Ιόνιο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Πληροφορικής
ΠΜΣ «Δικτυωμένα Συστήματα Μεγάλου Όγκου Δεδομένων»
Μάθημα: «Αλγόριθμοι Βελτιστοποίησης και Παράλληλη Επεξεργασία»
Μέρος Β΄: Παράλληλη Επεξεργασία
2022-23

Ανάλυση Work-Span

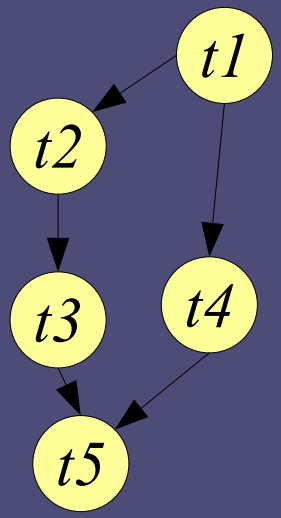
(και οι περιπτώσεις των λειτουργιών map και reduce)

http://mixstef.github.io/courses/pms-parcomp/

Μ.Στεφανιδάκης

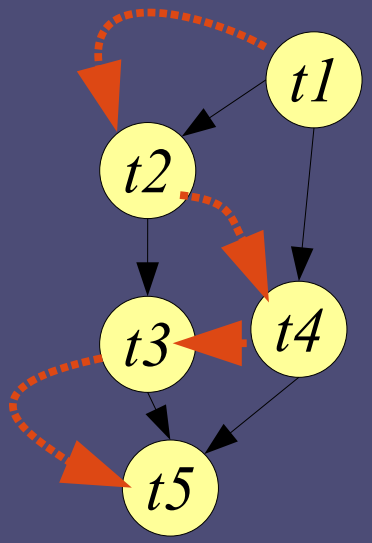
Ανάλυση Work – Span

- Η παράλληλη εκτέλεση γίνεται με την ολοκλήρωση tasks
  - Ακολουθώντας τη ροή των αλληλεξαρτήσεων των δεδομένων
  - Ένας κατευθυνόμενος μη κυκλικός γράφος (DAG)



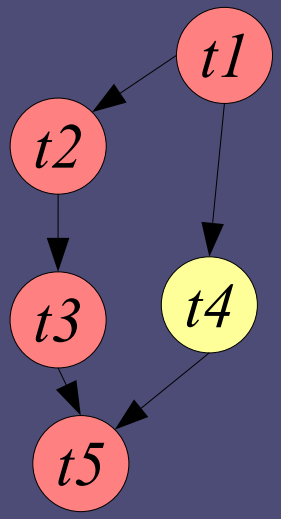
Ανάλυση Work – Span

- T_1 είναι ο χρόνος σειριακής εκτέλεσης (work)
  - Μια οποιαδήποτε έγκυρη σειριοποίηση της δουλειάς που πρέπει να γίνει



Ανάλυση Work – Span

- T_∞ είναι ο χρόνος σε ένα ιδανικά παράλληλο σύστημα (span)
  - Διαθέσιμα άπειρα επεξεργαστικά στοιχεία
  - Η καλύτερη περίπτωση παραλληλίας
  - Το όριο είναι το κρίσιμο μονοπάτι tasks (critical path)



Ανάλυση Work – Span

- T_P είναι ο χρόνος σε σύστημα με P επεξεργαστικά στοιχεία

$$T_P \geq \frac{T_1}{P} \qquad T_P \geq T_\infty$$

$$T_P \leq (T_1 - T_\infty) / P + T_\infty \quad \text{(Brent's Lemma)}$$

- Ασυμπτωτικά

$$T_P = O(T_1 / P + T_\infty)$$

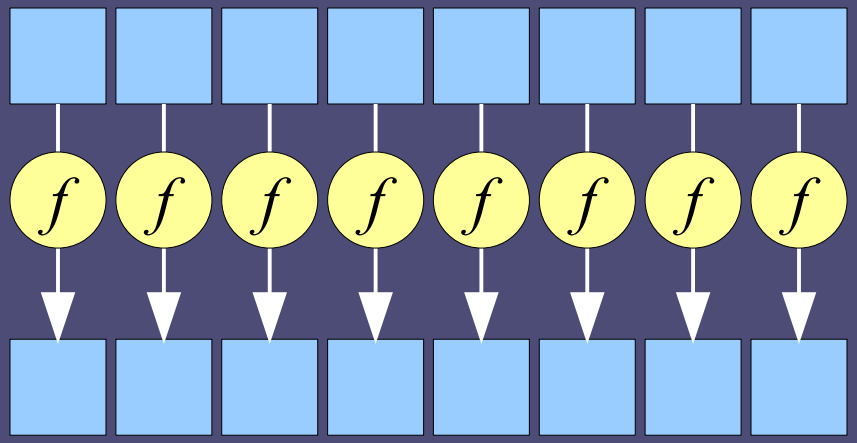
Ανάλυση Work – Span

$$T_P = O(T_1 / P + T_\infty)$$

- Το T_∞ εμποδίζει την επεκτασιμότητα
- Η αύξηση του T_1 επιβαρύνει την απόδοση
- Συνεπώς η σχεδίαση των παράλληλων αλγορίθμων θα πρέπει να αποσκοπεί στην μείωση του T_∞ (span)
  - Αποφεύγοντας την υπέρμετρη αύξηση του T_1 (work), εκτός κι αν αυτό μειώνει δραστικά το span

