

Υποστήριξη Κινητικότητας στο Internet



Σαράντης Πασκαλής <paskalis@di.uoa.gr>

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Mobile IP – Ιστορικό

- Το πρωτόκολλο Internet σχεδιάστηκε για στατικούς υπολογιστές.
- Οι ανάγκες σήμερα έχουν αλλάξει → απαιτείται υποστήριξη για χρήστες που μετακινούνται.
- Αρχές δεκαετίας 90: Πρώτες ερευνητικές προσπάθειες για υποστήριξη κινητικότητας στους υπολογιστές (σε IP περιβάλλον).
- 1996: RFC 2002 “IP Mobility Support”, IETF
- 2010: RFC 5944 “IP Mobility Support, Revised”



Mobile IP – Υπόβαθρο

- Κάθε υπολογιστής αναγνωρίζεται μοναδικά από την IP διεύθυνση του, η οποία ανήκει στο υποδίκτυο όπου βρίσκεται ο υπολογιστής.
- Προκειμένου να αλλάξει σημείο πρόσβασης, θα πρέπει:
 - Είτε να αλλάξει IP διεύθυνση.
 - Είτε να εγκατασταθούν ιδιαίτερες εγγραφές δρομολόγησης σε όλους τους δρομολογητές για τον συγκεκριμένο υπολογιστή.
- Συνήθως καμμία από τις δύο λύσεις δεν είναι εφαρμόσιμη.



Mobile IP – IP επικεφαλίδα

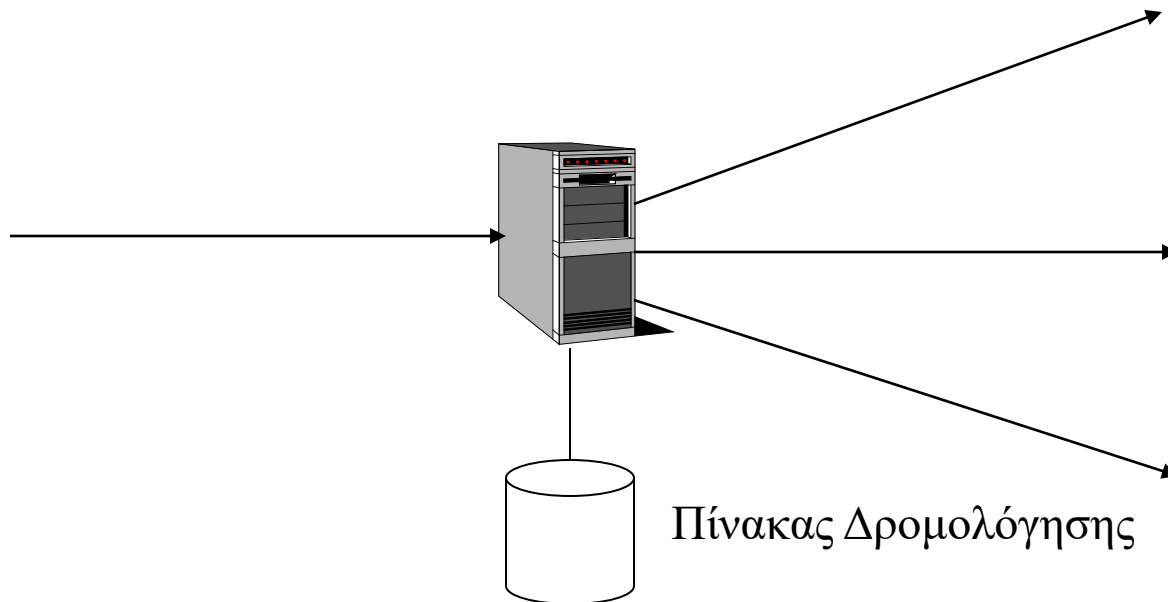
ver.		TOS	total length			
IP ID					offset	
TTL	protocol		checksum			
32 bit Source IP address						
32 bit Destination IP address						
Options						
Source Port			Destination Port			TCP/UDP

IP

TCP/UDP



Mobile IP – IP Δρομολόγηση



195.134.x.x	ppp1
212.122.134.x	ppp2
default	ppp3



Mobile IP – Απαιτήσεις

- Ο κινητός κόμβος πρέπει να μπορεί να συνεχίσει την επικοινωνία του αφού έχει αλλάξει το σημείο πρόσβασης του επιπέδου σύνδεσης (Link Layer), χωρίς να αλλάξει την IP διεύθυνση του.
- Ο κινητός κόμβος πρέπει να μπορεί να επικοινωνεί με άλλους κόμβους που δεν υλοποιούν μηχανισμούς υποστήριξης κινητικότητας.
- Τα μηνύματα Mobile IP πρέπει να πιστοποιούνται ως προς τη γνησιότητα τους.



Mobile IP – Λειτουργία

- Κάθε κινητός κόμβος είναι πάντα αναγνωρίσιμος από την οικεία διεύθυνση (home address), ανεξάρτητα από το σημείο πρόσβασης στο Internet.
- Όταν βρίσκεται μακριά από το οικείο του δίκτυο, συσχετίζεται και με μία διεύθυνση μέριμνας (Care-of address, CoA), που δηλώνει την τρέχουσα πρόσβαση στο Internet.
- Η CoA και η αντιστοιχία της με την οικεία διεύθυνση εγγράφεται στον οικείο πράκτορα.
- Ο οικείος πράκτορας αναχαιτίζει τα πακέτα που προορίζονται για την οικεία διεύθυνση.



Mobile IP – Λειτουργία

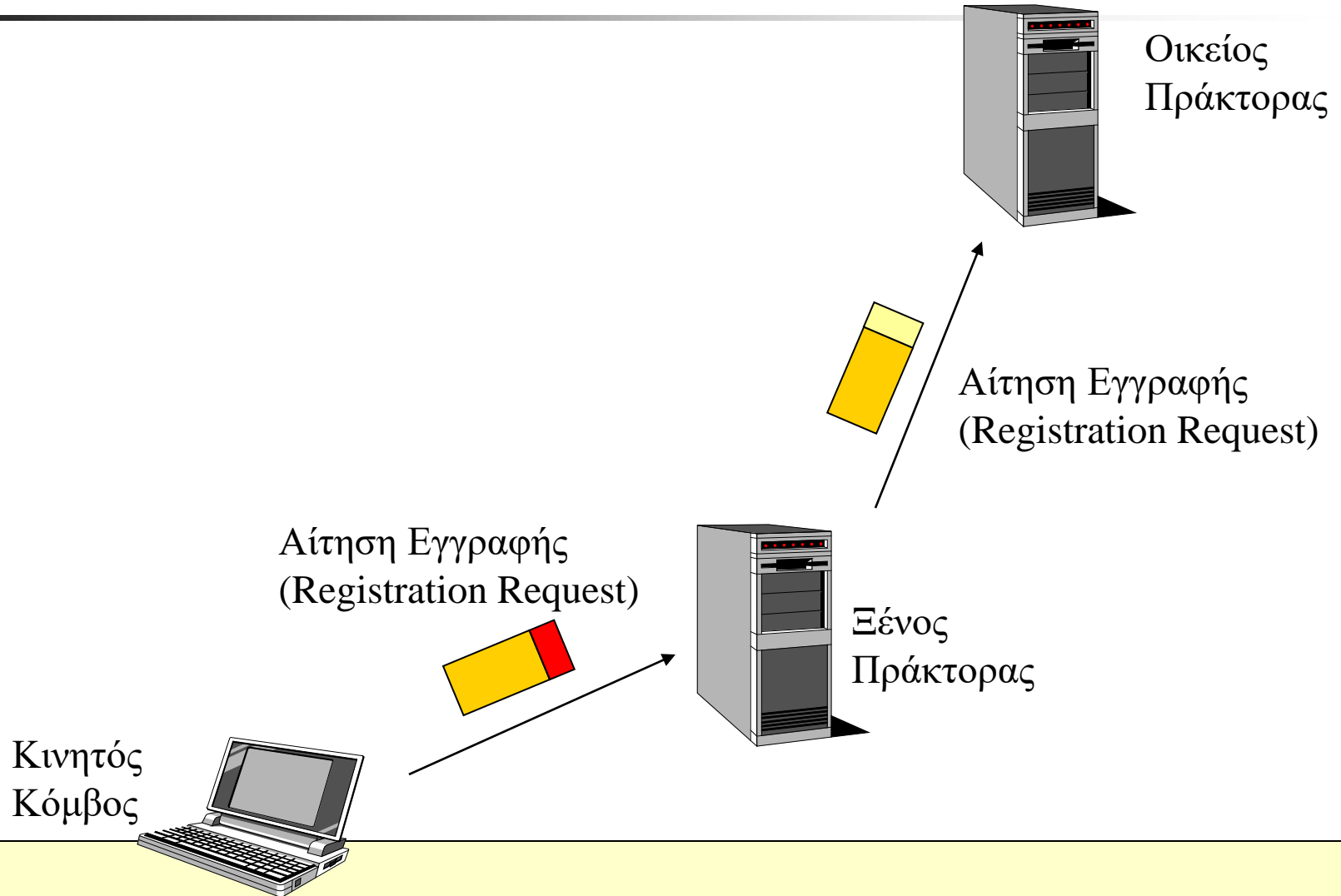
- Ο οικείος πράκτορας στέλνει τα πακέτα που προορίζονται για την οικεία διεύθυνση μέσω ενός τούνελ στην care-of διεύθυνση.
- Στην άλλη άκρη του τούνελ, τα πακέτα προωθούνται στον κινητό κόμβο.
 - Η άκρη του τούνελ βρίσκεται συνήθως στον ξένο πράκτορα (Foreign Agent), τον δρομολογητή στο απομακρυσμένο δίκτυο.
 - Εναλλακτικά η CoA αντιστοιχεί στον ίδιο τον κινητό κόμβο και είναι συντοποθετημένη (colocated).



