

# Cloud System Construction for Availability of University Information System

Hae-Sook Jang\*, Ki-Hong Park\*\*

## Abstract

Managing students' data is a high prioritized duty of the university administration since most of the school affairs are proceed based on that database. Universities have invested in IT assets such as servers, storage, database, and networks. However, continuing investment in IT infrastructure is impossible due to limited budget and rapid changes in the educational environment. As cloud computing diffuse, universities are trying to reduce costs and improve efficiency by increasing server utilization, unlike when physically investing. We designed a hypothetical academic information management system based on cloud computing by utilizing the advanced server virtualization technology. This administrative cloud system allows universities to improve the availability of the system with low cost. The system demonstrates its flexibility of using data resources and immediacy of resumption.

▶ Keyword: Cloud, Continuity, Availability, University Information Systems

## I. Introduction

정보화는 기업뿐만 아니라 대학에서도 매우 중요한 요소이며, 교육 수혜자로서 학생들과 그 외에 지역사회, 교육관계자, 동문 등 많은 이해 관련자들이 대학으로부터 다양한 정보를 제공받기 원하고 있다[1]. 최근 정보시스템에 대한 가용성 및 신뢰성 문제를 혹독하게 겪은 금융계에서는 하나같이 24시간 365일의 가용성을 불문율처럼 지키고 있다. 즉, 어떤 일이 있어도 정보시스템은 1년 365일 단 하루도, 한 순간이라도 장애가 없어야 한다는 정신으로, 자신들의 자존심을 걸고 100%의 가용성을 원하고 있다. 재난복구는 재난이 발생한 직후부터 피해지역이 재난이 발생하기 이전의 원상태로 회복될 때까지의 장기적인 활동 과정인 동시에, 초기 회복기간으로부터 그 지역이 정상 상태로 돌아올 때까지 자원을 제공하는 지속적인 활동이다[2]. 재난 상황이 안정되고 재난이 발생할 확률은 1/1000도 안되지만 재난발생은 학교 및 기업의 존재에 치명적인 위협을 줄 수 있기 때문이다. 재난의 정의는 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 사고로서 자연 재해가 아닌 것을 말한다. 재해는 태

풍, 홍수, 호우, 폭풍, 해일, 폭설, 가뭄 또는 지진 기타 이에 준하는 자연 현상으로 인하여 발생하는 피해를 말한다. 그림 1은 재난 발생의 사례를 분석한 내용으로 천재지변(예를 들어 태풍, 홍수, 지진 등)이 34.1%정도를 차지하고, 기기 고장은 예를 들어 전기공급 차단, 전기사고, H/W문제, N/W문제 등이 가장 많은 49.3%, 마지막으로 인재, 화재, 폭발과 테러 등이 16.5% 정도를 차지한다. 기타 문제로서는 S/W문제, 파업, 송수관 파열 등을 들 수 있다. 시스템 장애로 인한 비용은 금전적으로만 측정되지 않지만, 기관 및 기업은 신뢰성을 잃는다는 것과 함께 고객이 어떠한 업무를 추진하였는가에 달려있다[3]. 정보시스템을 운영하고 있는 대부분의 대학교는 재난에 대비한 복구시스템이 갖추어져 있지 않고 단순히 자료백업 시스템만 준비되어 있는 것이 현실이다[4]. 그동안 대학은 정보시스템을 서버, 스토리지, 데이터베이스, 네트워크 등 IT 자산을 확충하는 방향으로 투자를 해왔다. 그러나 대학의 교육환경은 많은 변화가 진행되고 있기 때문에 IT 기반시설에 지속적으로 투자할 수 있는 상태가 아니다. 본 논문은 자원의 활용과 다양한 서비스를 시간

• First Author: Hae-Sook Jang, Corresponding Author: Ki-Hong Park

\*Hae-Sook Jang (hs5486@kunsan.ac.kr), Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University

\*\*Ki-Hong Park (spacepark@kunsan.ac.kr), Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University

• Received: 2017. 09. 01, Revised: 2017. 09. 15, Accepted: 2017. 12. 06.

• This work was supported by Kunsan National Univ. Research Grant.

과 장소의 구애 없이 서비스를 신속하게 재개할 수 있도록 가용성과 운용의 효율성을 확보하기 위해 대학 정보시스템을 클라우드 컴퓨팅 기반 정보시스템으로 구축하였다.

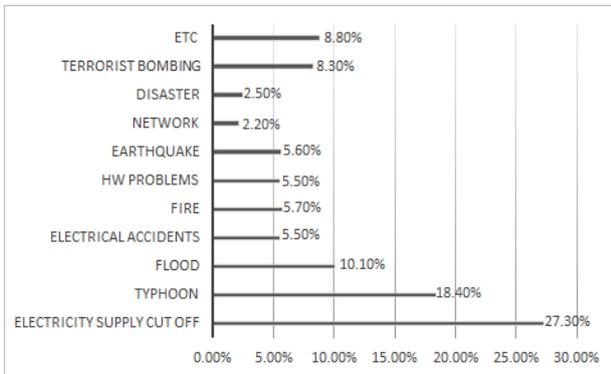


Fig. 1. Majorities in the contingency planning in 1994, Research, Inc. Computer Science and Disaster