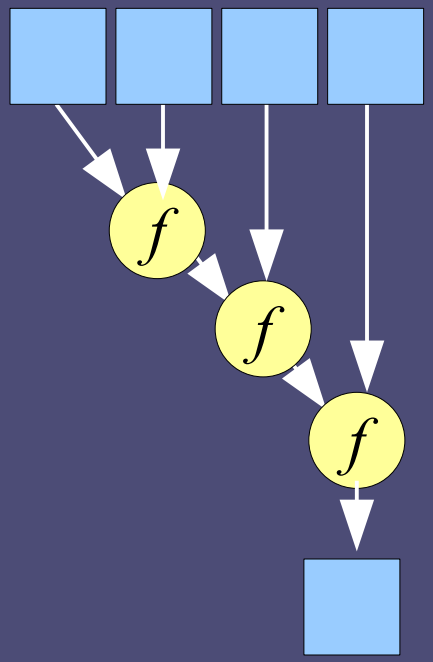
Η λειτουργία map ξανά

- Εφαρμογή μιας συνάρτησης σε κάθε στοιχείο μιας ακολουθίας δεδομένων
  - Work = O(n)
  - Span = O(1) (αν η *f* έχει σταθερό κόστος)



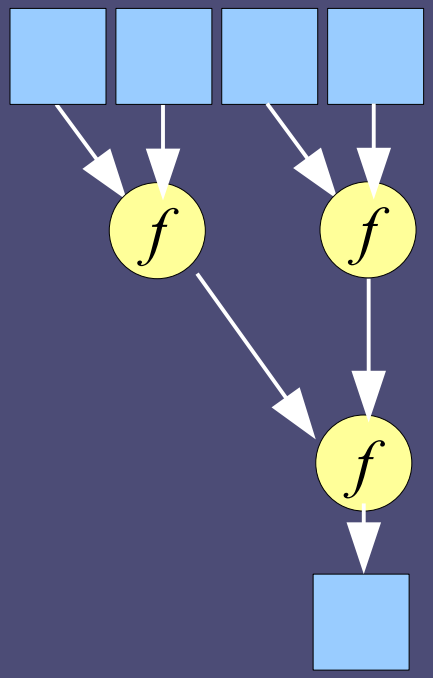
Η λειτουργία reduce

- Συνδυάζει όλα τα στοιχεία μιας συλλογής (collection) σε ένα μοναδικό στοιχείο μέσω τελεστή *f*



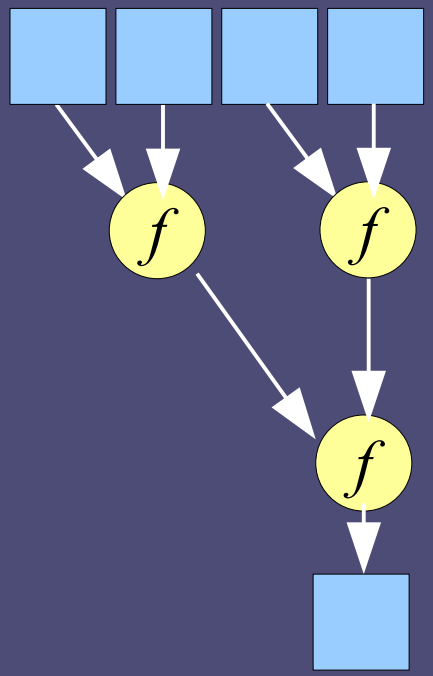
Παραλληλοποίηση της reduce

- Δεν είναι πάντα δυνατή
  - Θα πρέπει ο τελεστής *f* να είναι προσεταιριστικός
  - Όταν (((x1∘ x2) ∘ x3) ∘ x4 = (x1∘ x2) ∘ (x3 ∘ x4)



Reduce: Work και Span

- Στην ιδανική περίπτωση
  - Work = O(n) – όσο και η σειριακή εκδοχή
  - Span = O(logn)



Βιβλιογραφία

- Michael McCool, James Reinders, and Arch Robison. 2012. *Structured Parallel Programming: Patterns for Efficient Computation* (1st ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.