

# 클라우드 마켓 컴퓨팅을 위한 효율적인 리소스 추천시스템

## Efficient Resource Recommendation System for Cloud Market Computing

한 승 민\*      허 의 남\*\*      윤 장 우\*\*\*  
Seung-Min Han      Eui-Nam Huh      Changwoo Youn

### 요 약

최근 그린IT의 이슈와 더불어 컴퓨터 자원을 효율적으로 운용할 수 있는 클라우드 컴퓨팅 기반의 서비스들이 거대한 시장을 형성하고 있다. 다양한 서비스의 수가 급격하게 증가하고 있는 상황에서 클라우드 컴퓨팅에 존재하는 리소스들을 조합하여 여러 영역에서 필요로 하는 서비스를 제공해주는 추천시스템을 이용한 클라우드 마켓 시스템을 구성해보고자 한다. 기존의 클라우드 컴퓨팅은 제한된 리소스들을 바탕으로 가격과 성능에 맞는 추천 시스템을 구성하였다. 그러나 클라우드 마켓을 이용한 추천 시스템에 관한 연구는 미비한 상황이다. 본 논문에서는 거대한 클라우드 마켓 내의 리소스들을 관리하기 위한 클라우드 마켓 시스템과 마켓 내의 제공되는 클라우드 컴퓨팅 서비스를 평가하고 평가된 서비스들을 이용하여 클라우드 리소스 추천 시스템을 구성한다. 제안된 시스템은 실험을 통해 효율적인 리소스 분배와 리소스 관리 서비스를 활용한 클라우드 마켓 모델을 제공해 준다.

### ABSTRACT

In recent years, Cloud computing is gaining much popularity as it can efficiently utilize the computing resources and hence can contribute to the issue of green IT. So to make the Cloud services commercialized, Cloud markets are necessary and are being developed. As the increasing numbers of various Cloud services are rapidly evolving in the Cloud market, how to select the best and optimal services will be a great challenge. In this paper we present a Cloud service selection framework in the Cloud market that uses a recommender system (RS) which helps a user to select the best services from different Cloud providers (CP) that matches his/her requirements. The RS recommends a service based on the QoS and Virtual Machine (VM) factors of difference CPs. The experimental results show that our Cloud service recommender system (CSRS) can effectively recommend a good combination of Cloud services to consumers.

☞ KeyWords : Cloud, Recommender System, Market, Resource Selection, Virtual Machine, 클라우드, 추천시스템, 마켓, 리소스 분배, 가상시스템

## 1. 서 론

최근 들어, 과학기술과 산업의 발달로 인하여 인터넷 기술이 증가함하고 컴퓨터 산업에의 그린 IT와 함께 전산화를 위해 사용되는 엄청난 컴퓨터 자원들을 효율적으로 관리하기를 원함에 따라 기존의 방식과 다르게 확장된 새로운 컴퓨팅 모

델들이 나오고 있고 그 중 하나가 클라우드 컴퓨팅이다. 클라우드 컴퓨팅은 서로 다른 물리적으로 존재하는 컴퓨터의 리소스들을 가상화 기술을 이용하여 협업할 수 있도록 하는 기술을 말한다. 산업이 복잡해짐에 따라 많은 요구들이 나오게 되고 발달된 인터넷 기술을 활용하여 높은 수준의 확장성을 가진 IT자원들을 서비스하여 제공하는 컴퓨팅이다. 기존 개인용 컴퓨터나 기업의 서버에 개개인이 저장하였던 프로그램과 데이터가 인터넷으로 접속할 수 있는 가상화된 대형 컴퓨터에 저장되고 개인용 컴퓨터 뿐만 아니라 다양한 마이크로 디바이스의 접속성도 수용하여 필요한 어플리케이션을 수행할 수 있는 이용자 중심의 컴

\* 준 회 원 : 로아그룹코리아 연구원  
smhan@roagroup.co.kr

\*\* 종신회원 : 경희대학교 컴퓨터공학과 부교수  
johnhuh@khu.ac.kr(교신저자)

\*\*\* 준 회 원 : 한국전자통신연구원 연구원  
cwyoona@etri.re.kr

[2009/11/13 투고 - 2009/11/14 심사 - 2009/11/27 심사완료]

