

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

# **Blokų grandinių duomenų bazių analizė**

## **Blockchain Database Analysis**

Kursinis darbas

Atliko:	3 kurso 3 grupės studentas	
	Justas Tvarijonas	(parašas)
Darbo vadovas:	dr. Vytautas Valaitis	(parašas)

Vilnius – 2019

## TURINYS

ĮVADAS .....	2
1. LITERATŪROS ANALIZĖ .....	3
1.1. Hyperledger .....	3
1.1.1. Architektūra .....	3
1.1.2. Parametrai .....	4
1.1.3. Testavimo metodologijos .....	4
1.1.4. Tyrimų rezultatai .....	6
1.1.4.1. Vėlavimas .....	7
1.1.4.2. Pralaidumas .....	8
1.2. MySQL ir PostgreSQL.....	8
2. IŠVADOS .....	9
3. PRIEDAI .....	10
3.1. Žodynas.....	10

## Įvadas

Per pastaruosius keletą metų blokų grandinių technologija susilaukė didelio žmonių susidomėjimo. Šis susidomėjimas daugiausiai kilo dėl išpopulerėjusių kriptovaliutų, tokių kaip Bitcoin, Ethereum, Litecoin ir daugeliu kitų kurios ir yra paremtos blokų grandinių technologija. Šią technologiją 2008 metais sukūrė Satošis Nakamoto [**Blockchain**]. 2009 metais Nakamoto implementavo blokų grandinių technologiją sukurdamas Bitcoin kriptovaliutą [**Bitcoin**]. Nors, šiuo metu, žmonių susidomėjimas kripto valiutomis ir yra sumažėjęs [**Trends**], tačiau informacinių technologijų industrija mato daugiau blokų grandinių panaudojimo atveju negu tik kripto valiutos. Vienas iš blokų grandinių panaudojimo atvejų yra blokų grandinių duomenų bazės. Reliacinės ir dokumentų duomenų bazės ilgą laiką buvo pagrindinis duomenų saugojimo būdas. Tačiau šios duomenų bazės turi ir savo trūkumų, saugant duomenis tradicinės duomenų bazės kyla duomenų integralumo problemos [**Integrity**]. Naudojant duomenų bazes finansinėms transakcijoms sekti kyla dvigumo pinigų išleidimo problema [**Double**]. Naudojantis tradicinėmis duomenų bazėmis taip pat kyla pasitikėjimo problema, visa duomenų prieiga yra trečiosios šalies valdžioje, ir vartotojas turi pasitikėti, kad duomenys nebus pakeisti be jo žinios. Per pastaruosius kelis metus šias problemas buvo stengtasi išspręsti kuriant duomenų bazes paremtas blokų grandinių technologija. Privачios blokų grandinių duomenų bazės užtikrina pasitikėjimą, nes kiekvienas vartotojas turi visą duomenų bazės kopiją. Darant pakeitimus tokioje duomenų bazėje kiekvienas vartotojas turi sutikti su daromais pakeitimais ir saugo visų pakeitimų istoriją. Blokų grandinių duomenų bazės išsprendžia duomenų integralumo ir dvigumo pinigų išleidimo problemą, nes kiekvienas mazgas blokų grandinėje tinkle gali palyginti savo turimus duomenis su kitais mazgais. Šiuo metu try populiariausios blokų grandinių duomenų bazės yra: Corda, BigchainDB ir Hyperledger. Nors blokų grandinės išsprendžia autoriaus išvardytas problemas, tačiau finansinėms transakcijoms svarbus ir greitis. Šiuo darbu autorius sieks palyginti MySQL, Oracle SQL ir PostgreSQL reliacinių duomenų bazių greitį finansinėms transakcijoms skaityti ir įrašyti su Corda, BigchainDB ir Hyperledger Fabric blokų grandinių duomenų bazėmis. Darbe taip pat bus lyginama šių duomenų bazių architektūros.

# 1. Literatūros analizė

## 1.1. Hyperledger

Hyperledger yra atviro kodo blokų grandinės pradėtos kurti Linux fondo. Šio projekto tikslas yra gerinti tarpindustrinį bendradarbiavimą kuriant blokų grandines kurios užtikrintų patikimą, greitą ir saugų finansinių duomenų perdavimą pagrindinėse technologijų, finansų ir produktų tiekimo kompanijose [**LinuxHyper**]. Šiame skirsnyje autorius apžvelgs atliktus Hyperledger Fabric, vienos iš Hyperledger implementacijų, greičio tyrimus, kaip šie tyrimai buvo atlikti ir kokie parametrai įtakoja Hyperledger greitį. Šiame darbe autorius apžvelgs [**ThailandPerf**] ir [**IMBResearch**] atliktus tyrimus.

