

클라우드 컴퓨팅 트래픽 증가를 고려한 국방 클라우드 컴퓨팅 서비스 가용성 분석

이성태* · 유황빈**

요 약

2012년 시스코가 발간한 ‘시스코 글로벌 클라우드 인덱스 2011-2016’에 따르면 전 세계 데이터 센터 트래픽은 2016년까지 4배 가량 증가하고, 클라우드 트래픽은 6배 가량 증가할 것이라고 전망했다. 이처럼 급증하는 데이터 센터의 트래픽 대부분은 데이터 센터 및 클라우드 컴퓨팅 워크로드에 의해 발생된다. 국방부는 지난 2010년, ‘2012 정보화사업계획’의 일환으로 2014년까지 클라우드 컴퓨팅 기술이 포함된 국방통합정보관리소를 구축하기로 결정하였고, 현재 추진 중에 있다. 국방통합정보관리소(메가 센터) 구축 시 반드시 고려해야 할 요소 중 하나가 클라우드 컴퓨팅 트래픽이다. 국방 클라우드 컴퓨팅 시스템이 구축되고 난 이후 국방 클라우드 트래픽은 꾸준히 증가할 것이다. 본 논문에서는 국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계를 모델로 CloudAnalyst 시뮬레이션 툴을 이용하여 클라우드 트래픽 증가에 따른 서비스 가용성을 분석하였다. 3개 시나리오를 구성하여 시뮬레이션 수행 결과, 현재 시점에서 2016년까지 예측되는 클라우드 트래픽 성장률만큼 클라우드 워크로드가 증가하여도 국방 클라우드 시범체계는 서비스 가용성을 충족한다는 결론을 도출하였다.

Analysis of K-Defense Cloud Computing Service Availability Considering of Cloud Computing Traffic Growth

Sung-Tae Lee* · Hwang-Bin Ryou**

ABSTRACT

In 2012, According to ‘Cisco Global Cloud Index 2011-2016’, the Cisco company forecasted that global data center traffic will nearly quadruple and cloud traffic will nearly sextuple by 2016. Such a rapid growing of traffic is caused by traffic inside the data center and cloud computing workloads. In 2010, the Ministry of National Defense decided to build a Mega Center including the cloud computing technology by 2014, as part of the ‘2012 Information Service Plan’, which is now underway. One of the factors to consider is cloud computing traffic to build a Mega Center. Since the K-defense cloud computing system is built, K-defense cloud computing traffic will increase steadily. This paper, analyzed the availability of K-defense cloud computing service with the K-defense cloud computing traffic increasing using K-Defense cloud computing test system and CloudAnalyst simulation tool. Created 3 scenarios and Simulated with these scenarios, the results are derived that the availability of K-defense cloud computing test system is fulfilled, even cloud workloads are increased as much as forecasted cloud traffic growth from now until 2016.

Key words : K-defense Cloud Computing, Cloud Traffic, Mega Center

접수일(2013년 8월 25일), 수정일(1차: 2013년 9월 14일),
게재확정일(2013년 9월 24일)