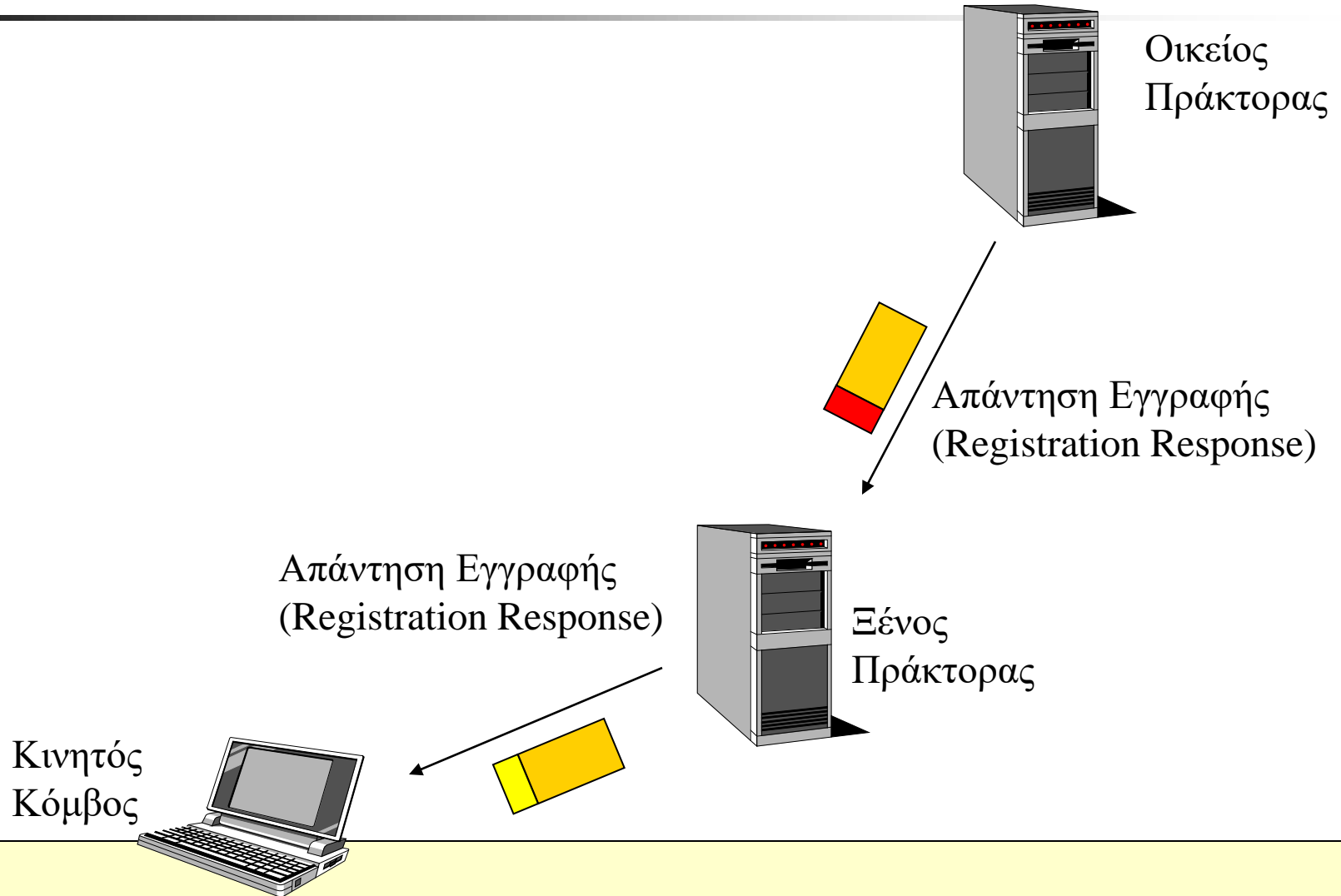
Mobile IP – Διαφημίσεις Πρακτόρων



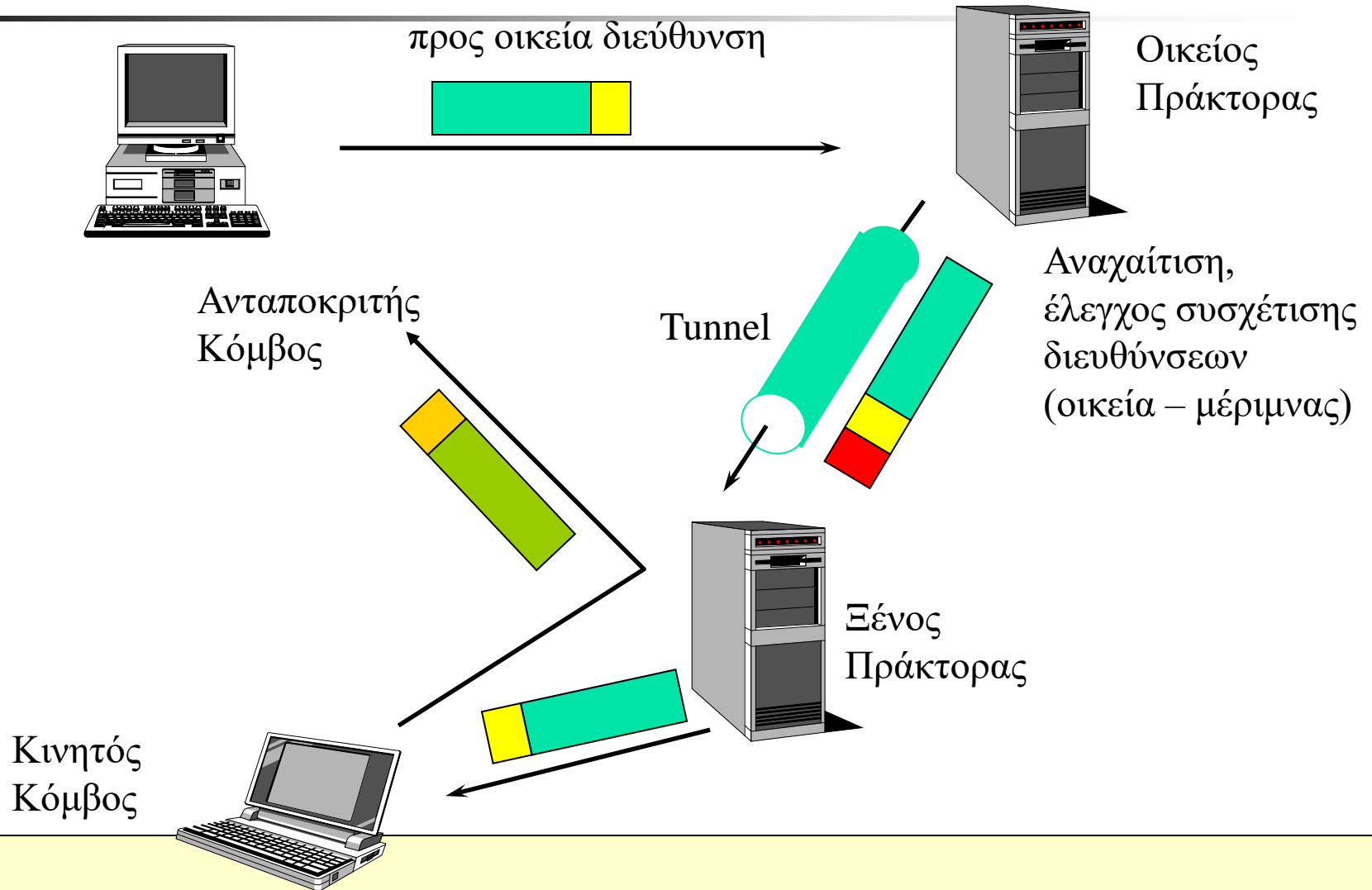
Mobile IP – Εγγραφή



Mobile IP – Εγγραφή



Mobile IP – Λειτουργία

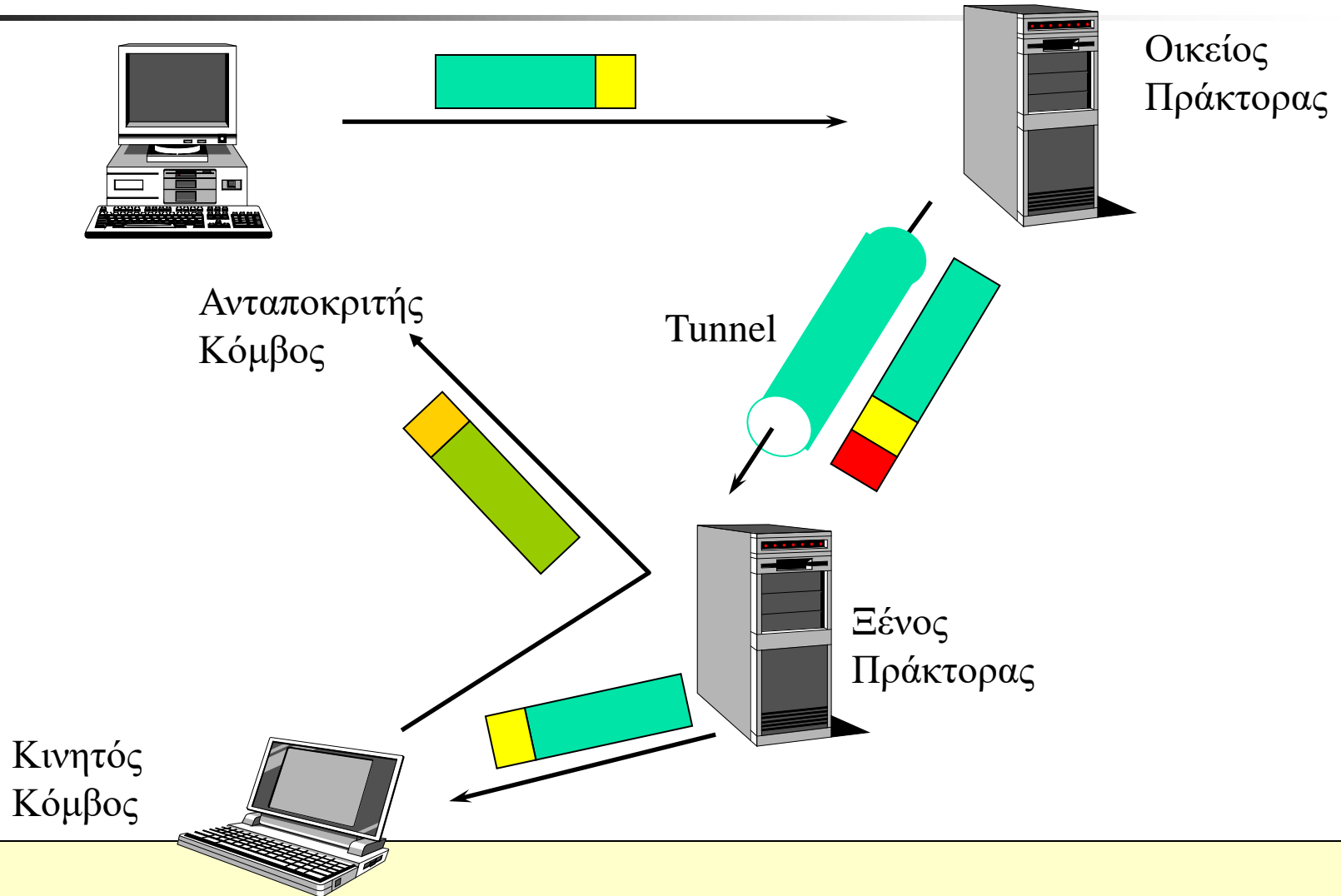


Mobile IP - Λειτουργία

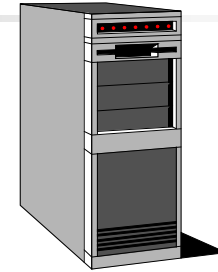
- Προβλήματα:
- Υποβέλτιστη δρομολόγηση (triangular routing)
 - Λύση: Βελτιστοποίηση δρομολόγησης (route optimization).
- Χρήση της οικείας διεύθυνσης στο ξένο δίκτυο → προβλήματα με firewalls
 - Λύση: Υλοποίηση αντίστροφου tunnel από το ξένο δίκτυο προς τον οικείο πράκτορα.



