



Η Επικοινωνία στα Κατανεμημένα Συστήματα

Θεματικές Ενότητες

- Το πρωτόκολλο ISO/OSI
- Τα μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή (client – server)
- Κλήση διαδικασίας από απόσταση (Remote Procedure Call – RPC)
- Επικοινωνία σε ομάδες

Μεταβίβαση Μηνυμάτων (Message Passing)

- Η επικοινωνία στα κατανεμημένα συστήματα βασίζεται στη μεταβίβαση μηνυμάτων
- Όταν μια διεργασία A θέλει να επικοινωνήσει με μια διεργασία B σε έναν άλλο κόμβο του κατανεμημένου συστήματος, δημιουργεί το μήνυμα και χρησιμοποιεί μια κλήση συστήματος που έχει ως αποτέλεσμα να πάρει το ΛΣ το μήνυμα και να το στείλει μέσα από το δίκτυο στη διεργασία B
- **Οι A και B πρέπει να συμφωνήσουν στο νόημα των bits που στέλνονται!**

Μεταβίβαση Μηνυμάτων (συνέχεια)

- Θα πρέπει να γίνουν συμφωνίες που αφορούν από την τάση στο καλώδιο που αναπαριστά το 0 και το 1, μέχρι την απώλεια μηνυμάτων και τη διόρθωση λαθών
- Απαιτούνται συμβάσεις σε διάφορα επίπεδα που κυμαίνονται από λεπτομέρειες της μετάδοσης στο φυσικό μέσο μέχρι την παρουσίαση της πληροφορίας = **πρωτόκολλα**
- Στο μοντέλο OSI η επικοινωνία χωρίζεται σε επίπεδα
- Κάθε επίπεδο παρέχει ένα περιβάλλον επικοινωνίας και μια διασύνδεση (interface) με το υψηλότερο επίπεδο

Μεταβίβαση Μηνυμάτων (συνέχεια)

- «Το μοντέλο ISO έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να επιτρέπει σε ανοικτά συστήματα (open systems) να επικοινωνούν. Ανοικτό σύστημα είναι εκείνο που έχει προβλεφθεί να επικοινωνεί με οποιοδήποτε άλλο ανοικτό σύστημα, χρησιμοποιώντας τυποποιημένους κανόνες, οι οποίοι καθορίζουν τη μορφή, το περιεχόμενο και το νόημα των μηνυμάτων που στέλνονται και λαμβάνονται»
(Tanenbaum, 1994)

Επικοινωνία

Ο σχεδιασμός ενός δικτύου επικοινωνιών πρέπει να απαντήσει τέσσερα βασικά ζητήματα:

- **Ονοματολογία και ανάλυση ονομάτων:** Πως δύο διεργασίες εντοπίζουν η μια την άλλη προκειμένου να επικοινωνήσουν;
- **Στρατηγικές δρομολόγησης (routing strategies).** Πως στέλνονται τα μηνύματα μέσα από το δίκτυο;
- **Στρατηγικές Σύνδεσης (Connection strategies).** Πως δυο διεργασίες στέλνουν μια ακολουθία μηνυμάτων;
- **Ανταγωνισμός (Contention).** Το δίκτυο είναι ένας κοινόχρηστος πόρος, οπότε πως επιλύουμε τις συγκρουόμενες αιτήσεις για τη χρήση του;

Ονοματολογία και Ανάλυση Ονομάτων

- Ονοματίζουμε τα συστήματα σε ένα δίκτυο
- Τα μηνύματα απευθύνονται στον προσδιοριστή (identifier) της διεργασίας
- Αναγνώριση της διεργασίας σε ένα απομακρυσμένο σύστημα με το ζεύγος

<host-name, identifier>

- *Domain name service* (DNS) – προσδιορίζει τη δομή ονοματολογίας των κόμβων, καθώς επίσης και την ανάλυση ονομάτων σε διευθύνσεις (Internet)

Στρατηγικές Δρομολόγησης

- **Στατική Δρομολόγηση (Fixed routing).** Ένα μονοπάτι από τον A στον B καθορίζεται εκ των προτέρων. Το μονοπάτι αλλάζει μόνο αν το απενεργοποιήσει κάποια βλάβη υλικού
 - Εφόσον συνήθως επιλέγουμε το μικρότερο μονοπάτι (shortest path), το κόστος της επικοινωνίας ελαχιστοποιείται
 - Δεν είναι προσαρμοστική στις αλλαγές φόρτου
 - Διασφαλίζει ότι τα μηνύματα θα παραδοθούν με τη σειρά με την οποία εστάλησαν

Στρατηγικές Δρομολόγησης (συνέχεια)

- **Ιδεατό κύκλωμα (Virtual circuit).** Ένα μονοπάτι από τον A στον B είναι σταθερό κατά τη διάρκεια μιας περιόδου επικοινωνίας (session). Επόμενες περιόδοι επικοινωνίας που αφορούν μηνύματα από τον A στον B μπορεί να χρησιμοποιήσουν διαφορετικά μονοπάτια
 - Διορθώνει μερικώς το ζήτημα της προσαρμογής στις αλλαγές φόρτου
 - Διασφαλίζει ότι τα μηνύματα θα παραδοθούν με τη σειρά με την οποία εστάλησαν

Στρατηγικές Δρομολόγησης (συνέχεια)

- **Δυναμική Δρομολόγηση (Dynamic routing).** Το μονοπάτι που χρησιμοποιείται για την αποστολή ενός μηνύματος από τον κόμβο A στον κόμβο B επιλέγεται μόνο όταν σταλεί ένα μήνυμα
 - Συνήθως ένας τόπος στέλνει μήνυμα σε έναν άλλο τόπο με το σύνδεσμο που χρησιμοποιείται λιγότερο εκείνη τη χρονική στιγμή
 - Προσαρμόζεται στις αλλαγές φόρτου με το να αποφεύγει να δρομολογεί μηνύματα σε μονοπάτια με μεγάλο φόρτο
 - Τα μηνύματα μπορεί να φτάσουν εκτός σειράς. Το πρόβλημα μπορεί να διορθωθεί με την προσθήκη ενός αριθμού σειράς (sequence number) σε κάθε μήνυμα

Στρατηγικές Σύνδεσης

- **Μεταγωγή κυκλώματος (Circuit switching).** Ένας μόνιμος φυσικός σύνδεσμος δημιουργείται για όσο διαρκέσει η επικοινωνία
- **Μεταγωγή μηνύματος (Message switching).** Ένας προσωρινός σύνδεσμος δημιουργείται για όσο χρειάζεται για τη μεταφορά ενός μηνύματος

Στρατηγικές Σύνδεσης (συνέχεια)

- **Μεταγωγή πακέτου (Packet switching).** Μηνύματα μεταβλητού μήκους χωρίζονται σε πακέτα σταθερού μεγέθους που αποστέλλονται στον προορισμό τους. Κάθε πακέτο μπορεί να ακολουθήσει διαφορετικό μονοπάτι μέσα στο δίκτυο. Τα πακέτα πρέπει να επανασυγκολληθούν σε μηνύματα στον προορισμό τους
- Η μεταγωγή κυκλώματος απαιτεί χρόνο αρχικοποίησης, αλλά λιγότερο φόρτο για τη μεταφορά του κάθε μηνύματος, ενώ ενδέχεται να σπαταλήσει πόρους του δικτύου. Η μεταγωγή μηνύματος και πακέτου απαιτούν λιγότερο χρόνο αρχικοποίησης, αλλά δημιουργούν μεγαλύτερο φόρτο ανά μήνυμα

