

## 데이터센터 에너지 절감 통합 제어 DCIM 구현

### 1장. 서론

데이터 센터의 존재 이유는 수용된 IT 장비의 안정적인 운영을 위한 환경의 제공이며, 동등 수준의 인프라 조건에서의 비교 우위는 안정적 운영 환경 유지를 얼마나 효율적이고 경제적으로 수행할 수 있는가에 달려 있다. 안정적인 운영환경은 잘 설계된 인프라 구성과, 숙달된 운영인력이 필수이지만, 이와 함께 감시 관리를 위한 시스템의 확보도 중요한 조건이다.

이와 함께 데이터센터 관리에서 그 중요성이 커져가고 있는 요소는 에너지 효율성이다. 데이터 센터 운영 비용의 절반 이상은 에너지 비용, 그 중에서도 전기료가 차지하고 있기 때문에, 데이터 센터에서 사용되는 전기 에너지를 얼마나 효율적으로 사용하는가가 데이터 센터의 경쟁 우위를 결정하는 핵심 요소가 된다.

이러한 배경에 따라 본 문서에서는 데이터 센터를 안정적이고 효율적으로 감시/관리하기 위한 시스템인 DCIM 과 에너지의 효율적 사용을 위한 데이터 센터 공조 자동제어 시스템에 대해 설명한다.

#### 1-1. DCIM

데이터 센터 인프라 설비의 감시와 관리를 위한 시스템은 이전 부터도 존재해 왔지만, 목표와 범위를 확장한 DCIM(Data Center Infrastructure Management)이라 불리는 시스템이 급속하게 확산되고 있다.

그러나 DCIM 의 기능이나 대상 등에 대한 표준화된 정의가 없고, 각 개발사 별로 방식과 대상 및 범위가 상이한 솔루션을 내어 놓고 있어, 아직 DCIM 시장은 수요 형성기로 개발 공급사들의 특성이 약 3 부류로 구분되며 각 부류별로 시장 경쟁을 치열하게 전개하고 있는 상황이다.

DCIM 개발사의 부류	
1 부류	기존 데이터센터 인프라 설비 제조사에서의 진출
2 부류	센싱 디바이스 및 자동제어 디바이스 제조사에서의 진출
3 부류	S/W 개발사에서의 진출

각 개발 공급사별 시스템의 특징과 장단점은 뚜렷하지만, 이 문서가 이를 다루기 위함이 아니므로, DCIM 시스템이 공통적으로 추구하는 기능의 목적과 범위에 대해서만 언급하고, 이들 기능과 범위가 실제 데이터센터의 감시와 관리에 적절한지 여부에 대해 2 장에서 설명하도록 한다.

#### 1-2. 데이터 센터 공조 자동제어

데이터 센터 구성 인프라 중 핵심 설비 중 하나로 공조(cooling) 시스템이 있다. 데이터 센터의 에너지 효율성은 설계 외에도 기후조건에 따른 영향이 크기 때문에 전세계 데이터 센터의 에너지 효율을 일괄적으로 비교할 수는 없다. 따라서 데이터 센터의 에너지 효율은 기후조건에 따라 분리되어 판단되어야 하기에, 한국의 데이터 센터를 중심으로 비교하면, 재래식 데이터 센터의 경우 PUE 가 2.0~3.0 수준이고, 비교적 최근에 완성된 데이터 센터의 경우 1.5~1.7 수준의 PUE 값을 나타내고 있다.

데이터 센터에서의 전기 에너지 사용은 IT 장비에서의 사용과, 공조시스템에서의 사용 및 전력계통 상의 손실이 거의 대부분이며, 조명 및 부대설비에서 사용되는 전력은 IT 전력 사용량 대비 무시해도 좋을 미미한 수준이다. 통상 PUE 가 1.7 인 데이터 센터인 경우 전체 전력 사용량 중 60%는 IT 장비에서 사용되고, 전력계통에서의 손실이 약 10%, 공조 시스템에서의 사용이 약 30%에 이른다.

이중 IT 장비에서의 전력 사용은 IT 장비 자체를 변경하거나 개선하지 않는 한 데이터 센터 입장에서 고려할 여지가 없고, 전력 계통(Switch gear, UPS, Battery system, 배전)에서의 손실은 IT 부하의 약 15~18%에 이르는 적지 않은 비중을 차지하지만, 설비의 선정과 구성 설계에서 대부분 결정되어 버리므로 운영에서의 개선 폭이 크지 않다. 그런 이유로 데이터 센터에서의 에너지 효율 개선의 대부분은 공조에서 이루어진다.

데이터 센터 공조에서의 에너지 효율 개선은 여러 방식으로 이루어질 수 있는데, 그 중 대표적인 방안들을 나열하면

- 운영 온도의 상향 조정
- Rack 의 대향 배치
- 차폐 구조 도입
- Economizing 기술의 도입

등이 있다.

이러한 방안들은 물리적인 구성에 대한 효율성 향상을 위한 방안이지만, 동일한 설비, 동일한 구성에 있어서도 자동제어의 최적화와 위치에 따른 불균형 해소를 통해 약 15% 수준까지 효율 향상이 가능하다는 것이 일반적인 통설이며, 실제 필드에서 확인된 사실이다.

데이터 센터 인프라의 감시와 관리를 위한 DCIM 과 에너지 효율적인 데이터 센터 공조 제어 시스템의 내용과 도입을 통한 효과 예측을 통해 본 문서의 타당성을 확인할 것이다.

## 2장. 개요

데이터 센터의 안정적 운영은 데이터 센터의 존재 이유이다. 데이터 센터는 많은 설비 구성요소로 이루어지고, 이들 중 어느 하나라도 문제가 발생하게 되는 데이터 센터 가용성에 영향을 미치기 때문에 데이터 센터 구성 설비 전체에 대한 균형 있는 관리와 감시가 필요하다.

### 2-1. DCIM 의 개요

DCIM(Data Center Infrastructure Management)은 기존의 데이터 센터 인프라를 관리하던 시스템(IBS, FMS 등)의 기능을 포함하여 관리의 관점을 서비스 레벨로 확장한 시스템이다.

즉, 기존의 IBS, FMS, EMS(Equipment Management System), DCMS(Data Center Management System) 등은, 각각의 인프라 설비(UPS, 발전기, Chiller 등) 관리를 위한 운영자 관점의 시스템이며, BEMS(Building Energy Management System) 같은 경우 특정 영역에 대한 관리 목적의 시스템이다. 이 경우 데이터 센터 서비스를 위한 종합적인 판단을 위해서는 개별 정보의 취합이 요구될 뿐만 아니라, 각 구성 설비의 가용성, 사용률, 투자 등에 있어서의 불균형이 발생되게 된다.

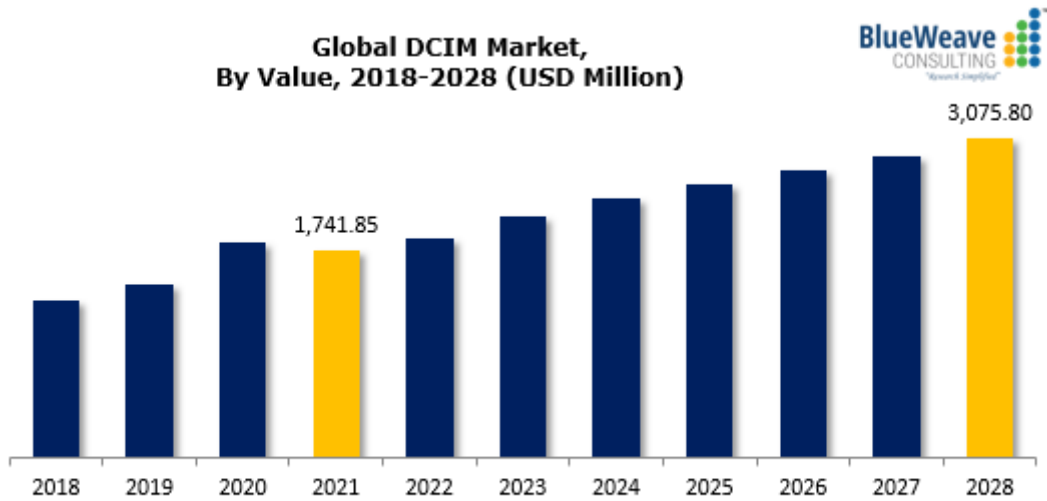
데이터 센터의 효율적인 활용을 위해서는 개별 설비관리자가 아닌 데이터 센터 서비스 관점에서 관리가 필요해지고 있다. 즉, 데이터 센터 서비스를 위한 무정전 전원 설비, 수변전 설비, 쿨링 설비, 상면, 네트워크 등 서비스 구성에 필요한 모든 요소들에 대한 종합적인 감시와 관리가 필요 해졌고, 이러 한 요구는 비즈니스를 지원하는 시설로서의 데이터 센터가 비즈니스의 요구를 적극적으로 지원할 수 있도록 종합적인 상황 파악과 신속한 지원이 가능하도록 해야 한다.

Gartner 나 Computer Weekly 등의 관련 단체나 저널에서 DCIM 을 설명하고 있지만, 명확한 정의는 아직 존재하지 않는다. 단지 공통적으로 설명되는 기능이나 방향성이 존재한다.

