

가상화 기반 온프레미스-클라우드 통합 인프라 아키텍처 설계 및 운영 효율성 향상에 관한 연구

이혜인*, 김명재**, 이서하***, 김정윤****

덕성여자대학교*, 호서대학교**, 원광대학교***, 경희대학교****

manggae905@duksung.ac.kr*, aries9868@naver.com**, fmlf1234@wku.ac.kr***, a321@khu.ac.kr****

A Study on the Design of a Virtualization-Based On-Premise-Cloud Integrated Infrastructure Architecture and Its Operational Efficiency Improvements

Lee Hyein, Kim Myeongjae, Lee Seoha, Kim Jungyun*

Duksung Women's University Hoseo University Wonkwang University *Kyung Hee University

요약

본 연구는 온프레미스 기반 인프라 환경에서 VMware 가상화 기술과 클라우드 서비스를 연동하여 운영 효율성을 향상시키는 하이브리드 인프라 아키텍처를 구현한다. Dell PowerEdge R630 기반으로 VMware ESXi를 사용하여 가상 클러스터를 구축하고 vCenter를 통한 중앙 관리 체계를 적용한 후, OpenVPN을 활용해 Azure VNET과 사설망 수준의 연동을 구성하였다. 이와 더불어 AWS DRS를 이용한 재해복구 구조를 통해 장애 발생 시 신속한 서비스 전환이 가능하도록 구현하였다. 제안된 아키텍처는 서버 중심의 사용자 업무 환경 운영을 통해 엔드포인트 보안 위험을 완화하고, 기존 온프레미스 중심 인프라의 확장성과 복구 측면의 한계를 보완할 수 있음을 확인하였으며, 본 연구는 정량적 성능 분석을 향후 연구로 남기되, 하이브리드 인프라 설계 및 운영을 위한 실질적인 참조 모델을 제공한다.

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

최근 IT 인프라는 서비스 확장성, 관리 편의성, 그리고 비용 효율성을 확보하기 위해 온프레미스 단일 환경에서 벗어나 가상화 기술과 클라우드 서비스가 결합된 형태로 진화하고 있다.[1] 특히 서비스 운영 환경의 다변화와 기업 내 비정형적 자원 수요 증가는 인프라가 수동 관리 중심 체계에서 자동화 및 가상화 기반 운영 구조로 전환될 필요성을 더욱 높이고 있다. 이러한 변화 속에서 온프레미스 자원을 효율적으로 사용하면서 클라우드 환경과 유연하게 연동할 수 있는 하이브리드 인프라에 대한 요구가 증가하고 있다.

1.2 기존 온프레미스 인프라 운영의 한계

기존 온프레미스 중심 인프라는 다음과 같은 문제점을 갖는다.

첫째, 인프라 확장(Scale-Out/Scale-Up) 과정이 운영자의 경험과 수작업 절차에 의존하여 서비스 확장성 확보가 어렵다.

둘째, 클라우드 자원을 활용하려면 별도의 네트워크 연결 환경을 구성해야 하며, 이 과정에서 비용 및 운영 복잡성이 증가한다.

셋째, 장애 또는 재해 상황 발생 시 서비스 복구 절차가 장비 환경에 종속되어 있어 복구 시간 단축(RTO)과 데이터 손실 최소화(RPO)에 대한 보장 체계가 부족하고, 이러한 구조적 한계는 결과적으로 인프라 운영 효율성을 저하시켜 장기적 관점에서 비용 및 운영 전략 수립에도 제약을 발생시킨다.

2. 관련 연구 및 기술 동향

가상화 기술은 물리 자원을 논리적으로 분리하여 활용 효율을

높이는 기술로, VMware ESXi와 같은 하이퍼바이저 기반 환경은 서버 통합과 자원 확장 용이성을 제공한다.[2] vCenter 중심의 관리 체계를 활용하면 VM 생성 · 배포 · 확장이 일원화되어 온프레미스 환경에서도 클라우드에 준하는 운영 편의성을 확보할 수 있다. 그러나 기존 연구는 가상화 기술 내부 구조나 자동화 기능에 집중하는 경향이 강해, 클라우드 연동성과 재해복구 체계의 실질적 적용 사례는 부족하였다.[3] 하이브리드 클라우드는 온프레미스 인프라와 외부 클라우드 자원을 통합하여 운영 효율성을 향상시키는 방식으로 주목받고 있다. Azure, AWS 등 주요 플랫폼은 VPN, Direct Connect, VNET을 통해 사설망 기반 연동을 지원하지만, 기존 연구 대부분은 클라우드를 단순 확장 수단으로 활용하는 수준에 머물러 인프라 통합 관점의 체계적 분석은 미흡하였다.