Πρωτόκολλα Επικοινωνιών

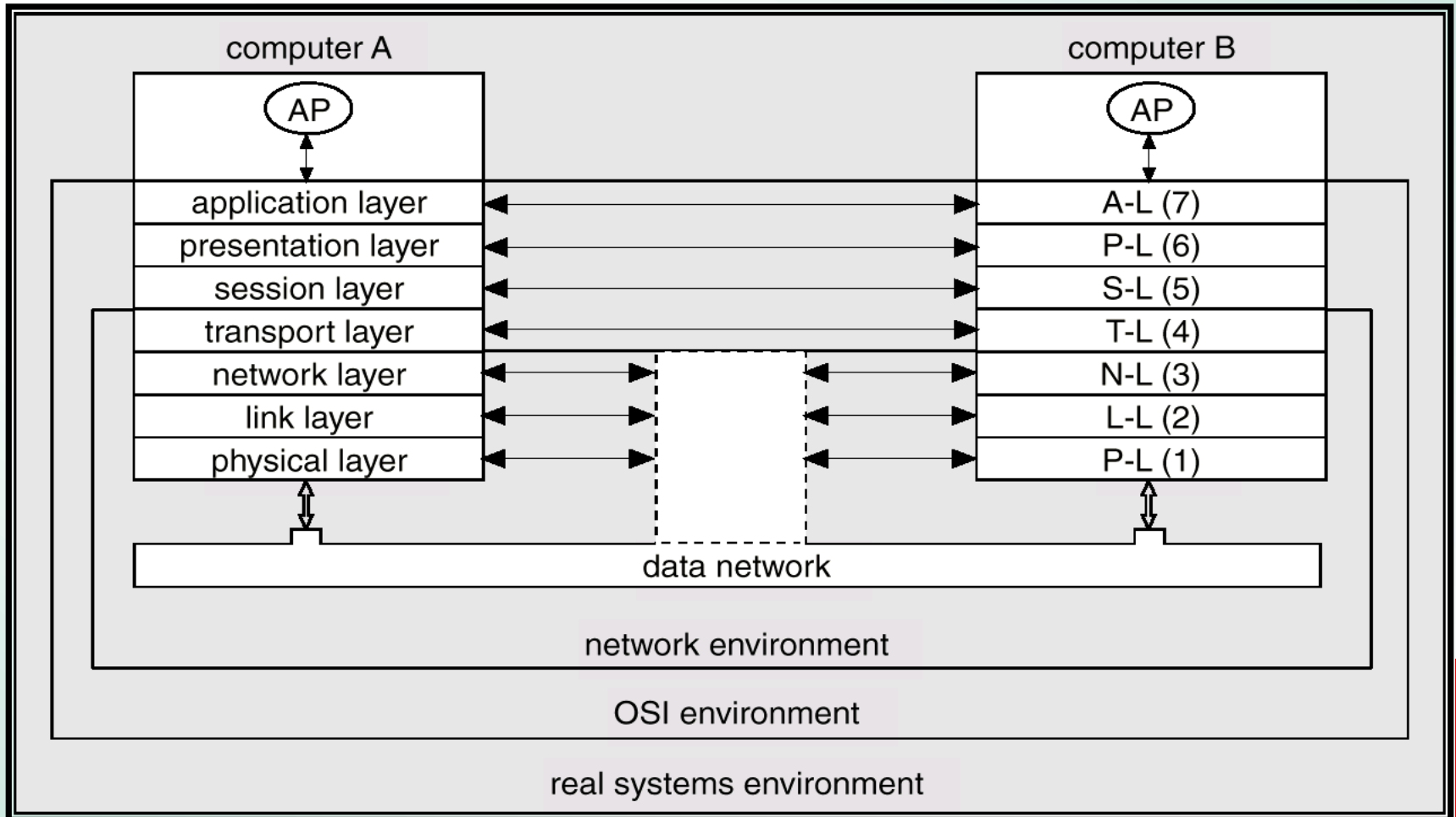
Μια διαδικασία επικοινωνίας χωρίζεται στις ακόλουθες λειτουργίες/επίπεδα:

- **Φυσικό Επίπεδο (Physical layer)** – χειρίζεται τις μηχανικές και ηλεκτρικές λεπτομέρειες της φυσικής μετάδοσης μιας ροής bit (bit stream)
- **Επίπεδο Σύνδεσης (ή Ζεύξης) Δεδομένων (Data-link layer)** – χειρίζεται τα *πλαίσια (frames)*, μαζί με μηχανισμούς ανίχνευσης λαθών και διόρθωσης που συμβαίνουν στο φυσικό επίπεδο
- **Επίπεδο Δικτύου (Network layer)** – παρέχει συνδέσεις και δρομολογεί τα πακέτα σε ένα δίκτυο επικοινωνιών, που περιλαμβάνει το χειρισμό των διευθύνσεων εξερχόμενων πακέτων, αποκωδικοποίηση της διεύθυνσης εισερχόμενων πακέτων, και διατηρεί πληροφορίες δρομολόγησης για προσαρμογή σε αλλαγές φόρτου

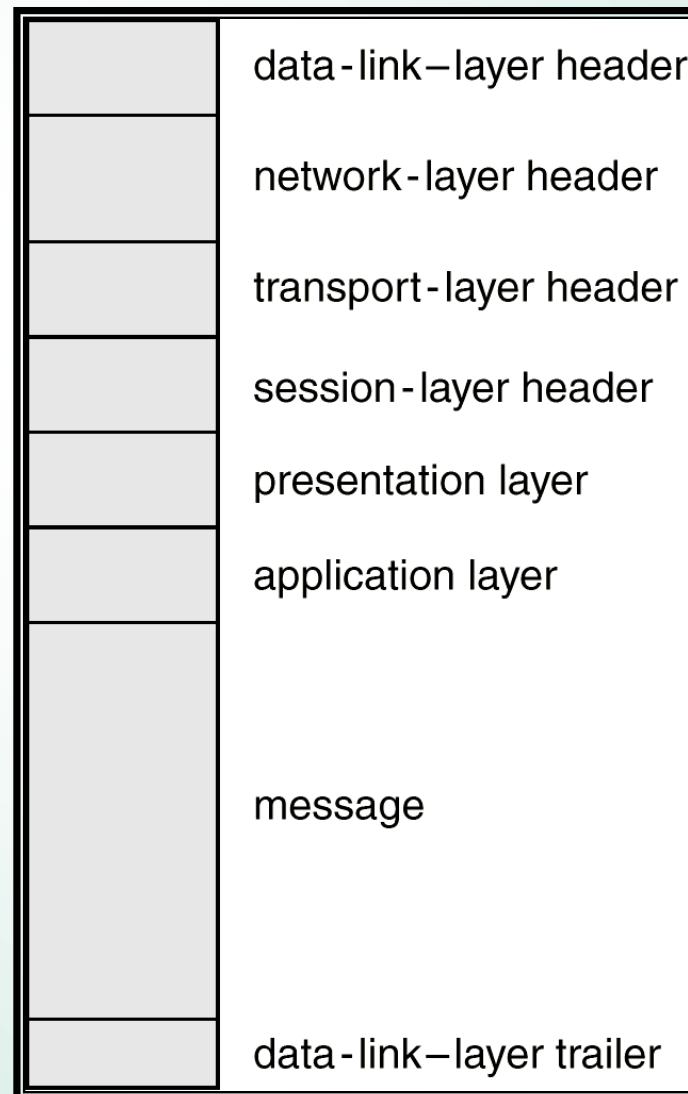
Πρωτόκολλα Επικοινωνιών (συνέχεια)

- **Επίπεδο Μεταφοράς (Transport layer)** – υπεύθυνο για την πρόσβαση στο δίκτυο και τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ χρηστών, που περιλαμβάνει χωρισμό σε πακέτα, τήρηση σειράς, διόρθωσης λαθών, έλεγχο ροής και αναγνώριση προορισμών
- **Επίπεδο Συνόδου (Session layer)** – υλοποιεί συνόδους και πρωτόκολλα επικοινωνιών από διεργασία σε διεργασία
- **Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation layer)** – επιλύει τις διαφορές σε αναπαραστάσεις μεταξύ των διαφορετικών τόπων σε ένα δίκτυο
- **Επίπεδο Εφαρμογής (Application layer)** – αλληλεπιδρά απευθείας με τους χρήστες (μεταφορά αρχείων, remote-login και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο)