## II. Preliminaries

### 1. Cloud Computing

클라우드(Cloud) 컴퓨팅은 말 그대로 ‘구름’이라는 의미에서 파생된 말로 컴퓨터나 서버 등의 자원들이 하나의 커다란 구름 모양의 집합을 이루고 있다고 하여 나온 말이다. 구름으로 표현되는 IT자원들은 어디엔가 존재하고, 사용자는 단지 필요할 때 활용하기만 하면 된다는 의미이다. 즉 사용자가 필요한 작업을 제시하면, 여기에 필요한 컴퓨팅 자원이 할당되어 작업하고 결과를 얻도록 해주는 것이다. 현재의 클라우드 컴퓨팅은 인터넷 기술을 기반으로 개인, 기업, 공공기관과 같은 외부 사용자에게 IT로 구현된 ‘as a service’로 제공되는 컴퓨팅 환경을 의미하며 기존의 그리드(Grid)컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 유틸리티 컴퓨팅, 웹 서비스, 서버 및 스토리지 가상화 기술과 소프트웨어 등 기존의 기반기술들을 융합하여 하나의 커다란 구름(Cloud)과 같은 컴퓨팅 환경을 만드는 기술이며, 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 컴퓨팅 자원을 가상화 기술로 통합하여 제공하는 기술 개념을 포함한다. 즉, 클라우드 컴퓨팅은 ‘인터넷을 이용한 IT자원의 주문형(On-demand) 아웃소싱 서비스’로 서버에 개별적으로 저장해 둔 프로그램이나 문서를 인터넷 접속이 가능한 곳이라면 다양한 단말을 통해 웹 브라우저 등 필요한 응용 소프트웨어를 구동하여 작업을 가능케 하는 사용자 중심의 컴퓨팅 환경을 말한다[5]. 정보시스템을 구축하기 위해서는 서버, 네트워크, 스토리지 등의 장비들이 필요하다. 클라우드 컴퓨팅은 장비들의 실체가 보이지 않고 장비들을 구동시키기 위한 전원 및 네트워크 연결 선, 환경 조성을 위한 장비들도 보이지 않는다. 정보통신산업진흥원 부설 SW공학센터의 자료에 따르면, 클라우드 컴퓨팅은 필요한 자원들을 공유, 분배하여 사용하는

기술을 말한다[6]. 컴퓨터 사용자들이 인터넷을 통해 클라우드 컴퓨팅에 대한 전문적인 지식과 기술 없이도 애플리케이션, 스토리지, OS, 보안 등 자신이 필요한 IT 자원을 원하는 시점에 필요로 하는 만큼 대가를 지불하고 서비스를 이용할 수 있게 하는 서비스이다.

### 2. Classification of Cloud Computing

클라우드 컴퓨팅의 기술을 유형별로 분류하면 크게 SaaS(Software as a Service), PaaS(Platform as a Service), IaaS(Infrastructure as a Service) 등 3개의 유형으로 구분할 수 있다. SaaS는 애플리케이션을 서비스 대상으로 하며, 클라우드 컴퓨팅 사업자가 인터넷을 통해 소프트웨어를 제공하고, 사용자가 인터넷상에서 이에 원격 접속해 해당 소프트웨어를 활용하는 방식이다. SaaS는 클라우드 컴퓨팅의 최상위 계층에 해당하는 것으로 다양한 애플리케이션을 다중 임대 방식을 통해 온디맨드 서비스 형태로 제공한다. PaaS는 사용자가 소프트웨어를 개발할 수 있는 플랫폼을 제공해 주는 서비스이다. 사용자는 PaaS를 통해 컴파일러, 웹 프로그램 개발 툴, 데이터베이스 등을 제공 받는다. IaaS는 물리적인 기반시설을 제공하는 것으로 클라우드를 통하여 저장 장치 또는 컴퓨팅을 인터넷을 통하여 서비스한다. 그리고 클라우드 컴퓨팅은 개방 여부에 따라 Private Cloud, Public Cloud, Hybrid Cloud 세 종류로 나눌 수 있다[7]. Private Cloud는 전통적인 전산센터 운영방법과 동일한 형태로 대학교 내부에 클라우드 센터를 운영하면서 구성원들이 클라우드 서비스 자원을 활용하도록 하는 개념이다. 이는 여전히 대학 자체에서 시스템 유지보수 관리를 해야 한다. Public Cloud는 전문적으로 클라우드 데이터 센터를 운영하는 업체의 서비스를 이용하는 것으로 클라우드 컴퓨팅의 궁극적인 모습이라 할 수 있다. 사용자는 클라우드 컴퓨팅 환경 구축에 따른 비용 부담 없이 원하는 서비스를 사용한 기간에 따라 비용을 지불하면 유지 및 관리들은 서비스 제공자가 전담한다. 기업의 입장에서 보더라도 유지비용이 적게 들어가고, 소프트웨어의 업데이트 같은 문제나 장비를 추가하는데 들어가는 시간과 비용을 줄일 수 있다. 단, 정보의 보안적인 측면에서는 문제가 발생할 수 있는데, 클라우드 서비스 제공업체에서 기업의 정보에 접근이 가능하고, 해당 클라우드 데이터 센터에 문제점이 발생할 경우 데이터 유출이나 손실이 발생한다는 단점이 있다. Hybrid Cloud는 Private Cloud와 Public Cloud를 혼합형 형태로, 보통 보안이 필요한 작업은 내부의 데이터 센터를 이용하고, 일반적인 문서 작업이나 단순 작업은 외부의 데이터 센터를 이용할 때 유용하다. 보안과 유지보수의 부담을 적절히 배분하고자 할 때 사용하면 된다. 이러한 클라우드 컴퓨팅의 특징은 운영체제 분야에도 영향을 주고 있다. 전통적인 운영체제는 사용하고자 하는 사람이 하드웨어를 구입하고 직접 운영체제를 설치하여 사용하는 형태였다. 그러나, 클라우드 컴퓨팅은 서버, 데스크 탑 컴퓨터, 스토리지 같은 IT 하드웨어 자원뿐만 아니라, 소프트웨어를 개발할 수 있는 환경과 기업에서 필요한 소프

트웨어까지 빌려 쓸 수 있게 되면서 기업의 IT 인프라는 간소화되고 있다. 서버 운영체제의 환경은 많은 수의 사용자가 접속하고 시간과 상황에 따라 매우 유동적인 상태를 보이는데, 클라우드 컴퓨팅 환경에서는 사용자에 따라 자원을 효율적으로 활용하여 실시간으로 빠르게 대체 가능하다[8].

