

클라우드 마켓을 위한 리소스 추천 시스템

한승민, Mohamad Mehidi Hassan, 이가원, 허의남
경희대학교 컴퓨터공학과

e-mail: {han905, hassan ,gawon, johnhuh}@khu.ac.kr

Efficient Resource Recommendation System for Cloud Computing Market

Seung-Min Han, Mohamad Mehidi Hassan, Ga-Won Lee, Eui-Nam Huh
Dept of Computer Engineering, Kyung Hee University

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 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 QoS를 이용하여 클라우드 리소스 추천 시스템을 구성한다. 이를 이용하여 효율적인 리소스 분배와 리소스 관리 서비스를 활용한 클라우드 마켓 모델을 제공해 준다.

1. 서론

최근 들어, 과학기술과 산업의 발달로 인하여 인터넷 기술이 증가함과 컴퓨터 산업에의 그린IT와 함께 전산화의 위해 사용되는 엄청난 컴퓨터 자원들을 효율적으로 관리하기를 원함에 따라 기존의 방식과 다르게 확장된 새로운 컴퓨팅 모델들이 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 컴퓨터 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 제공하고 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 microsys.등 다양하게 제공되고 있으며 PaaS는 Amazon의 Simple DB, Microsoft의 Azure 등이 있다. 클라우드 컴퓨팅의 가장 대표적인 HaaS의 경우에는 Amazon의 E2C와 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 시스템에 대해 설명하고, 3장에서는 클라우드 마켓을 위한 추천 시스템을 구성해보았다. 4장에서는 결론과 향후 과제에 대해 논의한다.

2. 관련 연구

2.1 추천 시스템을 위한 기술

(1) Demographic Recommender Systems[4]

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 개개인의 분류(classification)에 대한 어려움이 있고 통계학적인 자료를 바로 바로 업데이트 하고 분류하여 반영하는 어려움으로 인하여 추천 결과가 부정확한 경우가 발생하게 된다.

(2) Contents-based Recommender Systems[4][6]

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 추천해주는데 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) Collaborative Recommender Systems[4][5][6]

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”[5], “Data Sparseness”[7] 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) Hybrid Recommender Systems[5][6]

하이브리드 추천 시스템은 위에서 언급한 콘텐츠 기반(Content-based)과 협업(collaborative)기반의 필터링 기

술을 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.

2.2 클라우드 마켓 시스템

최근 IT산업 전반에서 클라우드 마켓의 대환에 대한 다양한 서비스들이 제공되고 있다. 이런 다양한 클라우드 관련 서비스들을 통합하여 새로운 서비스 제공 하려는 연구가 진행 중이다.

Amazon의 EC2(Elastic Compute Cloud)의 경우 말 그대로 탄력 있는 컴퓨팅 환경을 의미한다.[8] AMI(Amazon Machine Image)를 이용하여 사용자가 요구하는 환경을 즉시 반영하며 S3(Simple Storage Service)의 경우 실시간 모니터링 효율적인 관리환경을 제공한다. Google의 App Engine는 기본적인 HaaS에서 Python 개발 환경을 제공한다.[9] Microsoft의 Live Mesh는 모바일환경과 더불어 웹기반의 가상 데스크탑 환경을 제공하며 최근 출시된 Window Azure 은 PaaS를 제공해준다.[10] 이러한 다양한 서비스들을 특정 벤더 및 기술에 종속적이지 않고 효율적으로 사용하기를 원하는 사용자는 요구증대에 따라서 원하는 서비스를 효율적으로 제공 받을 수 있는 클라우드 마켓(Cloud Market)이 생겨나게 되었다.

GRIDS(Grid Computing and Distributed Systems) Lab.에서 제안하는 시스템을 보면 최근 급격히 증가하는 클라우드 서비스들을 옥션모델을 이용하여 제공받을 수 있는 시스템을 제안하였지만 QoS평가를 지원하지 않으며 HaaS에만 제안하였다는 문제가 있으며 위에 언급한 클라우드 마켓들은 확장성에서 자유롭지 못한 것을 알 수 있다.[11]

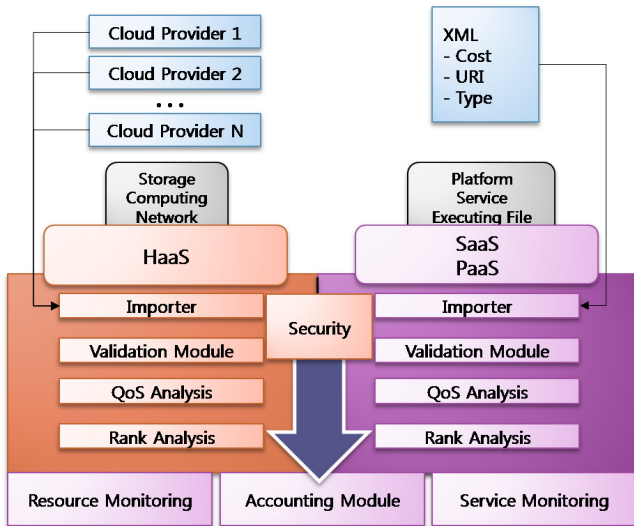
다양한 방면에 존재하는 수많은 클라우드 서비스들이 이용하여 도움이 필요한 영역의 클라우드 마켓을 위한 추천 시스템을 구축하여 연구 발전을 해보고자 한다.

