



[Case Study]

이동통신 가상화 네트워크에서 Openstack 적용 방안



Mobile & Convergence Leading Company SPTEK

The contents of this material are confidential and proprietary to SPTEK Corporation and may not be reproduced, published, or disclosed to others without the prior written consent of SPTEK.

2017. 7

에스피테크놀러지

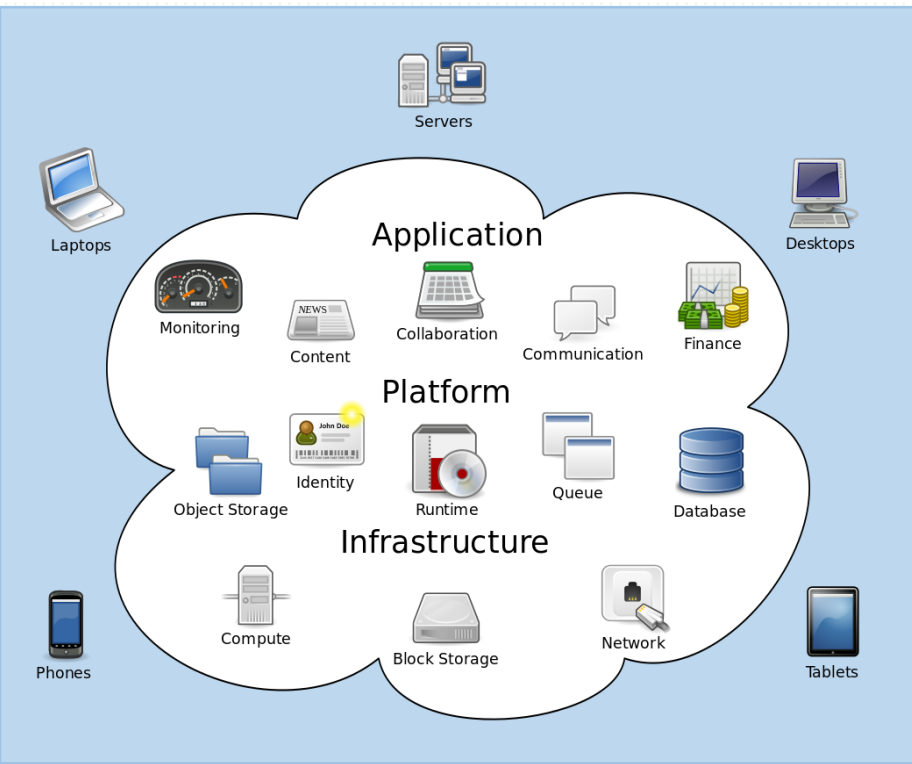
정정문(jmjung@sptek.co.kr)



Cloud Computing vs. Network Function Virtualization

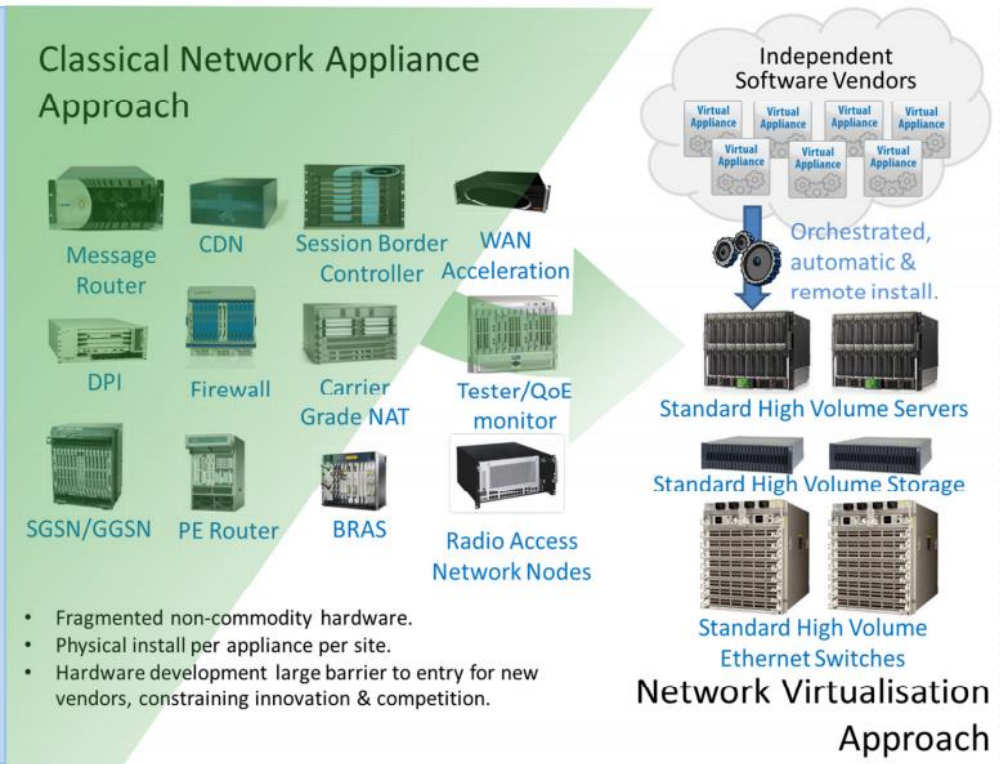
- IT Cloud가 Application 개발/운영/이용을 위한 Infra 공급이 중점이라면,
- CT Cloud는 통신 서비스의 효율적 운영을 위한 Application + Infra 구조개선이 목표
- NFV의 기반은 Cloud Computing + Industry Standard High Volume Servers

IT: Cloud Computing



Source: Wikipedia

CT: Network Functions Virtualization

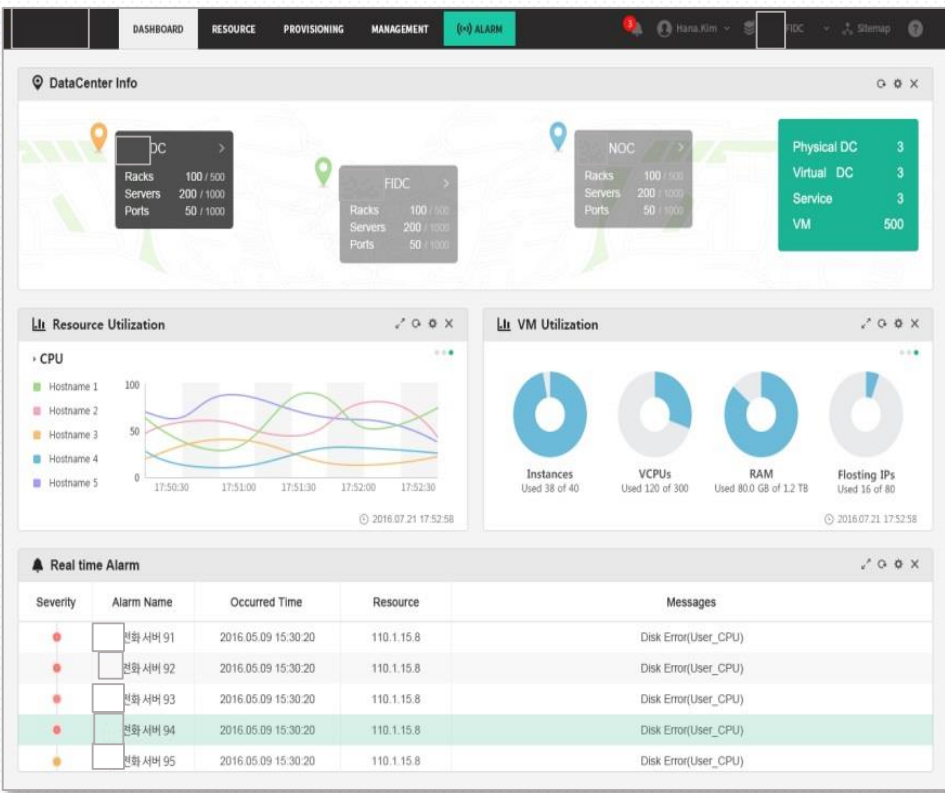


Source: ETSI NFV-Introductory White Paper, 2012

Self Service Portal (사용자 Side)



