

# Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση. Ο αλγόριθμος Slope One.

Καρύδη Ευθαλία  
Επιβλέπων καθηγητής:  
Μαργαρίτης Κωνσταντίνος

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Μάρτιος 6, 2012

# Περιεχόμενα

## 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία
- 3 Προγραμματιστικά Πλαίσια για Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία
- 3 Προγραμματιστικά Πλαίσια για Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση
- 4 Παράλληλοι Αλγόριθμοι Συνεργατικής Διήθησης

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία
- 3 Προγραμματιστικά Πλαίσια για Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση
- 4 Παράλληλοι Αλγόριθμοι Συνεργατικής Διήθησης
- 5 Ο αλγόριθμος Slope One

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία
- 3 Προγραμματιστικά Πλαίσια για Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση
- 4 Παράλληλοι Αλγόριθμοι Συνεργατικής Διήθησης
- 5 Ο αλγόριθμος Slope One

# Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων

## Συστήματα Συστάσεων

Τα συστήματα συστάσεων είναι μηχανισμοί παραγωγής συστάσεων για τα αντικείμενα ενός συνόλου.

- Χρήστες
- Αντικείμενα
- Αξιολογήσεις
- Συστάσεις/Προβλέψεις

## Συνεργατική Διήθηση

Συνεργατική Διήθηση είναι η διαδικασία διαχωρισμού αντικειμένων μέσω της γνώμης άλλων.



# Αλγόριθμοι Συνεργατικής Διήθησης

- Αλγόριθμοι βάσει χρηστών και βάσει αντικειμένων
  - Υπολογίζουν εγγύτητα
  - Επιλέγουν υποσύνολο χρηστών ή αντικειμένων
  - Παράγουν προβλέψεις
- Αλγόριθμοι μείωσης διαστάσεων
- Αλγόριθμοι συσταδοποίησης
  - Δημιουργούν συστάδες
  - Επιλέγουν από αυτές βάσει κριτηρίων
  - Παράγουν προβλέψεις
- Αλγόριθμοι Slope One

## Προβλήματα και Προκλήσεις των Συστημάτων Συστάσεων

- Κλιμάκωση
- Σποραδικότητα του πίνακα αξιολογήσεων
- Πρόβλημα νέου χρήστη ή αντικειμένου
- Συνωνυμία
- Περιπτώσεις ασυνήθιστου χρήστη
- Καθοδηγούμενη πλοήγηση
- Αύξηση εμπιστοσύνης χρηστών προς το σύστημα
- Προστασία προσωπικών δεδομένων
- Διαφάνεια συστήματος-διάθεση χρήστη
- Ενσωμάτωση χρονικών πλαισίων

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία
- 3 Προγραμματιστικά Πλαίσια για Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση
- 4 Παράλληλοι Αλγόριθμοι Συνεργατικής Διήθησης
- 5 Ο αλγόριθμος Slope One

# Παράλληλη Επεξεργασία

Ταυτόχρονη χρήση πολλαπλών υπολογιστικών πόρων για την επίλυση ενός προβλήματος.

- Μείωση χρόνου εκτέλεσης
- Επίλυση μεγαλύτερων προβλημάτων

## Μοντέλα παράλληλου προγραμματισμού

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| ■ Μοιραζόμενη μνήμη     | ■ Παραλληλισμού δεδομένων   |
| ■ Νημάτων               | ■ Παραλληλισμού λειτουργιών |
| ■ Μεταβίβασης μηνυμάτων |                             |
| ■ Υβριδικό              |                             |

## Σχεδιασμός και ανάπτυξη παράλληλων εφαρμογών

- Κατανόηση προβλήματος-κώδικα
- Εντοπισμός χρονοβόρων τμημάτων
- Επιμερισμός δεδομένων και λειτουργιών
- Εισαγωγή επικοινωνίας
- Συγχρονισμός
- Εξισορρόπηση φορτίου
- Χειρισμός λειτουργιών I/O

### Εξαρτήσεις Δεδομένων

- Αδιέξοδα
- Συνθήκες ανταγωνισμού

# OpenMP και MPI

## OpenMP

- Συστήματα μοιραζόμενης μνήμης.
- Πολυνηματικό μοντέλο προγραμματισμού.
- Ο προγραμματιστής είναι υπεύθυνος για το χειρισμό των παράλληλων περιοχών και το συγχρονισμό των νημάτων.

