한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제28권 제2호 (2020. 7)

하이퍼레저 패브릭에서 네트워크 지연 시간 기반 트랜잭션 보증 시간 감소 방법

김지용[O], 권재환[*], 장성일[*], 김영국[*], 손민지[*], 김명호[**]
[O]숭실대학교 융합소프트웨어학과,
[*]숭실대학교 융합소프트웨어학과,
[**]숭실대학교 소프트웨어학부
e-mail: jyk@soongsil.ac.kr[O], {jaehwan, sungil, 1101978003, smqq}@soongsil.ac.kr[*], kmh@ssu.ac.kr[**]

A Method to reduce transaction endorsement time based on network latency in Hyperledger Fabric

Ji-Yong Kim[O], Jae-Hwan Kwon[*], Sung-Il Jang[*], Young-Kook Kim[*],
Min-Ji Son[*], Myung-Ho Kim[**]
[O]Dept. of Convergence Software, SoongSil University,
[*]Dept. of Convergence Software, SoongSil University,
[**]Dept. of Software, SoongSil University

● 요 약 ●

최근 허가형 블록체인 기반 프로젝트가 늘어남에 따라, 블록체인 솔루션과 여러 응용 프로그램을 개발하기 위한 플랫폼인 하이퍼레저 패브릭을 도입하는 회사들이 많아지고 있다. 그러나 하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성 시, 각 구성요소의 네트워크 지연 시간을 고려하지 않고 네트워크를 구성하면 트랜잭션 보증 시간이 늘어날 수 있다. 본 논문에서는 하이퍼레저 패브릭 네트워크에서 각 구성요소 간 네트워크 지연 시간 차이를 고려하여 트랜잭션 보증 시간을 줄이는 방법을 제안한다. 라우팅 테이블을 수정하여 네트워크 지연 시간 차이를 발생시켰고, 지연 시간과 트랜잭션 보증 시 걸리는 시간을 합산하여 트랜잭션 보증 시간을 측정하였다. 실험을 통해, 기존 방법의 트랜잭션 보증 시간보다 제안한 방법의 트랜잭션 보증 시간이 약 1/3 정도 감소하는 것을 확인하였다.

키워드: 블록체인(Blockchain), 하이퍼레저 패브릭(Hyperledger Fabric), 네트워크 지연 시간(Network Latency)

I. Introduction

최근 다양한 산업분야에서 허가형 블록체인 기술을 기반으로 여러 블록체인 플랫폼 및 서비스가 개발됨에 따라, 하이퍼레저 패브릭을 활용하여 솔루션을 만드는 기업들이 많아지고 있다[1]. 그러나 많은 기업들이 하이퍼레저 패브릭 네트워크를 구성할 때, 구성요소 간의 네트워크 지연 시간 차이를 고려하지 않는 경우가 종종 있다. 만일 네트워크 구성요소 간의 지연 시간 차이가 클 경우, 트랜잭션 보증 시간이 증가할 수 있고 이는 결국 전체적인 네트워크 속도를 늦추는 요인이 된다. 본 논문에서는 이를 개선하기 위해 네트워크 지연 시간 차이를 고려한 트랜잭션 보증 시간 감소 방법을 제안한다. 라우팅 테이블 수정을 통해 네트워크 구성요소 간의 지연 시간 차이를 발생시켰다. 트랜잭션 보증 시간은 측정한 지연 시간과 트랜잭션을 보증하는데 걸리는 시간을 합산하여 구하였으며, 실험을 통해 기존 방법의 트랜잭션 보증 시간보다 제안 방법의 보증 시간이 약 1/3 정도 감소하는 것을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 구성한다. 2장에서는 제안한 방법과 관련된 관련 연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 본 논문에서 제시하는 네트워크 지연 시간 기반 트랜잭션 보증 시간 감소 방법과 이를 기존 방법과 비교하기 위한 성능 실험을 진행한다. 마지막으로 4장에서 결론과 향후 연구를 제시한다.

II. Preliminaries

2.1 Related works

2.1.1 하이퍼레저 패브릭

리눅스 재단에서 주관하는 오픈소스 프로젝트인 하이퍼레저 패브릭은 비즈니스 구현에 최적화된 허가형 블록체인 플랫폼이다[2]. 하이퍼레저 패브릭에서는 인증 관리 시스템에 의해 허가된 사용자만이 네트워크에 참여할 수 있다. 네트워크에 참여한 노드들은 채널을 통해 동일한 원장을 공유할 수 있고, 다양한 합의 프로토콜을 사용하여 트랜잭션을 검증할 수 있다.

