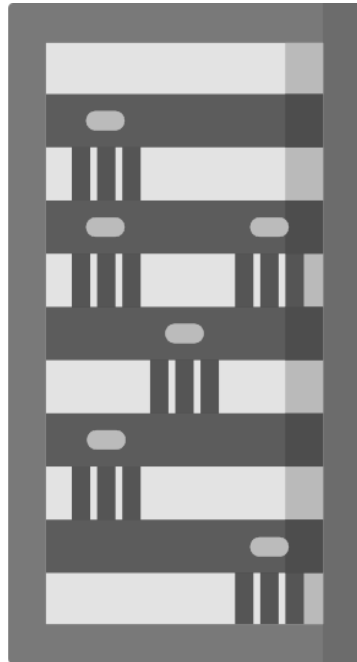
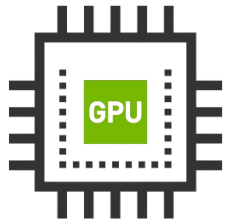


Data Center Infra. Consulting

# **Power Design Proposal For GPU Server**

# Contents



1. Overview
2. GPU Server 운영 환경 주요 이슈
  - 2.1 Trouble Shooting : 전원 분전 회로 구성 방안
  - 2.2 Trouble Shooting : Cooling Type별 구성 방안
3. Power Design For Nvidia GPU Server
  - 3.1 DGX A100
  - 3.2 DGX H100
4. Case Studies
  - 4.1 기존 전산실 활용
  - 4.2 독립 전산 환경 구축
5. Why DEFOG
6. Our Solutions

# 1

## Overview

AI나 ML(Machine Learning) 등 High Performance Computing 작업을 위한 전산시스템 도입이 활발해 지면서, 이들 GPU Server 장비들이 안정적으로 운영될 수 있는 전산 인프라 구성의 필요성 대두되고 있습니다.

그러나 기존에 운영 중인 전산 인프라에서의 GPU Server 운영 환경 구축 시 인프라 설비 요구조건의 큰 차이로 인해 많은 제약 및 한계에 직면하고 있는 게 사실입니다.

디포그는 GPU Server를 도입하고자 하는 기업 또는 기관들이 GPU Server가 요구하는 운영 조건을 충족하고 안정적으로 운영될 수 있는 인프라 설비를 쉽고, 효율적으로 구성할 수 있는 Total Solution Guide 를 제시하고자 합니다.

### 목적

- 주력으로 사용되고 있는 NVIDIA DGX Server 군의 인프라 요구 조건을 분석하여 구축 대상 Site의 인프라 설비의 적용 가능 여부 판단
- 다양한 인프라 설비 환경을 가진 대상 사이트에 적용 가능한 GPU Server용 Total 인프라 Solution 제시

### 대상

- GPU Server 구성을 위한 적절한 환경 구축이 필요한 기관 및 기업
- 기존 전산실을 활용한 GPU Server 운영 환경 구성에서의 제약이나 한계를 극복할 수 있는 방안을 필요로 하는 기관 및 기업
- GPU Server 운영 환경에 대한 정확한 해석과 근거에 기반한 환경 구성 계획에 대한 적정성을 확인하고자 하는 기관 및 기업

# 2

## GPU Server 운영 환경 주요 이슈

## GPU Server 구성을 위한 두가지 주요 환경 요소

- 1) Server의 전원시스템이 요구하는 조건을 충족할 수 있는 전원 공급 회로의 구성
- 2) 높은 전력밀도(열밀도)를 지원할 수 있는 쿨링 시스템 구성

### 1) 전원 회로 구성

- 현 시점에서 가장 많이 사용되고 있는 대표적인 GPU Server로는 NVIDIA의 DGX A100과 DGX H100 모델이 있으며, 이들 장비의 요구 특성의 사전 이해 필요
- DGX A100 model의 경우, 전원시스템이 2N redundant topology를 채택하고 있기에(3+3), 최소 독립된 Dual Path의 전원회로 구성이 필요
- DGX H100 model의 경우, 전원시스템이 4+2 redundant topology를 채택하고 있으므로, 최소 독립된 3개의 전원 회로 구성이 필요
- PDU 선정과 구성은 구성이 용이하고 경제적인 용량으로 선택해야 하며, 전원 회로 간 밸런스와 Phase 간 밸런스가 잘 유지될 수 있는 회로 구성을 선택해야 함

### 2) 쿨링 시스템 구성

- 랙당 서버 구성 수량에 따라 랙 전력밀도가 달라지므로, 지원 가능한 쿨링 용량에 맞추어 랙 당 구성 수량을 선정
- 상황이 허락하는 경우 A100 모델의 경우 랙당 3대, H100 모델의 경우 랙당 2대 구성으로 랙당 전력밀도를 20kW 전후로 구성하는 것이 쿨링시스템 구성이나 전원 회로 구성에 있어 가장 용이하고 경제적임
- 상용 CRAC/CRAH의 경우 쿨링 용량 대비 팬 풍량이 상대적으로 부족하므로 쿨러의 용량 선정을 팬 풍량을 기준으로 해야 함
- 쿨러 Type은 Room cooling 방식과 Row단위 쿨링 방식 및 랙 단위 쿨링 방식이 가능하며, 동일 공간에 전력 밀도 편차가 큰 경우 Room 쿨링 방식으로는 열밀도 편차에 대응하는데 한계가 있음

NVIDIA DGX Server Model별 Specification							
Model	RU	Max. Power	Delta T	kW당 공조량	PSU당 용량	PSU 구성 수량	PSU Redundant Requirement
A100	6RU	6.5 kW	10.6 °C	4.64 CMM	3.3 kW	6 ea	Min. 3 PSU Active
H100	8RU	10.2 kW	11.0 °C	4.45 CMM	3.3 kW	6 ea	Min. 4 PSU Active

※ A100 model의 System Spec. 상 Fan 80% PWM조건에서 ΔT는 13.9°C로 표기되어 있으나, CFD 분석 자료에 의한 Delta T 값 적용

## Model별 Rack PDU 구성 고려 사항

- PSU Redundant condition
- PDU Capacity
- Path 및 Phase Balance

## PSU Redundant condition

NVIDIA DGX Server Model별 Specification				
Model	Max. Power	PSU당 용량	PSU 구성 수량	PSU Redundant Requirement
A100	6.5kW	3.3kW	6ea	Min. 3 PSU Active
H100	10.2kW	3.3kW	6ea	Min. 4 PSU Active

- A 100 Model의 경우 6개의 PSU 중 3개 까지의 PSU 장애에 대응 가능 하므로 Dual Path 구성으로 2N Redundant 확보 가능
- H 100 Model의 경우 6개의 PSU 중 2개 까지의 PSU 장애에 대응 가능하므로 최소 3개의 독립된 Path 구성이 필요



### PDU Capacity 및 Spec

- Rack PDU의 사양과 용량 및 구성 수량은 Rack당 수용 Server 수량과 Server Model에 따라 상이함
- Server Model에 따른 Rack당 구성 수량 별 요구 용량 및 최선의 PDU 구성 방안 참조

PDU당 용량				
단상	220V	32A	7.04kW	63A Receptacle은 32A 대비 용량비보다 더 높은 비용이 요구되며, 케이블의 굵기로 인해 구성 및 관리가 어려우므로, 가능한 32A 용량 사용을 권고
	220V	63A	13.86kW	
삼상	380V	32A	21.06kW	
	380V	63A	41.46kW	

### Path 및 Phase Balance

- Rack PDU의 사양과 용량은 Rack당 수용 Server 수량과 Server Model에 따라 상이하므로 Server Model별 Rack Mount 계획에 대한 사전 시뮬레이션을 통한 PDU 수량 및 사양을 결정해야 함

Model	System Max. Power	PSU Capacity	PSU 수량	Redundant Topology	Min. Power Path 수	Path별 요구 용량
DGX A100	6.5kW	3.3kW	6ea	2N	2paths	6.5kW
DGX H100	10.2kW	3.3kW	6ea	2+1	3paths	5.1kW



Raided Floor를 통한 Cold Air Supply 구조에서의 구성 조건 분석							
Model	Rack당 Server수량	Rack당 최대 전력	Rack당 요구 풍량	SA 최대 유속	Perforated Tile 개구율	Cold Aisle Tile 수	Rack당 공급 가능 공조량
A100	2 대	13.0kW	60.32 CMM	3 m/sec.	65%	2 매	64.8 CMM
	3 대	19.5kW	90.48 CMM	3 m/sec.	65%	3 매	97.2 CMM
	4 대	26.0kW	120.64 CMM	3 m/sec.	65%	4 매	129.6 CMM
H100	2 대	20.4kW	90.68 CMM	3 m/sec.	65%	3 매	97.2 CMM
	3 대	30.6kW	136.02 CMM	3 m/sec.	65%	5 매	162.0 CMM
	4 대	40.8kW	181.36 CMM	3 m/sec.	65%	6 매	194.4 CMM

## 구축 환경

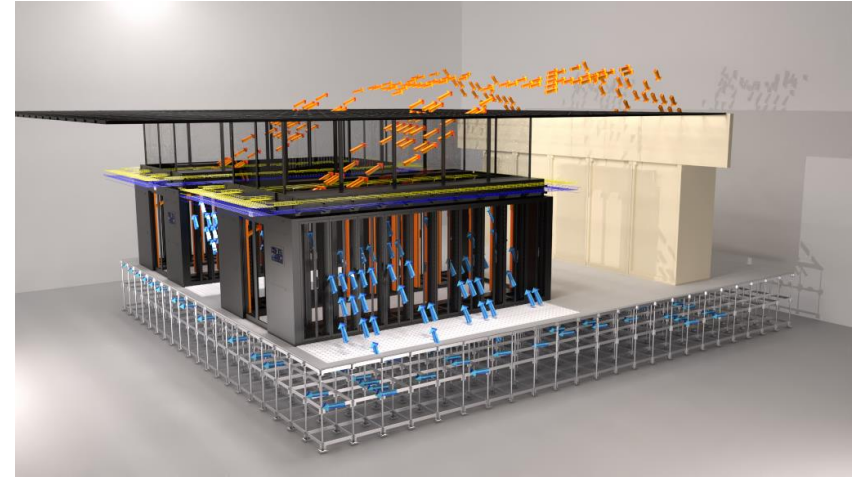
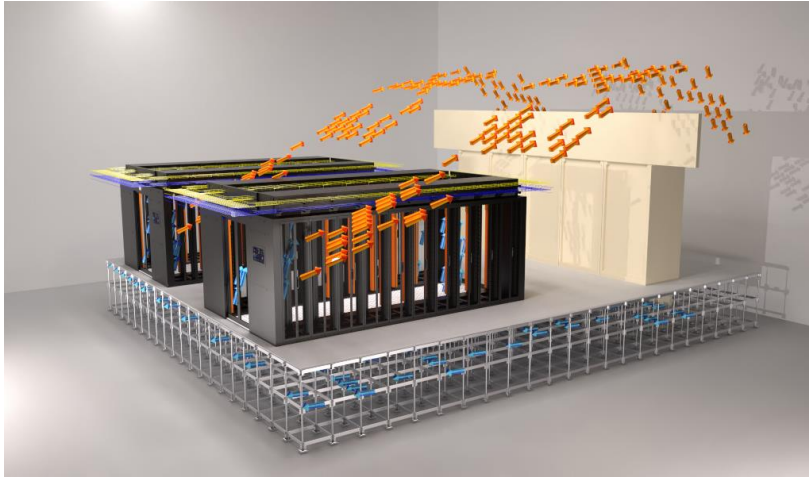
- 많은 데이터 센터 또는 전산실에 적용되어 있는 이중마루(Raised Floor) 환경에서의 구축 적정성 분석

