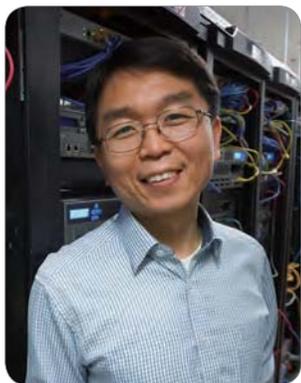


# 클라우드 서비스 위해 고성능·유연성 갖춘 플랫폼 필수

높은 연산 요구되는 클라우드, x86 플랫폼 최적 ... 전문 지식 있어야 효과적으로 운용 가능



장동호 파이오링크 기술연구소장  
david@piolink.com

클라우드 데이터센터에 요구되는 핵심 기능은 ‘고성능’과 ‘유연성’이다. 전통적인 네트워크 플랫폼은 고정된 환경에서 최적의 성능을 제공하지만 유연성이 떨어지기 때문에 클라우드에 맞지 않다. x86 플랫폼은 유연성은 높지만 다양한 환경에서 구축·운영해 본 경험이 없으면 운용하는데 많은 어려움을 겪게 된다. 자칫 잘못하면 병목현상으로 인해 성능 저하의 어려움을 겪게 된다. 현명한 클라우드 네트워크 구축 방법을 살펴본다. <편집자>

## 연재 순서

1. 클라우드 서비스 위한 네트워크 요구사항 및 기존 플랫폼(이번호)
2. 클라우드 서비스 위한 최적 네트워크 노드 플랫폼 제안

**클**라우드 데이터센터로 전환을 고민하고 있는 데이터센터 아키텍트라면 오픈소스 클라우드 관리 플랫폼인 오픈스택을 검토할 것이다. 오픈스택을 직접 평가하거나 운용하는 과정에서 아키텍트는 초기 설치가 까다롭다는 고충을 토로한다. 이 과정을 지나 실제 테스트하고 운용하는 과정에서는 초기 설계 시 보다 네트워크 처리가 전체 성능의 병목지점이 돼 이를 분석하고 개선하는데 어려움을 겪게 된다.

오픈스택을 설치할 때 순수한 랩 테스트 성격의 올인원 1 노드 환경이나 일부 기술 평가 성격의 2~3 노드 구성은 큰 문제가 되지 않는다. 그러나 실제 운용 환경을 위해 수십, 수백 노드 환경을 구성하면, 초기 설치 시에 많은 시행착오를 거치게 된다. 설치 문제를 분석하고 해결하기 위해서 예산을 초과하는 리소스가 투입된다.