* 광운대학교 방위사업학과
** 광운대학교 소프트웨어학과

1. 서론

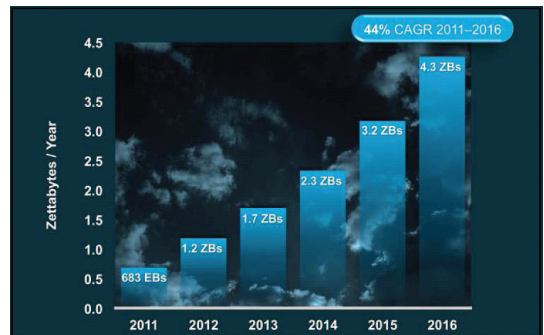
2012년 10월, 시스코는 ‘시스코 글로벌 클라우드 인덱스 2011-2016(CISCO® Global Cloud Index 2011-2016)’을 발간하고, 전 세계 데이터 센터 및 클라우드 컴퓨팅 트래픽에 대한 전망과 트렌드를 발표했다. 시스코는 이 보고서를 근간으로 2016년까지 전 세계 데이터 센터 트래픽이 4배 가량 증가하여 6.6제타바이트(zettabytes, 1제타바이트=10²¹바이트)에 달할 것이라고 전망했다[4]. 또한 데이터 센터 트래픽 중 가장 빠르게 성장하는 전 세계 클라우드 트래픽은 2016년이 되면 6배 가량 증가하여 4.3제타바이트까지 증가할 것으로 예상된다[4]. 이처럼 급증하는 데이터 센터의 트래픽 대부분은 데이터 센터 및 클라우드 컴퓨팅 워크로드로 인해 발생하는 것으로 밝혀졌다[4]. 국방부는 지난 2010년, ‘2012 정보화사업계획’의 일환으로 2014년까지 클라우드 컴퓨팅 기술이 포함된 국방통합정보관리소(Mega Center)를 구축하기로 결정하였고, 현재 추진 중에 있다[9]. 국방통합정보관리소 구축 시 반드시 고려해야 할 요소 중 하나가 클라우드 컴퓨팅 트래픽이다. 국방 클라우드 컴퓨팅 시스템 또한 시스템이 구축된 이후 클라우드 트래픽은 꾸준히 증가할 것이다. 클라우드 컴퓨팅 환경은 데이터 센터에 많은 IT 자원이 집약된 형태로 효율적인 인프라 구조를 위한 기술과 정책을 적용하여 시스템을 설계해야 한다. 즉, 사용자의 요구를 만족시키기 위해 효율적인 클라우드 서비스를 제공하여야 하며, 시스템 구축 시 불필요하게 낭비되는 자원이 없게 설계되어야 한다. 본 논문에서는 CloudAnalyst 시뮬레이터를 이용하여 현재 시점에서 2016년까지 예측되는 클라우드 트래픽 성장률만큼 클라우드 워크로드가 증가하여도 국방 클라우드 시범체계가 서비스 가용성을 충족하는지 분석한다.

2. 관련연구

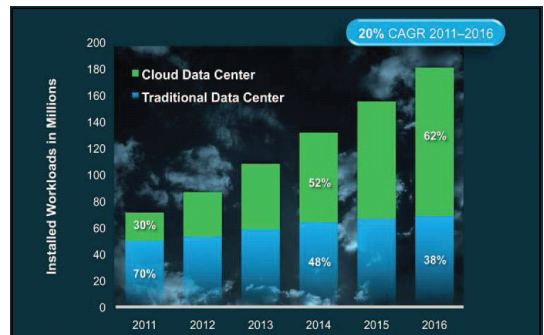
2.1 클라우드 워크로드 성장

워크로드는 서버가 어플리케이션을 실행하고 이 어플리케이션을 사용하는 수많은 사용자들을 지원하

기 위해 처리해야 하는 작업량으로 정의할 수 있다. ‘시스코 글로벌 클라우드 인덱스’에 의하면 점점 더 많은 워크로드가 기존의 데이터 센터에서 클라우드 데이터 센터로 이전될 것으로 예측되고 있다. (그림 1), (그림 2)와 같이 클라우드 트래픽은 2012년에 제타바이트 문턱을 넘어서 2016년이면 6배 가량 증가하고, 모든 워크로드의 약 2/3 정도를 클라우드 데이터 센터에서 처리하게 될 것이다[4].



