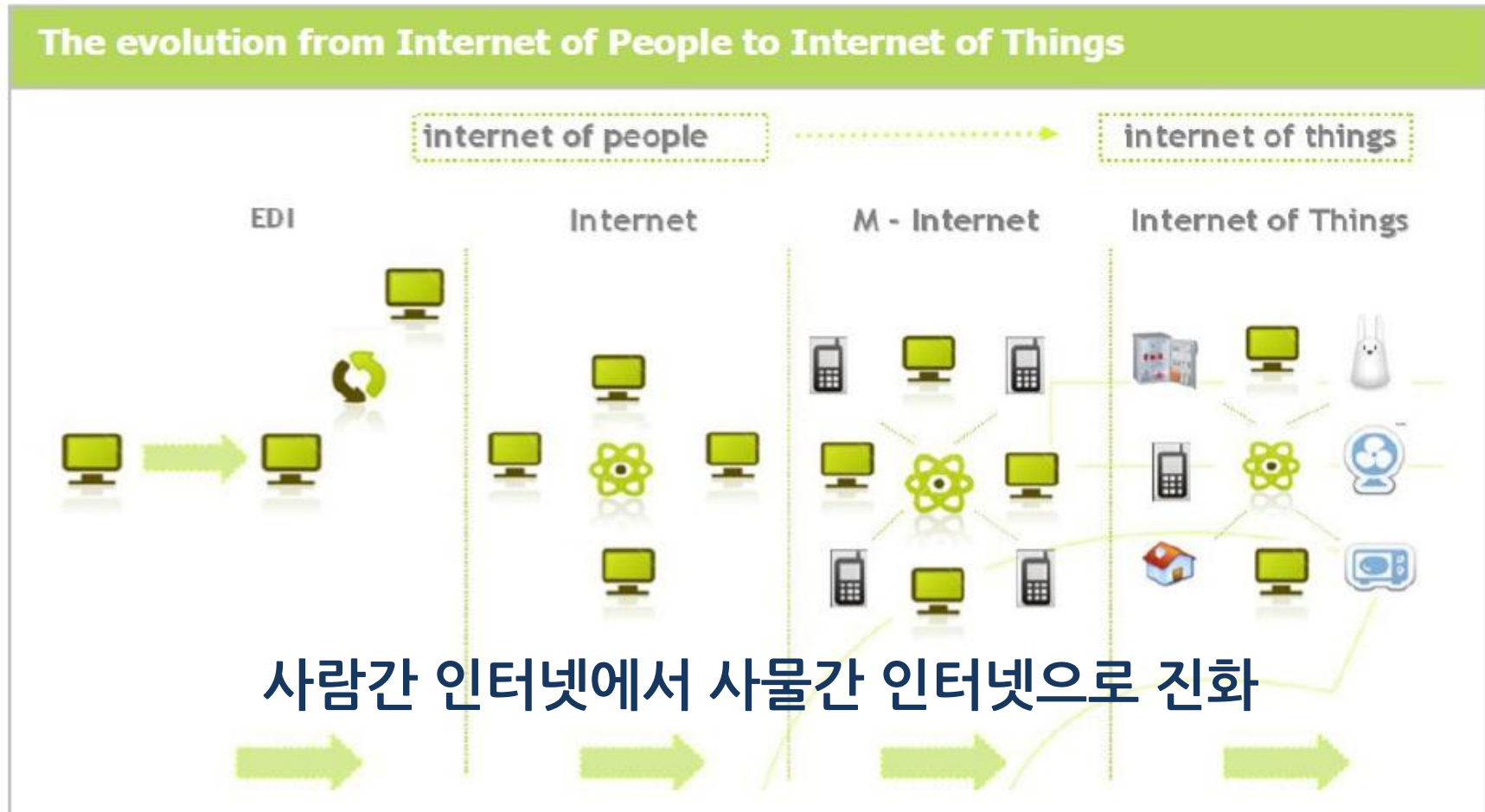
사물인터넷 시계열 데이터 분석 사례

사물인터넷과 빅데이터 소개

사물인터넷 (Internet of Things)



사물인터넷이란? (Internet of Things / Web of Things)



Fonte: Casaleggio Associati, 2011

빅데이터란? (Big Data)

“기존 데이터베이스 관리도구로 데이터를 수집-저장-관리-분석할 수 있는 역량을 넘어서는 대용량 정형 또는 비정형 데이터 집합 및 이러한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술을 의미한다.”



(사진 출처 : 산업통상자원부 블로그 '경제 다반사')

- Wikipedia -

사물인터넷 빅데이터

초단위 실시간 데이터

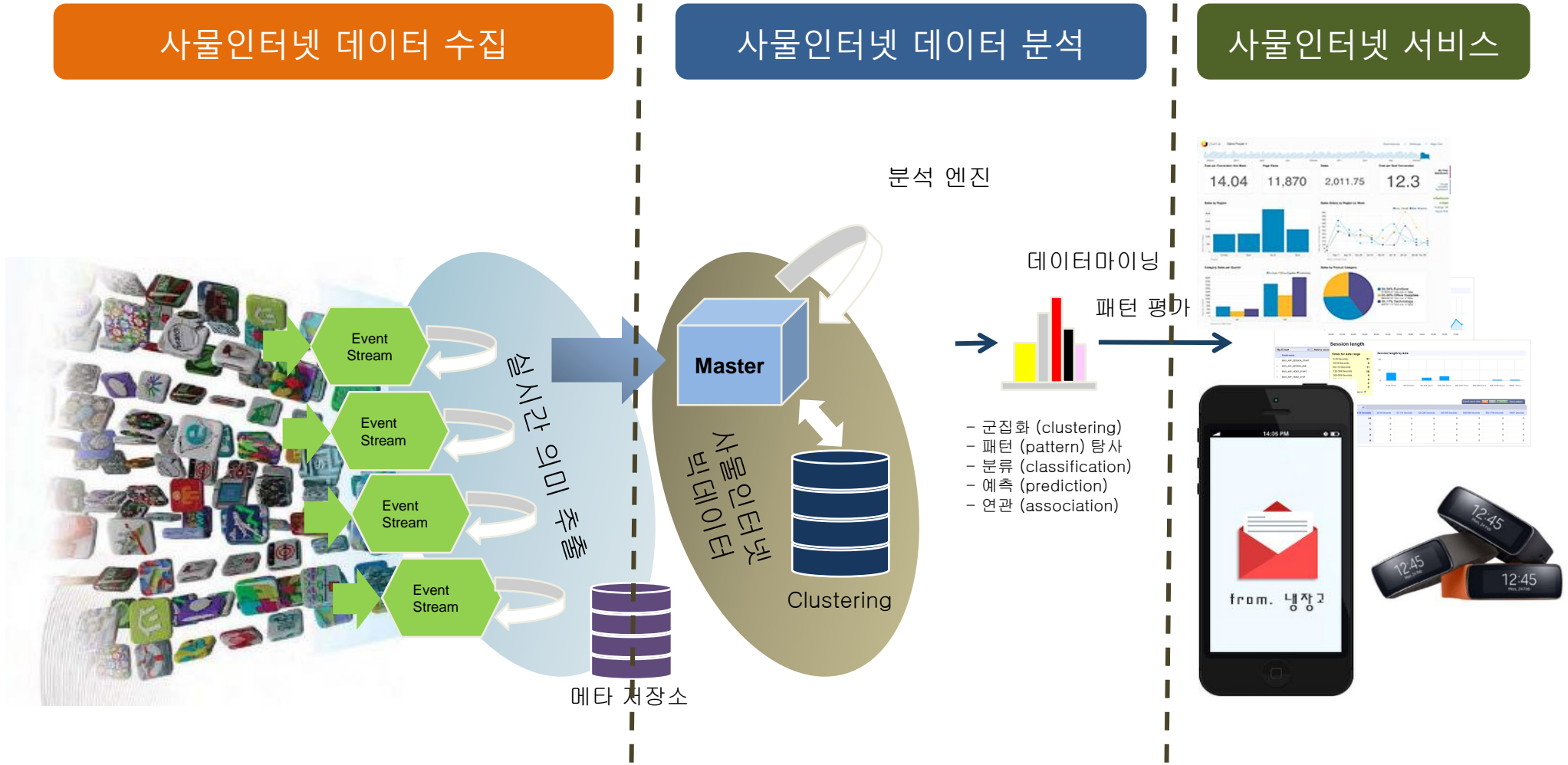
1초	= 16바이트
1분	= 960바이트
1시간	= 5.7키로 바이트
1일	= 1.4메가 바이트
1달	= 41메가바이트
1년	= 500메가바이트

사물인터넷 빅데이터

사물인터넷 데이터 수집

사물인터넷 데이터 분석

사물인터넷 서비스



사물인터넷 빅데이터 시스템 구성

사물인터넷 기술

인터넷 연동 기술 개발

빅데이터 기반 대용량
데이터 처리 기술

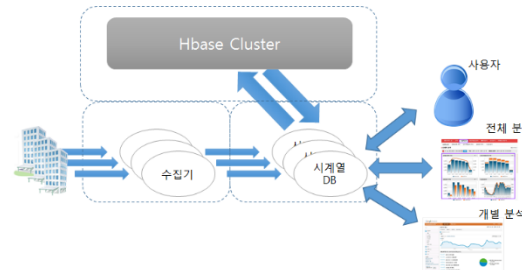
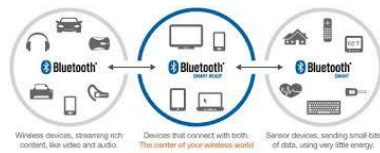
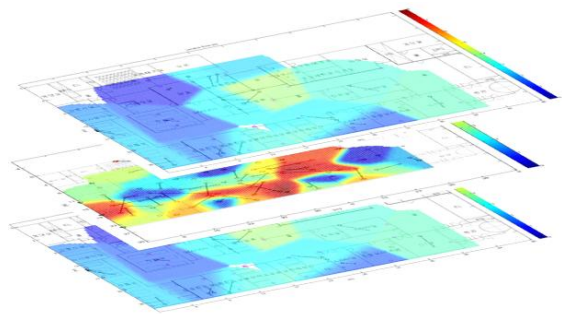
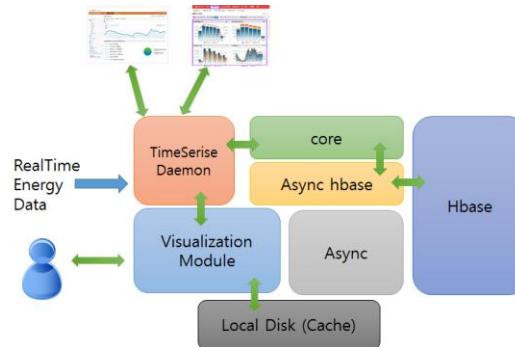
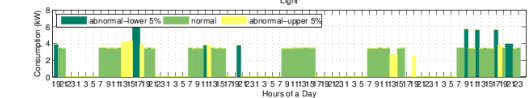
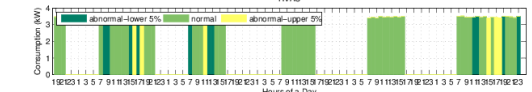
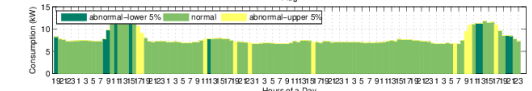
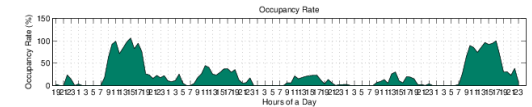
비즈니스 모델

사물 센서 및 디바이스

데이터 연동 및 제어

인터넷 빅데이터 데이터베이스

분석 기술 및 소프트웨어



정보 레시피와 사물인터넷 정보 레시피의 특성

제시 리버모어

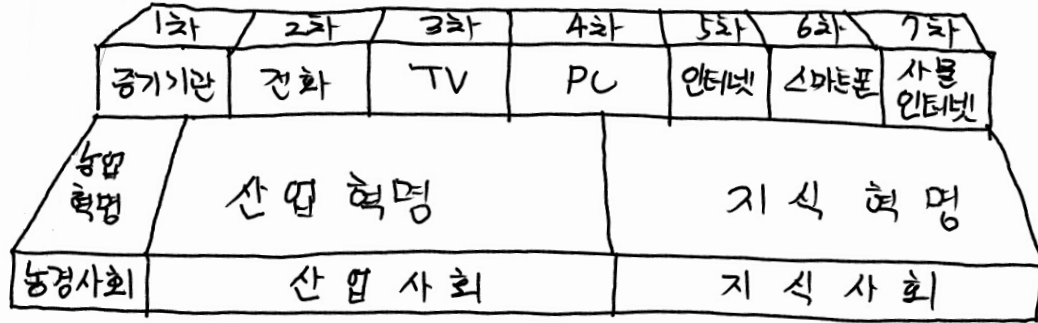
“오랜 세월 투기에 전념해온 뒤에 비로소 주식시장에 새로운 일이란 없다는 사실을 깨달을 수 있었다. 주가의 움직임이란 단지 반복될 뿐이며, 개별 종목의 경우 다소 상이한 모습이 나타날 수 있지만 주식시장 전체의 주가 패턴은 시간이 흘러도 늘 똑같다.”

