

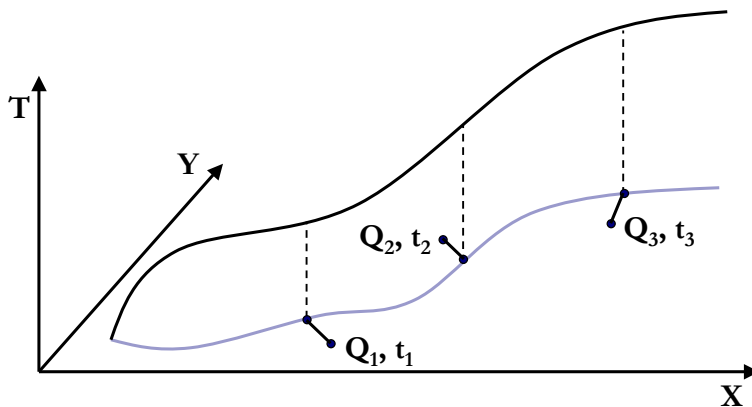
# Ερωτήσεις Χωρο- χρονικών Προτύπων-Κινήσεων

Μ. Χατζηελευθερίου  
Γ. Κόλλιος  
Ρ. Βακαλό  
Β. Ι. Τσότρας

## Τα Κίνητρα

- Η ανάγκη ανεύρεσης αντικειμένων τα οποία ακολουθούν συγκεκριμένες τροχιές.  
Παραδείγματα:
  - Εντοπισμός οχημάτων που βρέθηκαν πολύ κοντά και στις 3 βομβιστικές επιθέσεις του περασμένου μήνα
  - Επισήμανση πελατών που χρησιμοποιούν την πιστωτική τους κάρτα σε καταστήματα, με συγκεκριμένη σειρά

## Ένα Απλό Παράδειγμα



3

## Εισαγωγικά

- Σύνταξη:  $Q = \{(S_1, T_1), \dots, (S_n, T_n)\}$
- S είναι ένα χωρικό κατηγορημα, T είναι ένα χρονικό κατηγορημα ή κενό
- Αξιολόγηση αντικειμένων βάσει του πόσο πιστά ακολουθούν τις ερωτήσεις προτύπων κινήσεων (βαθμολόγηση)
- Δοθείσης χωρο-χρονικής δομής δεδομένων μπορεί η βαθμολόγηση των αντικειμένων να γίνει σταδιακά και αποδοτικά;
- Ιδανικά: Το κάθε αντικείμενο χρειάζεται να εξετασθεί μερικώς μόνο, για σωστή βαθμολόγηση και αποδοτική απόρριψη

4

## Δύο Προβλήματα

- ΧΠΚ με απόλυτους χρόνους
  - Όλα τα χωρικά κατηγορήματα είναι συσχετισμένα με απόλυτα (absolute) χρονικά κατηγορήματα
- ΧΠΚ με χρονική σειρά
  - Όλα τα χωρικά κατηγορήματα είναι συσχετισμένα μεταξύ τους με σχετικά (relative) χρονικά κατηγορήματα

5

## Τύποι Ερωτήσεων ΧΠΚ

- Τοπολογικά κατηγορήματα: Intersects, Crosses, Leaves, Meets, ...
  - Boolean συναρτήσεις βαθμολόγησης (crosses or not)
- Κατηγορήματα απόστασης: Κοντινότεροι γείτονες, Κοντινότεροι γείτονες σε γκρουπ, κτλ.
  - Αθροιστικές συναρτήσεις (min, max, average, sum, ...)
- Συνδυασμοί των παραπάνω
  - Συνδυασμός συναρτήσεων, και απάντηση κάθε τύπου κατηγορημάτων ξεχωριστά