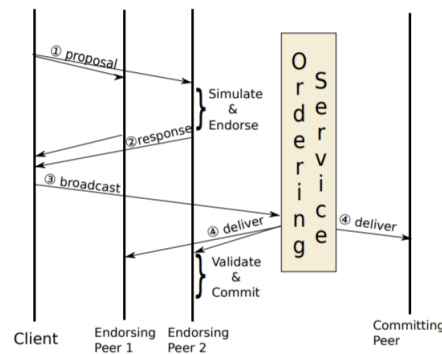
### 1.1.1. Architektūra

Hyperledger Fabric(toliau - Fabric) yra privati blokų grandinė skirta įmonių lygio aplikacijoms. Ši blokų grandinė gali vykdyti arbitrišką išmanųjį kontraktą parašyta Java, Go arba NodeJS kalbomis (grandinės kodai). Fabric sudaro šios esybės:

- Peras - pero mazgas yra atsakingas už grandinės kodą kurį vykdant yra įgyvendinamas išmanusis kontraktas. Peras turi savyje visą tinklo informaciją(angl. Ledger).
- Užsakymo paslauga (angl. Ordering Service) - Užsakymo paslaugos mazgas dalyvauja susitarimo(angl. consensus) protokole ir padalina bloką taip, kad jį būtų galima naudoti tranzakcijom. Padalintas blokas būna persiunčiamas kitiems perams.
- Klientas - atsakingas už transakcijos siūlymo sukūrimą, ir išsiuntimą tinklo perams. Gavus patvirtinimą iš perų vartotojas siunčia prašymą tvarkytojui, kad jis informaciją įtrauktų į bloką ir išsiųstų ją visiems tinklo perams.

Tranzakcijos vyksta trejomis fazėmis(1 pav.):

1. Patvirtinimo fazė - simuliuojama tranzakcija su pasirinktais perais ir renkami būsenos pokyčiai
2. Užsakymo fazė - užsakomos tranzakcijos per susitarimo protokolą
3. Patvirtinimo fazė - patvirtinimas ir informacijos įdėjimas į buhalterinę knygą



1 pav. Tranzakcijų sekų diagrama

### 1.1.2. Parametrai

Mano nurodytuose moksliniuose straipsniuose ([**ThailandPerf**] [**IMBResearch**]) darytuose Fabric greičio tyrimuose buvo išskirtas parametų sąrašas, kuriuos keičiant mokslininkai išskyrė sąrašą parametų kuriuos keisdami jie matavo Fabric darbą. Šiame poskiryje autorius trumpai supažindins su šiais parametais ir sekančiame skyriuje pateiks tyrimų duomenis.

- Mazgų skaičius - didėjant mazgų skaičiui tinkle norint patvirtinti bloką trunka ilgiau laiko išsiūti jį visiems tinklo mazgams.
- Tranzakcijų skaičius - keičiant tranzakcijų skaičių keičiasi vėlavimas ir pralaidumas
- Bloko dydis - tranzakcijos yra sugrupuojamos į blokus. Blokai yra siunčiami visiems tinklo perams. Užsakymo parašas būna verifikuojamas kiekvienam blokui, o perdavimo patvirtinimo parašas verifikuojamas kiekvienai transakcijai, todėl keičiant bloko dydį atsiranda kompromisas tarp palaidumo ir vėlavim
- Patvirtinimo politika - diktuoja kiek tranzakcijų ir pasirašymų turi būti įvykdyta prieš siunčiant tranzakcijas užsakytoją. Didinant politikos sudėtingumą didės resursų sunaudojimas ir įvertinimo laikas.
- Kanalai - izoliuoja tranzakcijas viena nuo kitos ir norint persiųsti tranzakcijas iš vieno kanalo į kitą turi būti patvirtintos, surikiuotos ir apdorotos nepriklausomai viena nuo kitos.
- Resursų paskirstymas - kiekvienas peras vykdo grandinės kodą skirtą parašo skaičiavimams ir verifikavimo rutinoms. Keičiant procesoriaus branduolių skaičių keičiasi vykdymo greitis.
- Būsenos duomenų bazė - Fabric naudoja dvi duomenų bazines, CouchDB ir GoLevelDB, kuriuose galima saugoti ledgerio būseną