Data Center 관리 System (관리자 Side)



[ETSI NFV – White Paper on NFV priorities for 5G]

⋮

Network operators recognise NFV as a key technology enabler for 5G. The evolved **5G network** will be characterised by agile resilient converged fixed/mobile networks based on NFV and SDN technologies and capable of supporting end-to-end service management across heterogeneous environments. The breadth of foreseen 5G use cases and environments implies **massive scalability, ultra-low latency, ability to support a huge number of concurrent sessions, ultra-high reliability and strong security**, while each 5G use case has significantly different characteristics and combinations of these requirements.

To achieve these goals, the requirements for **Network Slicing, Edge Computing, Security, Reliability, Scalability, and RAN Cloudification** outlined in this paper should be taken into account in the context of virtualisation of 5G systems. Moreover, given that the goal of **NFV** is to decouple network functions from hardware, and to enable virtualised network functions to run in a generic IT cloud environment when required, **cloud-native design** principles and **cloud friendly licensing models** are critical matters.

Network Slicing	<ul style="list-style-type: none">• Application(전화, Connected Car, VoD, IoT 등)에 특화된 전용 Network를 제공하는 것• 요구에 맞추어 Application 특성에 적합한 Network Instance를 동적으로 생성/해제하기 위해 Network 가상화는 필수 요소 (MANO 제공 기능)
Edge Computing	<ul style="list-style-type: none">• Network Latency 최소화를 위해 Latency에 영향을 주는 Network Function들을 가능한 한 사용자와 근접한 지역에 동적으로 설치하는 것 (사용자 Device 내에 설치될 수도 있다)• 가상화 Infra는 지역별로 분산 구축되고(사용자 Device도 가상화 Infra가 될 수 있다) MANO에 의해 통합관리
Security	<ul style="list-style-type: none">• 통신 Network은 사회 기간 망이지만 가상화는 open source 기반 구축• NFV ISG는 보안 이슈를 해결하기 위해 합법적인 Interception, 민감한 구성요소의 실행, 폭 넓은 보안 감시/관리, 원격 인증 등에 대해 검토 중
Reliability	<ul style="list-style-type: none">• 안정적 Network 구축을 위해 Resiliency, Service availability, Fault management, Failure prevention, Failure Detection/Recovery 등에 대한 기능정의, 검토• 실질적인 적용 방안 – Service Continuity, Network Topology Transparency, Regression and Pre-emption, Spatial distribution, service chaining – 검토 중• 관련하여 OPNFV 'Doctor' project 추진

NFV Key Features for 5G

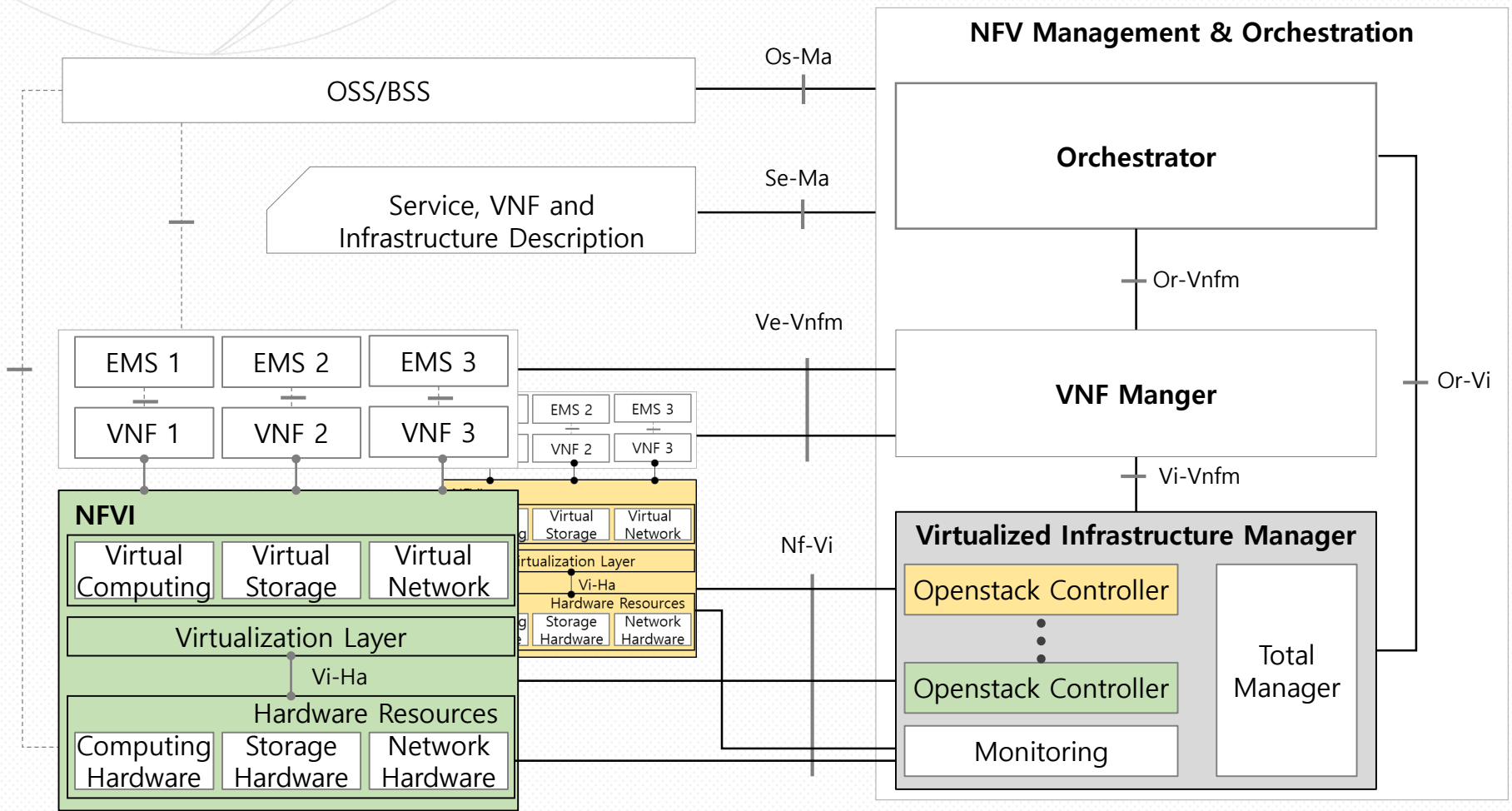
Scalability	<ul style="list-style-type: none">• 5G Edge Computing은 거대하게 확장 가능한 NFV 구조 요구• 수천 ~ 수십억의 분산 Node 구성도 가능(End Device에서 VNF나 App.을 실행한다면)• VIM의 구조 고도화 필요
RAN(Radio Access Network) Cloudification	<ul style="list-style-type: none">• 5G RAN 영역 가상화, End-to-End Service Management를 위해 필요.• RAN Device에 대한 Flexibility, Agility, Resource/Service MANO등 새로운 개념 정의• 기술 특수성 때문에 가상화 영역(VNF)과 PNF(Physical Network Function)영역 분리 필요
Cloud-native Network Functions	<ul style="list-style-type: none">• Generic IT cloud 기술기반으로 Network Function을 개발하는 것• 기존 Network Function을 단순히 Cloud환경으로 옮겨오는 것(단순 가상화)을 넘어서서 재사용 가능한 작은 Component의 집합(Micro-Services)로 재설계 하고, 기존 다른 Component를 활용하여 개발하는 것
NFV License Management	<ul style="list-style-type: none">• Network Component에 대한 표준 Licensing 기술 정의• NFV software components들의 재사용을 높이기 위해서는 적합한 license 체계 필요
End-to-end Service Management	<ul style="list-style-type: none">• Access Network부터 Core Network까지, Service Component를 포괄하여 전체적 관리• 이를 위해 on-Demand Instantiation, Scaling, Reliability, Assurance 등 자동화 기능을 최대한 활용하는 MANO Framework 정의 필요