Βελτιστοποίηση Δρομολόγησης



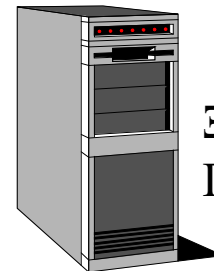
Βελτιστοποίηση Δρομολόγησης



Οικείος
Πράκτορας

Ανταποκριτής
Κόμβος

Binding
Update

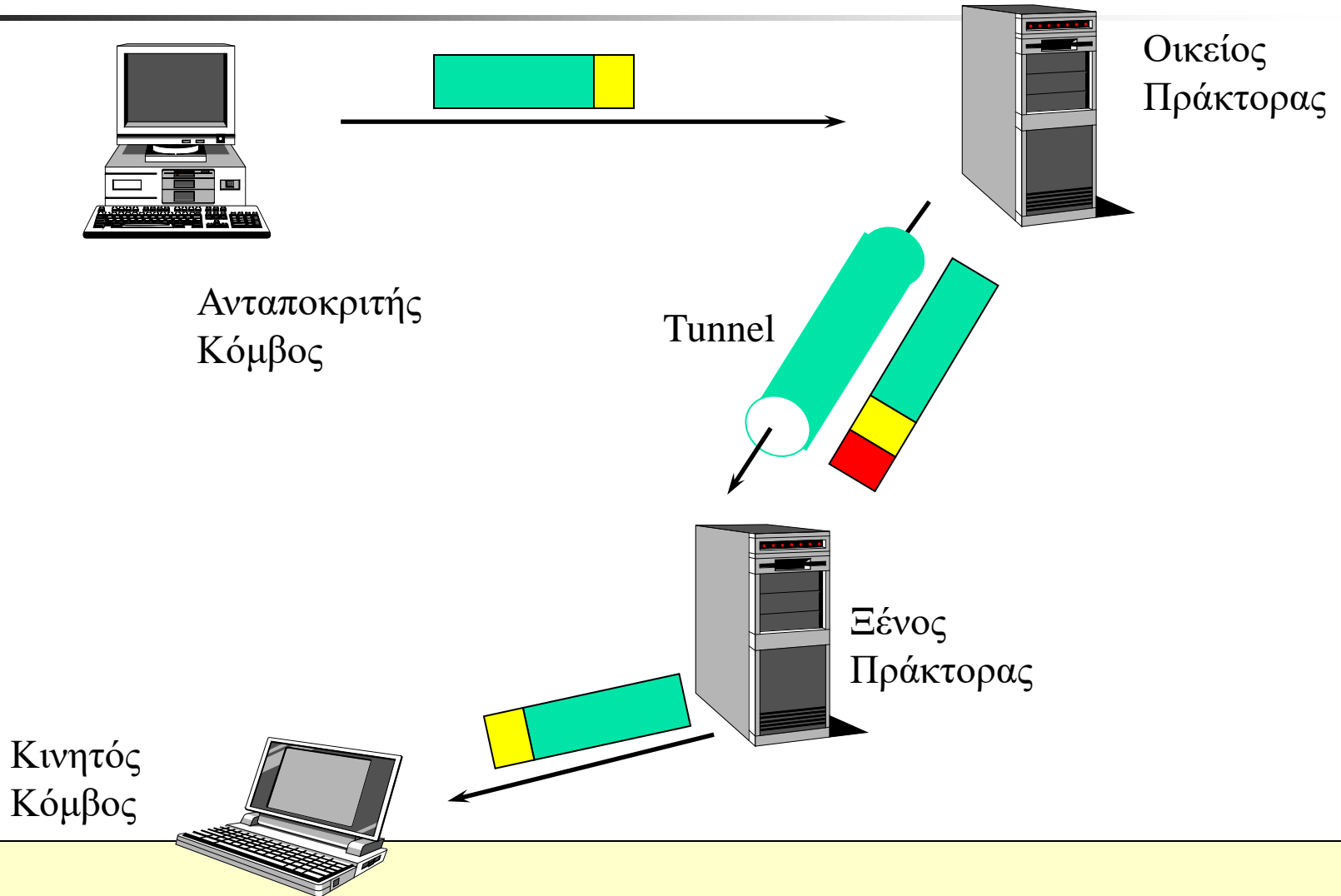


Ξένος
Πράκτορας

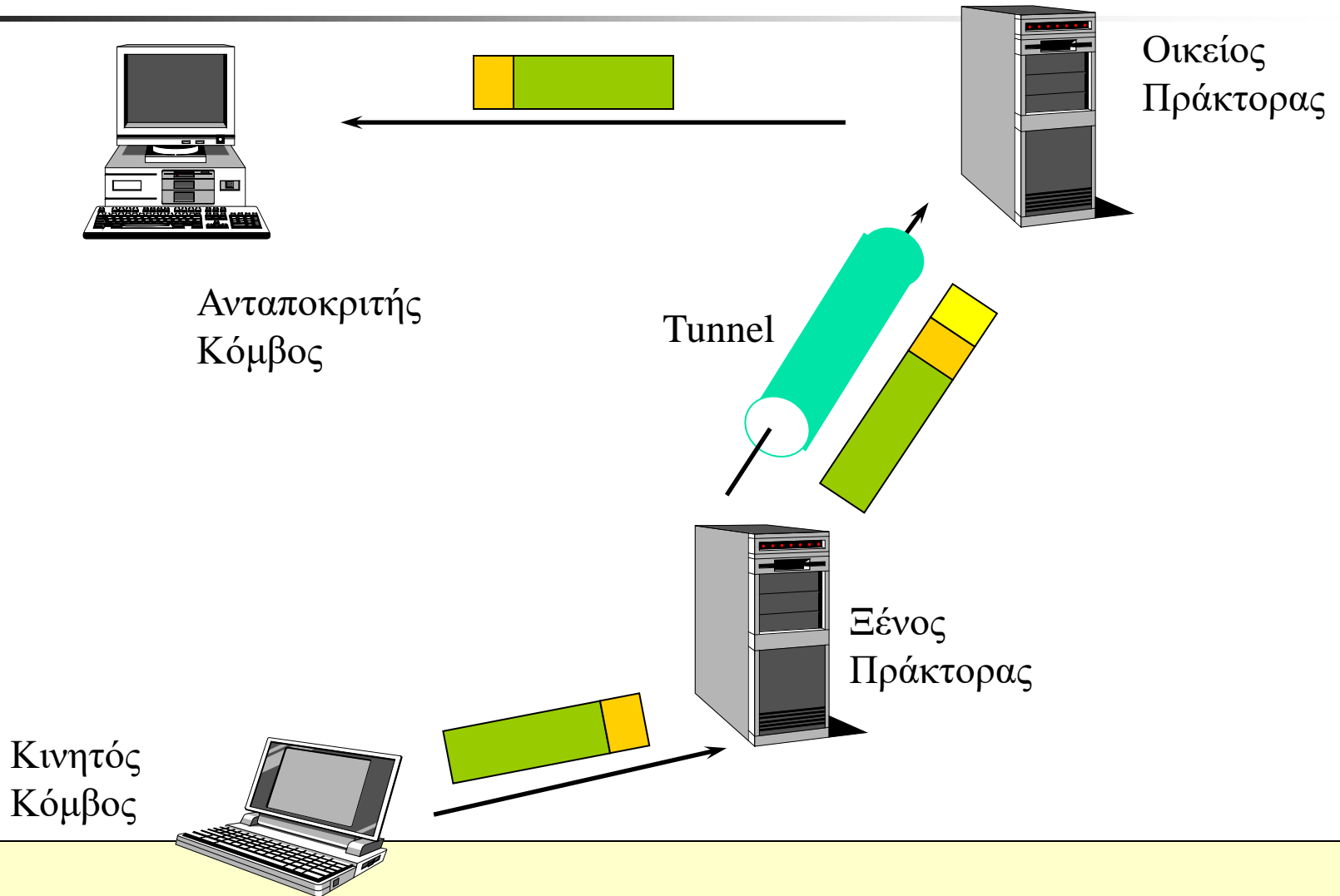
Κινητός
Κόμβος



Αντίστροφο τούνελ



Αντίστροφο τούνελ



Mobile IPv6

- Υποστήριξη κινητικότητας για IPv6
- RFC 6275, “Mobility Support in IPv6”, 2011.
 - Τα πρωτόκολλα υποστηρίζουν εγγενώς λειτουργίες κινητικότητας.
 - Η πλειοψηφία των δικτυωμένων συσκευών είναι ασύρματες και κινητές.