### 3. Measuring the availability of cloud services

IT환경이 시시각각으로 변화하고, 시스템 인프라가 대형화되면서 시스템, 서비스, 데이터의 가용성은 업무처리에 밀접한 영향을 미치는 관계로, 활발한 연구가 이루어지고 있다[9,10]. 고가용성(High-Availability) 시스템은 하드웨어나 소프트웨어 또는 네트워크 등의 자원에 결함이 발생했음에도 불구하고 지속적으로 서비스를 제공하여야 한다. 즉, 장애(Failure)와 시스템의 다운타임을 최소화함으로써 서비스의 손실을 줄일 수 있도록 컴퓨터 시스템을 구축하고 관리하는 시스템을 말한다[11]. 클라우드 서비스의 가용성(Availability)은 서비스가 장애 없이 정상적으로 운영되는 능력을 말한다. 클라우드 서비스의 정상적인 운영은 서비스 접근성과 적절한 응답시간이 보장되며, 유효한 서비스 요청에 대해 오류 없이 운영되는 것을 말한다. 클라우드 서비스 제공자는 가용성을 측정하여 수준과 목표를 제시함으로써 서비스 지속성을 보장하고, 서비스 이용자에게 서비스 중단에 대한 불안을 최소화하여 서비스에 대한 신뢰성을 확보할 수 있다. 클라우드 서비스 가용률은 정해진 서비스 운영 시간(예정된 가동시간) 대비 클라우드 서비스에 접속이 가능한 시간(실제 가동시간)의 비율을 말한다. 클라우드 서비스를 대상으로 서비스가 장애 없이 지속되는지를 확인하고, 가용률을 관리함으로써 이용자에게 서비스 지속성에 대한 신뢰성을 향상시키고, SLA(service level agreement) 준수여부를 확인할 수 있다. 가용률은 가용률 보장을 위한 관리체계 및 운영정책, 가용성 정보 제공을 위한 시스템 모니터링 기능을 가용률 측정의 점검항목으로 확인할 수 있다. 클라우드 서비스 제공자는 가용률 측정을 위한 세부적인 측정 방법 및 절차를 제시하고, 이에 따른 측정 결과를 제공할 수 있다. 가용성에 대한 이용자 신뢰성 제공을 위해 가용률은 실시간으로 측정된 로그 정보를 기반으로 객관적이고 정량적으로 산정되어야 한다. 가용률 측정방법은 측정용 SW를 이용하거나 OS에서 제공하는 도구를 통해 측정할 수 있다. 클라우드 서비스 모델별 측정 방법은 IaaS, PaaS, SaaS에 대해 모두 적용이 가능하나 서비스 접근 방식(웹접근, SSH 등)에 따라 측정 방법이 적용되지 않을 수도 있으므로, 서비스 제공 형태를 고려하여 정할 수 있다. 서비스 제공 형태의 측정 방법은 첫째 클라우드 서비스 접근성 분석을 통한 가용률 측정, 둘째 운영환경의 장애 로그 분석을 통한 가용률 측정, 셋째 서비스 품질(정확성) 분석을 통한 가용률 측정이 있다. 서비스 품질의 클라우드 서비스 가용률 측정은 이용자의 요청에 대해 의도한 기능을 정확하게 수행하고 결과를 제한된 시간 내에 제공하여야 한다. 서비스의 주요 기능에 대해 오류가 있는 경우는 이용자가 서비스를 지속적으로 이용하지

못하는 장애 상황과 동일하다. 서비스의 정확성 분석을 통한 가용률 측정은 이용자의 전체 서비스 요청한 수 대비 제한된 시간 내에 오류가 없는 정확한 결과를 응답받은 수의 비율로 측정한다. 장애 판단의 기준은 요청한 서비스 부재의 오류, 잘못된 응답 결과, 제한된 시간초과 등 서비스 기능에 대한 품질이 기본적으로 수반되어야 한다. 클라우드 서비스 제공자는 요청한 서비스 기능에 대한 처리결과가 정상적이지 않은 상황을 장애로 인식하고 지속적으로 개선해 나감으로써 고품질의 클라우드 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 클라우드 서비스의 가용률 측정 주기는 대상 시스템 및 서비스 특성에 따라 정할 수 있다. 가용성에 대한 객관성과 신뢰성을 확보하기 위해서는 지속적으로 가용성이 측정되어야 한다. 가용성 측정 주기는 대상 클라우드 서비스의 상태를 1회 측정하는 간격이다. 측정주기가 길면 측정직후와 다음 측정직전에 발생한 서비스 장애를 식별하기 어려울 수 있고, 측정주기가 짧으면 서비스 부하를 발생시킬 수 있으므로 서비스 특성을 고려하여 측정주기를 결정하여야 한다. 측정주기는 1분, 5분, 10분 간격 등으로 하고, 측정기간은 1일(24시간), 1주일(7일), 30일, 6개월 등으로 정할 수 있다. 가용률 산정은 측정 방식과 측정결과와 데이터를 기반으로 아래 산정식 중 적용이 가능한 방식을 선정하여 산출한다. 수식(1)은 클라우드 서비스의 정해진 운영 시간(예정된 가동시간) 대비 클라우드 서비스에 접속이 가능한 시간(실제 가동시간)의 비율

$$\text{가용률(\%)} = \frac{(\text{전체가동시간} - \text{장애시간})}{\text{전체가동시간}} \times 100 \quad (1)$$

