

레거시 지휘통제체계의 클라우드 컴퓨팅 환경 이전기술 및 방법에 관한 연구

임충수*, 전호철^o, 이상훈*, 박규동*, 정미연**

A Study on the Technology and Methodology of Migrating from Legacy Command and Control System to Cloud Computing Environment

Choong-soo Lim*, Ho-cheol Jeon^o, Sang-hoon Lee*, Gyu-dong Park*, Mi-yeon Jeong**

요약

IT 기술을 선도하고 있는 주요 기술 선진국들은 클라우드 컴퓨팅의 중요성을 인식하고 공공부문의 업무 혁신과 자국 기업의 경쟁력을 위해 클라우드 우선 정책을 펼치고 있다. 특히 미국은 2008년 국방 분야에 클라우드를 활용하여 국방 업무의 효율성을 증대시킴으로써 25~50%의 비용 절감 효과를 거두고 있다. 대한민국 국방부도 미국 국방부의 사례를 토대로 비용 절감 및 업무 효율성 향상 효과를 거두기 위하여 대한민국 국방환경에 적합한 클라우드 이전 방법과 절차의 개발이 필요하고 이를 기반으로 지휘통제체계에 대한 우선적인 클라우드 이전이 필요하다. 본 논문에서는 기존력화되어 운용 중인 레거시 지휘통제체계 서비스의 클라우드 이전 시 고려할 사항을 검토하고 국방정보화사업 업무처리 절차와 산업계의 클라우드 이전절차를 참고하여 레거시 지휘통제체계 서비스를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전하는 이전절차를 제안하였다. 또한, 클라우드 이전 사업 대상 지휘통제체계가 사업 소요 목표와 기간, 사업 비용, 클라우드 기반환경 구축현황 등을 고려하여 선택할 수 있는 이전 방법과 국방 클라우드 이전 및 운용 환경 구축절차를 제안하였다.

키워드 : 클라우드 이전, 지휘통제체계, 국방 클라우드, 이전기술, 이전방법

Key Words : cloud migration, command and control system, defense cloud, migration technology, migration methodology

ABSTRACT

Technology leading nations recognized the importance of cloud computing and are implementing cloud-first policies to innovate in the public sector and competitiveness of their own companies. In particular, the United States implemented cloud computing environment in the defense sector in 2008. US Department of Defense said it increased defense work efficiency and reduced costs by 25~50% as a result. The Ministry of Defense of South Korea also needs to develop migration methodology and procedures suitable for the defense environment based on the US Department of Defense's case in order to reduce costs and improve work efficiency. Based on the

* 이 연구는 국방과학연구소의 국방 지휘통제 기반기술 통합·연동 기반기술 특화연구실 과제의 지원을 받았습니다(UD000000ED)

• First Author : COMESTA, Inc., lcs1472@comesta.com, 정희원

° Corresponding Author : Agency for Defense Development, hcjeon71@add.re.kr, 정희원

* Agency for Defense Development

** COMESTA, Inc

논문번호 : KICS2019-11-293, Received November 4, 2019; Revised December 31, 2019; Accepted January 2, 2020

migration methodology and procedures, it is need to migrate legacy Command and Control system to cloud environment firstly. In this paper, we proposed the considerations in migrating the legacy command and control system service to the cloud computing environment based on the defense informatization business process and the industry's cloud migration procedure. And we also proposed a cloud migration methodology according to business requirements and period, business cost, cloud infrastructure environment status and a cloud migration environment establishment procedure.

I. 서 론

미 국방부(Department of Defense)의 2012년 IT 예산 385억 달러 중 IT 기반시설(infrastructure)에 약 240억 달러(약 62%)가 할당되었을 정도로 많은 비중을 차지했다. 더구나, 신규 체계가 기존 체계들을 점진적으로 대체하는 군 무기체계 도입 과정의 특성상 IT 유지보수 비용은 시간이 지남에 따라 점점 증가할 것으로 예상되었다.^[1] 무엇보다도 비용 증가의 가장 큰 원인은 유사 기능의 체계들을 각 기관별로 자체 개발하고 관리함에 따른 IT 자원의 비효율적 사용이 가장 문제였다. 2010년 미연방정부는 “클라우드 우선” 정책을 발표하고 실행했으며 미국방부도 이에 따라 IT 기반시설을 클라우드 환경으로 이전하고 관리함으로써 연간 25~50%의 비용 절감 및 업무 효율성이 향상되었다^[1].

한국군 체계는 미군을 모델로 개발 구축되었으므로 미 국방부가 가졌던 IT 자원의 비효율적 활용과 IT 자원에 대한 유지보수 비용 증가 문제가 역시 나타나고 있다. 이를 해결하기 위해 한국군에서도 국방 클라우드 도입의 필요성이 지속적으로 제기되고 있지만 아직은 클라우드 컴퓨팅 운용 환경 및 구축 방안에 대한 연구와 시범 사업을 추진하는 수준에 머물고 있다^[2].

