

Κατανεμημένα Συστήματα – Project

2.2.1 Μοντέλο Αποστολής – Παράδοσης Μηνυμάτων μέσω Κοινής Ουράς

Αξιοποιώντας τον σύνδεσμο <https://www.rabbitmq.com/tutorials/tutorial-two-python.html>, προσθέτοντας τις απαραίτητες παραμέτρους (αναγνωριστικά αποστολέα, παραλήπτη και μηνύματος/διεργασίας, χρόνοι ενεργοποίησης, αποστολής και παραλαβής των μηνυμάτων/διεργασιών), υλοποιήθηκε μια απλή υπηρεσία στην οποία, διάφοροι παραλήπτες λαμβάνουν ασύγχρονα μηνύματα από αυθαίρετους αποστολείς και από τον message broker ακολουθείται πολιτική Round Robin.

Δυο παραδείγματα εκτέλεσης:

1. Ένας αποστολέας ενεργοποιείται και στέλνει μηνύματα. Αργότερα, μόλις ενεργοποιηθεί ο παραλήπτης, ξεκινάει να εξυπηρετεί με τη σειρά τα μηνύματα.

SENDER:

```
mde1i@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0001 Task 1.1
-----
[SENDER 0001] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:00:50
                MSG BODY: Task 1.1
-----

mde1i@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0001 Task 1.2
-----
[SENDER 0001] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:02:33
                MSG BODY: Task 1.2
-----

mde1i@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0001 Task 1.3
-----
[SENDER 0001] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:03:35
                MSG BODY: Task 1.3
-----
```

RECEIVER:

```
mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python receiver.py 1001

-----
[RECEIVER 1001]          STARTED: 12-02-2024 21:07:02
                        Waiting for incoming messages from HELLO QUEUE. Press CTRL+C to exit...
-----

[RECEIVER 1001] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:07:02
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:00:50
                        MSG BODY: Task 1.1
-----

[RECEIVER 1001] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:07:03
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:02:33
                        MSG BODY: Task 1.2
-----

[RECEIVER 1001] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:07:04
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:03:35
                        MSG BODY: Task 1.3
-----

█
```

2. Πρώτα ενεργοποιούνται 3 παραλήπτες και περιμένουν, ύστερα ενεργοποιούνται 2 αποστολείς και στέλνουν από 3 μηνύματα ο καθένας

SENDER 1:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0001 Task 1.1
-----
[SENDER 0001] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:19:57
                MSG BODY: Task 1.1
-----

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0001 Task 1.2
-----
[SENDER 0001] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:20:08
                MSG BODY: Task 1.2
-----

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0001 Task 1.3
-----
[SENDER 0001] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0001]   SND TIME: 12-02-2024 21:21:55
                MSG BODY: Task 1.3
-----

```

SENDER 2:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0002 Task 2.1
-----
[SENDER 0002] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0002]   SND TIME: 12-02-2024 21:20:13
                MSG BODY: Task 2.1
-----

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0002 Task 2.2
-----
[SENDER 0002] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0002]   SND TIME: 12-02-2024 21:20:29
                MSG BODY: Task 2.2
-----

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python sender.py 0002 Task 2.3
-----
[SENDER 0002] Just sent the following message to the HELLO QUEUE:
[SENDER 0002]   SND TIME: 12-02-2024 21:20:30
                MSG BODY: Task 2.3
-----

```

RECEIVER 1:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python receiver.py 1001
-----
[RECEIVER 1001]          STARTED: 12-02-2024 21:19:31
                        Waiting for incoming messages from HELLO QUEUE. Press CTRL+C to exit...
-----
[RECEIVER 1001] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:19:57
[SENDER 0001]          SND TIME: 12-02-2024 21:19:57
                        MSG BODY: Task 1.1
-----
[RECEIVER 1001] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:20:29
[SENDER 0002]          SND TIME: 12-02-2024 21:20:29
                        MSG BODY: Task 2.2
-----

```

RECEIVER 2:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python receiver.py 1002
-----
[RECEIVER 1002]          STARTED: 12-02-2024 21:19:37
                        Waiting for incoming messages from HELLO QUEUE. Press CTRL+C to exit...
-----
[RECEIVER 1002] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:20:08
[SENDER 0001]          SND TIME: 12-02-2024 21:20:08
                        MSG BODY: Task 1.2
-----
[RECEIVER 1002] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:20:30
[SENDER 0002]          SND TIME: 12-02-2024 21:20:30
                        MSG BODY: Task 2.3
-----

```

RECEIVER 3:

```
mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταναεμημένα Συστήματα/project/2.2.1
$ python receiver.py 1003

-----
[RECEIVER 1003]          STARTED: 12-02-2024 21:19:46
                        Waiting for incoming messages from HELLO QUEUE. Press CTRL+C to exit...
-----

[RECEIVER 1003] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:20:13
[SENDER 0002]          SND TIME: 12-02-2024 21:20:13
                        MSG BODY: Task 2.1
-----

[RECEIVER 1003] New message received.
                        RCV TIME: 12-02-2024 21:21:55
[SENDER 0001]          SND TIME: 12-02-2024 21:21:55
                        MSG BODY: Task 1.3
-----
█
```

2.2.2 Στοιχειώδες Μοντέλο Ενορχήστρωσης Ανάθεσης Καθηκόντων

Τροποποιώντας τον κώδικα του προηγούμενου ερωτήματος ώστε ο ενορχηστρωτής (πρώην-αποστολέας) να αποστέλλει στους εργάτες μια ουρά διεργασιών αντί για μια μοναδική εργασία τη φορά, επιτυγχάνεται το Στοιχειώδες Μοντέλο Ενορχήστρωσης Ανάθεσης Καθηκόντων. Κάθε ξεχωριστή διεργασία στην ουρά, έχει τον δικό της εκτιμώμενο χρόνο εκτέλεσης, τον οποίο λαμβάνει υπόψιν ο εκάστοτε εργάτης που θα την εκτελέσει. Αν κάποιος εργάτης ξαφνικά σταματήσει να είναι ενεργός, η διεργασία δεν χάνεται. Θα μεταφερθεί στην ουρά «νεκρών» μηνυμάτων (dead – letter queue) και αργότερα θα επιστρέψει πίσω στην αρχική ουρά για να αποσταλλεί ξανά σε κάποιον από τους εναπομείναντες ενεργούς εργάτες.