## MPI

- Πρότυπο σύστημα μεταβίβασης μηνυμάτων.
- Πρότυπο για την επικοινωνία διεργασιών που εκτελούν παράλληλα προγράμματα σε συστήματα κατανεμημένης μνήμης.
- Τα προγράμματα που χρησιμοποιούν MPI μπορούν να εκτελεστούν και σε υβριδικά συστήματα.

# Περιεχόμενα

- 1 Συνεργατική Διήθηση και Συστήματα Συστάσεων
- 2 Παράλληλη Επεξεργασία
- 3 Προγραμματιστικά Πλαίσια για Παράλληλη Συνεργατική Διήθηση
- 4 Παράλληλοι Αλγόριθμοι Συνεργατικής Διήθησης
- 5 Ο αλγόριθμος Slope One

## Ο αλγόριθμος Slope One

- Ορίζει ανά ζεύγη πόσο πιο αρεστό είναι ένα αντικείμενο σε σχέση με ένα άλλο.
- Χρησιμοποιεί πληροφορίες άλλων χρηστών που έχουν εκτιμήσει το ίδιο αντικείμενο και πληροφορίες του ενεργού χρήστη.

### Πλεονεκτήματα

- Βασίζεται στην αντικείμενο προς αντικείμενο προσέγγιση
- Απλός
- Ακριβής-Αποτελεσματικός
- Εύκολη εφαρμογή
- Δυναμική ενημέρωση δεδομένων



## Βήματα

- Υπολογίζονται οι πίνακες διαφορών, συχνοτήτων και αποκλίσεων
- Παράγονται οι προβλέψεις

## Συμβολισμοί

- $u_i$ : Εκτίμηση του χρήστη  $u$  για το αντικείμενο  $i$ .
- $S_{j,i}(\chi)$ : Σύνολο εκτιμήσεων χρηστών που περιλαμβάνουν εκτίμηση για τα αντικείμενα  $i$  και  $j$ .
- $card(S_{j,i}(\chi))$ : Πλήθος των στοιχείων του συνόλου  $S_{j,i}(\chi)$ .

Απόκλιση  $dev_{j,i} =$

$$\sum_{i \in S_{j,i}(\chi)} \frac{u_j - u_i}{card(S_{j,i}(\chi))}$$

Προβλέψεις  $pred(u, j) =$

$$\bar{u} + \frac{1}{card(R_j)} \sum_{i \in R_j} dev_{j,i}$$

## Slope One με βάρη

Εκτός από τα αντικείμενα που έχει εκτιμήσει ο χρήστης, συμπεριλαμβάνεται στις προβλέψεις και το πλήθος των παρατηρούμενων εκτιμήσεων για κάθε αντικείμενο.

### Προβλέψεις

$$\text{pred}(u, j) = \frac{\sum_{i \in S(u) - \{j\}} (\text{dev}_{j,i} + u_i) c_{j,i}}{\sum_{i \in S(u) - \{j\}} c_{j,i}}$$

### Δίπολο σχήμα Slope One

- Χρήση κατωφλίου
- Διαχωρισμός αντικειμένων σε αρεστά και μη αρεστά

## Ακολουθιακός κώδικας

- Δεσμεύεται χώρος για τους πίνακες ratings, numerator, denominator και deviation.
- Ο υπολογισμός των πινάκων numerator, denominator και deviation είναι το υπολογιστικά δύσκολο κομμάτι του αλγορίθμου, διότι απαιτείται προσπέλαση όλων των χρηστών και αντικειμένων.
- Παράγονται προβλέψεις και προβλέψεις με βάρη.
- Μεγάλες απαιτήσεις σε μνήμη.