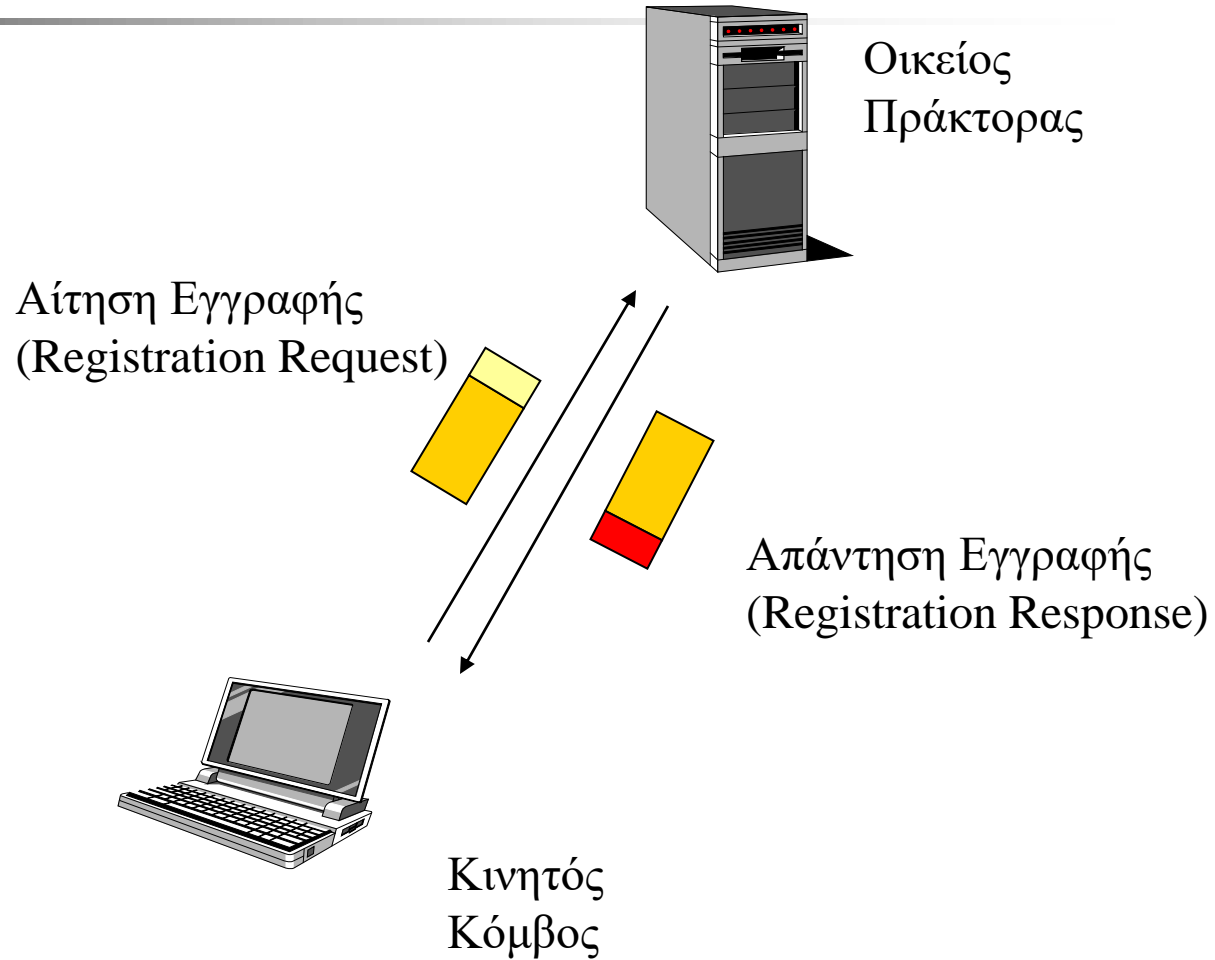


Mobile IPv6

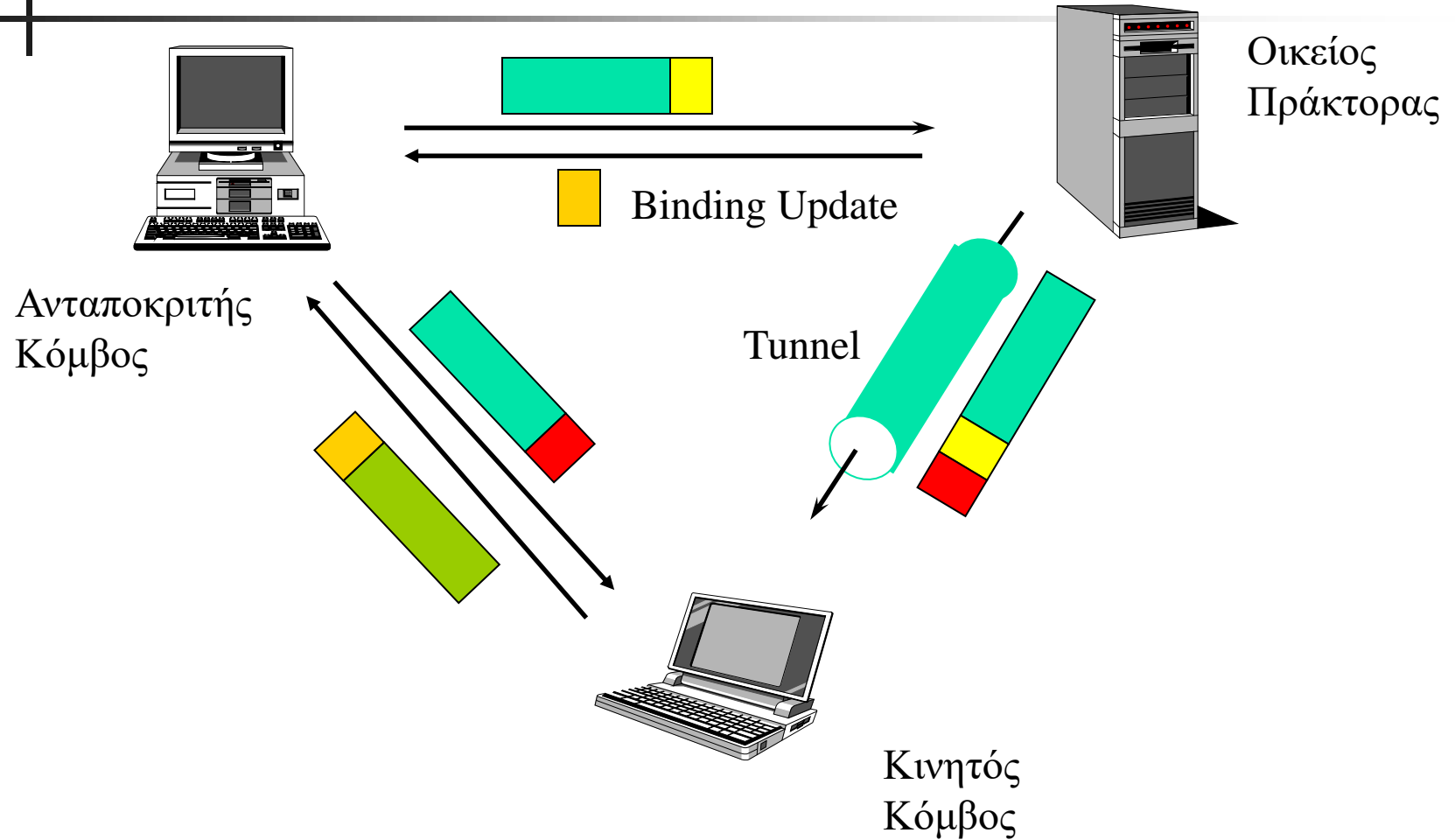
- Βελτιώσεις σε σχέση με Mobile IPv4:
- Ενσωματωμένη βελτιστοποίηση δρομολόγησης (route optimization).
- Απαλοιφή του προβλήματος με τους firewalls (η πηγαία διεύθυνση στο πακέτο είναι η care-of).
- Απλοποίηση δρομολόγησης multicast πακέτων.
- Δεν υπάρχει ανάγκη για ξένους πράκτορες (Foreign Agents). Οι care-of διευθύνσεις αντιστοιχούν σε πραγματικούς κινητούς κόμβους (colocated).
- Χρησιμοποιείται IPsec (εγγενές στο IPv6) αντί για ανεξάρτητο πρωτόκολλο για κρυπτογράφηση.