클라우드 컴퓨팅을 가장 효과적이고 효율적으로 적용할 수 있는 체계는 단일 무기체계들과 정보를 주고받으며 지휘통제하는 지휘통제체계다. 이에 현재 운용 중인 한국군 지휘통제체계 레거시 서비스를 클라우드 환경으로 이전하기 위한 이전기술 동향을 살펴보고 한국군에서 적용하고 있는 국방정보화사업추진 프로세스를 기반으로 이전방법 및 이전절차를 제안하고자 한다.

2장에서는 클라우드 이전기술 및 이전 필요성을 기술했고 3장에서는 레거시 지휘통제체계의 클라우드 이전절차 및 방법을 제안했다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 기술했다.

II. 클라우드 이전기술 및 이전 필요성

2.1 국방 클라우드 컴퓨팅 이전 필요성 및 현황

현재 한국군에서 운용 중인 지휘통제체계는 한국군 합동지휘통제체계, 군사정보통합처리체계 등이 있다.

한국군합동지휘통제체계는 육·해·공군의 지휘통제 체계를 비롯하여 합동 작전을 수행하기 위한 체계이다. 군사정보통합처리체계는 군사 관련 정보나 첩보를 수집 및 처리하기 위한 체계이다^[3]. 이러한 지휘통제 체계는 무중단 운용이 가장 중요한 기능 중 하나이며 이를 위해 여러 지역에 분산 및 이중화되어 운용되고 있다.

한국군 체계들이 미군의 체계들을 모델로 구축되었으나 체계의 운용 규모, 세부적인 운용 환경, 보안정책 및 관련 법령, 국방업무프로세스 등 체계 이외의 여러 제반 사항들은 상이하다. 국방 업무처리 특히, 보안 관련 업무처리 절차는 산업계의 업무처리 절차에 비해 특수성을 가진다. 이로 인해 미 국방부의 사례와 산업계의 클라우드 이전 사례들을 그대로 한국군 환경에 도입하는 것은 운용 환경, 관련 정책, 국방 업무 프로세스, 보안 등에서 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 그러므로 국방 지휘통제체계 서비스, 넓게는 모든 국방 업무 서비스의 클라우드 이전절차는 미 국방부와 산업계의 클라우드 이전 사례를 참고하되 대한민국 국방 업무 프로세스를 기반으로 새롭게 정립되어야 한다. 또한, 향후 구축될 국방 클라우드 데이터센터도 앞서 언급한 클라우드 이전 방법과 이전 프로세스를 고려하여 구축되어야 할 것이다.

2.2 클라우드 컴퓨팅 환경 이전 이유

클라우드 컴퓨팅 환경으로의 이전이란 자체적으로 보유하고 운용하던 전산 환경 또는 데이터센터를 공용 또는 사설 클라우드 데이터센터로 이전하는 것을 의미한다. 즉, 데이터센터, 어플리케이션 또는 기타 비즈니스 요소를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이동시키는 프로세스라고 정의할 수 있다^[4-6].

그림 1은 NIST(National Institute of Standards and

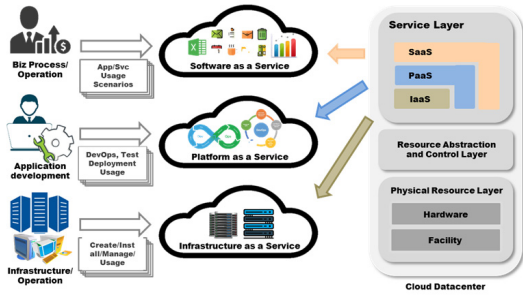


그림 1. 클라우드 컴퓨팅 환경으로의 이전 개념도
Fig. 1. Conceptual diagram of migration to a cloud computing environment

Technology)에서 발간한 ‘NIST Cloud Computing Standards Roadmap’에서 발췌한 그림으로 그림에서 왼쪽은 클라우드 소비자(레거시 이전 대상), 오른쪽은 클라우드 제공자이며 가운데는 클라우드 서비스 모델을 나타낸다⁷⁾. 그림1을 통해 클라우드 제공자는 서비스 모델을 각각 정의하고 프로비저닝하며 클라우드 소비자는 이전 대상의 형태에 맞게 클라우드 제공자가 제공하는 클라우드 인터페이스를 통해 이전 대상을 이전하고 사용한다는 것을 알 수 있다. 또한, 클라우드 소비자가 직접 클라우드 데이터센터를 구축, 이전, 운영할 경우 클라우드 소비자가 클라우드 제공자가 될 수도 있다.

NIST는 이 문서에서 가장 보편적으로 사용되는 세 가지 클라우드 서비스 모델(IaaS(Infrastructure as a Service), PaaS(Platform as a Service), SaaS(Software as a Service))과 이에 대응되는 이전 및 서비스 대상을 표 1과 같이 정의하였다.