(그림 1) 클라우드 데이터 센터 트래픽 성장률



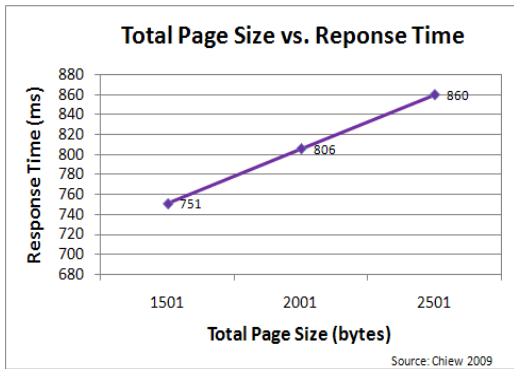
(그림 2) 데이터 센터 워크로드 분포

2.2 웹 페이지 성능 분석

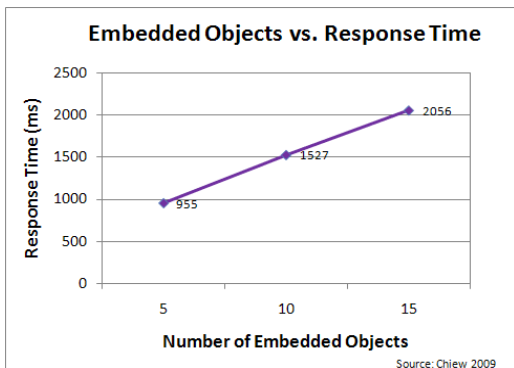
웹 페이지 성능은 사용자가 요청한 명령이 얼마나 빨리 응답하는지를 판단하는 중요한 요소이다. 전 세계적으로 가장 많은 사용자를 보유한 SNS 어플리케이션은 Facebook이다. 2012년 5월 12일 기준, Facebook사용자는 838,178,960명이었고[9], 우리가 사무실이나 가정, 일상생활에서 웹이나 모바일 웹을 통해 Facebook을 사용 시 서비스 사용에 불편함은 거의 느끼지

못한다. 이는 전 세계에 분포한 Facebook 클라우드 데이터 센터가 사용자에게 만족할 만한 빠른 응답시간을 제공하기 때문이다.

2009년 영국 Glasgow 대학의 Chew, Thiam Kian 박사는 ‘웹 페이지 성능분석 (Web page performance analysis)’ 논문을 통해 웹페이지 응답시간에 관한 통계결과를 발표했다. 그의 논문에 따르면 1990년대 이후 평균적으로 웹페이지 사이즈와 복잡도는 315KB와 50객체 이상으로 크게 증가하였고, (그림 3), (그림 4)와 같이 웹 페이지의 응답시간은 페이지의 총 사이즈와 페이지 내에 embed된 개체의 수에 비례하여 증가한다[2].



(그림 3) 총 페이지 크기와 응답시간



(그림 4) 임베드된 개체 수와 응답시간

현재의 표준 광대역망 속도인 100Mbps를 기준으로 사용자의 서비스 요청에 대한 응답시간은 3,000~4,000ms이다[3].

2.3 국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계

국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계는 SK C&C가 주도하여 2010년 9월부터 육군 정보통신체계단에서 운영하는 x86 아키텍처의 서버 9대를 NT 서버 3대로 가상화 통합하여 통합보안관리시스템[12]을 고려한 클라우드 컴퓨팅 IaaS, PaaS 형태의 컴퓨팅 체계를 구축한 것이다. 통합대상 서버 9대 현황은 <표 1>과 같다.