Mobile IPv6 – Εγγραφή

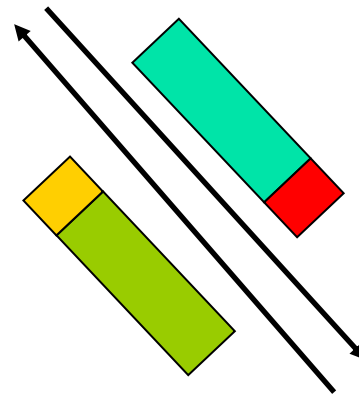


Mobile IPv6 – Λειτουργία



Mobile IPv6 – Λειτουργία

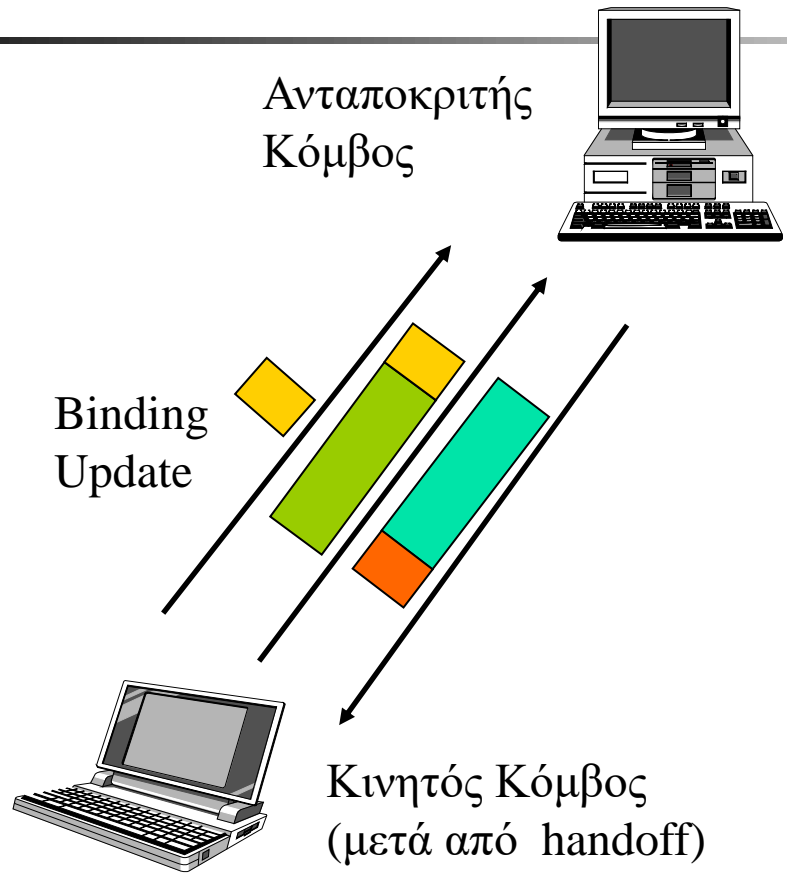
Ανταποκριτής
Κόμβος



Κινητός
Κόμβος



Mobile IPv6 – Λειτουργία



Μικρο-κινητικότητα

- Το Mobile IP σχεδιάστηκε για την κάλυψη αναγκών περιαγωγής (roaming) και λιγότερο βελτιστοποίησης μεταπομπών (handoffs).
- Για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των μεταπομπών σχεδιάστηκαν νέοι μηχανισμοί, οι μηχανισμοί μικρο-κινητικότητας (micro-mobility).



Προβλήματα Κινητικότητας

- Σηματοδοσία
 - Κάθε φορά που ένας κινητός κόμβος αλλάζει CoA, ενημερώνει τον οικείο πράκτορα.
 - Περιβάλλον μεγάλης κινητικότητας.
 - Ο κινητός κόμβος βρίσκεται μακριά από το οικείο δίκτυο.
 - Είναι απαραίτητη ακόμη και αν δεν υπάρχει ενεργή ανταλλαγή δεδομένων.

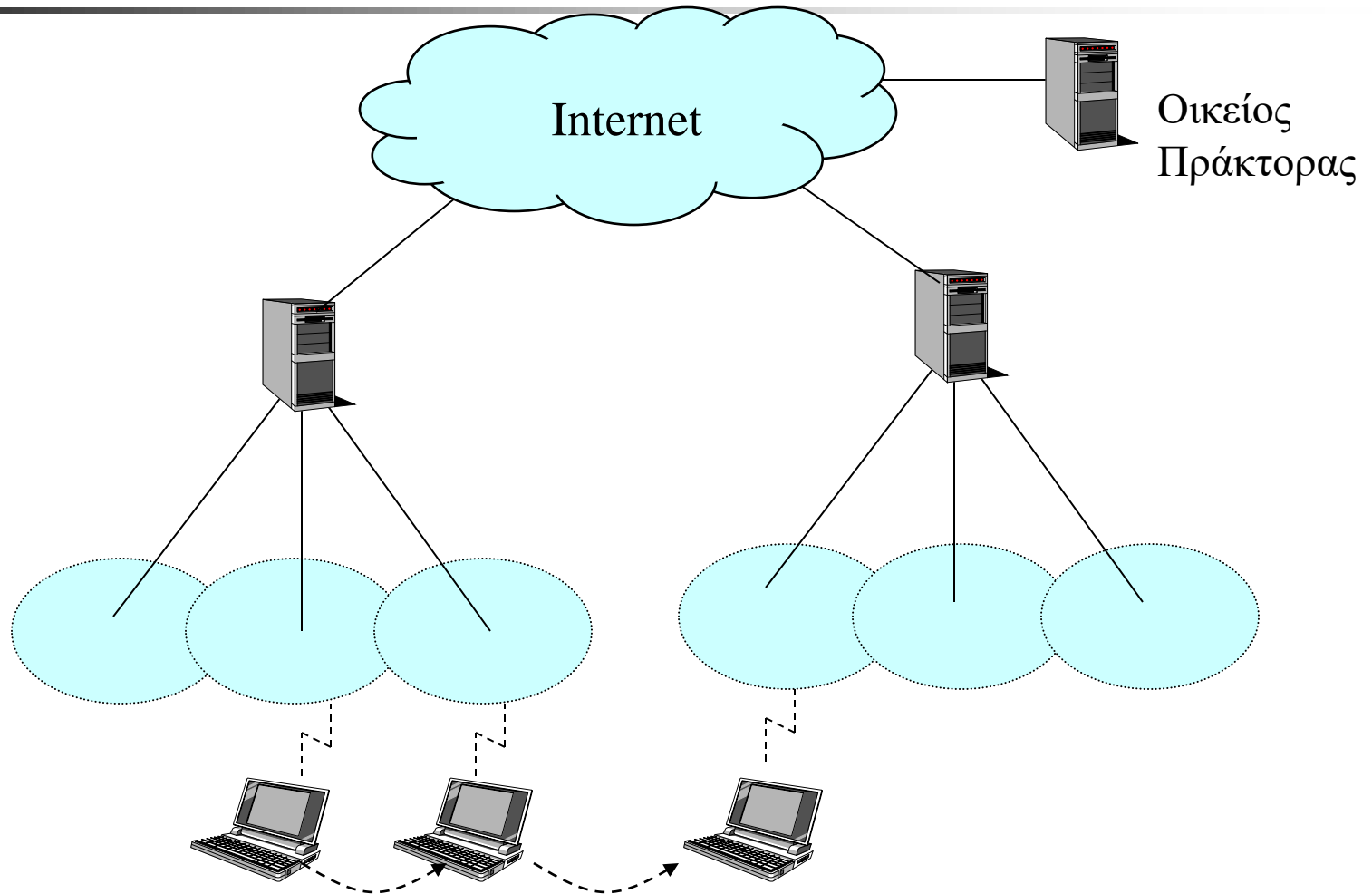


Μικρο-κινητικότητα

- Αποτελεσματική διαχείριση κινητικότητας μεταξύ γειτονικών υποδικτύων, δηλαδή σε περιορισμένη γεωγραφική περιοχή → *μικρο-κινητικότητα*.
- Στόχος:
 - Επιτάχυνση διαδικασίας μεταπομπής
 - Ελαχιστοποίηση από-άκρη-σε-άκρη σηματοδοσίας
- Συμπληρωματική λειτουργία με Mobile IP.



Μικρο-κινητικότητα



Ομάδες μικρο-κινητικότητας

- Μικρο-κινητικότητα με χρήση κλασικής IP δρομολόγησης
- Μικρο-κινητικότητα με χρήση εξειδικευμένων μηχανισμών δρομολόγησης