“결국 이 세상에는 새로운 것이란 없다. 미처 읽지 못한 역사가 있을 뿐이다”

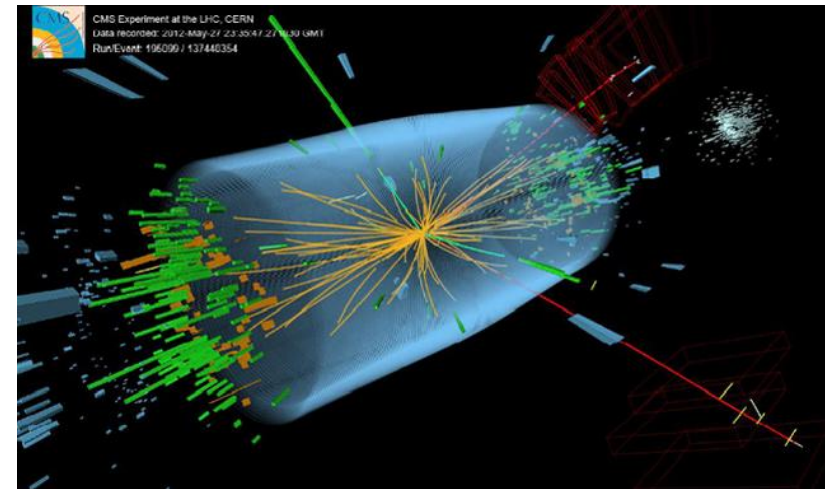
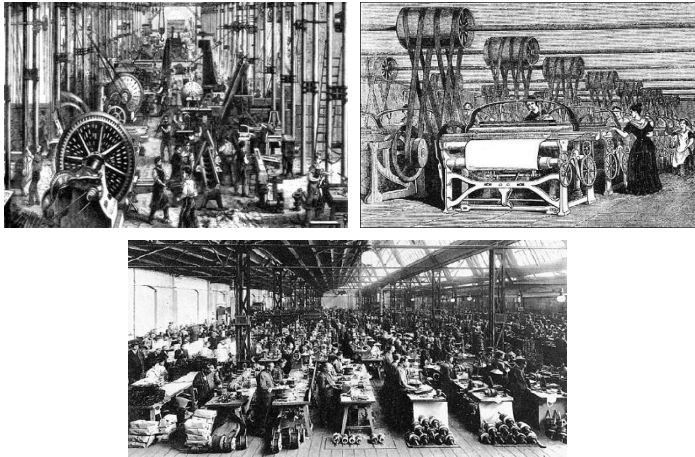
- 제시 리버모어



싼데이터 vs 비싼데이터



100년 → 10년 → 1년



맛있는 데이터로 : 정보 레시피



휘리릭 두부샐러드/ 오리엔탈드레싱

저녁은 맛나게 드셨나요?
전 간단하게 휘리릭 두부
샐러드 해 먹었다지요~ㅎ

TAG 휘리릭, 두부샐러



콩뱅이무침, 콩뱅이 무침 만드는법

이번 주말은 연휴와 이어
저 꼭 휴가 받은 느낌이겠
어요~ 열심히 일하다가 갑

TAG 콩뱅이무침, 콩뱅이



마늘종볶음, 마늘종 어묵볶음, 마늘종요 리..

마늘종볶음, 마늘종어묵볶
음, 마늘종요리, 마늘종의
효능, 어묵요리 아침식사

TAG 마늘종어묵볶음, 마



간장떡볶이 만드는 법

지난번 알감자조림 포스팅
(+여기)에서 잠깐 언급했
던 남은 간장 활용해서 떡

TAG 간장떡볶이, 만드는



5월의 싱그러운 초록 빛부드러움가득~ 녹..

5월의 싱그러운 초록빛부
드러움~ 녹차카스테라..
좋은아침시작하셨나요?

TAG 녹차카스테라,



현미시래기밥-입맛 살리는 시래기밥 만 들..

오늘은 현미100%에 시래
기를 넣고 현미시래기밥을
지어 먹었습니다~ 양념장

TAG 시래기밥, 현미, 시



재료가 착해요~~담백 한 카레꽃김밥 /꽃 김..

오늘 날씨가 좋은데요~ 열
마전 올 필름 학교에서 씨
앗키워 학교에 가져오기가

TAG 재료가, 착해요, 담



간단하게 만드는 밥 도둑~ 삼겹살김치 찜 ..

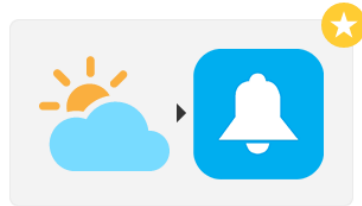
초간단 밥도둑~ 삼겹살김
치찜 ♥ 돼지고기김치찜만
드는법 / 삼겹살김치찜만

TAG 김치찜, 돼지고기김

사물인터넷 데이터 분석

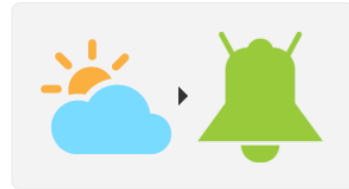


인터넷 정보 레시피 => IFTTT (If this then that) - www.ifttt.com



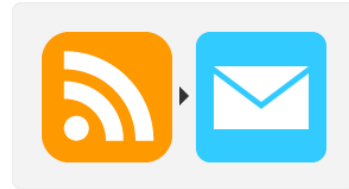
Rain tomorrow? Get an iOS Notification

by [alexander](#) on Mar 13, 2014
 👤 28,032 uses ❤️ 1174 favorites



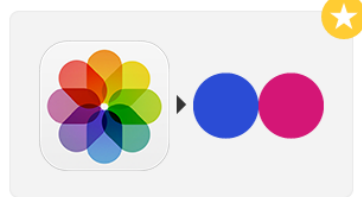
Rain tomorrow? Get an Android Notification

by [alexander](#) on Apr 23, 2014
 👤 48,093 uses ❤️ 1732 favorites



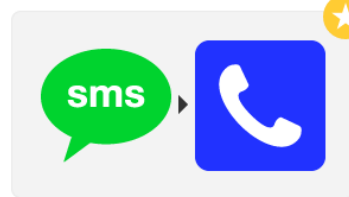
Gizmodo's iPhone Apps of the Week emailed to you #iphone #apps #gizmodo

by [spencerag](#) on Dec 25, 2011
 👤 15,036 uses ❤️ 130 favorites



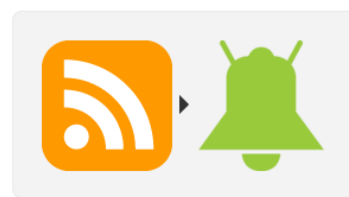
Photos added to a specific iOS album get uploaded to Flickr

by [alexander](#) on Apr 19, 2013
 👤 8,045 uses ❤️ 245 favorites



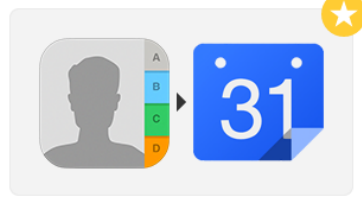
Text to escape

by [maxhime](#) on Dec 24, 2011
 👤 19,688 uses ❤️ 1184 favorites



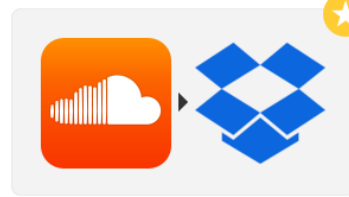
If AndroidPolice posts an APK file, then send an notification to download.

by [bgjesing](#) on Apr 24, 2014
 👤 10,566 uses ❤️ 428 favorites



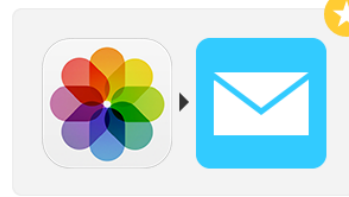
Whenever I add a new contact, mark it in my Calendar

by [devin](#) on Apr 1, 2013
 👤 15,342 uses ❤️ 309 favorites



If I like a track on Soundcloud, download that track in Dropbox

by [tjull](#) on Oct 16, 2012
 👤 12,977 uses ❤️ 1182 favorites



Email me my new iPhone photos


by [alexander](#) on Jul 9, 2013
 👤 70,264 uses ❤️ 1107 favorites



사물인터넷 조합 서비스




사물인터넷 조합 서비스




Give my plant the light it needs!

by parrot 5 6



My plant can tweet when it needs more light!

by parrot 7 3



Automatically water your garden with WeMo!

by parrot 4 71



Light Level Alert Android Notification!

by parrot 0 2



Never forget to water your plants!

by parrot 16 3



My plant can text!

by parrot 27 4



Turn on your lights when the sun sets

by stong 4.7k 206




Use Siri to turn lights ON & OFF #siri #wemo #sms

by erosterlund 3.4k 196




Turn on a light every time you check in at #home

by linden 72 2




If My Wemo Switch is activated, add line to spreadsheet

by redredzimmer 621 14



Turn on lamp every day at 7 AM

by nickhamm 630 18



Log electricity usage (on)

by zseward 1.1k 26





If it begins to rain then change the light colors to blue

by hue 9.8k 386



If I add a photo to Instagram then change my lights to match its colors

by hue 707 97



If I'm tagged in a photo then blink lights to let me know

by hue 1.5k 45



If I text my IFTTT number "#hue" then change the lights to a random color

by hue 629 20




If it's 6:00pm then turn on the lights

by hue 2.5k 88




If I receive an email from a specific address then blink lights to notify me

by hue 2.5k 107




If you add \$ to Porkfolio then add the balance to Google Calendar

by wink 1 1



If you add \$ to Porkfolio then post your balance in Campfire

by wink 0 1



If your Porkfolio balance rises above \$___ the tweet your savings

by wink 1 0



If you add \$ to Porkfolio then add a new row to a Google Spreadsheet

by wink 8 40



If you add \$ to Porkfolio then change your light bulbs to green

by wink 0 0



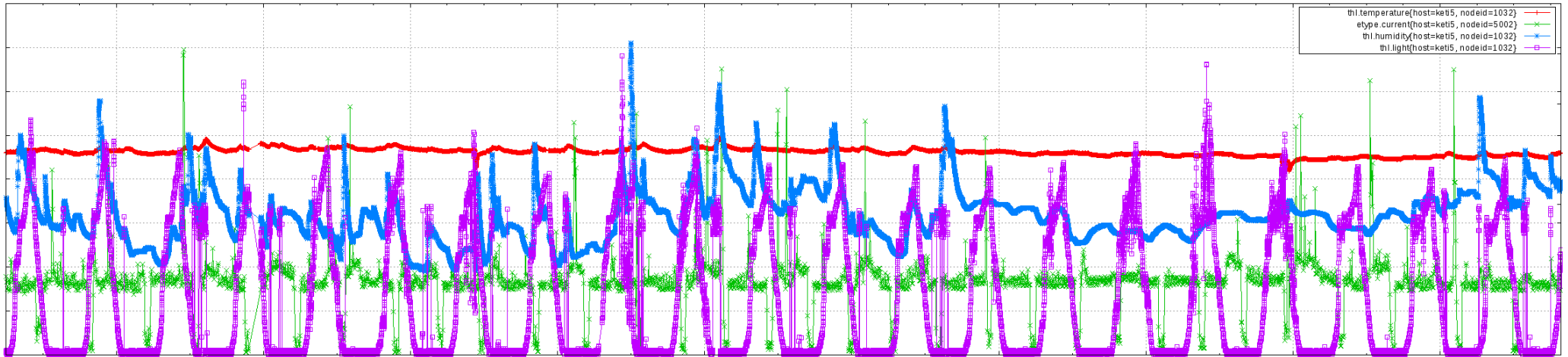
If you add \$ to Porkfolio then get an email with the updated balance

