Отчет о проверке

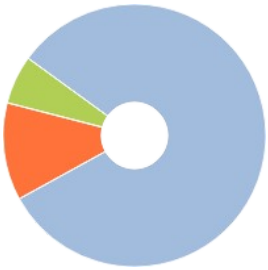
Автор: Мазуренко Тимофей Матвеевич

Название документа: Blockchain network orchestration to improve performance

Проверяющий: ApiCorp

Организация: Национальный Исследовательский Университет "Высшая Школа Экономики"

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ



Совпадения:
11,6%

Оригинальность:
82,13%

Цитирования:
6,27%

Самоцитирования:
0%

«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует проверенному тексту документа.

- **Совпадения** — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» – это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.
- **Самоцитирования** — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» – это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.
- **Цитирования** — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы; библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» – это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.
- **Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
- **Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
- **Оригинальный текст** — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» – это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

Номер документа: 789472

Тип документа: Прочее

Дата проверки: 27.05.2024 21:52:42

Дата корректировки: Нет

Количество страниц: 21

Символов в тексте: 20321

Слов в тексте: 2619

Число предложений: 186

Комментарий: не указано

ПАРАМЕТРЫ ПРОВЕРКИ

Выполнена проверка с учетом редактирования: Да

Выполнено распознавание текста (OCR): Нет

Выполнена проверка с учетом структуры: Нет

Модули поиска: Патенты СССР, РФ, СНГ, Публикации eLIBRARY, СПС ГАРАНТ: аналитика, Переводные заимствования*, СПС ГАРАНТ: нормативно-правовая документация, Издательство Wiley, Перефразирования по СПС ГАРАНТ: аналитика, Диссертации НББ, Шаблонные фразы, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, ИПС Адилет, Библиография, Кольцо вузов, Коллекция НБУ, Цитирование, Перефразирования по Интернету, Публикации РГБ, Перефразирования по коллекции издательства Wiley, Сводная коллекция ЭБС, СМИ России и СНГ, Переводные заимствования издательства Wiley, IEEE, Переводные заимствования IEEE, Перефразирования по Интернету (EN), Перефразирования по коллекции IEEE, Переводные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования), Интернет Плюс*, Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте, Медицина, Переводные заимствования по Интернету (EnRu), Переводные заимствования по коллекции Гарант: аналитика, Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте, Переводные заимствования (RuEn), Кольцо вузов (перефразирования), Собственная коллекция компании

ИСТОЧНИКИ

№	Доля в тексте	Доля в отчете	Источник	Актуален на	Модуль поиска	Комментарий
[01]	6,27%	6,27%	не указано	13 Янв 2022	Библиография	
[02]	3,86%	2,99%	borisov_m_v_predskazanie-vreme...	04 Июн 2021	Собственная коллекция компании	
[03]	2,94%	0%	Final Report Andrei Lavrov.pdf	04 Июн 2023	Собственная коллекция компании	
[04]	2,74%	0,68%	https://hyperledger-fabric.readth... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	12 Янв 2023	Интернет Плюс*	
[05]	2,45%	2,39%	CourseWork Module for DeepFake...	27 Мая 2024	Собственная коллекция компании	
[06]	2,41%	0%	HOW SHOULD STUDENTS STUDY A... https://elibrary.ru	26 Окт 2022	Публикации eLIBRARY	
[07]	2,28%	1,36%	abstracts2021.pdf https://gagarin.mai.ru	28 Ноя 2022	Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте	
[08]	2,16%	0%	https://hyperledger-fabric.readth... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	10 Фев 2023	Интернет Плюс*	
[09]	2,16%	0%	https://hyperledger-fabric.readth... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	05 Дек 2022	Интернет Плюс*	
[10]	2,09%	2,09%	Blockchain Enabled KYC Solutions... https://ieeexplore.ieee.org	30 Июн 2023	Перефразирования по коллекции IEEE	
[11]	2,09%	0%	https://hyperledger-fabric.readth... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	05 Дек 2022	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте	
[12]	2,09%	0%	https://hyperledger-fabric.readth... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	10 Фев 2023	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте	
[13]	2,06%	0%	https://hyperledger-fabric.readth... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	12 Янв 2023	Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте	
[14]	1,79%	0%	maksimov_ya_v_stilizaciya-izobraj...	20 Мая 2024	Собственная коллекция компании	
[15]	1,72%	0%	Отчет Максим Левин.pdf	07 Июн 2023	Собственная коллекция компании	
[16]	1,71%	0%	http://dspace.unza.zm/bitstream/... http://dspace.unza.zm	04 Июл 2023	Интернет Плюс*	
[17]	1,6%	0%	https://www.erpublications.com/u... https://erpublications.com	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	
[18]	1,52%	0%	https://www.hse.ru/data/2022/05/... https://hse.ru	05 Июн 2023	Интернет Плюс*	
[19]	1,37%	0%	IoT/Cloud-Powered Crowdsourced... https://ieeexplore.ieee.org	31 Янв 2022	Перефразирования по коллекции IEEE	