비허가형 블록체인 방식으로 운영되는 비트코인, 이더리움 등의 트랜잭션 처리 흐름과는 달리, 하이퍼레저 패브릭은 다음과 같이 트랜잭션을 처리한다[3]. 클라이언트가 보증(Endorsing) 피어에게 트랜잭션 제안(Proposal)을 전송하고, 보증 피어는 일련의 트랜잭션 확인 과정을 거친 뒤 클라이언트에게 결과를 반환한다. 클라이언트는 보증 피어로부터 받은 결과를 확인하고 이를 오더링(Ordering) 서비스로 보낸다. 오더러(Orderer)는 해당 트랜잭션을 받아 시간 순서대로 정렬하여 블록을 생성하고, 커미팅(Comitting) 피어에게 해당 블록을 전달한다. 커미팅 피어는 블록 내의 트랜잭션을 모두 검증한 뒤 원장에 커밋한다[4].

2.1.2 도커(Docker)

도커는 서버를 관리하기 위해서 운영 체제를 가상화 하고 플랫폼 간 이식성, 모듈 재사용 및 버전관리가 가능한 오픈소스 프로젝트이다[5]. 도커는 블록체인 네트워크 내에서 각 참여자들의 프로세스 및 ID를 완벽하게 분리하는 피어로 동작한다. 본 논문에서의 하이퍼레저 패브릭 네트워크 구성요소들은 모두 도커 컨테이너를 기반으로 운영된다.

III. The Proposed Scheme

3.1 Latency-based Transaction Endorsement Method

본 논문에서 제시하는 네트워크 지연 시간 기반의 트랜잭션 보증 방법의 아키텍처는 Fig.1과 같고, 클라이언트 애플리케이션과 Latency-collector로 구성된다.

- Client(with fabric-sdk-py) : 클라이언트 애플리케이션은 Latency-collector로부터 얻은 보증 피어별 지연 시간 정보를 바탕으로 상대적으로 지연 시간이 낮은 보증 피어들에게 트랜잭션 제안을 전송한다.
- Latency-collector : 패브릭 네트워크에 있는 보증 피어들의 지연 시간을 일정한 시간마다 수집한다. 클라이언트가 피어별 지연 시간을 요청하면 Latency-collector는 수집한 정보를 클라이언트에게 반환한다.

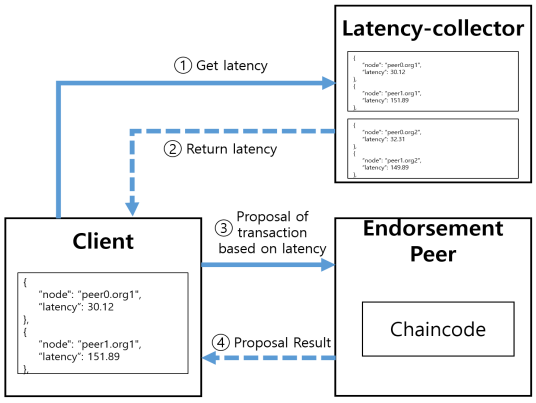

Fig. 1. Latency-based Transaction Endorsement Architecture

Fig.2는 네트워크 지연 시간 기반 트랜잭션 보증 방법의 흐름을 보여준다. 기존 방법은 클라이언트에서 트랜잭션 제안 시 바로 보증 피어에게 해당 트랜잭션을 전송하는 반면, 네트워크 지연 시간 기반 트랜잭션 보증 방법은 먼저 Latency-collector에게 각 조직의 보증 피어별 지연 시간을 요청한다. Latency-collector는 보증 피어들의 지연 시간 정보를 클라이언트에게 전달한다. 클라이언트는 각 조직의 피어별 지연 시간 중 가장 낮은 지연 시간을 보인 보증 피어에게 트랜잭션 보증을 요청한다.