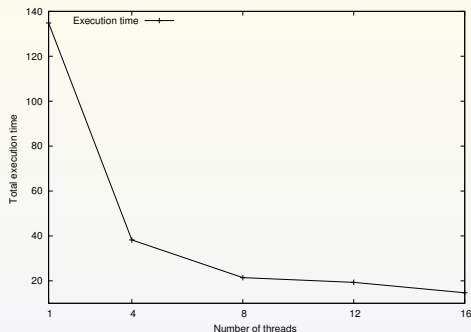
## Εφαρμογή με OpenMP

- Πείραμα σε 16-πύρηνο υπολογιστή με 16Gb RAM
- Σύνολα Δεδομένων MovieLens
- Αρχιτεκτονική Μοιραζόμενης Μνήμης - Μοντέλο Νημάτων

### Παραλληλοποίηση

- Επιμερισμός δεδομένων
- Ορίζονται οι παράλληλες περιοχές
- Περιορίζεται ο χώρος που απαιτείται για τον numerator
- Εμφωλευμένος παραλληλισμός: Η κλήση των συναρτήσεων των προβλέψεων γίνεται μέσα σε παράλληλη περιοχή

## Αποτελέσματα

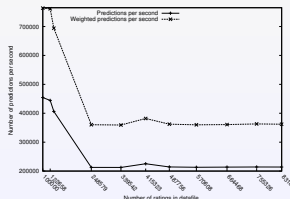


- Με χρήση 16 νημάτων μείωση κατά 9 φορές του συνολικού χρόνου εκτέλεσης.
- Συνολικός χρόνος:
  - Χρόνος υπολογισμών
  - Προβλέψεις
  - Αποθήκευση σε αρχεία

## Αποτελέσματα

	Ακολουθιακό	Παράλληλο
Χρόνος προεπεξεργασίας	56,88sec	3,87sec
Συνολικός χρόνος προβλέψεων	47sec	3,20sec
Χρόνος προβλέψεων με βάρη	27sec	1,90sec
Προβλέψεις/sec	31847	458999
Προβλέψεις με βάρη/sec	55630	773889
Συνολικός χρόνος	134,75sec	16,71sec

Για διάφορα μεγέθη συνόλων δεδομένων



- Οι προβλέψεις σταθεροποιούνται στις 214000/sec και οι προβλέψεις με βάρη στις 362000/sec.

## Υβριδική εφαρμογή

- Πείραμα σε 12 διπύρηνους υπολογιστές με hyperthreading 4Gb RAM
- Σύνολα Δεδομένων MovieLens
- Αρχιτεκτονική Μοιραζόμενη και Κατανεμημένης Μνήμης - Υβριδικό Μοντέλο
- Μέθοδος Συντονιστή-Εργαζομένου με δυναμικές διεργασίες
- Εξισορρόπηση φορτίου
- Ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ των υπολογιστών της συστοιχίας

## Παραλληλοποίηση

- Επιμερισμός Λειτουργιών
  - 1 Συντονισμός εργασιών
  - 2 Υπολογισμοί
  - 3 Συλλογή αποτελεσμάτων
  - 4 Παραγωγή προβλέψεων
- Επιμερισμός Δεδομένων

## Επικοινωνία

### Συντονιστής

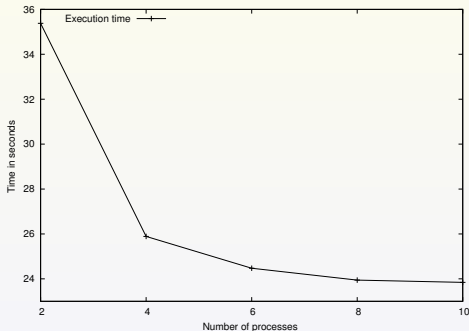
- Αποστέλλει δεδομένα
- Λαμβάνει σήμα
- Αποστέλλει νέα ή τελευταία δεδομένα
- Παραλαμβάνει αποτελέσματα

### Εργαζόμενοι

- Λαμβάνουν δεδομένα
- Στέλνουν σήμα
- Λαμβάνουν νέα ή τελευταία δεδομένα
- Αποστέλλουν αποτελέσματα



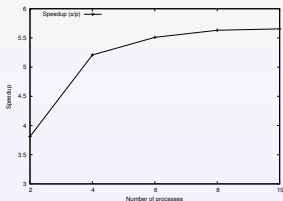
## Αποτελέσματα



- Μείωση κατά 5,7 φορές του συνολικού χρόνου εκτέλεσης.
- Δε γίνεται χρήση της δυναμικής αποστολής δεδομένων στα αποτελέσματα επιτάχυνσης.
- Παίζει ρόλο το μέγεθος του πακέτου που αποστέλλεται.