by wink 3 0



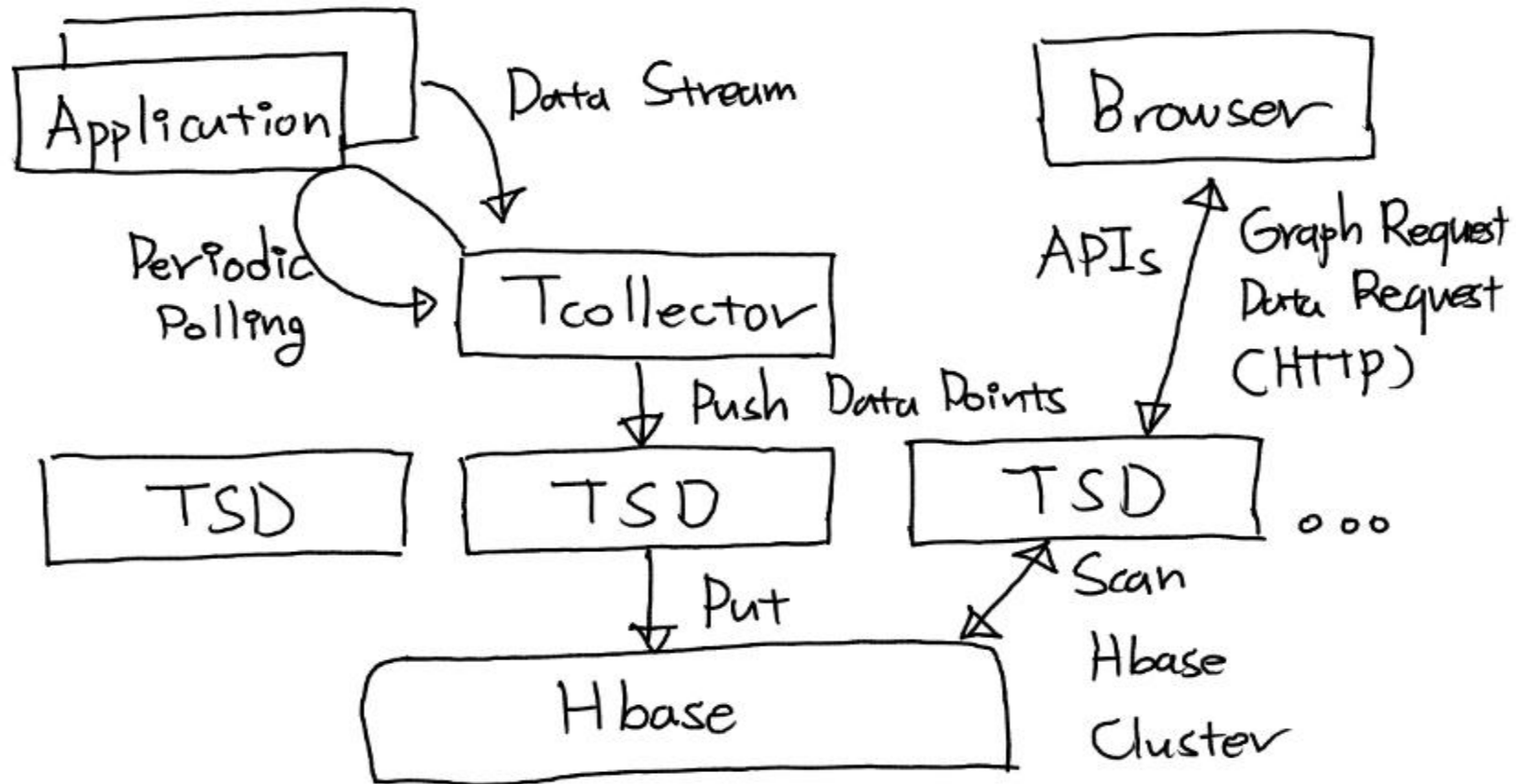
사물인터넷 빅데이터 처리를 위한 시계열 데이터베이스(OpenTSDB)

시계열 데이터

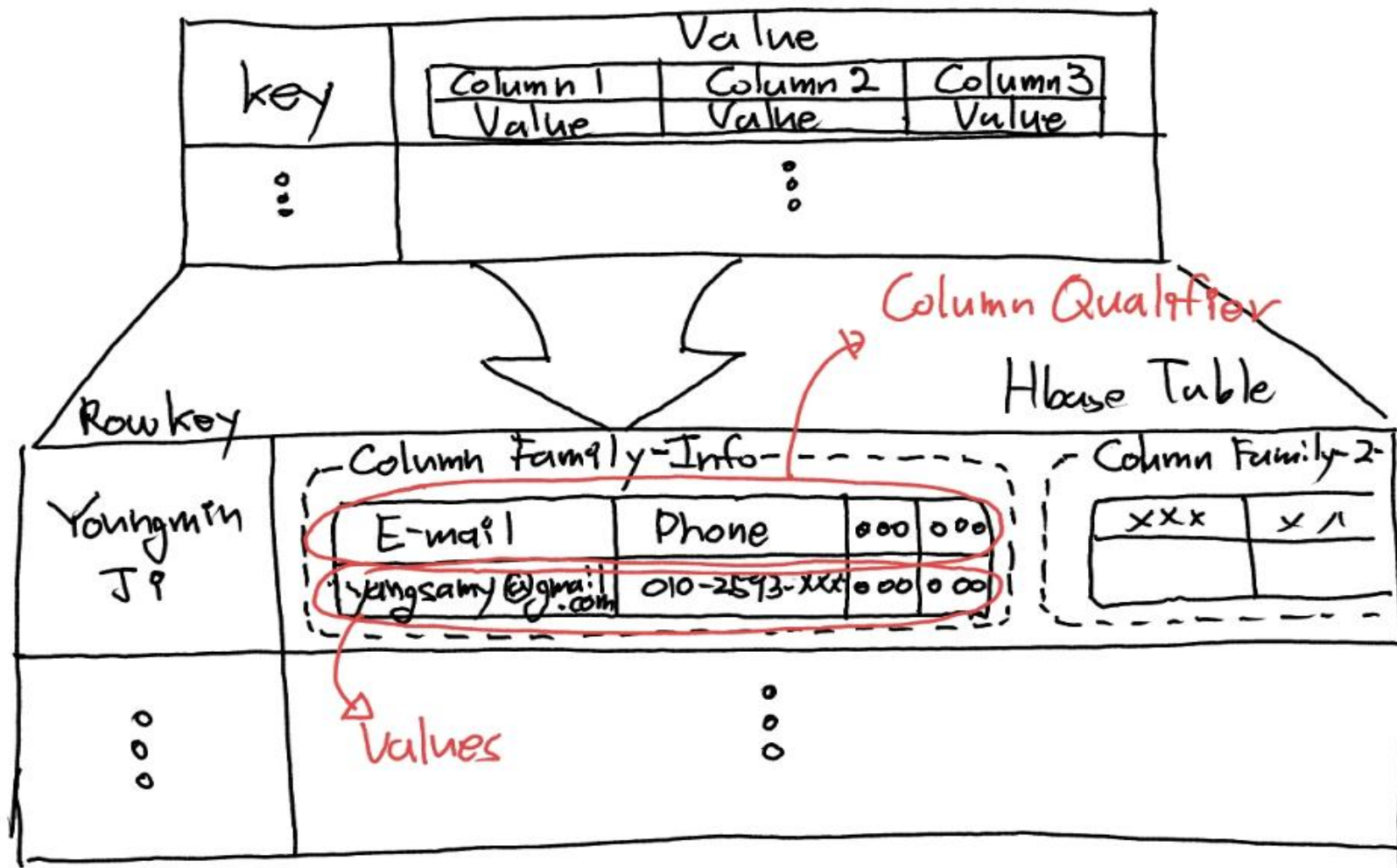


- 시계열 데이터는 측정된 데이터의 집합이다.
(시간 + 측정 값, 시간 순 정렬, 일정 시간 단위 반복, 메타데이터 필요)
- 증권, 경제, 지역과학, 신호처리 분야 시간 흐름에 따른 측정 값의 변화와 패턴을 이해하는데 사용
- 과거 데이터를 가지고 미래의 값을 예측
- 시계열 데이터간의 상호 연관성을 도출
(상호 연관성 분석은 복잡도가 매우 증가하기 때문에 빅데이터 분석이 필요)

OpenTSDB



Hbase 구조



Metrics & Tag 개념

시계열 데이터 포인트 = 매트릭 + 태그(0개 이상)

조회 방식

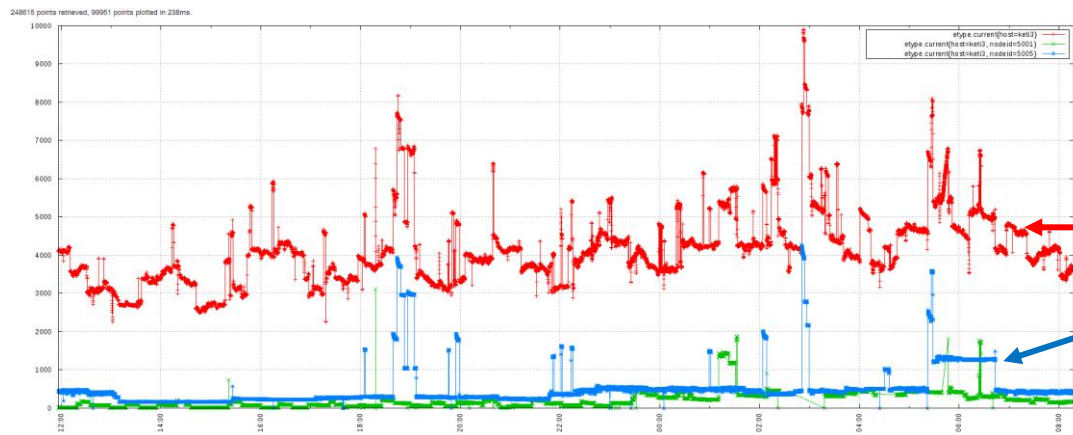
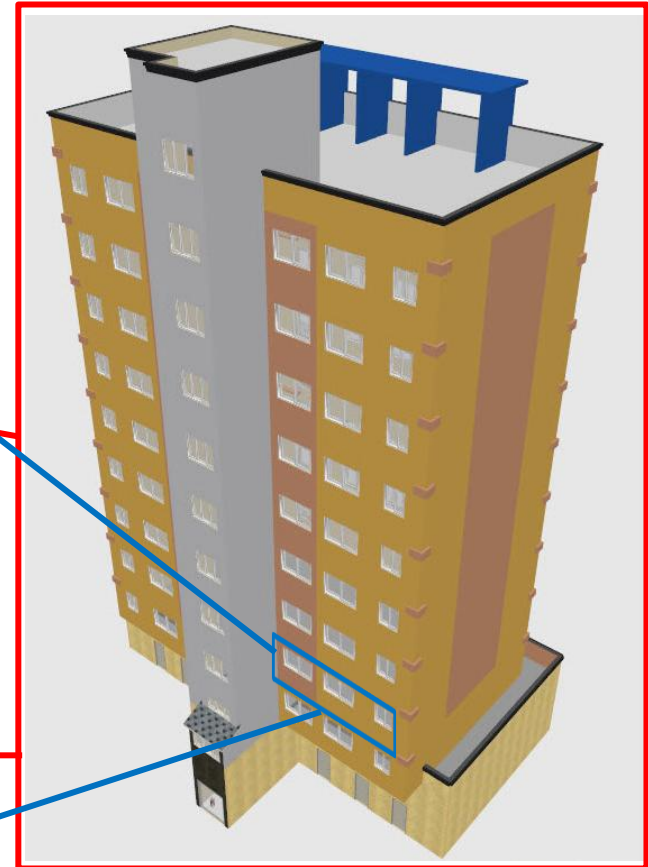
추출 데이터 의미

한국아파트_105동(매트릭 명)
+ 203호(태그 명)

한국아파트 105동의 203호
의 전력 사용량

한국아파트_105동(매트릭 명)

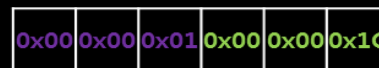
한국아파트 105동의 전체 전
력 사용량



Hbase 상의 tsdb-uid 테이블

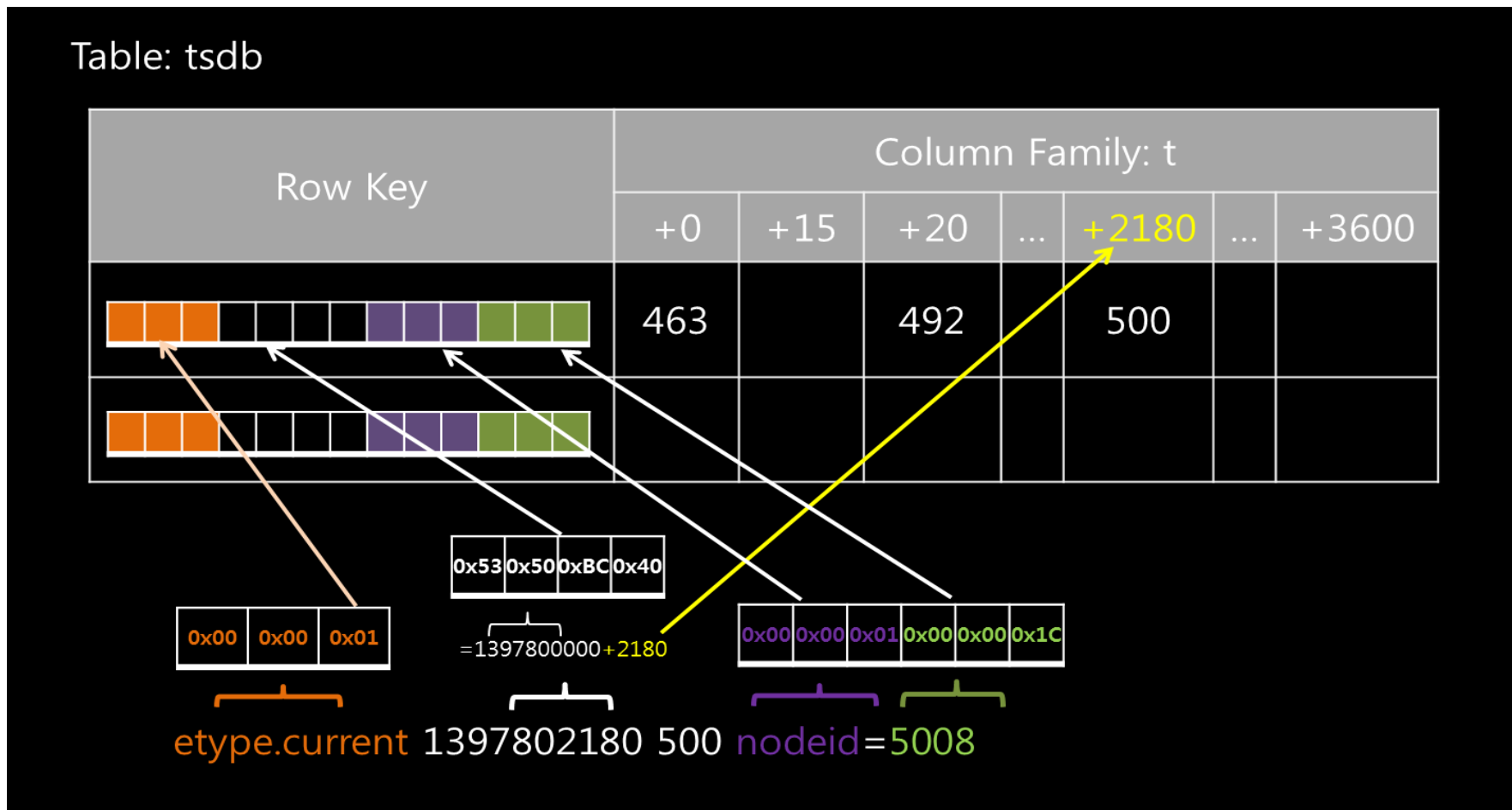
Table: tsdb-uid

Row Key	Column Family: name			Column Family: id		
	metrics	tagk	tagv	metrics	tagk	tagv
0x00 0x00 0x01		nodeid				
0x00 0x00 0x1C			5008			
0x00 0x00 0x01	etype.current					
nodeid					0x00 0x00 0x01	
5008						0x00 0x00 0x1C
etype.current				0x00 0x00 0x01		