Τα παραπάνω φαίνονται στο επόμενο παράδειγμα. Αρχικά δημιουργούμε 3 εργάτες που περιμένουν να εξυπηρετήσουν. Έπειτα δημιουργούμε 2 ενορχηστρωτές, οι οποίοι αποστέλλουν από 5 διεργασίες διαφορετικής χρονικής διάρκειας ο καθένας. Κάποια στιγμή παρατηρούμε ότι η λειτουργία του τελευταίου εργάτη (με ID: 9003) διακόπτεται κατά την εκτέλεση της διεργασίας με ID: 4 που εστάλη από τον ενορχηστρωτή με ID: 0001. Ωστόσο, μπορούμε να δούμε ότι η συγκεκριμένη εργασία δεν χάθηκε, αφού αργότερα εκτελέστηκε επιτυχώς από τον εργάτη με ID: 9001.

ORCHESTRATOR 0001:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.2
$ python orchestrator.py 0001 1 3 4 3 5
-----
[ORCHESTRATOR 0001] Process Name = orchestrator.py
TASK SUBMISSION TIME: 13-02-2024 22:15:05
-----

ORCHESTRATOR: 0001; Task-ID: 1; Duration: 1 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0001; Task-ID: 2; Duration: 3 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0001; Task-ID: 3; Duration: 4 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0001; Task-ID: 4; Duration: 3 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0001; Task-ID: 5; Duration: 5 (seconds).
-----

[ORCHESTRATOR 0001] Just enqueued 5 tasks to WORK QUEUE, to be serviced by active workers.
-----

```

ORCHESTRATOR 0002:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.2
$ python orchestrator.py 0002 3 4 5 2 1
-----
[ORCHESTRATOR 0002] Process Name = orchestrator.py
TASK SUBMISSION TIME: 13-02-2024 22:15:07
-----

ORCHESTRATOR: 0002; Task-ID: 1; Duration: 3 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0002; Task-ID: 2; Duration: 4 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0002; Task-ID: 3; Duration: 5 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0002; Task-ID: 4; Duration: 2 (seconds).
-----

ORCHESTRATOR: 0002; Task-ID: 5; Duration: 1 (seconds).
-----

[ORCHESTRATOR 0002] Just enqueued 5 tasks to WORK QUEUE, to be serviced by active workers.
-----

```

WORKER 9001:

```
mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.2
$ python worker.py 9001
```

```
[WORKER 9001] Claiming tasks to serve from WORK QUEUE. Press CTRL+C to exit...
```

```
[WORKER 9001] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:06  
ORCHESTRATOR-ID: 0001; Task-ID: 1; Duration: 1 (seconds)  
[REDACTED] 100%  
...task service is completed...
```

```
[WORKER 9001] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:13  
ORCHESTRATOR-ID: 0001; Task-ID: 3; Duration: 4 (seconds)  
[REDACTED] 100%  
...task service is completed...
```

```
[WORKER 9001] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:18  
ORCHESTRATOR-ID: 0001; Task-ID: 4; Duration: 3 (seconds)  
[REDACTED] 100%  
...task service is completed...
```

```
[WORKER 9001] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:21  
ORCHESTRATOR-ID: 0002; Task-ID: 4; Duration: 2 (seconds)  
[REDACTED] 100%  
...task service is completed...
```

```
[WORKER 9001] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:23  
ORCHESTRATOR-ID: 0001; Task-ID: 5; Duration: 5 (seconds)  
[REDACTED] 100%  
...task service is completed...
```

WORKER 9002:

```
mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.2
$ python worker.py 9002
```

```
-----
[WORKER 9002] Claiming tasks to serve from WORK QUEUE. Press CTRL+C to exit...
-----
```

```
[WORKER 9002] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:09
ORCHESTRATOR-ID: 0001; Task-ID: 2; Duration: 3 (seconds)
████████████████████ 100%
...task service is completed...
-----
```

```
[WORKER 9002] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:14
ORCHESTRATOR-ID: 0002; Task-ID: 2; Duration: 4 (seconds)
████████████████████ 100%
...task service is completed...
-----
```

```
[WORKER 9002] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:19
ORCHESTRATOR-ID: 0002; Task-ID: 3; Duration: 5 (seconds)
████████████████████ 100%
...task service is completed...
-----
```

```
[WORKER 9002] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:24
ORCHESTRATOR-ID: 0002; Task-ID: 5; Duration: 1 (seconds)
████████████████████ 100%
...task service is completed...
-----
```

WORKER 9003:

```
mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/2.2.2
$ python worker.py 9003
```

```
-----
[WORKER 9003] Claiming tasks to serve from WORK QUEUE. Press CTRL+C to exit...
-----
```

```
[WORKER 9003] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:10
ORCHESTRATOR-ID: 0002; Task-ID: 1; Duration: 3 (seconds)
████████████████████ 100%
...task service is completed...
-----
```

```
[WORKER 9003] Received new task, at time 13-02-2024 22:15:16
ORCHESTRATOR-ID: 0001; Task-ID: 4; Duration: 3 (seconds)
████████████████████ ..... 47%
Interrupted
```