재해복구 분야에서도 클라우드 기반 DR 서비스가 등장함에 따라 복구 시간 단축과 운영 절차 간소화가 가능해졌다. [4] 이에 따라 가상화 · 클라우드 · DR을 통합 관점에서 다루는 실증 연구가 필요한 상황이다.

3. 제안 아키텍처 설계 내용

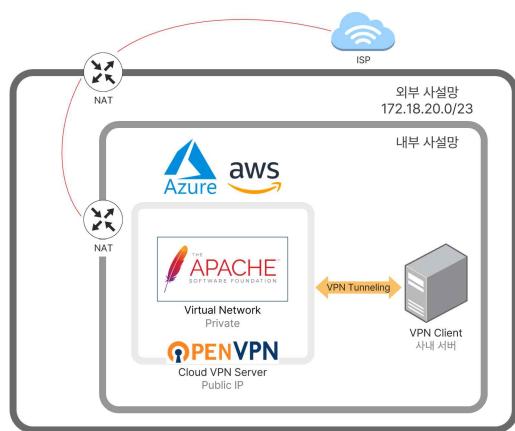
본 연구는 가상화 기반 온프레미스 인프라를 클라우드 환경과 연동하여 운영 효율성을 향상하는 아키텍처를 제안하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 Dell PowerEdge R630 서버 3대를 VMware vCenter 환경에 조인하여 가상화 기반 온프레미스 운영 구조를 구성하고, AWS EC2, Azure VNET 내부에 별도 웹 서비스 환경을 구축하였다. 또한 OpenVPN을 통해 온프레미스 환경과 클라우드 간 사설망 수준의 연동을 구성하여 단일 네트워크 기반 애플리케이션

접근성을 확보하였다. 더불어 AWS DRS 서비스를 활용하여 VMware ESXi 기반 VM 이미지를 주기적으로 백업하고, 장애 발생 시 AWS 환경에서 즉시 서버를 구동할 수 있는 재해복구 구조를 설계하였으며, 본 연구의 기여점은 다음과 같다.

- 가상화 기반 온프레미스 인프라와 다중 클라우드(Azure, AWS)를 연계한 운영 효율성 중심 하이브리드 아키텍처 제시
- VPN 기반 사설망 연동을 통해 클라우드 자원을 내부 자원처럼 사용 가능한 구조 설계
- AWS DRS 기반 DR 구조 도입으로 기존 온프레미스 대비 복구 절차 간소화 및 운영 위험 감소 가능성 제시
- 정량적 성능 지표는 향후 연구로 남기되, 절차적 효율성과 구조적 차별성을 기반으로 기존 방식 대비 개선 방향성 확립
- 이와 같은 관점에서 본 연구는 단순 시스템 구축을 넘어, 가상화-클라우드-DR이 결합된 인프라 아키텍처 구성 시 운영 효율성 확보가 가능함을 검토하는 연구적 의의를 가진다.

4. 구현 및 비교 평가

4.1 전체 인프라 구성 개요



[그림 1. 온프레미스-Azure-AWS DRS 연동 구조]

본 연구는 Dell PowerEdge R630 서버 3대를 기반으로 VMware ESXi를 활용하였으며, vCenter에 연결하는 중앙 관리형 가상화 인프라를 구성하였다. 온프레미스 인프라는 L2/L3 스위치 및 방화벽 정책을 통해 내부 자원을 세분화하였으며, 이러한 인프라 구성 위에 웹 서비스, 인증 서비스(Active Directory), 및 애플리케이션 실행 환경을 계층화하여 배치하였다. 전체 아키텍처는 온프레미스 자원을 기반으로 하되 외부 클라우드 서비스와 연계할 수 있도록 네트워크 흐름 및 보안 정책을 고려해 설계하였다.