DCIM 이 추구하는 방향성은 명확하다.

데이터 센터 인프라 전반에 대해 균형 잡힌 감시와 관리를 수행할 수 있게 함으로써 가용성과 활용도에서의 bottle-neck 이 발생하지 않게 한다는 점과, 데이터 센터의 관리를 Infra 서비스 관점에서 이행함으로써 개별 설비의 관리가 아닌 서비스를 구성하는 요소로서 통합 관리한다는 점이다.

이에 덧붙여 중요해지고 있는 에너지 효율성 강화를 위한 에너지 관리 기능이 강화되어 포함된다.



Source: BlueWeave Consulting

그림 1 DCIM Market

DCIM 의 사용자 관점에서의 요구와 목적을 기준으로 한 정의는 다음과 같다.

- DCIM 은 Facility 와 IT 관리 기능의 융합이다.
- DCIM 의 개념이나 기능에 대한 표준화된 정의가 없다.
- DCIM 은 운영자 관점의 Layer 1 Level 의 Tool 이 아니라 서비스 관점의 Layer 2 Level Tool 이다.
- DCIM 은 상위 Layer 의 모니터링 시스템이다. 즉 DCIM 자체로는 아무것도 할 수 없으며, DCIM 에서 필요한 데이터를 제공하는 하위 시스템 또는 연관 시스템과의 연동이 기본적 전제 조건이다.
- 상용 DCIM 의 경우 데이터 수집 및 제공을 위한 하위 시스템이 DCIM 의 선택 가능한 Module 형태로 제공되면 사용자는 선택적으로 적용할 수 있다.
- DCIM 은 모니터링 대상 범위에 대한 명확한 규정이 없다. 즉, 사용자의 요구에 따라 대상 범위가 결정된다.
- 데이터 센터의 자산, 리소스 사용 및 운영 현황에 관한 정보를 수집하고 관리한다.

이러한 방향성과 정의에 따른 목적을 달성하기 위한 선제적으로 필요한 조건과 요구 기능이 정리될 수 있다.

- 많은 센서와 제어 대상 구성요소들의 상태 정보를 실시간으로 수집하고 관리하는 기능
  - 에너지 관리 기능의 강화와 자동제어의 최적화를 위해 기존의 데이터 센터 보다 훨씬 많은 센서가 구성되므로 데이터 센터의 규모에 따라 초당 수집되어야 하는 데이터의 수가 수천 개 이상일 수 있음.
  - 수집 데이터의 양이 커지면서, 이들 데이터에 대한 조회 성능 개선이 필요(데이터의 조회 결과에 대한 응답시간은 2 초 이내에 가능해야 함)
  - 1 년 전 동일 기후 조건과의 비교 분석 등의 기능을 위해서는 1 년 이상의 데이터 보관이 요구되며 이는 매우 큰 데이터 양일 수 있으며, 조회의 특성이 시계열 특성을 가지기 때문에 데이터의 관리를 위한 시스템은 통상적인 RDBMS 외에도 시계열 DBMS 적용이 필요
  
- 데이터의 연계가 필요한 독립적인 타 시스템과의 연동 기능
  - DCIM 의 목표가 데이터 센터 인프라 전반에 대한 종합적이고 효율적인 관리이기에, 이러한 목표 달성을 위해서는 DCIM 에서 수집되는 데이터 외에도 CMDB 나 고객관리 시스템 등의 외부 시스템과의 연동 필요
  - 연동 대상 시스템이 소스코드가 없는 상용 솔루션이거나, 소스 레벨의 수정이 불가능한 경우 이들 시스템의 데이터 연동을 위한 방안 필요
  - 시스템 이용자 레벨에서의 접근을 통한 데이터 연동 방식인 RPA(Robotic Process Automation)의 적용 필요
  
- 필요한 감시 정보들의 시각적 표현 기능
  - 감시가 필요한 내용들을 가시성이 뛰어난 방식으로 표현
  - 적용 사이트 별로 감시 표시 구성이 달라 질 수 있으므로 이용자의 선택에 따른 화면 구성 기능 필요
  - Resource Management
  - 데이터 센터 서비스를 구성하는 인프라 자원에 대한 감시 및 관리
  - 상면 관리 시스템
  - Capacity Planning
  - Process Management
  - Asset Management
  - Change Management
  
- History data 를 통한 분석 기능
  - 상세하게 계측된 데이터들은 분석을 위해 자료로서 활용됨
  - 트렌드 분석을 통한 설비 증설 계획 수립을 위한 근거로 활용됨
  - 효율 분석을 통한 설비의 성능 변화를 파악하거나, 효율 개선 포인트 파악
  - 전기료 분석을 통한 최적의 한전 계약 옵션 파악
  - 설비 사용률 분석을 통한 설비 간 밸런스 상태 파악 및 효율적 설비 투자포인트 파악
  - 전력 계통의 상밸런스 분석을 통한 안정적 배전 상태 유지
  - 노이즈 분석을 통한 비 정상적인 구성요소 확인 및 개선

위 정의에서 보듯이 DCIM 은 데이터 센터의 인프라 뿐만 아니라 수용된 IT 의 감시/관리 기능까지도 포괄적으로 관리할 수 있어야 한다고 정의하는 경우가 많지만, 이러한 정의는 데이터 센터 인프라 관점에서의 일방적 의견일 수 있다.

데이터 센터는 다양한 규모 다양한 목적으로 존재한다. 예를 들어 IT 부하량 기준 10,000KW 가 넘는 대형 데이터 센터에서부터 수백 KW 수준의 소형 데이터 센터까지 있을 수 있고, 이들 데이터 센터의 운영은 소규모 단위 조직이 IT 부터 데이터 센터 Infra structure 까지 통합 관리하는 경우에서부터 IT 관리 조직과 데이터 센터 인프라 관리 조직이 구분되어 있는 경우도 있다.

통상적으로 DCIM 을 필수적으로 활용할 필요가 있는 경우는 대형 데이터 센터에 해당되기에 이러한 상황에 있어서의 상용 DCIM 에서 정의하는 기능을 점검해 봐야 한다.

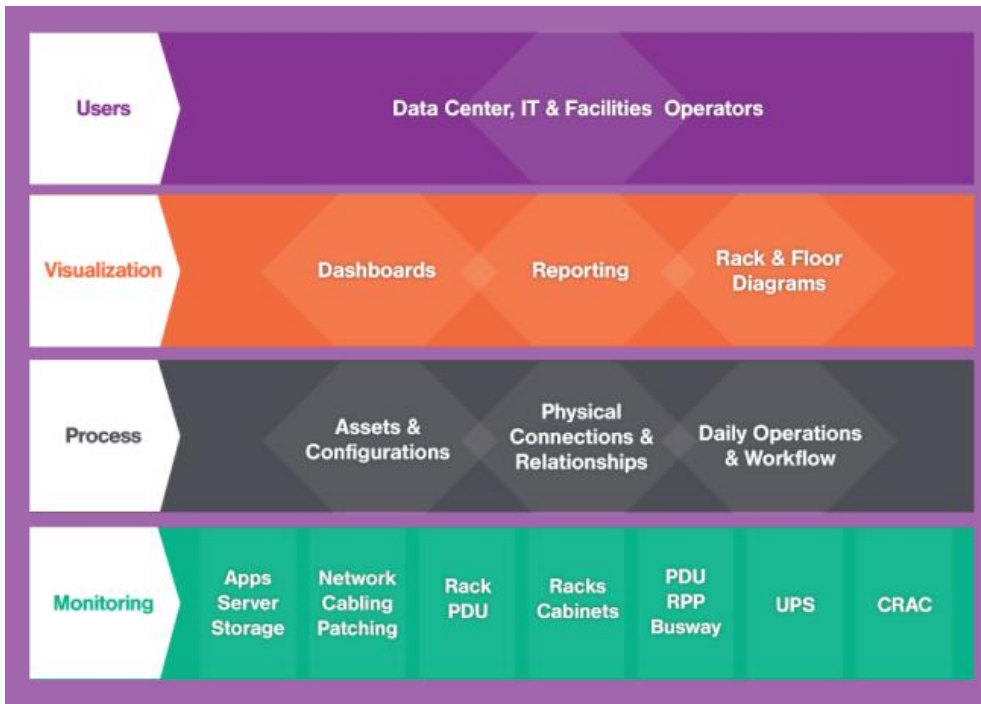


그림 2 DCIM Structure (Source : Sunbird)

대형 데이터 센터의 경우 데이터 센터 인프라 관리 조직, 보안 관리 조직, IT 관리조직이 별도로 존재하며, 각 조직의 업무용 시스템이 존재한다.

1) 상업용 데이터 센터

상업용 데이터 센터의 경우 사업자는 데이터 센터 인프라까지만 관리 책임을 가지며, 데이터 센터에 입주한 IT 장비에 대한 관리는 각 고객사의 몫이다. 그렇기 때문에 DCIM 에 IT 관리 기능까지 포함해야 할 이유가 없다.