Multi-- site/domain Services

- 다른 관리 domain에 있는 IaaS, NFVaaS, NS 들을 통합하여 관리하는 것
- 대표적 통신 서비스인 Roaming의 경우 다른 통신사의 Network function들이 연결되어 관리되어야 하며, 통신사간 연결을 위해 WAN 영역을 포함한다.
- Early Draft 단계

Basic Architecture

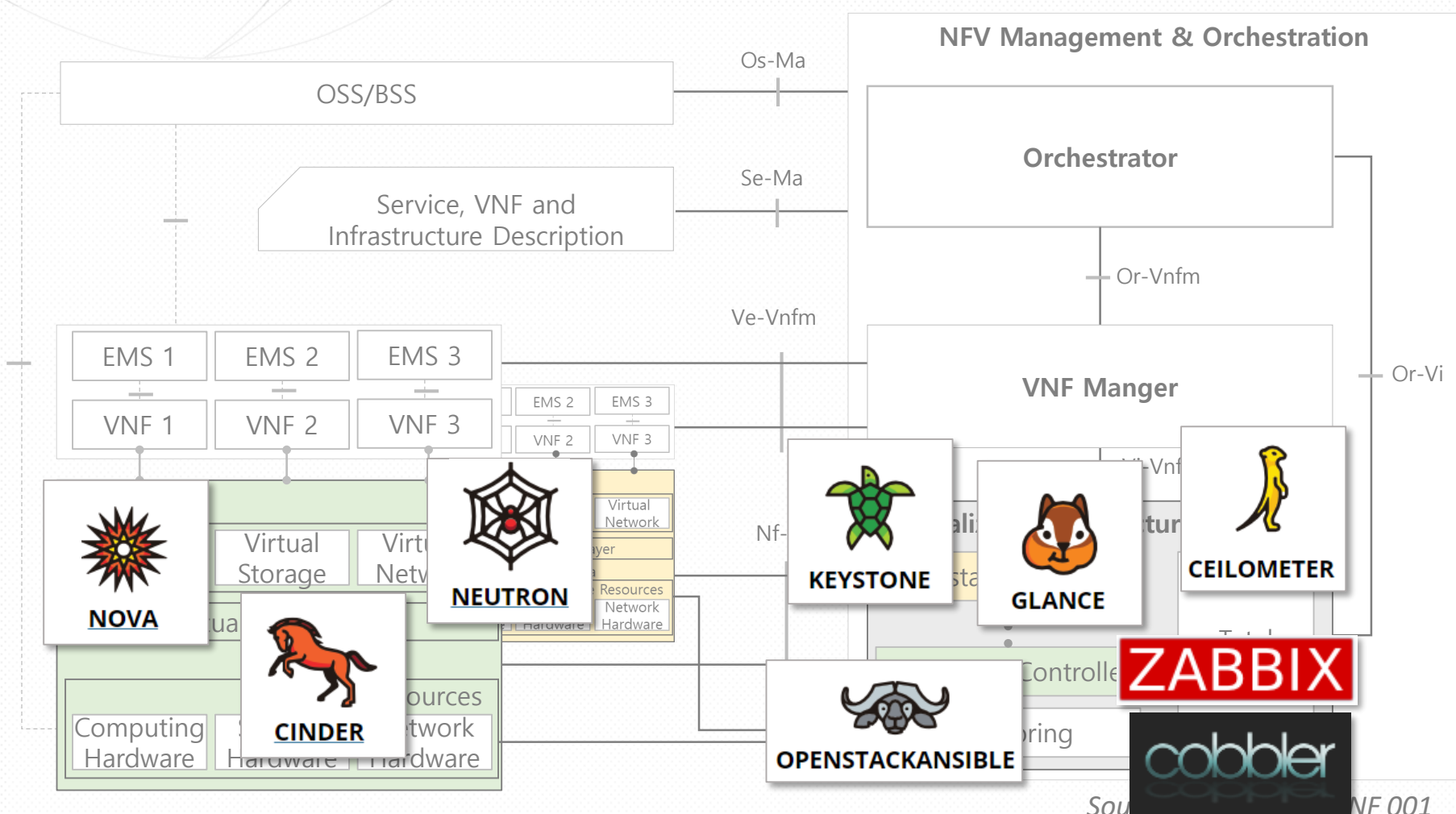
- ETSI NFV-MANO 규격에 따라 Openstack 과 KVM/QEMU 기반 구축
- 인프라 유연한 확보를 위해 Multi Openstack 지원구조