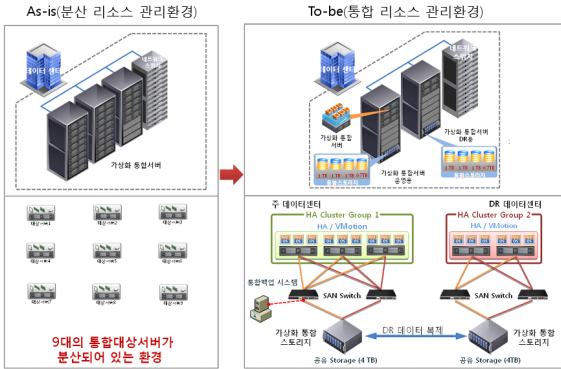
<표 1> 통합대상 9개 서버

순번	서버명	모델명	OS	CPU	메모리
1	인트라넷 관제	HP DL580G4	WIN2003	3.4G×2	8GB
2	홈페이지 서버	HP DL580G4	WIN2003	3.4G×2	8GB
3	부대급여, 발간	HP DL580G4	WIN2003	3.4G×2	8GB
4	기정단 VOD	ML 5702G	WIN2003	1.0G×4	8GB
5	기록물 부하분산1	HP DL580R03	WIN2003	3.16G×4	8GB
6	기록물 부하분산2	HP DL580R03	WIN2003	3.16G×4	8GB
7	기록물 부하분산3	HP DL580R03	WIN2003	3.16G×4	8GB
8	기록물 부하분산4	HP DL580R03	WIN2003	3.16G×4	8GB
9	국방 자원관리	IBM X3250	LINUX	2.0G×2	5GB

국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계로 도입한 시스템 및 체계구축 개념도는 <표 2>, (그림 5)와 같다.

<표 2> 국방 클라우드 컴퓨팅 시범 시스템

구분	소요내용	수량	금액(천원)	장소
주 체계	통합서버	3대	150,000	육군 정보통신 체계단
	스토리지	1대	85,000	
	Network Switch	1대	3,500	
	SAN Switch	2대	9,000	
	가상화 Software	1식	257,000	
DR 체계 (Data Recovery)	DR서버	1대	50,000	3군 사령부
	스토리지	1대	85,000	
	Network Switch	1대	3,500	
	SAN Switch	1대	4,500	
	DR Software	1식	115,000	
계			762,500	



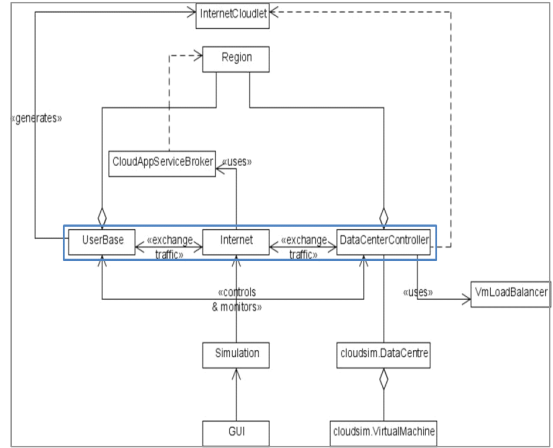
(그림 5) 국방 클라우드 시범체계 구축 개념도

국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계의 기술을 국방 정보자원에 확대 적용할 경우, 전력소비(탄소배출)는 현재 대비 66% 줄일 수 있고, 연간 예산 절감효과도 430여억 원에 달할 것으로 분석되었다[8]. 국방부는 향후 시범운영을 통하여 체계에 대한 안정성, 보안성, 자원 운영의 효율성을 검증하여 현재 추진 중인 국방 통합정보관리소에 적용하여 국방 정보자원을 효율화할 계획이다. 시범구축을 통해 국방 클라우드 컴퓨팅 도입의 필요성과 그로 인한 경제적 파급효과는 입증되었으나, 향후 클라우드 트래픽 증가에 따른 국방 클라우드 컴퓨팅 서비스 가용성에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 논문에서는 CloudAnalyst 시뮬레이터를 이용하여 현재 시점에서 2016년까지 예측되는 클라우드 트래픽 성장률만큼 클라우드 워크로드가 증가하여도 국방 클라우드 시범체계가 서비스 가용성을 충족하는지 분석한다.

2.4 CloudAnalyst 시뮬레이터

CloudAnalyst는 CloudSim 툴킷을 바탕으로 설계된 시뮬레이터로서 CloudSim 기능을 확장하여 인터넷과 인터넷 어플리케이션의 동작을 모델링한다[1][7].

(그림 6)은 CloudAnalyst의 도메인 엔티티와 메인 컴포넌트를 간략히 표시한 것이다. CloudSim toolkit과 비교해 CloudAnalyst에 추가된 3가지 주요 확장 기능은 User Base, Data Center Controller, Internet이다.



