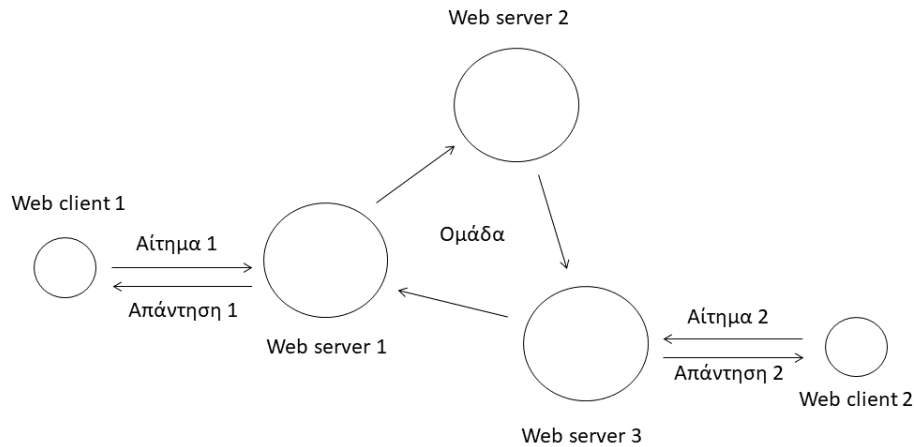


Καθυστερημένη παράδοση επιτρέπεται με ρήτρα 5% ανά ημέρα καθυστέρησης
Η άσκηση θα εξεταστεί προφορικά δια ζώσης, η ημερομηνία θα ανακοινωθεί σύντομα

Στην άσκηση αυτή πρέπει να υλοποιήσετε μια ομάδα διεργασιών (τουλάχιστον 3) οι οποίες ενεργούν ως ένα σύστημα συνεργατικών Web servers, οι οποίοι αλληλεπιδρούν

- με τους clients (μέσω εντολών HTTP) – ένας client θα πρέπει να μπορεί να επικοινωνήσει με οποιαδήποτε διεργασία από την ομάδα των Web servers
- μεταξύ τους, με τρόπο που θα ορίσετε εσείς, για να αποθηκεύσουν και να αναζητήσουν αντικείμενα. Κάθε Web server πρέπει να κρατά αντίγραφο κάθε αντικειμένου που γράφουν σε αυτούς οι Web clients



Οι διεργασίες πρέπει να υλοποιούν τις παρακάτω λειτουργικότητες:

Οργάνωση της ομάδας των Web servers: Η ομάδα πρέπει να είναι οργανωμένη σαν μια *συνδεδεμένη λίστα*, όπου κάθε διεργασία γνωρίζει όλες τις διεργασίες στη λίστα και την σειρά τους σε αυτή, *επικοινωνεί όμως πάντα μόνο με την επόμενη*. Κάθε νέα διεργασία που θέλει να εισαχθεί στη λίστα θα πρέπει να επικοινωνεί με κάποια (οποιαδήποτε) διεργασία στη λίστα, η οποία να αναλαμβάνει να την εισάγει σε αυτή. Στο τέλος της διαδικασίας, όλες οι διεργασίες πρέπει να έχουν μάθει την αλλαγή στην ομάδα.

Έλεγχος υγείας της ομάδας των Web Servers: Θα χρειαστεί να ορίσετε το πρωτόκολλο με το οποίο οι διεργασίες της ομάδας των Web servers ενημερώνονται για κάποια αλλαγή στη σύνθεση της ομάδας (αφαίρεση διεργασίας λόγω αποχώρησής της από την ομάδα). Για να ανακαλύπτει η ομάδα την αποχώρηση κάποιας διεργασίας (π.χ., σε περίπτωση τερματισμού κάποιας διεργασίας), μια ιδέα είναι ο κάθε Web Server να είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο υγείας του γείτονά του (επόμενο στην λίστα). Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί

με ένα περιοδικό μήνυμα το οποίο θα τεστάρει ότι μπορεί να δημιουργήσει σύνδεση με τον επόμενο Web Server. Σε περίπτωση που δεν τα καταφέρει θα πρέπει να ενημερώσει την ομάδα για την αποχώρησή του (τηρώντας τον κανόνα ότι κάθε διεργασία επικοινωνεί μόνο με την επόμενη της, στην περίπτωση όμως αυτή παρακάμπτοντας αυτή που θεωρείται απύουσα).

Ενημέρωση της ομάδας των Web servers: Κάθε φορά που ένας Web client συνδέεται σε οποιοδήποτε μέλος της ομάδας (ας το ονομάσουμε A) και εκτελεί HTTP PUT ενός αντικειμένου, ο Web server A θα αποθηκεύει το αντικείμενο τοπικά στη μνήμη του (π.χ. σε κάποια δομή HashMap, όχι σε αρχείο στο δίσκο), αντικαθιστώντας τυχόν προηγούμενη έκδοση του ίδιου αντικειμένου στον A, και στη συνέχεια να ξεκινά ενημέρωση των ομότιμων (peer) διεργασιών του στην ομάδα, μέσω επικοινωνίας στη συνδεδεμένη λίστα. Όταν η A ενημερωθεί ότι το αντικείμενο έχει εγγραφεί σε όλες τις διεργασίες της ομάδας, μπορεί να απαντά στον Web client ότι η εκτέλεση του HTTP PUT ολοκληρώθηκε.