## 적용 기준

- 찬공기는 바닥의 타공타일(Peforated Tile)을 통해 Rack의 전면으로 공급되며, 타공타일의 개구율은 최대 65% 수준임
- 타공타일을 통과하는 공기의 최대 유속은 벤츄리 효과(Venturi Effect)가 발생되지 않게 하기 위해 초속 3m/sec. 로 설정

## 이슈

- 기 구축되어 있는 환경을 이용할 수 있으나, 총 냉방용량에서 GPU Server zone에 할당될 수 있는 용량이 충분한지 여부와 GPU Server zone 외의 영역에서 운영되는 IT 장비들과의 공조량에 대한 충돌이 발생하지 않는 지 확인 필요
- 찬공기가 공급되는 냉복도(Cold Aisle) 타공 타일 폭이 2장(1.2m)인 경우 가능한 구성은 Rack 당 A100 Server 2대 설치 구성만 가능
- GPU Server 사용자 다수가 선호하는 구성인 Rack 당 A100 Server 4대나, Rack 당 H100 Server 2대 구성을 위해서는 필요한 냉복도의 폭이 과도하게 넓어짐(기존의 통상적인 냉복도 폭은 1.2m ~ 1.8m)
- 상부 Ceiling을 통해 더운 공기를 Cooler로 Return하는 경우 필요한 열복도(Hot Aisle) 폭은 냉복도의 75% 수준
- 이중 마루 하부에 급기용 공간, Ceiling 상부에 Return air Plenum이 구성되어야 하므로 건물의 층고가 최소 7m 이상 요구됨
- Room 단위 Cooling 방식으로, 부하와는 Loosely Coupled Control 방식이므로 동일 공간에 기존 IT 장비 운영 영역과 GPU Server 운영 영역이 공존하는 경우 큰 전력밀도의 편차에 대한 대응력 부족(고부하영역 냉방 부족, 저부하영역 냉방 과다)



### 구성 방식

- 이중마루를 통한 냉기 공급, Cold Aisle Containment
- Side 또는 천정 상부를 통한 공기 Return
- 상용 Package Type 쿨러

### 장점

- 없음

### 단점

- Rack 전력밀도가 높아지면서 냉복도의 폭이 비례하여 커지게 되어 고밀도 랙 적용의 장점이 상쇄됨
- Room 단위 쿨링 방식으로 기존의 다른 저밀도 랙과 동일 공간에 구성하기가 어려움
- 전력 밀도 편차에 대응하기 어려움
- 상용 패키지형 쿨러의 배치 공간이 부족해 짐

Side Supply, Return Ceiling Plenum 구조에서의 구성 조건 분석								
Model	Rack당 Server수량	Rack당 최대 전력	Rack당 요구 풍량	SA 최대 유속	Cold Aisle Width	Ceiling Height (Clearance)	Aisle당 공급 가능 풍량	열당 최대 Rack수
A100	2대	13.0kW	60.32 CMM	3 m/sec.	1.9m	3.5m	1,206.4 CMM	10 racks
	3대	19.5kW	90.48 CMM	3 m/sec.	2.9m	3.5m	1,809.6 CMM	10 racks
	4대	26.0kW	120.64 CMM	3 m/sec.	3.8m	3.5m	2,412.8 CMM	10 racks
H100	2대	20.4kW	90.68 CMM	3 m/sec.	2.9m	3.5m	1,813.6 CMM	10 racks
	3대	30.6kW	136.02 CMM	3 m/sec.	4.3m	3.5m	2,720.3 CMM	10 racks
	4대	40.8kW	181.36 CMM	3 m/sec.	5.8m	3.5m	3,627.1 CMM	10 racks

## 구축 환경

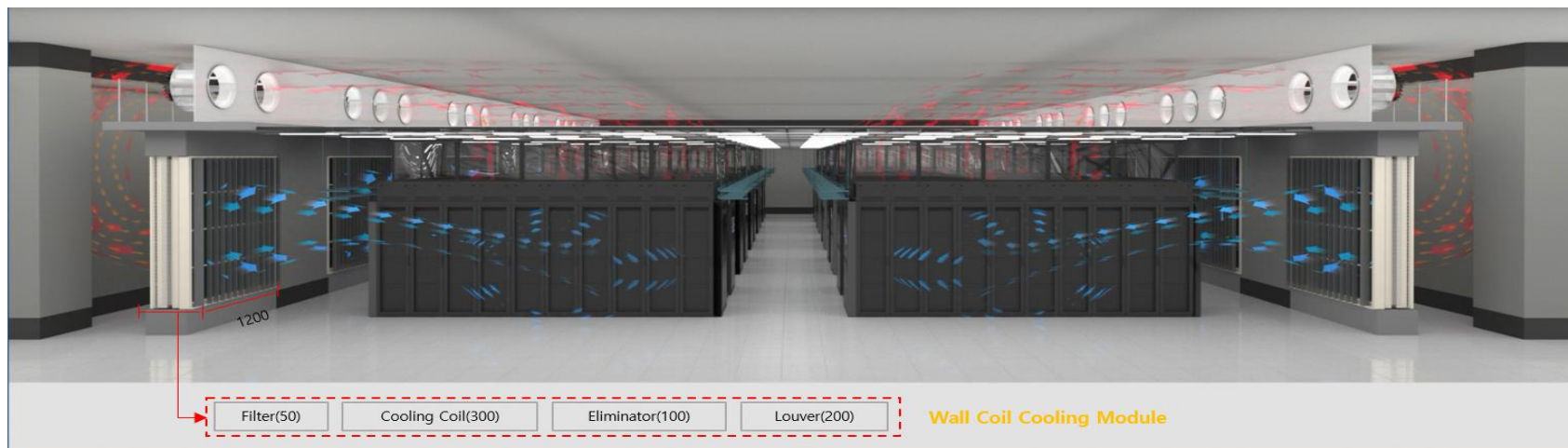
- 근래에 구축되는 데이터 센터에서 흔하게 적용되고 있는 Cooling 방식
- 열복도 차폐 구조에서 냉복도를 통해 냉기가 공급되고 Rack을 통과하면서 더워진 열기는 천정 상부로 Return되는 방식

## 적용 기준

- 냉복도 기준으로 마주보는 두개의 rack 열은 냉복도를 공유하며, 이 냉복도를 통해 공급되는 냉기가 두개의 Rack 열의 IT 장비를 통해 인입되므로, 냉복도의 단면적 크기와 전력밀도에 따라 열당 배치 가능한 Rack 수가 제한됨
- 전산실의 천정 높이는 통상 4.5m가 넘을 수 있지만 Rack 상부에 배치되는 통신 트레이나 분전회로 들로 인해 공기 흐름을 가로 막고 있기 때문에 냉기가 공급 가능한 Clearance 기준의 높이는 3.5m 수준임
- 냉복도를 통해 냉기가 인입될 때의 최대 유속은 벤츄리 효과가 발생되지 않게 하기 위해 초속 3m/sec. 로 설정

## 이슈

- 필요한 냉기 총량 = 열당 구성되는 Rack수와 Rack당 전력밀도로 결정  
공급 가능한 냉기 총량 = 냉복도 폭과 높이에 의해 결정됨
- 냉복도의 폭으로 공급 가능 냉기 총량이 결정되기에 이 범위 내에서 총 IT 전력용량이 결정되어야 함
- 냉복도 통로폭 1.8m(통상) 배치의 경우, Rack 당 A100 Server 2대 구성시 열당 9개의 Rack 구성 가능, Rack 당 H100 Server 2대 구성시 열당 6 Rack구성 가능
- 선호되는 Rack당 4대의 A100 또는 Rack당 2대의 H100 Server 구성의 경우, 열당 10개 Rack을 구성하기 위한 냉복도의 폭은 A100이 3.8m, H100이 2.9m가 필요하여 통상적인 통로 폭보다 큼
- Ceiling 상부에 Return air Plenum이 구성되어야 하므로 건물의 층고(보 하단까지의 높이)가 최소 6.5m 이상이어야 함
- 고부하영역 냉방 부족, 저부하영역 냉방 과다 가능성 존재(Room 단위 Cooling)

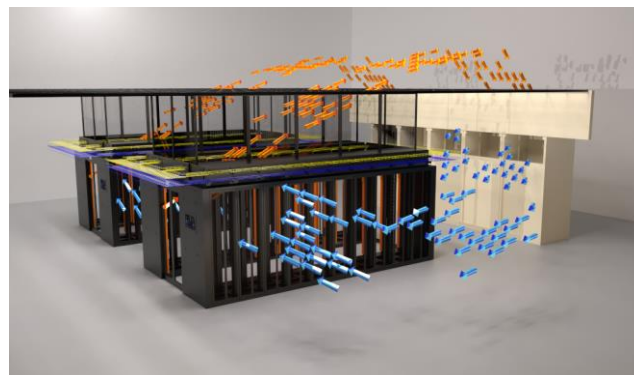


### 구성 방식

- Hot Aisle Containment,
- **Wall Type 쿨러 : Side Air Supply, 천정 상부로 Air Return**
- Structured Ceiling Air Plenum

### 장점

- 이중 마루 구성 불필요
- 일반통로의 Cold Aisle화
- IT 장비와 Cooling 설비 공간의 분리로 유지보수 시의 물리적 보안 위험 방지



### 단점

- Containment 단위의 제어가 가능하지만, 기본적으로는 Room 쿨링 방식이므로 큰 편차의 전력밀도는 허용되지 않음
- 전력밀도가 높아질 수록 냉복도의 폭이 커지거나 열당 배치되는 Rack 수가 제한됨

Side Supply, Return Ceiling Plenum 구조에서의 구성 조건 분석								
Model	Rack당 Server수량	Rack 당 최대 전력	Rack당 요구 풍량	SA 최대 유속	Cold Aisle Width	Ceiling Height (Clearance)	Aisle당 공급 가능 풍량	열당 최대 Rack수
A100	2대	13.0kW	60.32CMM	3 m/sec.	1.9m	3.5 m	1,206.4 CMM	10racks
	3대	19.5 kW	90.48CMM	3 m/sec.	2.9m	3.5 m	1,809.6 CMM	10racks
	4대	26.0 kW	120.64CMM	3 m/sec.	3.8m	3.5 m	2,412.8 CMM	10racks
H100	2대	20.4 kW	90.68CMM	3 m/sec.	2.9m	3.5 m	1,813.6 CMM	10racks
	3대	30.6 kW	136.02CMM	3 m/sec.	4.3m	3.5 m	2,720.3 CMM	10racks
	4대	40.8 kW	181.36CMM	3 m/sec.	5.8m	3.5 m	3,627.1 CMM	10racks