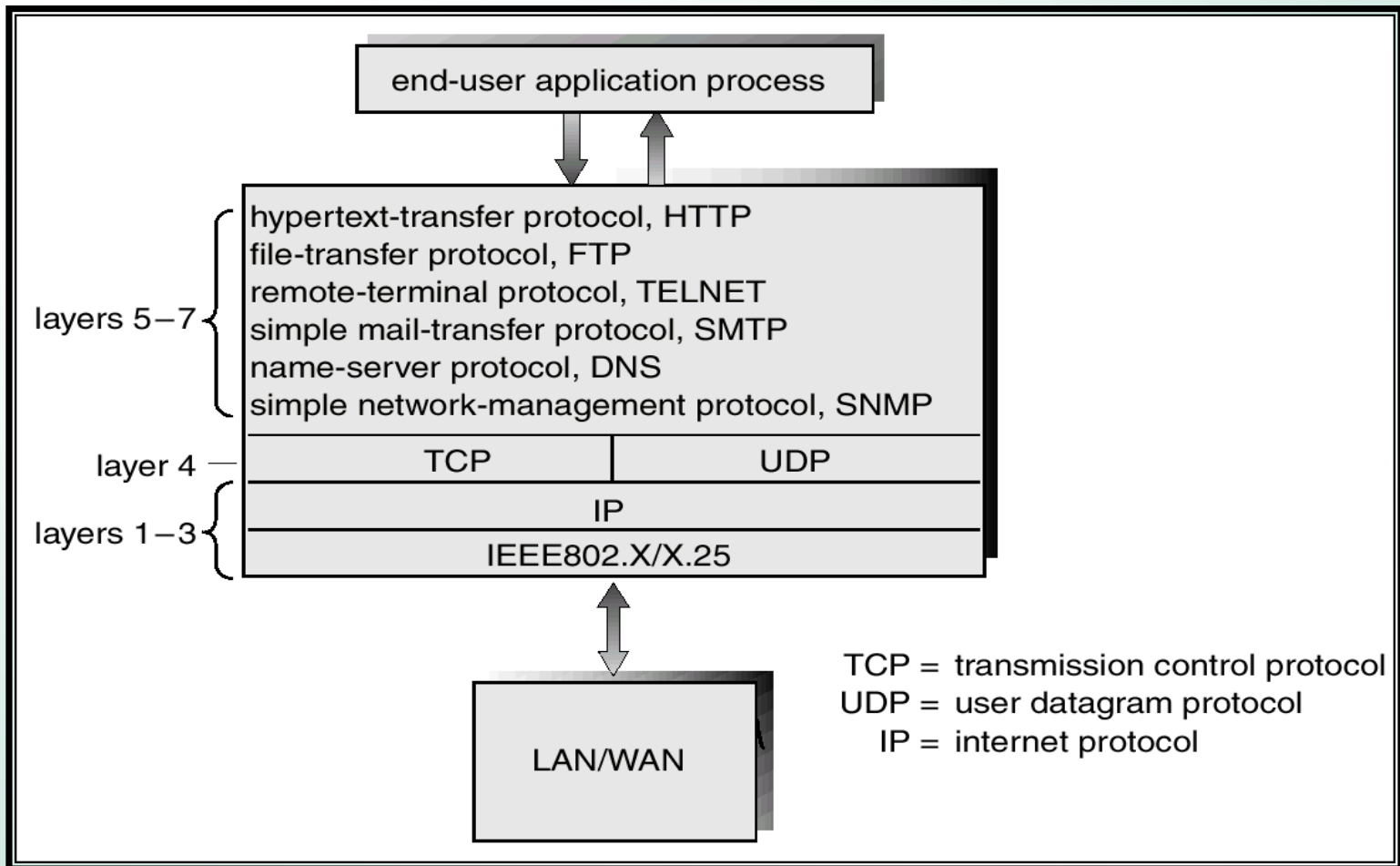
Επικοινωνία στο Μοντέλο Αναφοράς ISO



Ένα πλαίσιο δεδομένων κατά ISO



Τα επίπεδα στην οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP



Αρχιτεκτονικά Μοντέλα

- Το αρχιτεκτονικό μοντέλο ενός κατανεμημένου συστήματος περιγράφει την τοποθέτηση των συστατικών του μερών και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις
- Παράδειγμα: το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή (client-server model) και το μοντέλο των ισότιμων διεργασιών (peer processes model)
- Το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή εξαρτάται από μια σειρά παραμέτρους, όπως το μοίρασμα ή την αντιγραφή (replication) των δεδομένων μεταξύ διαφόρων εξυπηρετητών, την τοπική αποθήκευση από ενδιάμεσους (proxy) εξυπηρετητές και πελάτες, τη χρήση κινητών συσκευών

Αρχιτεκτονικά Μοντέλα (συνέχεια)

Ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο:

- ασχολείται καταρχήν με την απλοποίηση και αφαίρεση των λειτουργιών των ανεξάρτητων συστατικών ενός συστήματος
- μελετά την τοποθέτηση των συστατικών σε ένα δίκτυο υπολογιστών, προσπαθώντας να ορίσει χρήσιμα υποδείγματα για την κατανομή των δεδομένων και του φόρτου εργασίας
- μελετά τους ρόλους και τους τρόπους επικοινωνίας των συστατικών ενός κατακεμημένου δικτύου

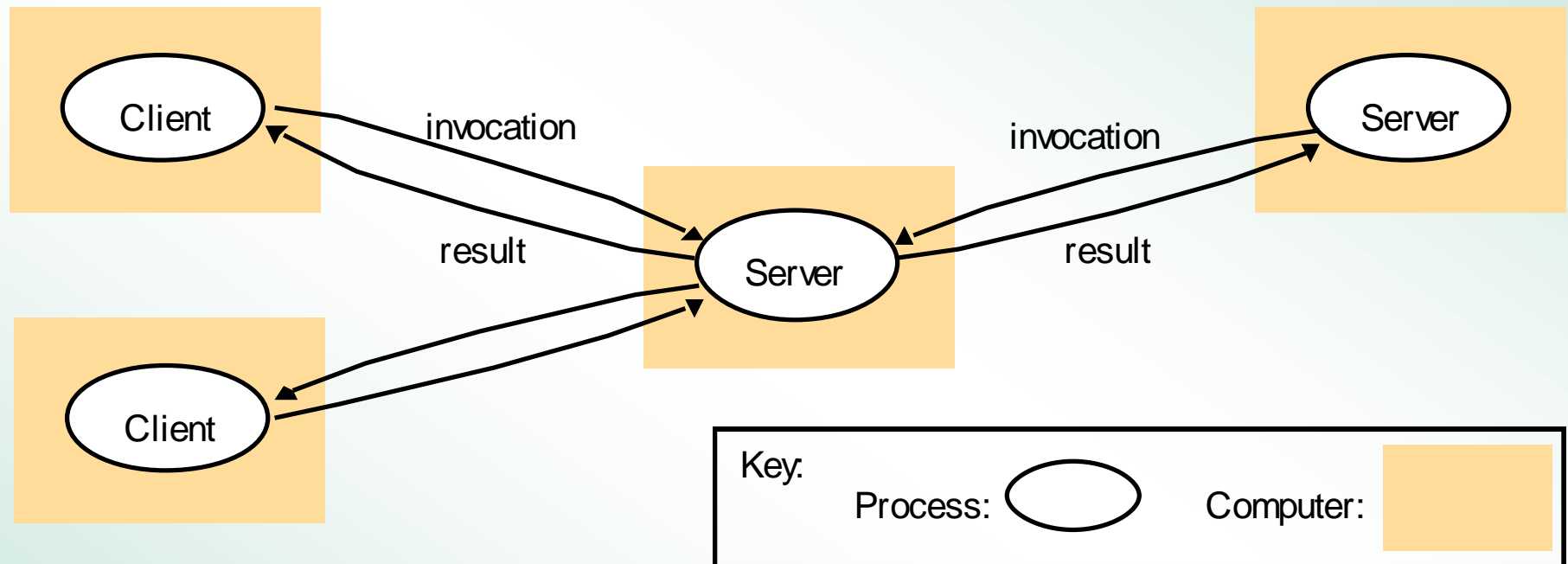
Κατηγοριοποίηση Διεργασιών

- Οι διεργασίες μπορούν να ταξινομηθούν ως διεργασίες πελάτη, εξυπηρετητή ή ισότιμες διεργασίες
- Οι ισότιμες διεργασίες επικοινωνούν με ένα συμμετρικό τρόπο για την εκτέλεση μιας εργασίας
- Η ταξινόμηση αυτή περιγράφει τις αρμοδιότητες της κάθε διεργασίας, άρα μας βοηθάει να προσδιορίσουμε το φόρτο της και τον αντίκτυπο της αστοχίας της
- Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορίσουν την τοποθέτηση των διεργασιών με τέτοιο τρόπο που να επιτυγχάνει απόδοση και αξιοπιστία