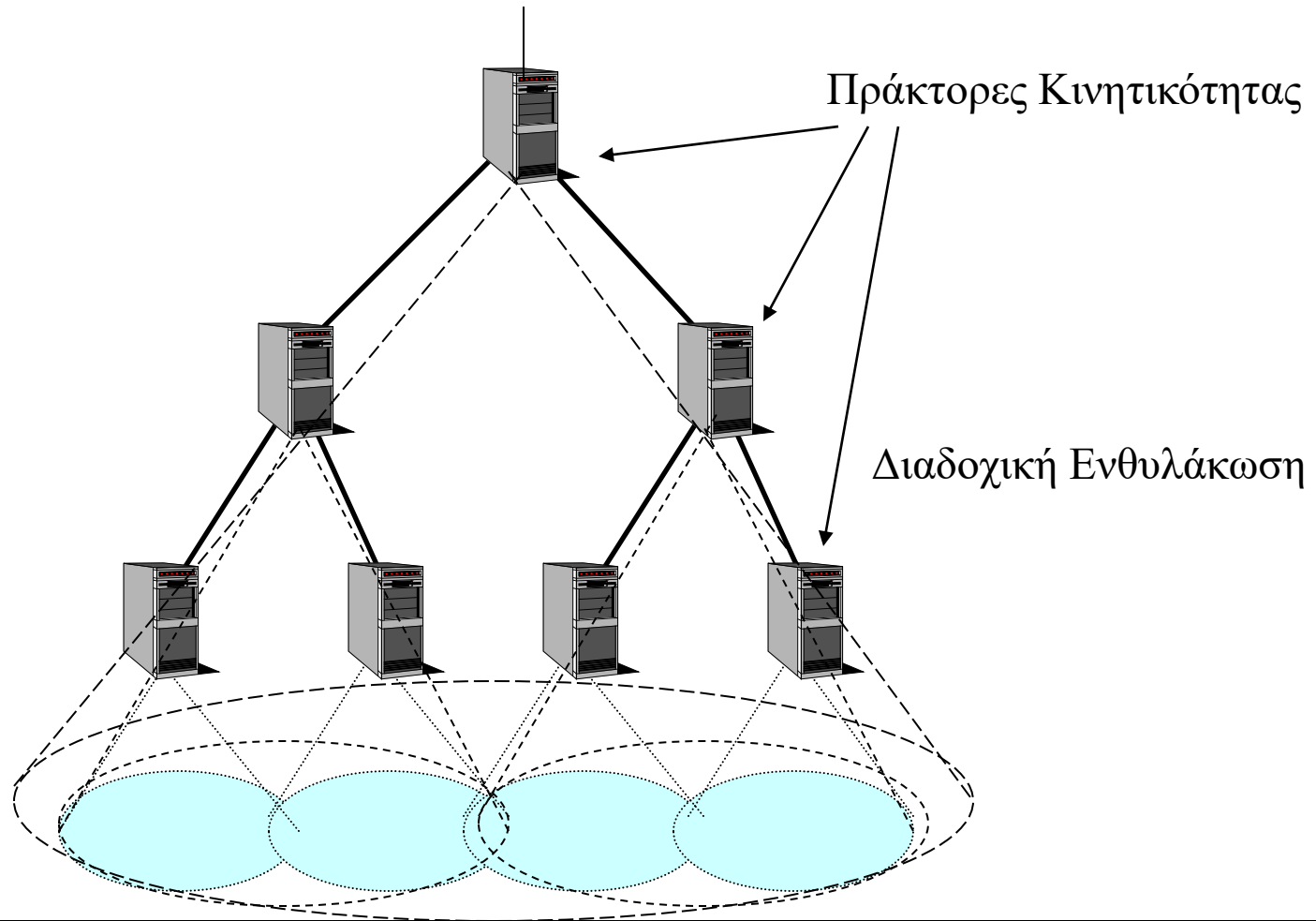


Μικρο-κινητικότητα με κλασική IP δρομολόγηση

- Δρομολόγηση με βάση το πρόθεμα (prefix-based).
- Συνήθως ιεραρχική τοπολογία υποδικτύων και CoA για δίκτυα πρόσβασης.
- Χρήση διαδοχικών tunnel ως τον τελικό προορισμό.
- Σκοπός: η αλλαγή διεύθυνσης στα κατώτερα επίπεδα να μην επηρεάζει τα ανώτερα.



Μικρο-κινητικότητα με κλασική IP δρομολόγηση



Μικρο-κινητικότητα με κλασική IP δρομολόγηση

- Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα:
 - Τοπικές εγγραφές (Regional Registrations) για Mobile IPv4. (RFC 4857)
 - Ιεραρχικό Mobile IPv6 (Hierarchical Mobile IPv6 για Mobile IPv6. (RFC 5380)



Μικρο-κινητικότητα με χρήση εξειδικευμένων μηχανισμών δρομολόγησης

- Δρομολόγηση με βάση την πλήρη διεύθυνση του κινητού κόμβου (host-based routing).
- Υποστηρίζουν λειτουργίες paging.
- Λόγω της συμπληρωματικής λειτουργίας τους με Mobile IP, ο κόμβος εξόδου προς το Internet (gateway) υλοποιεί λειτουργικότητα και των δύο μηχανισμών.

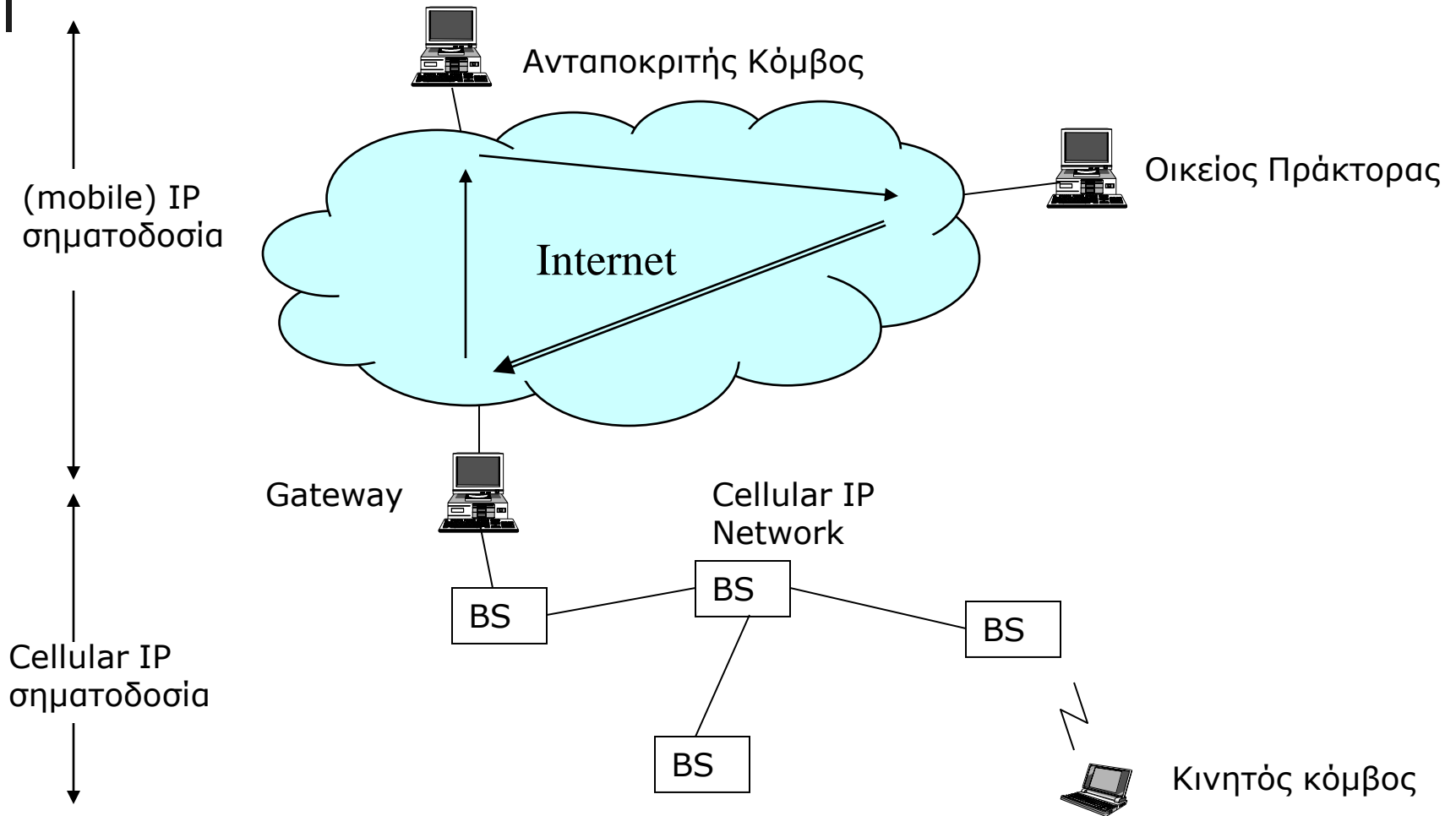


Μικρο-κινητικότητα με χρήση εξειδικευμένων μηχανισμών δρομολόγησης

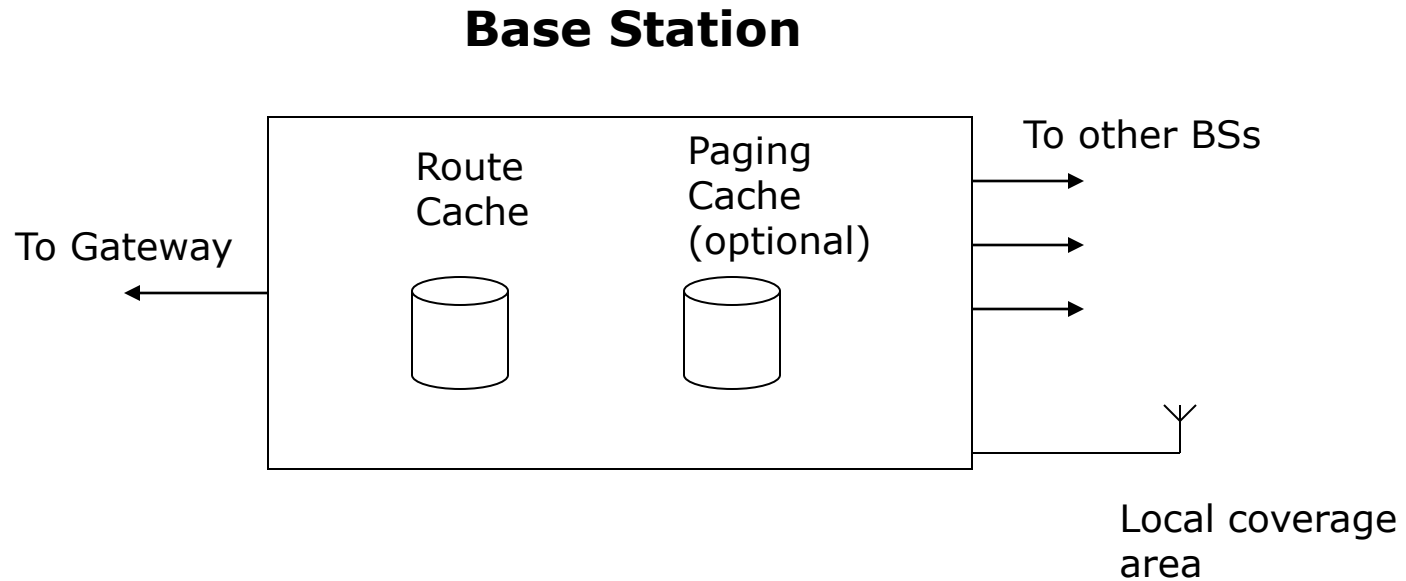
- Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα
 - Cellular IP
 - HAWAII (Handoff Aware Wireless Internet Infrastructure)
 - EMA (Edge Mobility Architecture)
 - Υβριδική λύση που χρησιμοποιεί δρομολόγηση και με βάση το πρόθεμα και για κάθε κινητό κόμβο.