[20]	1,34%	0,82%	https://www.insurancechat.co.za/... https://insurancechat.co.za	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	
[21]	1,18%	0,99%	Benchmark (computing) - Wikipedia https://translated.turbopages.org	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	
[22]	1,18%	0%	Benchmark (computing) - Wikipedia https://translated.turbopages.org	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	
[23]	1,13%	0%	IoT/Cloud-Powered Crowdsourced... https://ieeexplore.ieee.org	31 Янв 2022	IEEE	
[24]	1,07%	0,29%	Testing, Verification and Validatio... https://ieeexplore.ieee.org	27 Апр 2020	IEEE	
[25]	0,99%	0%	Kalykova DISSERTATION_f	16 Фев 2018	Кольцо вузов	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[26]	0,99%	0%	Research on Performance Testing ... https://ieeexplore.ieee.org	28 Дек 2009	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[27]	0,99%	0%	Time measurement techniques fo... https://ieeexplore.ieee.org	18 Янв 2018	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[28]	0,99%	0%	Benchmark (computing) https://en.wikipedia.org	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[29]	0,99%	0%	Benchmark (computing) - Wikipedia https://en.wikipedia.org	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[30]	0,99%	0%	Glossary of computer science - Wi... https://en.wikipedia.org	15 Янв 2021	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[31]	0,99%	0%	Benchmark (computing) - Wikipedia https://en.wikipedia.org	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[32]	0,98%	0%	Embedded Database Managemen... https://ieeexplore.ieee.org	11 Июл 2011	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[33]	0,92%	0%	How to Teach Your Child About Cr... https://translated.turbopages.org	28 Ноя 2022	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[34]	0,89%	0%	Blockchain Implementation with H... https://ieeexplore.ieee.org	15 Дек 2023	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[35]	0,88%	0%	Software_Project_Danilov.pdf	07 Июн 2023	Собственная коллекция компании	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[36]	0,87%	0%	A survey on blockchain cybersecu... https://doi.org	31 Мар 2019	Издательство Wiley	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[37]	0,85%	0%	Distributed Ledgers Definition https://investopedia.com	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[38]	0,78%	0%	kumar_m_-_razrabotka-decentrali...	25 Мая 2023	Собственная коллекция компании	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[39]	0,78%	0%	The Recommendation Service for ...	01 Мая 2022	Собственная коллекция компании	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[40]	0,74%	0%	Blockchain Development Platform... https://ieeexplore.ieee.org	18 Мая 2021	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[41]	0,67%	0%	Нестандартные формы занятост... http://dep.nlb.by	16 Янв 2020	Диссертации НББ	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[42]	0,63%	0%	Proposing method for Public recor... https://ieeexplore.ieee.org	22 Сен 2020	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[43]	0,59%	0%	https://repositorium.sdum.uminh... https://repositorium.sdum.uminho.pt	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[44]	0,54%	0%	https://odr.chalmers.se/server/api... https://odr.chalmers.se	01 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[45]	0,41%	0%	The automorphism group of a rigi... https://doi.org	30 Апр 2017	Издательство Wiley	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[46]	0,41%	0%	Bachelor's Programme in Data Sci... https://hse.ru	19 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[47]	0,41%	0%	Algorithms for Virtual Machine Co...	29 Апр 2022	Собственная коллекция компании	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[48]	0,35%	0%	Запуск приложений Fabric — Док... https://hyperledger-fabric.readthedocs.io	27 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[49]	0,34%	0%	Blockchain Technology Explained: ... https://prodigitalweb.com	15 Мая 2024	Интернет Плюс*	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[50]	0,32%	0%	АННОТАЦИЯ К: Актуальные проб... http://ivo.garant.ru	05 Сен 2022	СПС ГАРАНТ: аналитика	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[51]	0,32%	0%	ВЫБОР НАИЛУЧШЕЙ ЭНЕРГОСБЕ... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[52]	0,32%	0%	Гражданское право и его роль в ... https://e.lanbook.com	21 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[53]	0,32%	0%	Инновационное развитие эконо... https://e.lanbook.com	22 Янв 2020	Сводная коллекция ЭБС	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.
[54]	0,28%	0%	SwiftFabric: Optimizing Fabric Priv... https://ieeexplore.ieee.org	26 Мар 2020	IEEE	Источник исключен. Причина: Маленький процент пересечения.

NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY
HIGHER SCHOOL OF ECONOMICS

Faculty of Computer Science
Bachelor's Programme "Data Science and Business Analytics"

Software Project Report on the Topic:

Blockchain network orchestration to improve performance

Submitted by the Student:

group #БПАД222, 2rd year of study Mazurenko Timofey Matveevich

Approved by the Project Supervisor:

Yanovich Yury Alexandrovich
Research Fellow
Faculty of Computer Science, HSE University

Moscow 2024

Contents

Annotation

This project focuses on automating the process of running performance benchmarks for the blockchain network. The goal is to write the program that will receive certain parameters, deploy the blockchain network with these particular parameters, run benchmark for this network and return the results of the benchmark.

Аннотация

Этот проект направлен на автоматизацию процесса запуска бенчмарков производительности для сети блокчейн. Цель - написать программу, которая будет получать определенные параметры, развертывать сеть блокчейн с этими параметрами, запускать бенчмарк для этой сети и возвращать результаты бенчмарка.

Keywords

Blockchain, Orchestration, Distributed Ledger Technology, Automatic Benchmarking, Performance metrics

1 Introduction

1.1 Relevance

The rapid evolution of blockchain technology has introduced a new era of digital transactions known for being highly transparent and secure. The applications of this technology can be seen in different areas of out life such as finance, healthcare, supply chain management and more. As distributed ledger technology grow and evolve, the ability to easily and efficiently test the performance of these networks under certain conditions is extremely important.

As more and more people start to use blockchain technology, the problem of efficient scalability arises. As networks grow in size and complexity, they must maintain high transaction throughput and minimal latency. Automatized bench-marking will provide a way to systematically measure the efficiency and consequently it will help to optimize the network to meet the demand for scaling.

Furthermore, with the huge rise in the technology of machine learning, the relevance of being able to automatically run huge amount of benchmarks for the given network gives an opportunity to collect extremely valuable and reliable data. This data can be later used to train models that will help to identify optimal deploy parameters for particular blockchain network.

1.2 Goal

The goal is to develop the program that will receive deploy parameters of the network, deploy the network with this parameters, run benchmark and collect efficiency metrics.

1.3 Tasks:

- Learn the theoretical foundations of blockchain technology
- Study the features of Hyperledger Fabric - the blockchain I am going to work with
- Develop the program that will automatically run Hyperledger Caliper benchmarks for Hyperledger Fabric and collect data
- Run multiple benchmarks and collect metrics
- Visualize the received data

2 Basic terms and definitions

- **Benchmark** - act of running a computer program, a set of programs, or other operations, in order to assess the relative performance of an object, normally by running a number of standard tests and trials against it. [2]
- **Blockchain network** - decentralized, distributed ledger that records transactions across multiple computers in a secure, transparent, and immutable manner, ensuring data integrity and reducing the likelihood of fraud. [10]
- **Distributed Ledger** - database that is consensually shared and synchronized across multiple sites, institutions, or geographies, accessible by multiple people with a decentralized architecture, allowing for a transparent and immutable record of transactions. [8]
- **Chaincode** - Chaincode is a program, written in Go, node.js, or Java that implements a prescribed interface. Chaincode runs in a secured Docker container isolated from the endorsing peer process. Chaincode initializes and manages ledger state through transactions submitted by applications. A chaincode typically handles business logic agreed to by members of the network, so it may be considered as a "smart contract". [7]