IaaS는 사용자가 사용하고 관리하던 레거시 IT 기반시설을 클라우드 제공자가 제공하는 IT 기반시설을 대여하여 대체 이전하고 대여한 IT 기반시설에 대한 사용료를 지불하는 방식으로 클라우드 소비자는 대여한 IT 기반시설 위에 플랫폼, 응용 프로그램까지 모두 구성하여 관리하는 모델이다. 이에 대한 예로써, AWS의 EC2가 있다. PaaS는 개발자가 응용 프로그램을 작

표 1. 이전 대상과 클라우드 서비스 모델 간 상관표
Table 1. Correlation table between migration target and cloud service model

Migration Target	Cloud Service Model
IT Infrastructure	IaaS
Application Development Environment	PaaS
Business Process	SaaS

성할 수 있도록 플랫폼 및 개발환경을 클라우드 제공자가 구축하여 제공하는 서비스로 클라우드 소비자는 레거시 환경의 응용 프로그램 개발환경을 PaaS 클라우드 제공자가 제공하는 응용 프로그램 개발환경을 대여하여 이전하고 대여한 개발환경에서 응용 프로그램을 개발하고 시험 및 배포하는 모델이다. 이에 대한 예로써, Google App Engine, IBM Bluemix 등이 있다. 마지막으로 SaaS는 레거시 환경에서 업무용으로 사용하던 유료 소프트웨어를 클라우드 제공자가 제공하는 클라우드 환경의 소프트웨어로 대체하여 이전하는 방식으로 클라우드 사용자는 제공되는 소프트웨어를 필요할 때 원하는 시간만큼 빌려서 사용할 수 있는 서비스 모델이다, 구글 클라우드, 네이버 클라우드, MS오피스365 등이 이에 해당한다.

그림 2는 현재 한국군에서 운용 중인 지휘통제체계 서비스를 클라우드 환경으로 이전한 후의 모습을 표현하고 있다. 그림에서 나타나는 것처럼 현재의 각 레거시 지휘통제체계는 여러 곳의 국방데이터센터에 분산되어 운용되고 있으며 이를 클라우드 환경으로 이전 시 각 국방 클라우드 데이터센터에 각 지휘통제체계를 통합 운용하며 국방 클라우드 데이터센터는 이중화 또는 삼중화되어 안정성이 향상된다. 이를 위해 분산된 환경을 고려한 클라우드 서비스 브로커 기술이나 분산 클라우드 컴퓨팅 환경에 대한 효율적인 자원 관리 방법 등이 고려되어야 할 것이다^{8,9)}.

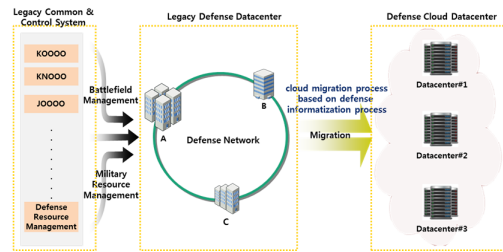


그림 2. 지휘통제체계 서비스의 클라우드 이전 예시
Fig. 2. Example for cloud migration of C2 system service

2.3 사례 분석

해의 국방 기술 선진국들은 클라우드의 장점을 국방 분야에서도 활용하기 위하여 이미 정부기관을 비롯하여 국방 행정 업무 및 전술, 지휘통제 서비스를 클라우드 환경으로 전환하여 운용 중이거나 클라우드 환경으로 전환 추진 중이다¹⁰⁾. 본 논문에서는 미국과 영국의 현황을 소개하고자 한다.

2.3.1 미국

미 국방부는 클라우드 컴퓨팅을 합동정보환경(JIE: Joint Information Environment) 목표 달성의 핵심요소로 인식하고 지속적으로 노력하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 미 국방부는 클라우드 환경으로 이전하는 준비 과정을 거쳐 레거시 서비스를 이전하는 이전 추진 전략을 수립하였으며, 실시간 Self-Service 컴퓨팅 환경 RACE(Rapid Access Computing Agency)를 출범하였다. 또한 국방정보체계국(DISA: Defense Information System Agency)은 군의 보안 요구사항을 충족하면서 적은 비용으로 최첨단 상용 클라우드 컴퓨팅 수준의 클라우드 서비스를 제공하기 위해 milCloud 프로젝트를 계획하여 실행했으며^[11] milCloud 1.0을 지나 현재 milCloud 2.0을 구축하여 운용 중에 있다.

2.3.2 영국

영국 국방부(MoD)도 최근 국방 클라우드 컴퓨팅을 추진하고 있으며, 지난 2015년 하반기에 클라우드 컴퓨팅을 적용할 방침이라고 발표하였다^[8]. 국방 클라우드 컴퓨팅 구축을 위해 ATLAS Consortium과 영국 국방정보화기반구조(Defence Information Infrastructure) 사업을 추진하여 각 군기관 및 부대에 클라우드 컴퓨팅 기반 안보환경을 구축하였다^[11].

