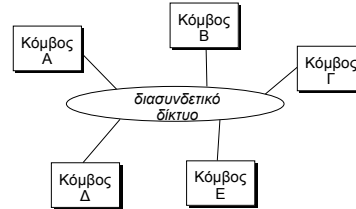


Κατανεμημένα συστήματα και Επικοινωνία Πραγματικού Χρόνου

Μ.Στεφανιδάκης

Κατανεμημένα συστήματα ελέγχου



- π.χ. οι επιμέρους μικροελεγκτές ενός αυτοκινήτου

Γιατί κατανεμημένα συστήματα;

- **Επεκτασιμότητα**
 - Εύκολη αλλαγή – προσθήκη λειτουργιών
 - Πολλαπλά επιμέρους τμήματα
- **Δυνατότητα σύνθεσης**
 - Κληρονόμηση ιδιοτήτων υποσυστημάτων
- **Αξιοπιστία**
 - Αποφυγή μεγάλων λειτουργικών τμημάτων
 - Μια απλή βλάβη αχρηστεύει το όλο σύστημα
 - Πολλαπλοί κόμβοι για την ίδια λειτουργία
- **Πολυπλοκότητα**
 - “Καθαρά” interfaces

Σύνθεση συστημάτων

- **Δυνατότητα σύνθεσης (composability)**
 - Ως προς ιδιότητα X: όταν το σύστημα διατηρεί την (αποδειγμένη) ιδιότητα X των υποσυστημάτων του.
- **Ενδιαφέρουσες ιδιότητες:**
 - Ορθή χρονική λειτουργία
 - Δυνατότητα ελέγχου (testability)

Επικοινωνία: Event & Time Triggered

- **Event Triggered**
 - Μεταφορά μηνυμάτων γεγονότων (event messages)
 - Χρονικός έλεγχος ανεξάρτητος του δικτύου
 - Εξαρτάται από επιμέρους κόμβους
 - Διαιτησία κοινού διαύλου
 - Τυχαία προσπέλαση, tokens και προτεραιότητα μηνυμάτων
 - Δυνατότητα επικοινωνίας, όχι κατ’ανάγκη ορθής
- **Time Triggered**
 - Μεταφορά μηνυμάτων σε καθορισμένο χρόνο
 - Χρονικός έλεγχος ενσωματωμένος στο σύστημα επικοινωνίας
 - Απομόνωση κόμβων από δίαυλο
 - Τα σφάλματα των κόμβων δεν επηρεάζουν το σύστημα επικοινωνίας

Ενσωματωμένες συσκευές και δίκτυα

- **Δικτυακή σύνδεση σε ενσωματωμένα συστήματα:**
 - Κατανεμημένα συστήματα ελέγχου
 - π.χ. σε οχήματα
 - Απομακρυσμένη διαχείριση συσκευών
 - Ανάκτηση και επεξεργασία δεδομένων
 - Συστήματα μετρήσεων και ελέγχου

Τι και προς τα που μεταφέρεται;

- Τι μεταφέρεται
 - σήματα
 - εντολές
 - κατάσταση
 - άλλα δεδομένα
- Αποστολέας και παραλήπτης
 - ένας προς έναν
 - διάταξη client-server
 - broadcasting

Χαρακτηριστικά μεταφοράς

- Ποιότητα μετάδοσης
 - εγγυημένη μετάδοση;
 - ...ή μετάδοση σε εγγυημένο χρόνο;
- Μεταφορά δεδομένων
 - πιο σημαντική η λήψη των πιο πρόσφατων δεδομένων;
 - ...ή η λήψη όλων των δεδομένων;

Πρωτόκολλα τύπου TCP/IP

- Πόσο κατάλληλα για επικοινωνία πραγματικού χρόνου;
 - αναπτύχθηκαν για μεταφορά αρχείων μεταξύ υπολογιστών
 - Μέθοδος πρόσβασης στο φυσικό μέσο (π.χ. ethernet) προκαλεί μη προβλέψιμη απόκριση
 - Μη προβλέψιμοι χρόνοι μεταφοράς δεδομένων
 - Δεν είναι ιδιαίτερος κατάλληλα για εφαρμογές πραγματικού χρόνου

Παράδειγμα: Ethernet

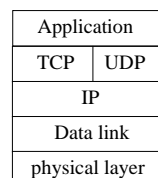
- Ethernet: non-deterministic σε s/w και h/w
- Προσπέλαση δικτύου
 - CSMA
 - έλεγχος δικτύου πριν τη μετάδοση
 - αναμονή εάν είναι κατειλημμένο
 - CD
 - σε περίπτωση σύγκρουσης, νέα προσπάθεια μετά από κάποιο (τυχαίο) χρονικό διάστημα
 - διπλασιασμός μέγιστου χρόνου
 - η καθυστέρηση δεν μπορεί να προβλεφθεί!