(%)을 정의하여 가용률을 계산할 수 있다. 수식(1)에서 전체 가동시간은 사전에 계획된 가동시간으로 계획된 시스템 중지시간(SLA 기준)을 제외한 예정된 가동시간이다. 장애시간은 클라우드 서비스 운영에 영향을 주는 예상치 못한 문제가 발생하여 서비스가 중단되는 장애 시간의 총합이다. 그러나 SLA 등에 따라 계획된 시스템 중지 시간은 제외할 수 있다. 수식(2)는 클라우드 서비스 대

상 시스템의 평균고장간격(MTBF : Mean Time Between Failures)과 평균복구시간(MTTR: Mean Time To Repair)의 합 대비 평균고장간격(MTBF)의 비율(%)을 정의하여 가용률을

$$\text{가용률(\%)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (2)$$

계산할 수 있다. 수식(2)에서 평균고장간격은 기기 또는 시스템 장애가 복구된 시점과 다음 장애가 발생한 시점 간의 간격에 대한 평균치이다. 즉  $MTBF = (\text{총가동시간} - \text{총 고장시간}) / \text{고장횟수}$  이다. 평균복구시간은 기기 또는 시스템 장애가 발생한 시점부터 장애의수리가 끝나 가동이 가능하게 된 시점까지의 시간(기기 또는 시스템이 장애에 의해 가동하지 못한 상태가 계속된 평균 시간)으로  $MTTR = \text{총 고장시간} / \text{고장횟수}$  이다. 수식(3)은 클라우드 서비스 이용자가 서비스를 요청한 총 횟수 대비 성공적으로 서비스를 이용한 총 횟수의 비율(%)로 계산할 수 있다. 가용률 표시는 100%, 99.9999%, 99.9%

$$\text{가용률(\%)} = \frac{\text{성공적으로 서비스를 이용한 총 횟수}}{\text{서비스를 요청한 총 횟수}} \times 100 \quad (3)$$

등으로 표시하며, 가용률에 따른 서비스 불가능 시간은 99.9999% 일 때 연간 서비스 불가능 시간이 31.50초, 월간 서비스 불가능 시간은 2.59초, 주간 서비스 불가능 시간은 0.605초, 일간 서비스 불가능 시간은 0.086429초 이다. 이에 따라 가용률은 MTTR이 0에 가까워질수록 100%에 근접함을 알 수 있다 [12].

### III. The Proposed Scheme

#### 1. Establishment of academic information cloud system

대학은 교육환경의 변화에 따라 정보서비스를 위해 다양한 컴퓨터 환경이 기반시설로 구성되어 있다. 기존의 대학 정보시스템은 서버에 애플리케이션과 데이터를 두고 필요할 때마다 접속하여 사용하는 방식으로 클라이언트는 입출력만 처리하고 모든 처리는 서버가 담당하므로 서버 및 네트워크의 자원이 많이 필요하다. 대학에서 IT 자원을 동시에 제일 많이 요구하는 서비스는 수강신청으로 매 학기 실시하며, 특정과목에 집중되는 것을 방지하기 위해 교과목마다 정원을 제한하고 있다. 학생들은 수강신청 시점에서 다른 학생보다 먼저 수강과목을 선점하기 위해 다양한 방법으로 수강신청을 시도하고 있다. 대학은 수강자의 요구사항을 해결하기 위해서 교과목의 정원을 늘려야 하지만 교수의 충원 등의 문제로 확대할 수 없는 실정이다. 이에 따라 특정집단 또는 특정인이 일부 교과목에 집중되는 것을 방지하기 위해 정원 범위 내에서 선착순으로 수강신청을 진행하고 있다. 이러한 문제점으로 인하여 짧은 시간 내에 수강신청을 하기 위한 신청자가 급격하게 집중되는 현상이 발생한다. 이때 수많은 전산자원을 요구하므로 시스템이 정지되는 사례가 발생된다. 일시적으로 요구되는 전산자원을 제공하기 위해서는 많은 비용을 투자해야 하는데 이러한 방법은 바람직하지 못하다. 그래서 적은 비용으로 시스템을 운용 할 수 있는 해결 방안이 필요하다. 그리고 시스템 장애로 인한 데이터 손실을 최소화하기 위한 방법으로 대부분 테이프 백업시스템을 운용하고 있다. 테이프 백업시스템은 데이터가 손실 되었을 때 데이터를 복구하여 시스템을 재가동 하는 것이 목적이기 때문에 정보시스템에 장애가 발생하면 시스템을 정상 가동하기까지는 많은 시간이 소요되고 일부 데이터는 복구를 못할 가능성도 있다[13]. 그림 2는 기존의 단독형으로 구성된 대학 학사정보 시스템 구성도이다. 그림 2의 기존 대학 학사정보 시스템 구성은 대학교내의 전산센터에 단독형 서버 수십 대와 다수의 스토리지로 구성되어 있다. 각각의 시스템은 유닉스, 리눅스, 윈도우즈 시스템으로 여러 종류의 운영체제로 구성되어 있어 자원의 낭비가

심하고 일시적으로 폭포수와 같이 정보자원을 요구하는 정보서비스에 효율적으로 대응하지 못하여 불안정한 서비스를 하고 있다.