Source: ETSI GS NFV-INF 001

Basic Architecture

- Openstack Mitaka Version 기반 구축

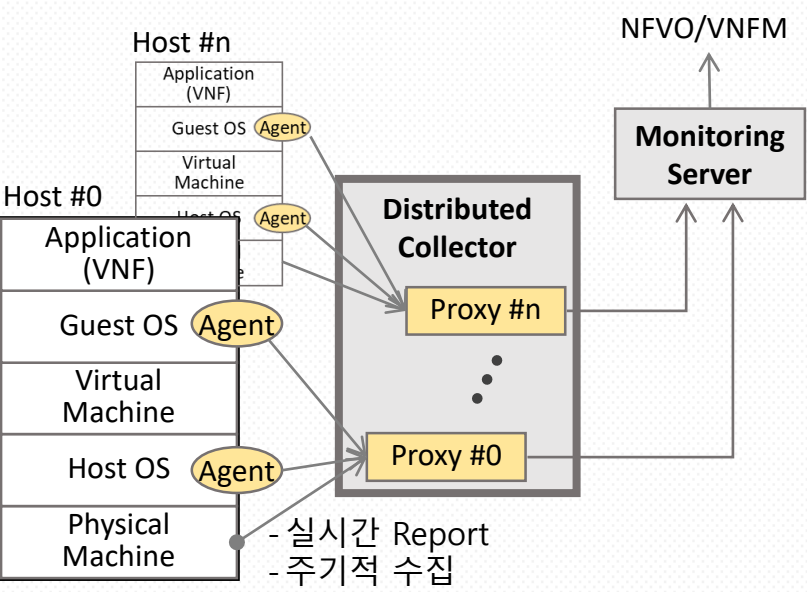


- 통신 인프라는 기본적으로 무중단 서비스가 목표
- 이를 위해 실시간 Fault Detection과 Risk Management 체계 필수

- 무 중단 서비스를 위한 실시간 검출 (< 1 초)
- 수천 Host/VM에 대한 통합 모니터링

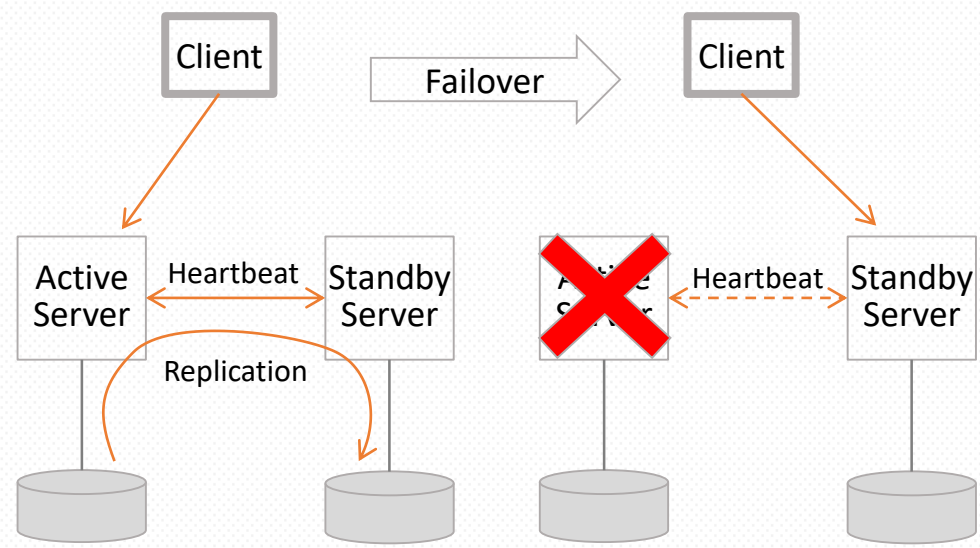
실시간 Fault Monitoring

Zabbix 기반 실시간 대용량 Monitoring Solution



Self-Healing

- Legacy Risk Management(≈ Service Continuity)
 - Active-Standby, N+1 구조
 - Stateful 정보에 대한 실시간 replication



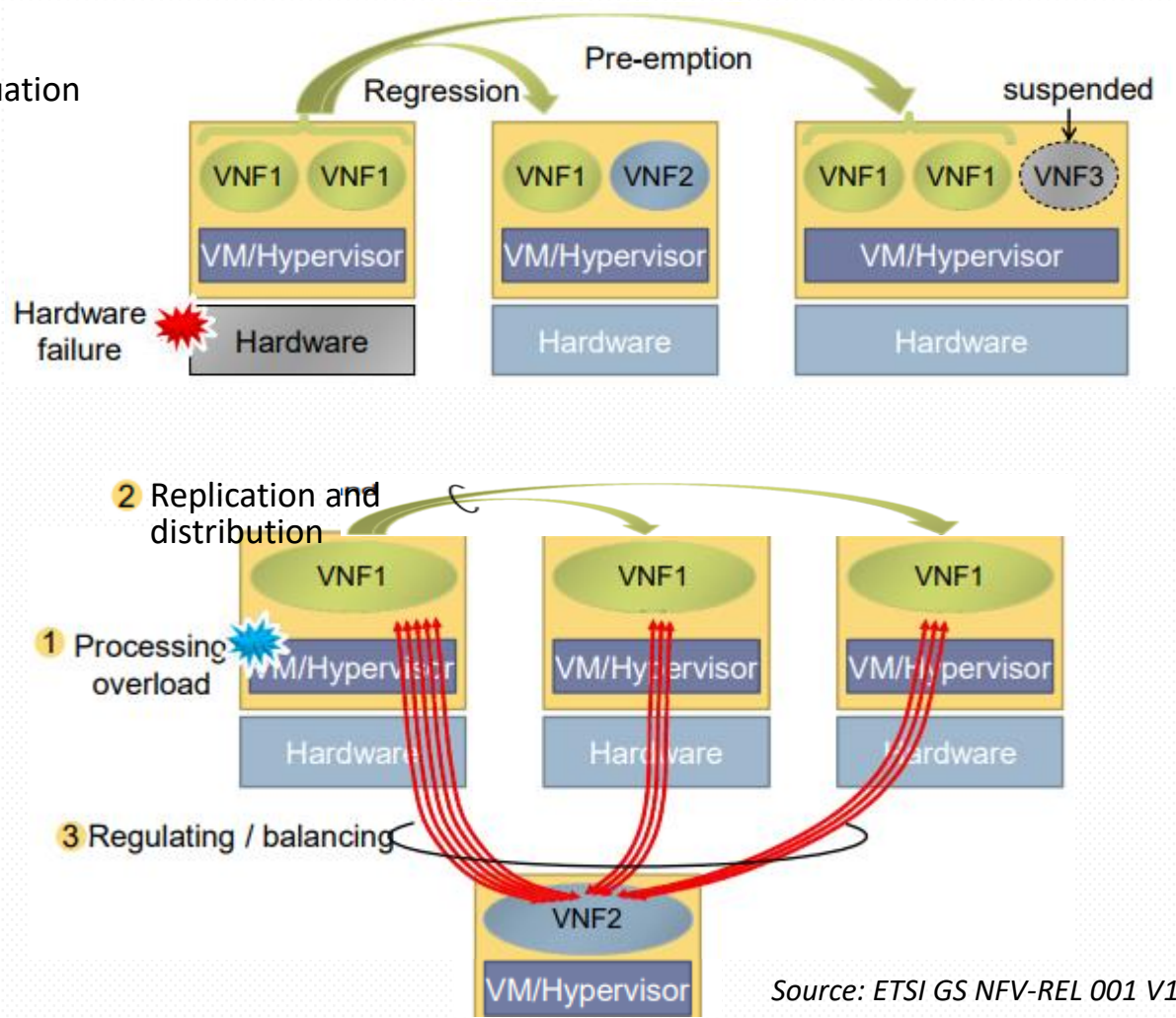
- 가상화 기술 – Migration, Scale Out/in – 기반 안정성 확보

Self-Healing (cont'd)