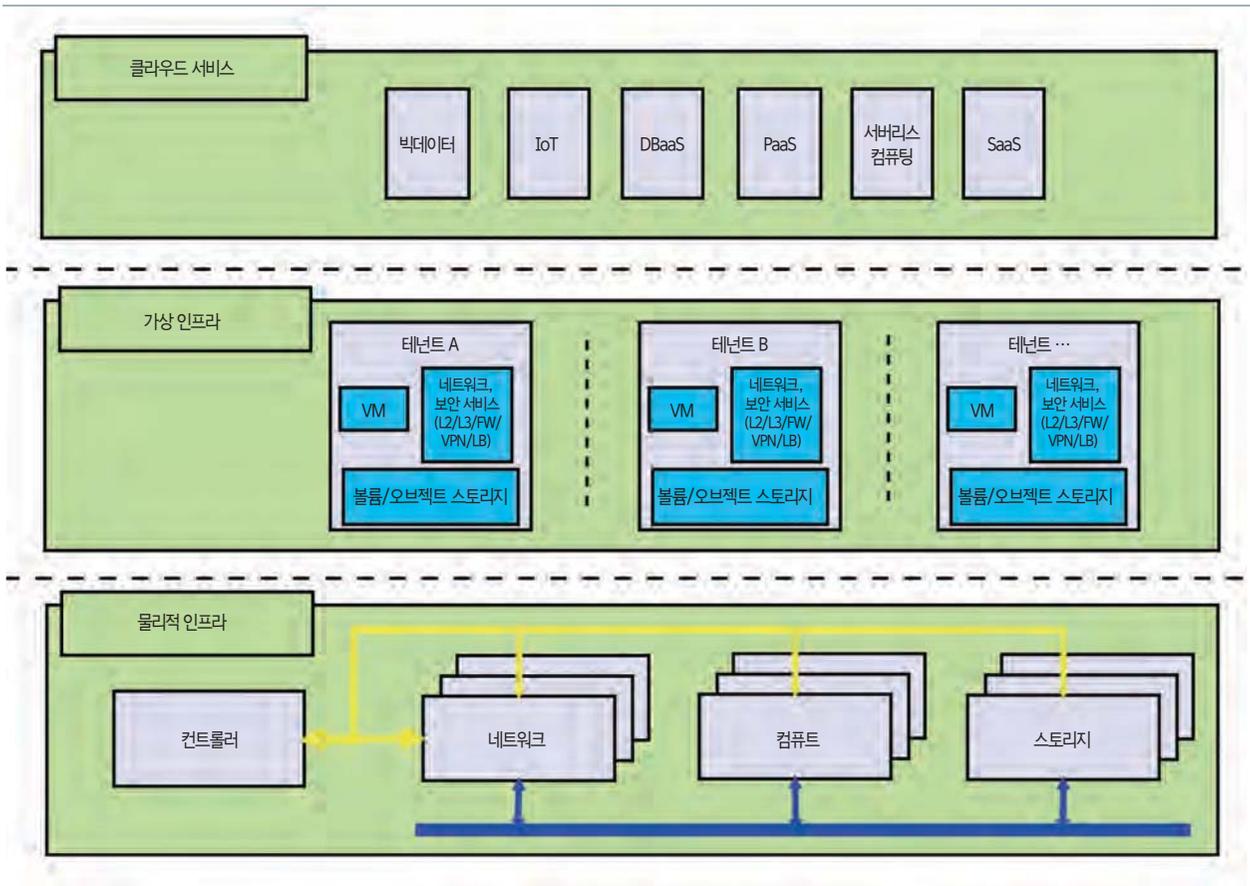
오픈스택 도입이 늘어나면서 앤서블(Ansible) 등 오픈스택 설정 관리 플랫폼이 등장하고 있으며, 기술이 성숙되고 있어 설치나 도입 과정의 까다로움은 많이 해소되고 있다. 하지만 네트워크 성능 및 기능과 관련된 설계, 문제 분석, 해결 과정은 난제로 남아 있는 상황이다. 특히 서버(Compute)와 스토리지 분야의 발전에 비해서 상대적으로 네트워크 부분의 발전은 미진하다.

이런 상황에서 네트워크에 대한 철저한 사전 검토 및 설계 등을 통해 사용자 요구 사항에 부합하는 적합한 플랫폼 선정이 성공적인 클라우드 데이터센터로 전환하는데 필수적이다. 본 가이드는 이런 성공적인 클라우드 데이터센터 구축을 위한 필수적인 요구 사항을 짚어 보고, 이런 요구 사항에 기술적으로 가장 적합한 플랫폼을 제안한다.

## 클라우드 전환으로 데이터센터 관리 복잡성 증대

고전적인 데이터센터 네트워크 환경에서 각 네트워크 장비는 한정된 일부 기능만을 수행했다. 이들 장비는 고정적이고 물리적인 네트워크 링크를 통해서 연결됐다. 각 계층 간 연결 지점은 명확했고, 대부분의 트래픽은 이런 계층간의 트래픽이었다. 대부분 보안 이슈는 이런 계층 간 연결 지점에 지정된 목적의

## 데이터센터 네트워크 구조



보안 장비를 설치해 보안 정책을 적용했다.

서버, 스토리지, 네트워크, 보안 장비는 물리적으로 명확히 분리됐고, 스토리지 네트워크는 일반 데이터 네트워크와도 분리 돼 있었다. 그리고 전반적인 애플리케이션 서비스의 개편이나 장비의 고장 사용 연한 등으로 인한 교체 등의 특별한 이벤트가 있지 않는 한 물리적인 네트워크 구성의 변경 작업은 자주 이뤄지지 않았다.