퓨터 환경을 제공해준다. 초기 Google과 Amazon 같은 대형 벤더들이 주축을 이루어 리소스를 제공하였지만 현재는 다양한 벤더들이 클라우드 컴퓨팅 환경을 제공하게 되었다.[1] 현재 클라우드 컴퓨팅을 제공해주는 업체에서는 하드웨어뿐만 아니라 플랫폼과 서비스까지 IT환경을 위한 대부분의 서비스를 제공해주고 있다. 웹을 기반으로 비즈니스와 연구를 수행하고자 하는 개발자와 연구자, 사업의 수요에 따라서 SaaS(Software as a Service), PaaS(Platform as a Service), HaaS(Hardware as a Service)로 나눌 수 있다. SaaS는 Google에서 제공하는 웹 기반의 다양한 소프트웨어나 세일즈포스닷컴에서 제공하는 AppExchange 모듈, Microsoft, Sun 등 다양하게 제공되고 있으며 PaaS는 아마존의 Simple DB, Microsoft의 Azure등이 있다. 클라우드 컴퓨팅의 가장 대표적인 HaaS의 경우에는 아마존의 EC2와 국내외 많은 벤더들이 자신들의 리소스들을 가상화하여 제공하고 있는 상황이다.[1, 2]

클라우드 컴퓨팅에서 다양한 서비스들이 존재하고 있는 가운데 현재 클라우드 컴퓨팅은 특정 종속된 벤더에서만 사용이 가능하며 각 벤더들은 다른 CP(Cloud Provider)와의 협업을 허용하지 않으며 QoS에 대한 지원도 없는 상황이다. 사용자의 다양한 요구를 수용하고 수많은 CP들 중에 가장 효율적이고 안정적인 조합을 찾아주는 추천 시스템은 존재하지 않는다.

따라서 본 논문에서는 기존의 추천시스템을 살펴보고 수많은 클라우드 서비스를 제공하기 위한 클라우드 마켓을 제시하고 이를 이용하여 사용자가 필요로 하는 분야의 리소스를 추천 및 관리해주는 시스템을 제안해 보고자 한다. 이러한 추천 시스템은 새로운 서비스의 창출로 이어지고 새로운 서비스의 탄생은 수많은 비즈니스 모델 창출에도 기여할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 추천 시스템과 클라우드 컴퓨팅에 대해 설명하고, 3장에서는 클라우드 마켓을 위한 추천 시스

템을 구성해보았다. 4장에서는 제안한 시스템을 이용한 성능평가와 5장에서 결론과 향후 과제에 대해 논의한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 추천시스템

#### (1) 인구통계학 기반의 추천시스템(3)

기본적으로 사용자들의 속성(attribute)을 이용하여 사용자 통계학적인 자료를 바탕으로 등급을 나누어 추천을 해주는 방식이다. 즉 인구통계적인 계산을 바탕으로 사용자들의 속성 분석하여 필요한 정보를 제공해주게 된다.

사용자의 속성만을 가지고 추천을 해주므로 사용자가 활동한 수많은 로그를 분석하지 않아도 되어 시스템에 적용이 비교적 용이하나 개인의 분류(classification)에 대한 어려움이 있고 통계학적인 자료를 바로 바로 업데이트 하고 분류하여 반영하는 어려움으로 인하여 추천 결과가 부정확한 경우가 발생하게 된다.

#### (2) 콘텐츠 기반 추천시스템(3, 5)

콘텐츠 기반의 필터링 기술은 속성이 비슷한 서비스를 분류하여 사용자가 원하고자 하는 서비스를 추천해주는 기술이다. 사용자들은 상품과 연관된 서비스에 대한 추천 정보를 제공 받을 수 있지만 아래와 같은 문제가 있다.

- **Over-specialization** : 속성이 비슷한 서비스를 추천해 주는데 중복된 상품에 대한 정보를 제공받는 경우가 있다.
- **Limited content analysis** : 사용자가 만족하는 서비스의 정보를 충분히 제공하지는 못한다.
- **New user problem** : 새로운 사용자는 기존의 프로파일 정보의 부재로 원하지 않는 추천을 받게 된다.

### (3) 협업 기반 추천시스템(3-5)

협업 기반의 필터링을 이용한 추천 시스템은 대부분의 추천 시스템에서 사용하는 기술이다. 이는 서비스에 대한 사용자의 의견이 바로 반영되어 비교적 적절한 추천을 해주기 때문이다. 비슷한 성향(취미, 흥미, 관심 등)을 가지고 있는 사용자들로 분류 후 기존 사용자들의 평가들을 바탕으로 현재 사용자에게 원하는 정보를 추천하게 된다.