- Advanced Self-Healing
 - Live/Cold Migration, Evacuation
 - Scale in/out

① Regression/Pre-emption
여유 Resource 부족 상황에서 HW 장애 복구

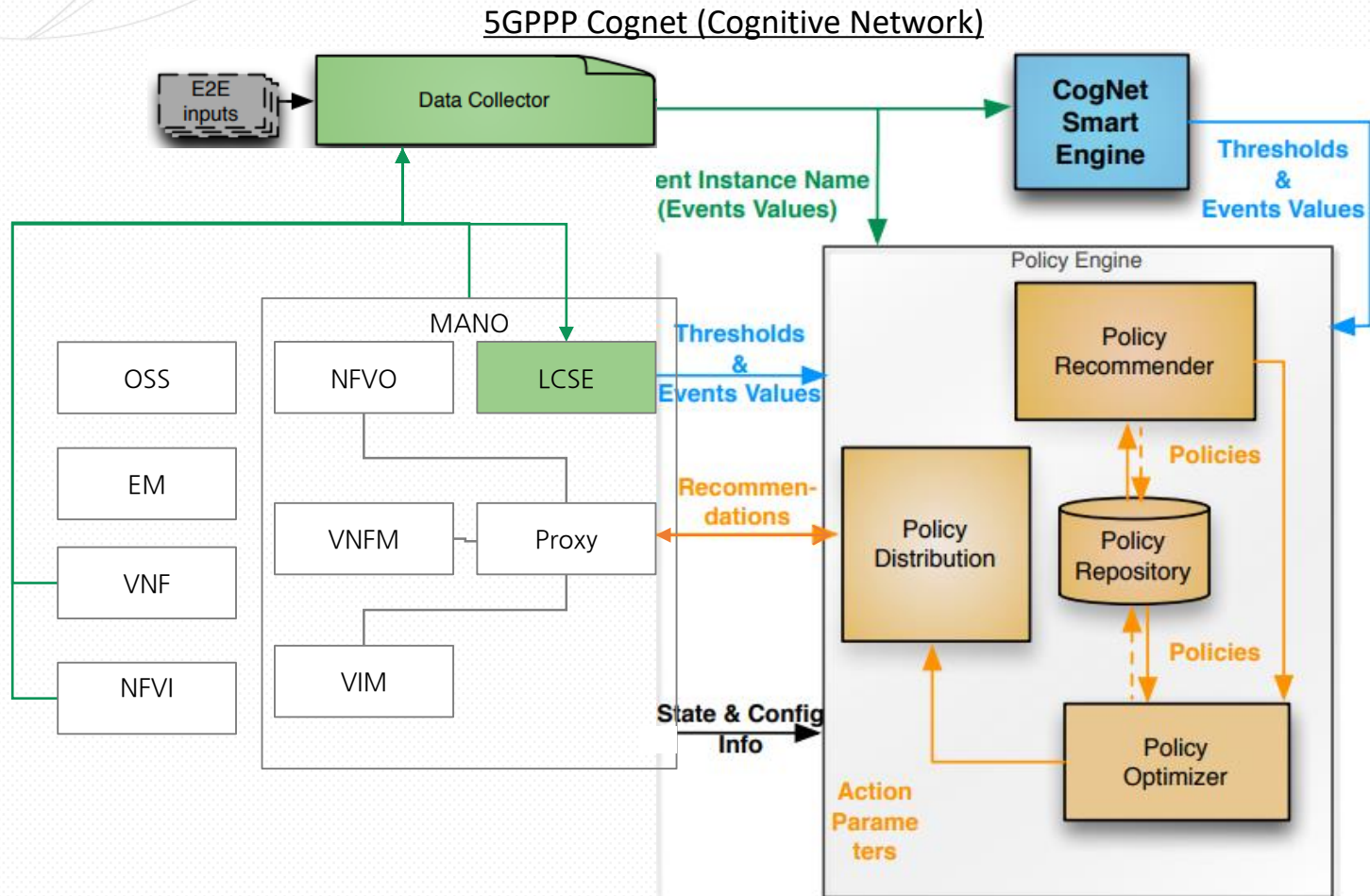
② Spatial Distribution
과부하 상황에서 Peer의 인지 없이 부하 분산



Source: ETSI GS NFV-REL 001 V1.1.1

- **Anomaly Prediction & Prevention**

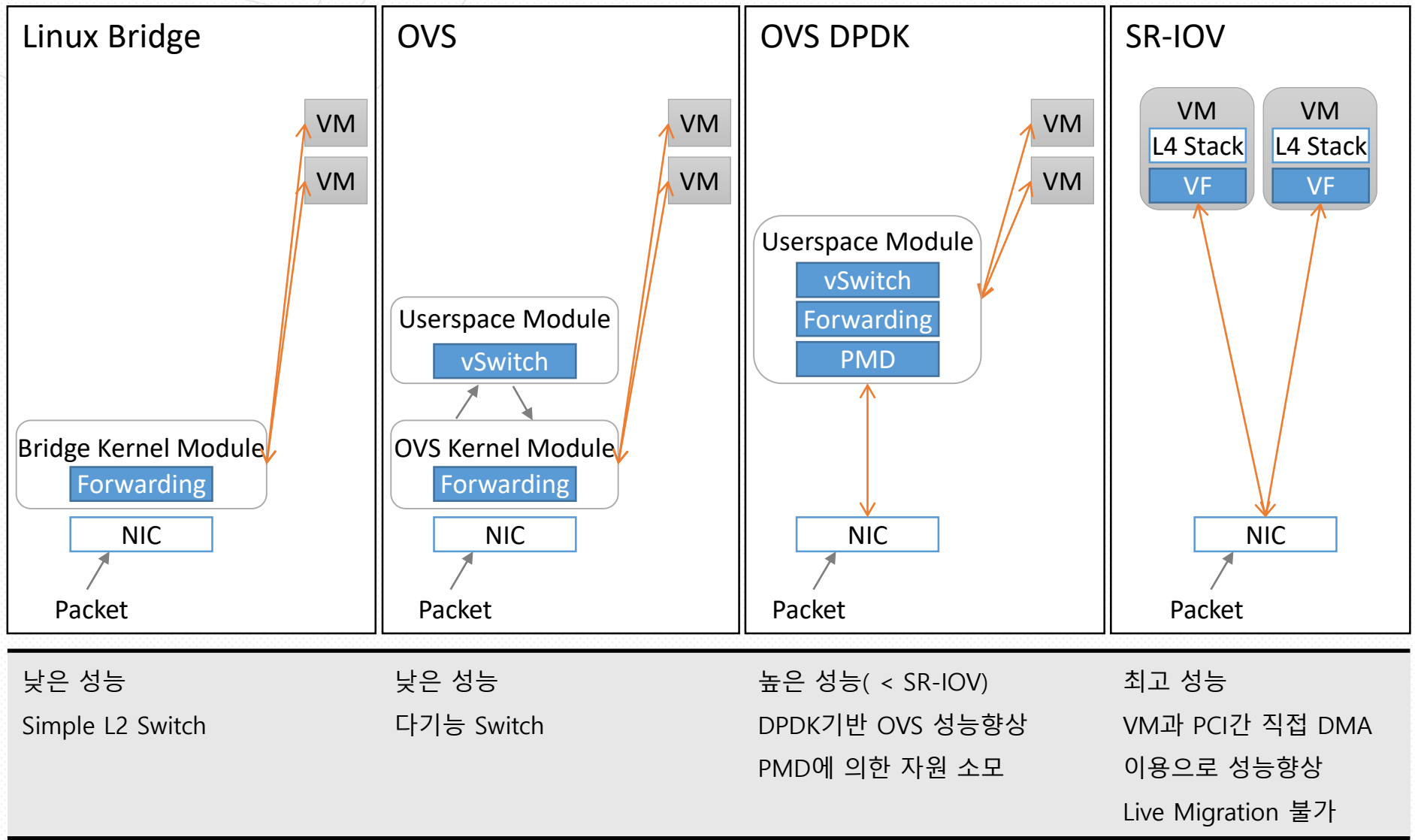
- Machine Learning 기반 Fault Management Framework