2) 자체용 데이터 센터

대형 데이터 센터를 자체 용도로 소유하는 경우 운영되는 IT 장비의 수가 최소 수 만대 이상이 된다. 이런 상황에서는 IT 관리를 위한 시스템들(ITIM, SMS, NMS 등)의 규모나 복잡성이 데이터 센터 인프라 관리용 시스템보다 훨씬 더 크다. 따라서 이런 환경에서는 데이터 센터 관리 기능이 IT 관리 시스템의 일부 기능으로 포함될 수는 있어도, IT 관리 기능이 DCIM 으로 통합될 수는 없다.

## 2.2. 공조 자동 제어

데이터 센터에서의 에너지 효율향상의 화두가 되면서 공조 방식의 진화가 다양한 형태로 이루어지고 있다. 이러한 진화는 기존의 일반적 자동제어 알고리즘 대신 새로운 자동제어 알고리즘을 필요로 하게 되고, 그 조차도 지속적인 업데이트가 가능한 구조를 요구하고 있다.

공조 자동제어의 개선요구는 크게는 아래 두가지 요인으로 인해 발생된다.

### 1) 차폐구조의 도입

근래의 데이터 센터들은 에너지 효율성 향상을 위한 Hot Aisle 과 Cold Aisle 간의 차폐구조 도입이 필수항목이 되고 있다.

그러나 차폐구조의 도입은 공조 제어에서의 많은 변경을 필요로 한다. 이전의 데이터 센터 공조는 Room 단위 공조 방식으로 공조의 풍량과 IT 장비의 시스템 팬 풍량과는 독립적으로 온도를 기준으로 제어되는 방식으로 동작된다. 이 경우 실제 IT 장비의 요구 풍량과 공조 풍량 간의 차이는 Open 된 환경으로 인해 Bypass 되거나, Recirculate 되면서 조정되지만, 차폐구조가 되면 이런 풍량의 차이는 공조의 정압으로 작용하여 IT 장비 쿨링에 심각한 장애를 야기할 수 있다.

차폐 구조에서 Cold Aisle 로 공급되어야 하는 요구 풍량(Hot Aisle 에서 Return 되는 풍량)은 냉각용량이나 온도가 아닌 구성되어 있는 IT 장비들의 시스템 팬 풍량의 총합으로 결정된다.

즉 공조설비에서의 요구 풍량은 운용중인 IT 장비들의 시스템 팬들의 총 풍량과 동일해야 한다. 만일 공조 풍량이 요구 풍량에 비해 부족한 경우, Recirculation 통로가 존재하지 않기 때문에 Cold aisle 의 공기압이 Hot Aisle 의 공기압보다 낮아지는 역압이 발생하여 IT 장비의 시스템 팬에서 필요로 하는 풍량을 공급할 수 없기 때문에 과열현상이 발생할 수 있다. 또 공조용량이 요구용량보다 클 경우 IT 장비의 쿨링에는 문제가 없으나, 불필요한 에너지 낭비가 발생된다. 따라서 공조 풍량은 수시로 변화하는 요구 풍량에 맞추어 제어되어야 한다.

이 요구 풍량은 산술적으로 계산이 불가능하다. IT 장비별로 시스템 팬의 풍량이 상이하고, 동일한 모델의 IT 장비에서도 부하율에 따라 풍량이 달라지며, 부하율은 수시로 변화하기 때문이다. 이런 이유로 수시로 변화하는 요구 풍량을 제어(Control)에 반영할 수 있는 방안이 필요하다.

제조사	모델명	Cooling Cap.	제품 풍량	요구 풍량	요구대비 비율
QCooling	CLC-CWR 550	56.8KW	12000CMH	15,336CMH	78%
Liebert	PCW-PH110	121.4KW	32,700CMH	32,778CMH	100%
Hairf	P2000U/D	20.3	5,600CMH	5,481CMH	102%
범양	SVU 250T	65.1KW	13,500CMH	17,577CMH	77%
Century	HT-A15GG4	58.14KW	10,800CMH	15,598CMH	69%
에이알	PA030-C1ST	105.49KW	19,800CMM	28,482CMH	70%

표 1 상용 패키지 CRAC 의 풍량 비교

### 2) 공조 에너지(쿨링 에너지)의 절감

데이터 센터에서의 에너지 절감 요구가 증가되면서 주된 에너지 절감 시도가 공조부분에서 이루어진다.

- 차폐구조의 적용
- 고온 냉수 Chiller 적용
- Economizer 채택
- Built in type Cooling Coil

이러한 새로운 시도는 필연적으로 공조 자동제어의 새로운 알고리즘을 필요로 하며, 자동제어 알고리즘의 구현은 전통적으로 설비 제조사에서 담당해 왔으며, 주로 PLC 나 DDC 방식으로 구현되어 왔다.

공조설비 제조사는 전문 소프트웨어 개발사에 비해 UI 설계나 프로그램 구현부분에서 부족할 수밖에 없고, PLC 나 DDC 의 경우 개발 인력이 제한적이며 사소한 개선이나 업그레이드를 위해서도 원 제조사에 의존할 수밖에 없는 불편함이 존재한다.

### 3장. 적용 기술의 소개

#### 3-1 DCIM

2 장에서 언급한 바와 같이 실제 현장 상황이 충실히 반영된 구조의 DCIM 을 구축을 위한 본 프로젝트에서 구축되는 DCIM 을 설명한다.

우선 상용 DCIM 솔루션에서 부적합한 요소나 부족하다 판단되는 요소들에 대한 개선이 필요한데, 그 내용은 아래와 같다.

##### 1) 대용량 수집 데이터에 대한 빠른 응답시간

에너지 효율 향상 및 정확한 진단을 위해 최근의 데이터 센터에서는 환경 감시를 위한 센서의 수량이 매우 많아졌다. 그런 이유로 대형 데이터 센터의 경우 센서의 수가 수 천개 이상에 이르기 때문에 수집되는 데이터의 양도 엄청난 규모가 된다.

이러한 대규모 데이터에 대한 조회 성능은 사전에 충분히 고려되어 설계되지 못하는 경우 데이터가 누적될수록 조회 성능이 저하되어 실질적 사용 불능상태까지도 초래한다.

이용자의 체감 응답성능은 Request 후 화면이 완성되기 까지의 소요시간으로 3 초가 넘어가면 성능에 문제가 있다고 여기게 되므로, 데이터에 대한 조회 응답시간은 2 초 이내에 이루어 질 수 있는 성능을 유지해야 한다.

##### 2) 외부 시스템과의 연동

데이터 센터 Business 관점의 솔루션이 DCIM 은 균형 잡힌 종합적 상황의 파악이나 분석을 위해 DCIM 외의 타 시스템과의 연동이 필요하다. 예를 들어, IT 장비들에 대한 종합 정보를 관리하는 CMDB 나 고객관리 시스템과의 연동이 요구된다. 그러나 연동대상 시스템은 소스코드가 없는 상용 시스템이거나, 개발된 지 오래되어 연동을 위한 소스코드 수정 가능자를 찾을 수 없는 경우가 허다하게 발생된다.

이런 요인으로 인해 외부 시스템과의 연동에 제한이 만들어지면 DCIM 은 원래 추구하던 목적에 모자라는 제한적 솔루션에 머무를 수밖에 없다. 따라서 이러한 환경에서의 외부 시스템과의 연동을 위한 방안이 필요하다.

##### 3) 불필요한 단순 통합 회피

많은 DCIM 들이 DCIM 도입만으로 데이터 센터 Infra 의 모든 요소들을 감시/관리할 수 있다고 설명한다. 그러나 현장의 사용자 상황이 고려되지 못하는 단순한 통합은 개별 설비의 접근 단계만 늘어나는 결과를 낳는다.

DCIM에서는 전력설비, 쿨링 설비뿐만 아니라 보안용 CCTV와 화재감시 기능까지도 통합하고 있지만, 실제 사용자 환경에서는 통합의 대상이 되지 못한다. 대형 데이터 센터의 경우 전력설비나 쿨링 설비 및 Space 관리 등의 데이터 센터 주요 자원의 관리조직이 사용하는 공간과 CCTV와 출입통제 등을 담당하는 보안조직이 사용하는 공간이 구분되어 있을 뿐 아니라, 보안조직에서 사용하는 감시 및 관리 화면은 데이터 센터 설비 관리용 화면과는 완전히 별개이다. 또한 감시용 화면은 상시 모니터링을 위해 고정 출력되는 형태이기 때문에 화면 조작을 통해 다른 기능으로의 전환이 불필요하다.

또 다른 예로서, 데이터 센터의 화재 조기 경보를 위해 사용되는 VESDA 시스템의 경우 상시 감시를 위해 VESDA 감시 화면을 상시 띄워 놓게 되는데, 이를 굳이 DCIM의 하부 기능으로 통합해야 할 이유가 없을 뿐 아니라, 통합 자체도 VESDA 감시 시스템으로부터 정보를 받아 보여주는 단순 릴레이 기능이기 때문에 이 또한 DCIM으로의 통합이 불필요한 요소가 된다.

통합이 연계성이 있는 정보들의 종합적 판단이나 감시를 위함이 아니라 기능의 통합이 되는 경우, 메뉴의 Depth만 늘어나는 현상으로 귀결된다.