하지만 “Cold-Start”[4], “Data Sparseness”[6] 라는 문제점을 가지고 있다. “Cold-Start” 는 새로운 서비스가 들어오는 경우 기존의 유사한 속성을 지닌 서비스보다 높은 품질을 지니고 있지만 추천 시스템은 기존의 반영된 사용자의 의견을 기반으로 추천해주므로 새로운 서비스에 대한 관심은 떨어지게 된다. “Data Sparseness”는 너무 많은 서비스에 대한 평가로 인하여 발생하는 문제이다. 서비스들에 대한 평가는 종종 바뀌고 사용자의 수는 상대적으로 적어서 추천받고자 하는 상품과 비슷한 서비스를 찾는 사용자들에게 혼란을 준다.

### (4) 하이브리드 추천시스템(4, 5)

하이브리드 추천 시스템은 위에서 언급한 콘텐츠 기반(Content-based)과 협업(collaborative)기반의 필터링 기술을 함께 취한 것으로 두 가지 기술을 모두 취합하거나 한 가지 방법을 사용하여 나온 결과를 다른 기술을 사용하여 처리하거나 두 가지 기술의 특징만을 취하거나 하는 형태로 여러 가지 다양한 방법들이 존재하며 여전히 연구 진행 중이라고 할 수 있다.

## 2.1 Cloud Computing Market

최근 클라우드 컴퓨팅이 새로운 연구 주제로 떠오르면서 IT산업 전반에서 클라우드 컴퓨팅을 이용한 다양한 서비스들이 제공되고 있다. 현재 컴퓨팅과 스토리지, 어플리케이션, 네트워크와 같은 리소스를 공유하는 방식으로 인프라스트럭처

전부를 제공하려는 클라우드 제공자들이 증가하고 있는 상황이다.[7, 8] 가상화를 기반으로 각 리소스들은 서비스화 되어 클라우드 기반의 스토리지 서비스, 클라우드 기반의 데이터 서비스와 같은 제공자들이 나타나고 있다.[9] 어플리케이션의 경우에도 서비스화되어 구글 Doc나 포토샵 익스프레스, MS라이브 서비스 등 과 같은 SaaS들이 출시되고 있다.[10-12]

하드웨어의 경우 Amazon의 EC2(Elastic Compute Cloud)의 경우 말 그대로 탄력 있는 컴퓨팅 환경을 의미한다.[10] AMI(Amazon Machine Image)를 이용하여 사용자가 요구하는 환경을 즉시 반영하게 된다. 최근 출시된 Window Azure 은 PaaS를 제공해준다.[12] 이러한 다양한 서비스들을 특정 벤더 및 기술에 종속적이지 않고 효율적으로 사용하기를 원하는 사용자는 요구증대에 따라서 원하는 서비스를 즉각적으로 제공 받을 수 있는 클라우드 마켓(Cloud Market)이 생겨나게 되었다. GRIDS(Grid Computing and Distributed Systems) Lab.에서 제안하는 시스템[13]을 보면 최근 급격히 증가하는 클라우드 서비스들을 옵션모델을 이용하여 제공받을 수 있는 시스템을 제안 하였지만 QoS평가를 지원하지 않으며 HaaS에만 제안하였다는 문제가 있으며 위에 언급한 클라우드 마켓들은 확장성에서 자유롭지 못한 것을 알 수 있다.

다양한 측면에 존재하는 수많은 클라우드 서비스를 이용하여 도움이 필요한 영역의 클라우드 마켓을 위한 추천 시스템을 구축하여 연구 발전에해보고자 한다.

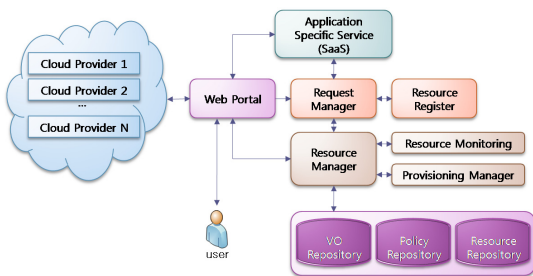
## 3. 클라우드 리소스 추천 시스템 아키텍처

본 논문에서는 클라우드 마켓을 위해 QoS 및 Rank 분석을 이용하여 각 사용자가 원하는 상황에서 효율적인 리소스를 추천해주는 시스템을 제안하려 한다. 이를 기반으로 클라우드 서비스의 비교 없이 마켓 내에서 리소스 등록, 수정, 삭제를

위한 필터링, 모니터링 관리를 제공하여 그린IT 및 효율적인 리소스 사용을 위한 연구 모델을 제공한다.