2.2.3 Μοντέλο Φιλτραρίσματος Μηνυμάτων

Σε αυτή τη φάση, αξιοποιώντας την έννοια του ανταλλακτηρίου (exchange), οι προηγούμενοι κώδικες τροποποιήθηκαν με βάση τα παραδείγματα από το `rabbitmq.com` ώστε να υιοθετηθεί το ζητούμενο μοτίβο επικοινωνίας. Κάθε publisher, είτε είναι εντοχικό, είτε εξωτερικό, αποστέλλει ένα μήνυμα με ένα tag, μια ετικέτα, που δηλώνει σε ποιά ομάδα ή σε ποιόν subscriber συγκεκριμένα απευθύνεται το μήνυμα αυτό. Αυτό εγγράφεται στο ανταλλακτήριο `task_stream` και περιμένει να εξυπηρετηθεί. Κάθε subscriber διαθέτει μια λίστα ετικετών που δηλώνουν ποιά μηνύματα μπορεί να εξυπηρετήσει. Αν σε κάποιο μήνυμα αναγνωρίσει κάποια από τις ετικέτες της λίστας, σημαίνει ότι μπορεί να το αναλάβει, αλλιώς το απορρίπτει και το μήνυμα συνεχίζει να περιμένει στην ουρά.

Στο επόμενο παράδειγμα εκτελούνται οι εντολές της εκφώνησης για να επιβεβαιωθεί η παραπάνω λειτουργία.

ORCH1-subscriber:

```
mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταναεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python subscriber.py ORCH1 ORCH1 ORCHESTRATORS ALL
=====
[SUBSCRIBER ORCH1] Awaiting Messages with TAGS in [ORCH1 ORCHESTRATORS ALL] from MESSAGE FILTERING STREAM. Press CTRL+C to exit...
=====
[SUBSCRIBER ORCH1 Just received a new message:]
=====
PUBLISHER ID: WORKER1
MESSAGE ID: WORKER1.5640
MESSAGE TAG: ORCH1
BODY: TOTAL LOAD: 12 SECONDS
=====
Total number of received Messages for SUBSCRIBER ORCH1 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 3 seconds...
=====
[SUBSCRIBER ORCH1 Just received a new message:]
=====
PUBLISHER ID: WORKER2
MESSAGE ID: WORKER2.4977
MESSAGE TAG: ORCH1
BODY: TOTAL LOAD: 13 SECONDS
=====
Total number of received Messages for SUBSCRIBER ORCH1 is: 2
=====
...simulating the execution of some other local work, for 9 seconds...
=====
[SUBSCRIBER ORCH1 Just received a new message:]
=====
PUBLISHER ID: WORKER1
MESSAGE ID: WORKER1.9185
MESSAGE TAG: ORCH1
BODY: COMPLETED TASK ID: ORCH1.01
=====
Total number of received Messages for SUBSCRIBER ORCH1 is: 3
=====
...simulating the execution of some other local work, for 5 seconds...
```

WORKER1-subscriber:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python subscriber.py WORKER1 WORKER1 WORKERS ALL
=====
[SUBSCRIBER WORKER1] Awaiting Messages with TAGS in [WORKER1 WORKERS ALL] from MESSAGE FILTERING STREAM. Press CTRL+C to exit...
=====
[SUBSCRIBER WORKER1 Just received a new message:]
=====
PUBLISHER ID: ORCH1
MESSAGE ID: ORCH1.5953
MESSAGE TAG: WORKERS
BODY: TASK-ID: ORCH1.01 TASK LOAD: 2 SECONDS
=====
Total number of received Messages for SUBSCRIBER WORKER1 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 2 seconds...
□

```

WORKER2-subscriber:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python subscriber.py WORKER2 WORKER2 WORKERS ALL
=====
[SUBSCRIBER WORKER2] Awaiting Messages with TAGS in [WORKER2 WORKERS ALL] from MESSAGE FILTERING STREAM. Press CTRL+C to exit...
□

```

ORCH1-publisher:

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python publisher.py ORCH1 WORKERS TASK-ID: ORCH1.01 TASK LOAD: 2 SECONDS
=====
[PUBLISHER ORCH1] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PUBLISHER ID: ORCH1
MESSAGE ID: ORCH1.5953
MESSAGE TAG: WORKERS
BODY: TASK-ID: ORCH1.01 TASK LOAD: 2 SECONDS
=====
New Message just published.
=====

```

WORKER1-publisher:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python publisher.py WORKER1 ORCH1 TOTAL LOAD: 12 SECONDS
=====
[PUBLISHER WORKER1] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PUBLISHER ID: WORKER1
MESSAGE ID: WORKER1.5640
MESSAGE TAG: ORCH1
BODY: TOTAL LOAD: 12 SECONDS
-----
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python publisher.py WORKER1 ORCH1 COMPLETED TASK ID: ORCH1.01
=====
[PUBLISHER WORKER1] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PUBLISHER ID: WORKER1
MESSAGE ID: WORKER1.9185
MESSAGE TAG: ORCH1
BODY: COMPLETED TASK ID: ORCH1.01
-----
New Message just published.
=====