#### 4) 사용자 단말 S/W

많은 DCIM의 구조가 C/S 모델을 취하고 있고, 이용자는 DCIM 사용을 위해 전용 S/W를 설치해야 한다. 또한 이 Client S/W는 Copy 당 License 방식의 비용이 적용되기 때문에, 많은 이용자가 사용해야 하는 환경에서는 과도한 비용 지출을 야기한다. 더구나 휴대 단말을 이용한 접근까지 지원하기 위해서는 휴대 단말용 앱을 별도로 개발해야 하는 부담이 있다. 이러한 C/S 모델의 불편함 해소를 위해 DCIM의 UI는 Web Interface 방식이 적합하다.

#### 5) 확장성

데이터 센터들은 그 규모에서 많은 차이를 보일 수 있으며, 하나의 데이터 센터의 경우에서 순차적인 단계로 확장해 나가는 경우가 많다. 이런 규모나 순차적 확장의 경우에 최적의 규모로 두루 적용할 수 있는 구조의 DCIM 솔루션이 드물다. 확장성과 효율 최적화를 위한 모듈라 방식의 데이터 센터 구조가 증가하는 추세에 맞춰 DCIM 또한 이에 맞는 모듈라 방식의 구조를 택할 필요가 있다. 그러지 못한 경우 기본적으로 최대 규모에 맞춰 설계되어야 하기 때문에 상당시간 과도한 사양의 DCIM으로 운영되어야 하는 낭비요인으로 작용한다.

#### 6) 통합 모니터링 및 관리에 의한 위험성

DCIM이 데이터 센터 인프라 Management이지만 실제로는 데이터 센터 인프라 Monitoring System이다. 감시와 관리 기능을 모두 제공한다고 하지만 실제 구조에서 관리를 위한 대상 설비로의 관리 가능 레벨까지의 Drill-Down해 들어가면 관리는 DCIM의 기능이 아니라 DCIM으로 모니터링이 통합된 설비 관리 시스템 레벨에서 이루어지기 때문이다. 이는 각각의 설비에 대한 관리(제어 조정)는 설비별로 다양하며, 다양한 설비 별 관리기능까지를 DCIM 솔루션이 제공하는 것은 아니기 때문이다. 또한 DCIM에서 직접 설비 관리가 가능하도록 구성하는 것은 보안 측면에서 매우 위험한 결과를 야기한다.

DCIM은 그 효율 극대화를 위해 설비 운영과 관리, IT 운영과 관리, 기획, 마케팅, 영업에까지 널리 활용되어야 하기 때문에 DCIM에 대한 접근 권한자는 매우 폭 넓게 존재한다. 비록 ID 별 접근 권한을 별도 설정한다 하더라도 이러한 방식은 큰 위험성을 내포할 수밖에 없다. 예를 들어 UPS의 제어는 데이터 센터의 가용성에 직접적인 영향을 미치는 행위인데 이런 관리 기능이 접근권한 부여자가 많은 DCIM에서 이루어지게 되면 ID 관리 오류만으로도 데이터 센터는 위험에 노출되는 결과를 낳는다. 따라서 DCIM은 종합적인 모니터링과 리포팅 및 분석 기능으로 제한하고, 설비에 대한 관리는 각 설비 관리 시스템을 통해서 이루어 지도록 구성하는 것이 안전하고 유리하다. 각 설비관리 시스템의 접근 권한은 소수의 관련자에게만 부여되기 때문이다.

### 적용 솔루션 소개

소개하는 DCIM 솔루션은 위에서 언급한 일반 DCIM 에서의 이슈를 해결하고, 실제 현장에서의 적용에 적합한 구조와 기능 및 성능을 갖추었다.

#### 1) 단순 통합 회피

<실제 현장에서 사용조직과 사용 용도가 구분되는 영역의 통합 제외>

DCIM 은 데이터 센터 Infrastructure 에서 전력계통, 공조계통, 상면관리 등 데이터 센터 관리조직 및 데이터 센터 Business 관리자에게 필요한 영역으로 구성된다.

상시 화면으로 운영되며 조직이 구분되는 보안관련 CCTV 와 출입통제는 DCIM 과 별도로 구성되는 방식을 택한다. 화재 감시는 VESDA 솔루션의 감시 화면을 사용하여 DCIM 으로의 통합에서 제외하되, 이상 발생 시 Event 만 수신하여 표시하는 방식으로 구성한다.

IT 관리를 위한 SMS(Server Management System), NMS(Network Management System), SMS(Storage Management System) 등의 Tool 은 데이터 센터 설비 관리 조직과는 별도의 IT 전문 조직이 사용하는 Tool 이므로 DCIM 으로의 통합에서 제외한다. 단지 데이터 센터의 전반적 현황 파악을 위해서는 IT 장비에 대한 상세 내역 정보를 관리하는 CMDB 와의 연동을 통해 DCIM 의 Dash board 로 표현한다.

#### 2) 모듈러 구성

데이터 센터의 규모나 순차적 확장 방식에 상관없이 최적의 규모 단위로 구성되며 확장성을 가질 수 있는 MSA(Micro Service Architecture) 구조를 채택한다.

MSA 구조는 다음과 같은 특징을 가진다.

- 단독으로 실행 가능
- 독립적으로 배포 가능
- 시스템 규모와 복잡성에 대한 관리
- 서비스를 충분히 작은 크기로 나누어 개발
- 상호 연계를 통해 좀 더 복잡하고 거대한 시스템 생성
- 서비스의 양과 복잡성 뿐만 아니라 스케일링에도 높은 자유도
- 클라우드 컴퓨팅이나 고확장성 시스템의 요구조건에 부합

MSA 구조의 DCIM 은 데이터 센터의 규모나 순차적 확장에 맞춰 적정 사이즈의 독립적인 시스템으로 구성되어 통합되는 구조를 취한다. 이를 통해 각 데이터 센터의 여건에 맞는 최적의 모듈러 형 DCIM 을 확보할 수 있다.

컨테이너 개념을 이용하여 구현되는 MSA 시스템의 전체 구성도는 다음과 같다.

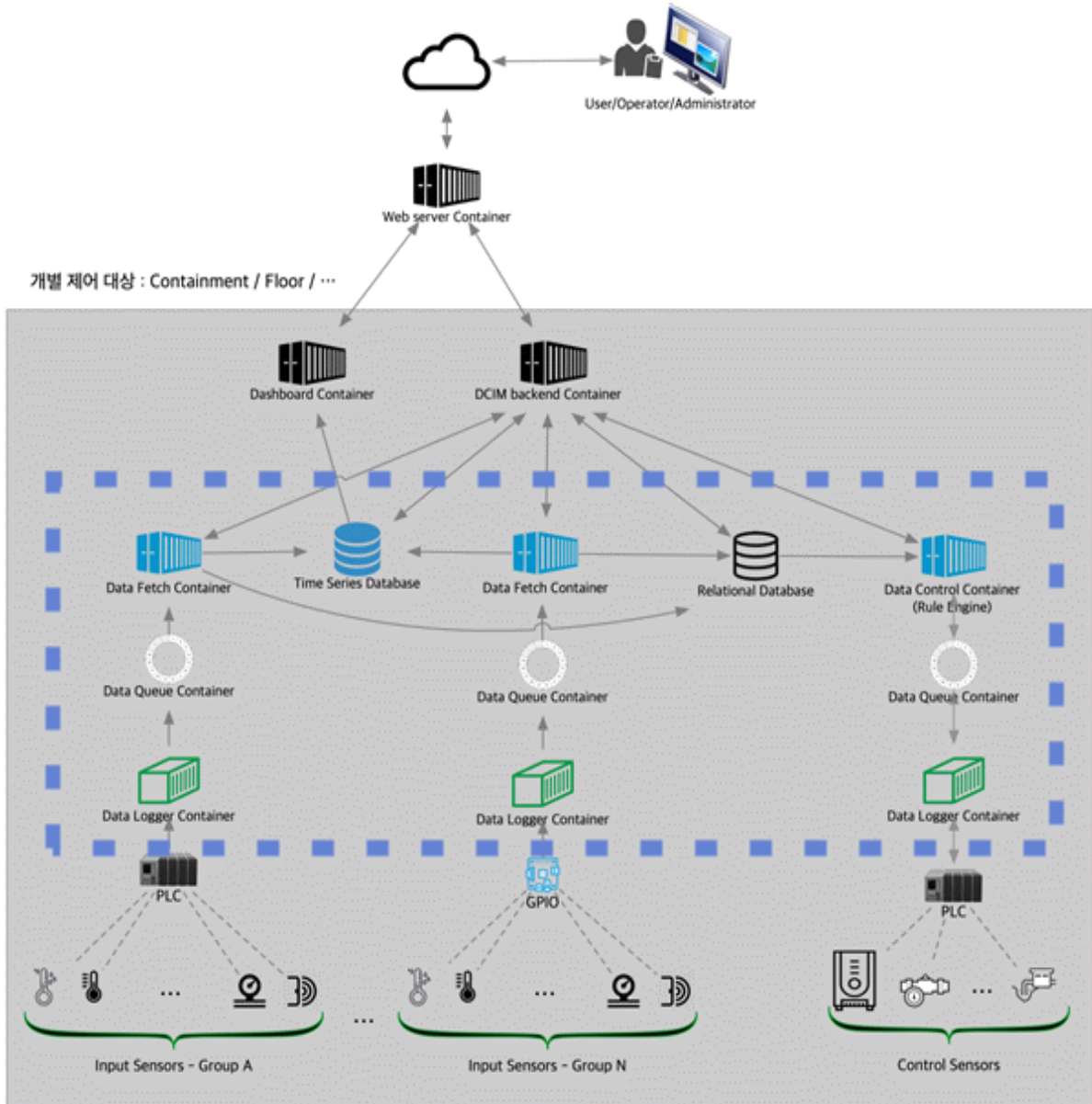


그림 3 MSA 구조도

3) 대용량 수집 데이터 환경에서의 빠른 응답시간 확보

20 개 Rack 단위로 구성된 Containment 당 센서의 수는 약 60 개 수준에 이르며, 5,000 Racks 규모의 데이터 센터라면 15,000 개 이상의 센싱 point 가 존재한다.