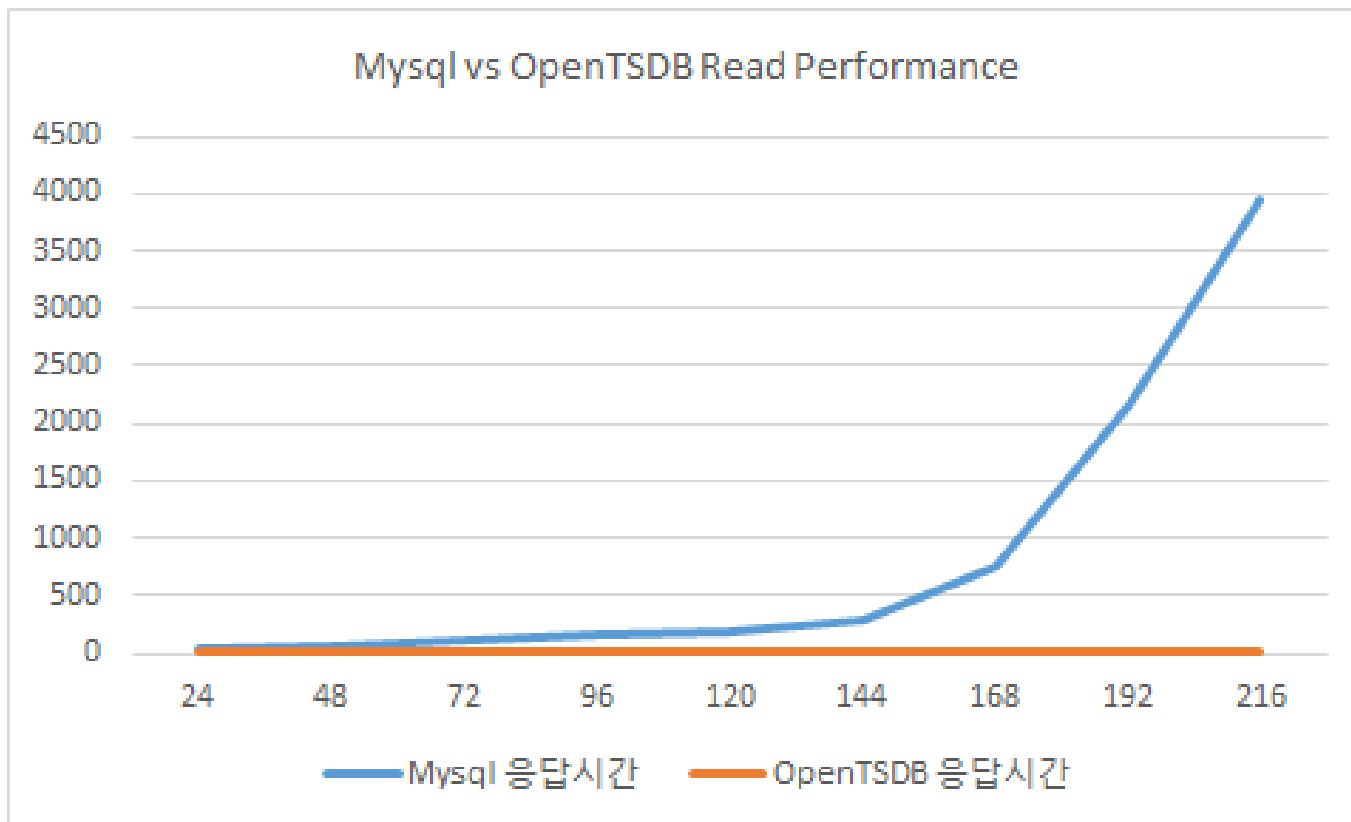


put etype.current 1234567890 500 nodeid=5008

Hbase 상의 tsdb 테이블



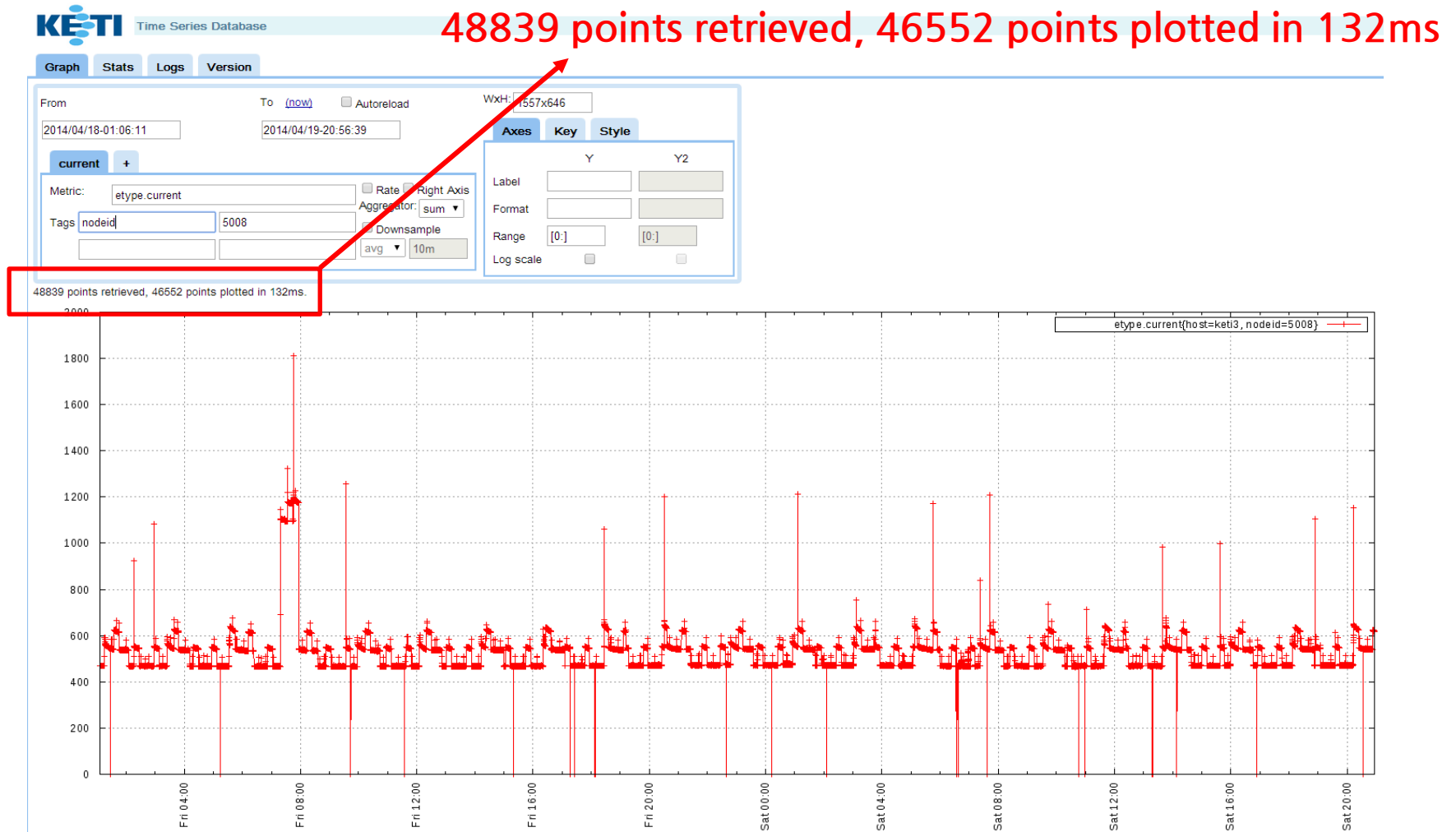
MySQL vs OpenTSDB



질의 기간(시간)	Mysql 응답시간	OpenTSDB 응답시간
24	29.001	2.1034
48	69.629	3.7938
72	104.621	5.4882
96	154.844	6.224
120	181.659	8.571
144	275.452	9.763
168	755.907	11.6692
192	2171.151	13.7182
216	3944.356	14.0434

참고 : 시계열 데이터 베이스 성능 분석 - 2013 대한전자공학회 하계종합학술대회

OpenTSDB 데이터 조회 화면



사물인터넷 시계열 데이터 분석 사례

Pirelli & SAP - 타이어 빅데이터

PIRELLI

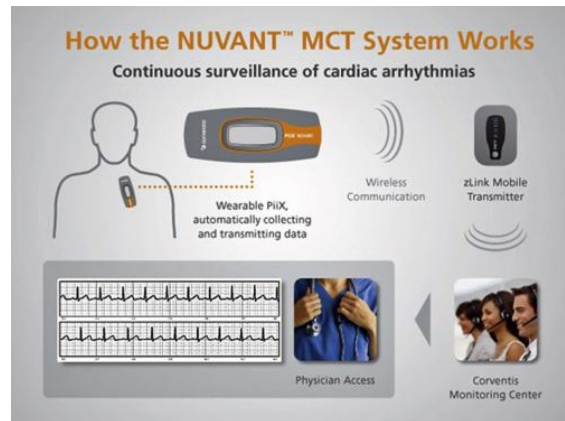
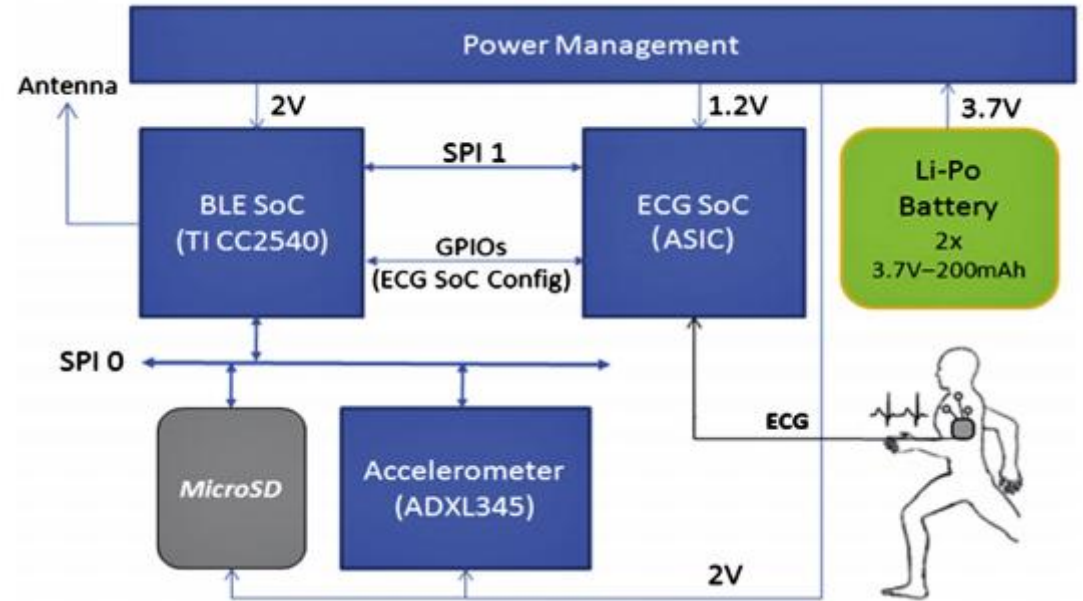
**BIG DATA
DIVERTS
DRIVERS
BEFORE
FATAL
ACCIDENTS
HAPPEN**

SAP

<http://www.sapbigdata.com/stories/pirelli-analyzes-tire-information-with-sap-hana/>

