한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제28권 제2호 (2020. 7)

이기종 서버들에서 주변 온도를 고려한 비디오 트랜스코딩

최승훈[O], 송민석[*], 정성우[**]
[O]고려대학교 컴퓨터학과,
[*]인하대학교 컴퓨터공학과,
[**]고려대학교 컴퓨터학과
e-mail: csh30096@korea.ac.kr[O], mssong@inha.ac.kr[*], swchung@korea.ac.kr[**]

Ambient Temperature Aware Video Transcoding in Heterogeneous Servers

Seung Hun Choi[O], Minseok Song[*], Sung Woo Chung[**]
[O]Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University,
[*]Dept. of Computer Engineering, Inha University,
[**]Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University

● 요 약 ●

비디오 서비스들이 등장함에 따라, 이를 위한 데이터 센터의 수요도 증가하였다. 이러한 데이터 센터의 서버들은 서로 다른 주변 온도를 보이는데, 높은 주변 온도는 높은 CPU 온도를 유도한다. 높은 CPU 온도를 낮추기 위해 CPU의 전압 및 주파수를 낮추는 온도 조절 정책이 수행되어 서버의 성능을 저하시킨다. 특히, 서로 다른 사양의 이기종 서버들에서는 주변 온도에 영향으로 인해 서버들의 성능이 역전될 수도 있다. 본 논문에서는 이기종 서버들에서 서로 다른 주변 온도가 서버의 성능에 미치는 영향을 중심으로 비디오 트랜스코딩 성능을 비교 분석한다.

키워드: 주변 온도 (Ambient Temperature), 비디오 트랜스코딩 (Video Transcoding), 이기종 서버(Heterogeneous Server)

I. Introduction

Youtube, Netflix와 같은 비디오 서비스들이 등장함에 따라, 비디오 트랜스코딩을 수행하는 클라우드 기반의 데이터 센터의 수요가 증가해왔다. 특히, 고해상도의 비디오들이 자주 시청됨에 따라, 비디오 트랜스코딩을 위해 서버들의 계산 능력이 더욱 중요해지고 있다 [2]. 고해상도 비디오 트랜스코딩을 처리하기 위해 클라우드 기반의 데이터 센터의 계산 수요가 증가해왔고, 이로 인해 CPU의 전력 소모가 데이터 센터의 전력 소모의 36-44%를 차지한다 [5]. 이러한 높은 CPU 전력 소모는 CPU의 발열 문제를 유발하는데, 이를 해결하기 위해 데이터 센터는 기계적 냉각 시스템을 사용한다. 기계적 냉각 시스템의 전력 소모량도 데이터 센터의 전력 소모 중 43% 정도로 매우 크기 때문에 [5], 냉각 시스템이 사용하는 전력 소모량을 낮추기 위하여 공기 냉각 시스템을 활용한다. 공기 냉각 시스템은 다음과 같은 이유로 서버들이 서로 다른 주변 온도를 가지게 한다. 1) CPU의 열 방출이 동작하는 워크로드의 특성과 냉각 시스템의 열 방출 능력에 따라 달라진다. 2) 다른 컴포넌트 (ex. GPU, memory 등)로부터 열 전도 현상이 워크로드의 특성에 따라 달라진다 [4]. 이러한 서로 다른 주변 온도는 서로 다른 CPU 온도를 유도하는데, 주변 온도가 높을수록 더 높은 CPU 온도를 보인다 [1]. 높은 CPU 온도를 낮추기 위해 CPU의 전압과 주파수를 낮추는 온도 조절 정책이 수행되는데, CPU의 전압과 주파수가 낮아지면 서버의 성능 저하가 발생한다.

일반적으로, 데이터 센터의 서버들은 서로 다른 사양을 가진 이기종 서버들로 구성된다. 서버들이 고장 나거나 사양을 업그레이드하기 위해 교체할 때, 한 번에 큰 비용을 지급하기 어려우므로 일부분만 최신 사양으로 교체하기 때문이다 [3]. 이러한 이기종 서버들에서도 서로 다른 주변 온도를 보이는데, 주변 온도가 서버의 성능에 미치는 영향으로 인하여 낮은 사양의 서버가 높은 사양의 서버보다 성능이 좋은 현상이 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이기종 서버들에서 주변 온도가 서버의 성능에 미치는 영향을 고려하여 비디오 트랜스코딩 성능을 비교 분석한다.