(그림 6) CloudAnalyst 도메인과 주요 컴포넌트

3. 국방 클라우드 컴퓨팅 서비스 가용성 분석 시뮬레이션 제안

국방통합정보관리소 기반의 클라우드 컴퓨팅 시스템은 데이터가 통합정보관리소로 집중되기 때문에 네트워크의 트래픽이 집중될 것이고 이에 따른 네트워크의 병목 현상이 집중된다. 이를 미연에 방지하기 위해서는 클라우드 컴퓨팅 환경으로 통합되는 기존 정보체계들의 트래픽을 분석하여야 한다. 그리고 그 결과를 바탕으로 클라우드 컴퓨팅 서비스 시 충분한 네트워크 대역폭을 제공하도록 하여 원활한 서비스가 제공될 수 있도록 하여야 한다.

본 논문에서는 <표 3>과 같은 클라우드 컴퓨팅 시범사업시 도입한 시스템 제원을 이용해 국방 클라우드 컴퓨팅 서비스 가용성을 CloudAnalyst 시뮬레이션을 통해 분석하였다.

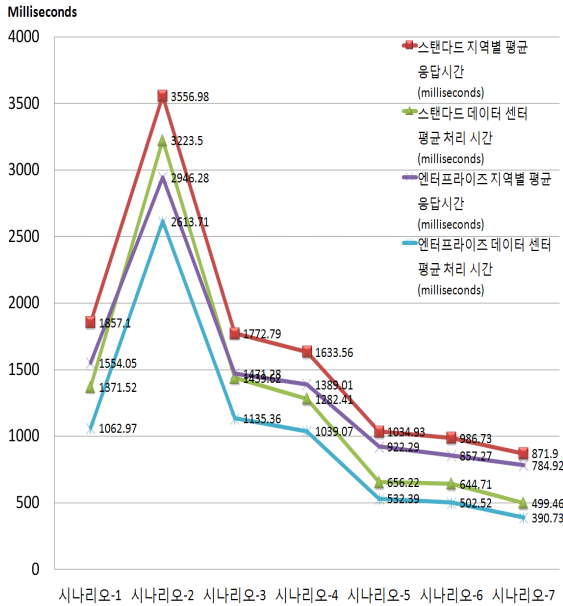
<표 3> 국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계 제원

서버 요구사항 / 기능
<ul style="list-style-type: none"> • Rack Type 서버 • 메모리 : 48GB 이상 • CPU : Quadcore 3.0Ghz × 4ways 이상(IBM X3650 M3) • 디스크 : 146GB × 2(Raid1) 이상 • RAID Controller 지원 • FC 4Gbps 이상 • 2포트 이상 • 7개 이상의 PCI-Express 슬롯 지원 • DVD-ROM 1개 장착 • 10개 이상의 Gigabit Ethernet 포트 장착 • 전원 및 쿨링팬 이중화

그리고 시뮬레이션 시나리오는 이상태, 유행병의 “소셜 네트워크 서비스 어플리케이션의 클라우드 모델링 및 분석을 통한 국방 클라우드 컴퓨팅 시스템 설계” 논문에서 사용자에게 대한 가장 빠른 응답시간을 도출한 (그림 7)의 시나리오 7의 서비스 정책을 적용하였다[9].

<표 4> 각 군별 인원현황

각 군	인원(명)	User base	Region	CloudAnalyst 지역 Id
육 군	522,000	UB1	아시아	3
해 군	68,000	UB2	아시아	3
공 군	65,000	UB3	아시아	3



(그림 7) 국방 클라우드 시뮬레이션 결과 그래프

3.1.2 가정사항 및 User base 설정

3개의 User base별 주요 변수는 다음과 같은 3가지 주요 가정 하 설정하였다.

