

요 약

클라우드 컴퓨팅 회사들은 자신들의 리소스를 최대한 활용하기 위해 유헤 리소스를 저렴한 가격에 사용할 수 있는 시스템을 구축해 두었다. 그러나 리소스의 유헤자원이 부족해지는 경우 실행시키고 있던 워크로드들을 별도의 저장 없이 종료 시키기 때문에 내결함성 워크로드만 실행할 것을 권장하고 있다. 따라서 기존 시스템에서는 사용자가 급작스런 종료에 대비해야 했다. 이는 사용자에게 부담이 되었다. 그러므로 본 프로젝트에서는 이러한 부담을 덜기 위해 호스트 단에서 백업 기능을 추가하였다. 백업 과정에서 아토믹 연산과 중지되어서는 안되는 연산까지 고려하였다. 더불어 이러한 기능이 클라우드 회사에 도입되지 않았던 이유를 분석하고 앞으로 해결해야할 과제를 제시하였다.

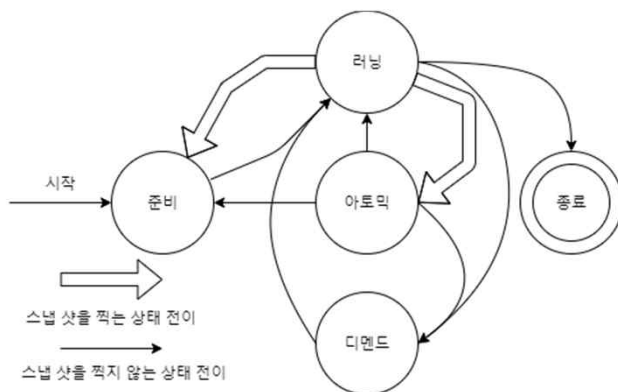
1. 서론

- 클라우드 컴퓨팅 업체는 유헤 자원을 활용하고자 유헤 자원이 많을 때 보다 저렴한 가격으로 워크로드를 실행시킬 수 있는 시스템을 구축해 두었다.
- 유헤 자원이 부족하여 워크로드를 종료 시킬 때 시그널을 보냄. 회사에 따라 종료 30초에서 2분 전에 시그널을 보냄. 종료 시간 전까지 저장되지 않은 정보는 복구할 수 없음.
- 따라서 사용자가 백업을 구현해야 했음. 아토믹 연산이 있다면 롤백 기능도 구현하여야 했음.
- 본 프로젝트의 타겟 유저인 컴퓨터 비전공자들의 접근성과 기존 시스템 사용자의 편의성 향상을 위해 호스트 단에서 백업하는 시스템을 구현함.

2. 문제 해결 접근법

- 호스트 측에서 게스트가 아토믹 연산을 하고 있는지 자동적으로 판단하기는 어려움. 프로그래머가 어떠한 연산이 아토믹 해야 하는지 판단하는 것은 상대적으로 쉬움. 이에 프로그래머가 코드 중간중간 상태를 변경하는 api를 호출할 수 있게 함.
- 워크로드의 상태를 일반적인 러닝 상태, 아토믹 상태, 디멘드 상태로 나눔.
- 상태 변화 시 조건을 만족하면 스냅 샷을 이용하여 백업함.
- 하나의 워크로드에 여러 프로세스가 병렬적으로 atomic 상태나 외부 의존 상태에 돌입할 수 있으므로 요청의 개수를 파악하여 대처함.

3. 워크로드의 상태 전이



(그림 1) 워크로드의 작업 상태 전이도

- 아토믹 상태의 경우 실행 도중 꺼질 경우 아토믹 상태에 돌입하기 전으로 롤백해야 하므로 러닝 상태에서 아토믹 상태로 전이할 때 스냅 샷을 찍음.
- 러닝 상태에서 대기 상태로 전이될 때 다음 실행 시 현 상태에서부터 실행하도록 스냅 샷을 찍음.
- 디멘드 상태에서는 러닝으로 돌아오는 것이 보장되므로 스냅 샷을 찍지 않음.
- 디멘드 상태는 최대 한번 작동되는 것을 보장해야 하므로 더 이상 디멘드를 요구하는 프로세스가 없더라도 아토믹 상태를 요구하는 프로세스가 없어졌을 때에만 러닝상태로 전이함.