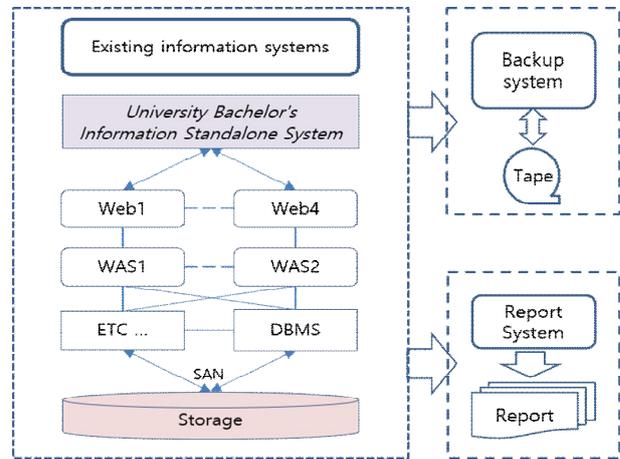


Fig. 2. University Bachelor's Information standalone system configuration diagram

본 논문은 다양한 종류의 정보서비스를 안정성 있게 제공하고, 일시적으로 급격히 요구되는 정보자원을 신속성 있게 운용하기 위해 클라우드 컴퓨팅 기반 대학 학사정보 시스템을 연구하여 가용성 확보와 장애에 대비하기 위한 정보시스템을 그림 3과 같이 설계하여 구축하였다. 대학 학사정보 클라우드 시스템 구축은 단독형 시스템의 많은 문제점을 해결하기 위해 서버 시스템을 가상화하였다. 가상시스템은 X86 CPU 기반으로

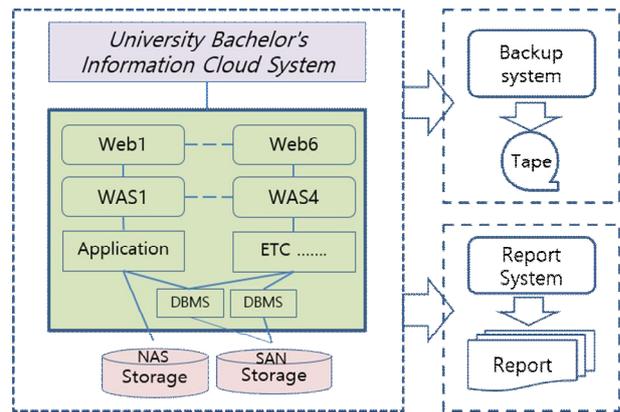


Fig. 3. University Bachelor's Information cloud system configuration diagram

시스템 운영은 리눅스 및 유닉스, 윈도우즈 운영체계를 사용할 수 있도록 통합 컴퓨팅 시스템으로 설계하여 구축하였다. 시스템 구성은 웹 서비스를 통한 사용자가 동시에 20,000여명 이상 접속하여 수강신청을 할 수 있는 기준으로 설계하여 구축하였다. 본 논문에서는 클라우드 컴퓨팅 유형을 대학 업무에 적합한 블레이드 시스템을 이용한 PaaS 시스템으로 구성하고, 클라우드 서버시스템의 제원은 블레이드 16슬롯 사시 시스템에 서

버모듈 4개로 구성하였다. 블레이드 서버 1개 모듈의 제원은 1 CPU가 12Core로 2개 CPU와 주기억장치 256Gb이다. 가상화 시스템 구성을 위한 기억장치는 MSD(Micro Secure Digital)로 기억 용량은 8Gb이다. 그리고 가상화 솔루션은 VMwear vSphere-6 버전으로 25개 이상의 가상서버를 구성하여 여러 종류의 업무를 수행하도록 하였다. 특히 수강신청에 할당된 가상서버는 웹 서버가 6개이며, 1개의 서버 제원은 4Core CPU와 주 기억 용량 24Gb이다. 업무처리를 수행하는 WAS 가상서버는 4개로 1개 서버 제원은 8Core CPU와 주기억 용량이 64Gb이다. DB 서버는 2대로 서버 제원은 16Core CPU와 주기억장치 64Gb를 이중화로 구성하였다. Data 저장 시스템은 클라우드 시스템의 성능을 극대화하기 위해 NAS와 SAN를 통합한 Unified Solid State Drive Storage로 구성하였다. 그리고 사용량 폭주에 대비하여 클라우드 특성을 고려한 가상서버 4개를 추가로 구성하여 시스템 부하에 따라 즉시 적용할 수 있도록 구성하였다.