대한민국 국방부도 국방 IT 자원의 효율화를 위하여 국방 클라우드를 도입하려는 다양한 시도를 하고 있다. 2011년 10월부터 데이터센터 두 개를 구축하고, 77개 기관에 흩어져 있던 국방정보시스템들을 2015년까지 통합 이전하는 것을 계획하고 있다. 또한, 국방정보시스템의 클라우드 활용률은 현재 15%에 그치고 있으며, 정부의 클라우드-퍼스트 정책에 따라 2021년까지 60% 수준으로 올릴 예정이다^[12].

III. 레거시 지휘통제체계의 클라우드 이전절차 및 방법

3.1 이전 시 고려사항 분석

레거시 지휘통제체계 서비스를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전하기 위한 네 가지 고려사항을 다음과 같이 식별하여 기술하였다.

3.1.1 제도적 보완

클라우드 컴퓨팅의 특성상 체계를 구성하는 다양한 서비스들이 여러 통합 서버에서 논리적으로 구분되기 때문에 기존의 정보체계 운영개념과 차이가 발생할

가능성이 있다. 또한, 체계 개발 초기에 집중된 예산 배정 및 집행 과정을 클라우드 컴퓨팅의 특성을 고려하여 개발과 운용 및 유지보수 전체 기간에 배분된 예산을 고려할 필요가 있다. 이에 따라 클라우드 컴퓨팅 환경에서의 정보체계 운영 및 유지보수에 대한 지침과 가이드라인 개발 등 클라우드 컴퓨팅 환경에 맞는 제도적 환경의 준비가 필요하다.

3.1.2 경제성 고려

경제적 이점과 효과를 파악하는 것은 결정권자의 의사결정을 위해 중요한 요소이다. 따라서 클라우드 이전에 따른 비용 절감 유무 파악을 위한 최적화된 비용분석 프로세스의 구축은 반드시 필요하다.

3.1.3 보안성

현재의 보안체계를 검토하여 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전 시 문제점을 사전에 파악하는 것이 선행되어야 한다. 이미 존재하던 보안위협과 더불어 VM 이미지 변조, 하이퍼바이저 기반 루트킷 등의 가상화 보안 문제와 멀티테넌시로 인한 보안 경계의 중첩 등을 포함하는 클라우드 공유자원¹⁾의 문제를 고려한 별도의 보안체계가 필요하다. 이러한 보안 문제는 국방분야에서 특히나 중요하게 취급됨에 따라 보다 다각도에서 분석되고 문제를 능동적으로 해결할 수 있는 보안 아키텍처를 설계하는 것이 선행되어야 할 것이다^[13].

또한, 보안 장비 개발에는 상당한 시간이 소요됨으로 사전에 국가보안연구소를 비롯한 관련 기관과 연계하여 사전에 보안 장비의 개발 여부를 파악하고 필요 시 개발 일정 및 비용을 포함하도록 한다.

3.1.4 국방 네트워크

클라우드 컴퓨팅 환경으로의 이전에 따른 데이터의 집중화와 병목현상 발생 가능성을 고려해야 하며 레거시 체계들의 네트워크 트래픽 분석이 필요하다. 이러한 네트워크 트래픽 분석 결과를 토대로 필요할 경우 네트워크 장비를 증설하거나 재설계해야 한다.

3.2 레거시 지휘통제체계의 클라우드 이전절차

본 논문에서는 레거시 지휘통제체계의 클라우드 이전절차를 제시함에 있어서 “국방정보화업무 훈령”과 “국방정보체계사업관리지시”, “국방전력발전업무훈령”에서 명시한 획득절차에 따른 국방정보화사업 업무처리 절차를 준수하였다. 또한, 레거시 지휘통제체계의

1) 공유자원: 서버 운영체제(OS)를 공유하기 위해 가상영역으로 분리해주는 가상화 기술과 응용 SW를 여러 기업이 공유해 사용하는 멀티테넌시 방법을 통해 자원을 공유

클라우드 컴퓨팅 환경 이전 사업은 국방정보화사업 업무처리 절차 중 연구개발 추진절차에 해당하며 보다 정확하게는 성능개량사업에 해당한다. 산업계에서 일반적으로 적용하고 있는 클라우드 이전절차를 국방 정보화사업 추진절차에 접합하도록 수정하여 그림 3 과 같이 레거시 지휘통제체계 서비스의 클라우드 이전절차를 제안한다.

그림 3의 이전절차는 레거시 지휘통제체계를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전하는 일반적인 절차이며, 각 지휘통제체계의 특성에 따라 세부 이전절차를 수립하는 것이 바람직하다.

본 논문에서 제안한 레거시 지휘통제체계의 클라우드 컴퓨팅 환경 이전절차는 그림3에서 표현된 것처럼 5단계로 구성된다.