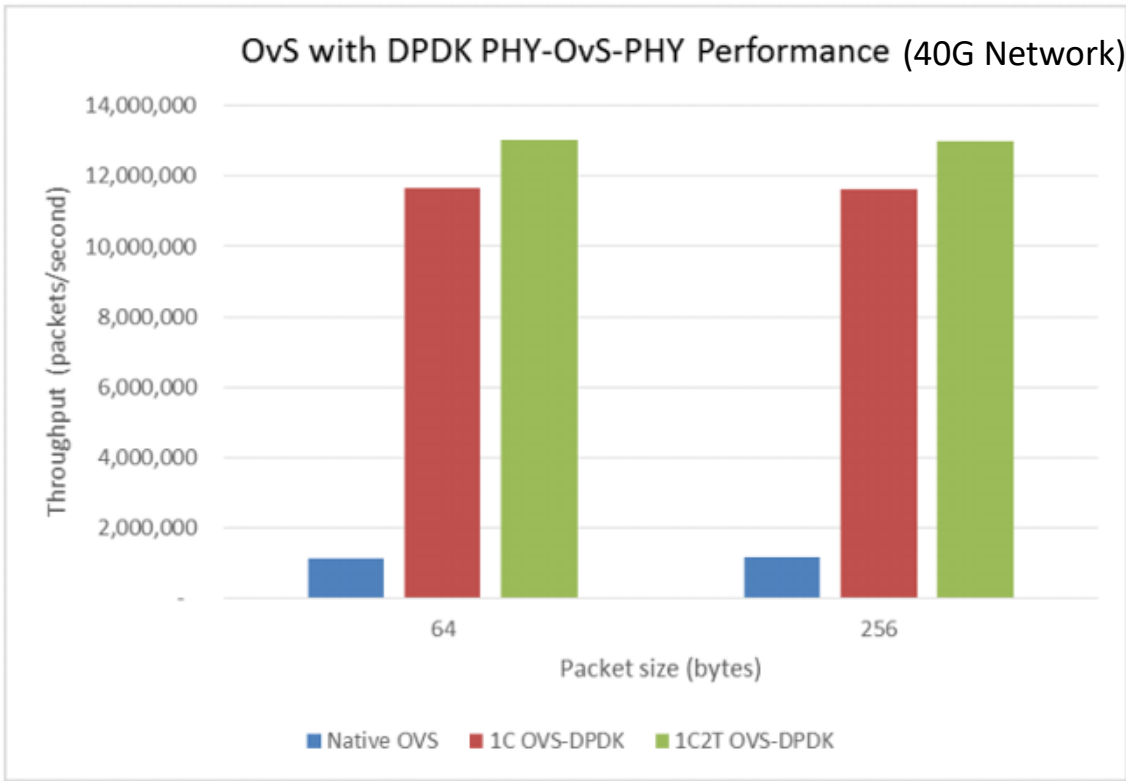
Source: 5GPPP D2.2 - Final requirements, scenarios and architecture

Network Performance

- Near Line Rate Network Throughput, 낮은 Jitter와 Latency 필요



• OVS 성능 테스트 결과

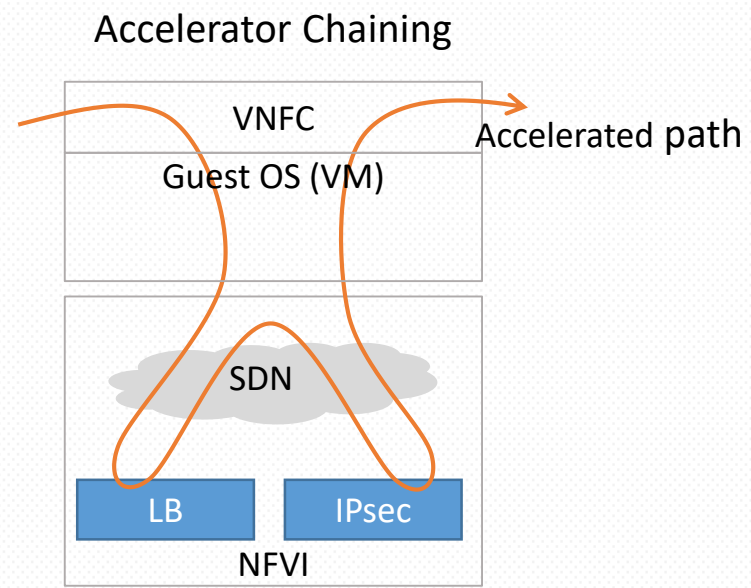
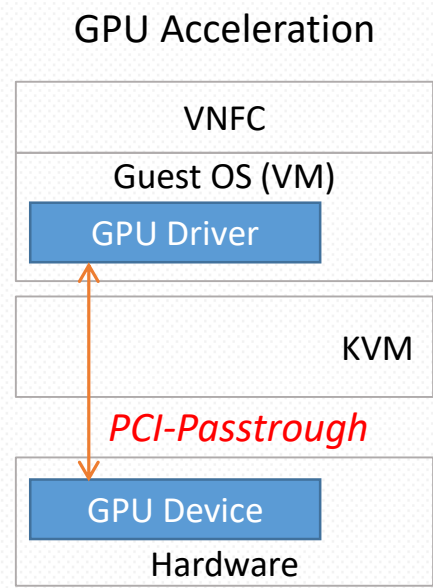
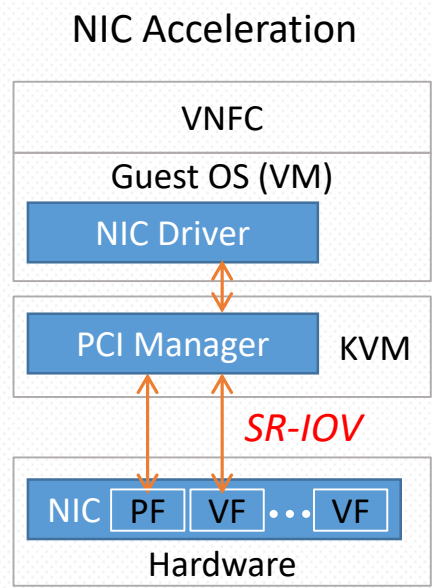


Packet Size	OVS	OVS-DPDK	
		1C	1C2T
64 Byte	0.7 G	7.8 G	8.8 G
256 Byte	1.5 G	13.8 G	15.4 G
512 Byte	4.4 G	40.0 G	40.0 G