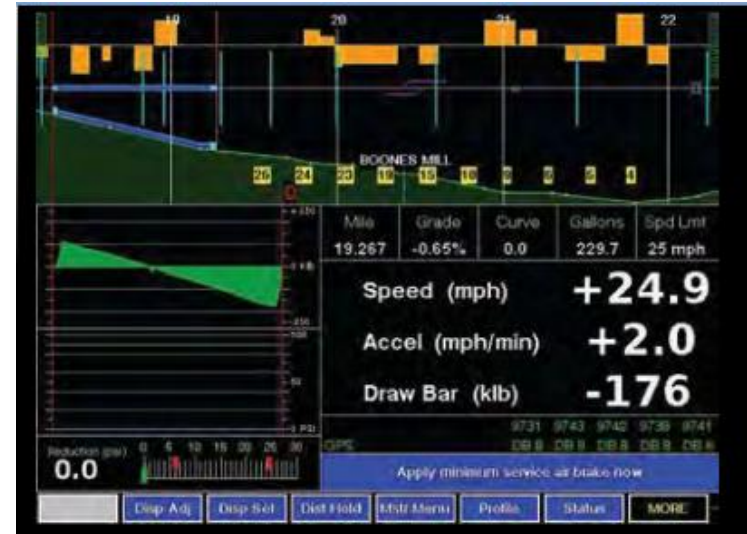
iRhythm

- 서맥 ≤ 40 bpm
- 심박 멈춤 ≥ 3 seconds
- 심방세동
- 심실빈맥
- 심실세동
- 심박 급속증 > 130 bpm
- 심장차단
- 모든 부정맥

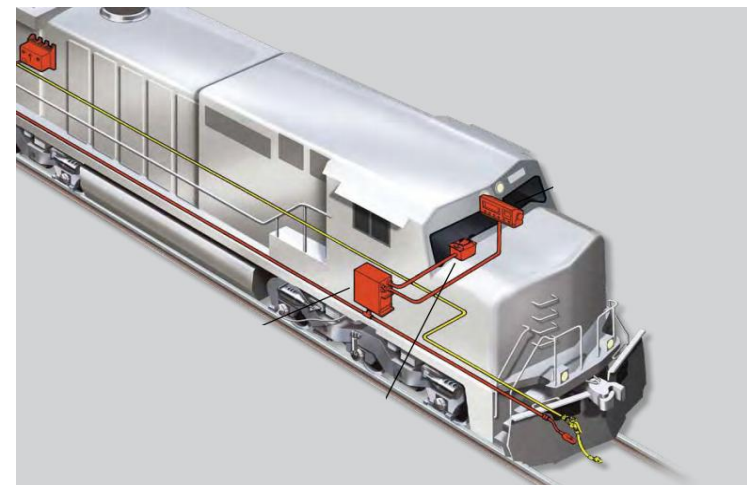


New York Air Break - LEADER(Locomotive Engineer Assist/Display & Event Recorder)

Field trials have proven LEADER's ability to cut fuel use by 8-12 percent in addition to managing the number and severity of slack action events and associated wear on rolling stock. LEADER driver-assist prompts provide real-time coaching to locomotive engineers for throttle and brake changes during actual runs. During the run, LEADER continually monitors the train movement to determine the effectiveness of the prompts, making adjustments accordingly. LEADER also adjusts its dynamic models to account for the changing operating conditions experienced by the train



Fuel Costs:
8% of \$1 Billion = \$80 Million

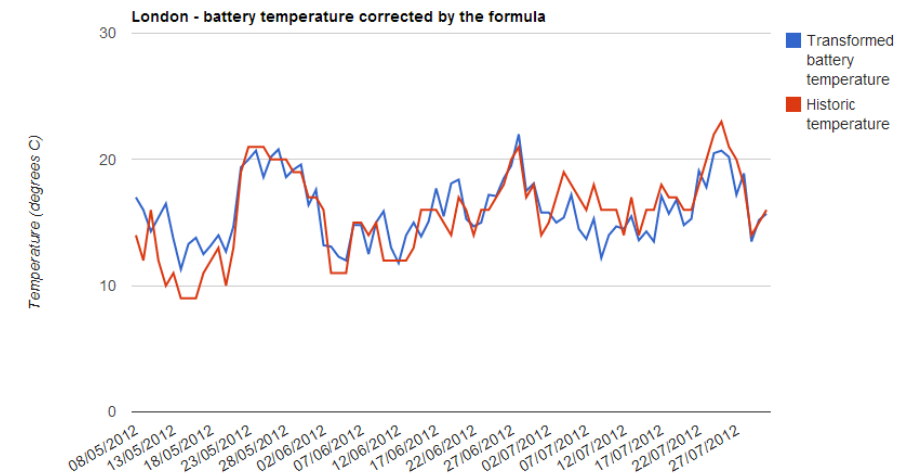
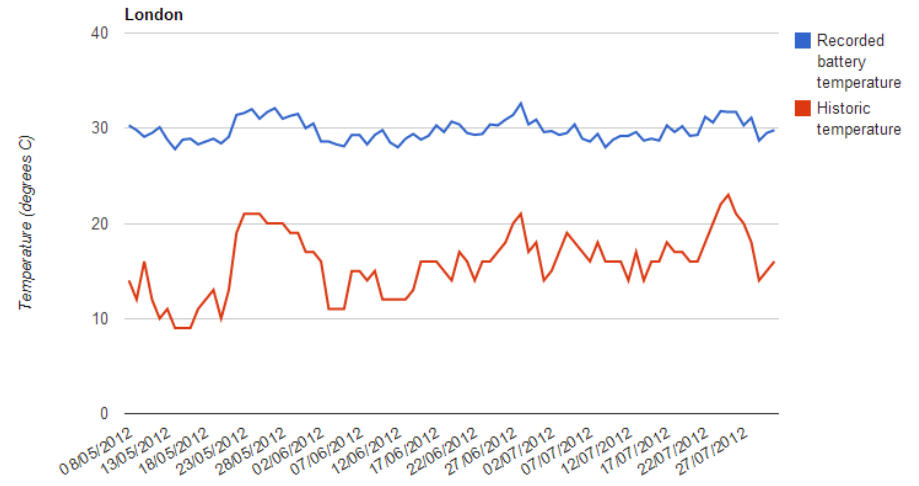
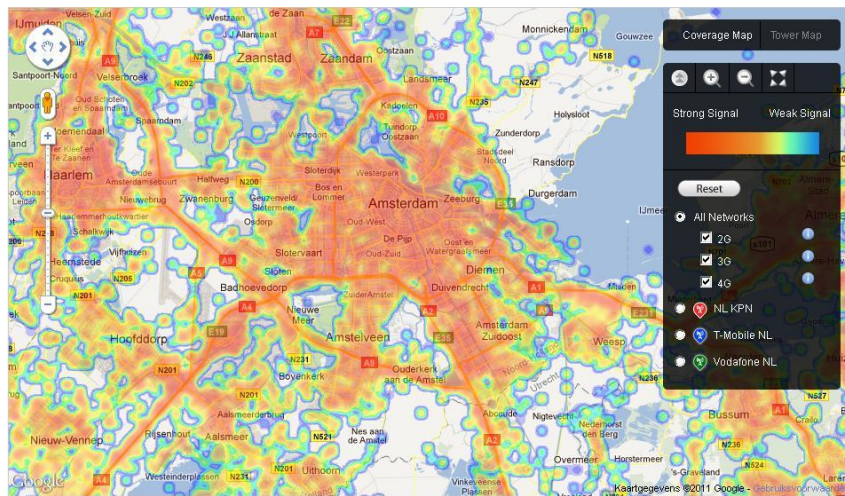
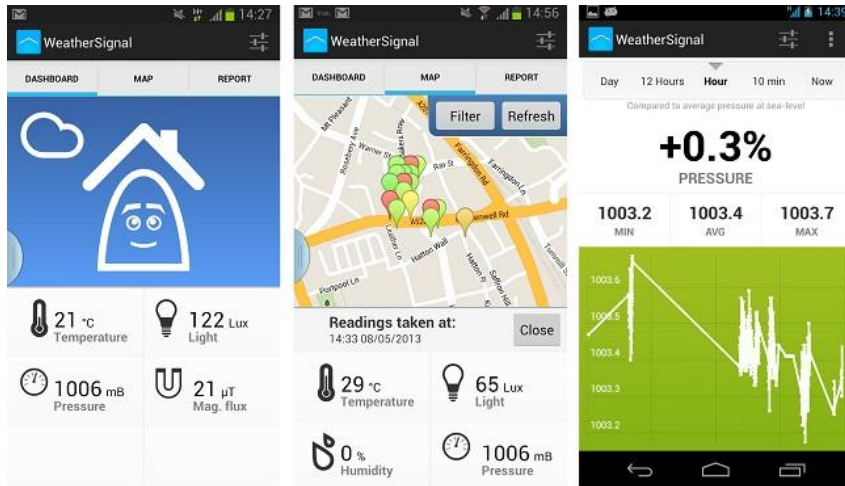


서울시 심야 버스노선도 시계열 데이터 분석

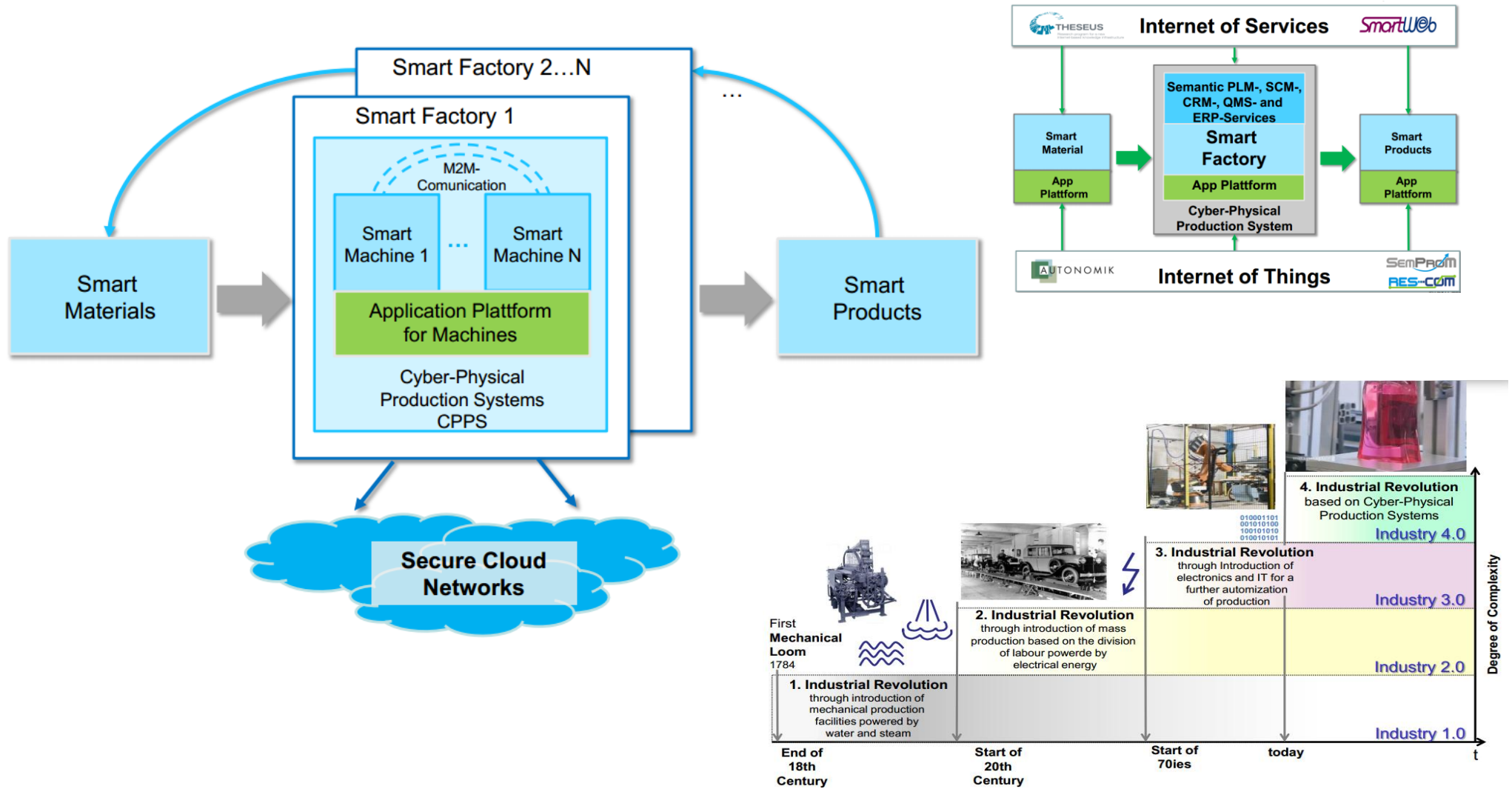


서울시 심야버스 노선도 (출처 : 서울시)

OpenSignal - Weather Singal



Industry 4.0



Mckenny's - Analyzes Building Sensors to Cut Energy Costs



K-MEG (Korea Micro Energy Grid)