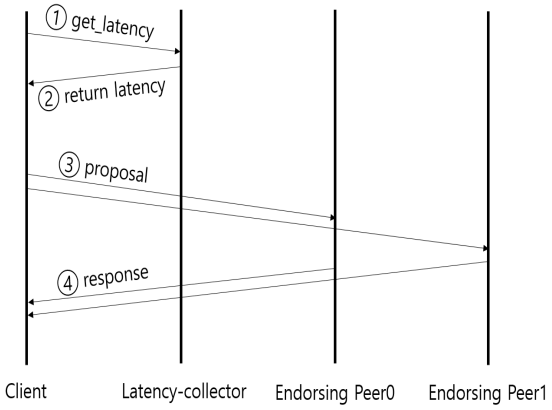

Fig. 2. Transaction Endorsement Flow

3.2 Experiment Environment

본 논문에서의 실험 환경은 Fig.3과 같다. 하이퍼레저 패브릭 네트워크는 클라이언트 애플리케이션, Latency-collector, 2개의 조직(Org1, Org2)과 조직별 2개의 보증 피어로 구성하였다. 네트워크 지연 시간 차이를 발생시키기 위해 라우팅 테이블을 수정하여 여러 요청의 지연 시간이 늘어나도록 설정했다.

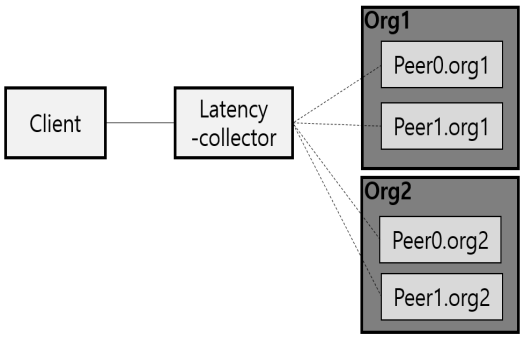

Fig. 3. Experiment Environment

네트워크 지연 시간 차이에 따른 보증 시간을 측정하기 위해 2가지 종류의 실험을 진행한다. Table.1는 첫 번째 실험에서의 상황별 시나리오를 보여준다. 하나의 조직 당 2개의 보증 피어가 위치하기 때문에 총 4개의 경우로 나눠 보증 시간을 측정한다.

Table 1. Scenarios based on network average latency

Case	Org1	Latency (ms)	Org2	Latency (ms)
Case1	Peer0.org1	23.777	Peer0.org2	24.279
Case2	Peer0.org1	24.513	Peer1.org2	150.588
Case3	Peer1.org1	149.193	Peer0.org2	23.956
Case4	Peer1.org1	159.141	Peer1.org2	150.926

Table.2는 기존 방법과 제안 방법의 보증 피어 선택 기준을 보여준다. 기존 방법의 보증 피어 선택 기준은 관리자가 임의로 결정한다. 반면, 본 논문에서는 보증 피어별 네트워크 지연 시간을 수집하고 그 중 네트워크 지연 시간이 가장 낮은 피어를 선택하여 트랜잭션 제안을 전송하는 방법을 제시한다.

Table 2. Comparison of the criteria for selecting endorsing peer between existing and proposed method

Method	Criteria for selecting endorsing peer
기존 방법	관리자에 의해 임의로 결정
제안 방법	네트워크 지연 시간이 낮은 피어 선택

3.3 Experiment Results

Table.3과 Fig.4는 Table.1의 시나리오를 기반으로 트랜잭션 제안 수에 따른 평균 트랜잭션 보증 시간을 측정한 실험 결과이다. Case1의 경우 보증 피어 모두 네트워크 지연 시간이 낮기 때문에 가장 낮은 트랜잭션 보증 시간을 갖는다. Case2 및 Case3의 경우, 하나의 보증 피어는 30ms, 다른 하나는 약 150ms의 보증 시간을 갖는다. 두 경우 모두 평균적으로 약 90ms 정도의 보증 시간을 나타낸다. 마지막으로, Case4는 두 보증 피어 모두 지연 시간이 높기 때문에 가장 높은 보증 시간을 가진다. 따라서 네트워크 지연 시간에 따라 트랜잭션 보증 시간의 상당한 차이가 있음을 알 수 있다.