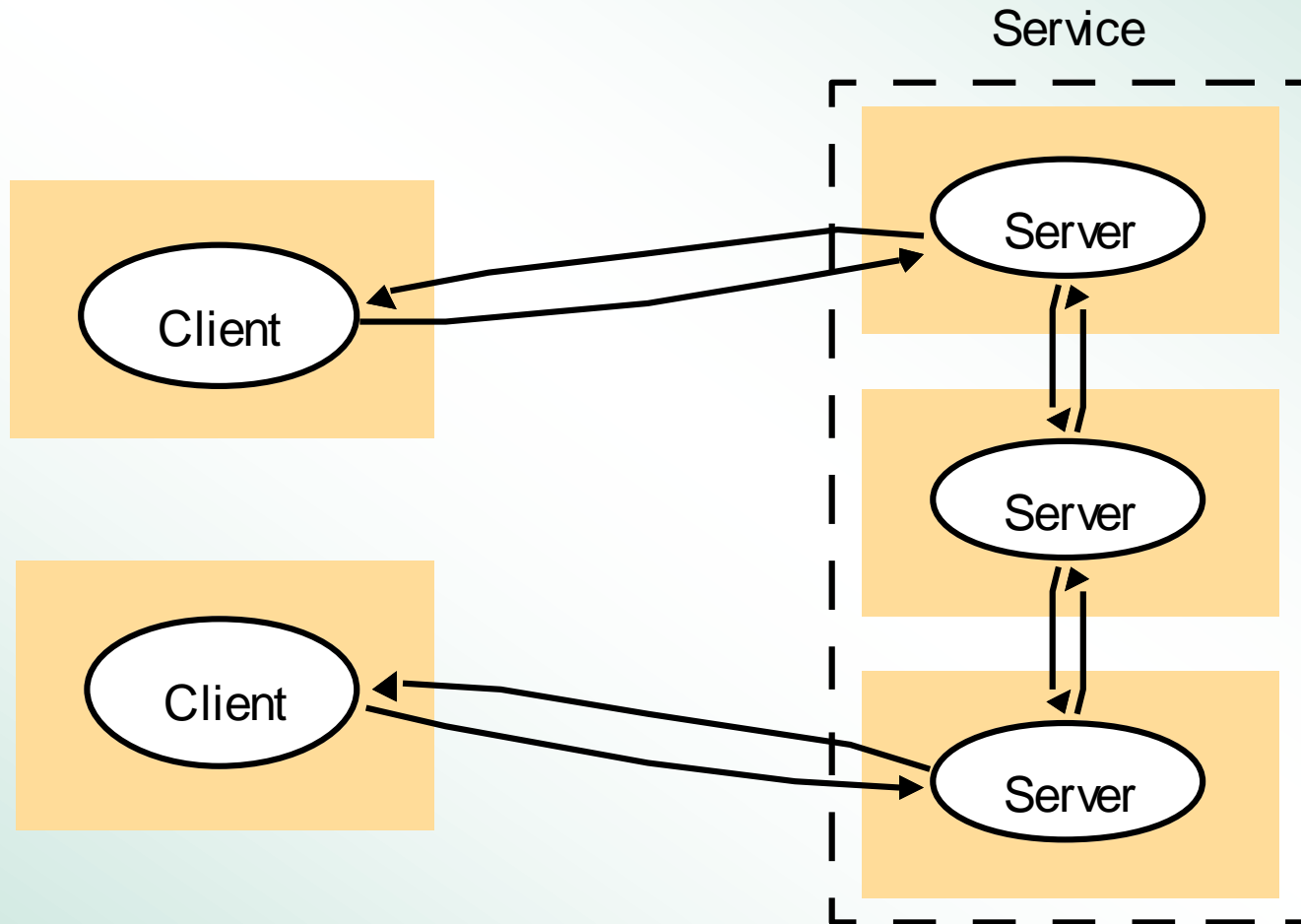
Αρχιτεκτονική Λογισμικού

- Ένας εξυπηρετητής είναι μια διεργασία που αποδέχεται αιτήσεις για εξυπηρέτηση από άλλες διεργασίες
- Μια κατανεμημένη υπηρεσία παρέχεται με τη συνεργασία μιας ή περισσότερων διεργασιών εξυπηρετητή που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με τις διεργασίες πελάτες για να διατηρήσουν μια συνεπή θεώρηση των πόρων της υπηρεσίας σε επίπεδο συστήματος
- Η επικοινωνία βασίζεται σε ένα πρωτόκολλο αίτησης/απάντησης (request/reply protocol)

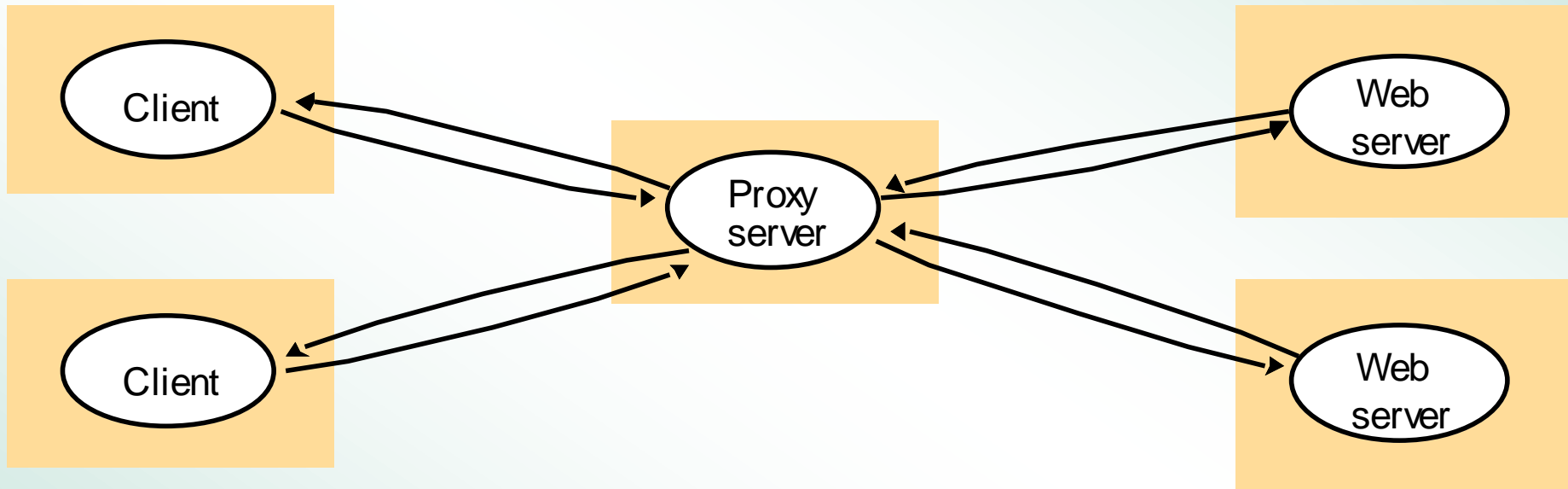
Αρχιτεκτονική Συστημάτων: Μοντέλο Πελάτη - Εξυπηρετητή



Υπηρεσίες που παρέχονται από πολλούς εξυπηρετητές



Ενδιάμεσοι Εξυπηρετητές και Τοπικές Αποθήκες



Κλήση Απομακρυσμένων Διαδικασιών

- Το κλασικό μοντέλο client/server δεν δίνει την εντύπωση της κεντριοποιημένης λειτουργίας
- Κλήση Απομακρυσμένων Διαδικασιών (Remote Procedure Call – RPC): όταν μια διεργασία στην μηχανή A καλέσει μια διαδικασία στη μηχανή B, η εκτέλεση της διεργασίας στη γραμμή A αναστέλλεται και η λαμβάνει χώρα η εκτέλεση της διαδικασίας στην μηχανή B (Birrell και Nelson 1984)