Πλεονεκτήματα TCP/IP

- Δοκιμασμένη ("ώριμη") τεχνολογία 20+ ετών
- Συμβατότητα με υπάρχοντα δίκτυα και κάρτες
 - εύκολη διασύνδεση συσκευών πραγματικού χρόνου με κοινά υπολογιστικά συστήματα
- Αύξηση ταχύτητας δικτύων
 - μειώνει την καθυστέρηση απόκρισης
- Χρήση switches
 - μείωση συγκρούσεων για πρόσβαση στο δίκτυο
- Αποφυγή ειδικών λύσεων
- Ίσως κατάλληλα για soft-real time;

TCP/IP stack

- Encapsulation
- buffers
 - δυναμικού χαρακτήρα
- TCP/UDP
 - τοποθέτηση σε buffers
 - έλεγχος μετάδοσης
- IP
 - routing, addresses
 - MTU (maximum transport unit)



Λογισμικό IP και ΛΣΠΧ

- Πρόσθετες απαιτήσεις από λογισμικό IP σε συστήματα πραγματικού χρόνου:
 - Διαχείριση προτεραιοτήτων
 - Αυστηρός έλεγχος χρήσης μνήμης
 - Έλεγχος στους πόρους του συστήματος
 - Event driven (όχι polling)
 - Re-entrant κώδικας
 - Αντίληψη του χρόνου

Χρήση μνήμης

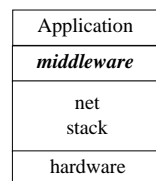
- Δυνατότητα χρήσης προ-δεσμευμένης μνήμης για buffers
- Αποφυγή χρήσης ρουτινών τύπου malloc κατά την εκτέλεση της εφαρμογής
 - εισαγωγή καθυστέρησης
- Μείωση αντιγραφής δεδομένων κατά τη διάσχιση του TCP/IP stack
 - αν είναι δυνατόν, συναρμολόγηση των πακέτων σε όλα τα επίπεδα στον ίδιο χώρο

Συγχρονισμός

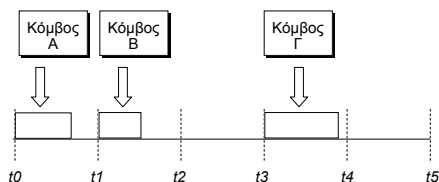
- Έλεγχος ταυτόχρονης προσπέλασης buffers
 - χρήση semaphores
- Timers
 - για διαχείριση σύνδεσης, έλεγχο timeouts και επανάληψης μετάδοσης
 - πρέπει να διαχειρίζονται από το ΛΣΠΧ κι όχι ξεχωριστά
 - αλλιώς:
 - προβλήματα συγχρονισμού

Networking Middleware

- Ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ εφαρμογής και network stack
- Ελέγχει τη μετάδοση των δεδομένων στους παραλήπτες
 - π.χ. μοντέλο publisher-subscriber
- ρύθμιση παραμέτρων
 - φορτίο δικτύου
 - χρονικά περιθώρια
 - επαναλήψεις

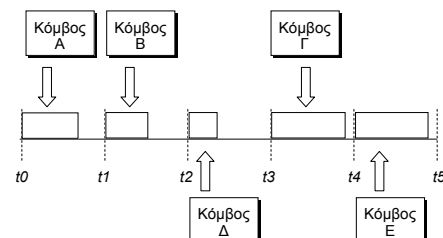


Αρχιτεκτονικές επικοινωνίας time-triggered



- Κάθε κόμβος επικοινωνεί σε συγκεκριμένο διάστημα (slot)
 - Ειδικό υλικό ανά κόμβο αποτρέπει την προσπέλαση σε άλλες χρονικές στιγμές
 - Τα διαστήματα έχουν υπολογιστεί εκ των προτέρων

Δυνατότητα σύνθεσης



- Διατήρηση χρονικών ιδιοτήτων υποσυστημάτων
 - Αρκεί ο επιμέρους έλεγχος των υποσυστημάτων

Συγχρονισμός (κοινό ρολόι)

- **Αναγκαιότητα διατήρησης σφαιρικού χρόνου**
 - Για την επιτυχή διάταξη των γεγονότων
 - Σε κάθε κόμβο
 - Υπολογισμός από τα τοπικά ρολόγια όλων των άλλων κόμβων
 - Διάφοροι αλγόριθμοι συγχρονισμού
- **Πληροφορία ρολογιών**
 - Ειδικά μηνύματα συγχρονισμού
 - Αρχιτεκτονικές time-triggered
 - Εκ των προτέρων πληροφορία
 - Πότε πρέπει να ληφθεί μήνυμα από κάθε κόμβο
 - Δεν χρειάζονται μηνύματα συγχρονισμού