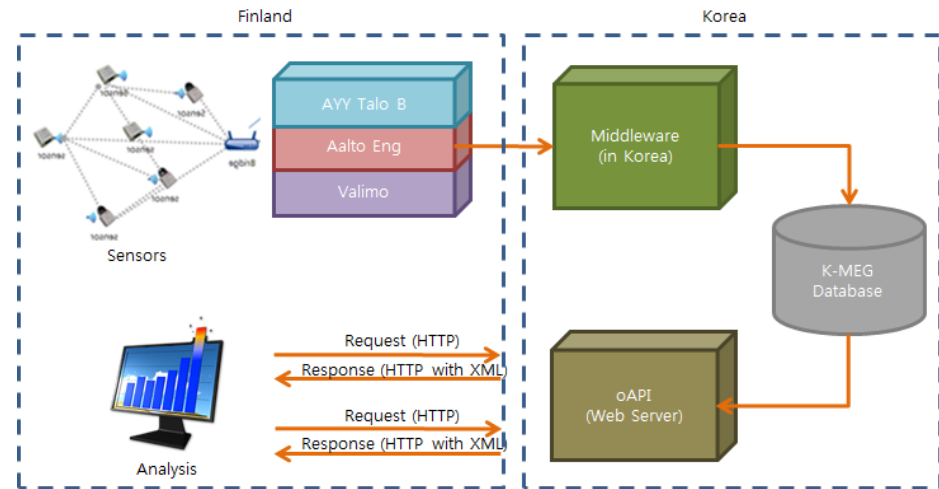
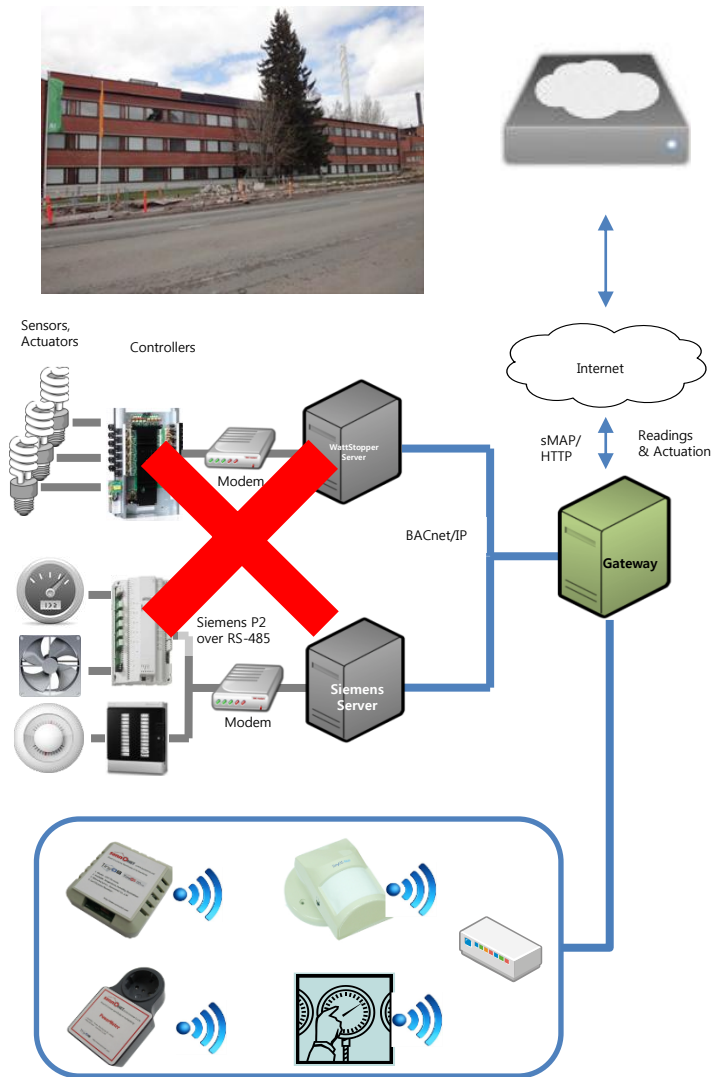
핀란드 Aalto 대학 - Otakaari 4 건물



구분	내용	비고	
규모	지하1층, 지상4층		
주용도	오피스		
층별 면적	지하1층	165m ²	
	지상1층	2,450m ²	
	지상2층	2,540m ²	
	지상3층	2,147m ²	
	지상4층	904m ²	
연면적	8,206m ²		
주요마감	붉은 벽돌		

실내환경 측정을 위해 각 공간별로 온/습/조도 CO2, 인체감지 센서 설치

K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 사물인터넷을 활용한 실내 환경 모니터링



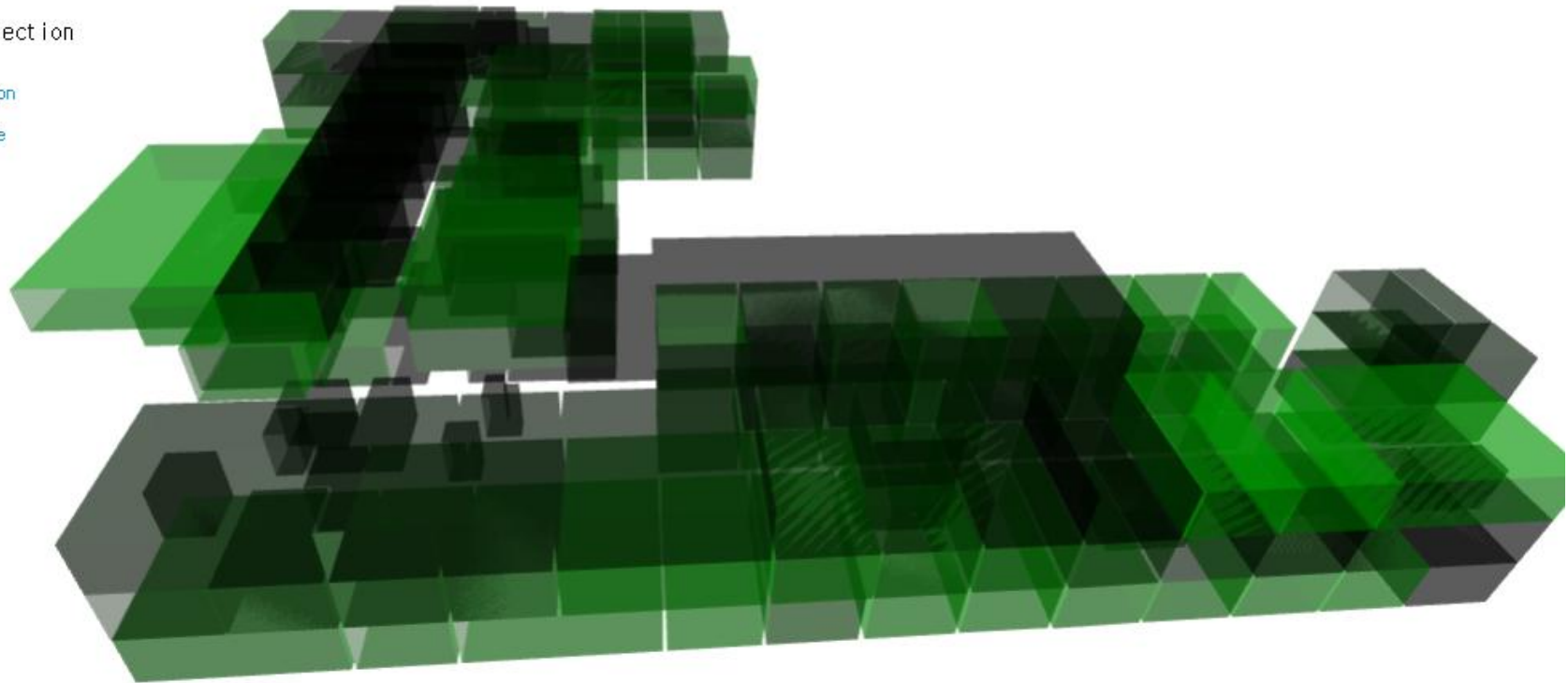
K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 공간별 에너지 사용량 분석

Otaakari 4 - Floor
Selection

- All
- 1st Floor
- 2nd Floor
- 3rd Floor
- 4th Floor

Mode Selection

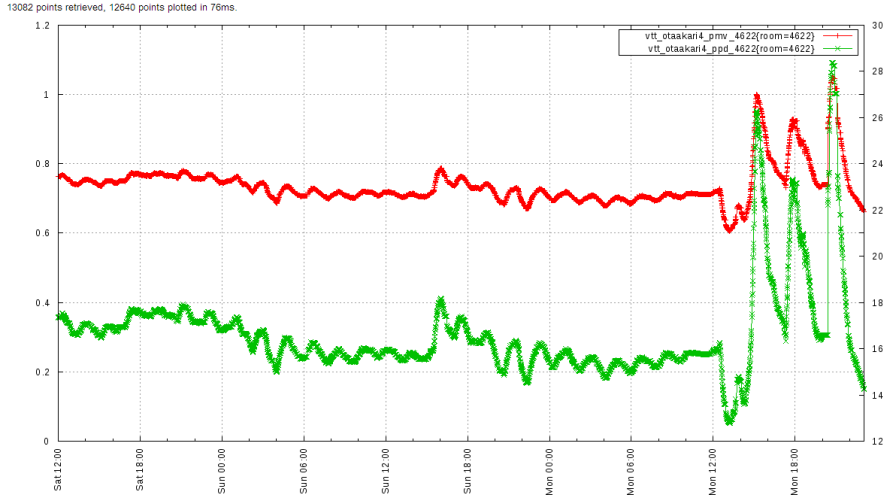
- Occupancy
- Sat isfaction
- CO2
- Temperature



K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 공간 면적 대비 에너지 사용량

방번호	면적	층수	방번호	면적	층수	방번호	면적	층수	방번호	면적	층수
401	25.1	4층	301d	34.8	3층	201	67	2층	101	101.1	1층
402	27.7	4층	302c	33.1	3층	202	66.1	2층	102b	18.9	1층
403	28.9	4층	302b	33.1	3층	203c	26.2	2층	103	42.2	1층
404	28.4	4층	302c	27.9	3층	203b	32.5	2층	104a	32.6	1층
405	28.6	4층	303a	25	3층	204a	19.4	2층	104b	32.9	1층
406	28.6	4층	303b	24.7	3층	204b	12.9	2층	102a	3.2	1층
408b	8.6	4층	304b	7.8	3층	204c	12.8	2층	107b	3.5	1층
408a	17.9	4층	304c	8.1	3층	204d	19.5	2층	107a	5.2	1층
409a	2.4	4층	304d	16	3층	214	432	2층	108a	5.4	1층
409c	4.5	4층	304a	33.1	3층	212	28	2층	108b	5.4	1층
410	14.5	4층	303c	15.2	3층	211b	12.6	2층	109a	36.9	1층
411	78.3	4층	305a	70.6	3층	211a	22.5	2층	110a	1.4	1층
411a	6	4층	305b	98.1	3층	210	22.4	2층	110b	8.6	1층
412a	83.3	4층	305e	42	3층	209	22.1	2층	106	68.2	1층
413	38.4	4층	307b	2.4	3층	205	14	2층	111	18.1	1층
414a	30.5	4층	306a	7.3	3층	208	2.4	2층	119	7.1	1층
414b	18.7	4층	307a	4.4	3층	207	4.4	2층	117	4.3	1층
414c	14.9	4층	308	14.2	3층	206a	7.2	2층	106a	2.4	1층
415	55.7	4층	309	22.1	3층	213a	277	2층	113	21.1	1층
416	5.6	4층	310	22.4	3층	215	146.4	2층	112	4.7	1층
417c	2	4층	311	22.5	3층	216	146.4	2층	114	21.6	1층
420	13.3	4층	312	26.6	3층	213	29.6	2층	115	22.4	1층
421a	4.4	4층	313	26.2	3층	217	5.2	2층	116	22.4	1층
422	14.4	4층	314	26.1	3층	233c	5.1	2층	127	262.5	1층
423	209.7	4층	315	25.9	3층	233a	22.4	2층	109b	73	1층
424	65.9	4층	316	26.1	3층	233b	21.8	2층	121	18.1	1층
	856.3		317	26.5	3층	218e	2.9	2층	125	7.2	1층
			318	24.9	3층	218b	4.3	2층	122	8.4	1층

K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 데이터 분석 실내 열 쾌적도 (ISO Standard)



$$PMV = (0,303e^{-2,100 \cdot M} + 0,028) \cdot [(M-W) - H - E_c - C_{res} - E_{res}] \quad (1)$$

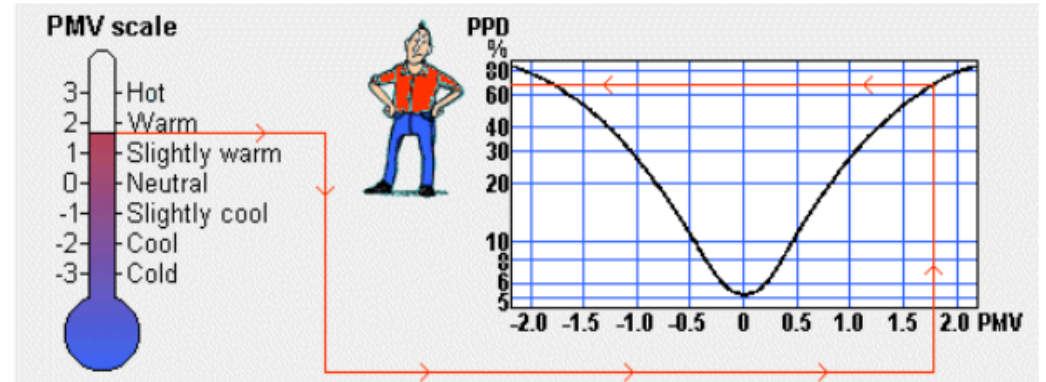
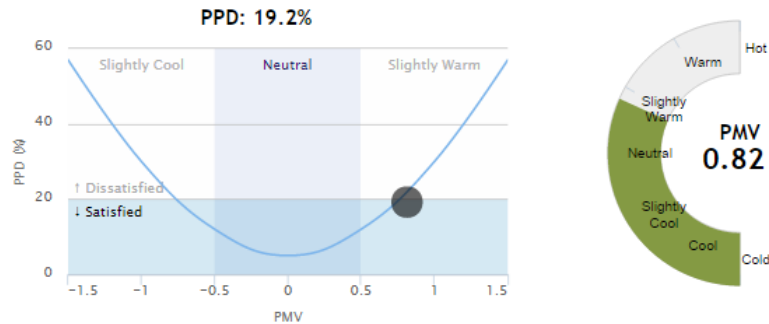
where the different terms represent, respectively:

- M - the metabolic rate, in Watt per square meter (W/m^2);
- W - the effective mechanical power, in Watt per square meter (W/m^2);
- H - the sensitive heat losses;
- E_c - the heat exchange by evaporation on the skin;
- C_{res} - heat exchange by convection in breathing;
- E_{res} - the evaporative heat exchange in breathing.