3 Description of functional and non-functional requirements

3.1 Functional requirements

2

1 User should be able to enter parameter and list of values to iterate over for test

2 After user enters the parameters the program updates json file with the parameter and list of values

3 After json if fully packed with the desirable parameters and values to iterate, user can run the launch script

4 Launching script runs benchmarks for all the given parameters and parameter values in json

5 After the benchmark is finished report files with benchmarks data should be created

3.2 Non-functional requirements

3.2.1 Performance constraints

1 The program should not fail in unexpected situations

2 The program should have minimal impact on system performance

3.2.2 Technical specification for running the program

1 UNIX based OS

2 Latest version of Hyperledger Caliper with Caliper CLI

3 Latest version of Hyperledger Fabric

4 Hyperledger Fabric prerequisites

5 Hyperledger Caliper prerequisites

4 Review and comparison of sources and analogues

Note: My project focuses on building the program that automates the process of running benchmarks for Hyperledger Fabric using Hyperledger Caliper bench-marking tool. There is no analogue for this particular use case, however I will still compare it with some other bench-marking tools.

Table 4.1: Comparison table

	My program	Blockbench	MixBytes Tank
Hyperledger Fabric support	Yes	Yes	No
Automatized benchmark running	Yes	No	No
Variety of performance metrics	Yes	No	No

Judging from the table, we can see that my program is extremely relevant due to fact that no other program on the market serves my specific goal - automatization of the bench-marking process

For comparative analysis, i relied on the following resources:

1 Blockbench website [4]

2 Blockbench GitHub [3]

3 MixBytes Tank GitHub [9]

4 Hyperledger Caliper website [6]

5 Hyperledger Caliper GitHub [5]

6 A Brief Overview of Blockchain Testing and Benchmarking Tools [1]

5 Components of developed solution

5.1 Changing parameters in network configuration

First part of the program is changing parameters of the network. Network configuration is described in the core.yaml file [4] available from fabric/sampleconfig/ directory. Here is a python script that accepts 2 command line arguments: key of the parameter to be changed in core.yaml and the new value for the parameter.

editor.py

```
import yaml
import sys

def edit(value, key):
    with open('fabric/sampleconfig/core.yaml', 'r') as file:
        content = yaml.safe_load(file)

    keys = key.split('.')
    d = content
    for k in keys[:-1]:
        d = d.setdefault(k, {})

    d[keys[-1]] = value

    with open('fabric/sampleconfig/core.yaml', 'w') as file:
        yaml.dump(content, file)


if __name__ == "__main__":
    value = int(sys.argv[1])
    key = sys.argv[2]
    edit(value, key)
```

5.2 Preparing input data for benchmark executing script

As described in the functional requirements section, the launching script will require a json file that describes what parameters to test and which values of these parameters should be tested. For proper execution of editing function, also key of the parameter is required. Hence the following parameters.json structure is required

parameters.json

```
{
    "parameter_name_1": {
        "key": "one.two.three.parameter_name_1",
        "values": [10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50],
    },
    ....
}
```

5.3 Collecting benchmark results

After the benchmark is done executing, Caliper generates report.html file. However it is a huge html file that contains a lot of unnecessary information. Hence the parser is needed to retrieve core benchmark metrics. All benchmark metrics then should be stored in parameter_report.csv file. Note that each testing parameter has its own dedicated csv file. Here is the python script that does exactly what is written above.

report_parser.py

```
from bs4 import BeautifulSoup
import csv
import sys


def parse_results(parameter_value, output_path):
    with open('report.html') as report:
        good_soup = BeautifulSoup(report, 'html.parser')

    row = good_soup.find('td', string='readAsset').find_parent('tr')
    data = [td.text for td in row.find_all('td')][1:]

    row = [parameter_value]
    row += data

    with open(output_path, 'a') as table:
        writer = csv.writer(table)
        writer.writerow(row)


if __name__ == "__main__":
    value = int(sys.argv[1])
    path = str(sys.argv[2])
    parse_results(value, path)
```

As report_parser requires path to output csv file, it would be convenient to put this path in json as well. Thus the updated and final structure of parameters.csv is the following:

parameters.json

```
{
    "parameter_name_1": {
        "key": "one.two.three.parameter_name_1",
        "values": [10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50],
        "path_to_output": "path/to/output"
    },
    ....
}
```

5.4 Executing benchmarks on given parameters

As all minor helping python scripts are done, the final bash script can be assembled. It consists of several functions that will be described separately.