### 구축 환경

- Cooling Unit이 IT Rack 사이에 배치되는 구조로, 열복도 차폐 구조로 구성되며 고밀도 부하까지 지원이 가능함
- Cooling Unit으로의 배관을 위한 이중마루 구성이 필요
- 부하와 Cooling이 Rack 열 단위로 Tightly Coupled 되어 있으므로 부하 편차가 큰 환경에서도 대응이 용이함

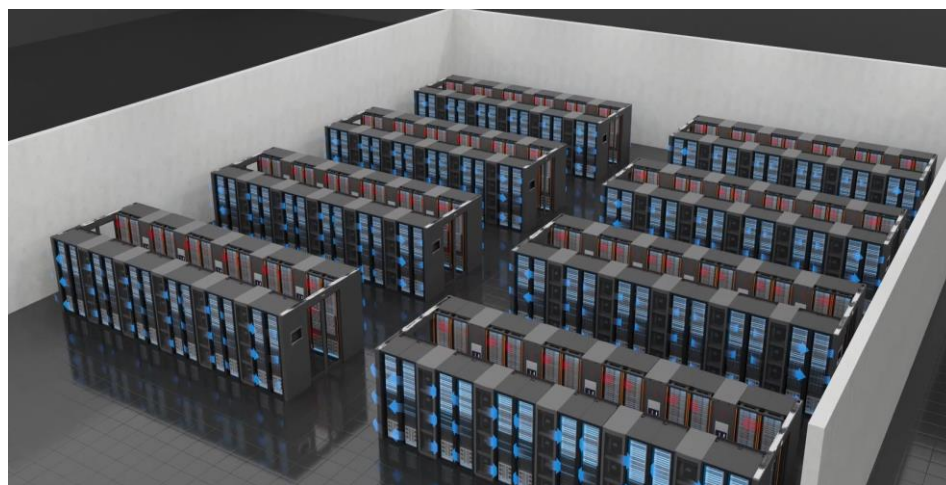
### 적용 기준

- In-Row Cooler는 IT Rack 전력밀도에 따라 Cooler의 풍량기준 Cooling 용량을 넘지 않도록 IT Rack수와 Cooler수의 비율을 맞추어 배치
- Cooler 들 간의 Redundancy를 위해 Cooler 용량의 80% 수준에 맞추어 IT Rack 전력용량 적용

### 이슈

- GPU Server용 Rack의 전력 밀도가 거의 20kW 전후로 고밀도이므로, IT Rack대 Cooler의 비율이 1:1에 가까움
- IT Rack 수량 만큼 Cooler도 함께 배치되어야 하므로 IT Rack 배치 수량이 제한될 수 있음
- Rack 열 단위의 Cooling이므로 부하 편차가 큰 환경에서도 용이하게 대응
- 상용 Cooler의 경우 냉복도/열복도 간의 차압을 기반으로 한 Fan Speed 제어가 가능하도록 제어프로그램 수정이 필요





### 구성 방식

- Hot Aisle Containment,
- In-Row Cooler

### 장점

- Rack당 5kW 이하의 저밀도 부터 Rack당 30kW 고밀도 까지의 환경에 유연하게 적용
- 공기의 소통 경로가 최단거리로 공조 효율 향상
- Row 단위 Tightly Coupled Control 방식이므로 Containment 단위의 전력 밀도 편차에 유연하게 대응 가능(기존 저밀도 Rack 환경에서의 구성이 용이)

### 단점

- IT rack가 나란히 Cooler rack이 구성되기에 동일 용량 구성에서 Rack 열의 길이가 길어짐(작업 동선이 길어짐)
- Cooler로의 배관을 위한 이중마루 필요 > 이중마루 구성 필요성은 단점이지만, 추후 Rack당 40kW가 넘는 초고밀도 환경을 위한 Liquid Immersion Cooling으로의 전환 유연성에서 장점이기도 함

Rear Door Cooler 구조에서의 구성 조건 분석								
제조사	Model	Cooling Capacity	Air Volume	Type	풍량기준 용량	IT Rack당 Cooler수	Rack 당 A100 Server 구성 수량	Rack 당 H100 Server 구성 수량
Usystems	CL20-C14	55.0kW	114.1CMM	냉수식	24.3kW	1ea	3대	2대
	CL20-C18	80.0kW	137.0CMM	냉수식	29.1kW	1ea	4대	2대
STULZ	RBW B0	18.8kW	80.0CMM	냉수식	17.0kW	1ea	2대	1대
	RBW C0	32.3kW	100.0CMM	냉수식	21.3kW	1ea	3대	2대

## 구축 환경

- IT Rack의 후면에 Cooling Door를 설치하는 방식의 냉각시스템
- 부하와 Cooling이 Rack 단위로 Tightly Coupled 되어 있으므로 각 Rack별로 부하에 맞추어진 Cooling 제어
- 전산실 내부 전체 공간이 모두 냉복도화 되며, 별도의 Containment 구성이 불필요하고 Rack 배치가 자유로움

## 적용 기준

- 기본적으로 Cooler당 IT Rack이 1:1로 대응하므로 IT Rack의 최대 전력 밀도는 17 ~ 24kW/rack
- IT Rack의 전력 밀도가 Cooler의 용량 대비 60% 미만인 경우 Rear Door Cooler 적용은 적합하지 않음
- IT Rack의 전력밀도가 Cooler 용량대비 60~70%인 경우 IT Rack 3개당 2대의 Cooler 적용 가능
- Cooler 들 간의 Redundancy를 위해 Cooler 용량의 80% 수준에 맞추어 IT Rack 전력용량 적용

## 이슈

- IT Rack의 전력밀도가 20KW 전후인 경우 가장 우수한 Cooling Solution임
- Rack 단위의 Cooling이므로 부하 편차의 영향을 받지 않음
- Rack의 후면으로 배출되는 더운 공기는 Rack의 상부와 측면으로 Rack 전면부로 공기의 흐름이 이루어 지므로, Rack 상부에 최소 1M이상의 공간 필요
- 상용 Cooler의 경우 IT Rack의 전/후면 간의 차압을 기반으로 한 Fan Speed 제어가 가능하도록 제어프로그램 수정이 필요



### 구성 방식

- No-Containment, No-Ceiling,
- Rack당 1대씩의 Rear Door Cooler 구성

### 장점

- Rack당 20kW 이상의 고밀도에 적합
- Rack 단위 Tightly Coupled Control 방식이므로 전력 밀도 편차와 Layout에 무관하게 구성 가능
- 기존 저밀도 Rack 환경에서의 구성이 용이
- Containment 구성이 불필요

### 단점

- 초기 구축 비용이 높음
- Rack 당 20kW 이하 전력밀도에는 비효율적
- Cooler로의 배관을 위한 이중마루 필요 > 이중마루 구성 필요성은 단점이지만, 추후 Rack당 40kW가 넘는 초고밀도 환경을 위한 Liquid Immersion Cooling으로의 전환 유연성에서 장점이기도 함

