

클라우드 브로커의 효율적 VM 예약 기법에 대한 연구

하윤기*, 윤찬현*

*한국과학기술원 전기 및 전자 공학과

e-mail : {milmgas, chyoun}@somewhere.sck.ac.kr

A Study on efficient VM reservation method for cloud broker

Yun-Gi Ha**, Chan-Hyun Youn*

*Dept. of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology

요 약

클라우드 브로커는 대규모의 데이터센터를 거느린 클라우드 서비스 제공자와 그로부터 제공되는 자원을 이용하여 원하는 작업을 실행하는 클라우드 이용자 사이를 중개하여 제공자 측에는 보다 많은 이용자들이 서비스를 이용하는 데 용이하도록 하여 수익을 증대시키고, 이용자 측에는 정해진 예산 내에서 서비스 협정(Service Level Agreement, SLA)를 보장하여 원하는 작업을 실행하도록 하는 역할을 수행하여 스스로의 이익을 창출한다. 본 논문에서는 클라우드 브로커의 이러한 서비스 차이거를 위해 필요한 VM 풀의 운영에 있어 효과적인 VM 예약 기법을 제안한다.

1. 서론

클라우드 브로커는 클라우드 컴퓨팅에서 각광받고 있는 기술로 이를 이용하는 사용자로 하여금 서로 연동되지 않는 다양한 클라우드 플랫폼을 통합하여 이용할 수 있게 한다. 이들은 이중 클라우드 환경에서 다양한 사용자의 SLA 를 고려하여 자원을 탐색하고 공급하고 요구사항에 최적화된 클라우드 서비스를 이용자들에게 제공하여 수익을 창출한다.

여기서 브로커의 수익은 브로커의 이용자들로부터 획득하는 서비스 이용 비용과 브로커가 클라우드 제공자들에게 지불하는 자원 임대 비용의 차이로 구성된다. 따라서 브로커는 클라우드 제공자에 지불하는 자원 임대 비용을 최적화하여 보다 저렴하게 서비스 이용을 책정하고 수익성을 개선할 수 있다.

이 때 클라우드 제공자를 통해 이용할 수 있는 자원의 종류는 크게 온디맨드 자원 및 예약 자원으로 구분된다. 온디맨드 자원을 사용하게 되면 일반적으로 한 시간 단위의 짧은 시간 동안 비용이 과금되며 반면 예약 자원은 최소 한달, 길게는 1년 이상과 같이 긴 기간 동안의 사용계약을 바탕으로 온디맨드 사용에 대해 일정 비율의 할인혜택을 받게 된다.

클라우드 브로커는 온디맨드 자원 및 예약 자원을 클라우드 이용자의 수요에 맞게 적절히 빌려와 사용자의 자원 임대 비용을 최적화해야 한다.

본 논문에서는 해당 사실을 근거로 고그리드(GoGrid)[1]에서 제공하는 가격 정책을 참조하여 자동회귀 통합 평균(Auto Regressive Integrated Moving Average, ARIMA)[2] 예측모델을 활용하여 수요예측을 수행하고 적응적으로 VM 풀을 운영하는 효과적인 VM 예약 기법을 제시한다.

2. 본론

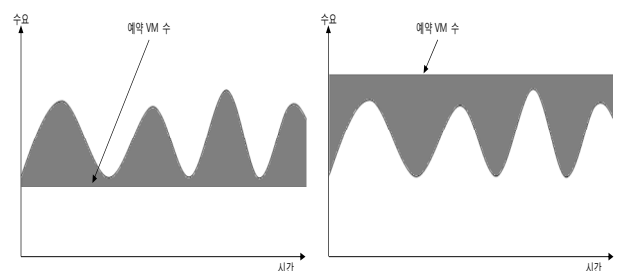
2.1 문제 정의

본 논문에서는 다음과 같은 시나리오를 고려한다. 브로커는 클라우드 이용자들에게 서비스를 제공하기 위한 VM 들을 클라우드 제공자들로부터 빌린다. 이때 브로커의 수익을 증대시키고 및 클라우드 이용자에게 보다 저렴한 서비스 요금 제공하기 위해 예약 VM 의 적절한 이용이 필요하다.