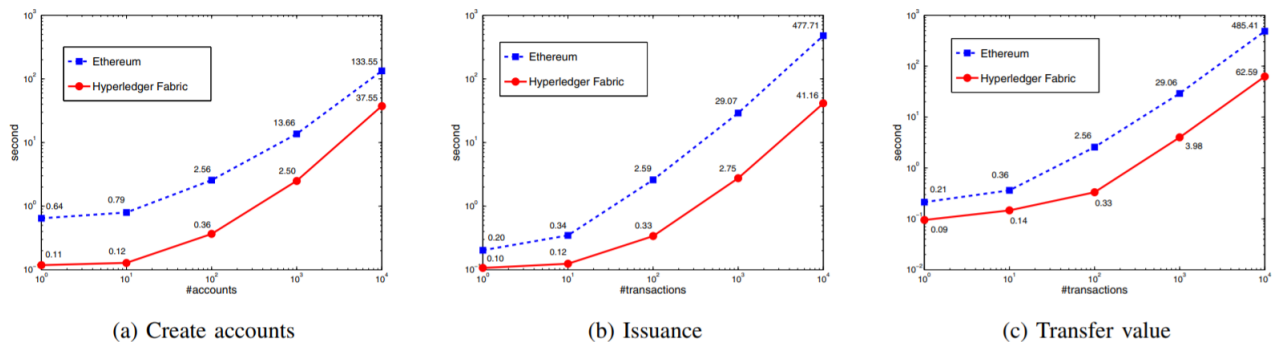
### 1.1.3. Testavimo metodologijos

Abiejuose autoriaus apriamose straipsniuose pralaidumas ir vėlavimas yra pagrindinės darbo metrikos. Pirmajame straipsnyje [**IMBResearch**] buvo simuliuojamos keturios organizacijos kurios kiekviena iš jų turi po du piersus, iš viso 8 mazgai tinkle. Kiekvienas tinklo klientas pastoviai

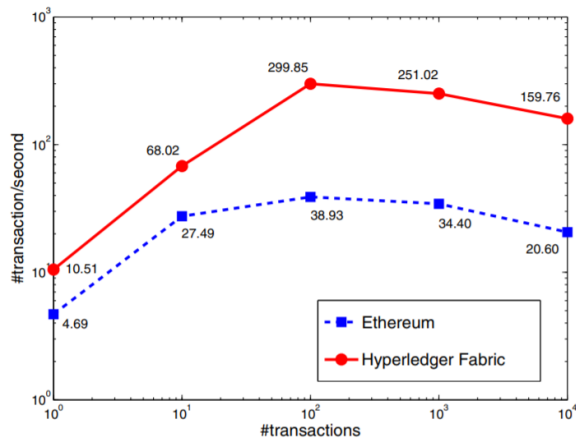
generuoja tranzakcijas, taip pat pastoviai siųsdamas teikimo užklausas ir patvirtinimo lyginimus. Tranzakcijos yra pateikiamos asinchroniškai. Buvo naudotas jų pačių sukurtas framework'as. Buvo naudoti tokie resursai: x86 64 virtuali mašina IBM SoftLayer duomenų centre. Kiekvienai virtualiai mašinai yra alokuota 32 vCPUs Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2683 v3 @ 2.00GHz ir 32 GB atminties. Trys kliento mašinos skirtos generuoti apkrovą buvo alokuota 56 vCPU ir 128 GB RAM. Mazgai prijungti prie 3 Gbps duomenų centro tinklo. Šiame darbe mokslininkai patys kūrė testavimo frameworką.

Antrajame darbe([**ThailandPerf**]) buvo naudota: Amazon AWS EC2 su Intel E5-1650 8 branduolių CPU, 15GB RAM, 128GB SSD. Tyrimui atlikti buvo sukurta pinigų pervedimo aplikacija. Pagrindinis jos funkcionalumas buvo: sukurti paskyrą, išleisti naujus pinigus bei pervesti pinigus iš vienos paskyros į kitą. Kaip ir pirmajame straipsnyje užklausos buvo siunčiamos asinchroniškai. Pirmojo darbo [**IBMResearch**] tikslas buvo išsiaiškinti kaip kinta Fabric darbo našumas keičiant įvairius Fabric parametrus. Antrojo darbo [**ThailandPerf**] buvo palyginti Fabric darbo našumą su Ethereum darbo našumu. Nors darbų tikslas ir kompiuterinė įranga ant kurios buvo atlikti tyrimai skyrėsi, iš abiejų šių darbų sužinome kaip kinta Fabric našumas kintant aukščiau išvardytiems parametrams.