#### IV. Experiments and results

##### 1. Bachelor Information Cloud System Performance Experiment

시스템 성능 실험은 대학에서 단독형 시스템으로 운용되는 학사정보 시스템과 본 논문에서 설계하고 구축한 클라우드 학사정보 시스템을 대상으로 실시하였다. 성능 실험 방법은 평상시에 일반적으로 운용되는 수강신청 이전의 시스템 사용량을 먼저 측정하였다. 그리고 학사업무 중 전산자원이 가장 많이 요구되는 업무 중 정보시스템에 치명적인 문제를 발생 시키는 수강업무를 대상으로 시스템 사용량의 변화를 측정하여 비교 분석하였다. 그림 4는 대학에서 운용중인 단독형 학사정보시스템

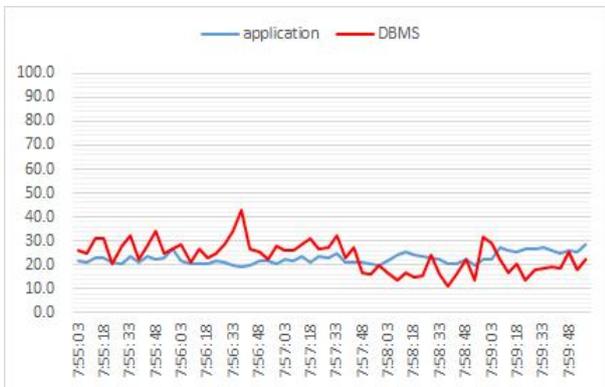


Fig. 4. Normally University Bachelor's Information System Utilization Rate

을 대상으로 수강신청 이전의 시스템 성능을 측정한 결과이다. 그리고 그림 5는 수강신청시 학사정보시스템 성능을 측정

한 결과이다. 수강신청 대상자는 약 20,000여명으로 일시에 수강신청을 실시할 경우 장애 발생이 우려되어 약 10,000명씩 2회 분할하여 실시하고 측정된 값을 합산한 결과이다. 그래프의 색상 범례는 파랑색이 업무용 프로그램으로 CPU 사용량이 최고 80.4% 이며, 빨강색은 DBMS CPU 사용량으로 최고 164.2% 이다. 결과를 분석해보면 그림 4의 시스템은 업무프로그램 및 DBMS가 매우 안정적인 상태를 유지하고 있음을 알 수 있다. 그러나 그림 5는 수강신청을 시작한 후 시작 시간으로부터 28초 경과한 업무프로그램 CPU 사용량이 80.4%, DBMS CPU 사용량은 43초 경과한 후 164.2%로 측정되었다. 이는 정보통신부 정보시스템 성능관리 지침에서 제시한 CPU 사용율

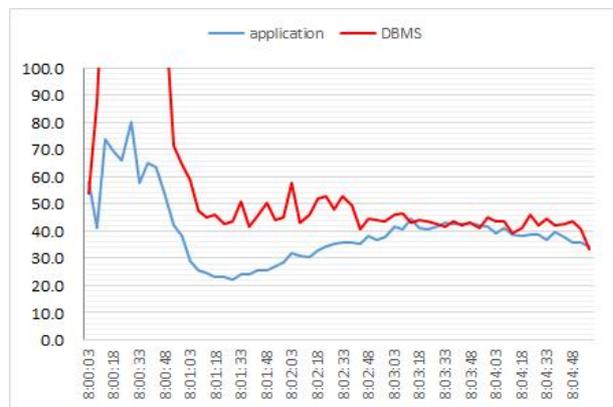


Fig. 5. Apply for classes Bachelor's Information System Usage

80% 이하 권장치보다 매우 높게 나타났다. 이러한 상태가 되면 자원이 급격하게 고갈되어 응답속도가 지연되면서 시스템이 정지되는 현상이 나타난다. 또한 사용자는 시스템의 반응 속도가 느려지기 때문에 수십 초 이상 대기 상태가 된다. 이런 경우 사용자는 시스템을 장애로 인식하고 시스템에서 로그아웃 후 다시 로그인을 반복함으로써 시스템에 불필요한 부하를 가중시킨다. 이러한 경우 장비를 증설하여 시스템을 보장하여야 하지만 단독형으로 운용 되는 시스템은 일시적으로 증설할 수 없는 것이 현실이다. 이에 따라 두 종류 시스템의 가용성 비교 방법을 정보통신부에서 제시한 기준으로 정보시스템 서비스 가동률을 적용하여 산출하였다. 정보통신부 기준 정보시스템 서비스 가동률은 99.9%일 때 연간 서비스 불가능 시간이 8.76 시간 이다. 이에 따라 독립형 학사정보 시스템에서 측정된 수강신청 시 DBMS CPU 사용률이 35초 동안 100% 이상 높기 때문에 연간 서비스 불가능시간을 산출하면 24.5시간 이상 되므로 장애 상태가 매우 심각하기 때문에 시스템을 개선해야 한다. 그리고 만약 DBMS 1개의 시스템에서 장애가 발생한다면 모든 시스템이 정지될 가능성이 있다. 또한 업무처리 시스템은 사용량을 초과하여, 위험하기 때문에 보장해야 할 필요성이 있다. 그림 6은 수강신청 전의 클라우드 시스템을 수강신청에 적용하여 성능을 측정한 결과이다.

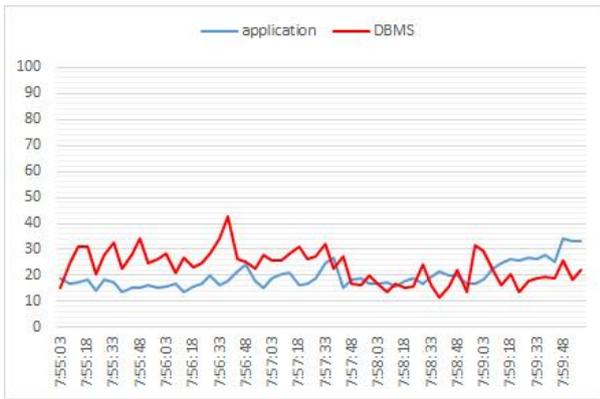


Fig. 6. Cloud University Bachelor's Information System Utilization Rate

수강신청 대상자는 독립형 시스템과 비교하기 위해 독립형 수강신청 대상자와 동일하게 적용하였다. 시스템 성능은 그림 4와 비슷한 결과를 보이고 있다. 그림 7은 클라우드 시스템을 수강신청에 적용하여 성능을 측정한 결과이다.