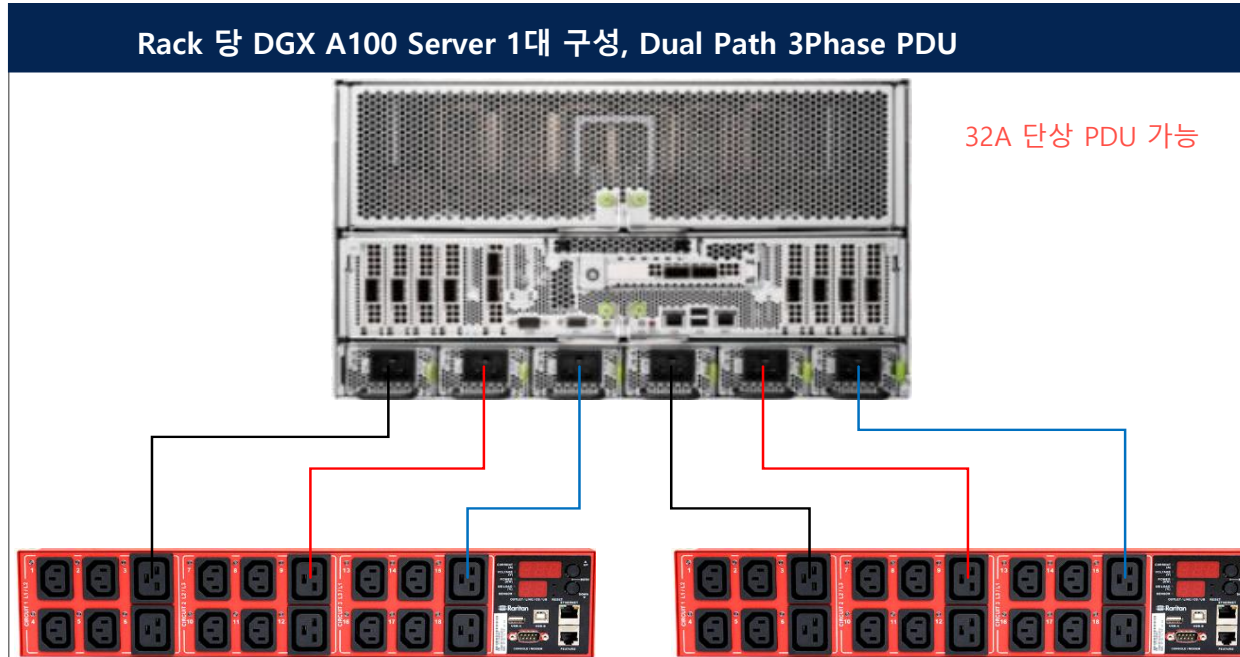


# 3

## Power Design For Nvidia GPU Server

### Rack당 Server 1대

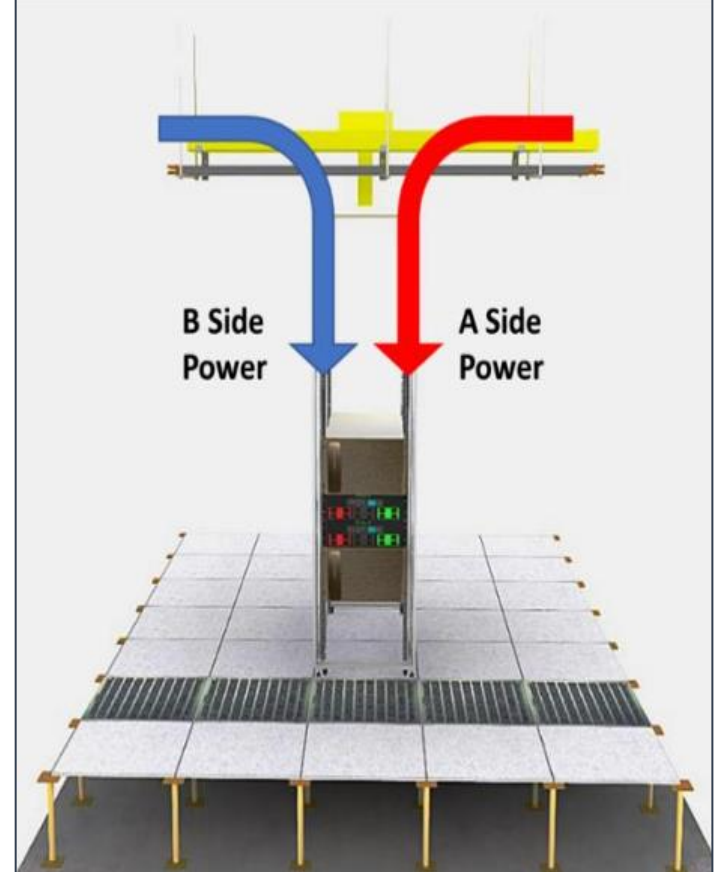
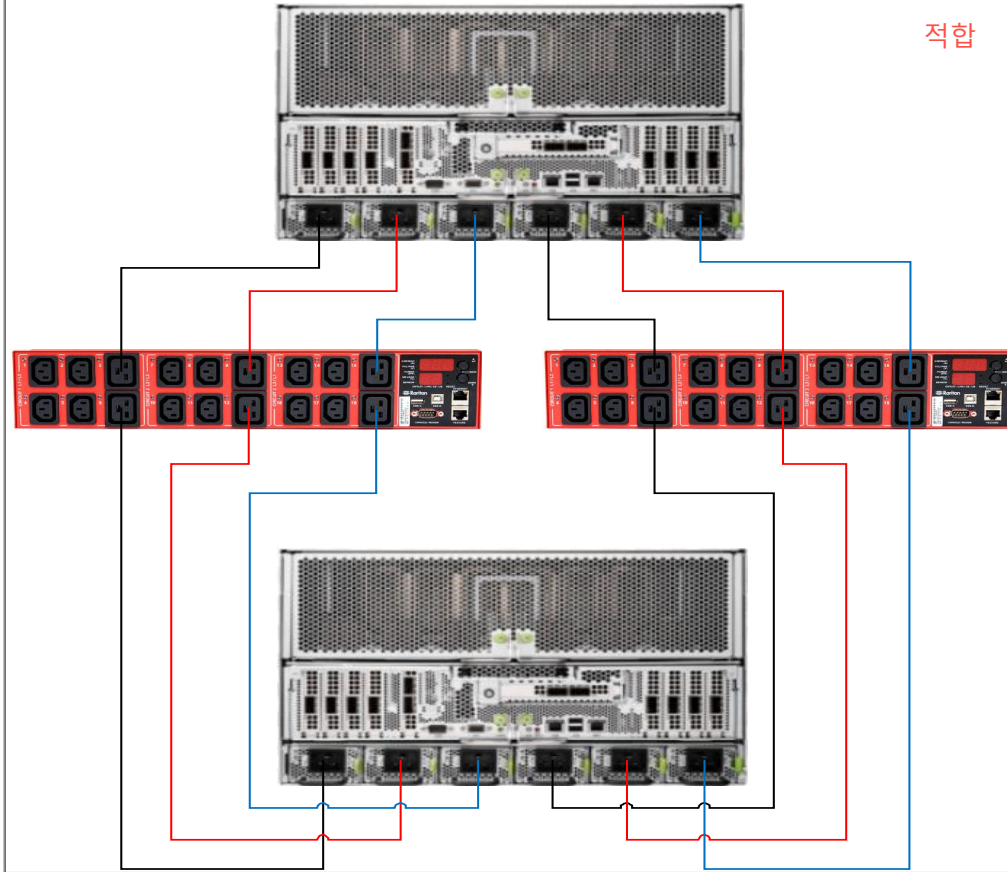
- DGX A100 Server의 최대 전력은 6.5kW
- 3.3kW 용량 PSU 6개 장착
- DGX A100의 PSU Redundant는 2N Topology(6개 PSU 중 최대 3개 PSU 정지까지 허용)
- 2N Topology이므로 Dual Path로 구성되는 PDU 설치 구조 적용 가능



Phase	PDU 1			PDU 2			Total
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Normal	4.9A	4.9A	4.9A	4.9A	4.9A	4.9A	29.5A
	1.1kW	1.1kW	1.1kW	1.1kW	1.1kW	1.1kW	6.5kW
PDU1 fail	fail	fail	fail	9.8A	9.8A	9.8A	29.5A
PDU2 fail	9.8A	9.8A	9.8A	fail	fail	fail	29.5A

Rack당 Server 2대

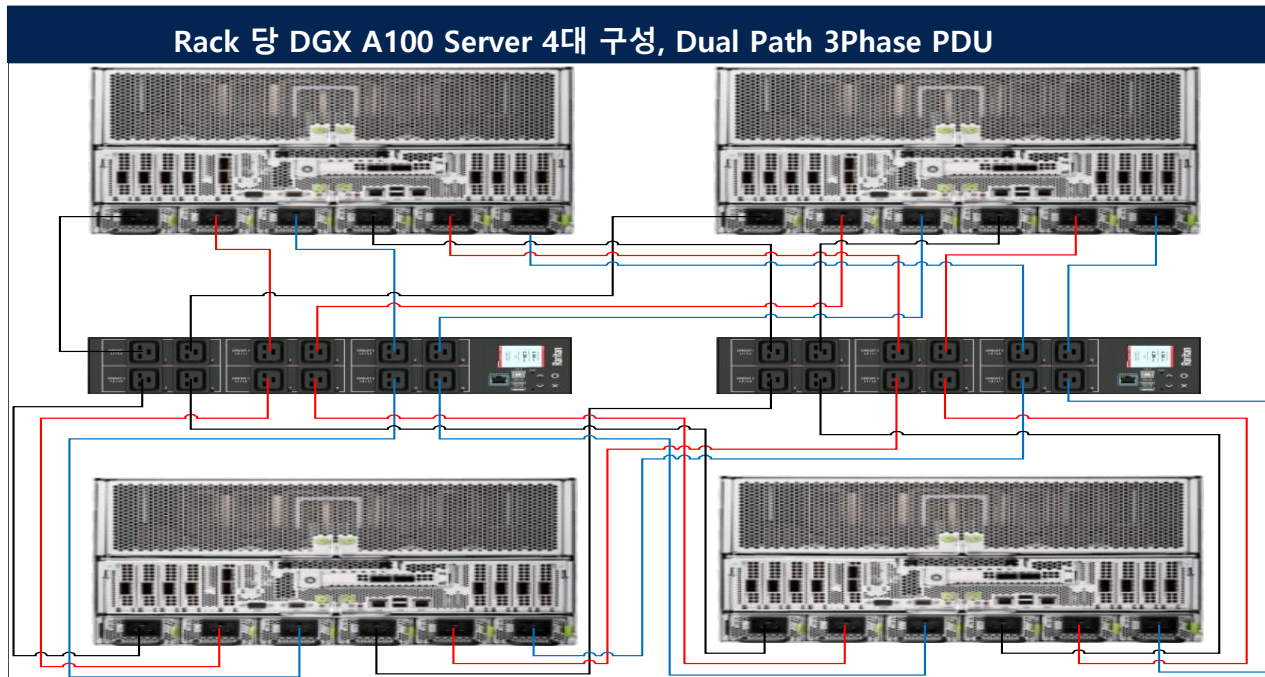
Rack 당 DGX A100 Server 2대 구성, Dual Path 3Phase PDU



Phase	PDU 1			PDU 2			Total
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Normal	9.8A	9.8A	9.8A	9.8A	9.8A	9.8A	59.1A
	2.2kW	2.2kW	2.2kW	2.2kW	2.2kW	2.2kW	13.kW
PDU1 fail	fail	fail	fail	19.7A	19.7A	19.7A	59.1A
PDU2 fail	19.7A	19.7A	19.7A	fail	fail	fail	59.1A

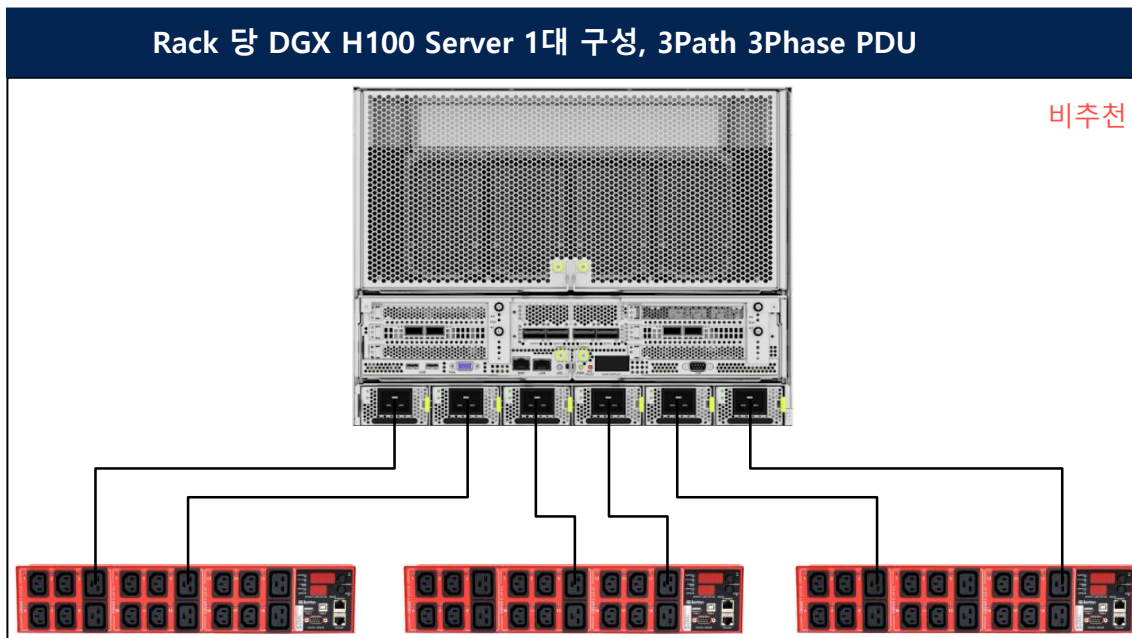
### Rack당 Server 4대

- Rack당 4대의 DGX A100 Server를 구성하는 경우, Dual Path 2개의 삼상 PDU를 사용할 때, PDU의 용량은 Phase간 Unbalance를 고려할 때 45A 이상이 필요.
- 32A 삼상 PDU 2개 구성은 용량 부족(32A 3상 PDU 4개로도 가능)
- 63A 삼상 PDU 2개 또는 32A 삼상 PDU 4개로 구성하여야 함
- 32A 삼상 PDU 3개로의 구성도 가능하지만, Dual Path 구성에서 3개의 PDU는 Path간 Unbalance 야기