각 센서당 데이터 수집 주기를 10 초라고 가정하면 초당 1,500 개의 Data 가 수집되어야 하며, 하루 동안 129,000,000 개의 데이터가 쌓이게 된다. 이런 규모로 축적되는 대량의 Data 에 대해 임의의 조건에 따른 데이터 조회의 응답시간은 심각한 문제를 야기할 수 있다. 예를 들어 이런 규모의 데이터에 대한 특정 Containment 의 지난 1 년간의 사용 전력 추이를 분석하는 경우, 해당 Containment 의 1 년 동안의 전력 데이터를 조회해야 하는데, 응답시간이 10 초 이상씩 걸린다고 하면 이는 사용하기 어려운 시스템일 수 밖에 없다.

또한 많은 상용 DCIM 이 대형 데이터 센터에 적용 시 이러한 성능 문제를 보이고 있다. DCIM 의 성능 문제를 해결하기 위해서 몇가지의 방법을 사용한다.

우선 데이터 센터의 계측 데이터 조회는 모두가 시계열 데이터라는 점에 착안하여, Law Data 에 대한 관리를 통상적인 RDB 가 아닌 시계열 DB 를 사용하는 점이다.

또 하는 한가지는 Law Data 는 몇 개월 이상씩 저장하기에는 그 규모가 너무 크다. 각 센싱 데이터의 사이즈가 Time Stamp/Identity /Value 를 포함하여 64byte 라고 가정할 때 5,000Rack 규모의 데이터 센터에서 하루 축적되는 데이터의 양은 10Giga Bytes 에 육박하기 때문에 긴 시간 보관하는 것은 비 효율적이다.

이런 이유로 일정 기간이 경과한 Law Data 는 통계데이터화 하여 관리하는 방식을 택한다. 즉 각 센서별로 10 초마다 계측된 데이터는 1 시간 단위, 1 일 단위 평균/최저/최고 값으로 관리한다. Law Data 는 상세 분석을 위해서만 필요하고, 트렌드 분석이나 지난 시간과의 비교 분석 등을 위해서는 통계 데이터만으로도 충분히 가능하기 때문이다.

#### 4) 외부 시스템과의 연동

DCIM 이 추구하는 목표의 달성을 위해서는 데이터 센터 인프라에서 직접 수집되는 Data 와 상면관리 기능의 데이터 외에도 외부 시스템과의 데이터를 함께 필요로 한다. 예를 들어 A 고객이 사용하는 상면현황을 조회하는 경우 우선 고객 "A"에 대한 고객 DB 조회가 필요해진다. 이를 위해서는 DCIM 이 고객관리시스템과의 연동이 필요하다. 또 다른 예로서는 2개월 후 활용 가능한 Resource 현황을 조회하려 하는 경우, 향후 2개월 이내에 예정된 추가 인입 고객과 IT 장비와 철수되는 고객과 IT 장비 내역을 필요로 한다. 이러한 데이터의 DCIM 이 아닌 다른 시스템에서 관리되는 데이터이기 때문에 결국 DCIM 은 외부 시스템과의 연동이 요구된다.

그러나 불행하게도 연동이 필요한 외부시스템이 DCIM 과의 연동을 위한 Source 레벨의 수정이 불가능한 경우가 많다. 예를 들어 상용 시스템의 경우 Source code 를 제공하지 않을 뿐 아니라 수정 요청이 개발사에 받아들여 질 수 있을지 여부를 알 수가 없다. 또한 개발된 지 오래 되어 개발자를 찾을 수 없는 경우에도 마찬가지이다. 이러한 여건의 시스템의 경우 소스 레벨의 연동 개발이 불가능하기 때문에 연동 대상 시스템을 손대지 않고 데이터 연동을 할 수 있는 방법이 필요해진다.

이를 위해서는 RPA(Robotic Process Automation) 기술을 사용이 필요하다.

연동 대상 시스템이 개선이나 수정은 불가능하지만 현재 사용되고 있는 시스템이기 때문에 사용자가 접근하여 데이터를 조회하는 것은 가능하다. 이렇듯 사용자가 데이터를 조회하는 기능을 로봇 소프트웨어 기술을 통해 데이터 연동목적으로 적용하는 것이다. RPA 는 최종사용자 관점에서 규칙 기반 비즈니스 프로세스로 설계되어 사람 대신 단순 반복 작업을 수행하는 어플리케이션으로 연동 대상 시스템의 사용자 프로세스를 스크립트화 하여 만들어 진다.

RPA 는 개요는 단순하지만, 시스템에서 발생할 수 있는 모든 가능한 환경에 대한 대응이 준비되어야 프로세싱이 중단되는 현상을 피할 수 있기 때문에 간단히 개발될 수 있는 영역은 아니다.

#### 5) User Interface 방식

대다수의 상용 DCIM 솔루션은 Client/Server 모델로 구성되어 이용을 위해서는 이용자 단말에 전용 Client 프로그램이 설치되어야 한다. 통상적으로 Client 프로그램은 License 방식의 과금을 택하고 있기 때문에 DCIM 을 폭넓게 활용하기 위해서는 그만큼 Client License 가 많이 필요해지며, 그만큼 많은 비용이 지불되어야 할 뿐 아니라, 단말의 교체나 노트북을 통한 원격지에서의 활용 등에서 어려움을 겪기 쉽다.

그런 이유로 이용자의 Interface 는 전용 프로그램이 아닌 Web Interface 로 구현되어야 다수가 활용함에 있어 유리해지고, 단말의 교체나 노트북으로의 사용 등에 있어 편리함을 얻을 수 있다. 또한 현장에서의 확인작업이나 영업활동을 위한 외부에서의 휴대 단말을 통한 활용 등에 있어서도 표준 HTML 5 로 구현된 User Interface 가 많은 장점을 가진다.

#### 6) 감시와 관리의 분리

DCIM의 적극적인 활용을 위해서는 데이터 센터 운영이나 관리자 외에서 IT, 기획, 영업, 마케팅 등 다양한 조직과 인력이 사용을 해야 한다. 예를 들면 추후 증설 시점 및 증설 규모의 예측을 위한 기획부서에서의 활용이나, 영업 대상에게 직접 화면을 통해 데이터 센터의 현황을 보여주면서 설명을 하는 영업에서의 활용 등이 그 예이다.

그렇듯 DCIM의 접근은 범위가 넓을 뿐 아니라 대상자도 많기 때문에 보안 측면에서는 취약할 수밖에 없는 특성을 가진다. 한편 데이터 센터 설비(UPS, Chiller 등)는 잘못된 조작 시 치명적인 손실을 초래하는 요인이 되기 때문에 크리티컬한 설비에 대한 관리는 매우 엄격하게 관리될 필요가 있다. 이렇듯 DCIM의 폭넓은 접근 요구와 설비 관리의 엄격한 접근 제어는 상호 배타적인 특성을 가지기 때문에, 감시와 관리는 분리되어 구성될 필요가 있다.

즉 DCIM은 데이터 센터 현황의 모니터링/분석/리포팅의 목적으로 활용되며, 설비의 변경이 가능한 관리기능은 DCIM에서 분리하여 개별 설비 관리 시스템에서만 이루어지도록 해야 한다. 또한 DCIM과 설비 관리 시스템은 네트워크에서도 분리하여, Public Internet으로의 접근 통로를 가지는 Network과, 내부에서만 접근 가능한 Private Network으로 구분하여 구성되어야 한다.

물론 편의성을 위해 DCIM에서의 Drill Down을 통한 개별 설비 관리 시스템으로의 접근통로를 구성하는 것은 가능하지만 이 경우 관리 시스템 접근에서 필히 재 인증과정을 거칠 뿐 아니라 Private Network에 연결된 단말에서만 접근이 허용된다.

UPS나 발전기 및 Chiller 등과 같은 주요 설비는 자체 Controller가 존재하거나, 해당 설비를 감시/관리하는 전용 EMPS(Equipment Management System)이 존재하는 경우가 많다. 이런 경우 DCIM에서 해당 설비의 상태정보를 수집하는 방식은 EMS와의 연동을 통해 이루어지기 때문에, 감시와 관리를 분리하고 별도 Network으로 구성하더라도 관리 시스템과 DCIM 간에선 Dual Homed Network을 통해 Process 간 통신이 이루어지도록 구성한다.

