

클라우드 협업: 이중 자원 탐색 기술 연구

김유식, 윤찬현
 한국과학기술원 전기및전자공학과
 e-mail : {yusiky326, chyoun}@kaist.ac.kr

A Study on Methods of Searching Multi-Cloud Resources in Cloud Collaboration

Yusik Kim, Chan-Hyun Youn
 Dept. of Electrical Engineering, KAIST

요 약

하나의 클라우드 서비스 제공자가 제공하는 컴퓨팅 자원의 양과 종류에는 한계가 있다. 이를 극복하려면 클라우드 협업 기술인, 다중 클라우드 자원 브로커를 활용하여, 이중 자원을 탐색하여 사용자에게 제공하는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 다중 클라우드 자원 브로커 시스템의 구조를 제안하고, 이중 자원 탐색에 필요한 성능 지표와 LP 모델을 이용한 최적화 기법을 제안하고자 한다.

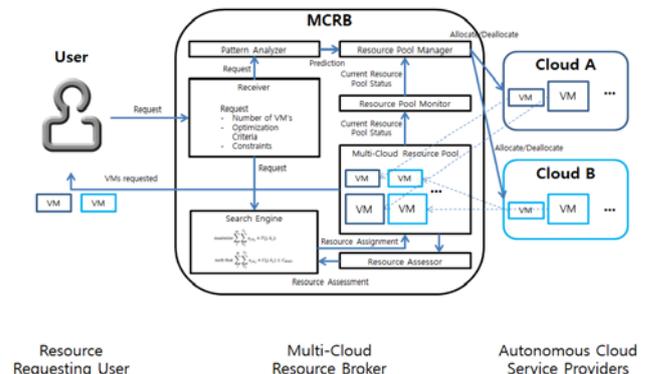
1. 서론

클라우드 협업 기술이란, 이기종의 클라우드 서비스 제공자들이 다중 클라우드 자원 브로커(MCRB, Multi-Cloud Resource Broker)에 각각 자율적으로 운영 중인 자원을 제공함으로써, 사용자가 하나의 클라우드 서비스 제공자에게서 자원을 받을 때의 한계점을 극복하며, 다양한 자원을 제공받을 수 있도록 하는 기술이다. 이를 실현하기 위해서는, 극복해야 하는 몇 가지 문제점 등이 있다. 첫째, 이기종의 클라우드 서비스 제공자들간의 상호 운용성의 부족이다. 현재 클라우드 기술은, 굳이 상호 운용성은 염두에 두고 발전하지 않았다. Openstack, Eucalyptuse, 그리고 Cloudstack 등 서로 다른 운영 정책을 가진 클라우드 서비스 제공자들끼리 협업을 하려면, 인터페이스를 통일하여, 브로커로 오는 자원 요청에 대해서 클라우드의 종류와 상관없이 자원을 할당 받아 올 수 있어야 한다. 둘째, 동일하지 않은 VM 자원의 평가이다. 서로 다른 클라우드 서비스 제공자들은 사용하는 PM(Physical Machine)의 하드웨어와 그 위에서 동작하는 운영체제 및 가상화 소프트웨어 등이 다 다르기 때문에, 같은 자원의 양을 사용하더라도 QoS 가 각각 다를 수 밖에 없다. 따라서, 사용자의 다양한 QoS 제약 조건을 만족 시키기 위해서는 이기종의 클라우드들로부터 제공받는 자원들 또한, 다양한 지표로 평가하여 정확하게 자원의 능력을 파악하는 기술이 필요하다.

이에 본 논문에서는, 다중 클라우드 자원들을 미리 준비하여 모아두고, 이들을 비교 평가한 후 사용자의 요청에 맞게 최적의 자원을 탐색하여 제공하는 다중 클라우드 자원 브로커 시스템 구조를 제안하고 자원 탐색에 필요한 성능 지표 및 최적화 알고리즘을 제안

한다.