Phase	PDU 1			PDU 2			Total
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Normal	19.7A	19.7A	19.7A	19.7A	19.7A	19.7A	118.2A
	4.3kW	4.3kW	4.3kW	4.3kW	4.3kW	4.3kW	26.kW
PDU1 fail	fail	fail	fail	39.4A	39.4A	39.4A	118.2A
PDU2 fail	39.4A	39.4A	39.4A	fail	fail	fail	118.2A

Rack당 Server 1대

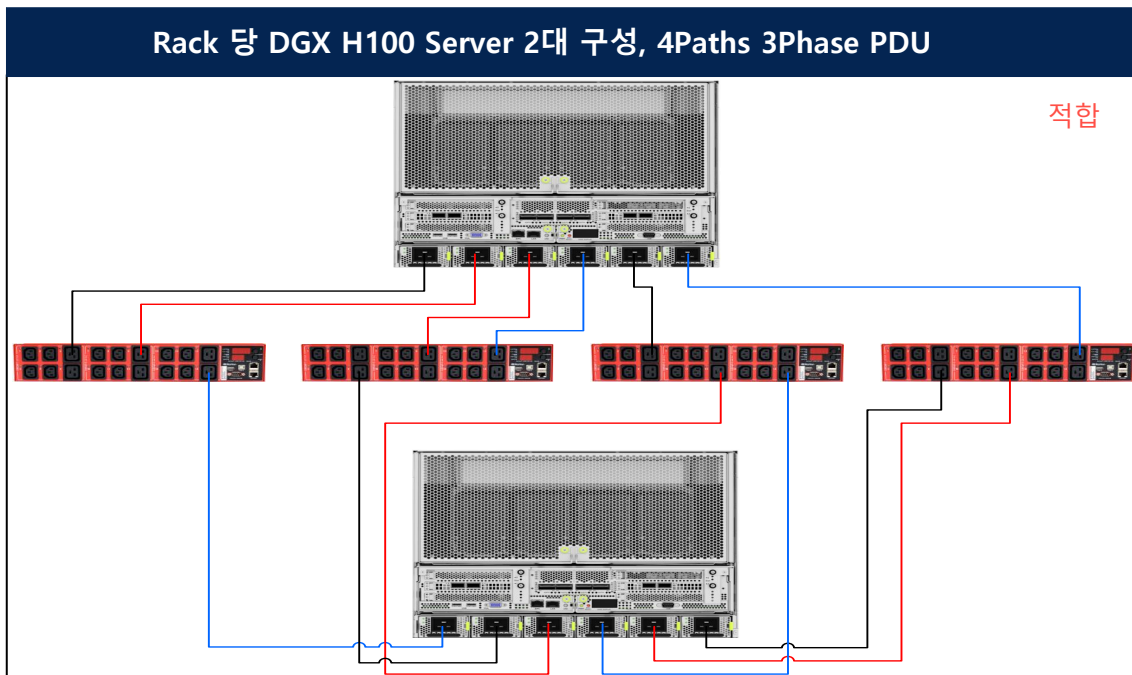


- 4+2 Redundant Topology를 가지는 H100 모델의 전원 시스템 특성 상 최소 3개의 서로 다른 Path로 구성되는 PDU가 필요
- 3개의 삼상 PDU로 구성하는 경우 각 PDU는 3개의 상 중 2개만을 사용하기 때문에 PDU의 상 밸런스가 이루어 지지 못함
- 3개의 단상 PDU로 구성하는 방법이 적합하나, 랙 당 한대의 server를 추가해야 하는 필요성이 발생할 때 용량 부족 현상으로 PDU를 교체하거나 추가해야 하는 이슈 존재

PDU	PDU 1			PDU 2			PDU 3			Total
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Normal	7.7A	7.7A	NA	NA	7.7A	7.7A	7.7A	NA	7.7A	46.4A
	1.7kW	1.7kW	NA	NA	1.7kW	1.7kW	1.7kW	NA	1.7kW	10.2kW
PDU1 fail	fail	fail	NA	NA	11.6A	11.6A	11.6A	NA	11.6A	46.4A
PDU2 fail	11.6A	11.6A	NA	NA	fail	fail	11.6A	NA	11.6A	46.4A
PDU3 fail	11.6A	11.6A	NA	NA	11.6A	11.6A	fail	NA	fail	46.4A

각 3상 PDU에 2개의 PSU가 연결되는 구성으로 PDU의 Phase Balance가 맞지 않음

Rack당 Server 2대



- 4+2 Redundant Topology를 가지는 H100 모델의 전원 시스템 특성 상 최소 3개의 서로 다른 Path로 구성되는 PDU가 필요
- 3개의 삼상 PDU로 구성하는 경우 각 PDU는 3개의 상 중 2개만을 사용하기 때문에 PDU의 상 밸런스가 이루어 지지 못함
- 3개의 단상 PDU로 구성하는 방법이 적합하나, 랙 당 한대의 server를 추가해야 하는 필요성이 발생할 때 용량 부족 현상으로 PDU를 교체하거나 추가해야 하는 이슈 존재

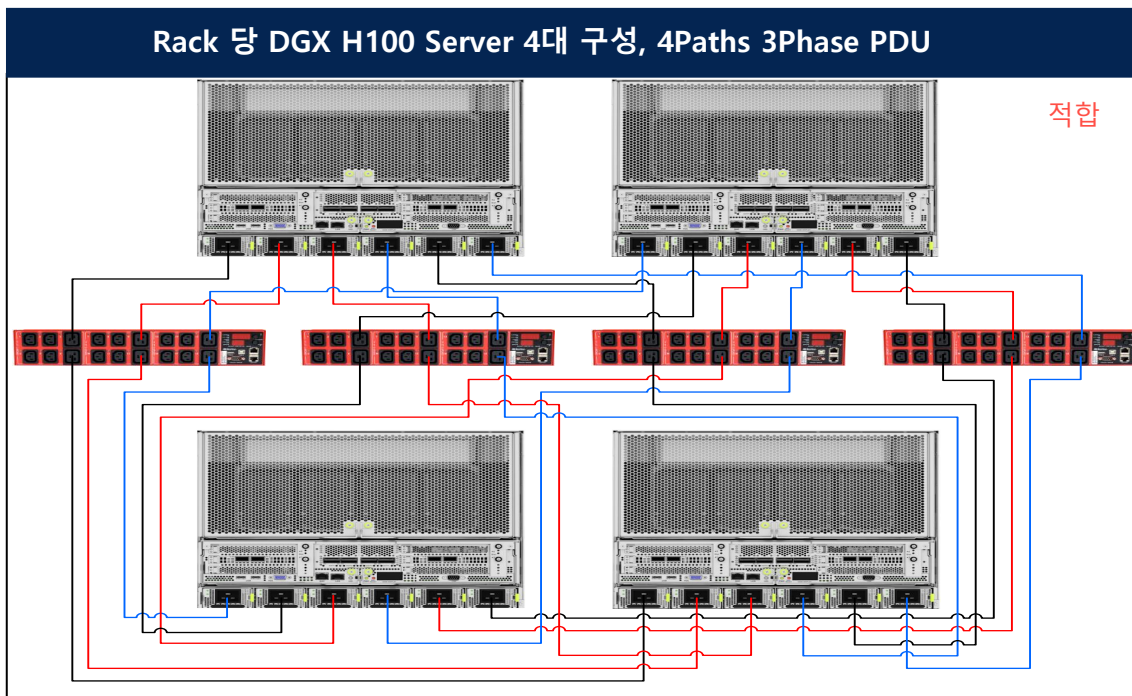
PDU	PDU 1			PDU 2			PDU 3			PDU 4			Total
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Normal	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	7.7A	92.7A
	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	1.7kW	20.4kW
PDU1 fail	fail	fail	fail	9.3A	11.6A	11.6A	11.6A	9.3A	9.3A	9.3A	9.3A	11.6A	92.7A
PDU2 fail	11.6A	11.6A	9.3A	Fail	fail	fail	11.6A	9.3A	9.3A	9.3A	9.3A	11.6A	92.7A
PDU3 fail	9.3A	9.3A	11.6A	11.6A	9.3A	9.3A	fail	fail	fail	11.6A	11.6A	9.3A	92.7A
PDU4 fail	9.3A	9.3A	11.6A	11.6A	9.3A	9.3A	9.3A	11.6A	11.6A	fail	fail	fail	92.7A

PDU의 각 Phase 별로 하나의 PSU가 연결되는 구성이므로 PDU의 Phase Balance가 유지

PDU의 최대 전류값이 32A 미만이므로 32A 삼상 PDU 적용 적합



Rack당 Server 4대



- 4+2 Redundant Topology를 가지는 H100 모델의 전원 시스템 특성 상 최소 3개의 서로 다른 Path로 구성되는 PDU가 필요
- 3개의 삼상 PDU로 구성하는 경우 각 PDU는 3개의 상 중 2개만을 사용하기 때문에 PDU의 상 밸런스가 이루어 지지 못함
- 3개의 단상 PDU로 구성하는 방법이 적합하나, 랙 당 한대의 server를 추가해야 하는 필요성이 발생할 때 용량 부족 현상으로 PDU를 교체하거나 추가해야 하는 이슈 존재

PDU	PDU 1			PDU 2			PDU 3			PDU 4			Total
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Normal	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	15.5A	185.5A
	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	3.4kW	40.8kW
PDU1 fail	fail	fail	fail	18.5A	23.2A	23.2A	23.2A	18.5A	18.5A	18.5A	18.5A	23.2A	185.5A
PDU2 fail	23.2A	23.2A	18.5A	fail	fail	fail	23.2A	18.5A	18.5A	18.5A	18.5A	23.2A	185.5A
PDU3 fail	18.5A	18.5A	23.2A	23.2A	18.5A	18.5A	fail	fail	fail	23.2A	23.2A	18.5A	185.5A
PDU4 fail	18.5A	18.5A	23.2A	23.2A	18.5A	18.5A	18.5A	23.2A	23.2A	fail	fail	fail	185.5A

PDU의 각 Phase 별로 하나의 PSU가 연결되는 구성이므로 PDU의 Phase Balance가 유지

PDU의 최대 전류값이 32A 미만이므로 32A 삼상 PDU 적용 적합

# 4

## Case Studies



## 전제 상황

- 범용 IT 장비를 운영하고 있는 기존 전산실의 공간 및 설비 용량의 여유가 있는 경우
- Rack당 20kW 전후(DGX A100 3대 또는 DGX H100 2대 구성)의 GPU Server용 운영 공간을 기존 범용 IT 장비 운영 공간에 구성하려 하는 경우

## 쿨링 검토 사항

- 새로 구성하는 GPU Server의 총 전력 용량(발열량)에 해당하는 냉수의 여유 용량 확인
- Room Cooling 환경(Package type 쿨러 또는 Wall Type Cooler) > 운영 중인 범용 IT 장비 Rack과 GPU Server용 Rack의 전력 밀도 편차가 2배 이상이므로 Room 쿨링 방식의 쿨링 시스템 환경에서는 전력 밀도 편차를 극복할 수 없음