5.4.1 Running benchmark

Execute_benchmark function can be divided into several steps:

1 Building Hyperledger Fabric (required every time some parameter value is changed)

2 Creating channel and deploying chaincode to the channel

3 Launching benchmark and handling the report

start.sh: execute_benchmark()

```
function execute_benchmark() {
    cd ../fabric
    make clean docker-clean peer-docker orderer-docker tools-docker
    ↪ docker-thirdparty docker native

    cd ../fabric-samples/test-network
    ./network.sh up createChannel
    ./network.sh deployCC -ccn basic -ccp
    ↪ ../asset-transfer-basic/chaincode-javascript -ccl javascript

    cd ../../caliper-workspace
    npx caliper launch manager --caliper-workspace ./ --caliper-networkconfig
    ↪ networks/networkConfig.yaml --caliper-benchconfig
    ↪ benchmarks/myAssetBenchmark.yaml --caliper-flow-only-test

    mv report.html ../HLC_automatisation/
    cd ../HLC_automatisation/
}
```

5.4.2 Shutting down the network

Little function that shuts down the network after benchmark is executed:

start.sh: shut_down()

```
function shut_down() {
    cd ../fabric-samples/test-network
    ./network.sh down

    cd ../../HLC_automatisation/
}
```

5.4.3 Adding everything together

The following is the wrapper function that accepts 4 command line input variables:

- Name of the parameter to be changed
- Key of this parameter in core.yaml
- New value to assign for the parameter
- Path to output.csv for specific parameter

Then it uses editor.py for given input to change the parameter value, runs execute_benchmark function, utilizes parser script to collect the data, runs shut_down function to shut down the network.

start.sh: edit_execute_parse()

```
function edit_execute_parse() {

    local parameter=$1
    local key=$2
    local value=$3
    local output_path=$4

    echo "Executing function for parameter: $parameter with value: $value"

    python3 editor.py "$value" "$key"

    execute_benchmark

    python3 report_parser.py "$value" "$output_path"
    rm report.html

    shut_down
}
```

5.4.4 Resetting parameters to default values

Little function that resets core.yaml to default state. It is required, because after all the values for a single paramter are tested, this parameter value should be set to its initial state.

start.sh: reset_core()

```
function reset_core() {
    rm ../fabric/sampleconfig/core.yaml
    cp ../fabric-samples/config/core.yaml ../fabric/sampleconfig/core.yaml
}
```

5.4.5 Executing benchmarks

Finally, parameters.json is unpacked. Little for loop iterates over every given parameter and the benchmark for each value of the parameter is executed.

start.sh: final for loop

```
json_file="parameters.json"
parameter_names=$(jq -r 'keys[]' "$json_file")

for param in $parameter_names; do
    key=$(jq -r --arg param "$param" '.[$param].key' "$json_file")
    values=$(jq -r --arg param "$param" '.[$param].values[]' "$json_file")
    output_path=$(jq -r --arg param "$param" '.[$param].path_to_output'
    ↪  "$json_file")

    for value in $values; do
        edit_execute_parse "$param" "$key" "$value" "$output_path"
    done

    reset_core
done
```

5.5 Adding and deleting parameters

When i was testing my code, i was playing with different parameters. While doing so, i found it pretty inconvenient. Every time the parameter is added to parameters.json, i had to create specific output.csv table and edit json by hand. Same for scenario when parameter is to be removed. Hence i made python script that automatically manages csv tables and edits parameters.json. It consists of several sub-functions:

Creating output file

json_modifier.py: create_output_file

```
def create_output_file(path, param_name):
    with open(path, 'w') as table:
        table.write(f'{param_name},Succ,Fail,Send rate,Max latency,Min
        ↪  Latency,Avg Latency,Throughput\n')
```

Adding new parameter to json

json_modifier.py: add_field

```
def add_field(param_name, key, values):
    with open('parameters.json', 'r') as parameters:
        data = json.load(parameters)

    path_to_output = f'path/to/{param_name}_reports.csv'

    data[param_name] = {
        "key": key,
        "values": values,
        "path_to_output": path_to_output
    }

    with open('parameters.json', 'w') as file:
        json.dump(data, file, indent=4)

    create_output_file(path_to_output, param_name)
```