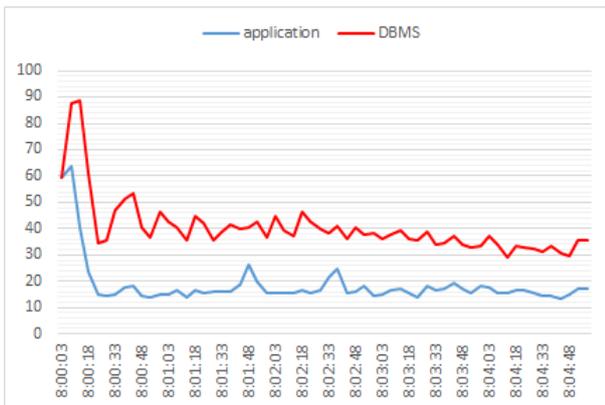


Fig. 7. Apply for classes Bachelor's Information System Usage

그래프의 색상 범례는 파랑색이 업무용 프로그램으로 최고 CPU 사용량이 63.8% 이며, 빨강색은 DBMS CPU 사용량으로 최고 88.5% 사용량 수치이다. 결과를 분석해보면 동시 접속자가 최대인 시간은 시작 시간으로부터 13초 경과 후 제일 높게 나타났다. 이에 따라 시스템의 안정성을 유지하기 위해 클라우드 특성을 이용하여 즉시 가상시스템을 적용한 결과 자원이 급격하게 고갈되지 않아 시스템 사용량이 매우 양호하게 나타났다. 또한 DBMS는 1개의 시스템이 정지될 경우에도 모든 시스템이 정상적으로 운영될 수 있는 성능을 보였다. 두 그래프의 결과를 비교하면 클라우드 컴퓨팅 기반 서버 시스템이 단독형 시스템 보다 시스템 운용 및 가동률에서 매우 우수하고 유연성 있게 적용할 수 있음을 확인할 수 있다. 실험 측정 결과에서 보듯이 클라우드 기반 가용성 시스템은 최고치 평균 CPU 사용률이 매우 양호하므로 20,000명 이상의 사용자도 충분히 수용할 수 있을 것으로 판단된다. 그림 6, 7의 그래프 결과는 그림 4,

5의 결과보다 정보서비스 측면에서 업무처리의 신속성과 신뢰성, 효율성이 개선되어 지는 것을 알 수 있다. 그리고 대학교 내부의 클라우드 시스템 구축비용은 단독형 시스템을 구축하는 비용보다 약 50% 정도 비용 절감이 예상되며, 기반시설 운영비 및 전력 사용량도 절감할 수 있으므로 클라우드 시스템 구축 효과가 경제적으로 탁월하며, 시스템의 가용성을 높이고 안정성 및 장애를 방지할 수 있음을 알 수 있다.

### V. Conclusions

대학의 구축된 정보시스템은 선진화된 최신 시스템으로 구축되어 있다고 자부하고 있다. 그러나 최신의 첨단 정보시스템이라도 가용성이 보장되지 않는다면 대학업무의 정보서비스는 정상적인 기능을 발휘하기가 어려울 것이다. 대학은 업무범위가 넓고 전산망 구성 및 정보시스템을 구축하기 위해서는 많은 예산이 소요된다. 또한 정보시스템의 가용성을 확보해야 하는데, 대학들은 정보시스템의 가용성은 물론 재난복구 환경을 제대로 갖추지 못하고 있는 실정이다. 이에 따라 고가용성 정보시스템을 갖추기 위해서는 많은 노력을 해야 하는데 그 중에는 정보화부서 담당자의 설득력 부족과 경영자의 인식변화가 되지 않고 있어 재정을 확보할 수 없기 때문에 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 대학의 재정확보 문제는 학생정원의 감소와 등록금 인하 정책으로 정보시스템의 장애에 대비한 시스템구축을 위한 재정 확보가 더욱 어려운 실정이다. 그래서 대학 정보시스템은 단독형 시스템에 의존하면서 정보시스템 사용자들에게 불안감을 주어왔다. 대학의 학사업무 중 수강신청 시기에는 일시적으로 폭포수와 같이 밀려드는 사용자들의 정보자원 요구에 유연하게 대응하지 못하여 시스템 장애 발생으로 많은 시련을 겪어왔다. 본 논문은 대학에서 운용중인 단독형 정보시스템에 장애가 발생할 것을 대비하여 클라우드 방식의 대학 정보시스템을 연구하여 구축하였다. 클라우드 정보시스템 구축은 단독형에서 발생된 문제점을 대폭 개선하였으며, 시스템 장애에 대비하였다. 그리고 단독형 시스템에서 사용되었던 고가의 유닉스 운영체제를 가상시스템의 리눅스 운영체제로 전환하여 많은 예산을 절약하였다. 가상시스템은 사용자가 일시적으로 폭포수와 같이 집중적으로 전산자원이 요구될 때 유연하게 대응할 수 있었다. 클라우드 시스템을 수강신청에 실제 적용하여 성능을 실험한 결과 업무처리 프로그램 시스템 CPU 사용량이 최고 63.8%이며, DBMS CPU 사용량은 최고 88.5% 사용량으로 안정성 있는 성능을 유지했다. 결과를 분석해보면 동시 접속자가 최대인 시간은 시작 시간으로부터 13초 경과 후 제일 높게 나타났다. 이에 따라 시스템의 안정성을 유지하기 위해 클라우드 특성을 이용하여 즉시 가상시스템을 적용한 결과 자원이 급격하게 고갈되지 않아 시스템 사용량이 매우 양호하게 나타났다. 또한 DBMS는 1개의 시스템이 정지될 경우에도 모든 시스템이 정상

