



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ακ. έτος 2019-2020

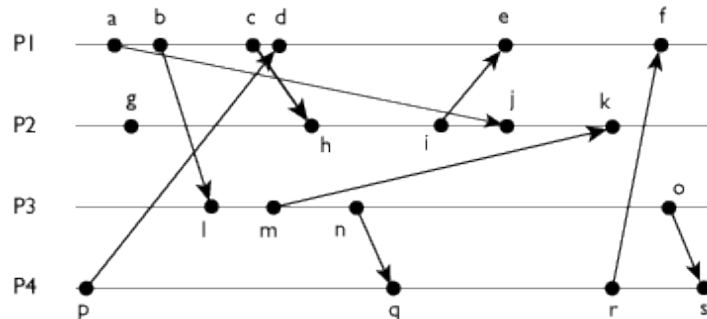
N. Κοζύρης, Κ. Δόκα

Εξέταση Φεβρουαρίου 2020

Χρόνος εξέτασης: 2.5 ώρες

Θέμα 1 (25%)

A. Χρησιμοποιήστε διανυσματικά ρολόγια και καταγράψτε τις χρονοσφραγίδες για όλα τα γεγονότα. Δώστε 5 ζεύγη από ταυτόχρονα γεγονότα. Θεωρήστε όλα τα ρολόγια αρχικοποιημένα στο $(0, 0, 0)$.



B. Θεωρήστε τις παρακάτω διεργασίες, οι οποίες στέλνουν τα αντίστοιχα μηνύματα:

P1: m_1, m_2, m_3

P2: m_4, m_5, m_6

P3: m_7, m_8, m_9

Επίσης ισχύουν οι παρακάτω happened-before σχέσεις: $m_2 \rightarrow m_9, m_5 \rightarrow m_7$

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος; Εξηγήστε.

i) $(m_1, m_7, m_4, m_8, m_5, m_2, m_3, m_9, m_6)$ ικανοποιεί διάταξη FIFO.

ii) $(m_1, m_7, m_4, m_8, m_5, m_2, m_3, m_9, m_6)$ ικανοποιεί αιτιώδη διάταξη.

iii) $(m_1, m_4, m_2, m_5, m_7, m_8, m_3, m_6, m_9)$ ικανοποιεί διάταξη FIFO.

iv) $(m_1, m_4, m_2, m_5, m_7, m_8, m_3, m_6, m_9)$ ικανοποιεί αιτιώδη διάταξη.

Θέμα 2 (30%)

Το facebook έχει το feature των «κοινών φίλων», που παρουσιάζει τους φίλους που έχεις κοινούς με κάποιον χρήστη όταν επισκεφθείς τη σελίδα του προφίλ του. Ας υποθέσουμε για απλότητα ότι οι κοινοί φίλοι παρουσιάζονται μόνο για χρήστες που είναι και μεταξύ τους φίλοι. Η φιλία είναι μια αμφίδρομη σχέση, δηλαδή αν ο A είναι φίλος με τον B τότε και ο B είναι φίλος με τον A. Σας δίνεται ένα dataset που έχει καταγεγραμμένες τις φιλίες των χρηστών και σας ζητείται να υλοποιήσετε το feature των κοινών φίλων.

Πιο συγκεκριμένα, το dataset καταγράφει τις φιλίες ως εξής: Κάθε γραμμή του περιέχει έναν χρήστη μαζί με όλους του τους φίλους, χωρισμένους μεταξύ τους με κόμμα, όπως παρακάτω.

```
berlin,el_professor
el_professor,berlin,tokyo,rio
rio,el_professor,tokyo
tokyo,el_professor,rio
```

Χρησιμοποιήστε MapReduce για να βρείτε για κάθε ζευγάρι (UserA, UserB), τη λίστα με τους κοινούς τους φίλους, δλδ τους χρήστες που είναι φίλοι και με τον UserA και με τον UserB. Κάθε ζεύγος πρέπει να εμφανίζεται στο αποτέλεσμα μόνο μια φορά. Στο παράδειγμά μας το αποτέλεσμα θα ήταν:

```
berlin,el_professor
el_professor,rio          tokyo
el_professor,tokyo       rio
rio,tokyo                 el_professor
```

Εξηγήστε όλες τις λειτουργίες λεκτικά και δώστε ψευδοκώδικα. Ο ψευδοκώδικας θα πρέπει να περιλαμβάνει για κάθε εργασία MapReduce τις συναρτήσεις map και reduce στην παρακάτω μορφή:

```
MAP(key1, value1):          REDUCE(key2, list(value2)) :
//επεξεργασία για κάθε    //επεξεργασία για κάθε
//<key1,value1>            //<key2, list(value2)>
emit(key2,value2)          emit(key3,value3)
```

Θέμα 3 (20%)

Θεωρήστε 3 διεργασίες που εκτελούν τις παρακάτω ενέργειες πάνω σε αντίγραφα (replicas) των μεταβλητών x , y και z . Και οι 3 μεταβλητές έχουν αρχική τιμή 0.

<u>P1</u>	<u>P2</u>	<u>P3</u>
$x=1;$	$y=1;$	$z=1;$
$\text{print}(y, z)$	$\text{print}(x, z)$	$\text{print}(x, y)$

Αν το πρωτόκολλο αντιγραφής που ακολουθείται εγγυάται sequential consistency, ποια ή ποιες από τις παρακάτω εκτυπώσεις θα μπορούσαν να είναι αποτέλεσμα της εκτέλεσης των παραπάνω διεργασιών; Εξηγήστε.

- i) 001011
- ii) 000111
- iii) 111111
- iv) 000000

Θέμα 4 (25%)

Θεωρήστε τα παρακάτω χρονοπρογράμματα. $R_i(X)$ σημαίνει ότι η δοσοληψία T_i διαβάζει το δεδομένο X , ενώ $W_i(X)$ σημαίνει ότι η δοσοληψία T_i γράφει το δεδομένο X . Για τα κλειδώματα, το σχήμα κλειδωμάτων (locking scheme) θεωρούμε ότι περιλαμβάνει read και write locks.

Για καθένα από αυτά απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις και εξηγήστε.

A. $W_2(C), W_2(C), W_1(C), R_2(A), R_2(B), W_1(A), R_2(B), W_1(B), W_1(C), R_1(C)$

B. $R_2(C), W_1(A), R_2(C), R_1(C), W_2(B), W_2(A), W_1(A)$

- i) Έχει το χρονοπρόγραμμα dirty read; Αν ναι, ποια είναι αυτά;
- ii) Έχει το χρονοπρόγραμμα lost update; Αν ναι, ποια είναι αυτά;
- iii) Είναι το πρόγραμμα σειριοποιήσιμο συγκρούσεων; Αν ναι, με ποιο σειριακό χρονοπρόγραμμα είναι ισοδύναμο;
- iv) Είναι το πρόγραμμα σειριοποιήσιμο; Αν ναι, με ποιο σειριακό χρονοπρόγραμμα είναι ισοδύναμο;
- v) Μπορεί το χρονοπρόγραμμα να έχει προέλθει από εφαρμογή του πρωτοκόλλου 2PL; Δώστε σύντομη εξήγηση.

Θεωρήστε ότι κάθε χρονοπρόγραμμα κάνει commit αμέσως μετά την τελευταία του πράξη.