하지만 클라우드 서비스를 위한 데이터센터에서는 클라우드 서비스의 핵심 요소인 가상화 기술에 기반을 두고 서버, 스토리지, 네트워크가 모두 가상화돼 있다. 장비들이 물리적으로 구별되고 독립적인 형상이 아니라 논리적인 서비스 단위의 가상 네트워크 위에서 모든 리소스들이 서로 연결되는 구조로 변경됐다.

서버와 서버 사이, 서버와 네트워크 장비 사이, 서버와 스토리지 사이의 연결은 물리적인 변경보다는 서비스 요구 사항의

변경에 따라 실시간으로 논리적으로 생성되고 연결되고 소멸되는 과정을 아주 빠른 주기로 반복하고 있다.

스토리지 네트워크는 Ceph/VSAN 등 분산 클러스터 스토리지 시스템이나 iSCSI, FCoE 등 표준 데이터 네트워크 기반의 스토리지 프로토콜을 사용해 이더넷 단일 네트워크로 통일되고 있다. 기존 이더넷 기반의 데이터 네트워크 인프라에서 대용량의 스토리지 트래픽까지 처리하게 됐으며, 기존 데이터 네트워크의 대역폭 요구 사항도 역시 증가하게 됐다.

서버 애플리케이션 간의 트래픽 환경 역시 복잡해지고 있다. 빅데이터, 인공지능 등의 대용량 클러스터링 시스템에서 요구되는 각 클러스터 구성 노드 간(East-to-West) 트래픽의 볼륨은 고전적인 계층 간의 트래픽 볼륨과는 비교 불가능할 정도로 폭증 수준을 보이고 있으며, 이들 트래픽의 패킷 손실이나 대기시간은 해당 애플리케이션의 응답성에 많은 영향을 미친다.

기존 네트워크 플랫폼 특징 비교

구분	상용 스위칭	전용 ASIC	x86 CPU
성능	고성능 (line speed)	고성능	상대적 저성능
유연성	매우 낮음	높음	매우 높음
리소스	낮음	매우 높음	낮음
주요 응용	기존 스위치가 제공하는 기능 최적으로 활용 (주로, L2/L3관련 기능과 일부 네트워크 오프로딩 기능)	기존 상용칩이 제공하지 않는 기능을 인라인 스피드로 구현	빠른 개발과 다양한 기능 수용. 향후 잦은 변경 가능성

**클라우드 네트워크 핵심 ‘고성능·유연성’**

클라우드 데이터센터 환경에서 네트워크 플랫폼에 대한 가장 핵심적인 기술 요구 사항은 고성능과 유연성이라고 정리할 수 있다.

특정 환경에 맞는 네트워크 노드의 플랫폼 하드웨어와 소프트웨어 구조에 대해서는 그동안 많은 형태의 제안이 있었고 각 구현 구조의 특성에 기반을 둔 장점과 단점 등이 있다. 기존 플랫폼의 경우 비교적 고성능·유연성 중 한 가지 요소에 더 초점을 두고 있어서 두 가지 요소를 동시에 만족시키는 플랫폼 제안은 상대적으로 적은 편이다.

첫 번째 검토할 플랫폼은 향상된 플로우 프로그램이 가능한 상용 스위칭 칩셋을 기반으로 하는 플랫폼이다. 이 플랫폼은 스위칭 칩에서 대부분의 데이터 플레인 동작이 수행되는 구조로, 패킷의 헤더와 일부 데이터 필드를 추출해 미리 프로그램된 정책에 따라 패킷을 차단하고, 패킷을 특정 포트로 리다이렉션하거나 미러링한다. 트래픽 미러링과 패킷의 특정 필드를 조작하는 등의 기능을 수행한다.