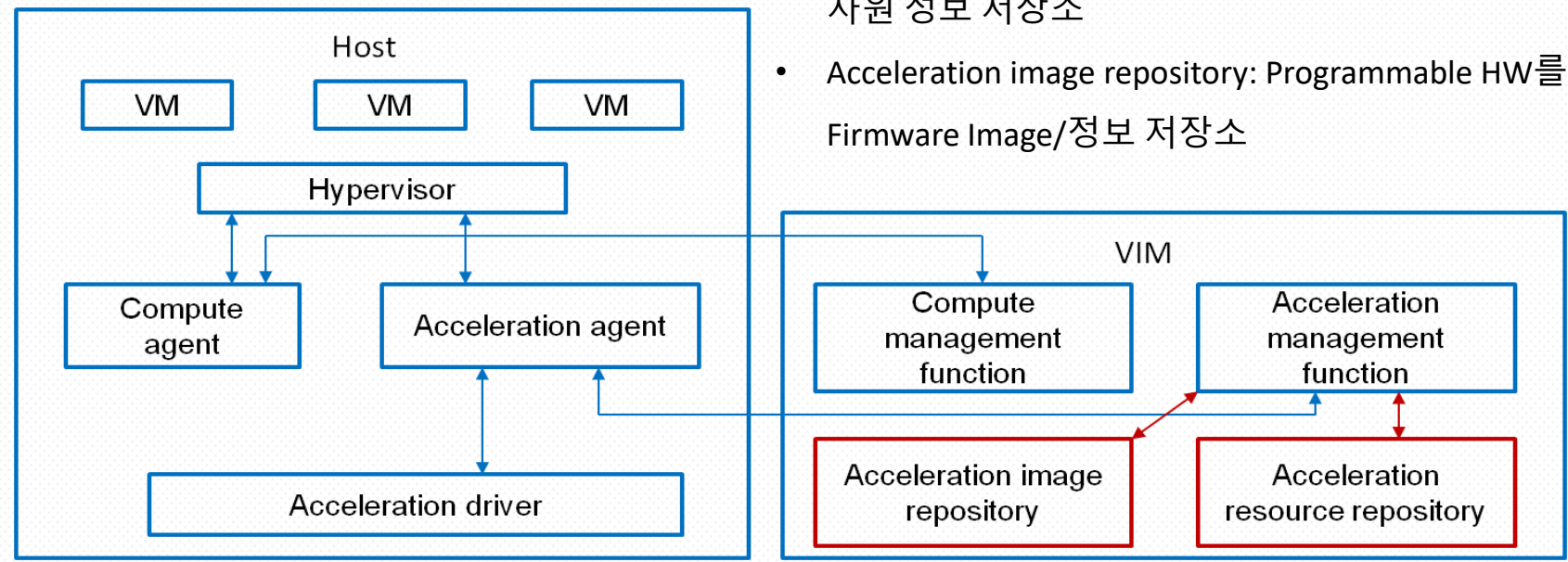
Source: Intel® Open Network Platform Release 2.1 Performance Test Report

Acceleration Management

- Network/Compute Intensive Job을 처리하기 위해 HW기반 가속자원 활용 필요
- 가속자원 종류
 - NIC, GPU 등과 같은 Device Type 가속 자원 지원
 - Load Balancer, Ipsec Server와 같은 Server Type 가속 자원 지원



- 가속 자원 관리기능
 - 1) Acceleration Resource Discovery
 - 2) Lifecycle Management
 - 3) Fault Management
 - 4) Acceleration Image Management



- Acceleration management function: Acceleration Resource Repository/Acceleration Image Repository 관리 기능
- Acceleration resource repository : 사용 가능한 모든 가속 자원 정보 저장소
- Acceleration image repository: Programmable HW를 위한 Firmware Image/정보 저장소

Source: ETSI GS NFV-IFA 019 V0.6.0

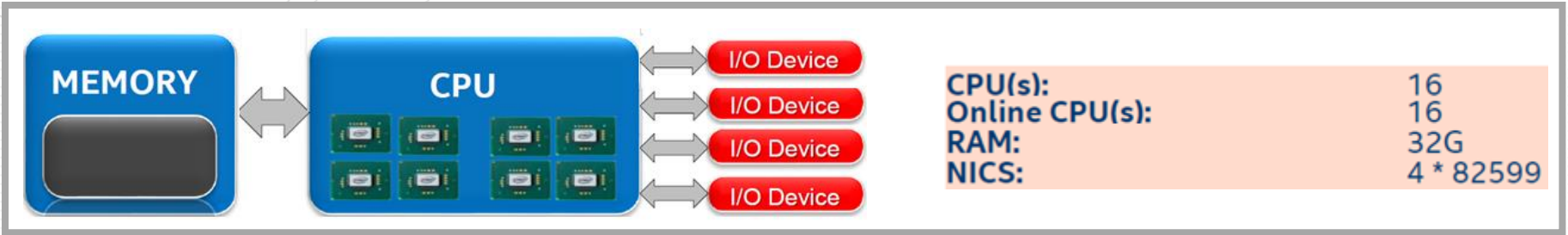
- Openstack Group은 Cyborg Project을 통해 Acceleration 관리기능 개발

ETSI Requirement와 Openstack Cyborg Project간 비교

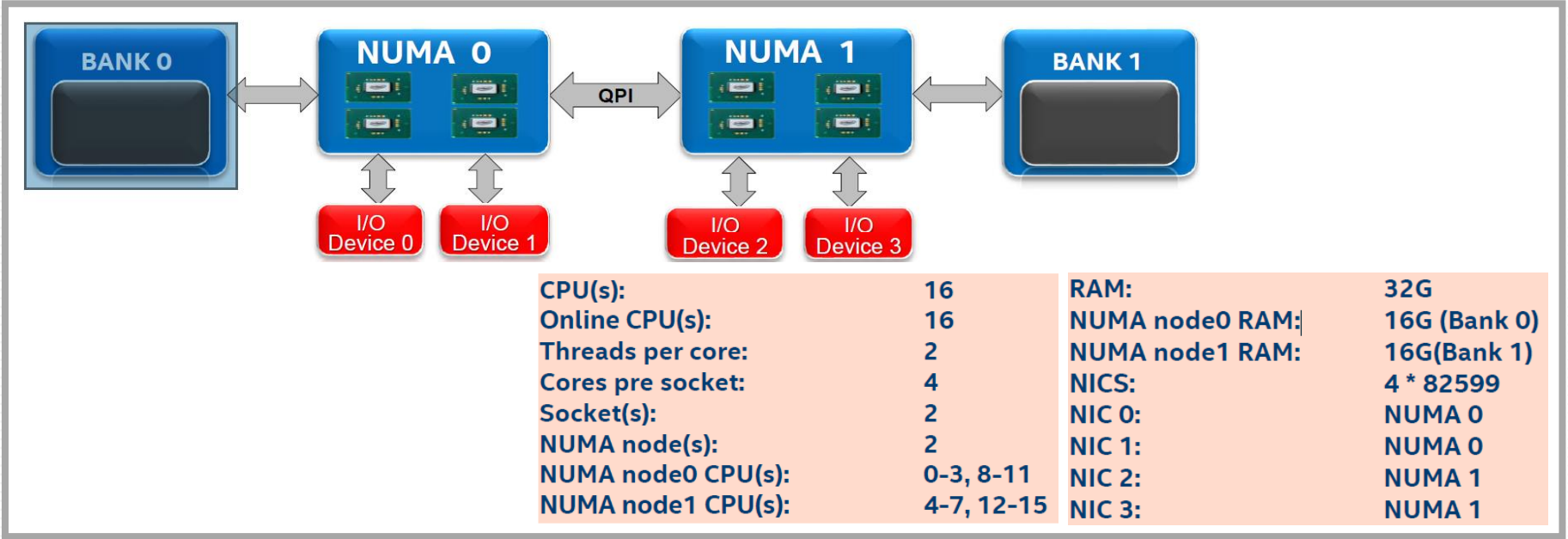
	ETSI NFV-IFA019	Openstack Cyborg
Requirement	Interface	Rest API
NFVI 가속기 정보조회	AccResourcesDiscoveryRequest/Response	GET /accelerators
가속자원 할당요청	AllocateAccResourceRequest/Response	생성 POST /accelerators/{uuid}' 갱신 PUT /accelerators/{uuid}/{acc_spec}' 할당 PUT /accelerators/{uuid}
가속자원 해제요청	ReleaseAccResourceRequest/Response	DELETE /accelerator/{uuid}
가속자원 정보조회	QueryAccResourceRequest/Response	GET /accelerators/{uuid}'
가속자원 통계요청	GetAccStatisticsRequest/Response	
가속자원 통계Reset	ResetAccStatisticsRequest/Response	
가속자원 장애정보수집 활성화	SubscribeRequest/Response	
가속자원 장애정보수집 비활성화	UnsubscribeRequest/Response	
가속자원 장애정보 통보	Notify	
가속자원 장애정보 조회	GetAlarmInfoRequest/Response	
가속자원 Firmware Image 적용	OnloadAcclImageRequest/Response	