4. 리소스 최적화 및 오버헤드 최소화

- 매번 디스크를 전부 스냅 샷 찍는 것은 오버헤드가 클 뿐 아니라 디스크의 크기만큼 저장 공간을 추가로 사용하므로 저장 공간 낭비임.
- 스냅 샷 이후의 변경 사항만을 별도로 기록하는 엑스터널 스냅 샷을 이용하면 오버헤드와 디스크 공간의 낭비도 최소화할 수 있음.
- 새로 엑스터널 스냅 샷을 찍는 것과 예전 상태로 되돌리는 것 모두 상수 시간에 작동함. 스냅 샷을 합치는 과정은 상수 시간이 아니나 준비 상태에서 스냅 샷을 합칠 수 있으므로 디스크 리소스가 바쁘지 않을 때 스냅 샷을 합침으로써 디스크 리소스에 걸리는 부하를 최소화할 수 있음.

5. 시뮬레이션

- 현실에 존재하는 워크로드를 참조하여 가상의 워크로드를 만들었음. 각 워크로드들은 아토믹 혹은 디멘드를 요구하는 서브 워크로드로 구성되어 있음. 각 서브 워크로드가 완료되기까지 걸리는 시간도 현실에 존재하는 워크로드를 참조하여 정했음.
- 위스트 케이스를 확인하기 위해 아토믹 상태의 비율이 높은 극단적인 워크로드도 만들었음.
- 아마존 웹 서비스의 요금 로그를 조회하여 해당 기간에 워크로드가 실행되었을 때 지불해야하는 금액과 워크로드 종료시까지 걸린 시간을 기존 시스템에서 실행되었을 때와 비교함.

	아토믹 상태 비율	비용 절약율	시간 증가율
시뮬레이션 A	36%	35%	121%
시뮬레이션 B	2%	63%	34%

(표 1) 워크로드 시뮬레이션 결과

- 아토믹 상태의 비율이 높을 수록 이 시스템의 효율이 감소함. 일반적인 워크로드에서 아토믹 상태의 비율은 매우 적음.
- (표1)에서 아토믹 상태가 적을 때 금액을 약 60% 절약할 수 있음을 알 수 있음. 또한 아토믹 비율이 극단적으로 높은 워크로드여도 금액을 30% 이상 아낄 수 있음.

6. 앞으로의 과제

- 점점 더 많은 워크로드들이 GPGPU, TPU, FPGA와 같은 외부 연산장치를 활용하고 있음. 이러한 장치들의 스냅 샷은 아직 지원되지 않음. 결국 외부 연산장치 사용할 때 아토믹 혹은 디멘드 상태에 들어가는 것이 강제 됨. 워크로드가 외부 연산장치를 늘 사용한다면 기존 시스템과 다를 바가 없음.
- 시스템의 완성을 위해서는 외부 연산장치의 하드웨어적 서포트가 필요함. Nvidia는 2019년 6월에 GPU의 스냅 샷을 제안함. 이는 외부 연산장치의 스냅 샷 찍는 것이 비합리적인 일이 아님을 암시함.

7. 결론

- 최근 외부 연산장치를 활용하는 워크로드가 많아 짐. 외부 연산장치의 스냅 샷을 찍을 수 있게 되어 다양한 워크로드를 저렴한 가격으로 서비스 할 수 있게 되면 신규 고객 유치에 유리할 것임.
- 서버 단에서 백업하는 것은 컴퓨터 비전공자들에게는 접근성을, 컴퓨터 전공자들에게는 편의성을 제공하는 것임. 어떠한 고객이라도 기존 시스템보다 이 시스템을 이용하는 것이 합리적인 선택이 될 것임.