```

WORKER2-publisher:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/2.2.3
$ python publisher.py WORKER2 ORCH1 TOTAL LOAD: 13 SECONDS
=====
[PUBLISHER WORKER2] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PUBLISHER ID: WORKER2
MESSAGE ID: WORKER2.4977
MESSAGE TAG: ORCH1
BODY: TOTAL LOAD: 13 SECONDS
-----
New Message just published.
=====

```

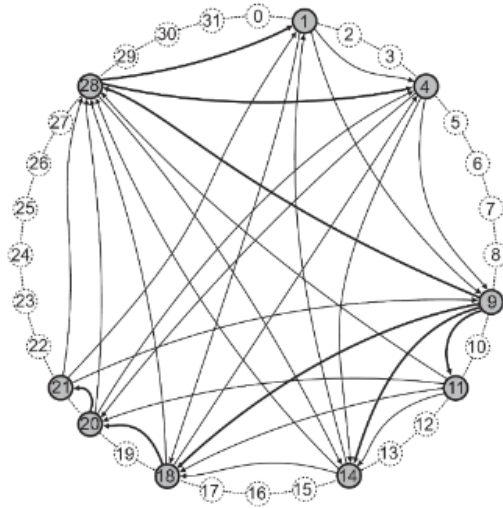
2.3 Υπολογισμός Ελάχιστων / Μέγιστων Ενδείξεων Θερμοκρασίας

2.3.1 Δημιουργία δικτύου Επικάλυψης για Επικοινωνία Διεργασιών με χρήση Ανταλλακτηρίου Μηνυμάτων

Αρχικά, στο αρχείο `process.py` δημιουργήθηκε η κλάση `Process`, η οποία δημιουργεί αντικείμενα που διαθέτουν το δικό τους ξεχωριστό αναγνωριστικό και μια λίστα αναγνωριστικών των γειτόνων τους. Στην κλάση επίσης περιλαμβάνεται η μέθοδος `get_process_by_pid(pid, processes)`, η οποία επιστρέφει ένα αντικείμενο τύπου `process` με βάση το `id` που του δίνεται στο πεδίο `pid`.

Το αρχείο κώδικα `publisher.py` έχει περίπου την ίδια λειτουργία με εκείνο του προηγούμενου ερωτήματος. Καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται μια διεργασία όταν αποστέλλει ένα μήνυμα στους γείτονές της. Αρχικά, δημιουργούνται οι διεργασίες της εκφώνησης $P = \{01, 04, 09, 11, 14, 18, 20, 21, 28\}$, με τους αντίστοιχους γείτονές τους, όπως φαίνεται στο σχήμα, δηλαδή αναπαρίσταται το δίκτυο επικάλυψης.

```
#Αρχικοποίηση διεργασιών
processes = {
    "01": Process("01", ["04", "09", "18"]),
    "04": Process("04", ["09", "14", "20"]),
    "09": Process("09", ["11", "21", "28"]),
    "11": Process("11", ["14", "18", "20", "28"]),
    "14": Process("14", ["18", "28"]),
    "18": Process("18", ["04", "20", "P28"]),
    "20": Process("20", ["04", "28"]),
    "21": Process("21", ["01", "09", "P28"]),
    "28": Process("28", ["01", "04"])
}
```



Το πρόγραμμα λαμβάνει από τον χρήστη, μέσω του τερματικού το αναγνωριστικό της διεργασίας που θέλει να αποστείλει το μήνυμα (sender_id), μια λίστα αναγνωριστικών των επιθυμητών παραληπτών του μηνύματος (recipient_ids) και τέλος το ίδιο το μήνυμα. Ελέγχει αν οι επιθυμητοί παραλήπτες είναι γείτονες και αναλόγως αγνοεί το μήνυμα ή το αποστέλλει στους επιθυμητούς παραλήπτες. Καλείται ως εξής:

```
python publisher.py <sender_id> <recipient_ids> <message>
```

Προσοχή: τα στοιχεία της λίστας recipient_ids κατά την κλήση της publisher.py πρέπει να χωρίζονται μόνο με κόμμα (',') και χωρίς κενά.

Παράδειγμα κλήσης: python publisher.py 01 04,09,18 Hello World!

Το αρχείο κώδικα consumer.py έχει περίπου την ίδια λειτουργία με το subscriber.py του προηγούμενου ερωτήματος. Καθορίζει την συμπεριφορά μιας διεργασίας που λαμβάνει ένα μήνυμα από μια άλλη. Όπως και για το publisher.py, γίνεται πάλι η αρχικοποίηση των διεργασιών σύμφωνα με το σχήμα της εκφώνησης, αφού δεν γνωρίζουμε ποιο από τα δύο αρχεία θα εκτελεστεί πρώτο από τον χρήστη. Μια διεργασία – παραλήπτης, αφού πρώτα ελέγξει αν βρίσκεται στην λίστα των πιθανών παραληπτών του μηνύματος, βλέπει το μήνυμα και το εξυπηρετεί. Καλείται ως εξής:

```
python consumer.py <recipient_id>
```

Παράδειγμα κλήσης: python consumer.py 04

Παράδειγμα χρήσης και screenshots:

Process 01 – publisher:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python publisher.py 01 04,18,09 All my neighbors can see this.
=====
[Process 01] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PROCESS ID: 01
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['04', '18', '09']
BODY: All my neighbors can see this.
-----
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python publisher.py 01 04,18 Only neighbors 04 and 18 can see this.
=====
[Process 01] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PROCESS ID: 01
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['04', '18']
BODY: Only neighbors 04 and 18 can see this.
-----
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python publisher.py 01 11,14 This has to be ignored.
Couldn't send message, because the receivers are not neighbors.

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ █

```

Process 04 – publisher:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python publisher.py 04 09,20,14 All my neighbors can see this.
=====
[Process 04] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PROCESS ID: 04
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['09', '20', '14']
BODY: All my neighbors can see this.
-----
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ █

```

Process 11 – publisher:

```

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python publisher.py 11 18,28 Only neighbors 18 and 28 can see this.
=====
[Process 11] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PROCESS ID: 11
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['18', '28']
BODY: Only neighbors 18 and 28 can see this.
-----
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ █

```

Process 04 – consumer:

```
mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταναεμημένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python consumer.py 04
=====
[Process 04] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 04 Just received a new message:]
=====
SENDER ID: 01
MESSAGE BODY: All my neighbors can see this.
=====
Total number of received Messages for Process 04 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 6 seconds...
██████████ 100%
```