3. 서비스 추천 시스템 설계

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, 삭제에 위한 필터링, 모니터링 관리를 제공하여 그린IT 및 효율적인 리소스 사용을 위한 연구 모델에 기여한다.

3.1 리소스 등록

클라우드 서비스는 크게 HaaS, PaaS, SaaS로 나눌 수 있다. 클라우드 마켓에 서비스를 원하는 리소스를 제공하기 위해 (그림1)과 같다.



(그림 1) 리소스 등록

리소스를 등록하기 위해 하드웨어와 소프트웨어로 나누어 등록을 하며 <표1>의 과정으로 진행된다.

<표 1> 리소스 등록 과정

서비스 Step	HaaS	SaaS PaaS
Importer	제공되는 하드웨어 CP와 계약을 진행	제공되는 하드웨어 CP와 계약을 진행
Validate Module	제공되는 XML기반의 계약서와 서비스가 동일한지 체크	제공되는 XML기반의 계약서와 서비스가 동일한지 체크
QoS Analysis	하드웨어 성능과 네트워크 성능의 QoS분석	네트워크 성능의 QoS 분석
Rank Analysis	QoS와 제공되는 가격으로 Rank분석	QoS와 제공되는 가격으로 Rank분석

3.1.1 QoS Analysis

클라우드 시장에 리소스를 등록하기 위해 가장 중요한 요소는 각 서비스마다의 QoS를 분석하는 것이다. QoS는 Rank값을 측정하는데 가장 큰 변수이며 Rank값은 시장에서 유저가 서비스를 구성하는데 있어 가장 큰 변수로 작용하기 때문이다. <표1>에서 구분한 서비스 모두 QoS측정에 네트워크 가용대역폭을 사용하면 (수식1)과 같다.

$$QoS_{HaaS} = \sum_n (QoS_{network}) + \sum_n S_p$$

(수식 1) QoS of HaaS

클라우드 서비스는 웹기반으로 네트워크의 QoS가 매우 중요하다. 네트워크 QoS를 측정하기 위해 가용대역폭, 지연, 지터 및 손실에 대한 다양한 측정을 할 수 있으며 HaaS QoS측정에 반영되며 HaaS는 CPU, 메모리, 저장장치로 구분되며 S_p 는 HaaS의 제공되는 물리적인 장치들을 의미한다. SaaS와 PaaS의 경우는 네트워크 QoS만을 측

정한다.

3.1.2 Rank Analysis

QoS못지않게 서비스의 중요한 역할을 하는 것이 가격이다. 사용자는 동일한 성능의 서비스라면 당연히 가격이 저렴한 서비스를 선택할 것이다. 처음 서비스를 등록하면서 계약서 역할을 하는 XML의 Cost태그들의 정보로 가격을 가지고 (수식2)와 같이 S-Rank값을 계산하게 되며 이 Rank는 추천시스템의 사용자 피드백을 통해 지속적으로 갱신된다. HaaS와 SaaS, PaaS의 가격의 합과 QoS결과 값을 곱함으로 Rank값을 유출해 낸다.

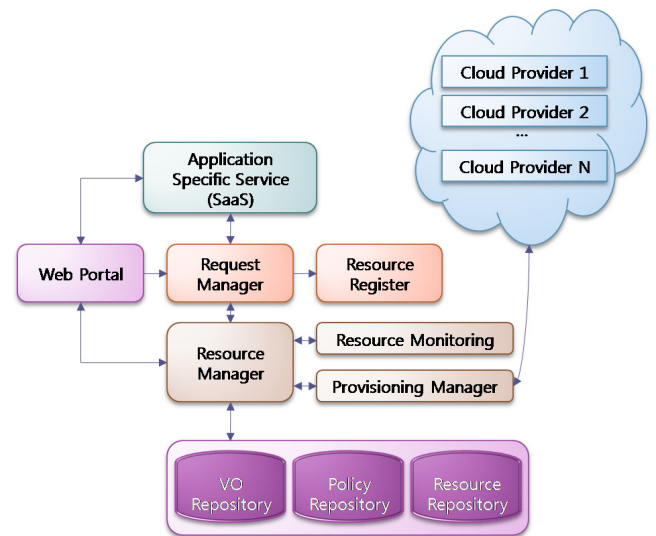
$$S-Rank = \sum (WC_s + WC_h + WC_p) \times QoS$$