### DCIM 기능의 Grouping

DCIM을 구성하는 주요 기능 그룹은 아래와 같이 이루어진다.

#### 1) Back End 기능

##### ■ 데이터 수집 및 관리 기능

- 이용자에게는 감추어진 기능이면서 가장 중요한 기능
- 많은 센서나 actuator 등으로부터의 센싱 데이터를 수집하고 관리하는 기능을 수행
- 초당 수천개 이상의 데이터를 Loss 없이 수집할 수 있어야 하며, 수집 상황을 실시간 감시할 수 있어야 함.
- 수집 데이터 중 오류 데이터(노이즈 등에 의한 왜곡 데이터)를 걸러내는 Filtering 기능
- 수집 보관된 Law Data에 대한 자동 통계 데이터 처리

##### ■ WAS

- Front End 기능 실행을 위한 Back End의 요청에 대한 DB 조회 응답 기능
- WAS 기능이 포함된 Web Page의 응답속도의 문제는 대부분 WAS 응답 성능에서 결정됨
- 대량의 데이터에 대한 2초 이내의 응답 성능 지원

- 외부 시스템 연동 기능
  - 이미 사용 중인 외부 시스템에 대한 수정없는 데이터 연동 지원
  - 시스템별로 상이한 User Interface 에 쉽게 Mapping 시킬 수 있는 스크립트 생성 기능

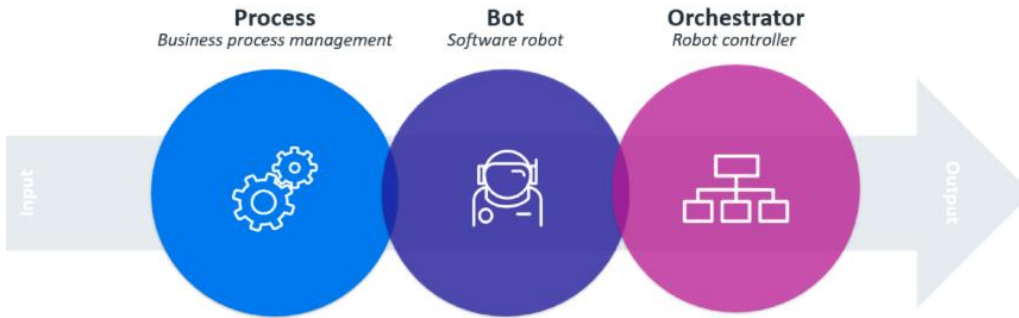


그림 4 RPA 흐름도 | Reference : Micro Focus

2) Front End 기능

■ Dash board 기능

- 상황실의 Wall Screen 을 통해 상시 Monitoring 되는 내용들의 표시
- 운영자의 조작 없이 고정된 화면 또는 자동 Rotation 화면으로 동작
- 다수의 공통 관심 내용 또는 중요 핵심 정보의 표시
- 가독성이 중요하기 때문에 GUI Interface 로 주로 표시
- 에너지 효율, Resource 사용현황, 외기 상태, 등 중요한 전체 요약 정보 표시
- 주요 설비 별 모니터링
- Event 모니터링

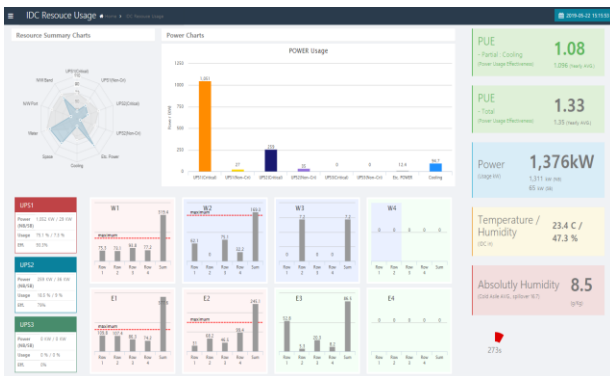


그림 5 Dash Board(전체 요약)



그림 6 Dash Board(Operation Status)



그림 7 Dash Board(Environment Status)

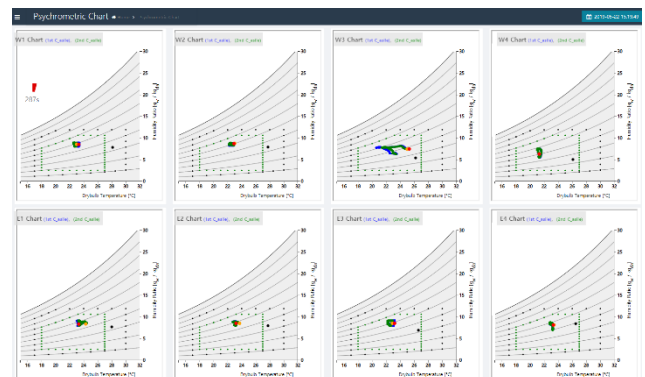


그림 8 Dash Board(Psychrometric Chart)



그림 9 Power Phase Balance

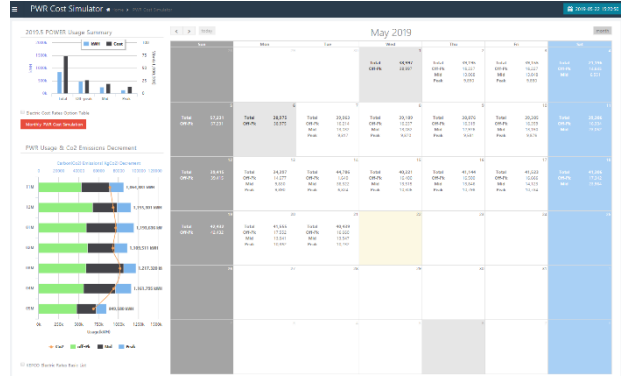


그림 10 전기료 Simulation

DCIM Sample Image Source : 판교 NHN Cloud Data Center 에 구현한 DCIM Screen Capture

- Operator Monitoring 기능
  - 각 설비 별 운영자의 Desk 모니터를 통해 감시되고 조작되는 기능
  - 설비 별 전체 상태 요약 정보부터 가장 detail 한 정보 확인까지의 Drill-Down
  - 운영자의 화면 조작을 통해 감시 및 관리를 위한 접근 통로 제공 화면
- Reporting 기능
  - 일/주/월/분기/년/수시 등 필요에 의한 정기/비정기 Report 생성
  - Predefined Template 사용
  - Template 편집 기능
- Analysis 기능
  - 축적된 대량은 계측 데이터는 다양한 목적으로의 분석에 활용
  - Resource 의 소진 경향 분석을 통해 증설 시점 및 Capacity Planning
  - 변경 내역 관리 History 분석을 통한 Change Management

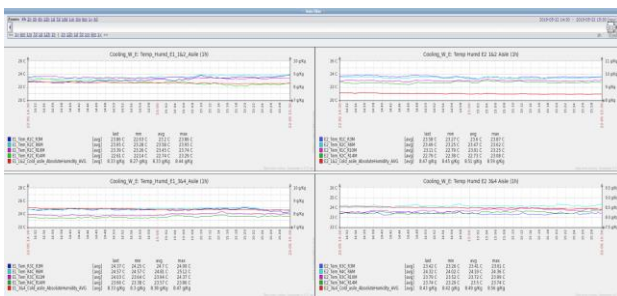


그림 11 전산실 온/습도 추이 분석



그림 12 공조 Fan Speed 변화 추이 분석

DCIM Sample Image Source : 판교 NHN Cloud Data Center 에 구현한 DCIM Screen Capture

- DCIM 관리 기능
  - 메뉴 관리 기능
  - 사용자 관리 기능
  - 접근 제어 관리 기능

### 3-2. 공조 자동 제어

데이터 센터의 공조 제어는 전산실 공조환경의 변화에 따른 제어 방식의 변경이 필요하며, 일반적으로 사용되고 있는 자동제어 구성방식에서의 비효율성 개선의 필요성이 존재한다.

또한 공조에서의 제어 수준에 따라 동일한 여건에서 최대 15%까지의 효율 개선 효과가 나타날 수 있기 때문에 이런 점을 고려한 최적의 제어가 가능한 알고리즘 구현이 요구된다.

#### 1) 전산실 공조 환경의 변화

2장에서 설명되었듯이 Hot Aisle 과 Cold Aisle 간의 차폐구조 도입은 공조제어에서의 근본적인 변화를 요구한다.

Cold Aisle 로 공급되는 냉기는 차폐환경으로 인해 IT 장비를 거치지 않고서는 Hot Aisle 로 갈 수 있는 통로가 없다. 즉 냉기의 Bypass 나 배기의 Recirculation 통로가 존재하지 않는다. 이 말은 공급되는 공기의 양이 IT 장비들의 시스템 팬의 풍량에 연동되어 제어되어야 한다는 의미이다.