PMV (Predicted Mean Vote) PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied)

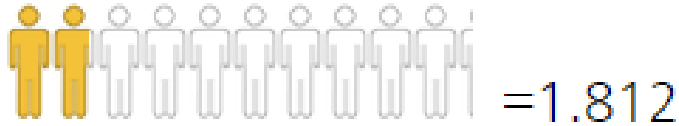
$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)} \quad (9)$$

0: Summary

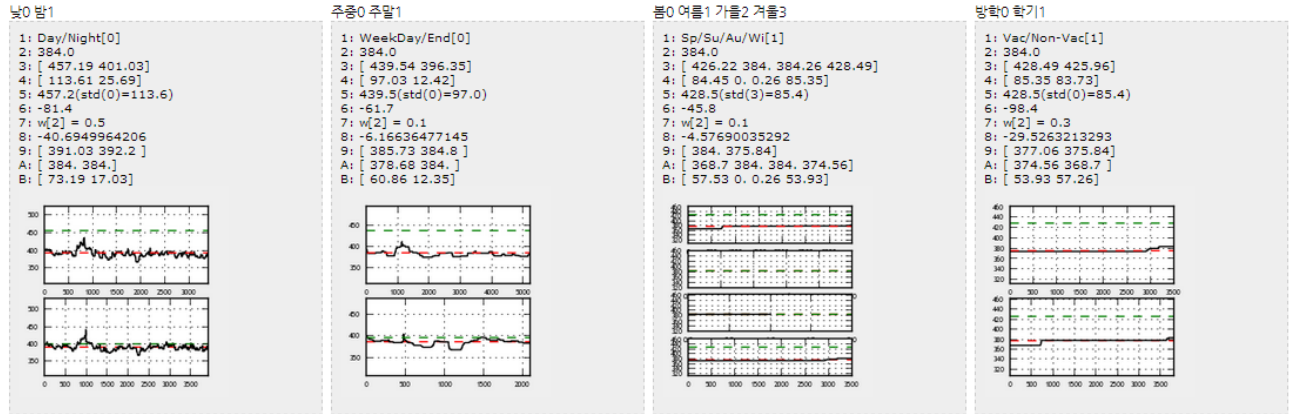


K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 재실자 분석

Estimated Number of People

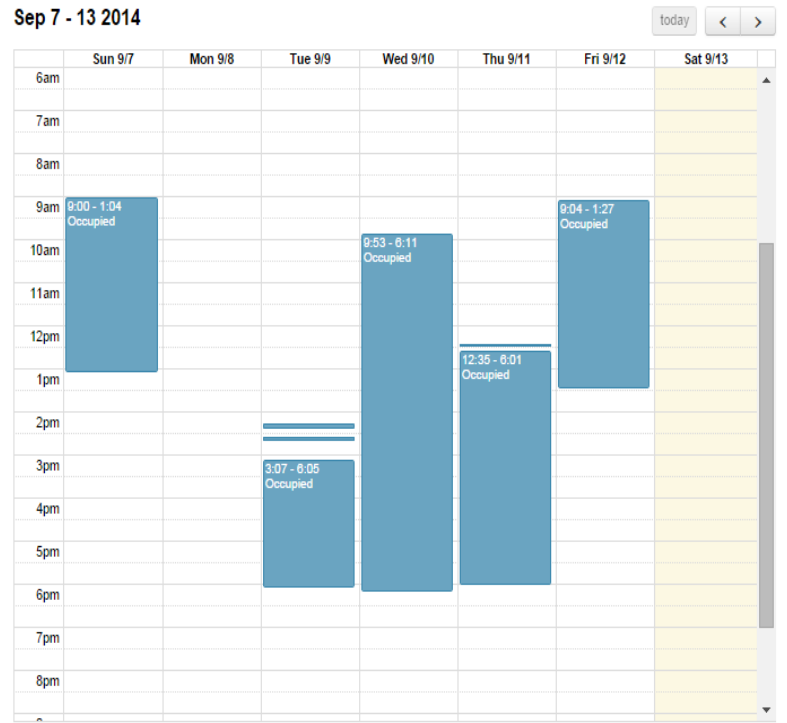


APP#1. 이상CO2, 정상시CO2, 초기CO2 산정

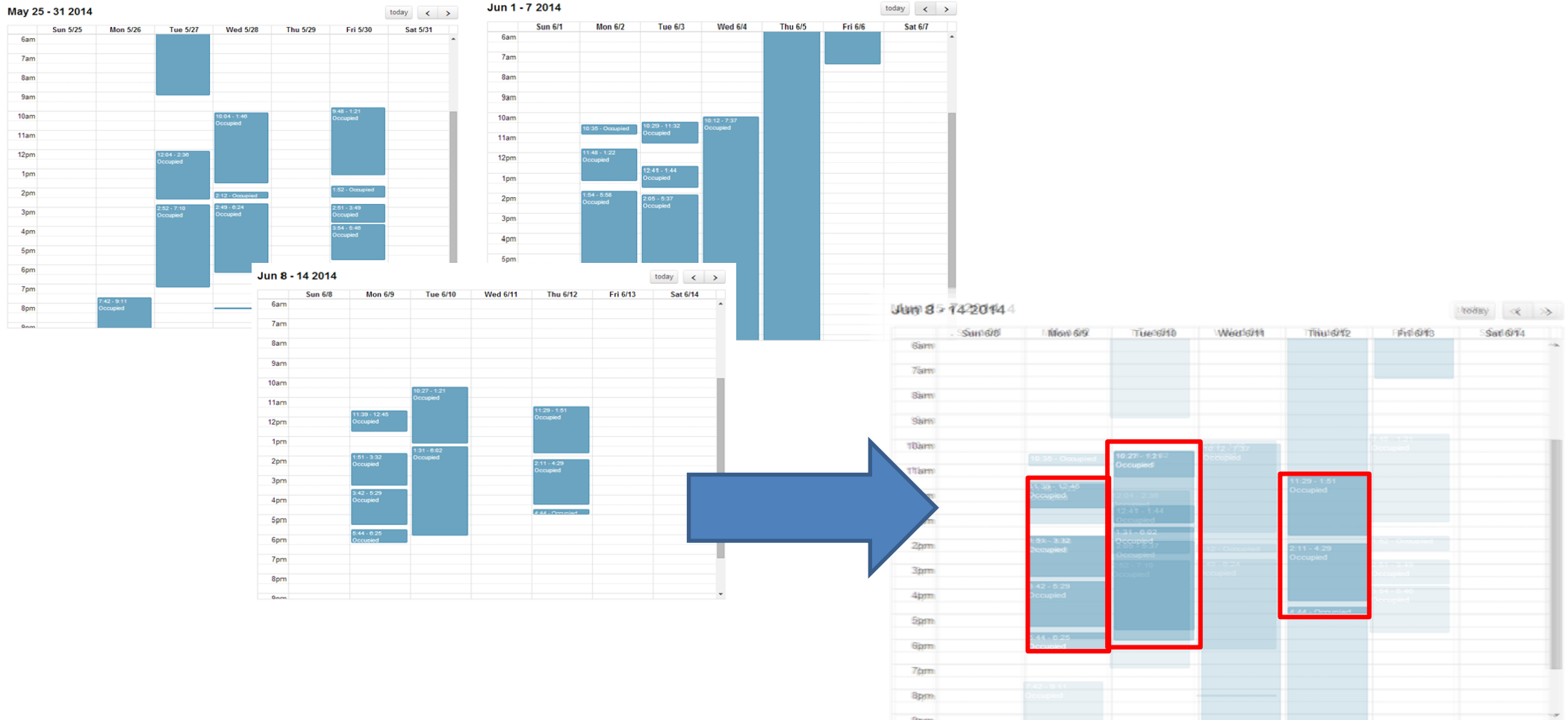


- 1 = 그룹[가장 최근의 데이터가 속한 그룹 인덱스]
- 2 = 가장 최근의 CO2 데이터
- 3 = 각 그룹의 평균들
- 4 = 각 그룹의 표준편차
- 5 = 가장 표준편차가 컸던 그룹인덱스와 평균 CO2수치(th인덱스)=CO2수치 (표준편차)
- 6 = (결정된 위치+B)와 가장 최근 데이터의 차(2 - 5 + B)
- 7 = 4601방의 가중치 (w[방종류]=가중치)
- 8 = 평소보다 오버한 CO2 수치 (6 + 7)
- 9 = [작은std들의평균CO2, 큰std들의평균CO2]
- A = 최하 CO2 [속한그룹, 평균]
- B = (결정치) 가장 최근 구간의 최소치(local minimum)와 평균의 차

1: NoP Calander



K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 재실자 히스토리를 통한 BAS 스케줄링



K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 공간별 만족도 기준 산출

공간별 Degree of Satisfaction 수치 산출

Search:

Node	Volume	PPD	PMV	DoS	Humidity	Temperature	CO2	NOPa
4220	66.3m ²	0	0	0.9866966245	0	0	0	0.3
4650	66.4m ²	0	0	0.9866966245	0	0	0	0.27
4641	68.1m ²	5.05	-0.11	0.9226013805	41.48	25.5	826	0.28
4640	110.0m ²	5.54	-0.11	0.9096340467	42.06	25.84	900	0.37
4642	103.1m ²	5.49	0.16	0.9038498729	44.08	24.82	772	0.23
4216	150.0m ²	5.51	0.16	0.903307319	40.57	25.86	642	0.91
4604	32.3m ²	5.64	-0.18	0.8968940237	44.89	24.73	924	0.11
4611	32.0m ²	6.21	0.24	0.8721722125	41.45	26.1	314	0.03
4337	10.5m ²	6.25	0.24	0.8710075307	41.47	26.11	596	0.01
4651	66.4m ²	6.8	0.29	0.8474879024	42.05	26.25	473	0.13
4607	32.6m ²	6.91	-0.3	0.8427096816	45.25	24.32	676	0.21
4214	150.0m ²	7.05	0.31	0.8369856614	39.97	26.36		
4326	40.3m ²	7.26	-0.33	0.8276216539	47.17	24.2		
4634	45.0m ²	5.25	0.75	0.8259760514	43.05	24.97		
4638	73.0m ²	5.04	0.79	0.8257146922	44.75	25.41		
4415	50.3m ²	7.35	0.33	0.8248109798	39.88	26.43		
4636	30.0m ²	5.53	0.79	0.8127635378	41.42	25.84		
4236	60.3m ²	7.68	-0.36	0.8101161339	35.94	24.14		
4606	32.3m ²	7.8	0.37	0.8048652689	39.97	26.54		
4328	22.1m ²	8.19	0.39	0.789465678	41.47	26.56		