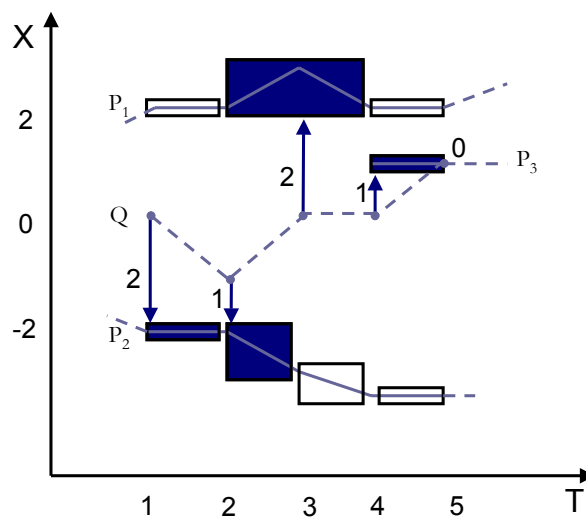
6

## Ερωτήσεις ΧΠΚ με Απόλυτο Χρόνο

- Χρησιμοποιούμε υπάρχουσες δομές δεδομένων για κινούμενα αντικείμενα για να απαντήσουμε τα κατηγορήματα
- Χρησιμοποιούμε βασικές αρχές του Threshold Algorithm (Fagin et al.) για το σταδιακό υπολογισμό της βαθμολογίας κάθε αντικειμένου
- Απορρίπτουμε μερικώς αξιολογημένα αντικείμενα χρησιμοποιώντας άνω και κάτω όρια
- Εξετάζουμε τις πραγματικές κινήσεις μόνο των αντικειμένων που γνωρίζουμε ότι είναι καλοί υποψήφιοι

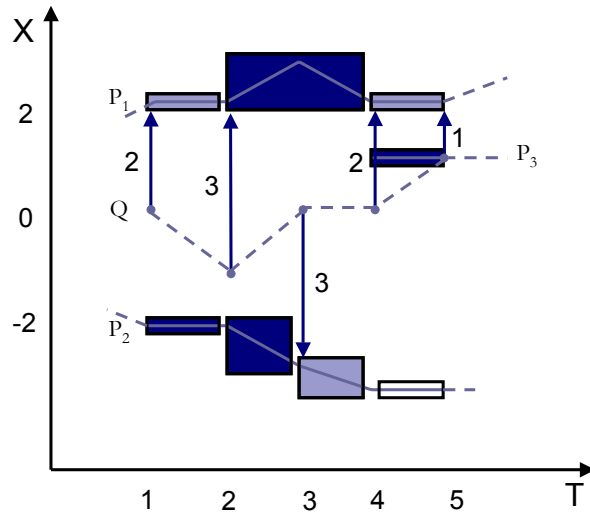
7

## Παράδειγμα



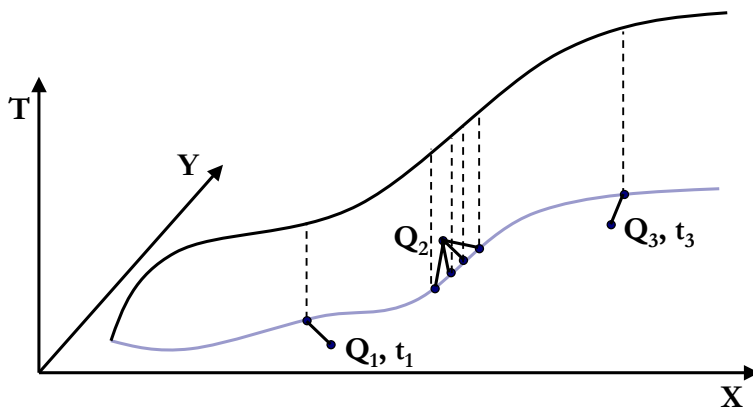
8

## Παράδειγμα



9

## Ερωτήσεις ΧΠΚ με Χρονική Σειρά



10

## Ερωτήσεις ΧΠΚ με Χρονική Σειρά

- Χωρο-χρονικές δομές δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν!
  - Πλήρης προσπέλαση της χρονικής διάστασης
- Προβολή της χρονικής διάστασης στο επίπεδο δε βοηθάει
- Ιδανικά χρειάζεται δομή που να επιστρεφει μόνο τα αντικείμενα που ικανοποιούν τα κατηγορήματα με τη σωστή σειρά