### 3.1 클라우드 리소스 추천시스템

클라우드 마켓 내 리소스 추천 시스템의 핵심 가중치인 S-Rank를 계산하고 아래 그림 1과 같이 동작한다.



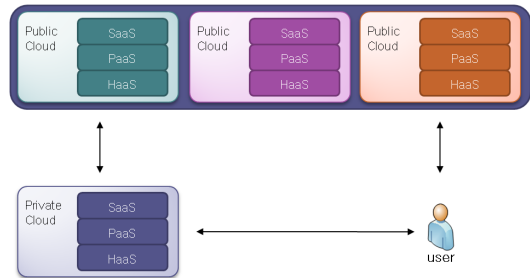
(그림 1) 클라우드 리소스 추천 시스템

클라우드 마켓 내에 리소스를 등록하기 원하는 다양한 CP들은 본 추천 시스템에 접속하여 리소스 등록을 요구한다. 이런 명령은 Web Portal을 통해 Request Manager에게 전달되며 Request Manager는 사용자의 요구가 리소스 등록인지 분배인지를 판단하고 등록일 경우 Resource Register는 리소스의 평가를 하게 된다. 평가된 리소스의 정보는 각 Repository에 저장되고 Resource Monitoring에 따라서 사용자의 피드백을 바탕으로 실시간 감시된다. 등록된 소프트웨어 즉 서비스들은 Application Specific Service에서 직접 Web Portal을 통해 서비스를 원하는 사용자에게 제공하게 되며 소프트웨어 같은 고정된 리소스들은 Resource Manager를 통하지 않고 바로 서비스하여 효율성이 증가된다. Resource Manager는 시스템의 핵심 모듈로써 마켓 시스템을 제어하고 다양한 CP들을 관리하게 된다. 관리를 위해서는 3개의 저장소를 사용하게 되는데 사용자의 요구에 의해 분배된 리소스의 논리적인 조직인 VO(Virtual Organization)와 마켓의 비용과 측정된 성능을 저

장하는 Policy 저장소와 리소스들의 상태를 저장하는 Resource 저장소를 Resource Manager를 통해 메타데이터를 저장하게 된다. Resource Manager는 Provision Manager를 통해 Cloud Provider에서 가상의 환경을 구축해주는 역할도 하게 된다.

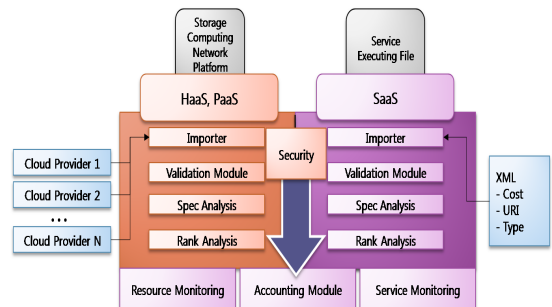
### 3.2 클라우드 마켓에서의 리소스 등록

클라우드 서비스는 크게 내부에서 사용하는 Private 클라우드와 내외 공개적으로 사용가능한 Public 클라우드로 나뉘며 그림 2와 같이 도식화할 수 있다.



(그림 2) Private과 Public 클라우드 서비스

클라우드 마켓에 서비스를 등록하기 위해서 하드웨어와 소프트웨어(PaaS, SaaS)로 나누어 등록을 하게 된다. 하드웨어 서비스인 HaaS는 제공자에 의해 스토리지, 컴퓨팅, 네트워크로 구분되고 소프트웨어의 경우 플랫폼과 소프트웨어 서비스로 구분되고 그림 3과 같다.



(그림 3) 마켓에 클라우드 서비스 등록과정

그림 2에서의 각 모듈별 설명은 표 1과 같다.