Κλήση Απομακρυσμένων Διαδικασιών (συνέχεια)

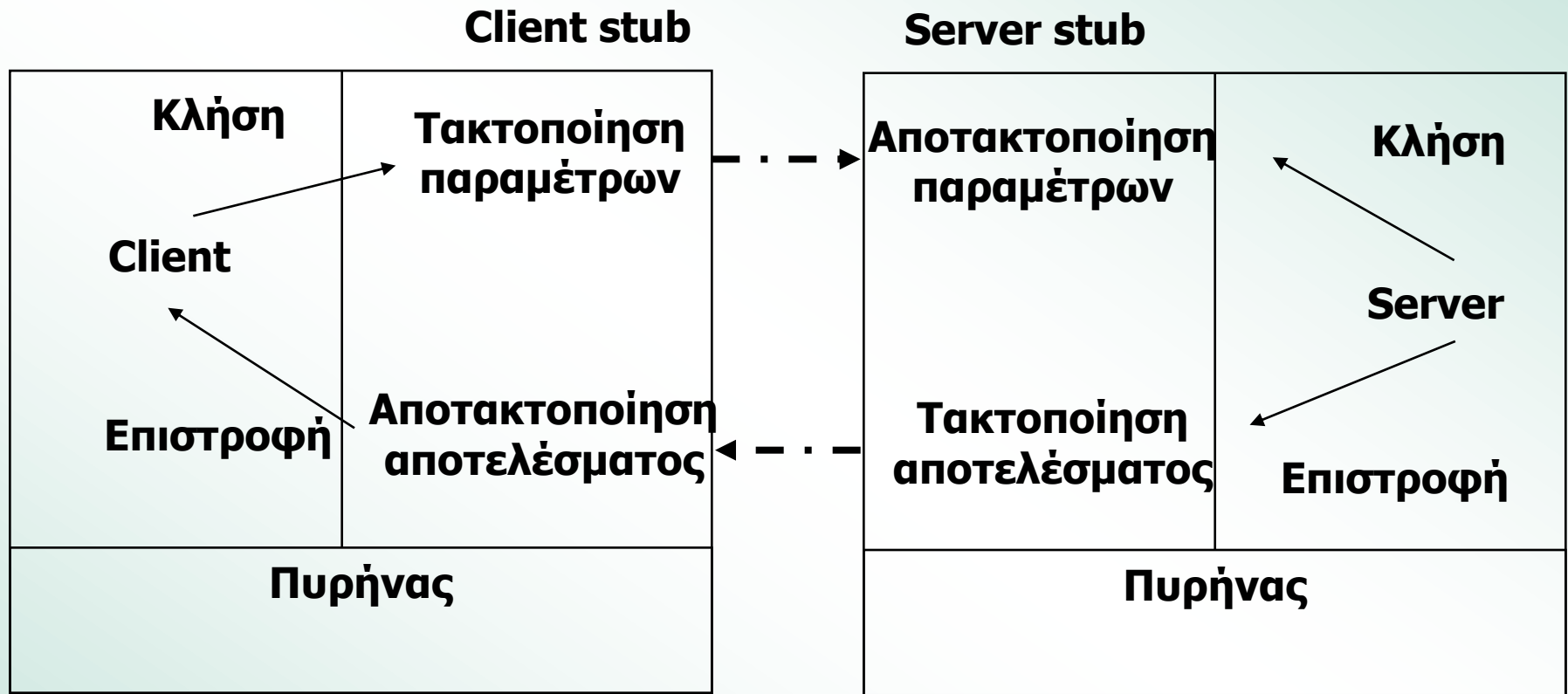
— Προβλήματα χρήσης RPC

- Παρενέργειες λόγω της εκτέλεσης των δύο διεργασιών σε διαφορετικούς χώρους διευθύνσεων
- Το πέρασμα παραμέτρων στην περίπτωση ανομοιότητας των δύο μηχανών
- Περίπτωση κατάρρευσης της μιας ή και των δύο μηχανών

Η βασική RPC λειτουργία

- Βασικά χαρακτηριστικά κλήσης διαδικασιών σε μια μηχανή:
 - Χρησιμοποίηση στοίβας
 - Πέρασμα με τιμή (call by value)
 - Πέρασμα με αναφορά (call by reference)
 - Πέρασμα διαμέσου αντιγραφής/επαναφοράς (call by copy/restore)

Η βασική RPC λειτουργία (συνέχεια)



Θέματα Μεταβίβασης Παραμέτρων

- Τι γίνεται στην περίπτωση που χρησιμοποιείται διαφορετικός κώδικας για την αναπαράσταση των παραμέτρων;
- Τι γίνεται στην περίπτωση που η αρίθμηση των bytes μεταξύ διαφορετικών επεξεργαστών γίνεται με διαφορετικό τρόπο;
- Πώς αναπαριστάνεται η πληροφορία σε ένα μήνυμα;
- Πώς μεταβιβάζονται οι δείκτες;

Σύγχρονες και Ασύγχρονες Κλήσεις

- Σύγχρονη Κλήση: κατά τη διάρκεια αποστολής/παραλαβής ενός μηνύματος το πρόγραμμα του αποστολέα/παραλήπτη αναστέλλεται.
- Ασύγχρονη Κλήση: η διεργασία μπορεί να συνεχίσει την λειτουργία της κατά τη διάρκεια της αποστολής/παραλαβής ενός μηνύματος
 - Η διεργασία δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει το χώρο της μνήμης που περιέχεται το μήνυμα, μέχρι να ολοκληρωθεί η αποστολή του
 - Η διεργασία δεν γνωρίζει πότε ολοκληρώνεται η μετάδοση/παραλαβή ενός μηνύματος

Σύγχρονες και Ασύγχρονες Κλήσεις (συνέχεια)

- Λύσεις στα προβλήματα των ασύγχρονων κλήσεων:
 - Χρήση σύγχρονων κλήσεων
 - Χρήση κλήσεων με αντιγραφή στο εσωτερικό του πυρήνα
 - Χρήση κλήσεων με διακοπές
- Εναλλακτική άποψη: σύγχρονη είναι μια κλήση όταν το πρόγραμμα του αποστολέα αναστέλλεται μέχρι να λάβει απάντηση από τον παραλήπτη ότι έλαβε το μήνυμα.

Στοιχειώδεις Κλήσεις

- send : αποστέλλει ένα μήνυμα (μπορεί να συνδυαστεί και με χρονομετρητές)
- receive: παραλαμβάνει ένα μήνυμα
- wait : επιτρέπει σε ένα παραλήπτη να αναστέλλεται για όσο χρόνο το επιθυμεί
- test : ελέγχει την κατάσταση του πυρήνα
- conditional_receive : επιστρέφει το μήνυμα ή σφάλμα σε περίπτωση αποτυχίας ή επιστρέφει τον έλεγχο μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αναμονής

Μη Αποθηκευόμενες (Unbuffered) Κλήσεις

- Κάθε διεύθυνση αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη διεργασία
- Μια κλήση `receive(addr, &m)` ειδοποιεί τον πυρήνα ότι η καλούμενη διεργασία προσπελαύνει τη διεύθυνση `addr` και πλέον μπορεί να λάβει όλα τα μηνύματα που απευθύνονται σε αυτή τη διεύθυνση
- `m` είναι η ενδιάμεση μνήμη που αποθηκεύονται τα εισερχόμενα μηνύματα
- Τι συμβαίνει όταν μια κλήση `send` φτάσει στον πυρήνα πριν από μία κλήση `receive`;