Deleting parameter from json

json_modifier.py: delete_field

```python
def delete_field(param_name):
    with open('parameters.json', 'r') as parameters:
        data = json.load(parameters)

    if param_name not in data:
        print(f'There is no parameter with name {param_name} in json')
        return

    path = data[param_name]['path_to_output']
    os.remove(path)

    del data[param_name]

    with open('parameters.json', 'w') as file:
        json.dump(data, file, indent=4)
```

Finally, after executed, it allows for quick and easy removal and addition of parameters

json_modifier.py: main

```python
if __name__ == "__main__":
    cmd = sys.argv[1]

    if cmd == 'del':
        delete_field(input('Input name of parameter to delete: '))
    elif cmd == 'add':
        param_name = input('Input name of parameter to add: ')
        key = input('Enter key of parameter: ')
        values = list(map(int, input('Enter list of values to test: ').split()))
        add_field(param_name, key, values)
    else:
        print('Invalid command')
```

6 Sample launch and brief analysis

To test my solution i have tested four parameters. My parameters.json looked like that:

parameters.json

```
{
    "batchSize": {
        "key": "peer.gossip.state.batchSize",
        "values": [10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50],
        "path_to_output": "benchmark_result/batchSize\_reports.csv"
},
    "maxBlockCountToStore": {
        "key": "peer.gossip.maxBlockCountToStore",
        "values": [10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50],
        "path_to_output": "maxBlockCountToStore\_reports.csv"
    },
    "maxPropagationBurstLatency": {
        "key": "peer.gossip.maxPropagationBurstLatency",
        "values": [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12],
        "path_to_output": "maxPropagationBurstLatency\_reports.csv"
    },
    "pullInterval": {
        "key": "peer.gossip.pullInterval",
        "values": [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12],
        "path_to_output": "pullInterval\_reports.csv"
    }
}
```

Launching the script with this values yielded to 4 csv files as expected. The following is the brief analysis of the results.

First of all, each benchmark tells us number of failed and successfull actions. Neither one of values led to more than 0 fails. Now we can be sure that there is no parameter value that led to extraordinary benchmark result but failed 99% of the time.

Among other metrics, Throughput of the network is the only metric that was somehow changing, hence let us analyze specifically it.

Table 6.1: Affect of parameters on Throughput

Parameter	Average	Median	Min	Max
batchSize	520.87	523.2	487.7	562.2
maxBlockCountToStore	520.8	528.4	489.0	546.7
maxPropagationBurstLatency	499.62	504.7	457.8	530.2
pullInterval	497.39	504.8	458.5	536.5

Following graphs show the dependence between the parameter value and Throughput metric. Background area showing standard error is added to help distinguish between the variability caused by random factors (for example process running in the background of my PC) and the impact of the parameter value itself.