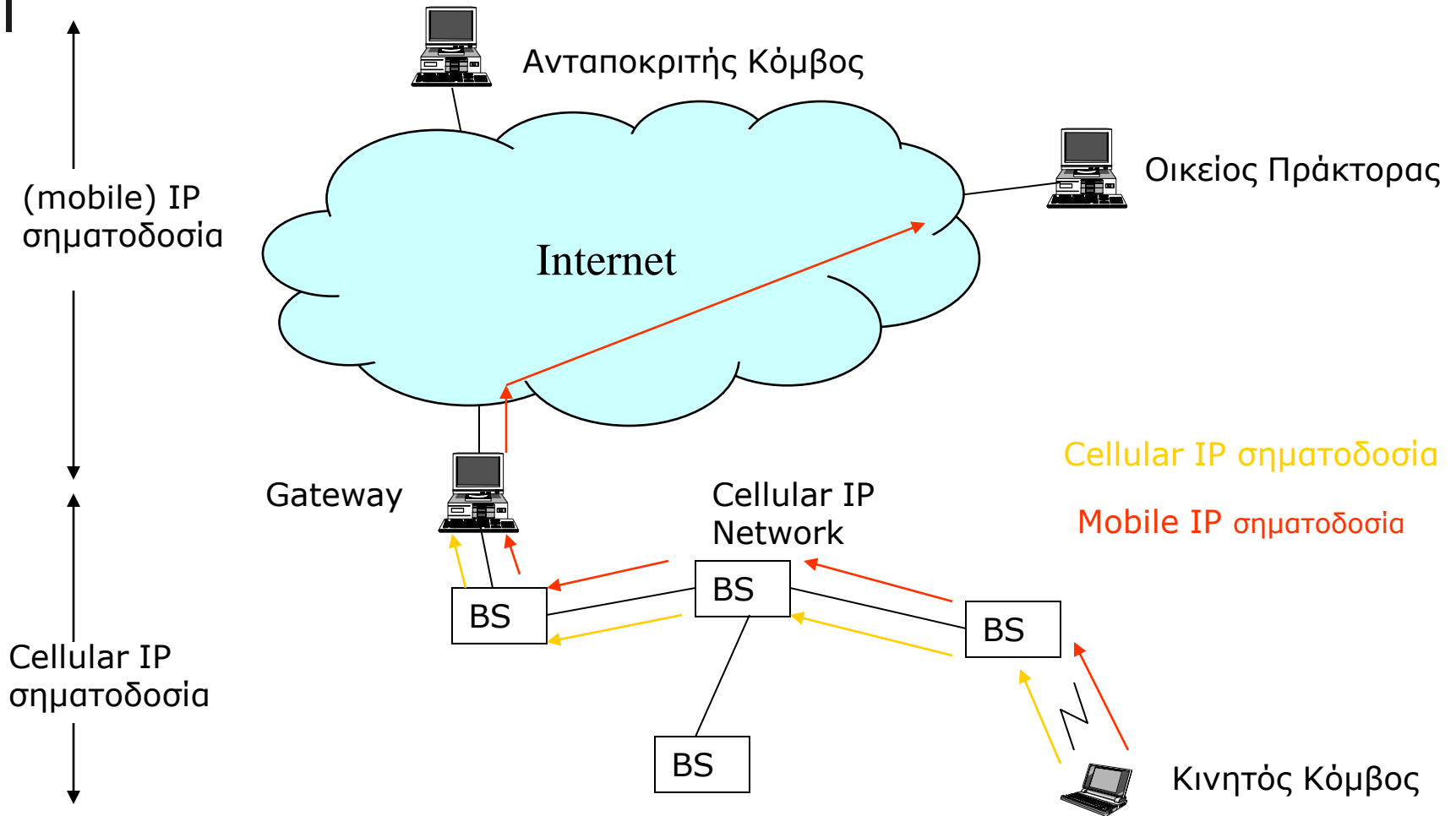
Cellular IP



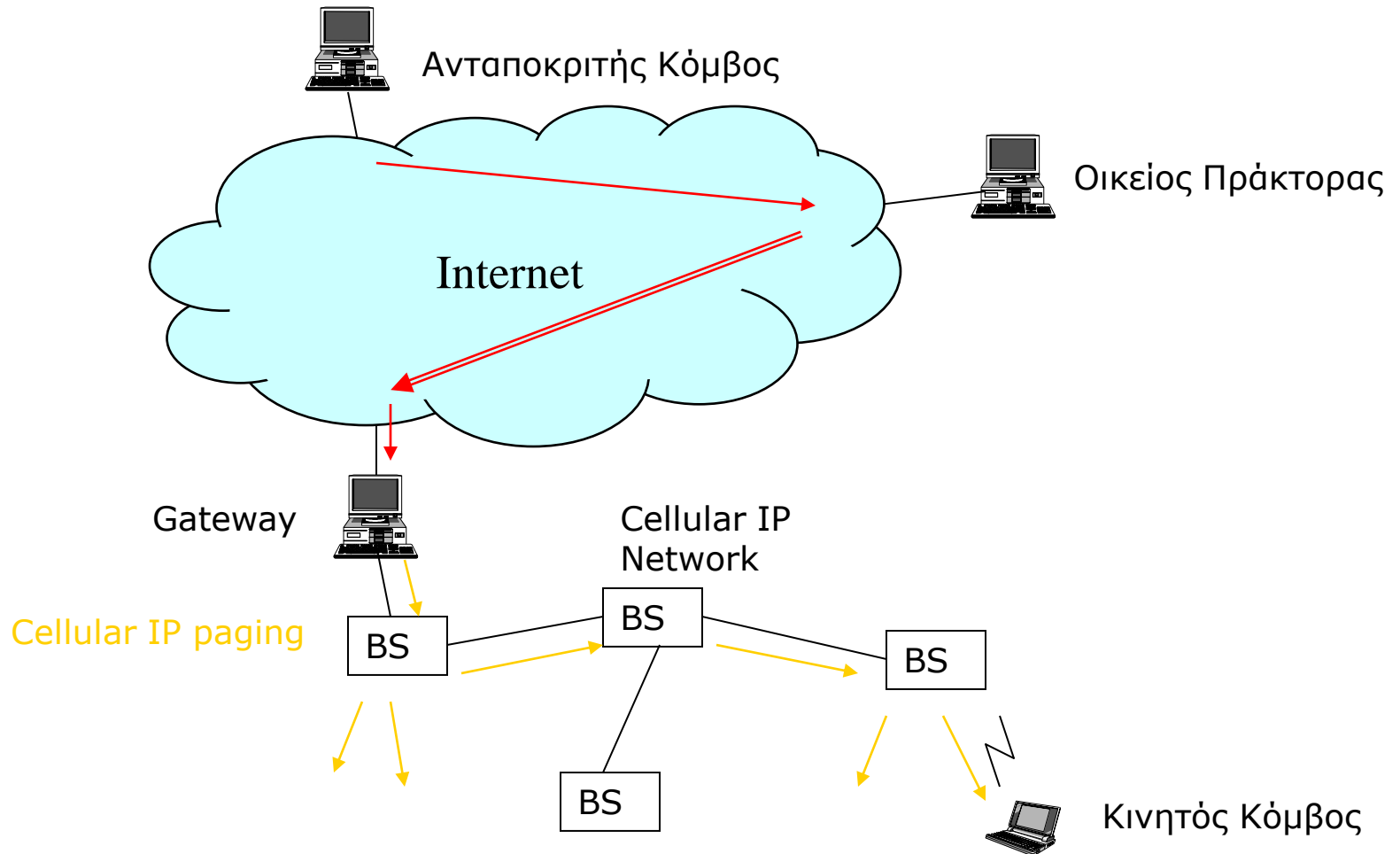
Cellular IP – Base Station



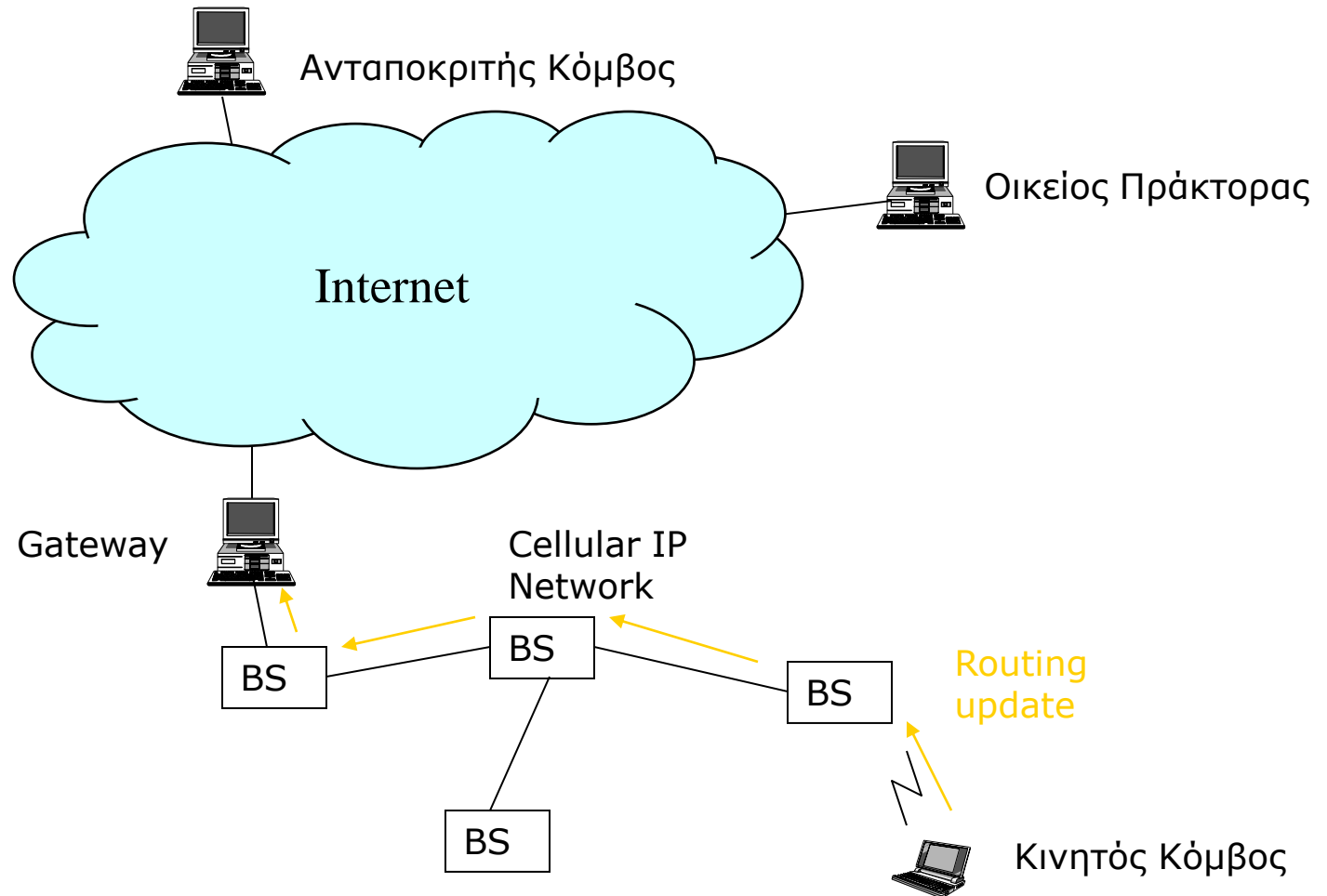