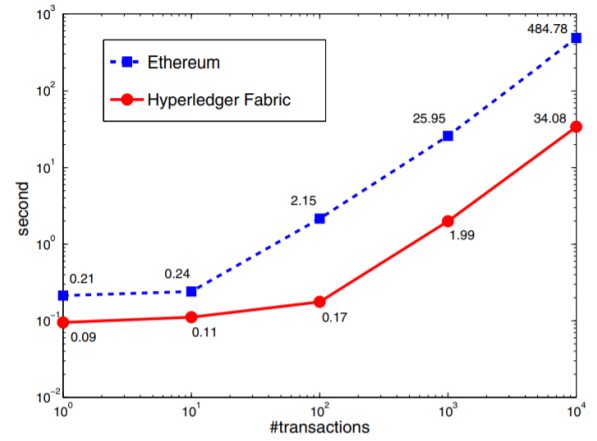
#### 1.1.4. Tyrimų rezultatai



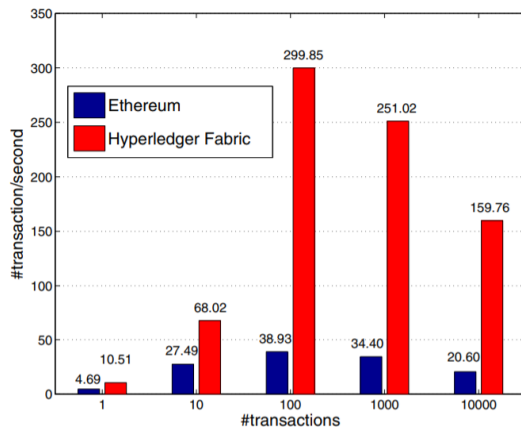
2 pav. Tranzakcijų sekų diagrama



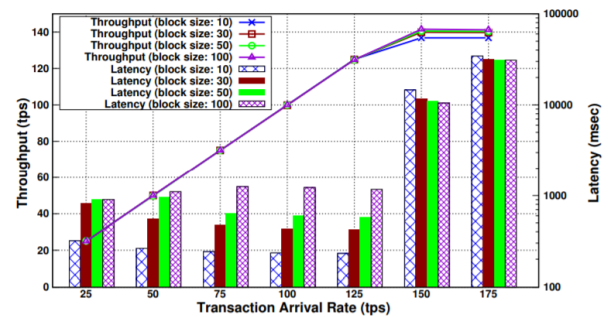
3 pav. A figure



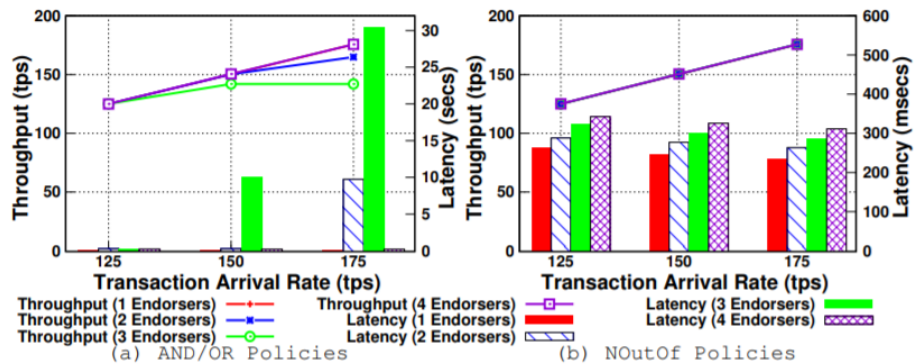
4 pav. Another figure



5 pav. A figure



6 pav. Another figure



7 pav. Tranzakcijų sekų diagrama

#### 1.1.4.1. Vėlavimas

Antrajame darbe [ThailandPerf] nustatytas vidutis tranzakcijų vėlavimas

#### **1.1.4.2. Pralaidumas**

### **1.2. MySQL ir PostgreSQL**



## **2. Išvados**

### **3. Priedai**

#### **3.1. Žodynas**

- Grandinės kodas(angl. chaincode) - programa parašyta Go, Java arba NodeJS kalbomis kuri vykdo verslo logiką sutartą tarp tinklo narių.
- Peras(angl. peer) - tinklo dalyvis gaunantis ir siunčiantis informaciją.