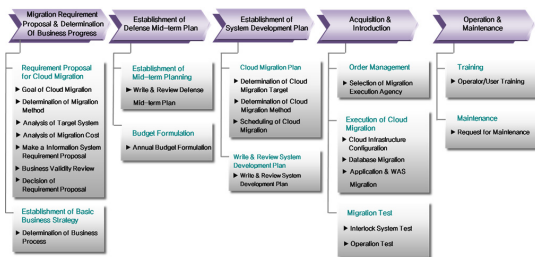


그림 3. 레거시 지휘통제체계의 클라우드 이전절차
Fig. 3. Legacy C2 System Cloud Migration Process

3.2.1 이전 소요제기 및 사업추진 방법 결정

레거시 지휘통제체계의 클라우드 이전 사업은 기 전력화되어 운용 중인 지휘통제체계에 대한 성능개량 사업으로 구분된다. 이에 대한 소요제기를 위해서는 이전 사업의 목표와 이전 사업을 통해 얻을 수 있는 장점 및 이전의 필요성을 확립하고 이전 방안 및 이전 대상체계 분석, 이전비용산출을 진행하여야 한다. 또한, 분석된 내용을 기반으로 정보체계소요제기서를 작성하고 작성된 정보체계소요제기서에 대한 소요 검토 및 결정을 진행한다.

3.2.2 중기계획 수립

이전이 결정된 레거시 지휘통제체계에 대해 국방정보화기본계획에 근거하여 중기계획(안)의 작성 및 소요조정 과정을 거쳐 이를 기반으로 예산 편성을 수행한다.

3.2.3 체계개발계획 수립

국방중기계획 검토 및 예산 편성이 완료된 클라우드 이전 소요에 대해서 레거시 지휘통제체계를 이전

하기 위한 이전개발계획을 수립하고 이를 바탕으로 체계개발계획서를 작성 및 검토한다. 이때 해당 체계의 모든 관련 부서와 협의하여 이전 대상, 이전 방법을 최종 결정한다.

3.2.4 획득 및 도입

체계 개발을 수행하는 이전 업체(기관)을 선정하고 체계개발계획에 결정된 이전 방법에 따라 이전 대상에 대한 이전 실행 및 이전 시험을 수행한다.

3.2.5 운용 및 유지보수

클라우드 환경에 익숙하지 않은 운영자와 사용자에게 대한 교육과 유지보수 요청을 수행한다.

표 2는 제안하고 있는 지휘통제체계 이전절차와 산업계에서 사용되고 있는 클라우드 이전절차를 비교한 것으로 국방 용어 사용과 국방업무처리 절차의 특수성에 기인하여 산업계의 절차보다 복잡한 절차를 가지나 전체적으로 유사한 흐름을 가진다.

표 2. 클라우드 이전절차 비교

Table 2. Comparison of cloud migration process between industry and C2 system

Cloud Migration Process of Industry		Cloud Migration Process of Command & Control System	
step	detail step	detail step	step
Preliminaries	Establish a goal	Suggest cloud migration requirements	Determination of migration requirements and business direction
	Perform infrastructure assessment	Establishment of basic strategy	
	Evaluate Prerequisite Results	Establish mid-term plan	Establish defense Mid-term Plan
Migration plan	Define migration project	Budgeting	System Development Plan
	Establish migration project plan	Cloud migration development plan	
Execute Migration		Order Management	Acquisition and Introduction
	Migration test and development	Execute cloud migration	
	Execute cloud migration	Migration test	
Test & Training	Test & training	Training	Operation & maintenance
		Maintenance	

3.3 레거시 지휘통제체계 서비스의 클라우드 이전 방법

레거시 지휘통제체계를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전하는 성능개량사업은 대상 지휘통제체계의 사업 소요 목표와 기간, 사업 비용, 클라우드 기반환경 구축현황 등을 고려하여 적절한 이전 방법을 선정해야 한다.

본 논문에서 제안하는 이전 방법은 응용 무수정 및 IaaS 기반 운용 환경 가상화, 응용 수정 및 IaaS 기반 운용 환경 가상화, IaaS 기반 개발 및 운용 환경 가상화, PaaS 기반 개발 및 운용 환경 가상화의 네 가지 형태이며 지휘통제체계의 특수성으로 인해 SaaS 클라우드 서비스의 도입은 어려우므로 IaaS와 PaaS 클라우드 서비스로의 이전 방법만 고려했다.

3.3.1 응용 무수정 및 IaaS 기반 운용환경 가상화

그림 4에서 표현된 것처럼 레거시 지휘통제체계를 구성하는 응용이 동작하는 물리 환경과 운용환경을 IaaS 클라우드 상에 똑같이 가상화시키고 실행 파일을 복사하는 방법이다. 이러한 방법의 장점은 빠른 이전이 가능하며 이전 비용을 최소화할 수 있다.