가정 1. 시간대는 User base별 현지 시간을 적용한다. 국방 클라우드에 접속시간은 전군 일과시간인 08:00 - 17:00으로 가정한다.

가정 2. 혼잡시간대(Peak Hours)는 일과시간과 동일하고, 혼잡시간대 동시접속자수는 전체 사용자수의 50%이다. 비혼잡시간대(Off-peak Hours)는 일과시간을 제외한 시간이고, 비혼잡시간대 동시접속자수는 혼잡시간대 동시접속자수의 1/10로 가정한다.

가정 3. 국방 클라우드 접속 후 각 사용자는 매 5분마다 한 번씩 새로운 서비스를 요청하고 요청 데이터양은 Facebook의 6배로 가정한다.

User base별 입력한 변수는 <표 5>와 같다.

<표 5> User base별 변수 설정

User base	Peak Hours (Local Times)	Simultaneous online Users During Peak Hrs	Simultaneous online Users During Peak Hrs Off-Peak Hrs
UB1	08:00 - 17:00	261,000	26,100
UB2	08:00 - 17:00	34,000	3,400
UB3	08:00 - 17:00	32,500	3,250

3.1 시뮬레이션 환경설정

3.1.1 국방 클라우드 사용자 현황

국방통합정보관리소는 현재 전국 77개 전산소에 분산 배치돼 있는 각 군의 정보시스템을 2개의 통합정보관리소로 집중화해 전군에 클라우드 서비스를 제공하게 된다[10]. ‘2011년 세계의 군사력’ 자료에 의하면[11], 대한민국의 국군은 상비군 655,000명으로 시뮬레이션을 위해 각 군별 현황을 CloudAnalyst상 아시아 지역인 Region Id3으로 <표 4>처럼 매칭시켰다.

3.1.3 가상머신, 데이터 센터 성능 설정

가상머신과 데이터 센터 성능은 <표 3>의 하드웨어 사양을 적용하여 설정하였다. 서버 모델은 ‘IBM X3650 M3’이며, 최대 2개의 3.46GHz 6코어(Hex Core)를 갖는 ‘Intel Xeon 5600’ 시리즈 프로세서를 장착하고 있다[6]. IBM Intel 5690 3.46GHz 6코어 프로세서의 MIPS는 83,040이다[5]. 가상머신과 데이터 센터의 성능 설정은 <표 6>과 같다.

<표 6> 가상머신, 데이터 센터 성능 설정

변수 항목	입력값
VM Image Size	160GB
VM Memory	2048MB
VM Bandwidth	100MB
Data Center - Architecture	X86
Data Center - OS	Linux
Data Center - VMM	Xen
Data Center - Number of Machines	50
Data Center - Memory per Machines	48GB
Data Center - Storage per Machines	300GB
Data Center - Available BW per Machine	100MB
Data Center - Processors per Machine	2
Data Center - Processor speed	83,040 MIPS
Data Center - VM policy	Time - shared

3.1.4 시뮬레이션 시나리오

국방 클라우드 컴퓨팅 시뮬레이션을 위한 시나리오 모델은 peak load sharing과 throttling 2가지 서비스 정책을 사용하였다. 그리고 서버 머신 대수와 사용자의 데이터 요청량이 서비스 가용성에 미치는 영향을 비교분석하기 위해 데이터 센터 내 물리적 서버머신 대수는 현재 전국 77개 전산소에 분산 배치되어 있는 각 군의 정보시스템 현황을 고려하여 시뮬레이션을 수행하였다. 매 번 사용자가 요청하는 데이터양은 2장의 클라우드 워크로드 성장률을 고려 Facebook의 6배로 설정하여 시뮬레이션 하였다. 세부 시뮬레이션 시나리오는 <표 7>과 같다.