2. 다중 클라우드 자원 브로커 시스템 구조



(그림 1) 다중 클라우드 자원 브로커 시스템 구조

리시버(Receiver)의 역할은 브로커 사용자로부터 받는 자원 요청을 패턴 분석기(Pattern Analyzer)와 탐색기(Search Engine)에게 보내주는 역할을 하게 된다. 패턴 분석기는 들어오는 자원 요청 기록들을 모아 분석하여, 이중 자원지(Multi-Cloud Resource Pool)에 충분한 양의 VM 자원들을 확보할 수 있도록 예측하여 자원지 관리자(Resource Pool Manager)에게 알려준다.

이중 자원지는 준비된 자원들로서, 과거의 요청 기록을 바탕으로 필요하게 될 자원을 미리 탐색하여 VM 을 생성해놓고 브로커에 등록해두는 것이다. 미리 VM 을 생성해놓게 되면, VM 을 처음 구동시킬 때 필요한 시간만큼을 벌여 그만큼 처리시간 QoS 를 확보할 수 있다는 이점이 있다. 자원지 모니터(Resource Pool Monitor)의 역할은 현재 이중 자원지에 있는 자원들의 상태 및 개수를 측정된 정보를 자원지 관리자에게 알려주게 된다. 자원지 관리자는 추가적

으로 자원 탐색이 필요한지, 아니면, 포화 상태인지를 입력으로 받는 현재 자원지의 상태 정보와 자원 요청 예측 정보를 바탕으로 판단하여 자원을 할당 또는 할당 해제를 하게 된다.

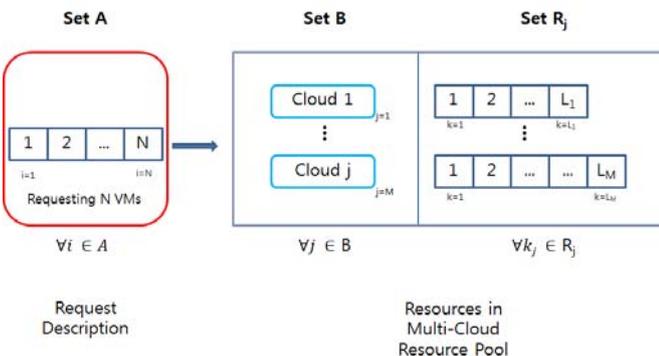
탐색 엔진(Search Engine)은 브로커로 오는 요청에 포함된 제약 조건(constraints)을 넘지 않는 범위에서 최적화 기준(optimization criteria)을 최대한 만족 수 있는 자원을 이중 자원지에서 찾아내게 된다. 이 때 사용되는 기법은 LP(Linear Programming)기법을 사용한다. 다중 클라우드 자원을 서로 비교 평가한 성능 지표는 자원 평가기(Resource Assessor)를 통해 받는다.

3. 이중 자원 탐색 기술

이중 자원 탐색에 필요한 것은 크게 두 가지이다. 서로 다른 클라우드 서비스 제공자들로부터 제공받는 VM 자원들을 비교 및 평가할 성능지표와 이것을 바탕으로 사용자의 요청에 맞는 최적의 자원을 찾는 알고리즘이다.

VM 자원의 특성을 나타내는 지표로는, 사용하는 자원의 양(CPU, Memory, Storage 등), 가격(Cost) 그리고 보안 수준(security level) 등 클라우드 서비스 제공자가 정하고 알려주는 것들이 있다. 그 외에, 자원 평가기를 통해, 특정 로드 에 대한 작업처리시간, 응답 시간, SLA 만족 확률, 가격 변동률을 측정한다. 시간에 따라 변할 수 있는 이 지표들은 주기적으로 업데이트 하여 탐색 엔진이 현재, 과거의 정보 모두를 참조하여 최적의 자원 할당이 이루어지도록 한다.

측정한 성능지표를 바탕으로 LP(Linear Programming)를 사용하여 최적의 자원을 찾는다. 자원 할당 최적화 문제를 LP 공식으로 나타내기 위해서 변수를 아래 그림과 같이 정의하였다.