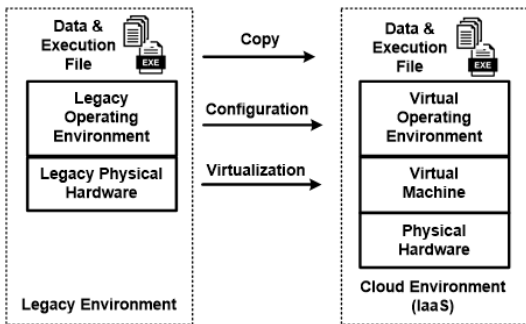


그림 4. 응용 무수정 및 IaaS 기반 운용환경 가상화
Fig. 4. Virtualization of operating environments with no modification of applications based on IaaS

3.3.2 응용 무수정 및 IaaS 기반 운용 환경 가상화

그림 5에 표현된 것처럼 레거시 지휘통제체계 서비스를 구성하는 응용에 대해 소규모의 수정이 필요한 경우 적용하는 방법이다. 레거시 개발 환경에서 응용의 소스 파일을 수정하고 실행 파일을 생성한 뒤 물리 환경과 운용환경을 IaaS 클라우드 상에 가상화시키고 실행 파일을 복사하는 방법이다. 이러한 방법은 소규모의 응용 수정 요구가 있거나 수정 요구가 빈번하지 않은 경우 적합하며 빠른 이전이 가능하다. 이 방법은 이전 비용의 최소화가 가능하다는 장점이 있는 반면

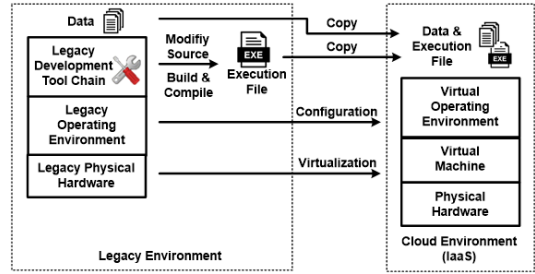


그림 5. 응용 수정 및 IaaS 기반 운용환경 가상화
Fig. 5. Virtualization of operating environments with modification of applications based on IaaS

에 주기적인 응용 수정 가능성이 있는 지휘통제체계에는 부적합한 방법이다.

3.3.3 IaaS 기반 개발 및 운용 환경 가상화

그림 6에 표현된 것처럼 응용에 대한 개발, 빌드, 배포 및 운용환경을 IaaS 클라우드 상에 구축하는 방법이다. 이 방법은 응용 수정 요구가 빈번하게 발생하거나 PaaS 클라우드 상에서 구축이 어려운 경우에 적합하다. 이 방법은 IaaS 클라우드 서비스에서 보다 잘 동작할 수 있다는 장점이 있는 반면에 오랜 구축 시간과 많은 구축비용이 필요하다는 단점이 있다.

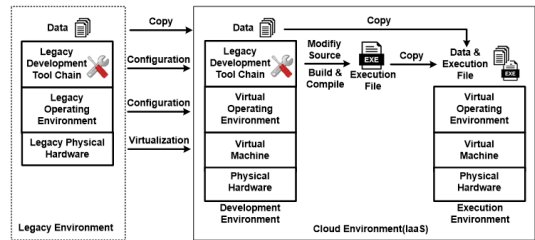


그림 6. IaaS 기반 개발 및 운용 환경 가상화
Fig. 6. Virtualization of operating and development environments based on IaaS

3.3.4 PaaS 기반 개발 및 운용환경 가상화

그림 7에 표현된 것처럼 응용에 개발, 빌드, 배포 및 운용환경을 PaaS 클라우드 상에 구축하는 방법으로 이 방법은 빈번한 응용 수정 요구가 예상되는 경우 또는 빠른 개발 시간이 요구되는 경우에 적용 가능한 방법이다. 이 방법은 개발 시간이 상대적으로 빠르고 클라우드 서비스에 적합하게 개발될 수 있다는 장점이 있는 반면에 PaaS 클라우드 환경구축이 완료된 상태에서 적용 가능하며, 개발에 따른 시간 및 비용의 추가가 요구된다.

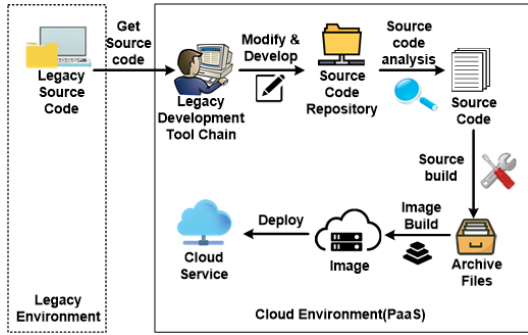


그림 7. PaaS 기반 개발 및 운용환경 가상화
Fig. 7. Virtualization of operating and development environments based on PaaS

3.4 국방 클라우드 이전 및 운용 환경 구축절차

레거시 지휘통제체계의 응용 개발에서부터 실행 및 배포까지 자동화된 환경을 제공해주는 PaaS 클라우드 환경의 구축은 상당한 시간과 노력이 소요될 것이다. 이를 고려하여 본 논문에서는 국방 클라우드 이전 및 운용 환경을 구축하기 위하여 그림 8과 같이 IaaS 기반 환경과 PaaS 기반환경을 동시에 구축하기 시작하는 방안을 제안한다.