Showing 1 to 20 of 134 entries

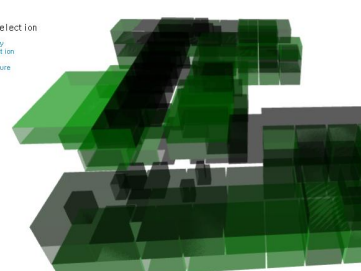
Previous 1 2 3 4 5 6 7 Next

01st Floor Selection

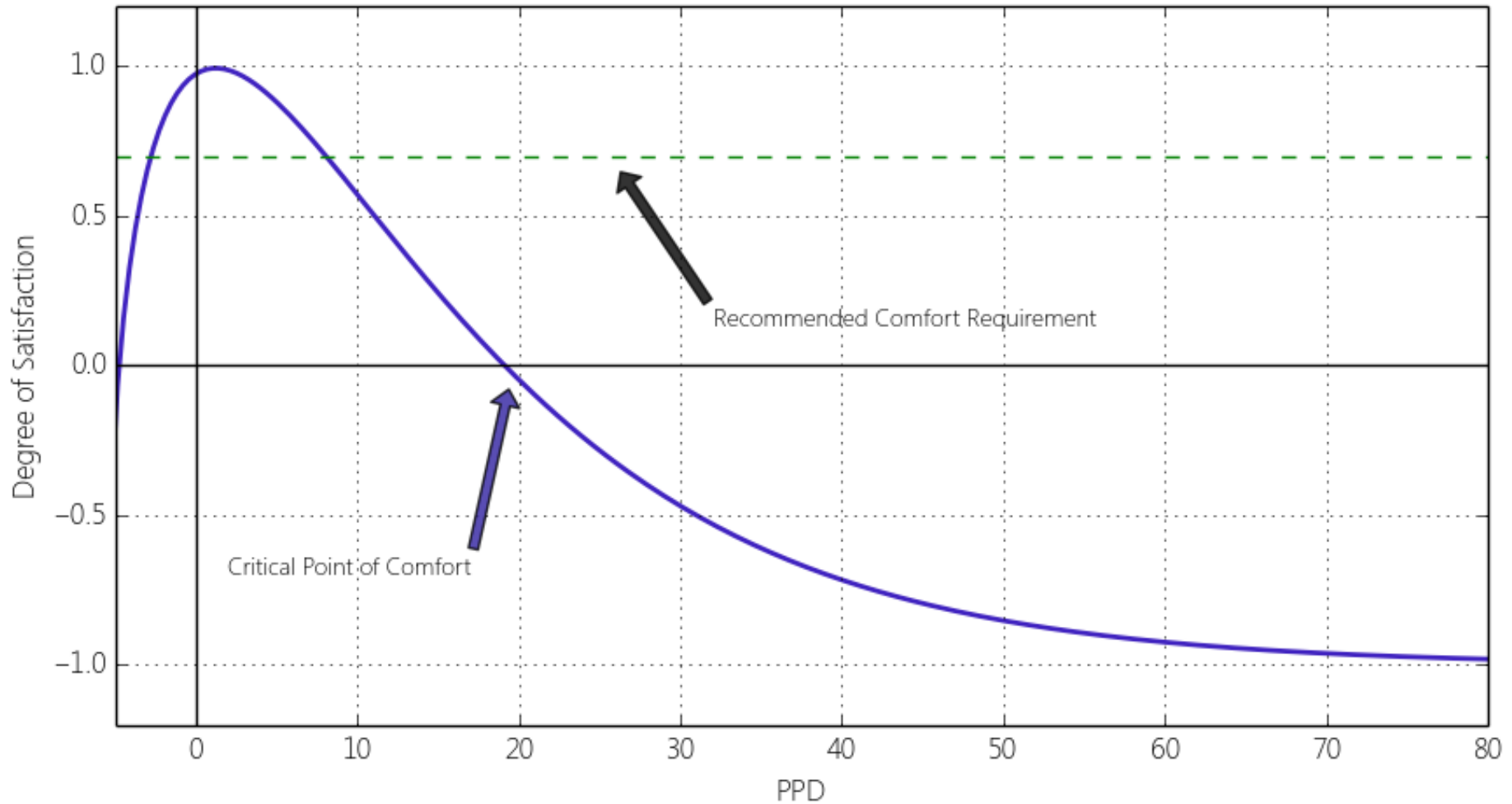
All 1st Floor
2nd Floor
3rd Floor
4th Floor

Node Selection

Occupancy
Set Infection
Set Temperature

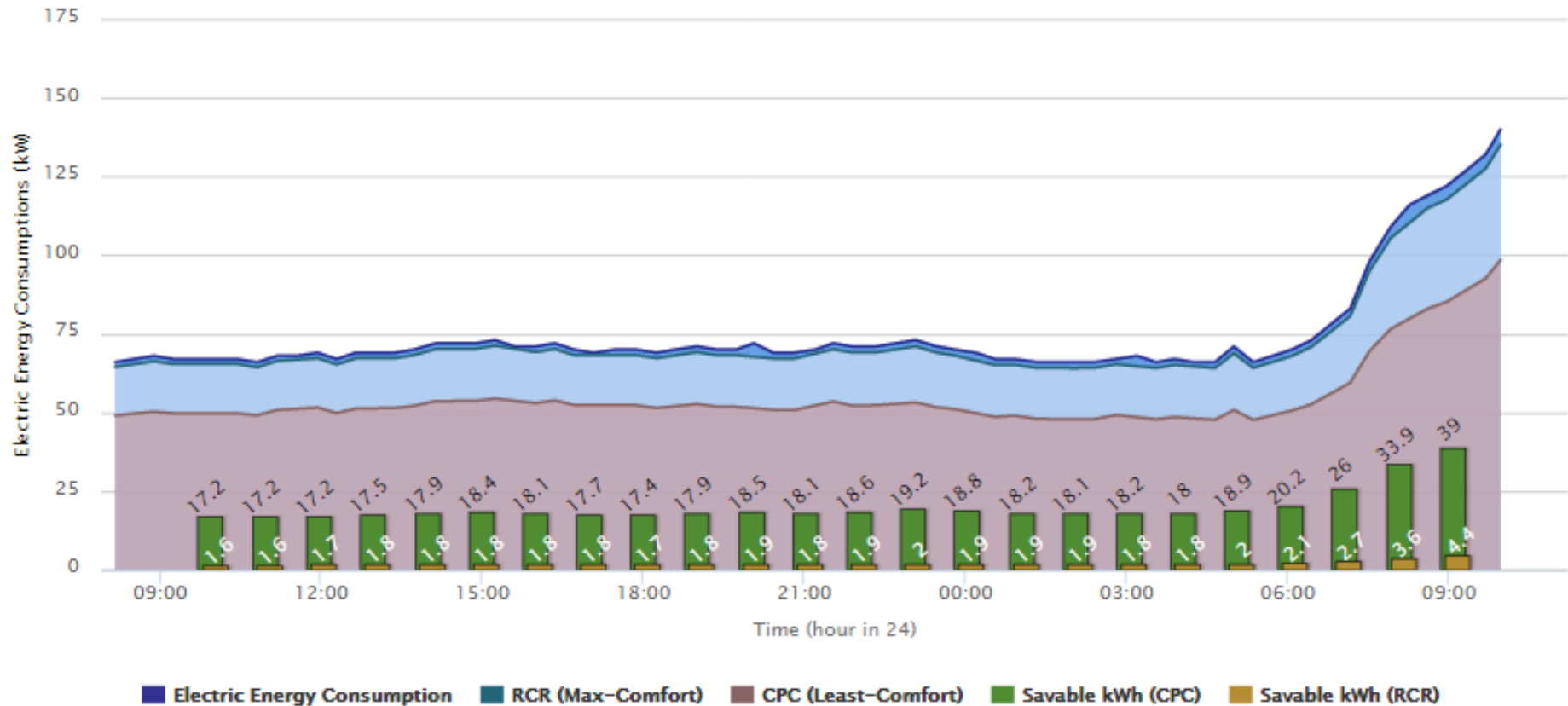


K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 공간별 에너지 절감량 산출



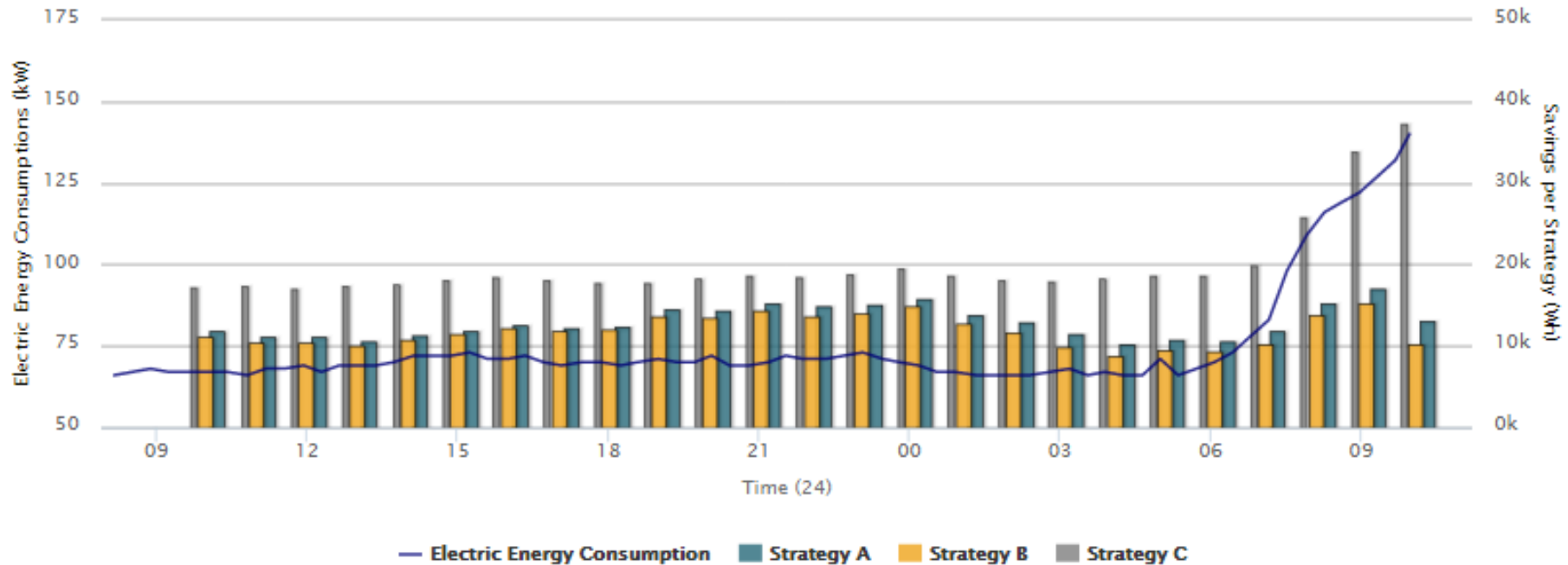
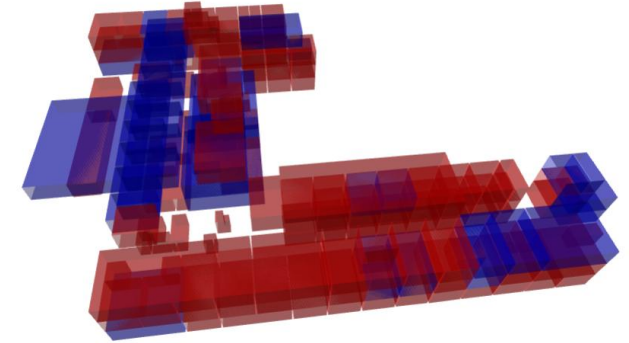
K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 공간별 에너지 절감량 산출

CPC & RCR에 따른 실시간 절감 에너지 산출



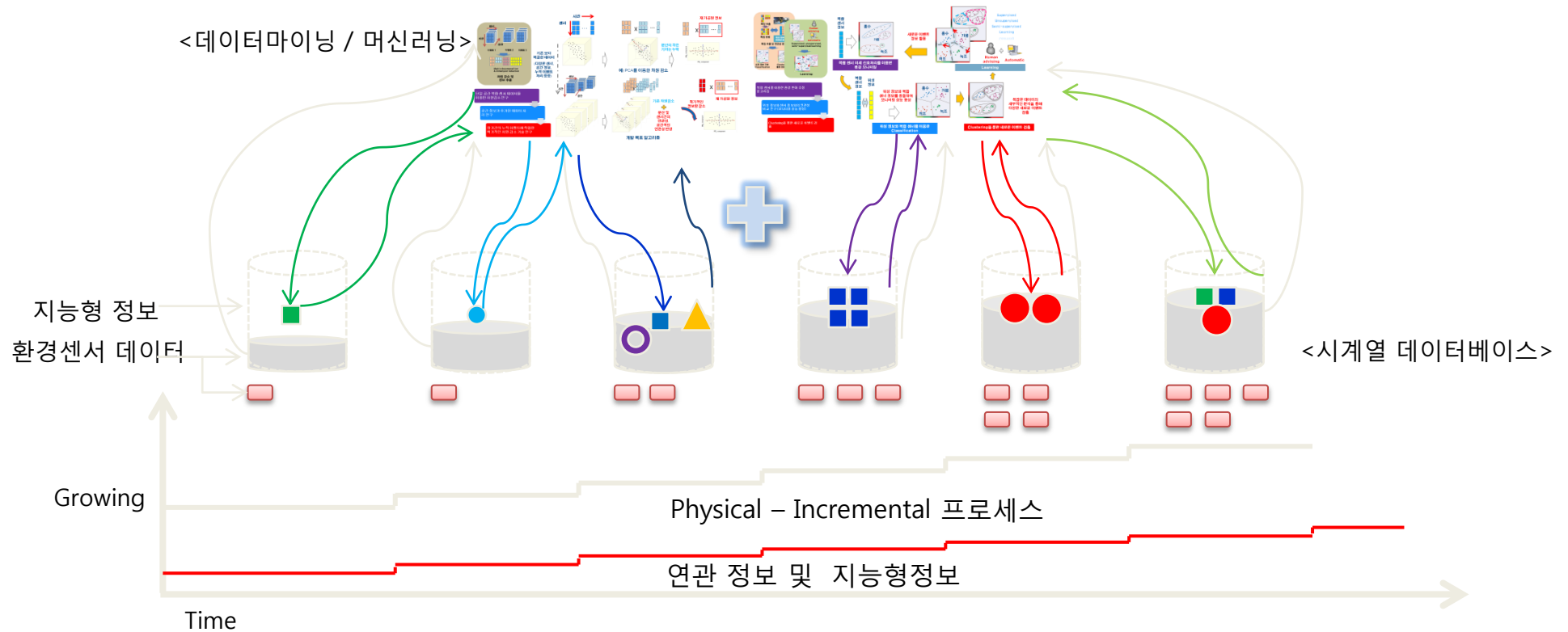
K-MEG (Korea Micro Energy Grid) - 공간별 에너지 절감량 산출

- Strategy A : Non-occupied - CPC & Occupied - RCR
- Strategy B : Non-occupied - CPC only
- Strategy C : All CPC only



“Self-learning / growing Database”

데이터마이닝 및 머신러닝 기법으로 추출된 지능형 정보를 함께 저장하는 확장형 데이터베이스



감사합니다