Enhanced Platform Awareness

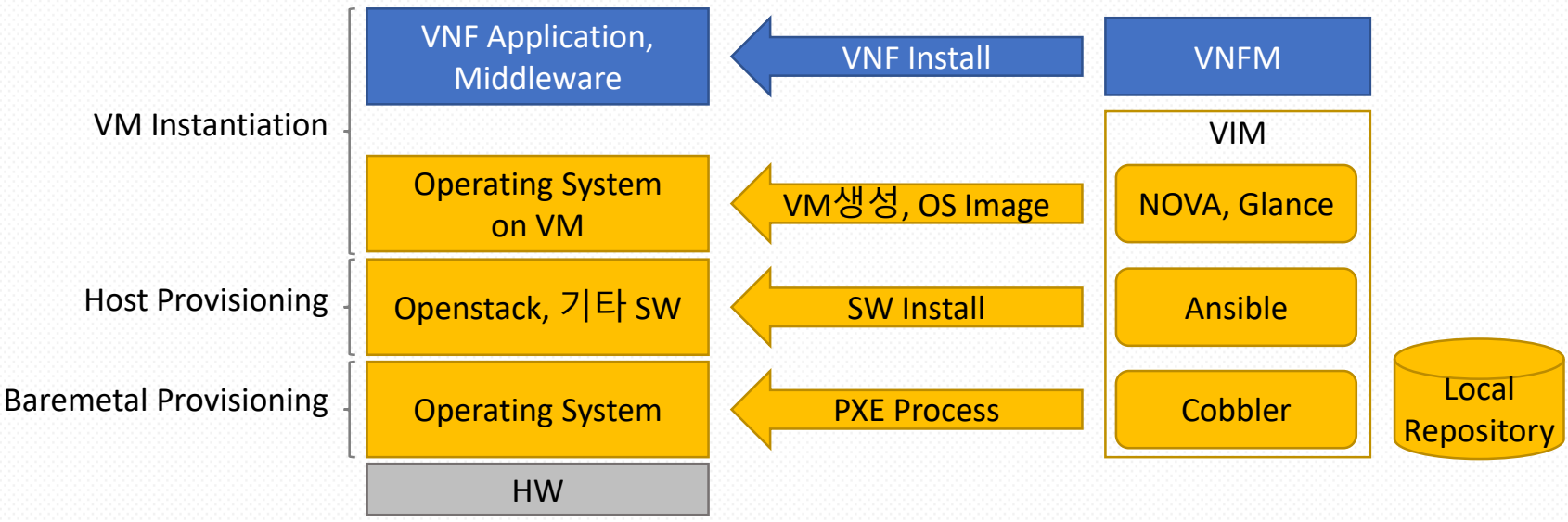
- HW 상세정보 수집, 해당 정보기반 Workload 최적화된 Scheduling을 수행하는 것
- 정보 범위 확장 추진



Enhanced Platform Awareness



- 구축 자동화
 - Baremetal/Host Provisioning
 - Network Booting & OS/Openstack/Monitoring Agent 설치
 - HW 상세정보 수집 및 Asset 관리
 - In-service upgrade capabilities
 - VM Provisioning
 - Glance Image를 통한 OS booting
 - VNFM을 통한 VNF 및 Middleware 설치



- 운영 자동화
 - 계획 기반 운영이 기본인 통신환경에서 운영 자동화 기능은 실질적 효과가 높지 않음
 - 위급상황에 긴급 대응 수단으로 검토

	Normal 상황 Scenario	Abnormal 상황 Scenario
Scale in/out	<ul style="list-style-type: none">• Traffic 증감 대응은 사전 모니터링 및 대응 계획에 따라 추진• 완전 자동화 필요성 낮음	
Live/Cold Migration	<ul style="list-style-type: none">• HW 점검, OS Upgrade/Patch 상황에서 임시로 VNF 이동• 단 Live Migration을 위한 Shared Storage 사용은 SPOF 문제	<ul style="list-style-type: none">• Host fault로 Service Down이 예상되는 상황에서 신규 Host로 즉시 이동• VNF 이중화 구조에서 필요성 낮음
Evacuation		<ul style="list-style-type: none">• 이중화 절체 후 Down된 Host의 VNF를 정상 Host로 이동, Standby 역할 수행, 즉시 이중화 구조 복귀

- 5G Architecture, Interface, Protocol stack 설계 시 Cloud-native VNF에 의한 기회를 고려해야 한다.

Data와 Logic의 분리	Data Storage는 성능에 문제가 없는 한 easy and massive scale-out을 위해 Logic과 독립되어야 한다.
Stateful Function 최소화	VNF/VNFC는 가능한 ‘State 유지 필요성’을 최소화 하여 서비스 중단 없이(or 최소한의 중단으로) Scale-in/out, Migration이 가능한 구조이어야 한다.
독립적인 Component 설계	VNF/VNFC의 기능 요소들이 독립적으로 Scaled, Re-used, Composed, Migrated되도록 정의되어야 한다. 작고 독립적인 VNFC는 쉽게 결합되어 VNF가 되고, VNF는 NS가 된다.
성능과 효율성 간의 Tradeoff	Storage와 Compute 자원 간 사용효율성과 성능 측면에서 항상 검토되어야 한다.
설치 위치와 무관한 VNF Instance 식별	Load balance를 위한 Scale-out, 장애 복구를 위한 Switch over 결과 VNF가 어느 Host에서 동작할지 알 수 없다. 따라서 VNF instance 동작 위치와 무관하게 VNF 식별하고 연동할 수 있어야 한다.
VNF Customization	VNF는 다양한 특성의 Application에게 이용될 수 있으므로, Application의 필요에 따라 VNF 설정 변경이 가능해야 한다.

감사합니다.



The Cloud Computing Export Group

www.cloudtek.co.kr

정정문 (jmjung@sptek.co.kr)