최적 예약 VM 사용에서 벗어난 두 가지 상황은 다음과 같다.

첫 번째 경우는 (그림 1)의 왼쪽 경우와 같이 브로커가 관리하고 있는 예약 VM 의 숫자가 클라우드 이용자들에게 서비스를 제공하기에 충분하지 못할 경우로 이 상황에서는 온디맨드 VM 을 추가로 빌려야 한다.

두 번째 상황은 (그림 1)의 오른쪽 부분과 같다. 이 경우에는 예약 VM 개수보다 수요가 작아 일부 예약 VM 이 유휴 상태로 VM 풀에 존재하는 자원의 낭비가 발생한다.



(그림 1) 최적 예약 VM 사용에서 벗어난 상황

그런데 일반적으로 수요는 시간에 따라 변화하는 양상을 나타내기 때문에 예약 VM의 숫자는 시간에 따라 적응적으로 결정되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 시간의 흐름에 따라 적응적으로 예약 VM 수를 결정하여 브로커 VM 풀의 운영 비용을 감소시키기 위한 비용 효율적 VM 예약 기법을 제안한다.

2.2 비용 효율적 VM 예약 기법: C_E_VM_R

C_E_VM_R은 수요예측을 활용하여 적응적 자원 예약 기법(Adaptive Resource Reservation Scheme)[3]을 확장한 적응적 예약 VM 개수 결정 방법이다.

C_E_VM_R은 다음과 같이 브로커에서 적용된다. ARIMA 모델을 활용한 수요예측이 먼저 매 타임슬롯 및 일정한 주기 T마다 수행된다. 현재 수요 예측이 수행될 때 타임슬롯 t에서의 수요를 X_t 라 하면 수요 예측은 타임슬롯 t+1부터 t+m까지의 수요, 즉 X_{t+1} 부터 X_{t+m} 까지의 값에 대해 진행된다. 이를 이용하여 C_E_VM_R은 매 타임슬롯에서 $[k_1 \cdot (C_o/C_r) + k_2 \cdot (D_p/D_e)]$ 을 구하여 이 값만큼의 신규 예약 VM 계약을 체결한다. 여기서 C_o 와 C_r 은 각각 지난 주기에서의 온디멘드 VM 및 예약 VM 임대 비용, D_p 와 D_e 는 각각 해당 주기에서의 예측 수요 및 기대 수요, 그리고 k_1 과 k_2 는 각각 C_o/C_r 및 D_p/D_e 의 가중치를 뜻한다.

```

Algorithm. C_E_VM_R
Input: An update for historical data
Output: an update for historical data, the size of new reserved VM for t+1
1. if %T equals to 0 then
2. Predict  $X_{t+1}, \dots, X_{t+m}$  using ARIMA model
3. else
4. Rent new reserved VM as much as  $[k_1 \frac{C_o}{C_r} + k_2 \frac{D_p}{D_e}]$ 
5. end if
6. Update historical data
    
```

(그림 2) C_E_VM_R 예약 기법 적용 절차

C_E_VM_R에 사용되는 수요 예측을 위해 ARIMA 모델이 사용되었고 이는 [4]를 바탕으로 적용하였다.

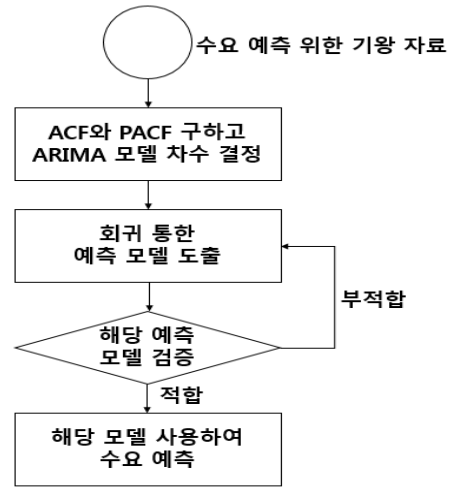
ARIMA 모델은 (그림 3)과 같은 절차를 통해 동작한다. 먼저 수요예측에 사용하기 위한 기왕 자료(historical data)를 수집하여 자기 상관 함수(autocorrelation function, ACF)와 부분 자기 상관 함수(partial correlation function, PACF)를 구하고 이를 이용하여 예측에 사용할 ARIMA 모델의 차수를 정한다.