## 쿨링 이슈 해결 방안

- 기존에 구성되어 있는 쿨링 설비는 운영 중인 범용 IT 장비용으로 전용(Cooler의 위치 조정)
- GPU Server 공간을 위한 독립적인 쿨링 시스템 구축
- Room을 구분하여 차폐하는 경우 In-Row Cooler 또는 Rear Door Cooler 적용
- Room 구분없이 공간을 공유하는 환경에서는 Rear Door Cooler 적용

## 전력 회로 검토사항

- DGX A100 server : Dual path의 분전회로와 이원화된 PDU 구성 필요 > 기존 전산실의 전원 회로가 이원화 되어 있고 용량이 허용되어야 함
- DGX H100 server : 최소 3개 path의 전원회로와 PDU 구성이 필요하므로, 이 조건 충족을 위한 회로 추가 구성 필요
- H100 Server의 경우 Redundant Topology 선택
  1. UPS/간선 Path/지선 Path/PDU : 3+1 Redundant
  2. UPS : N+1, 간선 Path/지선 Path/PDU : 3+1 Redundant
  3. UPS : N+1, 간선 Path : Dual, 지선 Path/PDU : 3+1 Redundant

## 전력 회로 이슈 해결 방안

- 용량이 부족한 경우(UPS용량, 간선 분전회로 용량) 사용 중인 설비의 용량 증설은 매우 어려우므로 독립적으로 추가 용량 구성하는 것이 유리
- H100 server의 경우 3개 이상의 전력 회로가 필요하므로 기존 설비와 별개의 추가 전력 회로 구성

## 전제 상황

- GPU Server 운영을 위한 독립적인 전산환경을 구축하고자 하는 경우
- 기 사용 중인 전력 및 쿨링 설비의 용량의 여유가 있는 경우와 추가 구성을 해야 하는 경우로 구분하여 고려

## 쿨링 검토 사항

- 별도의 독립적인 전산공간을 구성하는 방식이므로 구성하고자 하는 GPU Server의 전력 밀도와 전원 요구 사항에 맞추어 설계 및 구성
- 통상 Rack 당 20kW 전후의 전력밀도로 구성(Rack 당 A100 Server 3대 또는 H100 Server 2대)로 구성되므로 이 수준의 전력밀도 지원을 위한 가장 효과적인 방식(Layout 효율성, Cooler 제어 편의성, 부하 변화 대응성, 등) 검토

## 쿨링 이슈 해결 방안

- 기 구성되어 있는 쿨링 설비의 냉수 용량이 신규 구축 GPU Server 총 용량을 수용할 수 있는 여유가 있는 경우 냉수 배관의 조정으로 GPU Server zone의 쿨링 환경 구성
- 신규 구축 GPU Server 총 용량을 수용할 만큼의 여유가 없는 경우 부족분 만큼의 추가 증설 보다는 독립적인 쿨링 설비 구성이 유리
- Rack 당 20kW 이상의 전력 밀도 환경에서는 Rear Door Cooling 방식이 가장 유리함
- Rear Door Cooler 배관을 위한 이중마루 구성은 추후 설비 내구연수 이내에 적용 가능성이 매우 높은 Liquid Immersion Cooling 환경을 별도의 공사없이 쉽게 수용할 수 있음

## 전력 회로 검토사항

- DGX A100 server의 경우 Dual path의 분전회로와 이원화된 PDU 구성이 필요함, 기존 전산실의 전원 회로가 이원화 되어 있고 용량이 허용한다면 사용 가능
- DGX H100 server의 경우 최소 3개 path의 전원회로와 PDU 구성이 필요하므로, 이 조건 충족을 위한 회로 추가 구성 필요

## 전력 회로 이슈 해결 방안

- 용량이 부족한 경우(UPS용량, 간선 분전회로 용량) 사용 중인 설비의 용량 증설은 매우 어려우므로 독립적으로 추가 용량 구성하는 것이 유리
- H100 server의 경우 3개 이상의 전력 회로가 필요하므로 기존 설비와 별개의 추가 전력 회로 구성

# 5

## Why DEFOG

## 데이터센터 및 전산실 설계/구축/운영 실적 및 Know How 보유

- Software 개발 / Network 설계 및 운영 / IT 관리 등 전산실 연관 업무 담당 및 관리 경험 보유
- 기재부 주관 국가망 기본 구성안 설계(행안부 실행)
- 분당 야탑 Hostway Data Center 설계 및 구축
- 부산 센텀시티 Submarine Cable Landing Station 설계 및 구축
- 서울 역삼동 세종텔레콤 데이터 센터 설계 및 구축
- 판교 NHN Cloud Data Center 설계 / 구축 및 운영 자문
- 가산동 SK-BroadBand Next Generation Data Center 설계 자문
- 광주광역시 국가 AI Data Center 설계

## 최신의 IT Trend 및 Data Center 관련 선진 기술에 대한 선도적 설계 및 적용 Know How 보유

- 국내 최초 전용 IDC 설계 및 구축 (분당 Hostway)
- 국내 최초 Indirect Evaporative Cooler 설계 및 적용 (판교 NHN Cloud Data Center)
- 국내 최초 AI 전용 Data Center 설계 (광주광역시 국가 AI Data Center)

## 주요 설비 공급사들 간의 이해관계에서 배제된 Neutral Position

### 사용 제품군으로 완성되지 못하는 전산실 구성 요소들에 대한 다양한 솔루션 보유

- White Space(전산실 공간)에 대한 Total Solution 확보
- < Rack / Containment, Containment 환경에서의 Cooling Solution, Smart Door Lock, Asset Management, Environment Monitoring, DCIM 외 >

## 기획부터 Concept Design, 구축, 운영시스템 구성까지 원스탑 구축 지원 및 Maintenance Service 제공

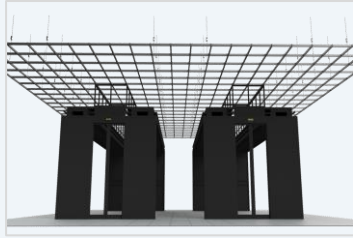
# 6

## Our Solutions

# Our Solutions & Products

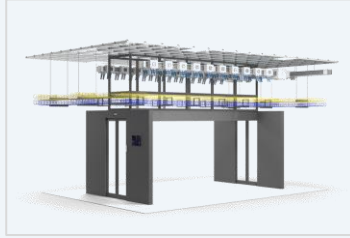
## Structural Ceiling Grid

Grid Ceiling for air flow & fixing equipment



## Containment

HAC / CAC



## DCIM

Data Center Infrastructure Management



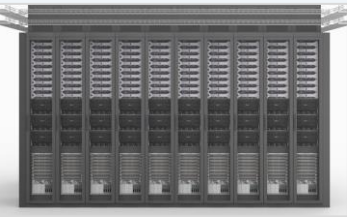
## Smart Door Locking System

Remote door control & manage history



## System Rack

Stacking IT Device & Cable Management



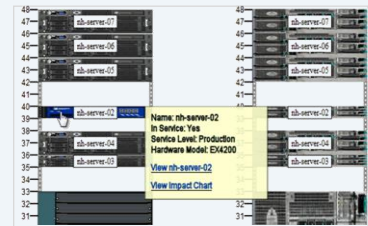
## Consulting I

Power Density Planning , Layout Design, DCIM, Busway, In-row Cooling, Containment, SCG, Rack



## Asset MGT System

Inventory & Real Time tracking



## Bus Way

Busway & Remote Power Panel(RPP)



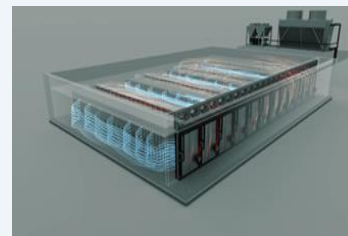
## iPDU

Intelligence PDU & Remote Access Device



## Cooling System

Cool Wall Cooling & In-Row Cooling



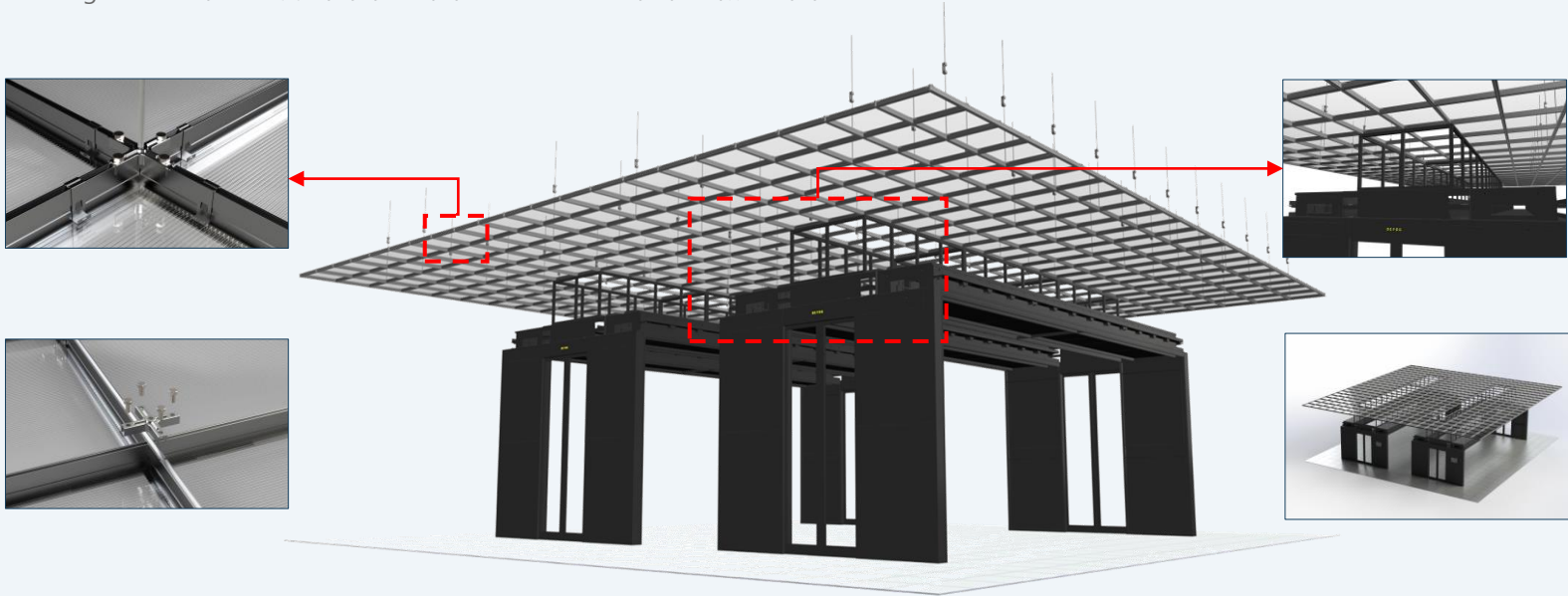
## Environmental Monitoring

Temp. & Humidity & Physical & Safety



## Structural Ceiling Grid

Cooling Module의 풍압 및 지지하중 해석을 통한 안정성이 확보되었습니다.