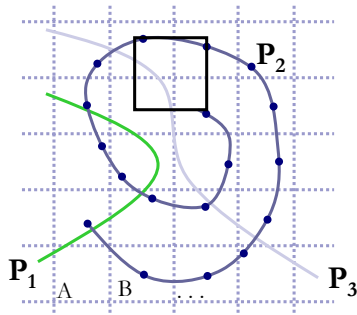
11

## Λύση

- Κατακερματισμός χώρου σε κελιά
- Για κάθε κελί κρατούμε λίστα αντικειμένων τα οποία το τέμνουν, μαζί με τη χρονική περίοδο που το τέμνουν
- Για κάθε κατηγορήμα δημιουργούμε τη λίστα των αντικειμένων που το ικανοποιούν χρησιμοποιώντας τις λίστες των σχετικών κελιών
- Χρησιμοποιούμε έναν merge-join αλγόριθμο για να απορρίψουμε αντικείμενα που δεν ικανοποιούν τα κατηγορήματα στη σωστή σειρά

12

## Παράδειγμα


$$\begin{aligned} A &= \{ (P_1, 1) \} \\ B &= \{ (P_2, [2, 3]) \} \\ &\dots \\ F &= \{ (P_1, [3,4]), (P_2, 18) \} \\ &\dots \end{aligned}$$

Αυτή είναι η δομή δεδομένων που αποθηκεύεται

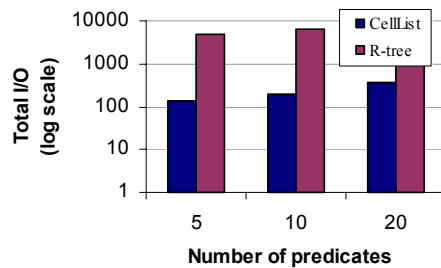
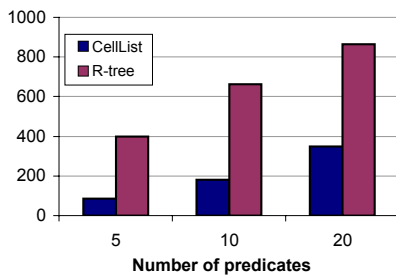
13

## Πειράματα

- Χρησιμοποιήσαμε συνθετικά δεδομένα από τους αυτοκινητόδρομους του Illinois
- 500K αντικείμενα και 6,000,000 MBRs
- Μετρήσαμε το μέσο όρο του αριθμού των σελίδων που πρέπει να προσπελαστούν από τη δομή δεδομένων, αλλά και τον αριθμό των πραγματικών αντικειμένων που πρέπει να εξεταστούν
- Συγκρίναμε διάφορες στρατηγικές προσπελασης, και δομές δεδομένων (R-tree, MVR-trees) αλλά και τη σειριακή αναζήτηση

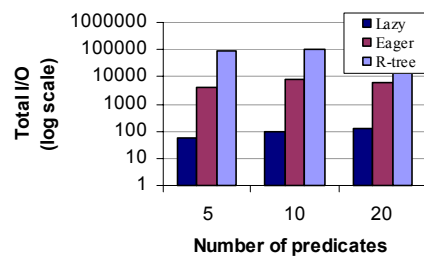
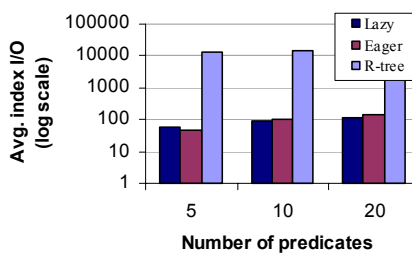
14

## ΧΠΚ με Χρονική Σειρά Τοπολογικά Κατηγορήματα



15

## ΧΠΚ με Χρονική Σειρά Κατηγορήματα Απόστασης



16

## Ανακεφαλαίωση

- Καινούριος τύπος ερωτήσεων
- Αποτελεσματική μέθοδος έκφρασης των ερωτήσεων
- Αλγόριθμοι για την αποτελεσματική επεξεργασία ΧΠΚ με απόλυτο χρόνο
- Κατάλληλος δείκτης για επεξεργασία ΧΠΚ με χρονική σειρά
- Εκτεταμένα πειράματα

17

Ευχαριστώ!