```
=====
[Process 04 Just received a new message:]
=====
SENDER ID: 01
MESSAGE BODY: All my neighbors can see this.
=====
Total number of received Messages for Process 04 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 6 seconds...
██████████ 100%
```

Process 18 – consumer:

```
mdeli@DESKTOP-H4OLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταναεμημένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python consumer.py 18
=====
[Process 18] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 18 Just received a new message:]
=====
SENDER ID: 01
MESSAGE BODY: Only neighbors 04 and 18 can see this.
=====
Total number of received Messages for Process 18 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 3 seconds...
██████████ 100%
```

```
=====
[Process 18 Just received a new message:]
=====
SENDER ID: 11
MESSAGE BODY: Only neighbors 18 and 28 can see this.
=====
Total number of received Messages for Process 18 is: 2
=====
...simulating the execution of some other local work, for 4 seconds...
██████████ 100%
```

```
=====
[Process 18 Just received a new message:]
=====
SENDER ID: 11
MESSAGE BODY: Only neighbors 18 and 28 can see this.
=====
Total number of received Messages for Process 18 is: 2
=====
...simulating the execution of some other local work, for 4 seconds...
██████████ 100%
```

Process 20 – consumer:

```
mde1i@DESKTOP-H4QLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.1 (main)
$ python consumer.py 20

=====
[Process 20] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 20 Just received a new message:]

=====
SENDER ID: 04
MESSAGE BODY: All my neighbors can see this.
=====
Total number of received Messages for Process 20 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 5 seconds...
██████████ 100%
```

```
[Process 20 Just received a new message:]
-----
SENDER ID: 04
MESSAGE BODY: All my neighbors can see this.
-----
Total number of received Messages for Process 20 is: 1
-----
...simulating the execution of some other local work, for 5 seconds...
██████████ 100%
```

2.3.2 Δημιουργία Παλμών Χρονισμού και Δειγματοληψίας Τιμών Αισθητήρων Θερμοκρασίας

Αρχικά, στο αρχείο `classes.py`, κατασκευάστηκε η κλάση `HeartbitAndTemperatureGenerator`, με τις εξής μεθόδους:

- `__init__(self, sampling_interval)`: Καλείται με την δημιουργία κάθε αντικειμένου τύπου `HeartbitAndTemperatureGenerator` που παίρνει σαν όρισμα τον χρόνο που θα πρέπει να μεσολαβεί μεταξύ διαδοχικών παλμών, μια αυθαίρετη τιμή, πχ 30 sec.
- `generate_temperature_samples(self)`: Με την κλήση της `[round(random.uniform(0, 40), 1) for _ in range(32)]`, δημιουργούνται και επιστρέφονται 32 δείγματα (όσοι είναι και οι αισθητήρες) θερμοκρασίας (τυχαίων τιμών από το 0 ως το 40).
- `send_samples_to_processes(self)`: Η μέθοδος αυτή παράγει τα δείγματα και την χρονοσφραγίδα της στιγμής που εκείνη εκτελείται, της στιγμής δηλαδή που ξεκινάει η δειγματοληψία. Επιστρέφει τον συνδυασμό αυτών των 2 μεταβλητών, ο οποίος αποτελεί και το μήνυμα που θα αποστέλλεται στις διεργασίες.

Έπειτα, ο κώδικας των διεργασιών, δηλαδή τα αρχεία `consumer.py` και `publisher.py` τροποποιούνται ώστε να στέλνεται το μήνυμα που παράγει η μέθοδος `send_samples_to_processes()`. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία ενός αντικειμένου τύπου `HearbitAndTemperatureGenerator` (`hbtg = HeartbitAndTemperatureGenerator(30)`) για το οποίο θα τρέχει η μέθοδος `send_samples_to_processes()` και θα γίνεται μέρος του

συνολικού μηνύματος (`message_body = hbtg.send_samples_to_processes()`). Οι υπόλοιπες λειτουργίες θα παραμείνουν ίδιες.

Η κλήση του `consumer.py` θα γίνεται όπως προηγουμένως, δηλαδή:

```
python consumer.py <recipient_id>.
```

Η κλήση του `publisher.py` αλλάζει, εφόσον το μήνυμα δεν δίνεται πλέον από τον χρήστη, αλλά από το ίδιο το πρόγραμμα, άρα θα είναι:

```
python publisher.py <sender_id> <recipient_ids>
```

Προσοχή: όπως και προηγουμένως, τα στοιχεία της λίστας `recipient_ids` κατά την κλήση της `publisher.py` πρέπει να χωρίζονται μόνο με κόμμα (',') και χωρίς κενά.

Παράδειγμα: Η ανταλλαγή των μηνυμάτων γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως παραπάνω, ώστε να φαίνονται οι διαφορές μεταξύ των ερωτημάτων.

Process 01 – publisher:

```
mdeli@DESKTOP-HAOLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python publisher.py 01 04,18,09
=====
[Process 01] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PROCESS ID: 01
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['04', '18', '09']
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:17
SAMPLES: [15.5, 34.1, 37.7, 34.8, 39.2, 23.1, 1.9, 8.7, 7.4, 21.3, 4.0, 19.9, 28.3, 13.5, 34.6, 22.2, 21.2, 19.5, 38.4, 20.8, 32.3, 34.5, 31.7, 3.3, 33.8, 24.7, 31.5, 0.3, 1.6, 29.7, 21.9, 32.0]
=====
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-HAOLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python publisher.py 01 04,18
=====
[Process 01] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PROCESS ID: 01
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['04', '18']
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:48
SAMPLES: [12.2, 26.9, 6.9, 32.4, 7.0, 33.6, 24.2, 27.3, 22.4, 22.1, 26.6, 19.7, 35.6, 32.5, 10.2, 4.9, 6.1, 2.6, 39.7, 16.8, 34.1, 9.9, 11.1, 39.1, 17.5, 9.6, 18.7, 29.3, 30.5, 7.2, 9.2, 8.6]
=====
New Message just published.
=====

mdeli@DESKTOP-HAOLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python publisher.py 01 11,14
Couldn't send message, because the receivers are not neighbors.
```

Process 04 – publisher:

```
mdeli@DESKTOP-HAOLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python publisher.py 04 09,20,14
=====
[Process 04] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PROCESS ID: 04
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['09', '20', '14']
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:24
SAMPLES: [0.7, 15.0, 34.8, 0.4, 37.3, 30.6, 1.6, 33.1, 34.5, 12.6, 3.6, 15.5, 2.7, 13.1, 3.8, 13.4, 3.4, 31.6, 2.2, 14.7, 10.3, 19.8, 8.5, 16.3, 35.1, 33.9, 32.5, 8.0, 5.2, 38.3, 23.4, 37.4]
=====
New Message just published.
=====
```

Process 11 – publisher:


```

mdelli@DESKTOP-H4QLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python publisher.py 11 18,28
=====
[Process 11] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PROCESS ID: 11
RECIPIENT PROCESS ID(s): ['18', '28']
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:31
SAMPLES: [22.0, 40.0, 37.3, 7.8, 15.3, 28.8, 16.5, 2.2, 21.8, 37.8, 7.8, 7.4, 30.9, 37.0, 38.3, 3.4, 31.5, 26.6, 32.7, 38.2, 15.7, 7.3, 31.2, 23.9, 15.2, 32.6, 22.2, 29.9, 32.4, 9.2, 17.3, 19.2]
=====
New Message just published.
=====

```

Process 04 – consumer:

```

mdelli@DESKTOP-H4QLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python consumer.py 04
=====
[Process 04] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 04 Just received a new message:]
=====
SENDER PROCESS ID: 01
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:17
SAMPLES: [15.5, 34.1, 37.7, 34.8, 39.2, 23.1, 1.9, 8.7, 7.4, 21.3, 4.0, 19.9, 28.3, 13.5, 34.6, 22.2, 21.2, 19.5, 38.4, 20.8, 32.3, 34.5, 31.7, 3.3, 33.8, 24.7, 31.5, 0.3, 1.6, 29.7, 21.9, 32.0]
=====
Total number of received Messages for Process 04 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 9 seconds...
=====
[Process 04 Just received a new message:]
=====
SENDER PROCESS ID: 01
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:48
SAMPLES: [12.2, 26.9, 6.9, 32.4, 7.0, 33.6, 24.2, 27.3, 22.4, 22.1, 26.6, 19.7, 35.6, 32.5, 10.2, 4.9, 6.1, 2.6, 39.7, 16.8, 34.1, 9.9, 11.1, 39.1, 17.5, 9.6, 18.7, 29.3, 30.5, 7.2, 9.2, 8.6]
=====
Total number of received Messages for Process 04 is: 2
=====
...simulating the execution of some other local work, for 2 seconds...
=====

```

Process 18 – consumer:

```

mdelli@DESKTOP-H4QLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python consumer.py 18
=====
[Process 18] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 18 Just received a new message:]
=====
SENDER PROCESS ID: 11
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:31
SAMPLES: [22.0, 40.0, 37.3, 7.8, 15.3, 28.8, 16.5, 2.2, 21.8, 37.8, 7.8, 7.4, 30.9, 37.0, 38.3, 3.4, 31.5, 26.6, 32.7, 38.2, 15.7, 7.3, 31.2, 23.9, 15.2, 32.6, 22.2, 29.9, 32.4, 9.2, 17.3, 19.2]
=====
Total number of received Messages for Process 18 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 7 seconds...
=====

```

Process 20 – consumer:

```

mdelli@DESKTOP-H4QLBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.2 (main)
$ python consumer.py 20
=====
[Process 20] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 20 Just received a new message:]
=====
SENDER PROCESS ID: 04
SAMPLING TIMESTAMP: 23-02-2024 17:55:24
SAMPLES: [0.7, 15.0, 34.8, 0.4, 37.3, 30.6, 1.6, 33.1, 34.5, 12.6, 3.6, 15.5, 2.7, 13.1, 3.8, 13.4, 3.4, 31.6, 2.2, 14.7, 10.3, 19.8, 8.5, 16.3, 35.1, 33.9, 32.5, 8.0, 5.2, 38.3, 23.4, 37.4]
=====
Total number of received Messages for Process 20 is: 1
=====
...simulating the execution of some other local work, for 9 seconds...
=====

```

2.3.3 Καταγραφή Τοπικών Ενδείξεων και Υπολογισμός Καθολικών Εκτιμήσεων για Ελάχιστες/Μέσες/Μέγιστες Τιμές Θερμοκρασίας

Αρχικά, η κλάση `Process` τροποποιήθηκε ώστε να διαθέτει μεταβλητές για τις τοπικές και καθολικές τιμές μέγιστης, μέσης και ελάχιστης θερμοκρασίας. Στην κλάση δημιουργείται επίσης η μέθοδος `update_values()`, η οποία, συγκρίνοντας τις καθολικές με τις τοπικές τιμές θερμοκρασίας της διεργασίας, ορίζει κάθε φορά τις αντίστοιχες νέες καθολικές, αν αυτό είναι απαραίτητο. Για την δημιουργία λίστας με τα αναγνωριστικά των αισθητήρων που αντιστοιχούν στην κάθε διεργασία, δημιουργήθηκε επίσης η μέθοδος `get_sensor_list()`.

Η μέθοδος `callback()` μεταφέρεται στην κλάση `Process`, όπως και οι κώδικες των αρχείων `publisher.py` και `consumer.py` στις αντίστοιχες μεθόδους `publish()` και `consume()`. Στη μέθοδο `consume()`, η λίστα αισθητήρων λειτουργεί ως `index` στη λίστα δειγμάτων που λαμβάνονται από την εκάστοτε διεργασία, ώστε να εξυπηρετεί τους αισθητήρες που της αντιστοιχούν. Οι θερμοκρασίες διατάσσονται κατά αύξουσα σειρά και τυπώνονται στο τερματικό μαζί με την ελάχιστη, τη μέγιστη και τη μέση τιμή τους. Αυτές οι τιμές είναι τοπικές, αλλάζουν δηλαδή για κάθε παλμό. Όταν μια διεργασία ολοκληρώσει την εξυπηρέτηση των αισθητήρων που της αναλογούν, αποστέλλει το ίδιο μήνυμα στους έξω - γείτονές της έτσι ώστε να διαβαστούν τα δείγματα από όλους τους αισθητήρες.

Η μέθοδος `publish(message_body)` παίρνει ως όρισμα το μήνυμα το οποίο θα πρέπει να προέρχεται από κάποιο αντικείμενο `HeartbitAndTemperatureGenerator` και λειτουργεί ακριβώς όπως το αρχείο `publisher.py` των προηγούμενων ερωτημάτων.

Το αρχείο `process.py` λειτουργεί ως το `main` πρόγραμμα. Από τον χρήστη, μέσω του τερματικού, λαμβάνεται το αναγνωριστικό της διεργασίας που θα ενεργοποιηθεί. Έπειτα, δημιουργείται ένα αντικείμενο `HeartbitAndTemperatureGenerator hbtg`, μέσω του οποίου θα παραχθούν τα δείγματα προς αποστολή. Μια διεργασία μπορεί να ενεργοποιηθεί με 2 διαφορετικούς τρόπους:

- Με την εντολή `python process.py <process_id> p`: το `p` συμβολίζει ότι πρώτα θα κάνει `publish` το μήνυμα που έχει δημιουργήσει και έπειτα θα παραμείνει διαθέσιμη για να εξυπηρετήσει οποιοδήποτε μήνυμα της ανατεθεί.
- Με την εντολή `python process.py <process_id> c`: το `c` συμβολίζει ότι η διεργασία απευθείας θα είναι σε αναμονή για νέα μηνύματα, τα οποία θα εξυπηρετήσει και θα μεταφέρει στους έξω γείτονές της.

Παράδειγμα:

```
python process.py 01 p
```

python process.py 04 p


```
mde1i@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Κατανεμημένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.3/v.  
2 (main)  
$ python process.py 09 c  
  
=====  
[Process 09] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...  
=====
```

```
[Process 09 Just received a new message:]  
-----  
  
SENDER PROCESS ID: 04  
SENT FROM SENSORS: [9, 10]  
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:01  
SAMPLES: [0.6, 12.4]  
HIGHEST TEMPERATURE: 12.4  
LOWEST TEMPERATURE 0.6  
AVERAGE TEMPERATURE: 6.5  
  
-----  
---  
  
> Global Maximum Temperature updated...  
> Global Minimum Temperature updated...  
> Global Average Temperature updated...  
  
GLOBAL MAX: 12.4  
GLOBAL MIN: 0.6  
GLOBAL AVERAGE: 6.5  
  
-----  
---  
Total number of received Messages for Process 09 is: 1  
-----  
---  
...simulating the execution of some other local work, for 4 seconds...  
██████████ 100%  
=====
```

```
[Process 09] Publisher's Process Name = publisher.py  
-----  
---  
  
PROCESS ID: 09  
RECIPIENT PROCESS ID(s): '11', '21', '28'  
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:01  
SAMPLES: [37.4, 37.9, 38.5, 4.4, 13.9, 8.8, 39.3, 11.4, 12.4, 0.6, 34.3, 33.5, 18.0, 6.0, 12.4, 31.7, 17.5, 8.7, 39.1, 3  
3.7, 26.9, 25.0, 39.1, 21.5, 16.2, 2.3, 15.4, 6.4, 14.3, 7.3, 7.4, 16.3]  
  
-----  
---  
New Message just published.
```

```
=====
[Process 09] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 09 Just received a new message:]
-----
SENDER PROCESS ID: 04
SENT FROM SENSORS: [9, 10]
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:50:50
SAMPLES: [4.9, 5.1]
HIGHEST TEMPERATURE: 5.1
LOWEST TEMPERATURE 4.9
AVERAGE TEMPERATURE: 5.0
-----
> Global Average Temperature updated...

GLOBAL MAX: 12.4
GLOBAL MIN: 0.6
GLOBAL AVERAGE: 5.75
-----
Total number of received Messages for Process 09 is: 2
-----
...simulating the execution of some other local work, for 3 seconds...
████████████████████ 100%
=====
[Process 09] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
PROCESS ID: 09
RECIPIENT PROCESS ID(s): '11', '21', '28'
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:50:50
SAMPLES: [38.6, 17.1, 0.8, 13.0, 8.2, 6.0, 4.2, 8.1, 4.9, 5.1, 11.0, 2.2, 22.2, 13.3, 38.8, 8.4, 25.0, 20.2, 32.4, 10.1,
27.7, 39.1, 26.7, 5.6, 6.9, 37.7, 31.3, 37.9, 26.9, 21.8, 13.1, 32.2]
-----
New Message just published.
=====
[Process 09] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
[Process 09 Just received a new message:]
-----
SENDER PROCESS ID: 04
SENT FROM SENSORS: [9, 10]
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:17
SAMPLES: [2.7, 17.0]
HIGHEST TEMPERATURE: 17.0
LOWEST TEMPERATURE 2.7
AVERAGE TEMPERATURE: 9.85
-----
> Global Maximum Temperature updated...
> Global Average Temperature updated...