Rack 에 마운트 된 IT 장비들의 시스템 팬의 풍량 합계는 이론적 계산이 불가능하다. 모델별로 풍량이 다르고, 동일 모델에서도 부하율에 따라 풍량이 달라지기 때문이다. 따라서 요구되는 적정 풍량의 감지를 위한 방법이 필요해진다.

실시간으로 변화하는 요구 풍량의 감지는 Cold aisle 과 Hot aisle 간의 공기압의 차이로 이루어질 수 있다. 즉 IT 장비의 전면부(Air Intake)와 후면부(Air exhaust) 간의 공기압 차이가 발생하지 않도록 급기량을 제어하는 방식이다.

차압 센서의 센싱 값은 매우 빠른 속도의 상하 변화의 형태로 나타나므로 실시간 차압 값으로서 제어는 과도한 제어 변화를 나올 수 있다. 따라서 센싱된 차압 값을 기초로 제어하더라도 일정 시간 텀을 두고 평균값으로 제어하거나, 혹은 일정 제어 주기 텀 동안의 제어 기준값 상하 허용폭을 벗어나는 지 여부로서 제어하는 것이 적절하다.

상용 패키지 CRAC 을 사용하는 경우 Fan 은 CRAC 의 구성요소로 만들어 지고, Fan 의 제어가 요구 풍량에 근거한 제어 방식이 아닌 온도에 기초한 제어 방식이나 고정 속도로 동작하는 경우가 많기 때문에, 차폐구조에서는 필히 팬 제어가 전산실의 요구 풍량에 기초하여 제어되도록 구성되어야 한다.

즉 Fan 의 제어는 CRAC 의 구성요소로 제어되는 것이 아니라 전산실 상태에 따라 독립적으로 제어된다. 공급 풍량이 부족한 경우 IT 장비에 역압이 형성되기 때문에 필요한 만큼의 공기가 소통되지 못하여 과열현상을 나올 수 있고, 공급풍 량이 과도한 경우 불필요한 에너지 낭비요인이 된다.

전산실 공조용 Fan 에서 소비되는 전력은 IT 부하의 약 4%수준까지 떨어질 수 있기 때문에, Fan 의 선정이나 제어에서 이 수준의 에너지 효율을 확보하지 못하는 경우 개선의 여지가 있다고 판단해야 한다.

## 2) 습도의 제어

전산실의 공조가 Closed Path 로 순환되더라도 누기에 의해 시차를 두고 외기 절대습도에 수렴되기 때문에 외기의 습도상태가 습도 상한을 넘는 경우 제습이 필요한 환경이 된다.

국내의 기후환경(서울 기준)은 연중 4 개월 정도의 기간(6 월 ~ 9 월)은 외기의 습도조건이 ASHRAE 의 데이터 센터 Guideline Recommended A1 Class 에서 규정하는 습도 상한(이슬점 온도 15°C)를 넘는다. 따라서 연중 3 분의 1 동안에는 제습이 필요하기 때문에 제습 에너지의 관리가 공조에너지 효율에 큰 영향을 미친다.

쿨링용 코일의 표면온도가 낮은 경우(대부분의 재래식 쿨링의 공급 냉수 온도는 7°C 전후)는 쿨링 코일에서 제습도 함께 이루어 지기 때문에, 별도의 제습코일이 불필요하며, 제습 제어도 불필요하다. 그러나 최근 에너지 효율 향상을 위해 도입되고 있는 고온 냉수 방식(공급 냉수 18°C~20°C)의 경우 코일의 온도가 습도 상한 이슬점 온도인 15°C보다 높기 때문에 제습이 이루어지지 않으므로, 제습을 위한 설비가 별도로 필요해진다.

다양한 제습 방식 중에 가장 보편적으로 사용되는 방식은 응결에 의한 제습이다. 이 방식에서의 응결 프로세스는 전산실 공기가 우선 응결이 일어날 수 있는 조건인 포화상대습도 상태로 냉각이 된 후 이후부터 응결이 일어난다. 따라서 제습용 coil 로 인입되는 공기는 가능한 상대습도가 높은 상태의 공기일수록 유리하므로, 쿨링이 이루어 지는 후단에 제습용 코일이 배치되어야 유리하다. 또한 제습용 코일을 통과하는 공기는 냉각 후 응결의 단계로 이루어지므로, 가능한 제습용 코일에 닿아 있는 시간이 길수록 유리하다. 따라서 제습용 코일을 통과하는 유속은 거의 0 에 가깝게 제어되는 것이 제습 에너지 효율 측면에서 유리하다.

또한 제습코일의 가동으로 실내의 습도 조건이 범위 안으로 들어오게 되면 제습코일의 가동이 중지하게 되는데, 이 경우 코일의 표면에 맺혀 있는 물방울(코일의 표면적이 넓기 때문에 기화가 빨리 일어남)로 인한 가습현상이 발생되는데, 가습의 속도를 낮추기 위해 제습코일 전후에 댐퍼를 설치하여 가동 중단 시 코일로 공기가 소용되지 못하게 하여 기화를 최소화하는 방법도 채택될 수 있다. 이런 구성에서는 제습의 제어에서 댐퍼까지 함께 제어되어야 한다.

습도 제어에서 가습의 경우 에너지 소비가 매우 적고, 워낙 단순하게 제어될 수 있는 부분이어서 별도의 설명은 생략한다.

## 3) 풍량/온도/제습/가습 독립제어

전통적으로 CRAC 을 통해 일괄적으로 제어되어 왔던 풍량과 온도 및 습도 제어 방식은 각각 독립적인 제어 방식으로 바뀌어야 한다. 그 이유는 풍량의 경우 위에서 설명했듯이 온도나 습도에 기초한 제어가 아닌 Aisle 간 공기압 차이에 기초한 제어가 이루어져야 하고, 온도와 습도의 제어는 기존의 Return Air 계측값 기준이 아닌 IT 장비에 공기가 공급되는 Cold Aisle 의 온/습도 상태를 기준으로 제어되어야 하기 때문이다. 또한 고효율 고온 냉수 방식의 CRAC 가 채택됨으로서, 온도 제어 설비와 습도 제어 설비가 별도로 구성되기 때문이다. 독립제어 방식은 제어 알고리즘의 복잡성을 회피하고, 동일 설비 단위로 제어 동기화가 용이한 이점을 가진다.

## 4) Server 기반 High Level Language 구현 제어 시스템

전통적으로 자동제어 시스템으로는 PLC 나 DDC 가 사용되어 왔고, 가전과 같은 소형 설비에는 Micom 이 사용되어 왔다.

그러나 PLC 나 DDC 의 경우 호환성이 부족하여, 모델이 바뀌는 경우 새로운 코딩이 요구되며, 개발자가 소수이며 전문 기업에 대부분 속해 있기 때문에, 변경이나 개선을 위해서는 개발사의 도움을 필요로 한다.

또한 PLC 와 DDC 에서 사용되는 Language 의 수준이 낮기 때문에 제조사에서 제공되는 함수 외의 복잡한 로직의 구현은 매우 어렵다.

이러한 불편함을 해소하기 위해 서버에서 동작하는 High Level Language 로 제어 알고리즘을 구현하는 방식을 택한다. High Level Language 로 구현하는 경우 사용 기업 또는 조직에서 개발 가능한 인력을 보유하고 있을 수도 있고, 쉽게 확보가 가능하다는 장점과 함께, 복잡한 로직의 구현이 용이하다는 장점을 가진다. 서버 기반의 제어 방식은 네트워크와 서버라는 장애 발생 가능 요소가 추가되는 것이므로 안정성 측면에서의 리스크를 가질 수 있지만, 이는 제어 서버와 네트워크를 리던던트 구조로 설계하면 회피할 수 있는 요소이다.

운영과정에서 축적된 데이터의 분석을 통해 효율을 개선하기 위한 알고리즘 수정 필요성이 발생하게 되는데, PDC 나 DDC 의 경우 이미 구축이 완료된 이후이기 때문에 수정을 위한 해당 업체 또는 해당 개발자의 수급이 매우 어려운 경우가 많지만, High Level Language 의 경우 사소한 변경(일부 상수 값의 변경이나 로직의 단순한 변경)의 경우 직접 처리할 수가 있다.

자동제어의 핵심은 제어 기준 값으로의 빠른 안정화인데, 이를 위한 알고리즘으로는 주로 PID 제어 알고리즘이 사용된다. PID 제어 알고리즘은 P 와 I, D 상수 값의 설정에 의해 동작이 결정되는데, 최적의 P,I,D 상수 값은 운영과정의 결과를 보고 조정되어지면서 맞추어 진다. 문제는 최적의 상수 값이 외부 기후 상태의 변경에 따라 달라지기 때문에, 지속적인 조정이 요구된다는 점이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 축적된 데이터의 분석을 통한 Machine Learning(Self Learning) 기능을 적용하여 외기의 변화에 자동으로 최적의 상수 값으로 조정되는 로직을 채택한다. 초기 가동 시 일반적인 Default 상수 값으로 설정한 채로 운영을 시작하면, 제어 결과값의 분석을 통해 최적의 상수 값으로 자동 조정되는 과정을 지속적으로 수행하게 되어, 외기 변화에 따른 최적의 상수 값으로 자동 조정되어 운영된다. 이런 최적화 알고리즘은 에너지 사용의 최적화로서 귀결되어 에너지 효율을 높일 수 있다.