그림 8에서는 IaaS 기반 환경구축은 레거시 지휘통제체계를 구성하는 응용 프로그램이 운용되는 물리 환경, 실행환경과 운용환경을 그대로 가상화하여 이전, 실행, 검증 및 수행하는 절차로 진행되며 각 단계의 진행이 PaaS 기반 환경구축의 각 단계보다 빠르므로 단계별 결과를 PaaS 기반 환경구축에 활용하는 것을 보여준다. 또한, PaaS 기반 클라우드 환경구축 절차는 PaaS 클라우드 아키텍처 설계부터 IaaS 기반 환경구축 결과를 PaaS 클라우드 환경구축에 활용하여 DevOps 환경을 구축하고 구축된 DevOps 환경에서

레거시 지휘통제체계를 구성하는 응용 프로그램을 수정, 개발, 시험 및 검증하는 과정을 보여준다.

기 운용되고 있는 레거시 지휘통제체계 서비스들은 개발환경 및 운용환경이 클라우드로 이전하기 쉬운 형태로 개발된 체계도 있고 유닉스 계열 또는 윈도우즈 계열의 응용 프로그램으로 개발되어 많은 이전 시간과 노력을 요구하는 체계도 존재하므로 체계마다 이전 범위, 이전 시간, 이전 노력, 이전 비용 등이 모두 다르다. 또한, 체계의 특성 및 결정권자의 결정에 따라 레거시 지휘통제체계 서비스를 클라우드 환경으로 이전하는 성능개량 사업의 주요 결정 사항이 다를 수 있다. 즉, 이전 기간이 가장 중요한 결정 항목일 수도 있고, 이전 비용이 가장 중요한 결정 항목일 수도 있는 등 다양할 것이며 중요한 결정 항목에 따라 본문에서 제안한 이전 방법 중 선택하여 이전을 진행한다.

그림 8은 단계적으로 지휘통제체계 서비스를 클라우드 환경으로 이전하는 구성도이다. 그림 4, 그림 5, 그림 6의 이전 방법을 Phase1 IaaS 기반 환경구축 단계에서 구축하여 시험하고 운용한 결과를 Phase2 PaaS 기반 환경구축 단계에 적용함으로써 각 지휘통제체계 서비스가 선택할 수 있는 모든 이전방법에 대한 시험 및 검증이 이루어진 운용 환경을 구축할 수 있다. 또한, Phase1과 Phase2를 동시에 진행함으로써 기존 순차적으로 진행될 때에 비해 Phase1의 step3,4에 해당하는 Cloud 환경에 적합한 형태로 개발 및 수정하는 과정을 한번만 수행하게 되며 이에 따른 시간, 비용, 노력을 줄일 수 있게 된다. 이를 통해 모든 지휘통제체계 서비스에 적용할 수 있는 클라우드 이전 및 운용 환경을 구축할 수 있을 것이다.

IV. 결론

본 논문에서는 레거시 서비스를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전하는 국내의 국방 분야의 클라우드 이전기술 관련 동향과 기 전력화되어 운용 중인 레거시 지휘통제체계를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전할 때 고려할 사항에 대해서 검토하였다. 먼저 국방정보회사 업무 업무처리 절차와 일반적인 클라우드 이전절차를 토대로 레거시 지휘통제체계를 클라우드 컴퓨팅 환경으로 이전하는 이전절차를 제안하였다. 또한, 성능개량사업으로 구분되는 클라우드 이전사업의 대상 지휘통제체계가 사업소요 목표와 기간, 사업 비용, 클라우드 기반환경 구축현황 등을 고려하여 선택할 수 있는 이전 방법과 차후 구축될 국방 클라우드 데이터센터

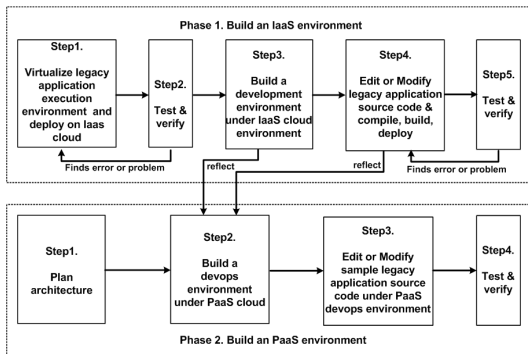


그림 8. 단계적 지휘통제체계 서비스의 클라우드 이전환경 구성
Fig. 8. Step by step configuration of cloud migration environment for C2 service

에 대한 이전 및 운용 환경구축 절차를 제안하였다.

레거시 지휘통제체계가 완전히 클라우드 컴퓨팅 환경에서 운용되기 위해서는 본 논문에서 제안한 이전 절차 및 방법과 더불어 보안정책 등의 제도정비, 체계마다 상이한 통신방법 및 메시지 포맷에 기인하는 상호운용성 문제, 클라우드 환경에 적합한 국방 네트워크 구축, 클라우드 데이터센터 구축 등의 연구가 동반되어야 한다.

본 논문에서 제안한 절차 및 방법을 검증하기 위해 일부 지휘통제체계를 대상으로 이전 실험을 수행할 예정이며 이를 통해 이전절차 및 방법을 보다 최적화 및 구체화할 것이다.