이 스위칭 플랫폼은 최소 크기의 이더넷 패킷(64byte)에 대해서도 라인 스피드의 동작을 보장한다. 어떤 트래픽 환경에서도 패킷 손실이 없고, 대기시간이 최단이면서 라인 스피드를 보장하는 고성능 장점이 있다. 그러나 기존 ASIC 칩에 구현돼 있는 기능의 확장은 불가능해 상대적으로 유연성 요구 사항은 만족시키기 어렵다.

스위칭 칩 기반 플랫폼에서 스위칭 칩의 관리를 위한 비교적 저성능의 임베디드 CPU가 있다. 그러나 이 CPU는 스위칭 칩의 컨트롤 플레인으로써 일부 기능을 수행할 뿐 데이터 플레인 기능을 수행하기에는 일반적으로 성능이 부족하다.

전반적으로 이 플랫폼은 스위칭 칩의 ASIC에서 제공하는 상대적으로 제한 기능을 고속으로 처리하기에 적합한 플랫폼이다.

두 번째 검토할 플랫폼은 FPGA를 이용한 네트워킹 플랫폼이다. 앞서 검토한 상용 스위칭 칩셋 플랫폼에 견줄 수 있는 고성능을 제공하면서, 상대적으로 원하는 기능 확장이 가능하므로, 유연성에 대한 일부 대비는 가능하다.

하지만 고성능 플랫폼을 구현하고자 한다면 하드웨어 원가 자체도 상용 스위칭 칩셋에 비해서 고가이면서, 기능 구현에 상대적으로 많은 시간과 비용이 들어가며, 구현된 기능을 검증하고 안정화하는 것도 오랜 시간과 리소스가 필요하다. 이를 고려하면 광범위한 적용에는 무리가 있고, 기존 스위칭 칩에서 제공하지 않는 고정된 특수한 기능을 고성능으로 처리하는 한정적인 용도의 플랫폼으로 적합하다.

**x86, 유연성 높지만 관리 어려워**

세 번째는 일반 x86 CPU를 장착한 서버 플랫폼이다. 표준 랙에 마운트 되는 1U ~ 2U 폼팩터에 주로 PCI-E 인터페이스에서 멀티-1Gbps 혹은 멀티-10Gbps NIC을 장착한 플랫폼이다. 2009년 네할렘(Nehalem) CPU 아치(Arch)가 발표되기 전의 x86 CPU는 순수한 서버 CPU다. 애플리케이션 워크로드 처리에 한정적인 역할만을 수행하며, 일부 저성능 네트워크 어플라이언스 플랫폼으로 주로 사용이 됐다.

네할렘 CPU 이후 CPU 자체 성능 뿐만 아니라 CPU 자체에 SDRAM 컨트롤러나 고속 PCI 익스프레스 인터페이스 내장 구조로 개선됐다. IO 속도가 비약적으로 발전해 고성능 네트워크 기능을 수행할 수 있는 충분한 하드웨어 기반을 갖추

게 됐다. 더불어 DPDK(Data Plane Development Kit) 등 x86 CPU를 활용한 고성능 네트워크 소프트웨어 스택과 오픈 브이 스위치(Open Vswitch)가 등장하면서 소프트웨어로도 충분히 고기능, 고성능 요구를 만족시킬 수 있는 네트워크 플랫폼이 갖춰지게 됐다.

이와 같은 하드웨어·소프트웨어 솔루션을 기반으로 한 x86 CPU 플랫폼은 기본적으로 고성능 네트워크 플랫폼으로 손색 없는 플랫폼이 됐다. KVM 등 하드웨어 가상화 지원 하이퍼 바이저와 컨테이너 기술의 발전으로 기존의 개별 네트워크 혹은 보안 전용 어플라이언스 장비에서 제공되던 기능을 하나의 물리적인 장비에 집약하게 됐으며, 충분한 유연성까지 확보한 플랫폼이 됐다.

