

Coded Computation 기반 위성 네트워크에서의 Task Offloading 기법

김민철
전북대학교

mc.kim@jbnu.ac.kr

Task Offloading Technique for Satellite Networks based on Coded Computation

Minchul Kim
Jeonbuk National Univ.

요약

본 논문은 위성 노드와 지상 노드로 이루어진 혼합 네트워크에서 기존 시스템 모델 대비 위성 네트워크의 계산 부하를 지상 노드와 다른 위성 노드들로 분산시키는 task offloading 기법을 추가적으로 고려한다. 이 때 coded computation을 기반으로 task offloading 하여 straggler에 대한 resiliency를 보장하고 straggler exploitation을 통해 효율성을 높인다.

I. 서론

선행연구인 [1]에서는 위성 노드와 지상 노드로 이루어진 혼합 네트워크에서 coded computation을 기반으로 지상 노드의 계산 부하를 위성 네트워크로 offloading 하는 방법을 제안하였다. 그러나 위성 네트워크에서의 계산 부하가 점차 증가하는 추세이므로 위성 노드의 계산 부하를 지상 노드로 offloading 하는 방법도 추가적으로 고려되어야 한다. 즉, 본 논문에서는 위성 노드와 지상 노드 사이에 bidirectional task offloading이 발생할 수 있는 환경을 고려한다. 이러한 환경에서는 computing node 별로 계산을 위한 buffer status나 computational capability의 heterogeneity가 [1]의 시스템 모델대비 커지게 되고, 이에 따라 [1]에서 가정된 homogeneous task offloading의 효율성은 감소할 수 있다. 이에 따라 본 논문에서는 [2]에서 제시한 straggler exploitation 기법을 이용하여 이러한 heterogeneity에 효과적으로 대응하고자 하며, 추가적으로 adaptive한 task offloading을 고려한다.

II. 본론

[2]에서 제안한 straggler exploitation 기법은 polynomial codes [3]를 기반으로, 기존 polynomial codes보다 더 작은 크기로 sub-task를 구성하여 각 노드들에게 multiple sub-tasks를 할당함으로써 computational capability가 낮은 노드들도 일정 부분 계산에 기여할 수 있도록 하였다. 이에 따라 task offloading을 수행하는 위성 노드 혹은 지상 노드는 polynomial codes를 위한 encoding 수행 시 전체 worker 노드 수보다 충분히 많은 sub-task를 생성하고 이를 각 노드의 computational capability에 비례하도록 할당한다. 이러한 adaptive task offloading을 위해서 본 논문에서는 feedback latency를 활용한다. 즉, 각 worker node에 sub-tasks를 송신할 때 한꺼번에 보내지 않고 조금씩 보내서 각 worker node가 계산

결과를 반환할 때까지 걸리는 시간을 보고 다음 time slot에 송신할 sub-tasks의 양을 결정하는 것이다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통해 computation time 측면에서 이러한 adaptive task offloading의 이상적인 성능이 기존 기법대비 최대 약 2.14 배의 성능 향상이 있음을 확인하였다.

III. 결론

후속 연구에서는 최적의 adaptive task offloading을 위한 optimization problem을 고려하고 위성-지상 혼합 환경에서 제안기법의 성능을 검증할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국연구재단 이공분야기초연구사업(RS-2023-00239524) 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] B. Pang, S. Gu, Q. Zhang, N. Zhang, and W. Xiang, "CCOS: A coded computation offloading strategy for satellite-terrestrial integrated networks," in Proc. 2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC), Harbin, China, Jun./Jul. 2021, pp. 242-247.
- [2] M. Kim, H. Yang, J. Lee, Private coded matrix multiplication, IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. 15 (2019) 1434-1443.
- [3] Q. Yu, M. Maddah-Ali, S. Avestimehr, Polynomial codes: An optimal design for high-dimensional coded matrix multiplication, in: Proc. 31th Annual Conference on Neural Information Processing Systems, NIPS, 2017, pp. 4403-4413.