## Αποτελέσματα

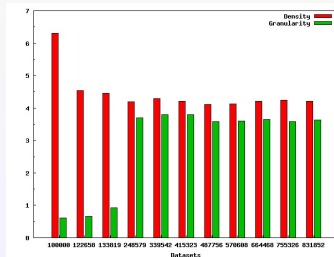
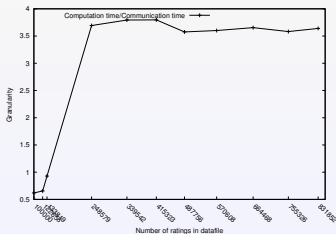
	Ακολουθιακό	Υβριδικό
Χρόνος προεπεξεργασίας	56,88sec	3,66sec
Συνολικός χρόνος προβλέψεων	47sec	10,09sec
Χρόνος προβλέψεων με βάρη	27sec	6,80sec
Προβλέψεις/sec	31847	146963
Προβλέψεις με βάρη/sec	55630	219771
Συνολικός χρόνος	134,75sec	23,84sec



- Ομαλή επιτάχυνση.
- Χρόνος επικοινωνίας μετρήθηκε στο συντονιστή και περιλαμβάνει και χρόνο αναμονής.

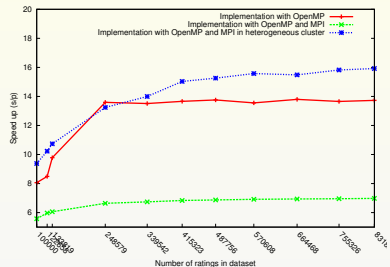
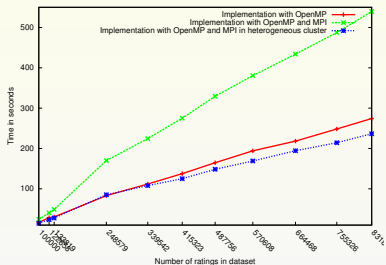
## Υβριδική εφαρμογή σε ετερογενή συστοιχία

- Όμοια με την προηγούμενη εφαρμογή
- Πείραμα σε ένα 16-πύρηνο, δύο 4-πύρηνους και τρείς διπύρηνους υπολογιστές
- Έλεγχος για βέλτιστο συντονισμό
- Επιτάχυνση ως 15,9
- Για  $N=6$ , επικοινωνία 4,02sec και θεωρητική επικοινωνία 2,13sec



# Σύγκριση των εφαρμογών

Αποτελέσματα				
	Ακολ.	OpenMP	Υβρ.	Υβρ. Ετερ.
Χρόνος προεπεξ.	56,88sec	3,87sec	3,66sec	4,15sec
Συνολικός χρόνος προβλέψεων	47sec	3,20sec	10,09sec	3,43sec
Χρόνος προβλέψεων με βάρη	27sec	1,90sec	6,80sec	2,20sec
Προβλέψεις/sec	31847	458999	146963	432995
Προβλέψεις με βάρη /sec	55630	773889	219771	674147
Συνολικός χρόνος	134,75sec	16,71sec	23,84sec	14,06sec



- Η σημαντική διαφορά της υβριδικής εφαρμογής στην ομογενή συστοιχία οφείλεται στο χρόνο αναμονής που συμπεριλαμβάνεται στην επικοινωνία.
- Στην ετερογενή συστοιχία ο άεργος χρόνος ελαχιστοποιείται επειδή υπάρχουν εργαζόμενοι ισχυρότεροι από το συντονιστή.

## Συμπεράσματα

- Η παράλληλη Slope One εφαρμογή είναι ως και 9,5 φορές ταχύτερη της ακολουθιακής.
- Υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης.
  - Βελτιστοποίηση κώδικα
  - Ρύθμιση πακέτων: δυναμική κατανομή, δυναμικό μέγεθος
- Λήψη μέτρων για τις περιπτώσεις όπου ο αλγόριθμος παράγει αποτελέσματα χωρίς φυσική σημασία (0,1).