GLOBAL MAX: 17.0
GLOBAL MIN: 0.6
GLOBAL AVERAGE: 7.8
-----
Total number of received Messages for Process 09 is: 3
=====
```

```

...simulating the execution of some other local work, for 9 seconds...
██████████ 100%
=====
[Process 09] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PROCESS ID: 09
RECIPIENT PROCESS ID(s): '11', '21', '28'
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:17
SAMPLES: [7.9, 32.2, 9.7, 25.4, 39.6, 34.2, 21.0, 38.4, 17.0, 2.7, 2.4, 17.1, 22.8, 2.1, 25.4, 22.8, 10.9, 5.0, 25.9, 9.2, 11.2, 30.7, 32.9, 32.3, 30.5, 34.3, 4.0, 21.3, 32.0, 35.4, 25.3, 6.9]
=====
New Message just published.
=====
[Process 09] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====

```

python process.py 11 c

```

mdeli@DESKTOP-H40LBK8 MINGW64 ~/OneDrive/Υπολογιστής/ceid/Καταγεμμένα Συστήματα/project/Distributed-Systems-Project/2.3/2.3.3/v.
2 (main)
$ python process.py 11 c
=====
===
[Process 11] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
===
[Process 11 Just received a new message:]
-----
SENDER PROCESS ID: 09
SENT FROM SENSORS: [11, 12, 13]
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:01
SAMPLES: [18.0, 33.5, 34.3]
HIGHEST TEMPERATURE: 34.3
LOWEST TEMPERATURE 18.0
AVERAGE TEMPERATURE: 28.599999999999998
-----
> Global Maximum Temperature updated...
> Global Minimum Temperature updated...
> Global Average Temperature updated...

GLOBAL MAX: 34.3
GLOBAL MIN: 18.0
GLOBAL AVERAGE: 28.599999999999998
-----
Total number of received Messages for Process 11 is: 1
-----
...simulating the execution of some other local work, for 8 seconds...
██████████ 100%
=====
[Process 11] Publisher's Process Name = publisher.py
=====
PROCESS ID: 11
RECIPIENT PROCESS ID(s): '14', '18', '20', '28'
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:01
SAMPLES: [37.4, 37.9, 38.5, 4.4, 13.9, 8.8, 39.3, 11.4, 12.4, 0.6, 34.3, 33.5, 18.0, 6.0, 12.4, 31.7, 17.5, 8.7, 39.1, 3
3.7, 26.9, 25.0, 39.1, 21.5, 16.2, 2.3, 15.4, 6.4, 14.3, 7.3, 7.4, 16.3]
-----
New Message just published.
=====

```

```
[Process 11] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
===
[Process 11 Just received a new message:]
-----
--
SENDER PROCESS ID: 09
SENT FROM SENSORS: [11, 12, 13]
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:50:50
SAMPLES: [2.2, 11.0, 22.2]
HIGHEST TEMPERATURE: 22.2
LOWEST TEMPERATURE 2.2
AVERAGE TEMPERATURE: 11.799999999999999
-----
--
> Global Minimum Temperature updated...
> Global Average Temperature updated...

GLOBAL MAX: 34.3
GLOBAL MIN: 2.2
GLOBAL AVERAGE: 20.2
-----
--
Total number of received Messages for Process 11 is: 2
-----
--
...simulating the execution of some other local work, for 4 seconds...
██████████ 100%
=====
===
[Process 11] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
--
PROCESS ID: 11
RECIPIENT PROCESS ID(s): '14', '18', '20', '28'
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:50:50
SAMPLES: [38.6, 17.1, 0.8, 13.0, 8.2, 6.0, 4.2, 8.1, 4.9, 5.1, 11.0, 2.2, 22.2, 13.3, 38.8, 8.4, 25.0, 20.2, 32.4, 10.1, 27.7, 39.1, 26.7, 5.6, 6.9, 37.7, 31.3, 37.9, 26.9, 21.8, 13.1, 32.2]
-----
--
New Message just published.
=====
```

```
[Process 11] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
=====
===
[Process 11 Just received a new message:]
-----
--
SENDER PROCESS ID: 09
SENT FROM SENSORS: [11, 12, 13]
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:17
SAMPLES: [2.4, 17.1, 22.8]
HIGHEST TEMPERATURE: 22.8
LOWEST TEMPERATURE 2.4
AVERAGE TEMPERATURE: 14.100000000000001
-----
--
> Global Average Temperature updated...

GLOBAL MAX: 34.3
GLOBAL MIN: 2.2
GLOBAL AVERAGE: 17.15
-----
--
Total number of received Messages for Process 11 is: 3
-----
--
...simulating the execution of some other local work, for 1 seconds...
██████████ 100%
=====
[Process 11] Publisher's Process Name = publisher.py
-----
--
PROCESS ID: 11
RECIPIENT PROCESS ID(s): '14', '18', '20', '28'
SAMPLING TIMESTAMP: 28-02-2024 18:51:17
SAMPLES: [7.9, 32.2, 9.7, 25.4, 39.6, 34.2, 21.0, 38.4, 17.0, 2.7, 2.4, 17.1, 22.8, 2.1, 25.4, 22.8, 10.9, 5.0, 25.9, 9.2, 11.2, 30.7, 32.9, 32.3, 30.5, 34.3, 4.0, 21.3, 32.0, 35.4, 25.3, 6.9]
-----
--
New Message just published.
=====
[Process 11] Awaiting Messages from its neighbors. Press CTRL+C to exit...
```