마지막으로 본 연구의 결과가 실질적으로 한국군 지휘통제체계 더 나아가 모든 국방 분야에 적용되어 대한민국 국방력 강화에 이바지할 수 있길 바란다.

References

- [1] "Transforming DoD's Core Business Process for Revolutionary Change," Defense Business Board, Jan. 2015.
- [2] J. Park, S. Lee, and K. Park, "Deployment strategies of command and control system to cloud computing," *J. D-culture Archives*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [3] E. S. Kim, "Korean Army C4I System Diagnosis and Development Direction(2012)," Korea Defense Issue & Analysis, vol. 1316, Retrieved Sep. 26. 2019. from <http://kida.re.kr/cmm/viewBoardImageFile.do?idx=13292>
- [4] R. Rai, G. Sahoo, and S. Mehruz, "Advancements and approaches towards moving from legacy application to cloud," *Int. J. Commun. Netw. and Distrib. Syst.*, vol. 16, no. 2, pp. 114-139, 2016.
- [5] Q. H. Vu and R. Asal, "Legacy application migration to the cloud: Practicability and methodology," *World Congress on Oleo Sci. & 29th ISF Congress : JOCS/AOCS/KOCS/ISF Joint Meeting 2012 (WCOS 2012)*, Nagasaki, Japan, Oct. 2012.
- [6] C. Pahl, H. Xiong, and R. Walshe, "A comparison of on-premise to cloud migration approaches," *2nd Eur. Conf. Service-Oriented and Cloud Computing*, Sep. 2013.
- [7] M. D. Hogan, "NIST Cloud Computing Standards Roadmap(2011)," Retrieved Oct. 07, 2019, from <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.500-291r2.pdf>.
- [8] D.-J. Kang, et al., "Cloud service broker technology and case study," *KICS Inf. and Commun. Mag.*, vol. 30, no. 4, pp. 7-15, 2013.
- [9] T. Ahn, Y. Kim, and S. Lee, "Dynamic resource allocation in distributed cloud computing," *J. KICS*, vol. 38B, no. 7, pp. 512-518, 2013.
- [10] S. Y. Shin and S. Song, "A study on government governance model using cloud computing," in *Proc. KICS Summer Conf.*, pp. 289-290, 2012.
- [11] SMI(Security Management Institute), "A Study on the Defense Cloud Computing Operating Environment Construction Plan(2016)," Report submitted to the MND(Ministry of National Defense)
- [12] M. S. Lee, "Second round of competition for JEDI(2019)" in publication "Cloud Issue Report vol. 03, Mar. 2019," Retrieved Oct. 07, 2019, from https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=99863&bcIdx=20826&parentSeq=20826
- [13] J. Ku, S.-R. Oh, S. H. Lee, and Y. Kim, "Design the security architecture for cloud-based future korea military C4I system," in *Proc. KICS Summer Conf.*, pp. 3217-3228, 2019.

임 충 수 (Choong-soo Lim)



1998년 2월 : 충남대학교 컴퓨터과학과 졸업
 2002년 2월 : 충남대학교 컴퓨터과학과 석사
 2002년 5월~현재 : (주)코메스타 근무

<관심분야> 지휘통제체계, 클라우드 컴퓨팅, 융복합 방송통신 기술

[ORCID:0000-0002-1771-4582]

전 호 철 (Ho-cheol Jeon)



2011년 2월 : 한양대학교 컴퓨
터공학 박사
2011년 3월~2012년 2월 : 한양
대학교 POST-DOC.
2012년 4월~현재 : 국방과학연
구소

<관심분야> 지휘통제체계, 지능형 에이전트, 정보검
색, 데이터마이닝, 클라우드 컴퓨팅
[ORCID:0000-0002-1420-5846]

박 규 동 (Gyudong Park)



1994년 2월 : 홍익대학교 컴퓨
터공학과 졸업
1996년 2월 : 홍익대학교 컴퓨
터공학과 석사
2014년 2월 : 홍익대학교 컴퓨
터공학과 박사
1996년 3월~현재 : 국방과학연
구소 연구원

<관심분야> C4I, 가상화, 클라우드, 네트워크
[ORCID:0000-0001-7484-5426]

이 상 훈 (Sang-hoon Lee)



1978년 2월 : 한양대학교 전자
공학과 졸업
1989년 8월 : 경북대학교 전자
공학과 석사
2001년 8월 : 충북대학교 정보
통신공학과 박사
1978년~현재 : 국방과학연구소

<관심분야> 무선통신공학, 지휘통제, 데이터보안
[ORCID:0000-0001-6857-2716]

정 미 연 (Mi-yeon Jeong)



2011년 2월 : 전주대학교 정보
통신학과 졸업
2010년~현재 : (주)코메스타 근무
<관심분야> C4I, 클라우드 컴
퓨팅, 무선/지상 통신

[ORCID:0000-0002-1244-3939]