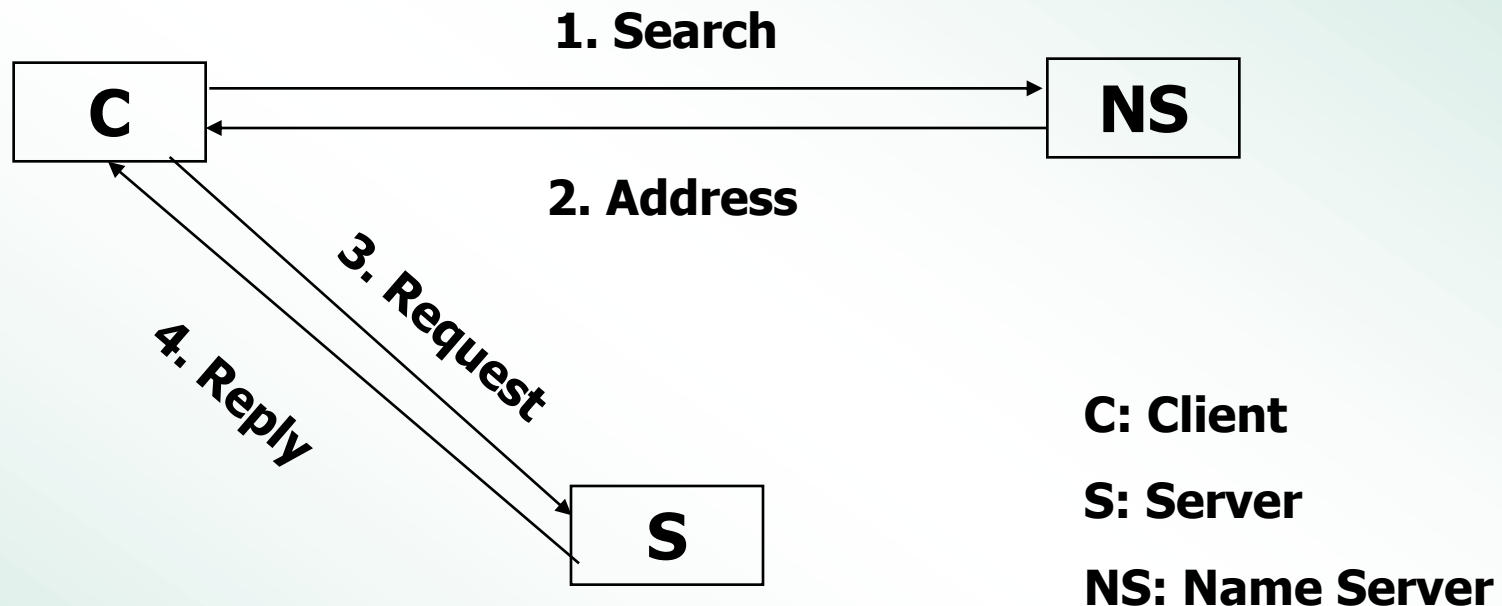
Αποθηκευόμενες (Buffered) Κλήσεις

- Κάθε διεργασία διαθέτει ένα γραμματοκιβώτιο (mailbox)
- Κάθε διεργασία ειδοποιεί τον πυρήνα για τη διεύθυνση του γραμματοκιβωτίου της
- Τι συμβαίνει όταν ο χώρος του γραμματοκιβωτίου μιας διεργασίας γεμίσει και υπάρχει νέο μήνυμα;
- Λύση 1: το μήνυμα περιμένει για λίγο χρόνο στον πυρήνα, μέχρι να αδειάσει θέση στο mailbox
- Λύση 2: δεν επιτρέπεται να στείλει μια διεργασία μήνυμα όταν το mailbox της διεργασίας – παραλήπτης είναι γεμάτο.

Αξιόπιστες (Reliable) Κλήσεις

- Πώς μια διεργασία που εκτελεί μια κλήση send είναι σίγουρη ότι η διεργασία – παραλήπτης έλαβε το μήνυμα;
- Λύση 1: ο εξυπηρετητής στέλνει ένα μήνυμα αναγνώρισης (ACK) αμέσως μόλις λάβει την κλήση
- Λύση 2: ο εξυπηρετητής δεν στέλνει μήνυμα ACK, αλλά η απάντηση λειτουργεί ως επιβεβαίωση
- Και στις δύο περιπτώσεις ο εξυπηρετούμενος στέλνει ACK επιβεβαίωσης λήψης της απάντησης από το server
- Η ανταλλαγή των μηνυμάτων ACK γίνεται σε επίπεδο πυρήνα

Διευθυνσιοδότηση στο μοντέλο Πελάτη - Εξυπηρετητή



Δυναμική Διασύνδεση

- Πώς ένας client εντοπίζει ένα server;
- Για κάθε διαδικασία δίνονται οι παράμετροί της και οι αντίστοιχοι τύποι των παραμέτρων (in, out, in out)
- Κάθε server εξάγει το περιβάλλον επικοινωνίας του (όνομα, έκδοση, διεύθυνση, μοναδικός κωδικός) και το στέλνει με μήνυμα στο πρόγραμμα σύνδεσης (binder)
- Ο client απευθύνεται κάθε φορά στον binder για να εντοπίσει ένα server

Κλήση Απομακρυσμένων Αντικειμένων

- Ένα αντικείμενο περιλαμβάνει δεδομένα και μεθόδους.
- Οι μέθοδοι γίνονται διαθέσιμες μέσω διασυνδέσεων (interfaces)
- Συνήθως γίνονται διαθέσιμες μέσω μιας γλώσσας IDL.
- Ένα αντικείμενο μπορεί να υλοποιεί πολλές διασυνδέσεις
- Μπορεί να υπάρχουν πολλά αντικείμενα που παρέχουν μια υλοποίηση για ένα δεδομένο ορισμό διασύνδεσης.

Κατανεμημένα Αντικείμενα

- Ο διαχωρισμός διασυνδέσεων και αντικειμένων μας επιτρέπει να διαθέτουμε ξεχωριστές μηχανές για τα αντικείμενα και τις διασυνδέσεις τους.
- Αυτό ονομάζεται κατανεμημένο αντικείμενο.
- Το στέλεχος πελάτη (client stub) καλεί τη μέθοδο μέσω μηνύματος
- Ο σκελετός εξυπηρετητή (server skeleton) την μετατρέπει σε κανονική τοπική κλήση.
- Ένα αντικείμενο εμφανίζεται σαν στιγμιότυπο (instance) μιας κλάσης.

Κλάσεις και Προσαρμογείς Αντικειμένων

- Κλάση είναι μια αφηρημένη περιγραφή ενός αντικειμένου που περιέχει στοιχεία δεδομένων και λειτουργίες που εφαρμόζονται πάνω σε αυτά τα δεδομένα.
- Για να υπάρχει ανεξαρτησία από τη γλώσσα υλοποίησης παρέχεται στη μεριά του εξυπηρετητή ένα ειδικό module που καλείται προσαρμογέας αντικειμένου.
- Ο προσαρμογέας αντικειμένου είναι υπεύθυνος για την εκκίνηση μιας εφαρμογής στη μεριά του εξυπηρετητή.

Μόνιμα και Προσωρινά Αντικείμενα

- Μόνιμο αντικείμενο: εξακολουθεί να υφίσταται ακόμη κι αν ο εξυπηρετητής δεν είναι ενεργός.
- Αντιγράφεται σε δευτερεύουσα μνήμη και φορτώνεται από άλλους εξυπηρετητές.
- Προσωρινό αντικείμενο: υφίσταται όσο είναι ενεργός ο εξυπηρετητής που το παρέχει.