Αναζήτηση αντικειμένων στην ομάδα των Web servers: κάθε φορά που ένας Web client συνδέεται σε οποιοδήποτε μέλος της ομάδας (ας το ονομάσουμε A) και εκτελεί HTTP GET, αν η διεργασία στην οποία συνδέθηκε δεν το βρει στην μνήμη της (ίσως γιατί συνδέθηκε πρόσφατα στην ομάδα), θα ρωτάει την αμέσως επόμενη αν το έχει, κ.ο.κ. μέχρι να ερωτηθεί όλη η ομάδα. Σε περίπτωση που κάποια διεργασία έχει το αντικείμενο, θα το προωθεί στην επόμενη, κ.ο.κ. μέχρι να φτάσει στην A και να δοθεί ως απάντηση στον Web client. Αν κάποια διεργασία στη λίστα δεν έχει το αντικείμενο, θα μπορεί να το αποθηκεύει. Αν ο server στον οποίο συνδέθηκε αρχικά ο Web client, έχει το αντικείμενο, θα απαντάει αμέσως με αυτό (χωρίς να εμπλέκει τις άλλες διεργασίες στη λίστα)

Περιπτώσεις για πειραματικό έλεγχο:

1. Ξεκινήστε διαδοχικά τρεις διεργασίες, οι οποίες να αποτελέσουν μια ομάδα Web servers. Ελέγξτε ότι όταν τερματίσετε οποιαδήποτε από αυτές, οι υπόλοιπες το μαθαίνουν και αναδιοργανώνονται ανάλογα. Δοκιμάστε διαδοχικούς τερματισμούς και επανεισαγωγές διεργασιών ελέγχοντας ότι η ομάδα ενεργεί σωστά.
2. Δοκιμάστε ότι μια σειρά από PUT αιτήματα από Web clients προς οποιονδήποτε από τους Web servers της ομάδας, αποθηκεύονται από όλα τα μέλη της ομάδας.
3. Δοκιμάστε ότι μια σειρά από GET αιτήματα από Web clients προς οποιονδήποτε από τους Web servers της ομάδας, απαντώνται σωστά.
4. Στη συνέχεια, τερματίστε και επανεκκινήστε κάποιο μέλος της ομάδας, επανεισάγοντάς το στην ομάδα (σημειώστε ότι θα έχει «ξεχάσει» όλα τα αντικείμενα που είχε αποθηκεύσει στην μνήμη του πριν τερματίσει). Δοκιμάστε ότι μια σειρά από GET αιτήματα από Web clients προς αυτό το μέλος της ομάδας, απαντώνται σωστά.

Τεχνικά θέματα:

- Όλες οι συνδέσεις σε αυτή την άσκηση πρέπει να είναι *εφήμερες* (non-persistent), δηλαδή θα δημιουργούνται για την διάρκεια μιας αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο διεργασιών και θα κλείνουν μετά από αυτή.
- Ο κώδικάς σας θα πρέπει να μπορεί να χειριστεί περιπτώσεις που η σύνδεση προς κάποια διεργασία δεν είναι εφικτή (αν π.χ. η διεργασία έχει τερματιστεί) με χειρισμό του αντίστοιχου `SocketException`, και να προσαρμόζεται ανάλογα
- Σε αυτή την άσκηση, κάποιες διεργασίες θα πρέπει να μπορούν να συνδέονται και να στέλνουν μηνύματα σε άλλους κόμβους, ενώ ταυτόχρονα περιμένουν νέες συνδέσεις. Ένας τρόπος να συμβεί αυτό είναι με τη χρήση [πολλαπλών νημάτων](#)
- Για να μπορέσετε να εκτελέσετε κάποια διαδικασία περιοδικά, ένας απλός τρόπος είναι να την αναθέσετε σε κάποιο νήμα το οποίο να την εκτελεί επαναλαμβανόμενα, κάνοντας sleep μεταξύ επαναλήψεων
- Για διαγνωστικό έλεγχο της υλοποίησής σας, θα σας βοηθήσει να τρέχετε την κάθε διεργασία σε ξεχωριστό terminal session, και να εκτυπώνετε συχνά αλλά συνοπτικά

Σε αυτή την άσκηση μπορείτε να επεκτείνετε τον κώδικα που παραδώσατε στην προηγούμενη. Σιγουρέψτε ότι όλες οι πόρτες που χρησιμοποιείτε αντιστοιχούν στον A/M σας ή είναι σχετικές με αυτόν (π.χ. A/M+1, κλπ.)

Στο παραδοτέο σας συμπεριλάβετε τα παρακάτω:

- Τα αρχεία κώδικα, συμπεριλαμβάνοντας το όνομα και τον αριθμό μητρώου σας σε σχόλια στην αρχή κάθε αρχείου
- Screenshots των αποτελεσμάτων σας (εκτέλεση στο shell) των περιπτώσεων πειραματικού ελέγχου 1-4
- Σύντομη αναφορά που να περιγράφει τι φαίνεται στα screenshots

Περισσότερες πληροφορίες για τον μορφότυπο μηνυμάτων στο πρωτόκολλο HTTP υπάρχουν στην εκφώνηση της πρώτης άσκησης και στο βιβλίο των K&R (εν. 2.2.3)

Παρατηρήσεις για την υλοποίηση και παράδοση της άσκησης

1. Η άσκηση είναι ατομική. Τυχόν αντιγραφές μπορούν να ανιχνευθούν ευκολά και θα έχουν κυρώσεις, πέραν του μηδενισμού. Συμπεριλάβετε το όνομα σας και το λογαριασμό σας (account) σε όλα τα αρχεία.
2. Υποβάλετε το παραδοτέο σας στο elearn. Προετοιμάστε το παραδοτέο σας τοποθετώντας σε έναν φάκελο όλα τα αρχεία και κάνοντας zip. Υποβάλετε το zip.