(표 1) 서비스 등록 모듈 설명

모듈	설명
Importer	- 제공되는 하드웨어 클라우드 제공자와 XML기반의 - 인터페이스를 통해 계약을 진행
Validate Module	- 제공되는 XML기반의 계약서와 서비스가 마켓에서 서비스 할 수 있는지 검사
Spec Analysis	- 서비스 될 하드웨어 성능과 네트워크 성능의 QoS분석
Rank Analysis	- QoS와 제공되는 가격으로 서비스의 등급 분석

### 3.3 리소스 랭킹 분석

#### 3.3.1 QoS 분석

클라우드 마켓에 리소스를 등록하기 위해 가장 중요한 것은 각 서비스마다 QoS를 분석하는 것이다. QoS는 SaaS와 HaaS로 나뉘는데 SaaS에 대한 QoS는 다음과 같다.

$$QoS_{SaaS} = \sum [QoS_{network}] \quad (1)$$

식 1에서 QoS network는 availability( $qos_{av}$ ), throughput( $qos_{th}$ ), reliability( $qos_{re}$ )를 고려하였으며 각 요소들은 식 2와 같이 정규화 할 수 있다.

$$QoS_{network} = qos_{av} + qos_{th} + qos_{re}$$

$$qos_{av} = \begin{cases} 1 & \text{if network is alive} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$qos_{th} = \text{Available Bandwidth} / \text{Total Bandwidth} \quad (2)$$

$$qos_{re} = 1 - (\text{retransmission} / \text{totaltransmission})$$

식 3에서는 PaaS를 포함한 HaaS에 대한 QoS를 나타낸다.

$$QoS_{[HaaS]} = \sum [QoS_{network}] + \sum_n SP \begin{bmatrix} S_n \\ C_n \\ M_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

클라우드 서비스는 웹 기반의 서비스이다. 따라서 컴퓨팅(Cn)과 메모리(Mn), 스토리지(Sn)을 포함한 서비스 성능(Service Performance)과 더불어 QoS 네트워크는 매우 중요한 역할을 하게 된다.

#### 3.3.2 가상머신 성능 평가

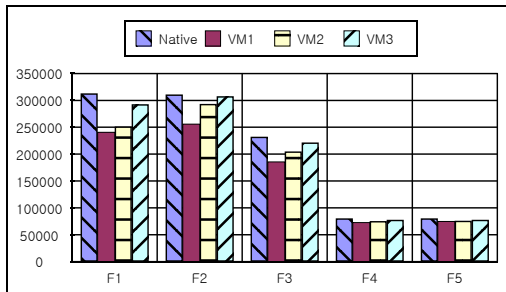
클라우드 컴퓨팅 환경에서 가장 중요한 것은 하드웨어의 Spec과 VM(Virtual Machine)의 성능이다. VM는 하드웨어 위에 돌아가는 일종의 미들웨어 이므로 VM factor을 가지고 사용자가 원하는 서비스를 제공하는데 중요한 역할을 한다. 추천시스템을 구성하는데 사용자가 요구하는 서비스를 제공하기 위해서 동일한 하드웨어에서의 3가지 다른 VM를 설치하여 벤치마킹한 결과를 이용하였다. 실험을 위해 Visual C++ 6.0 개발 툴을 이용하여 테스트 프로그램을 개발하였고 windows XP 기반의 2Gb 램을 부착한 인텔코어 2 6300 CPU PC를 사용하였다. VM factor를 구하기 위해 Microsoft Virtual PC[14], CTRIX Xen서버[15], VMware의 vShepre4[16]를 이용하여 벤치마크 하였으며 Microsoft Virtual PC 는 VM1, XEN은VM2, VMWare는 VM3로 표기하며 VM을 사용하지 않은 것은 Native로 표기한다. 본 실험에서는 스토리지와 네트워크 I/O는 제외되었다. 컴퓨팅 기능만을 알아보기 위해 일반 산술연산, FPU의 성능도 함께 알아보고자 Fixed-Point관련 연산, 메모리 인터페이스 성능을 알아보기 위한 12가지 함수를 만들어 진행하였으며 각 함수는 표 2와 같다.

(표 2) 벤치마크에 이용되는 함수

함수	기능	
Fixed-point	function1	Simple integer increment
	Function2	Simple integer subtract
	Function3	Simple integer multiply
	Function4	Simple integer Divide
	Function5	Simple integer modulus
memory	Function6	Copy a 1k string
	Function7	Copy a 1 byte string

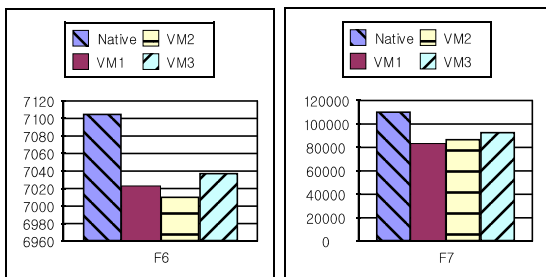
함수	기능	
Floating-point	Function8	add two doubles
	Function9	double divide
	function10	add two doubles, assign
	function11	Sin() operation
	function12	square root