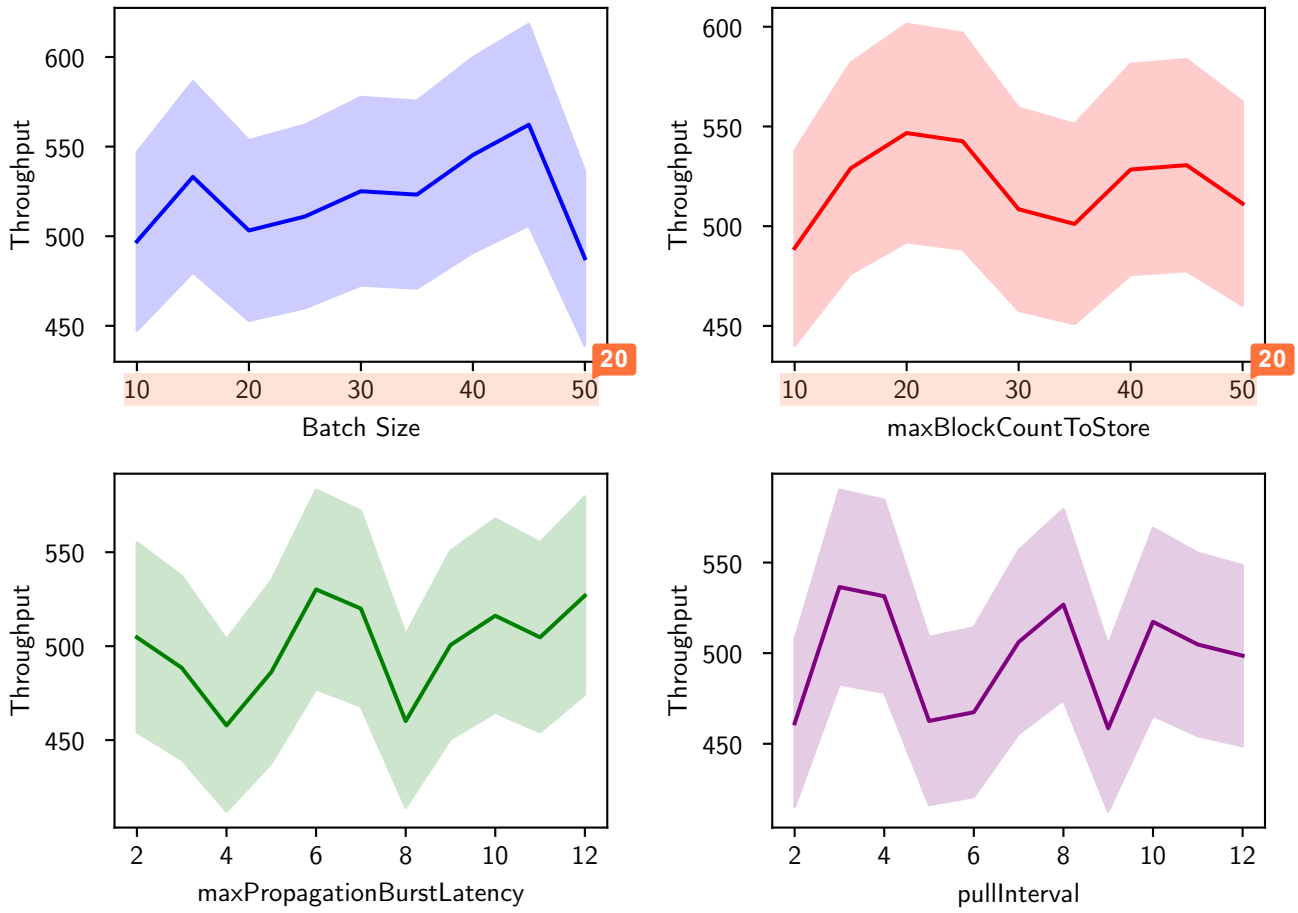


Figure 6.1: Dependence between the parameter value and Throughput

7 Conclusion

All the set goals have been achieved. Previously, collecting benchmarks data for various parameters would require manually changing parameters, building, launching benchmark, collecting data hundreads of times. Now it is as easy, as editing json file via python script and executing a single shell script. Further implications of the built program might be collecting more data. This valuable data can be used to optimize Hyperledger Fabric blockchain network performance via machine learning algorithms or other methods.

References

[1] *A Brief Overview of Blockchain Testing and Benchmarking Tools*. URL: https://hackernoon.com/a-brief-overview-of-blockchain-testing-and-benchmarking-tools-xpk34cc (visited on Feb. 14, 2024).

[2] *Benchmark (computing)*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Benchmark_(computing) (visited on Feb. 14, 2024).

[3] *Blockbench GitHub*. URL: https://github.com/ooibc88/blockbench (visited on Feb. 14, 2024).

[4] *Blockbench website*. URL: https://www.comp.nus.edu.sg/~dbsystem/fabricsharp/#/blockbench (visited on Feb. 14, 2024).

[5] *Hyperledger Caliper GitHub*. URL: https://github.com/hyperledger/caliper (visited on Feb. 14, 2024).

[6] *Hyperledger Caliper website*. URL: https://www.hyperledger.org/projects/caliper (visited on Feb. 14, 2024).

[7] *Hyperledger fabric documentation*. URL: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.3/chaincode.html (visited on May 20, 2024).

[8] Christina Majaski. *Distributed Ledgers: Definition, How They're Used, and Potential?* URL: https://www.investopedia.com/terms/d/distributed-ledgers.asp (visited on Feb. 14, 2024).

[9] *MixBytes GitHub*. URL: https://github.com/mixbytes/tank (visited on Feb. 14, 2024).

[10] *What is blockchain technology?* URL: https://www.ibm.com/topics/blockchain (visited on Feb. 14, 2024).