(그림 2) LP Formulation 에 필요한 변수 정의

N 은 요청하고자 하는 총 VM 의 수이며, 할당되는 각 VM 은 변수 i 를 써서 표현한다. 현재 브로커와 협업중인 클라우드는 총 M 개이며, 각 클라우드는 변수 j 로 표현하고, 각 클라우드에서 제공하는 VM 자원들의 수는 L_j 개로 표현한다. 제공받은 각 VM 자원은 k_j로 표현한다.

자원 평가자에 의해 각 클라우드 서비스 제공자에게 제공받는 VM 들은 평가 받는다. 탐색 엔진은 이 정보를 읽어와, 최적화 알고리즘 실행 시 참조하게 된다. 클라우드 j 가 제공한 k 번째 VM 의 처리속도 기준 성능 지표를 T(j, k)라고 정의한다. 또한, VM 의

가격을 C(j, k)라고 할 때, 자원 요청의 최적화 기준이 성능을 최고로 갖는 것을 목표로 최대 가격, C_{MAX}, 를 넘지 않도록 한다면, LP 공식은 다음과 같게 된다.

$$\begin{aligned} & \text{maximize } \sum_j^M \sum_{k_j}^{L_j} x_{j,k_j} \times T(j, k_j) \\ & \text{such that } \sum_j^M \sum_{k_j}^{L_j} x_{j,k_j} \times C(j, k_j) \leq C_{MAX}, \text{ where } C_{MAX} \text{ is cost constraint} \\ & \sum_j^M \sum_{k_j}^{L_j} x_{j,k_j} = N, \text{ where } N \text{ is total number of VMs requested} \\ & x_{j,k_j} \in \{0, 1\}, \quad \forall j \in B, \quad \forall k_j \in R_j \end{aligned}$$

LP 모델링은, 다양한 최적화 조건과 QoS 제약조건 등에 맞추어 각 자원 요청마다 항상 최적의 VM 들을 탐색하여 제공할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 다루는 자원의 양이 증가할 수록, 계산이 오래 걸리는 단점이 있기 때문에, 최적성(optimality)을 일부 포기하고 성능(performance)을 취하는 column generation 기법 [2], linear rounding 기법[3] 등이 있다.

4. 결론 및 제언

본 논문에서는 다중 클라우드 협업 시스템에서 이중 자원지를 활용한 이중 자원 탐색 기술에 대하여 소개하였다. 미리 생성해 놓은 VM 자원들은 VM 구동시간만큼을 아껴, 보다 높은 수준의 QoS 를 만족시킬 수 있다. 이를 구현하기 위해, 자원 요청이 들어오는 패턴을 분석하여 앞으로 올 요청에 대하여 예측하고 자원지를 관리하는 모듈을 사용하였다.

하지만, 탐색 엔진에서 사용하는 LP 기법은 확장성이 부족한 면이 있어 이를 보완하는 알고리즘 연구가 추가적으로 필요하다. 그리고, 다중 클라우드 서비스 제공자들이 제공하는 VM 자원의 성능을 측정할 수 있는 워크로드 표준을 만들어 이를 자원 평가기에서 사용할 수 있도록 해야 한다.

일반적으로 VM 자원은 클라우드 서비스 제공자로부터 시간 단위로 구매하게 된다. 하지만, 다중 클라우드 자원 브로커를 활용함으로써, 더 짧은 시간, 즉 분 단위로 VM 자원을 판매하고 가격 책정 또한 분 단위로 하는 비즈니스 모델에 활용할 수 있다.

참고문헌

[1] B. Rochwerger and D. Breitgand et al., "The Reservoir Model and Architecture for Open Federated Cloud Computing", IBM J. RES. & DEV. Volume 53 No.4 Paper 4 2009
 [2] D. Breitgand and A. Epstein, "SLA-aware Placement of Multi-Virtual Machine Elastic Services in Compute Clouds", IBM Research Report 2010
 [3] D. Breitgand, A. Marashini, J. Tordsson, "Policy-driven service placement optimization in federated clouds", Technical Report, IBM Haifa Labs, 2011