- Air Return Plenum 확보를 위한 Ceiling 구성 시 최적의 Solution
- 600mm x 600mm 간격의 격자형 Ceiling Grid 구성으로 Rack layout의 자유로운 배치와 간단한 Hot/Cold Aisle 변경
- 천정 고정시 필요한 모든 구성물은 상부 슬라브에 대한 앵커링 작업없이 Ceiling Grid에 고정 : 244kgf/m<sup>2</sup> 이상의 허용 하중
- 투명 폴리카보네이트 재질의 Ceiling Panel로 높은 단열효과 및 미려한 마감



## Hot Aisle Containment(H.A.C)

### Advantage

- 일반 통로가 Cold Aisle화 되어 쾌적한 환경 확보
- 간선 전원 Path가 Cold Aisle에 배치되어 도체의 발열에 대한 냉각 유리
- 향후 확장성을 고려한 Design System으로 One Package 구축으로 TCO 절감

### Disadvantage

- 상부에 Return air 회수를 위한 Air Plenum용 Ceiling이 필요
- 최소 상부 슬라브까지의 높이가 4.5m이상 필요 (Layout과 전력밀도에 따라 상이함)
- C.A.C 대비 상대적으로 높은 투자 비용





## Cold Aisle Containment(C.A.C)

### Advantage

- Raised Floor 환경에서 가장 쉽고 저렴하게 구성 가능한 구조
- 화재 신호 수신시 도어 및 오토루버 자동 열림 기능(7초 이내 완전 개방)
- 상부 오토 루버 개구율 80% 이상
- 전원 공급 중단 시 보조 배터리 활용을 통한 비상 대응

### Disadvantage

- 일반 통로의 Hot Aisle화



## DCIM | Data Center Infrastructure Management

Power, Cooling, Environment, Analysis, Space, Remote Door, Admin 등 Customizing 화면 구성 및 관리 Software를 제공합니다.



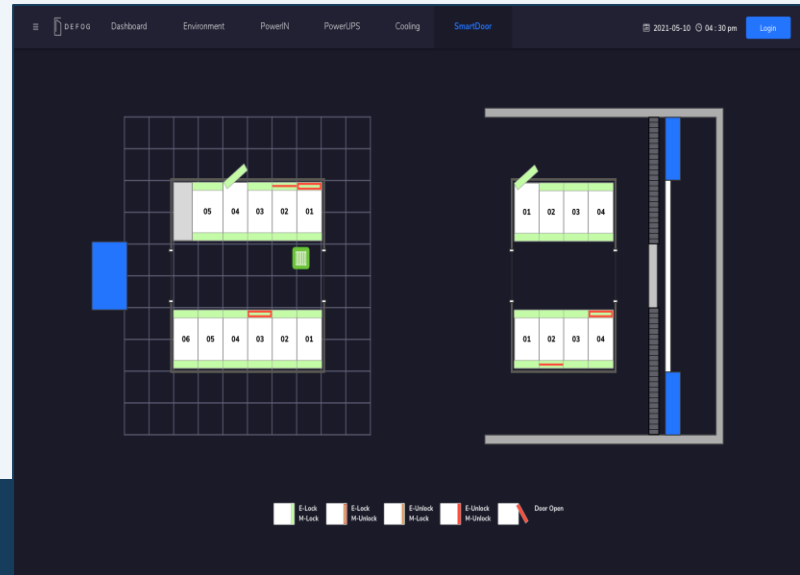
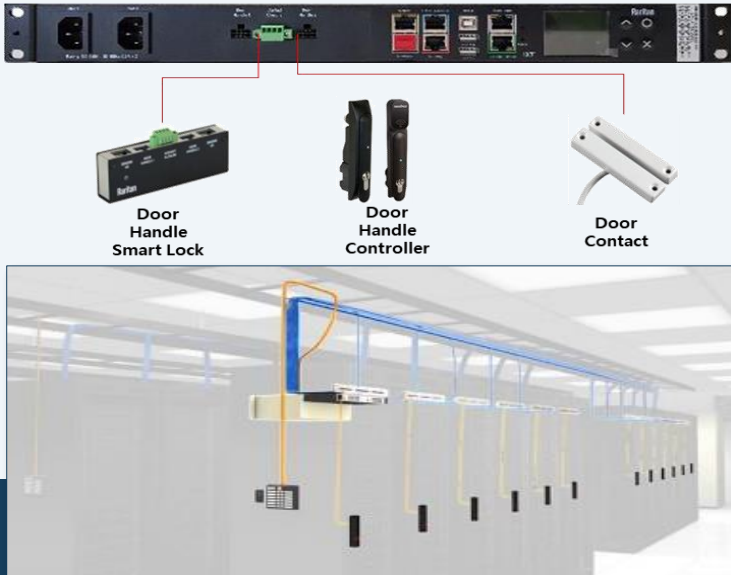
- 시계열 DB와 관계형 DB Hybrid 구성을 통한 빠르고 정확한 데이터의 다양한 분석 (에너지 효율분석, 추이 분석, 리소스 밸런스 분석 등)
- Service Level의 Data Center 관리 System (인프라 운영 조직 외 기획/마케팅/영업/고객지원 등 서비스를 위한 모든 조직에 종합정보 지원)
- Site 특성과 Site별 연관 시스템 구성 환경에 따른 적용 유연성 제공을 위한 Back-End / Front-End 단의 Block조립 구조의 Module별 구성
- Site 규모의 변화에 유연한 확장성/적시성
- Site 규모 및 Data 수집 Point 수의 규모에 무관하게 누락없는 Data 수집이 가능한 성능 확보 구조 (모든 분석리포트는 3초 내 응답성능)



## Remote Rack Door Smart Controller

관제실에서의 랙별 보안 On / Off 가 가능하여 액세스 권한부여를 위한 일련의 과정이 불요하며 기록관리가 가능합니다. 다수의 Rack 잠금 장치 관리 시 Key 관리 또는 비밀번호 분실 등의 보안 문제를 예방할 수 있습니다.

### Smart Rack Controller



- 기 설치 완료 Rack의 Door Handle 교체를 통한 손 쉬운 적용과 표준 스크립팅 및 통신 프로토콜 사용을 통한 네트워크 구성
- 프러그 앤 플레이 타입으로 네트워크 구성 가능한 인프라에서의 자유로운 추가/이동 교체
- 금융관련 IT 장비나 개인 정보 관리용 IT 장비 등 높은 보안이 요구되는 Rack 적용
- 저전력 소비를 위한 효율적인 기어 모터 설계 / 원격(스마트폰 앱 등) 모니터링 및 액세스 제어 가능
- 모든 액세스 기록과 지속시간 등 설정된 주기별 자동 보고서 발송 및 특정 이벤트 보고서 생성 기능
- 전용 프로토콜 및 전용 컨트롤러 활용을 통해 최대 16개의 보안 액세스 모듈 지원



## Asset Management – IT 장비 위치 및 정보 관리 솔루션

글로벌 Solution Provider와의 협업을 통해 최적의 솔루션을 공급합니다.



### Asset Management Tag(AMT)

고유 ID 칩이 있는 AMT 자산 태그와 IT 장비용 바코드 접착 패치



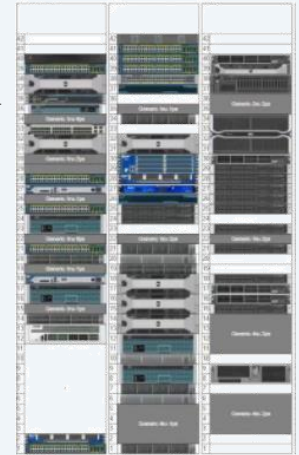
### Asset Management Sensor(AMS)

각 1U RGB 컬러 맞춤형 LED



### AMS Gateway

SNMP 게이트웨이 연결을 위한 AMS 센서 포트

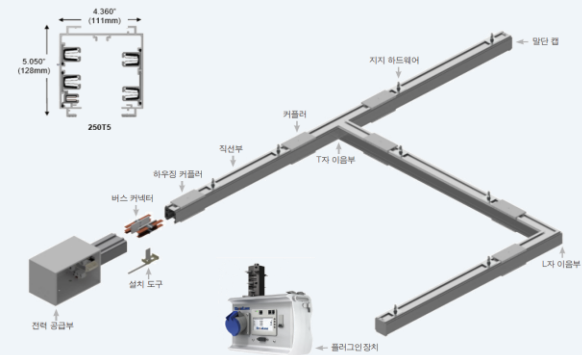
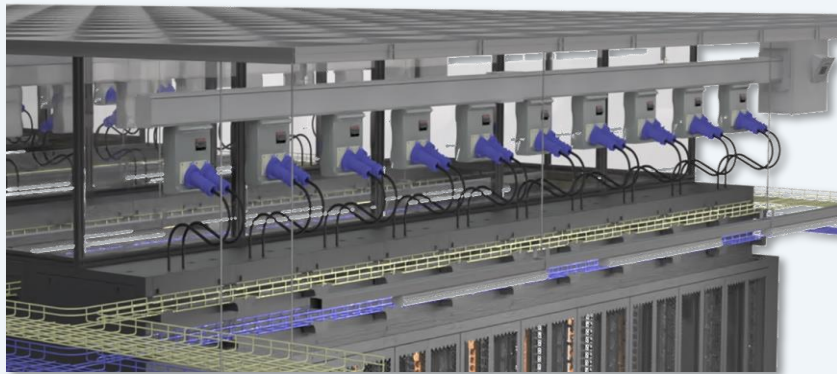


- CMDB(Configuration management database)와의 연동으로 IT 장비의 관리 수준 Upgrade
- 자산 위치 자동화를 통한 자산의 변경/이동 등의 정보 표시 및 기록, 보관, 보고 등 사용자 지정 설정에 따른 자동화 시스템으로 생산성 향상
- DCIM 연동을 통한 전산실 운영 효율성 증대 및 IT 자산 수명주기 상태 자동 문서화
- IT 장비의 위치 정보 자동 수집 및 위치 변경시 변경된 위치 정보 자동 추적



## Bus Way

글로벌 Solution Provider와의 협업을 통해 최적의 솔루션을 공급합니다.

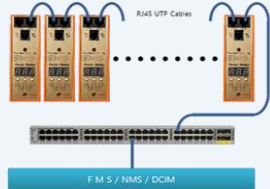
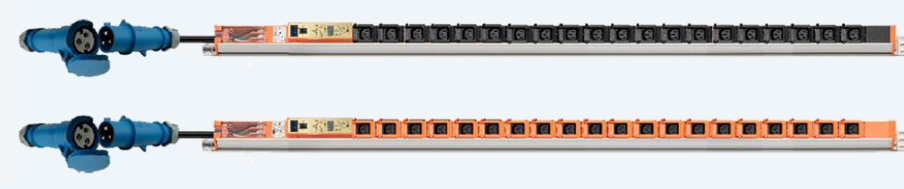


- Global Data Center에서 가장 많이 사용되는 안정성(품질) 검증 제품
- 유선 이더넷 및 직렬 통신 이용을 통한 다중 회로 구성 모니터링
- 다양한 Open Protocol 제공을 통한 원활한 Interface
- 최종 공급부 온도 데이터 확인
- 설치에 필요한 자재가 적은 환경 친화적
- 다양한 TOU(Tap Off Unit)에 따른 사용환경 대응
- Plug-in Box 설치 위치 및 수량 제한 없는 유연성(타사의 경우 미리 구성된 Plug-in Hole에만 설치 가능)



## Smart PDU

전압, 전류, 역률, 전력, 적산, 온도, 습도 등 계측 표시 및 경보(알람) 발생 시 알람 발생 값을 최우선 표시로 실시간 운용 상태 확인이 가능합니다. 국산 IDC 전용 Metered PDUs를 커스텀 형태로 제작 및 제공하며, 글로벌 제품인 Raritan / Legrand / Starline 제품을 제공합니다.