4.2 구성 요소 및 전환 방식 비교

DR 구조는 AWS DRS 서비스를 기반으로 구축되었으며, VMware ESXi 내 Ubuntu VM에 AWS 애이전트를 설치하여 주기적 이미지 동기화를 수행하였다. 동기화 주기는 10분 단위로 설정하여 최신 상태의 백업 이미지를 지속적으로 유지하였으며, 장애 발생 시 Trigger 기반 자동 서버 기동 또는 수동 전환을 지원하도록 구성하였다. 기존 DR 구조와 달리 별도 백업 장비 추가 없이 클라

우드 기반으로 복구 환경을 확보할 수 있어 운영 복잡성을 줄일 수 있다. 아울러 사용자 업무 환경은 VDI 기반으로 중앙 집중형 운영을 적용하여, 단말에는 화면 전송 중심으로만 기능을 부여하고 데이터 · 애플리케이션 실행은 서버 측에 유지되도록 설계하였다. 이를 통해 패치, 책, 접근 권한을 골든 이미지 및 AD 그룹 단위로 중앙 통제할 수 있어 운영 표준화와 보안 정책 일관성을 확보할 수 있으며, 단말 분실 및 감염 등 엔드포인트 리스크로 인한 정보 유출 가능성을 낮출 수 있다. 따라서 본 연구는 아키텍처 설계 및 절차적 개선 관점에서 기존 방식 대비 개선 가능성을 검토하였다. 제안 시스템은 하이브리드 환경에서의 서비스 확장성 확보, DR 전환 절차 간소화, 클라우드 자원 활용 유연성 측면에서 운영 효율성이 향상될 수 있음을 확인하였다. 이는 운영 비용 절감과 동시에 데이터 유출 및 엔드포인트 보안 위협을 완화하는 효과를 제공하며, 결과적으로 본 연구의 아키텍처가 비용 효율성과 보안성을 동시에 고려한 운영 모델로 활용될 수 있음을 시사한다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 온프레미스 기반 인프라를 VMware 가상화 기술을 중심으로 재구성하고, 멀티 클라우드로 운영 효율성을 향상시키는 하이브리드 인프라 아키텍처를 제안하였다. Dell PowerEdge R630 기반의 ESXi 클러스터를 구성하고 vCenter를 통한 중앙 관리 체계를 구축함으로써, 서비스 확장 및 자원 운영 측면에서 관리 편의성을 확보하였다. 또한 클라우드 기반 DR 구조와 VDI 중심의 중앙 집중형 사용자 업무 환경을 적용함으로써, 데이터와 애플리케이션을 서버 측에 유지하여 엔드포인트 보안 위협을 완화하고 운영 환경 전반의 보안성을 함께 고려한 인프라 운영이 가능함을 확인하였다. 향후 연구에서는 제안한 아키텍처 적용 이후의 VM 생성 시간, DR 전환 시간, 네트워크 처리량 등 정량적 성능 지표를 수집·분석하고, 실증 데이터 축적을 통해 하이브리드 인프라 모델의 운영 가치와 보안 효과를 보다 명확히 검증할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전파진흥협회에서 운영하는 시스코 보안 아카데미(K-Digital Training) 사업의 지원을 받아 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] 서재창. (2024, 7). 가트너 세계 퍼블릭 클라우드 사용자 지출, 22.4% 증가할 것으로 보여. 전자기술, 37(7), 50-51.
- [2] 최종욱, 김선우, 정재엽, 유범수. (2020-11-18). AIR 5.5.1 하이퍼바이저 개발 환경 구축 및 테스트 결과 분석. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, 제주.
- [3] Arogundade, O. R. (2023). Cloud vs Traditional Disaster Recovery Techniques: A Comparative Analysis. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 10, 186-195.
- [4] 윤대균. (2025, 12). 국가 정보시스템 재난복구(DR)를 위한 상용 클라우드 활용. 컴퓨터월드, (506), 138-143.