Επικοινωνία σε ομάδες

- Επικοινωνία ένας προς πολλούς
 - Πολλαπλή μετάδοση (multicast)
 - Καθολική μετάδοση (broadcast)
 - Αποκλειστική μετάδοση (unicast)
- Επικοινωνία από σημείο σε σημείο (point-to-point)

Κλειστές – Ανοιχτές Ομάδες

— Κλειστές Ομάδες (closed groups)

- Μόνο τα μέλη της ομάδας μπορούν να στείλουν μήνυμα στην ομάδα
- Τα μηνύματα εξωτερικών προς την ομάδα διεργασιών, με παραλήπτη την ομάδα, απορρίπτονται

— Ανοιχτές Ομάδες (open groups)

- Οποιαδήποτε διεργασία του συστήματος μπορεί να στείλει σε οποιαδήποτε ομάδα

Ομότιμες - Ιεραρχημένες Ομάδες

- Ομότιμες Ομάδες: όλες οι διεργασίες είναι ισότιμες
 - Έχει συμμετρικότητα
 - Έχει μεγάλη ανθεκτικότητα σε σφάλματα
 - Αυξημένη πολυπλοκότητα κατά τη λήψη αποφάσεων και διεξαγωγή ψηφοφορίας
- Ιεραρχημένες Ομάδες: μία διεργασία ορίζεται ως συντονιστής (coordinator)
 - Έχει μικρή ανθεκτικότητα σε σφάλματα

Διαχείριση ομάδας

- Με χρήση εξυπηρετητή ομάδων
 - Έχει μικρή ανθεκτικότητα σε σφάλματα
- Με κατανεμημένο τρόπο
 - Έχει μεγάλη ανθεκτικότητα σε σφάλματα
 - Η ένταξη ή η αποχώρηση σε/από μια ομάδα γίνεται με αποστολή μηνυμάτων στην ομάδα
 - Αν ένα μέλος καταρρεύσει πώς γίνεται γνωστό το γεγονός στην ομάδα;
 - Η αποχώρηση ενός μέλους πρέπει να συγχρονιστεί με την αποστολή μηνυμάτων
 - Πώς γίνεται η ανασυγκρότηση μιας ομάδας όταν καταρρεύσουν τόσα μέλη ώστε να μην μπορεί να λειτουργήσει η ομάδα;

Διευθυνσιοδότηση ομάδας

- Εκχωρείται σε μια ομάδα μια μοναδική διεύθυνση την οποία βλέπουν όλα τα μέλη
 - Ο αποστολέας δεν γνωρίζει τι συμβαίνει εσωτερικά στην ομάδα
- Ο αποστολέας πρέπει να παρέχει τη λίστα των παραληπτών (π.χ. IP διευθύνσεις)
 - Ο αποστολέας πρέπει να γνωρίζει τα μέλη της ομάδας
- Διευθυνσιοδότηση κατηγορήματος
 - Μόνο αν το κατηγορήμα (λογική έκφραση) εκτιμηθεί ως TRUE από ένα παραλήπτη, το μήνυμα γίνεται δεκτό
 - Το μήνυμα απευθύνεται σε όλη την ομάδα

Κλήσεις αποστολής και λήψης μηνύματος σε ομάδα

- Οι αρχικές κλήσεις συστήματος `send` και `receive` δεν αρκούν
- Κάποια συστήματα εισάγουν νέες διαδικασίες βιβλιοθήκης
 - `group_send`
 - `group_receive`
- Σε περίπτωση αποστολής μηνύματος σε ομάδα είναι απαραίτητο να ληφθούν όλες οι απαντήσεις

Διάταξη Μηνυμάτων

- Διάταξη καθολικού χρόνου: όλοι οι παραλήπτες πρέπει να παίρνουν τα μηνύματα με την ίδια ακριβώς σειρά
- Διάταξη συνεπούς χρόνου: αν δύο μηνύματα σταλούν σε μικρό χρονικό διάστημα, το σύστημα επιλέγει ένα σαν πρώτο και το παραδίδει σε όλα τα μέλη της ομάδας, και κατόπιν το άλλο.
- Η διάταξη πρέπει να υποστηρίζει και επικαλυπτόμενες ομάδες

Παραλλαγές Συστήματος Πελάτη-Εξυπηρετητή

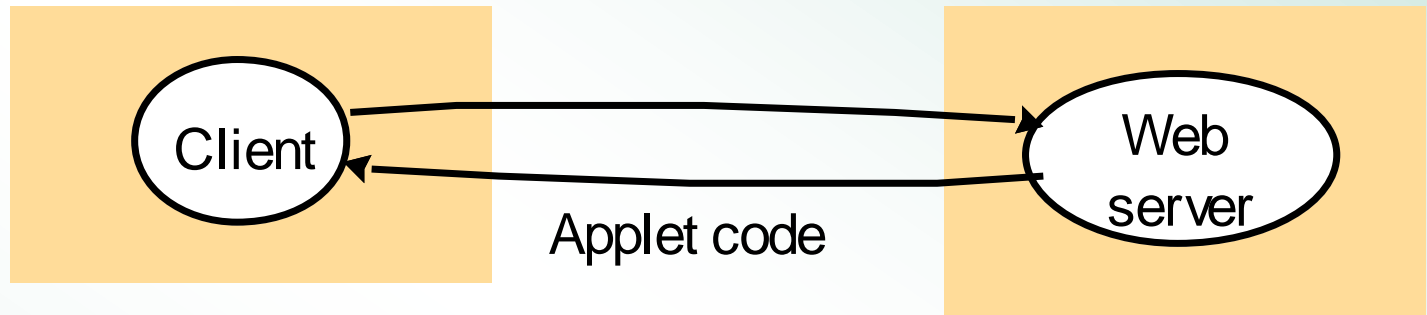
- Δυνατότητα μεταφοράς κώδικα από μια διεργασία σε μια άλλη (π.χ. το κατέβασμα κάποιου Java bytecode ενός server που θα εκτελεστεί από κάποιο πελάτη)
- Δυνατότητα εύκολης ολοκλήρωσης κινητών συσκευών, με το να επιτρέπεται η ανακάλυψη των διαθέσιμων υπηρεσιών σε ένα σύστημα και η παροχή των δικών τους υπηρεσιών στο σύστημα
- Η πραγματική τοποθέτηση των διεργασιών που αποτελούν ένα κατακευμαμένο σύστημα σε ένα δίκτυο υπολογιστών επηρεάζεται από ζητήματα απόδοσης, αξιοπιστίας ασφάλειας και κόστους

Παραλλαγές του Μοντέλου Πελάτη – Εξυπηρετητή (συνέχεια)

- Οι ακόλουθοι παράγοντες μπορούν να δημιουργήσουν παραλλαγές στο μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή
- Η χρήση «κινητού» κώδικα (mobile code) και «κινητών πρακτόρων» (mobile agents)
- Η ανάγκη για υπολογιστές χαμηλού κόστους με περιορισμένους πόρους υλικού που είναι εύκολη στη διαχείριση
- Η απαίτηση για προσθήκη κινητών συσκευών με εύκολο τρόπο

Web Applets

a) client request results in the downloading of applet code



b) client interacts with the applet



Κινητοί Πράκτορες

- Είναι ένα πρόγραμμα (κώδικας και δεδομένα) που μετακινείται από υπολογιστή σε υπολογιστή εκτελώντας μια εργασία εκ μέρους κάποιου (συνήθως συλλογή πληροφοριών) και επιστρέφει τα αποτελέσματα
- Παράδειγμα:
 - **ενημέρωση για τις τιμές που προσφέρουν διάφοροι κατασκευαστές PCs αφού επισκεφθεί τα sites τους!**
 - **εκτέλεση υπολογισμών από αδρανείς υπολογιστές**
- Αποτελούν απειλή για την ασφάλεια ενός ΥΣ. Το περιβάλλον που λαμβάνει έναν πράκτορα ελέγχει μια κρυπτογραφημένη πληροφορία και αποφασίζει το είδος της πρόσβασης που θα παρέχει

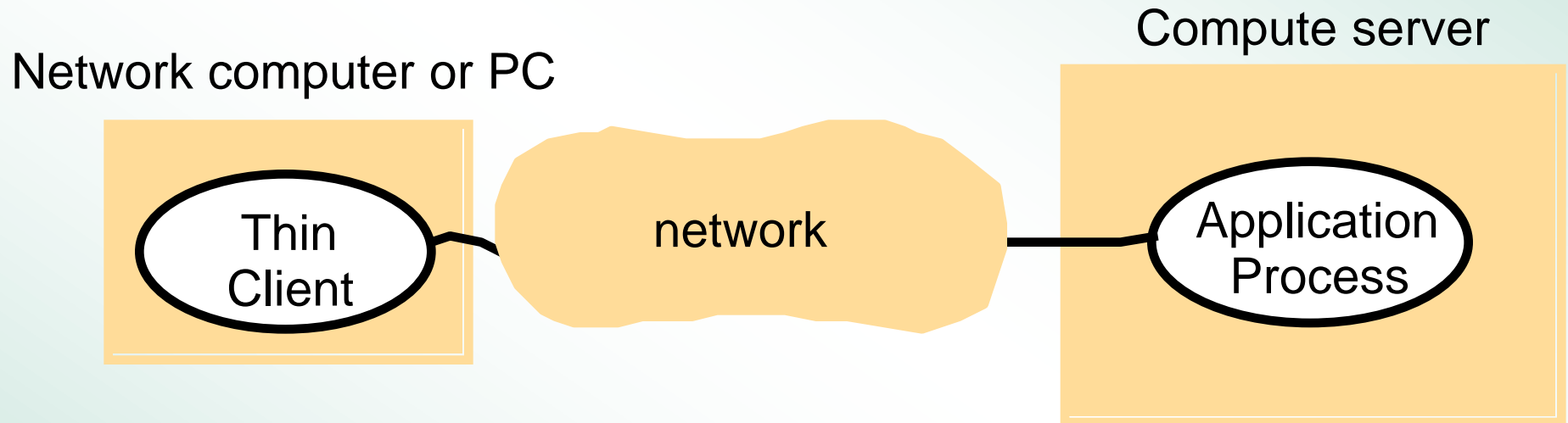
Δικτυακοί Υπολογιστές (Network Computers)