<표 7> 시뮬레이션 시나리오

#	시뮬레이션 시나리오
1	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 센터 : 2개 • 가상머신 생성 : 2개의 데이터 센터에 각각 25대의 가상머신 생성, 피크 부하 분산 및 쓰로틀링 적용
2	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 센터 : 2개 • 가상머신 생성 : 2개의 데이터 센터에 각각 50대의 가상머신 생성, 피크 부하 분산 및 쓰로틀링 적용
3	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 센터 : 2개 • 가상머신 생성 : 2개의 데이터 센터에 각각 75대의 가상머신 생성, 피크 부하 분산 및 쓰로틀링 적용

3.2 시뮬레이션 결과

국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계를 모델로 3개 시나리오별 수행한 시뮬레이션 결과를 종합하면 <표 8>과 같다.

<표 8> 시뮬레이션 결과

* Data size = Facebook의 6배

#	시뮬레이션 시나리오	각 군별 평균응답시간	데이터 센터 평균처리시간
1	2개의 데이터 센터에 각각 25대의 가상머신 생성, 피크 부하 분산 및 쓰로틀링 적용	1874.39ms	27.78ms
2	2개의 데이터 센터에 각각 50대의 가상머신 생성, 피크 부하 분산 및 쓰로틀링 적용	1874.05ms	27.76ms
3	2개의 데이터 센터에 각각 75대의 가상머신 생성, 피크 부하 분산 및 쓰로틀링 적용	1873.92ms	27.74ms

시뮬레이션 결과 2개의 데이터 센터에서 각각 25개의 가상머신을 생성하여 국방 클라우드 서비스를 제공시 각 군별 평균 응답시간은 1874.39ms(약 1.874초), 데이터 센터 평균 처리 시간은 27.78ms(약 0.028초)로 산출되었다.

50개의 가상머신을 생성하여 국방 클라우드 서비스를 제공시 각 군별 평균 응답시간은 1874.05ms(약 1.874초), 데이터 센터 평균 처리 시간은 27.76ms(약 0.028초)로 산출되었다.

75개의 가상머신을 생성하여 국방 클라우드 서비스를 제공시 각 군별 평균 응답시간은 1873.92ms(약 1.873초), 데이터 센터 평균 처리 시간은 27.74ms(약 0.028초)로 산출되었다.

시뮬레이션 결과는 3장 웹 페이지 성능 분석에서 언급한 Chew, Thiam Kian 박사의 웹 페이지 성능 충족 기준인 3~4초의 응답시간을 충족한다. 따라서 국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계는 사용자에게 대한 서비스 가용성을 충족할 수 있다고 결론내릴 수 있다.

또한, 3개 시나리오별 가상머신의 수가 25개, 50개, 75개로 증가하여도 응답시간 및 처리시간은 큰 차이를 보이지 않았다. 즉 가상머신 생성 대수와 서비스 가용성은 비례하지만 성능향상의 폭은 사용자가 체감

하지 못하는 수준이다. 이 결과는 향후 국방통합정보 관리소 구축 시 국방예산 및 시스템의 낭비 없이 최소의 비용만으로 경제적인 시스템 설계에 참고가 될 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 클라우드 컴퓨팅 트래픽 및 워크로드 증가에 따른 국방 클라우드 컴퓨팅 시스템 가용성을 분석하였다. 가용성 분석을 위해 국방 클라우드 컴퓨팅 시범체계를 모델로 하였고, CloudAnalyst 시뮬레이터를 이용하여 3개의 시나리오를 구성하여 시뮬레이션을 수행하였다. 실험 결과 현재 시점에서 2016년까지 예측되는 클라우드 트래픽 성장률만큼 클라우드 워크로드가 증가하여도 국방 클라우드 시범체계는 사용자에게 대한 가용성을 충족한다는 결론을 도출하였다.