적으로 운영될 수 있는 성능을 보였다. 두 그래프의 결과를 비교하면 클라우드 컴퓨팅 기반 서버 시스템이 단독형 시스템 보다 시스템 운용 및 가동률에서 매우 우수하고 유연성 있게 적용할 수 있음을 확인할 수 있다. 실험 측정 결과에서 보듯이 클라우드 기반 가용성 시스템은 최고치 평균 CPU 사용률이 매우 양호하므로 20,000명 이상의 사용자도 충분히 수용 할 수 있을 것으로 판단된다. 클라우드 시스템 구축 결과는 단독형 시스템 보다 정보서비스 측면에서 업무처리의 가용성과 신뢰성, 효율성이 개선되었다. 그리고 대학교 내부의 클라우드 시스템 구축 비용은 단독형 시스템을 구축하는 비용보다 약 50% 정도 비용 절감이 예상되며, 기반시설 운영비 및 전력 사용량도 절감할 수 있으므로 클라우드 시스템 구축 효과가 경제적으로 탁월하며, 시스템의 가용성을 높이고 안정성 및 장애를 방지할 수 있음을 알 수 있다. 본 연구는 학사업무 처리에 매우 중요한 학사정보 시스템을 클라우드 기반 가용성 정보시스템을 구축하여 장애에 대비하고 성능 및 유연성을 높였다. 또한 저비용 고효율의 재난 복구 시스템으로 정보서비스의 가용성을 높이고 교육기관의 역량강화와 경쟁력을 확보하고자 하였다. 향후 연구는 클라우드 기반 대학 정보에 대한 정보보안에 대하여 연구 하고자 한다.

## REFERENCES

- [1] Gang Mun-Sik, Jeong young-Jeong "quality characteristics of university information systems students study on the impact of satisfaction", Journal of Korea Society for Industrial, Vol. 13, No. 5, pp. 197-213, Dec. 2008.
- [2] W. J. Petak, "Emergency Management: A Challenge for Public Administration," Public Administration Review, Vol. 45(Special Issue), pp.3-7, Jan. 1985.
- [3] Kim Dae-Ung, "for ensuring the availability study on disaster recovery system", Dongguk University School of Management Master Thesis, pp.4-20, 2003.
- [4] Park Ki-Hong, Jang Hae-sook, "Bachelor administration designed backup systems for ensuring availability study", Proceedings of the Korea Society of Computer and Information Article Vol. 21, No. 2, pp. 115-117, July. 2013.
- [5] Min Ok-gi, Lee Mi-young, Heo Sung-jin, Kim Chang-su, "Clearly visible cloud computing", Electronic newspaper, oct. 2009.
- [6] Engineering R & D Center, SW Industry Promotion Agency "Web Services cloud computing environment, developed the guide", Analysis Report, 2011.
- [7] Jang Yeong-young, Jung Sung-jae, Bae Yu-mi, Sung Kyung, Soo Woo-young, "A Comparative Study on the Mobile Cloud Computing Environment", A Study on the Journal of AIK, Korea National Oceanic and Technology Conference, pp. 277-280, May, 2011.
- [8] Bae Yoo-Mi "A study on Security and Changes in Operating System according to the effect of Cloud Computing", Han-Nam University Department of Computer Engineering Doctoral thesis, pp.21-29, 2013.
- [9] Ji, Minwen, "Availability, Scalability and a cost-effectiveness of cluster-based Internet infrastructures". Princeton University, 2001.
- [10] Aggarwal, Nidhi. "Achieving high availability with Commodity hardware and software". The University of Wisconsin-Madison, 2008.
- [11] Choi Jae-Young, Choi Jong - Myoung, Kim Min-Suk "Availability Linux" Information Processing Society Vol. 6, No.6, pp.19-26, Nov. 1999.
- [12] National IT Industry Promotion Agency, "Cloud Computing Service Quality and Performance Guide", National IT Industry Promotion Agency July. 2016
- [13] Park Ki-Hong, Jang Hae-sook, "A Study on PC Based Information System for Securing Availability of University's School Affairs", The Journal of Korea Information and Communications Society, Vol.18. No.10, pp. 2323-2330, Oct, 2014.

## Authors



Hae Sook Jang received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from Kunsan National University, Korea, in 2000 and 2008, respectively. Dr. Jang joined the Instructor of the Department of Computer Information Engineering at Kunsan

National University, Kunsan, Korea, in 2008. He is currently a Instructor in the Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University. He is interested in Information Retrieval, System Engineering and Sensor Networks, and cloud computing, and Security.



Ki Hong Park received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Engineering from Soongsil University, Korea, in 1983 and 1986, 1995 Department of Intelligent Information, Tokushima University, Japan respectively. Dr. Park joined the faculty

of the Department of Computer Information Engineering at Kunsan National University, Kunsan, Korea, in 1986. He is currently a faculty in the Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University. He is interested in Information Retrieval, System Engineering and Sensor Networks, and cloud computing, and Security.