Table 3. Comparison of average transaction endorsement time for each case

Case	Number of transactions				
	100	500	1,000	5,000	10.000
Case1	28.118	30.085	27.794	27.716	27.888
Case2	90.745	92.235	91.140	90.437	89.951
Case3	90.307	92.075	90.288	90.487	90.635
Case4	153.136	153.554	153.446	154.173	154.217

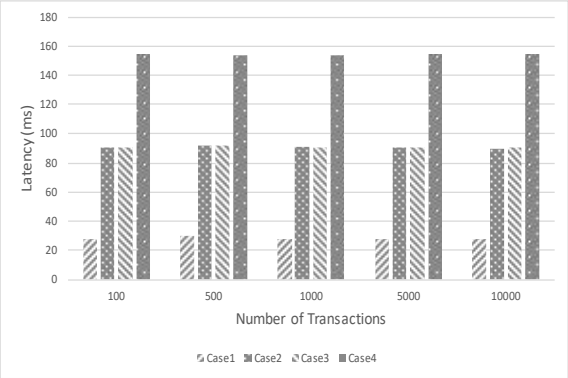

Fig. 4. Average transaction endorsement time for each case

Table.4는 보증 피어 선택 기준에 따른 기존 방법과 제안 방법의 평균 트랜잭션 보증 시간을 비교한 것이다. 기존 방법은 네트워크 지연 시간 차이를 고려하지 않고 관리자 임의로 보증 피어를 설정하여 트랜잭션을 제안하는 방법이다. 반면, 제안 방법은 네트워크 지연 시간 차이를 고려하여 기존 방법보다 지연 시간이 낮은 보증 피어에 트랜잭션 제안을 전송했다. 트랜잭션은 100, 500, 1000, 5000, 10000번 제안을 전송하고 각각의 경우에 대한 평균 트랜잭션 보증 시간을 측정하였다. 기존 방법의 경우 보증 피어를 무작위로 선택하여 트랜잭션 제안을 전송하고, 평균 트랜잭션 보증 시간은 Table.3의 Case2, 3과 비슷한 결과를 나타낸다. 반면, 제안 방법은 가장 낮은 지연 시간을 가지는 보증 피어를 선택하여 트랜잭션 제안을 전송하기 때문에 가장 낮은 트랜잭션 보증 시간을 가진다. 기존 방법과 제안 방법은 약 3배 정도의 성능 차이를 보였다. 이는 네트워크 지연 시간 차이를 고려했을 때 더욱 빠른 트랜잭션 보증이 이루어진다는 것을 의미한다.

Table 4. Comparison of average transaction endorsement time between existing and proposed method

Method	Number of transactions				
	100	500	1000	5000	10000
기존 방법	90.765	90.815	90.909	89.865	91.097
제안 방법	28.118	30.085	27.794	27.716	27.889

Ⅳ. Conclusions

기존 하이퍼레저 패브릭은 트랜잭션을 보증할 때 네트워크 지연 시간 차이를 고려하지 않고 관리자 임의로 보증 피어를 선택하여 트랜잭션 제안을 전송하는 방법을 사용하였다. 이러한 방법은 네트워크 상황에 따라 트랜잭션 보증 시간이 크게 달라질 수 있다.

본 논문에서는 하이퍼레저 패브릭에서 네트워크 지연 시간 차이를 고려한 트랜잭션 보증 방법을 제안하였다. 각 구성요소 간 네트워크 지연 시간 차이를 반영한 실험을 통해, 네트워크 지연 시간이 높을 경우 트랜잭션 보증 시간이 늘어난다는 것을 확인하였고, 기존 방법을 적용했을 때보다 네트워크 지연 시간을 고려한 제안 방법을 적용했을 때, 트랜잭션 보증 시간이 약 1/3 감소하는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(과제번호: 1711116903)

REFERENCES

[1] Sukhwani, Harish, et al. "Performance modeling of PBFT consensus process for permissioned blockchain network (hyperledger fabric)." 2017 IEEE 36th Symposium on Reliable Distributed Systems (SRDS). IEEE, 2017.

[2] C. Cachin, "Architecture of the hyperledger blockchain fabric." Workshop on distributed cryptocurrencies and consensus ledgers. Vol. 310, No. 4, 2016.

[3] Tinu, N. S. "Hyperledger Fabric-A Platform for Enterprise Blockchain Solutions: Architecture and Transaction Flow."

[4] E. Androulaki, A. Barger, V.Bortnikov, C. Cachin, K. Christidis, A. De Caro, S. Muralidharan,"Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains." In Proceedings of the thirteenth EuroSys conference, pp. 1-15, 2018.

[5] C. ANDERSON, "Docker [software engineering]", Ieee Software, 32.3, pp.102-c3, 2015.