E-PDU(Ethernet)	
Interface	TCP/IP SNMP(v2c)

S-PDU(Serial)	
Interface	RS485
ID	1 ~ 255





분전반 및 Plug-in box 설치용  
전력 계측 장치 (Cat. 2 PUE 산정)






## Advanced Cooling Solution – Wall Coil Cooling

Server 기반 High Level Language 자동제어 솔루션 / Wall Coil 방식과 In Row Cooler, Rear Door Cooling 등 최적의 효율 방안을 제안합니다.

e.g. Wall Coil Cooling System



- 온도 편차 해소(Hot Spot 제거) & IT 부하 대비 Cooling Balancing
- 고밀도 환경 지원 & Cooling 에너지 효율 향상
- 차폐 구조에서의 풍량 / 온도 / 습도 제어 시스템
- Cooling 설비의 Redundant 구성
- 낮은 층고 환경에서의 Cooling Air Path 확보
- Package형 대비 넓은 Coil 면적 확보로 높은 열교환 효율



## Advanced Cooling Solution – Rear Door Cooling

Server 기반 High Level Language 자동제어 솔루션 / Wall Coil 방식과 In Row Cooler, Rear Door Cooling 등 최적의 효율 방안을 제안합니다.

e.g. Rear Door Cooling(By Usystems Coldlogik)



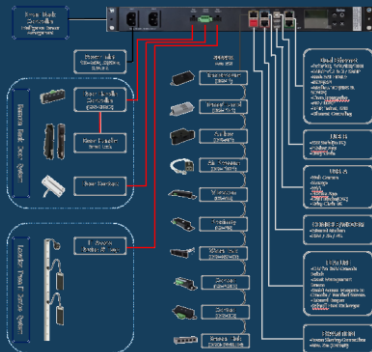
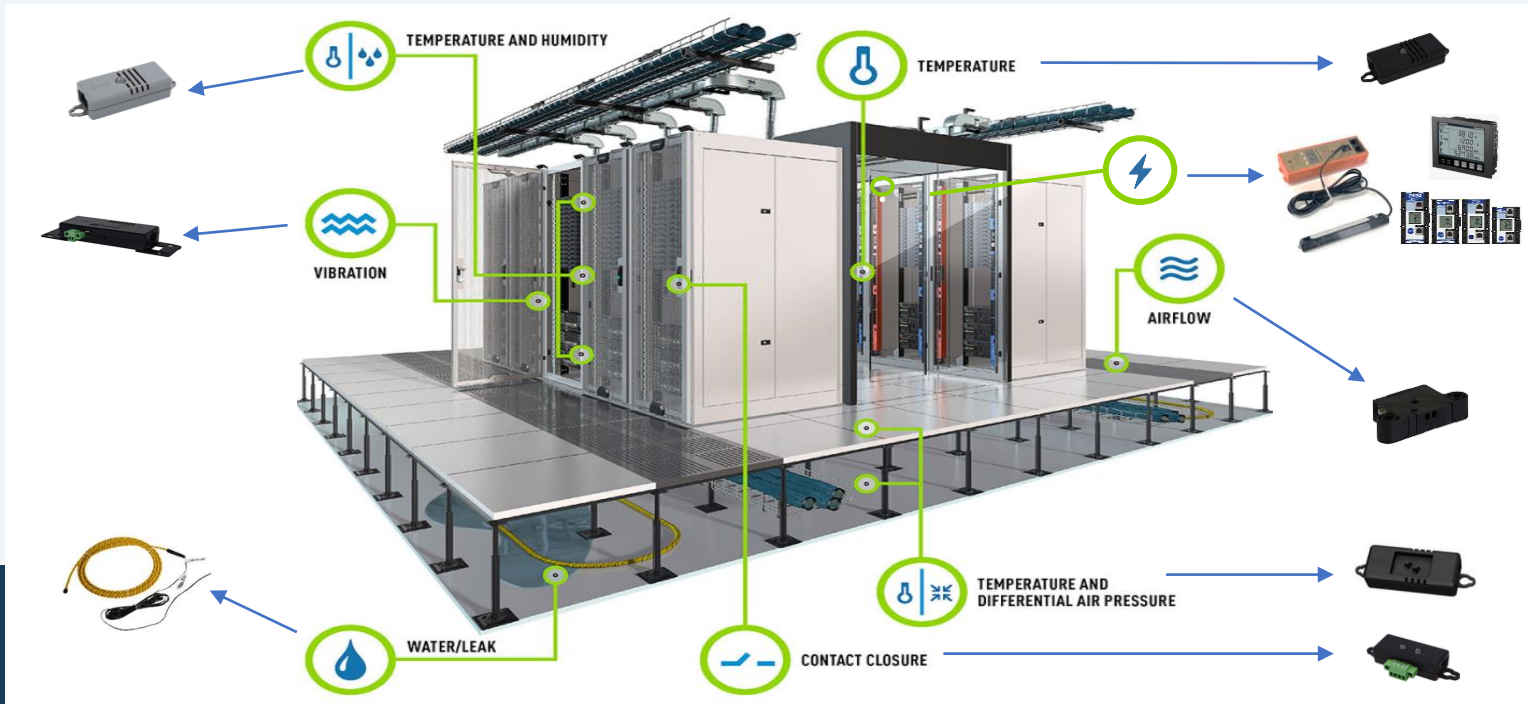
- Rack 당 30kW 고밀도 부하까지 적용 가능
- 별도의 공조기실 구성이 필요하지 않아, 전산실 구성 면적 최소화
- Rack 단위의 Tightly Coupled Control로 Rack당 전력밀도의 편차에 아무런 문제가 없음
- 별도의 Containment 공사 불필요
- Rack 및 Rack Row의 배치 방향이나 Layout에 무관
- 짧은 공기 유통 거리로 효율 향상





## Environment Monitoring

다양한 센서 활용을 통한 보안 및 안정적 운영 방안을 확보 합니다.

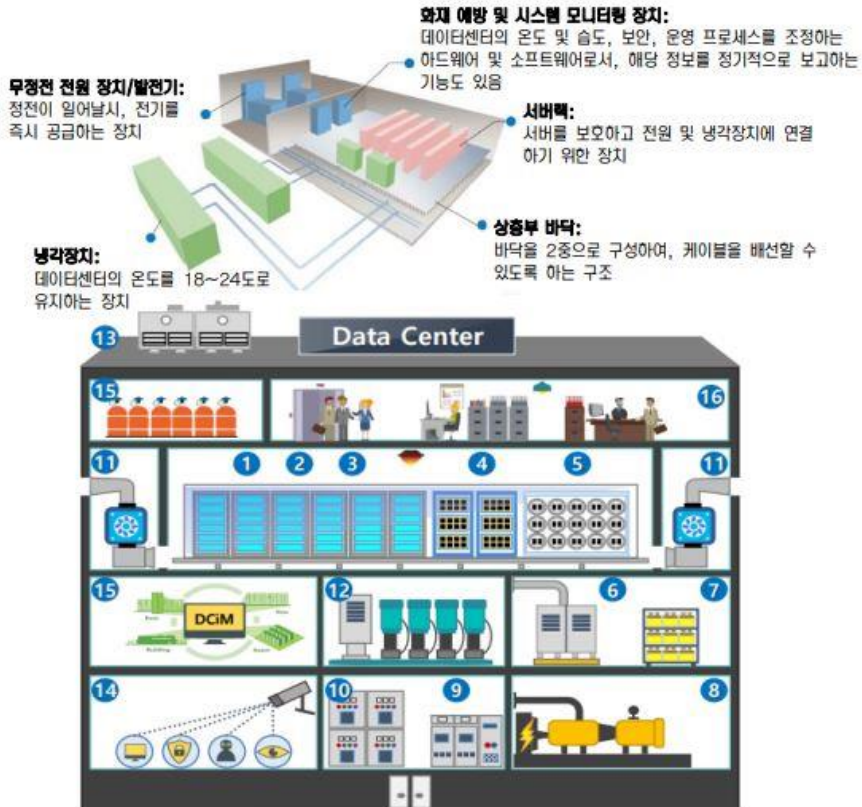


- 수집된 다양한 환경 데이터는 DCIM의 Dash Board에서 Real Time Monitoring 가능
- 사용자 친화적 GUI(Graphic User Interface) 및 Sensor Health Check
- 온도/습도/차압/진동/누수/Door Closure 등 각종 최대 32개 센서 단일 버스 연결 가능
- 소방신호 연동 Door 개폐 설비
- 플러그 앤 플레이(Plug & Play) 방식으로 운영 중단 없이 설치 가능



## Data Center 설비 구조

- IT 장비가 집적된 "Computing Space (White Space)"
- IT 장비의 향온-향습 / 전력 공급을 위한 "Supporting Infra Space (Gray Space)"
- 기반시설 전반을 운영/관리하는 업무공간 "Operation Space"



1	서버	네트워크와 HW 자원을 공유하도록 돕는 장치
2	스토리지	DC 내 발생하는 데이터 패킷 저장공간
3	Rack	서버 및 네트워크 장비를 설치하는 캐비닛 공간
4	네트워크	DC 내 서버가 통신망에 연결되도록 돕는 장치
5	PDU	전력 분배장치
6	UPS	정전 시 내장 배터리를 통해 전원공급
7	배터리	전력공급 보조장치
8	발전기	UPS 외 비상시 DC의 자가발전을 위한 장비
9	수배전	발전소의 전력 공급/배분하는 전력시스템
10	STS/ATS	항상 일정한 전원을 공급받도록 하는 장치
11	향온향습	DC의 온도 및 습도 유지 장치
12	펌프	온도조절을 위해 Rack 하단 수로에 냉수 공급
13	냉각탑	냉각용수의 재사용을 위한 열교환장치
14	보안/방재	CCTV 및 소화가스 등
15	DCiM/EMS	에너지 공급현황 모니터링 장비
16	사무실	DC 운영 및 관리를 위한 직원 사무공간

Thank you.



Follow us on (Click)

 [www.defog.co.kr](http://www.defog.co.kr)

 [blog.naver.com/defogsns](http://blog.naver.com/defogsns)

 [@DEFOG](#)

 [@defog\\_official](#)

 [@DEFOG LTD](#)

 [@designforglobal](#)