



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»

ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
Кафедра Інформаційної Безпеки

Проектування розподілених систем  
Лабораторна робота №3  
Мікросервиси з використанням Hazelcast Distributed Map

Виконав:  
студент V курсу  
групи ФБ-41мп  
Африканський О. М.

Київ 2025

**Мета:** навчитися розгортати та конфігурувати кластер Hazelcast у системі мікросервісів, працювати з розподіленими структурами даних (Map), реалізувати механізми реплікації та відмовостійкості при одночасній роботі кількох екземплярів сервісів, а також організувати динамічне виявлення сервісів через окремий конфігураційний сервер.

## Хід роботи

Спершу розглянемо зміни, які було внесено до сервісів:

- `config-service` — новий сервіс, який зберігає конфігурацію доступних `logging-service`. Він має дві функції: `update-addresses` (POST) для зміни списку сервісів та `logging-service` (GET) для отримання списку цих сервісів;
- `facade-service` — додано можливість отримання конфігурації усіх доступних `logging-service` від `config-service` та вибір одного з них для відправлення та отримання повідомлень;
- `logging-service` — додано можливість зберігання усіх повідомлень у `hazelcast map` та вибір базових налаштувань (порт запуску, `hazelcast` нода) через параметри запуску сервісу.

Розглянемо всі функції на прикладі:

Піднімаємо базовий кластер `hazelcast`:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ sudo docker compose up -d
[+] Running 4/4
 ✓ Container hz-1          Started      0.8s
 ✓ Container hz-2          Started      0.7s
 ✓ Container hz-3          Started      0.8s
 ✓ Container distmap-management-center Started      1.3s
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ sudo docker ps
```

CONTAINER ID	IMAGE	NAMES	COMMAND	CREATED	STATUS	PORTS
912b74f4458e	hazelcast/management-center:5.4.0	distmap-management-center	"bash ./bin/mc-start..."	About a minute ago	Up About a minute	8081/tcp, 8443/tcp, 0.0.0.0:8080->8080/tcp, [::]:8080->8080/tcp
01467ef391a2	hazelcast/hazelcast:5.4.0	hz-2	"hz start"	About a minute ago	Up About a minute	0.0.0.0:5702->5701/tcp, [::]:5702->5701/tcp
f22de0206a56	hazelcast/hazelcast:5.4.0	hz-1	"hz start"	About a minute ago	Up About a minute	0.0.0.0:5701->5701/tcp, [::]:5701->5701/tcp
8812f1109dce	hazelcast/hazelcast:5.4.0	hz-3	"hz start"	About a minute ago	Up About a minute	0.0.0.0:5703->5701/tcp, [::]:5703->5701/tcp

## Resources Utilization

Member ^	CPU ^	Used ... ^	Total H... ^	Heap ... ^
172.18.0.1:5701	30.59 %	99.37 MB	456.00 MB	21.79 %
172.18.0.1:5702	30.53 %	132.31 MB	384.00 MB	34.46 %
172.18.0.1:5703	30.59 %	102.07 MB	400.00 MB	25.52 %

Після цього запускаємо інші сервіси:

config-service:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3/config-service$ go run main.go
2025/06/07 08:40:44 Config server running on port 7201
```

message-service:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3/messages-service$ go run main.go
Starting messages-service on port 8082
```

3 logging-service:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3/logging-service$ go run main.go --port 8210 --hazelcast 127.0.0.1:5701 --map dev-map
2025/06/07 08:42:12 INFO : trying to connect to cluster: dev-map
2025/06/07 08:42:12 INFO : connected to cluster: dev-map
2025/06/07 08:42:12 INFO :
```

```
Members {size:3, ver:3} [
  Member 172.18.0.1:5702 - 1cf2f3db-7923-418f-bdab-2c1317abf862
  Member 172.18.0.1:5701 - 23203b7a-407e-4a61-9fb3-1661e3bc9e48
  Member 172.18.0.1:5703 - 5be453a0-432d-4e56-bf95-13a5844b58ff
]
```

```
Successfully connected to Hazelcast map 'dev-map' at 127.0.0.1:5701
Starting logging-service on port :8210
```

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3/logging-service$ go run main.go --port 8211 --hazelcast 127.0.0.1:5702 --map dev-map
2025/06/07 08:42:34 INFO : trying to connect to cluster: dev-map
2025/06/07 08:42:34 INFO : connected to cluster: dev-map
2025/06/07 08:42:34 INFO :
```