$WC_s = \text{Cost of SaaS Weight}$
 $WC_p = \text{Cost of PaaS Weight}$
 $WC_h = \text{Cost of HaaS Weight}$

(수식 2) S-Rank

3.2. 클라우드 시장을 위한 추천 시스템 구조

클라우드 시장 내 리소스 추천 시스템의 핵심 가중치인 S-Rank를 구축하여 (그림2)와 같이 동작한다.



(그림 2) 추천 시스템

클라우드 시장 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 서비스 들은 Application Specific Service에서 직접 Web Portal을 통해 서비스를 원하는 사용자에게 제공하게 되며 소프트웨어 같은 고정된 리소스

들은 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 저장하는 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.

3.4 전문가 추천 시스템 평가

기존의 추천 시스템을 클라우드 마켓에 적용함으로써 진화하는 마켓을 제공해 줄 수가 있다. 이를 위해서 클라우드 서비스에 대한 기반 데이터가 존재하여야 하고 이를 평가할 수 있는 다양한 항목들을 있어야 한다. 본 논문에서는 기존의 고정적인 서비스 제공 모델에서 다이내믹한 서비스 제공 모델을 제안하였다.

클라우드 서비스 제공자는 자신이 비즈니스 하고 싶은 다양한 서비스를 제공할 수 있는 마켓이 생기게 되고 사용자는 합리적인 서비스를 선택 할 수 있는 기회를 가지게 되었다.

본 논문에서는 기존의 Contents-based, Collaborative 필터링 기술을 혼합한 Hybrid 필터링 기술을 사용한 추천 시스템을 클라우드 마켓에 적용하였고 기존 추천 시스템의 문제점을 다음 <표 3>과 같이 해결함을 알 수 있다.

<표 3> 클라우드 마켓에서 기존 추천 시스템 문제점에 대한 해결책

문제점	기술 Using Social Network
Cold-Start	XML기반의 계약으로 미리 정보를 제공
New-member	서비스의 프로파일 정보 이용
Over-specialization	HaaS, PaaS, SaaS로 정의
Data Sparseness	S-Rank 이용

4. 결론

본 논문에서는 기존의 추천 시스템들을 알아보고 클라우드 마켓의 효율적인 리소스 관리를 위해 Hybrid 추천 시스템보다 신뢰도와 정확성을 높이는 것을 목표로 하였다. 전문가 추천 시스템은 사용자가 직면한 환경에 따라서 다양한 속성을 통해서 발전 가능한 응용 시스템이다. 기존의 추천 시스템을 이용하여 상품을 추천해주는 연구들은 진행이 되었지만 다양한 서비스들을 추천해주 것은 새롭

게 시도되는 연구라는 점에서 평가가치가 있다. 향후과제로 QoS 및 S-Rank를 좀 더 발전 시켜 정확성을 높이는 연구와 추천 시스템을 비즈니스 모델과 결합하여 더 많은 서비스를 위한 바탕이 될 수 있도록 하는 연구가 기대된다.

Acknowledgement

"본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음"
(IITA-2009-(C1090-0902-0002))

참고문헌

- [1] "클라우드 컴퓨팅의 현재와 미래, 그리고 시장전략", 한국소프트웨어진흥원, Aug. 2008
- [2] "권수갑, 웹 2.0 시대의 새로운 비즈니스 XaaS 동향", 정보통신연구진흥원, Jan. 2009
- [3] M. Lan and W. Zhou "An Adaptive Information Grid Architecture for Recommendation System", School of Information Technology, Deakin University, 2003
- [4] Iváan Cantador¹, Miriam Fernáandez¹ and Pablo Castells¹, "A Collaborative Recommendation Framework for Ontology Evaluation and Reuse", Universidad Autónoma de Madrid, Spain, 2006
- [5] J. Ben Schafer, Dan Frankowski, Jon Herlocker and Shilad Sen, "Collaborative Filtering Recommender Systems", The Adaptive Web, 2007
- [6] 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
- [7] Jennifer Golbeck, "Computing with Trust: Definition, Properties, and Algorithms", Securecomm and Workshops, 2006
- [8] Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), <http://www.amazon.com/ec2/>, Jul. 2008
- [9] Google App Engine, <http://appengine.google.com>, Jul. 2008
- [10] Microsoft Live Mesh, <http://www.mesh.com>, Jul. 2008
- [11] 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