위 표에 있는 함수들을 1초당 몇 번의 연산을 수행하는지에 대한 값을 가지고 성능을 평가하였으며 이러한 실험을 100번 진행한 평균을 가지고 결과를 도출하였다. 그림 4은 Fixed-Point 관련 연산 (Function1~5)들을 실험하고 나온 데이터를 도식화하였다. 예상대로 Native가 가장 좋은 성능을 보여주는 가운데 몇몇 연산에서 5~10%의 성능 저하를 보여주었지만 Native와 유사한 결과를 보여주었다.



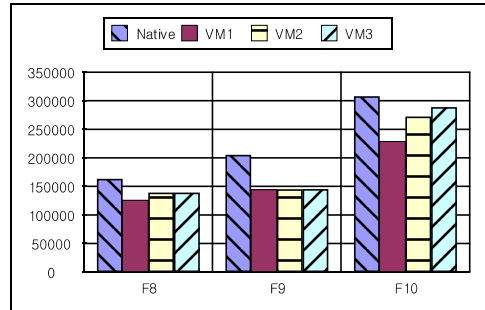
(그림 4) Fixed-point 관련 연산 결과 차트

그림 5는 메모리 인터페이스를 성능을 알아보기 위한 테스트였다. IPTV에서 동영상 처리를 위한 메모리 활용은 빈번하게 일어나는 것을 비추어 볼 때 메모리 관련 테스트는 매우 중요한 척도를 제공해준다.

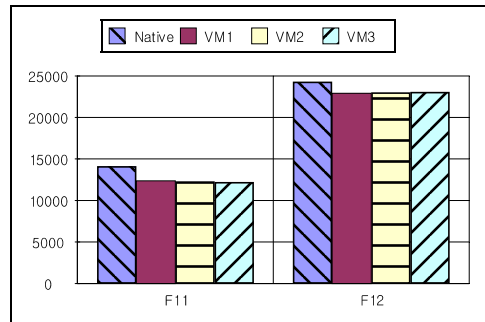


(그림 5) Memory관련 연산 결과 차트

그림 6, 7은 Floating-Point 관련 연산에 대한 결과를 보여준다. 메모리와 함께 Floating-Point는 다양한 콘텐츠 처리에서 사용되고 있다.



(그림 6) Floating-Point 관련 연산 결과 차트1



(그림 7) Floating-Point 관련 연산 결과 차트2

본 실험에서 각 VM들은 Native에 비해서 10~20%정도의 성능감소를 보여주었으며 평균적으로 15%정도의 감소를 볼 수 있었다. 클라우드 마켓에서 S-Rank를 이용하여 이러한 감소를 줄이는데 도움을 준다.

(표 3) 벤치마크 성능표

함수 F(Function)	VM				
	Native	VM1	VM2	VM3	
Fixed-point	F1	1.0000	0.7692	0.8031	0.9361
	F2	1.0000	0.8232	0.9434	0.9896
	F3	1.0000	0.7988	0.8826	0.9544
	F4	1.0000	0.9032	0.9395	0.9676
	F5	1.0000	0.9300	0.9460	0.9671

함수 F(Function)		VM			
		Native	VM1	VM2	VM3
Memory	F6	1.0000	0.9884	0.9867	0.9905
	F7	1.0000	0.7524	0.7875	0.8415
Floating-point	F8	1.0000	0.7702	0.8513	0.8516
	F9	1.0000	0.7026	0.7061	0.7083
	F10	1.0000	0.7425	0.8844	0.9380
	F11	1.0000	0.8748	0.8712	0.8654
	F12	1.0000	0.9420	0.9468	0.9496

표 3은 실험을 통해 구한 값을 Native를 1이라고 하였을 때 나온 값을 가지고 상대 값을 구한 도표이다. 각 함수 영역별로 구한 값을 바탕으로 다음 공식으로 VM factor를 구할 수 있다.

$$VM_{factor} = AVG\left(\frac{VM_n \sum f(I)}{Native \sum f(I)}, \frac{VM_n \sum f(M)}{Native \sum f(M)}, \frac{VM_n \sum f(F)}{Native \sum f(F)}\right) \quad (4)$$

따라서 계산된 VM factor에 관한 성능은 표 4와 같다.