#### 4장. 적용 기술의 예측 및 평가

본 문서에서 소개하는 솔루션의 1 차 버전은 실제 데이터 센터에서 구현되어 사용되고 있기 때문에, 적용 결과에 대한 평가는 실 데이터 센터에서의 결과로서 설명 가능하다.

적용된 데이터 센터는 IT 부하 6,000KW 규모의 데이터 센터로 전력밀도 8.8KW/Rack 이 600 개 구성된 모듈러형 데이터 센터이다.

공조 방식은 간접기화 쿨링을 사용하고 있으며, 하절기 간접기화 쿨링만으로 쿨링이 부족한 조건에서는 DX 쿨링이 보조적으로 사용된다. 또한 DX 는 쿨링의 목적보다는 제습의 목적으로 주로 가동되는 결과를 보인다.

2 년 간의 운영 결과로 나타난 공조 에너지 효율, 즉 Cooling Partial PUE 는 1.096 을 나타낸다. 이 값은 1 년간의 누적 평균값이며, 하절기 DX 가 가동되는 시점에는 1.2~1.4, 그 외 계절에서는 1.04~1.07 수준의 Cooling Partial PUE 성능을 보인다. 이 수준의 공조 에너지 효율은 서울지역 기후조건에서 달성 가능한 이론적 최고 효율에 근접한 값이며, 구축된 자동제어 시스템이 매우 효율적임을 증명한다.

물론 이 수준의 에너지 효율 달성을 위해서는 건축물의 구조까지 최적의 조건을 확보할 수 있어야 하므로, 모든 형태의 데이터 센터에서 달성 가능한 수치는 아니다.

에너지 효율을 결정하는 가장 큰 요소는 공조 설비이며, 그 다음으로는 전산실 구조, 그 다음이 자동제어의 최적화 수준이기에 여기에서 설명하는 자동제어만의 결과는 아니지만, 자동제어의 최적화 수준이 최고 수준에 근접하지 않으면 달성할 수 없는 수치이기에 구성 제어 방식의 성능을 입증한다고 볼 수 있다.

DCIM 은 시계열 Open Source 를 활용하여 개발하였으며, 자체 개발 인력 1 명인 1 년의 기간 동안 개발한 결과이다.

이 수준과 이 규모의 시스템 개발을 개발인력 1 인과 기획 1 명이 구축하기 위해서는 매우 높은 수준의 개발능력을 보유해야 한다는 전제가 필요하며, 통상적으로는 4 명 규모의 개발조직이 1.5 년 정도 소요될 규모의 시스템이다.

사용 결과 1 년치 데이터 조회 응답시간 2 초의 성능을 확인할 수 있고, 1 일 수집 Data 양은 약 10Gbyte, 관리 데이터의 총 규모는 800Gbytes 수준이며, Law Data 보관 주기 1 개월, 통계 데이터 보관 주기 1 년으로 관리된다.

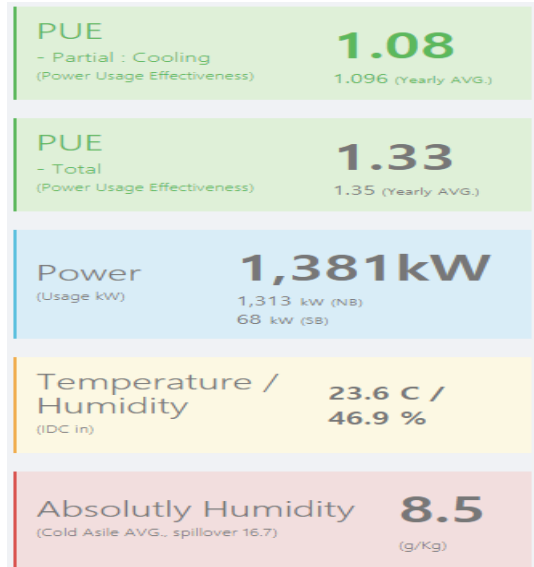


그림 13 실제 운영결과 PUE(NHN 판교 실측)

특히 Psychrometric Chart 로 표시되는 전산실 온/습도 상태 모니터링은 기존 어떤 DCIM 에서도 채택하지 않았던 매우 효율적이고 가독성이 높은 표시 방식이다.

보안실에서 보안조직이 사용하는 CCTV 및 출입통제 시스템은 DCIM 과 별도로 구성했고, 소화 감지를 위해서는 독립적인 VESDA 감시시스템이 독립적으로 사용되고, 소방 수신반에서 알람 이벤트가 발생하는 경우 이를 받아 DCIM Dashboard 화면에 긴급 알람 형태로 표시된다.

전산실 상면관리 시스템은 독자 시스템이면서 DCIM 의 하부 시스템으로 구성되고, 외부 시스템과의 연동을 위해 RPA 기술이 적용되었다.

실 사용자의 사용 평가에서 데이터 센터의 모든 설비 및 상면 사용 현황을 상시 확인 가능하다는 점에서 높은 만족도를 보이지만, 단지 고객에게 제공되는 상면상태 정보(온/습도 상태, Rack 별 전력 사용 상태)는 지나치게 상세하다는 점 때문에 요약 화면으로 별도 가공되어 제공될 수 있도록 수정되었다.

본 시스템을 신축 데이터 센터 또는 기존 데이터 센터의 리빌딩시 적용한다면, 설비 형태에 따라 달라지겠지만, 최소한 주어진 설비 여건 상에서는 달성 가능한 최고 수준의 효율성과 이용 편의성 확보가 가능할 것으로 예측한다.

## 5장. 결론

데이터 센터는 서비스를 위한 기반 시설이라는 점에서 데이터 센터의 관리는 서비스 관점에서 관리될 필요가 있다. 따라서 데이터 센터를 서비스 관점에서 관리하기 위한 툴이 필요 해지며, 이런 목적의 시스템이 DCIM 이다. 따라서 DCIM 의 선택이나 구축 시 이러한 목적을 확실히 이해하고 판단할 필요가 있다. 상용 DCIM 솔루션의 경우 범용으로 활용될 수 있도록 개발되었기 때문에 각 사용자 입장에서는 불필요한 요소와 과도한 요소가 동시에 존재할 수 있다. 또한 기존에 사용 중이 타 시스템과의 연동이 필수적인데, 기존 시스템을 건드리지 않고 연동할 수 있는가 하는 점은 매우 중요한 판단 요소이다.

DCIM의 선택과 구축에 있어 필요한 요소들만으로 구성하여 최적화하는 것과, 구축에 요구되는 제약사항들을 얼마만큼이나 회피할 수 있는 가를 염두에 두어야 하며, 이러한 점에 근거하여 구축한 DCIM이 본 문서에서 소개하는 솔루션이다.

데이터 센터는 상상 이상의 엄청난 전기 에너지를 소비하는 시설이다. 220V 40A 밀도의 Rack 하나(8.8KW/rack)가 일반 아파트 20 가구에서 사용하는 전력을 사용한다. 즉 2개의 Rack이 사용하는 전력이 10층 아파트 한 동이 사용하는 전력량에 맞먹는다. 이런 이유로 데이터 센터의 에너지 효율성은 매우 중요한 판단 기준이 되고 있고, 이러한 경향은 앞으로 점점 더 강화되는 추세에 있다. 이 점이 DCIM의 필요성을 부각시키는 한 요소이기도 하다. 즉 기존의 방식과는 다른 보다 상세한 계측을 통해 에너지 소비 현황을 정확하게 파악하고 절감 요소를 찾아 낼 수 있는 기능을 지원할 수 있어야 한다.

데이터 센터의 공조자동제어는 그동안 설비제조사 중심으로 개발되어온 한계가 있다. 즉 설비의 동작에 대한 이해도는 높으나 소프트웨어 개발 수준은 개발 전문업체에 비해 뒤쳐질 수밖에 없는 한계를 가진다. 이런 약점을 보완하고, 최적화된 제어를 통한 에너지 효율향상을 위한 시도가 요구되며, 이러한 요구를 바탕으로 구현된 공조 자동제어 시스템이 본 문서에서 소개된 솔루션이다.

공조 자동 제어는 데이터 센터별로 대상 공조 시스템이 상이할 수 있기 때문에, 쿨링 설비 전체에 대한 자동제어 시스템이 될 수는 없다.

쿨링 설비가 어떤 방식이든 무관하게 전산실 내에 구축되는 CRAC에 대한 제어에 관한 솔루션이다.

쿨링 설비는 냉수식, 직팽식, 공랭식, 수냉식, 직접기화, 간접기화, Air Side Economizer, Water Side Economizer 등 매우 다양한 조합으로 구성될 수 있기 때문에 해당되는 쿨링 설비의 자동제어는 별도로 구성되어야 하며, 본 문서의 대상에서는 제외된다.

데이터 센터 환경과 요구의 변화를 적극적으로 수용하고, 변화가 미미했던 설비제조 분야의 타성을 깨고 새로운 시도가 다양하게 이루어지는 계기가 될 수 있기를 기대하며 문서를 마감한다.