전 세계적으로 클라우드 구축은 증가 추세이며, 향후 국방 분야에서도 점점 더 많은 클라우드가 구축되고 이에 따른 클라우드 트래픽은 지속적으로 증가할 것으로 예측된다. 우리 군은 최근 국방광대역통합망(BcN: Broadband Convergence Network) 사업을 통해 네트워크 기반 환경이 한층 개선되었으나 일부 구간에서의 대역폭 부족 등 여전히 민간의 네트워크 환경과는 큰 차이가 있다. 그러므로 국방통합정보관리소 구축 시 클라우드 트래픽 증가를 고려하여 사용자에게 대한 서비스 가용성을 확보할 수 있도록 설계하여야 한다. 또한 국방 클라우드 컴퓨팅 도입 시 클라우드 서비스 모델, 시스템 구축 비용과 서비스 가용성을 고려 서비스 범위를 단계적으로 설정하여 추진하여야 한다. 단계적인 국방 클라우드 서비스 전환을 통하여 클라우드 컴퓨팅의 도입과 함께 사용자에게 대한 서비스 가용성을 확보한다면 경제적이고 효율적으로 정보자원을 활용 및 관리할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Bhatiya Wickremasinghe, Rodrigo N. Calheiros, and Rajkumar Buyya, "CloudAnalyst: A CloudSim-based Visual Modeller for Analysing Cloud Computing Environments and Applications", Technical Report, CLOUDS-TR-2009-12, The University of Melbourne, Australia, pp. 5-6, 2010.
- [2] Chiew, Thiam Kian "Web page performance analysis", The University of Glasgow, United Kingdom, pp. 122-124, 2009.
- [3] Chiew, Thiam Kian "Web page performance analysis", The University of Glasgow, United Kingdom, pp. 35-38, 2009.
- [4] CISCO, "Cisco Global Index : Forecast and Methodology, 2011-2106", Americas Headquarters, Cisco Systems, inc., San Jose, CA, pp. 1-4, 2012.
- [5] CISCO, Industry Benchmarks Performance - CPU MIPS Data Sheet, 2012.
- [6] IBM, Systems and Technology Data Sheet, IBM System x3650 Specifications, 2012.
- [7] Rodrigo N. Calheiros, Rajiv Ranjan, César A. F. De Rose, and Rajkumar Buyya, "CloudSim: A Novel Framework for Modeling and Simulation of Cloud Computing Infrastructures and Services", Grid Computing and Distributed Systems (GRIDS) Laboratory, Department of Computer Science and Software Engineering, The University of Melbourne, Australia, pp. 1-2, 2010.
- [8] 국방부 대변인실 보도자료, "국방부 클라우드 컴퓨팅 시대를 열다", 국방부, 2010.12.27.
- [9] 이성태, 유황빈, "소셜 네트워크 서비스 어플리케이션의 클라우드 모델링 및 분석을 통한 국방 클라우드 컴퓨팅 시스템 설계", 한국융합보안학회논문지, 제13권, 제1호, pp. 38-42, 2013.
- [10] 전자신문, CIO BIZ, 유철희 국방부 정보기획관 인터뷰 기사, "군심 잡는 국방개혁, IT가 선봉에 선다.", 2011.7.18.
- [11] 정보사령부, "2011년 세계의 군사력", 정보사 공개정보처, pp. 684-694, 2011.

- [12] 최주영, 박춘식, 김명주, “통합보안관리시스템을 고려한 IaaS 클라우드 컴퓨팅 운영에 관한 연구”, 정보보호학회논문지, 제22권, 제1호, pp. 142-143, 2012.

————— [저 자 소 개] —————



이 성 태 (Sung-Tae Lee)

1999년 한국해양대학교 해사수송공학과
학사
2009년 서울벤처대학교 국방정책학과
석사
2009년 ~ 현재 광운대학교 방위사업
학과 박사과정

email : vluedahlia@naver.com



유 황 빈 (Hwang-Bin Ryou)

1968년 인하대학교 전자공학과 학사
1975년 연세대학교 전자공학과 공학
석사
1984년 경희대학교 전자공학과 공학
박사
1981년 ~ 현재 광운대학교 컴퓨터소
프트웨어학과 교수

email : ryou@kw.ac.kr