(표 4) 벤치마크 성능표

VM	factor
VM1	0.8221
VM2	0.859848
VM3	0.892356

### 3.3.3 랭킹 분석

위 값을 가지고 어떤 시스템에서 가상화 기능을 제공한다고 하였을 경우 factor를 이용하여 예측 가능함을 알 수 있다. 이러한 VM factor를 이용하여 다음 공식을 토대로 S-Rank를 구하여 클라우드 마켓에서 사용자가 클라우드 서비스를 선택하는데 이용하게 된다.

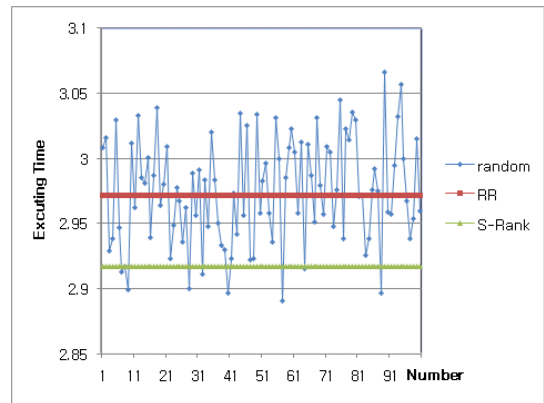
$$S-Rank_{final} = \alpha * e^{VM_{factor}} + \beta * e^{QoS} + \gamma * Uf \quad (4)$$

where  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$   
are constants and their summation is 1

S-Rank를 구하는데 가중치를 주어 사용자들의 다양한 요구를 수용할 수 있도록 하였다. 위 공식에서  $Uf$  (User Feedback)는 사용자 피드백을 의미하는데 추천시스템의 다양한 필터링 기술 중에 CF(Collaborative Filtering)에서 사용되는 기술을 이용하여 정확성을 높일 수 있다.

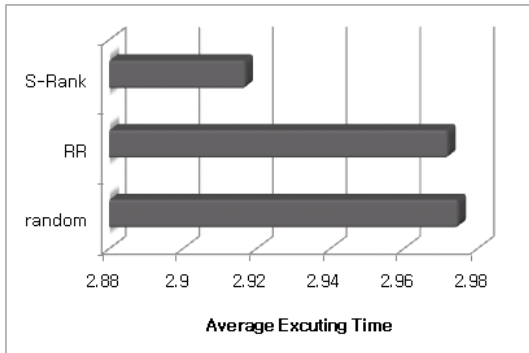
## 4. S-Rank 성능 평가

클라우드 마켓에서 리소스들을 통해 컴퓨팅을 만들고 서비스를 수행하기 위해 10가지의 SaaS를 가지고 랜덤하게 서비스를 수행하는 시간과 라운드 로빈 방식을 이용한 서비스 수행시간, S-Rank를 이용한 서비스 수행 시간을 비교하였다. 서로 다른 환경의 10가지 클라우드 리소스 프로바이더를 가지고 SaaS를 100번을 수행하며 서비스 수행 시간을 측정하였으며 결과는 그림 8과 같다.



(그림 8) 알고리즘 별 SaaS 수행시간

그림 9은 100번의 실험에 대한 평균값을 나타낸 그림이다.



(그림 9) 알고리즘 별 SaaS 평균 수행시간

랜덤(random)으로 가상환경을 선택하여 서비스의 수행시간을 측정하였을 경우보다는 라운드 로빈(RR)을 사용하는 경우에서 1%정도의 수행시간 단축이 있었지만 매우 미비한 반면 S-Rank를 사용한 경우 초기 설정 시간을 제외하고 50%이상의 향상을 보임을 알 수 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 서로 다른 조건의 클라우드 리소스 프로바이더들이 존재하는 클라우드 마켓에서 사용자들이 컴퓨팅 환경을 구축하는데 있어 효율적인 클라우드 프로바이더를 선택할 수 있도록 도와주는 추천 시스템을 제안하였다. 기존의 추천 시스템들을 알아보고 클라우드 마켓의 효율적인 리소스 관리를 위해 하이브리드 추천 시스템보다 신뢰도와 정확성을 높이는 것을 목표로 하였다. 추천시스템에 서비스 랭킹을 만들어 가상 환경에 적용하였으며 클라우드 마켓에서 리소스 모니터링을 이용하여 효율적인 클라우드 리소스 선택을 예측 가능하도록 하였다. 이를 이용하여 클라우드 마켓의 활성화를 통해 컴퓨팅 효율을 증가시키며 더불어 에너지 효율도 높아질 수 있다. 기존의 Private 클라우드 서비스 제공을 넘어 Public 클라우드 환경까지 고려하였으며 마켓의 추천시스템을 활용하여 궁극적으로 에너지 낭비를 막고자 하였다. 향후과제로 CF(Collaborative