- Η διαχείριση και υποστήριξη των προγραμμάτων εφαρμογών είναι επίπονη διαδικασία
- Ο δικτυακός υπολογιστής κατεβάζει τον κώδικα του ΛΣ και όποια εφαρμογή χρειάζεται. Οι εφαρμογές τρέχουν τοπικά αλλά τα αρχεία διαχειρίζονται από το απομακρυσμένο σύστημα αρχείων
- Ο δίσκος (εφόσον υπάρχει) χρησιμοποιείται για να κρατήσει ένα ελάχιστο λογισμικό και ως τοπική αποθήκη

«Λιγνός» Πελάτης (Thin Client)

- Ο όρος αυτός αναφέρεται σε λογισμικό που υποστηρίζει ένα παραθυρικό περιβάλλον στον τοπικό υπολογιστή του χρήστη ενώ εκτελούνται προγράμματα εφαρμογών σε έναν απομακρυσμένο υπολογιστή
- Έχει τα ίδια πλεονεκτήματα με την προηγούμενη περίπτωση αλλά αντί να κατεβάζει τον κώδικα τον εκτελεί σε έναν εξυπηρετητή υπολογισμών (compute server). Τυπικά ένας πολύ-επεξεργαστής ή ένας μαζικός υπολογιστής (cluster computer)
- Αργό στις αλληλεπιδραστικές εφαρμογές γραφικών, CAD

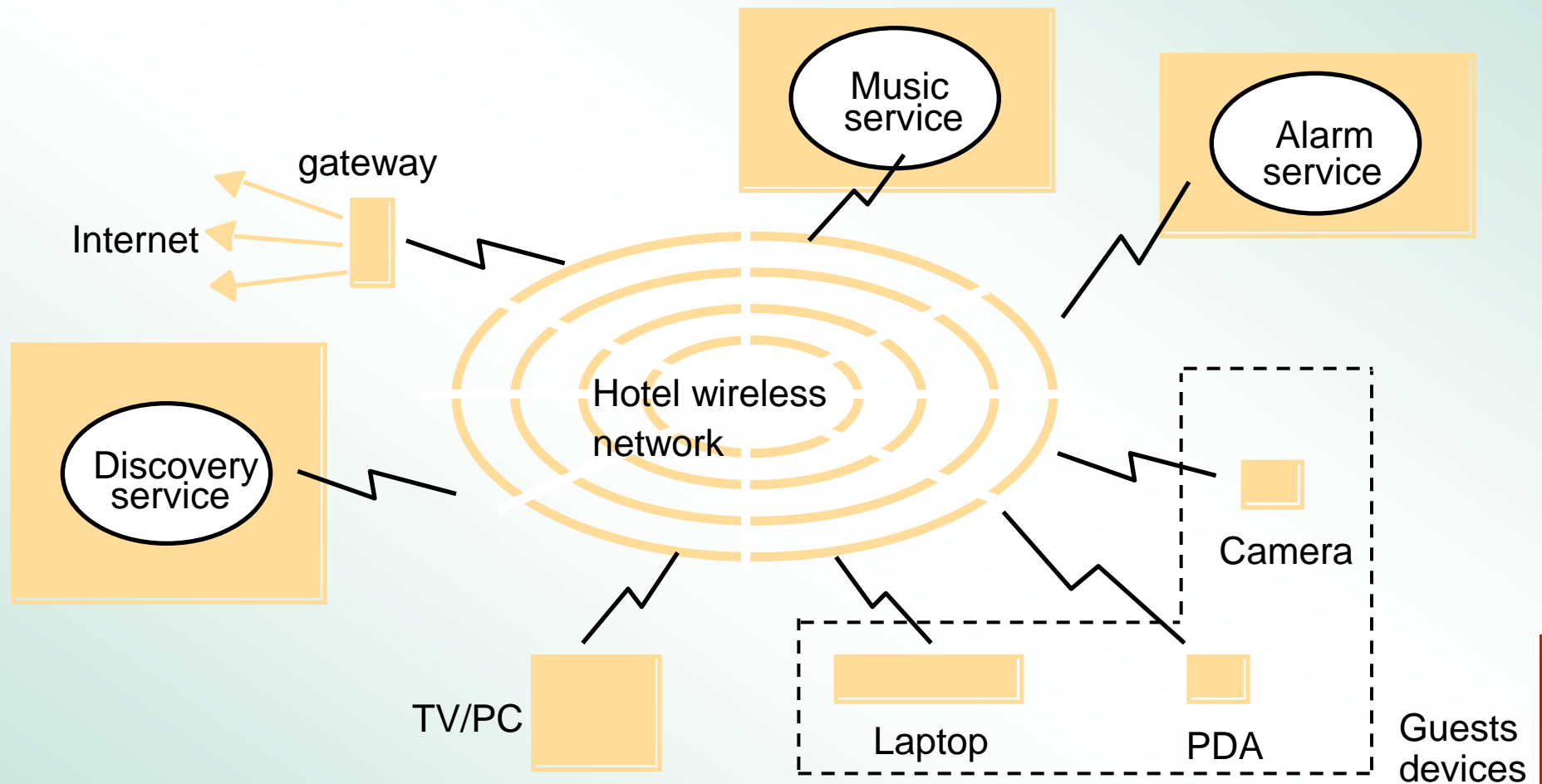
«Λιγνός» Πελάτης (Thin Client)



Κινητές Συσκευές και «Αυτοφυής» Δικτύωση (Spontaneous Networking)

- Πολλές από τις μικρές φορητές συσκευές που χρησιμοποιούμε έχουν δυνατότητες ασύρματης δικτύωσης σε μεγάλες ή μικρότερες αποστάσεις (GSM, WaveLan, BlueTooth, infra-red, HomeRF)
- Με κατάλληλη ενσωμάτωση σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον, οι χρήστες μπορούν να εκμεταλλεύονται τις υπηρεσίες των συσκευών αυτών, καθώς μετακινούνται (κινητός υπολογισμός).
- Η ολοκλήρωση κινητών και μη συσκευών σε ένα δίκτυο περιγράφεται από τον όρο αυτοφυής υπολογισμός

Κινητές Συσκευές και Αυτοφυής Δικτύωση



Χαρακτηριστικά της Αυτοφυούς Δικτύωσης

- Ευκολία σύνδεσης σε ένα τοπικό δίκτυο – Μια συσκευή που έρχεται σε ένα νέο δικτυακό περιβάλλον ρυθμίζεται (configure) αυτόματα και διαφανώς προς το χρήστη
- Εύκολη ολοκλήρωση με τις τοπικές υπηρεσίες
- Υπάρχουν όμως και σημαντικά ζητήματα σχεδιασμού: στην περίπτωση του Internet υποθέτουμε ότι οι υπολογιστές είναι τοποθετημένοι σε ένα δίκτυο. Αν αλλάξει δίκτυο δεν μπορεί να προσπελαστεί με την ίδια διεύθυνση IP (mobile IP)
- Επίσης μειωμένη συνδεσιμότητα σε ταξίδια, ασφάλεια