자기 상관 함수는 수요 X_t 와 시간 지연 k의 차이를 보이는 수요 X_{t+k} 에 대한 상관관계를 구하는 함수이고 부분 자기 상관 함수는 두 수요 사이의 자기 상관 함수를 구할 때 그 사이의 수요에 대한 상관관계에 대한 영향을 배제하여 X_t 와 X_{t+k} 사이의 상관관계를 구하는 함수이다.

결정된 차수를 바탕으로 회귀를 통한 예측모델을 도출하고, 해당 예측 모델을 검증하여 적합할 경우 수요예측에 적용되고 그렇지 않을 경우 다시 예측모

델 도출과정을 반복하게 된다.

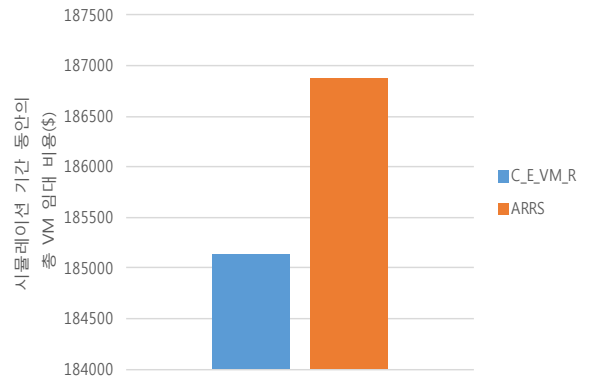
수요예측을 수행하는 순서를 도식화하여 다음 (그림 3)에 순서도로 나타내었다.



(그림 3) C_E_VM_R 수요예측 동작 순서도

2.3 시뮬레이션 및 결과

온디멘드 VM 및 예약 VM 단위 임대 가격은 고그리드의 스탠다드 클라우드 서버 가격 중 라지(large) 사이즈의 가격을 바탕으로 설정하였으며, 시뮬레이션에서의 수요 예측은 R 및 astsa 패키지[5]를 사용하여 수행되었다.



(그림 4) 시뮬레이션 기간 동안의 총 VM 임대비용

3. 결론

본 논문에서는 클라우드 브로커가 적응적으로 VM을 저비용으로 예약하는 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 온디멘드 및 예약 VM의 사용 이력을 바탕으로 다음 타임슬롯에서의 신규 예약 VM 개수를 결정하는 ARRS를 확장하여 선형적 예측 방법인 ARIMA 모델을 적용한 C_E_VM_R이며, 시뮬레이션을 통해 본 기법이 ARRS에 대해 비용 효율성을 지님을 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 한국방송통신전파진흥원의 방송통신인프라원천기술 개발사업의 일환으로

수행하였음. [2013-005-021-001, 다수의 이중 클라우드
자원을 통합 관리하는 서비스 브로커 및 개방형 빅데
이터 분석·협업 플랫폼 개발]

참고문헌

- [1] GoGrid, Available: <http://www.gogrid.com/>
- [2] P. J. Brockwell, R. A. Davis, Introduction to Time Series and Forecasting, Springer, 2002
- [3] B. Kim, "A Study on Cost Adaptive Cloud Resource Broker System for Bio-Workflow Computing," Ph.D. Dissertation, 2013.
- [4] W. Fang, Z. Lu, J. Wu, and Z. Y. Cao, "RPPS: A Novel Resource Prediction and Provisioning Scheme in Cloud Data Center, SCC, 2012.
- [5] R, Available: <http://www.r-project.org/>