Filtering)의 다양한 변수를 이용하여 S-Rank를 발전 시켜 정확성을 높이는 연구와 추천 시스템을 비즈니스 모델과 결합하여 더 많은 서비스를 위한 바탕이 될 수 있도록 하는 연구가 기대된다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원(ETRI)의 KCC/MKE/IITA의 IT R&D program 의 연구결과로 수행되었음 [2009-S-018-01, Development of Open-IPTV Platform Technologies for IPTV Convergence Service and Content Sharing]

교신저자 : 허의남

## 참고 문헌

- [1] “클라우드 컴퓨팅의 현재와 미래, 그리고 시장 전략”, 한국소프트웨어진흥원, Aug. 2008
- [2] “권수갑, 웹 2.0 시대의 새로운 비즈니스 XaaS 동향”, 정보통신연구진흥원, Jan. 2009
- [3] Iván Cantador<sup>1</sup>, Miriam Fernández<sup>1</sup> and Pablo Castells<sup>1</sup>, “A Collaborative Recommendation Framework for Ontology Evaluation and Reuse”, Universidad Autónoma de Madrid, Spain, 2006
- [4] J. Ben Schafer, Dan Frankowski, Jon Herlocker and Shilad Sen, “Collaborative Filtering Recommender Systems”, The Adaptive Web, 2007
- [5] Gediminas Adomavicius and Alexander Tuzhilin, “Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions”, IEEE Educational Activities Department, 2005
- [6] Jennifer Golbeck, “Computing with Trust: Definition, Properties, and Algorithms”, Securecomm and Workshops, 2006
- [7] A. Weiss. Computing in the Clouds. netWorker, 11(4):16-25, Dec. 2007.



- [8] Rajkumar Buyya, Chee Shin Yeo, and Srikumar Venugopal. Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities. HPCC '08. Sept. 2008.
- [9] Robert L. Grossman , Yunhong Gu , Michael Sabala , Wanzhi Zhang, Compute and storage clouds using wide area high performance networks, Future Generation Computer Systems, v.25 n.2, p.179-183, February, 2009.
- [10] Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), <http://www.amazon.com/ec2/>, Oct. 2008.
- [11] Google App Engine, <http://appengine.google.com>, Oct. 2008.
- [12] Microsoft Live Mesh, <http://www.mesh.com>, Oct. 2008.
- [13] X. Chu, K. Nadiminti, C. Jin, S. Venugopal, and R. Buyya. Aneka: Next-Generation Enterprise Grid Platform for e-Science and e-Business Applications. IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing, Dec. 2007
- [14] Microsoft Virtual PC, <http://www.microsoft.com/windows/virtual-pc/>, Sep. 2009.
- [15] Citrix Xen, <http://www.citrix.com/>, Sep. 2009.
- [16] VMware vShepre4, <http://www.vmware.com/>, Sep. 2009.

## ● 저 자 소 개 ●



### 한 승 민

2008년 경희대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)  
 2010년 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)  
 2010~ 현재 로아그룹코리아 연구원  
 관심분야 : Cloud Computing, Web service, SOA, GreenIT, 모바일 미들웨어, etc.  
 E-mail : smhan@roagroup.co.kr



### 허 의 남

2002년 The Ohio University 전산학과 졸업(박사)  
 2002년 ~ 2003년 삼육대학교 컴퓨터공학과 조교수  
 2003년 ~ 2005년 서울여자대학교 컴퓨터공학과 조교수  
 2005년 ~ 현재 경희대학교 컴퓨터공학과 부교수  
 관심분야 : Cloud/Grid 컴퓨팅, 센서 네트워크, 네트워크 보안, 모바일 컴퓨팅, etc.  
 E-mail : johnhuh@khu.ac.kr



### 윤 장 우

1990년 서강대학교 이학사  
 1992년 포항공과대학교 대학원 이학석사  
 2005년 플로리다대 대학원 전산학과 졸업(박사)  
 1992~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
 관심분야 : 서비스 생성/제어기술, IPTV서비스, 미래인터넷, 정보검색, etc  
 E-mail : cwyoan@etri.re.kr