하지만 x86 CPU 플랫폼은 아직까지 성능과 초기 도입 및 유지 보수 비용 측면에서 고성능 요구 사항을 충분히 보장하기에는 한계가 있다. x86 CPU 기반 네트워크 플랫폼은 라인 스피드 동작을 보장하는 성능을 충분히 제공하고 있지 않다. 특히 DPDK 등을 도입하더라도 대규모 트래픽이 갑자기 발생할 때 일어날 수 있는 패킷 손실 문제, 그리고 소프트웨어적인 일정관리 때문에 연결이 지연되는 문제 등은 여전히 있다. x86 기반 플랫폼 구조상 빠른 시간 안에 완벽한 해결책을 기대하기는 어렵다.

x86 플랫폼에는 다양한 NIC 환경과 CPU 모델 등이 장착 가능하며, 다양한 소프트웨어 네트워크 스택 및 관리 소프트웨어 등을 설치할 수 있으므로, 그야말로 강력한 유연성을 발휘한다. 하지만 이에 대한 반대급부로 NIC마다 상이한 하드웨어 가속 및 SR-IOV 지원 편차, CPU의 HVM, IOMMU 지원 편차 등 다양한 환경 편차 대응이 필요해서 대응 리소스도 상대적으로 많이 필요하다.

OS, 커널 네트워크 스택, 코드 레벨의 성능 튜닝, NIC 드라이버, 하드웨어 가상화, CPU 구조 등을 이해하고 관련 개발 경험 등을 갖춘 조직에는 상대적으로 수월하게 이런 배경 기술 이해와 경험, 평가 등을 기반으로 효과적인 플랫폼을 선정하거나 설계하고, 문제에 빨리 대응할 수 있는 반면, 그렇지 못한 조직의 경우에는 오히려 유연함이 도입과 운용비용을 증가시키는 결과를 가져오기도 한다.

### x86 기반 플랫폼, 충분한 관리·운영 경험 있어야

CPU의 연산 능력이 주가 되는 워크로드의 경우, CPU의 하드웨어 가상화 기능이 충분히 성숙한 상태에 있기 때문에 가상화로 인한 기술적인 오버헤드 없이 기존 베어메탈에서 처리되는 성능과 거의 유사한 성능을 얻을 수 있다.

연산 능력만이 주가 되는 클라우드 환경이라면, CPU의 하드웨어 가상화에 대한 기능 활성화 이슈 외에 다른 소프트웨어 구성 측면에서의 이슈도 거의 없어서 비교적 적은 노력으로 최적 환경 구성이 가능하다. 따라서 이미 서버 가상화 플랫폼으로서 x86 서버 플랫폼은 의심할 여지가 없는 최적의 플랫폼으로 자리매김했다.

하지만 IO가 주가 되는, 특히 네트워크 IO가 주가 되는 워크로드를 처리하는 네트워크 가상화 경우, 해당 워크로드를 처리하는 최적의 플랫폼을 선정하지 못하거나 적절히 구성하지 못한다. 그래서 네트워크 지연이 전체 시스템 성능의 병목 지점이 되거나 혹은 더 많은 처리 장비 도입이 필요하게 된다.

현재 최적의 네트워크 스택을 기반으로 기본적인 라우터나 브릿지 기능의 경우에 1개의 CPU 코어만으로도 최대 10Gbps에 가까운 성능(Throughput)을 달성할 수 있다. 하지만 사용 용도에 적합하지 않는 플랫폼이나 잘못 구성된 환경에서는 100Mbps도 못내는 경우도 실제 존재하며, 단순히 CPU 코어 수를 증가시킨다고 해도 적절한 병목 지점을 찾지 못하면 여러 CPU 코어 사이의 자원 경쟁으로 인해 오히려 성능이 감소될 수 있다.

적절한 성능 구성이 되지 않는다면, 하드웨어 도입 비용이 최적화된 전용 장비에 비해서 오히려 x86 서버의 도입 비용이 증가할 수 있다는 것이다. 즉 x86 CPU 플랫폼의 고성능, 유연성, 경제성 등은 사전 지식을 기반으로 적절한 하드웨어·소프트웨어 플랫폼을 선정하고 적절한 관리·운영 경험이 쌓여 있는 경우에만 달성될 수 있다는 점에서 한계가 있다. 