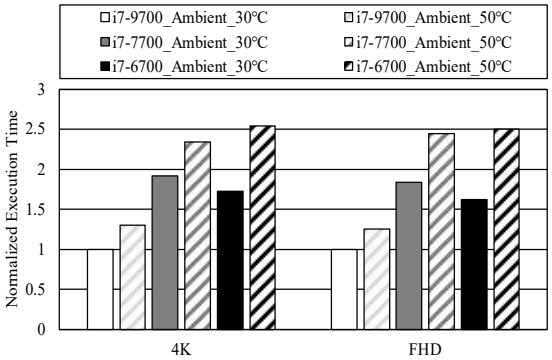

Fig. 1. 비디오 트랜스코딩 수행시간

II. Experiments

1. Environments

본 연구에서는 3종류의 서로 다른 CPU (i7-9700, i7-7700, i7-6700)을 가진 서버들과 2단계의 주변 온도 (30℃, 50℃) 환경을 설정하였다. 비디오 트랜스코딩을 수행하기 위해 4K (4096x2160), FHD (1920x1080) 해상도의 비디오를 일반적으로 사용자들이 가장 많이 사용하는 해상도인 HD (1280x720)로 트랜스코딩하는 작업을 수행하였다.

2. Results

Fig. 1은 비디오 트랜스코딩 수행할 때 소요되는 시간을 각 환경별로 정리한 그래프이다. 같은 서버 환경에서, 주변 온도가 높은 경우는 주변 온도가 낮은 경우보다 평균적으로 35.2% 성능이 더 낮다. 이는 높은 주변 온도로 인하여 온도 조절 정책이 더 자주 수행되기 때문이다. i7-9700 서버의 경우, 주변 온도가 높은 경우에도 다른 서버들에 비해 항상 좋은 성능을 보인다. 이는 i7-9700 서버의 사양이 다른 서버들과 차이가 크기 때문이다.

하지만, i7-7700 서버와 i7-6700 서버도 사양의 차이가 있지만, 주변 온도가 달라질 경우에는 여러 현상들이 나타난다. 두 서버 모두 주변 온도가 높은 경우, i7-6700 서버가 i7-7700 서버보다 사양이 낮기 때문에 평균 성능도 5.4% 낮게 나타난다. i7-6700 서버의 경우, 세 종류의 CPU 중 가장 낮은 사양을 가지기 때문에, 다른 CPU들에 비해 최대 주파수가 더 낮다. 전력 소모는 주파수에 비례하고, 전력 소모가 발열량에 비례하기 때문에, i7-6700 서버가 다른 서버들보다 더 낮은 주파수에서 동작하므로 CPU 온도가 더 천천히 오르게 된다. 이러한 이유로, 두 서버 모두 주변 온도가 낮은 경우에는 i7-6700 서버가 온도 조절 정책이 덜 수행되므로 i7-7700 서버보다 평균 성능이 10.1% 더 좋다. 또한, i7-7700 서버와 i7-6700 서버의 경우는 i7-9700 서버보다 주변 온도에 따라 성능이 크게 좌우된다. 따라서 두 서버에 대해 성능 비교를 통해 어떤 서버에서 트랜스코딩을 수행해야 할지 결정할 때 주변 온도를 고려해야만 한다. 따라서, 이기종 서버들에서 비디오 트랜스코딩을 수행할 서버를 선택할 때, 주변 온도를 고려하면 성능이 더 좋은 서버를 선택할 수 있다.

III. Conclusions

본 연구에서는 이기종 서버들에서 서로 다른 주변 온도가 서버의 성능에 미치는 영향을 고려하여 비디오 트랜스코딩 성능을 비교 분석하였다. 서버들은 주변 온도에 따라 성능이 크게 좌우되며, 서로 다른 서버들 사이에 성능 격차도 달라질 수 있다. 향후, 서로 다른 사양을 가지는 서버들이 혼재한 데이터 센터에서 비디오 트랜스코딩을 수행할 서버를 선택할 때, 주변 온도를 고려하여 트랜스코딩 작업을 배치하는 기법을 개발하고자 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보•컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017M3C4A7080243).

REFERENCES

[1] H. B. Jang et al., “Exploiting Application/system-dependent Ambient Temperature for Accurate Microarchitectural Simulation,” *IEEE Trans. on Computers,* 62(4), 2013.

[2] F. Jokhio, et al. "Prediction-based dynamic resource allocation for video transcoding in cloud computing," *PDP,* 2013.

[3] Y. G. Kim et al., “Temperature-aware Adaptive VM Allocation in Heterogeneous Data Centers,” *ISLPED,* 2019.

[4] K. S. P. Nikeas et al., “Numerical Investigation of Conjugate Heat Transfer in a Computer Chassis,” *Journal of Adavanced Mechanical Engineering,* 1, 2013.

[5] Lawrence Berkeley National Laboratory, “United States Data Center Energy Usage Report,” https://eta.lbl.gov/publications/united-states-data-center-energy/