```
Members {size:3, ver:3} [
  Member 172.18.0.1:5702 - 1cf2f3db-7923-418f-bdab-2c1317abf862
  Member 172.18.0.1:5701 - 23203b7a-407e-4a61-9fb3-1661e3bc9e48
  Member 172.18.0.1:5703 - 5be453a0-432d-4e56-bf95-13a5844b58ff
]
```

```
Successfully connected to Hazelcast map 'dev-map' at 127.0.0.1:5702
Starting logging-service on port :8211
```

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3/logging-service$ go run main.go --port 8212 --hazelcast 127.0.0.1:5703 --map dev-map
2025/06/07 08:42:58 INFO : trying to connect to cluster: dev-map
2025/06/07 08:42:58 INFO : connected to cluster: dev-map
2025/06/07 08:42:58 INFO :
```

```
Members {size:3, ver:3} [
  Member 172.18.0.1:5702 - 1cf2f3db-7923-418f-bdab-2c1317abf862
  Member 172.18.0.1:5701 - 23203b7a-407e-4a61-9fb3-1661e3bc9e48
  Member 172.18.0.1:5703 - 5be453a0-432d-4e56-bf95-13a5844b58ff
]
```

```
Successfully connected to Hazelcast map 'dev-map' at 127.0.0.1:5703
Starting logging-service on port :8212
```

facade-service:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3/facade-service$ go run main.go
2025/06/07 08:43:22 Starting facade-service on port 8080
```

Для перевірки подальшої роботи потрібно зробити наступний запит:

```
curl -X POST http://localhost:7201/update-addresses -d '{ "addresses": ["localhost:8210", "localhost:8211", "localhost:8212"]}'
```

Вивід config-service:

```
2025/06/07 08:47:49 Addresses updated to: [localhost:8210 localhost:8211 localhost:8212]
```

Він потрібен для config-service щоб задати конфігурацію доступних logging-service.

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:7201/update-addresses \
-d '{ "addresses": ["localhost:8210", "localhost:8211", "localhost:8212"]}'
{"message": "Addresses updated successfully"}
```

Тепер виконаємо запис повідомлень через facade-service:

```
curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-1'
```

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-1'
Message sent with ID: 921952b5-9822-416f-b2ff-743d2dd2d2ed to user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
ssage-1'
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-2'
Message sent with ID: c292b7c7-8359-4d8e-8dde-4c58e37d64d3 to user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-3'
Message sent with ID: 23702bea-ceb6-4d5d-90ec-aa27b0aad7ff to user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-4'
Message sent with ID: d6eff209-c21b-4959-be34-0e5b14029bb7 to user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-5'
Message sent with ID: 90bfd907-6022-4e17-a815-6199a24caa4c to user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:8080/message -d 'Message-6'
Message sent with ID: f95ad1de-6582-4ce0-910d-594409772949 to user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
```

та перевіримо вивід facade-service:

```
2025/06/07 08:49:09 Attempt 1: Sending POST request to http://localhost:8210/log with payload: {"id": "921952b5-9822-416f-b2ff-743d2dd2d2ed", "msg": "Mes
sage-1"}
2025/06/07 08:49:09 Successfully sent message on attempt 1 to localhost:8210
2025/06/07 08:49:48 Attempt 1: Sending POST request to http://localhost:8211/log with payload: {"id": "c292b7c7-8359-4d8e-8dde-4c58e37d64d3", "msg": "Mes
sage-2"}
2025/06/07 08:49:48 Successfully sent message on attempt 1 to localhost:8211
2025/06/07 08:49:53 Attempt 1: Sending POST request to http://localhost:8212/log with payload: {"id": "23702bea-ceb6-4d5d-90ec-aa27b0aad7ff", "msg": "Mes
sage-3"}
2025/06/07 08:49:53 Successfully sent message on attempt 1 to localhost:8212
2025/06/07 08:49:57 Attempt 1: Sending POST request to http://localhost:8211/log with payload: {"id": "d6eff209-c21b-4959-be34-0e5b14029bb7", "msg": "Mes
sage-4"}
2025/06/07 08:49:57 Successfully sent message on attempt 1 to localhost:8211
2025/06/07 08:50:00 Attempt 1: Sending POST request to http://localhost:8212/log with payload: {"id": "90bfd907-6022-4e17-a815-6199a24caa4c", "msg": "Mes
sage-5"}
2025/06/07 08:50:00 Successfully sent message on attempt 1 to localhost:8212
2025/06/07 08:50:08 Attempt 1: Sending POST request to http://localhost:8212/log with payload: {"id": "f95ad1de-6582-4ce0-910d-594409772949", "msg": "Mes
sage-6"}
2025/06/07 08:50:08 Successfully sent message on attempt 1 to localhost:8212
```

Як можна побачити, facade-service обирає випадкового logging-service для відправлення повідомлень.

Тепер переглянемо вивід усіх logging-service:

```
Successfully connected to Hazelcast map 'dev-map' at 127.0.0.1:5701
Starting logging-service on port :8210
Received message: ID=921952b5-9822-416f-b2ff-743d2dd2d2ed, Msg=Message-1. Already exists or successfully added to map.
Successfully connected to Hazelcast map 'dev-map' at 127.0.0.1:5702
Starting logging-service on port :8211
Received message: ID=c292b7c7-8359-4d8e-8dde-4c58e37d64d3, Msg=Message-2. Already exists or successfully added to map.
Received message: ID=d6eff209-c21b-4959-be34-0e5b14029bb7, Msg=Message-4. Already exists or successfully added to map.
Successfully connected to Hazelcast map 'dev-map' at 127.0.0.1:5703
Starting logging-service on port :8212
Received message: ID=23702bea-ceb6-4d5d-90ec-aa27b0aad7ff, Msg=Message-3. Already exists or successfully added to map.
Received message: ID=90bfd907-6022-4e17-a815-6199a24caa4c, Msg=Message-5. Already exists or successfully added to map.
Received message: ID=f95ad1de-6582-4ce0-910d-594409772949, Msg=Message-6. Already exists or successfully added to map.
```

як можна побачити, кожен з них отримав хоча б один запит.

Тепер отримаємо всі повідомлення через GET messages:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X GET http://localhost:8080/messages
Message-5
Message-2
Message-4
Message-6
Message-3
Message-1
not implemented yetuser@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$
```

Як можна побачити, отримано всі повідомлення а також повідомлення з message-service.

Тепер вимкнемо два logging-service та дві ноди hazelcast:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ sudo docker compose down hz-1 hz-2
[+] Running 2/2
  ✓ Container hz-1 Removed                                0.3s
  ✓ Container hz-2 Removed                                0.3s
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ sudo docker ps
CONTAINER ID   IMAGE                                NAMES      COMMAND                CREATED        STATUS        PORTS
912b74f4458e   hazelcast/management-center:5.4.0   "bash ./bin/mc-start..." About an hour ago Up About an hour 8081/tcp, 8443/tcp, 0.0.0.0:8080->8080
8812f1109dce   hazelcast/hazelcast:5.4.0           "hz start"  About an hour ago Up About an hour 0.0.0.0:5703->5701/tcp, [::]:5703->5701/tcp
```

Зразу видно реакцію останнього logging-service:

```
2025/06/07 09:47:29 INFO :
Members {size:1, ver:4} [
  Member 172.18.0.1:5703 - 5be453a0-432d-4e56-bf95-13a5844b58ff
]
```

також внесемо зміни у config-service:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X POST http://localhost:7201/update-addresses \
-d '{ "addresses": ["localhost:8212"]}'
{"message":"Addresses updated successfully"}
2025/06/07 09:51:27 Addresses updated to: [localhost:8212]
```

Тепер отримаємо всі повідомлення:

```
user@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$ curl -X GET http://localhost:8080/messages
Message-2
Message-4
Message-6
Message-3
Message-1
Message-5
not implemented yetuser@ubuntu:~/Documents/2_sem/dist_sys/3$

2025/06/07 09:52:33 Sending GET request to logging-service at http://localhost:8212/logs
2025/06/07 09:52:33 Received response from logging-service localhost:8212: 200
2025/06/07 09:52:33 Sending GET request to messages-service at http://localhost:8082/message
2025/06/07 09:52:33 Received response from messages-service: 200
```

Як можна побачити, система працює та дані отримані у повному обсязі.

**Висновки:** виконана лабораторна робота успішно продемонструвала принципи побудови розподіленої мікросервісної архітектури з використанням Hazelcast Distributed Map. Було реалізовано динамічне виявлення сервісів через конфігураційний сервер, механізм балансування навантаження з випадковим вибором екземпляра logging-service для обробки запитів, а також забезпечено реплікацію та відмовостійкість даних за рахунок зберігання повідомлень у розподіленій мапі Hazelcast. Працездатність системи підтверджена навіть при відключенні окремих вузлів, що свідчить про високу доступність та консистентність даних у розподіленому середовищі.