Cellular IP – Εγγραφή



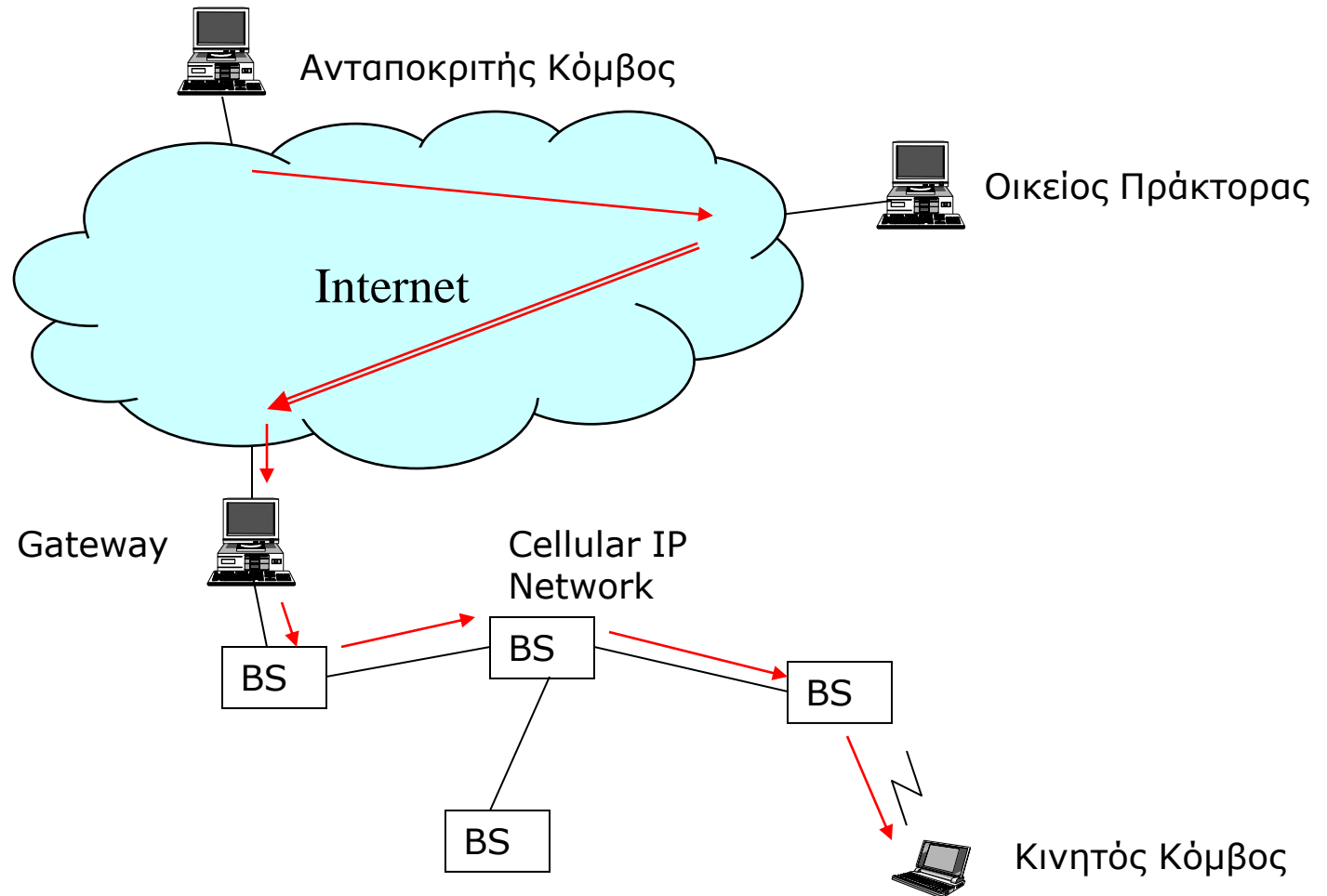
Cellular IP – Paging



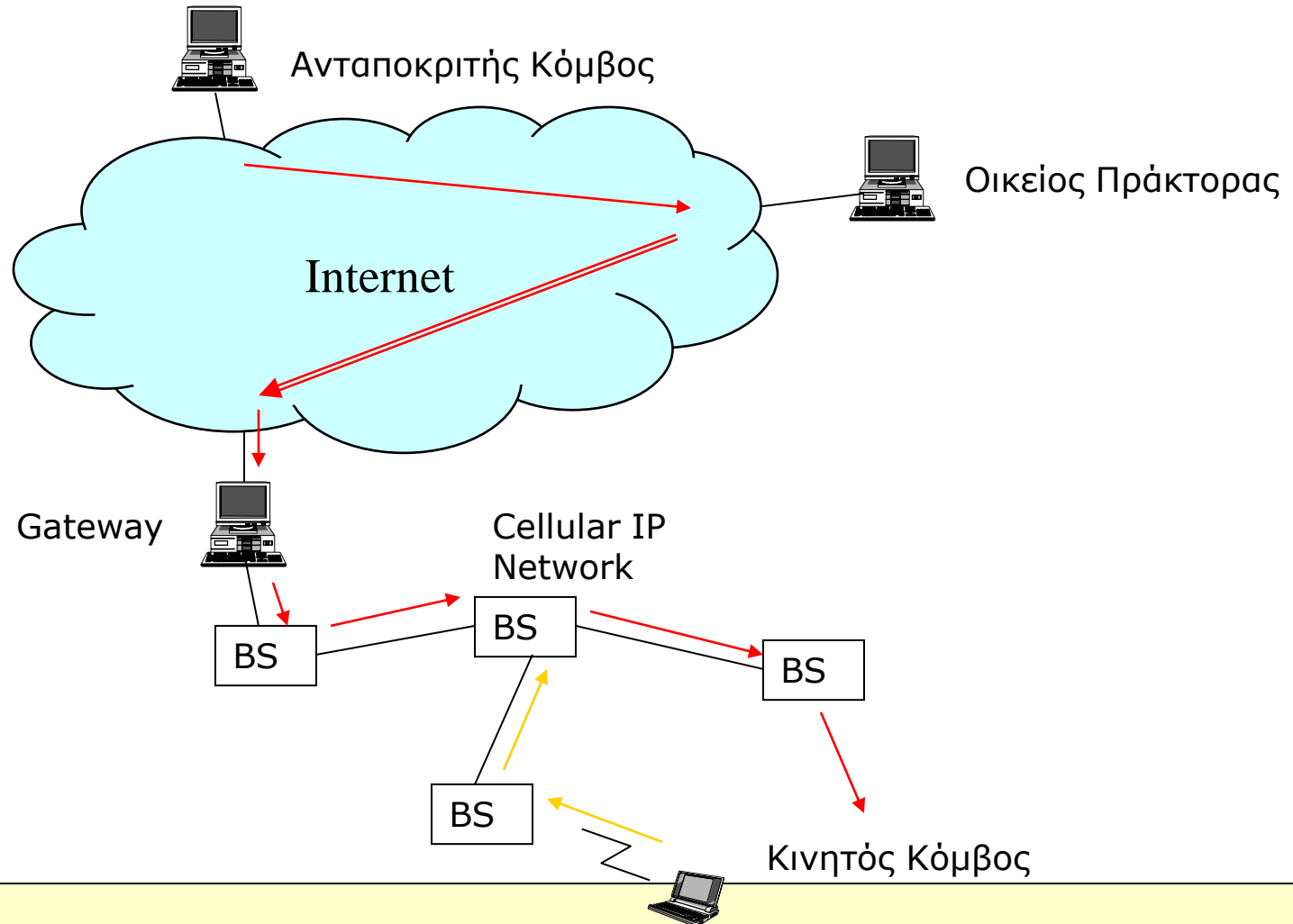
Cellular IP – Απάντηση paging



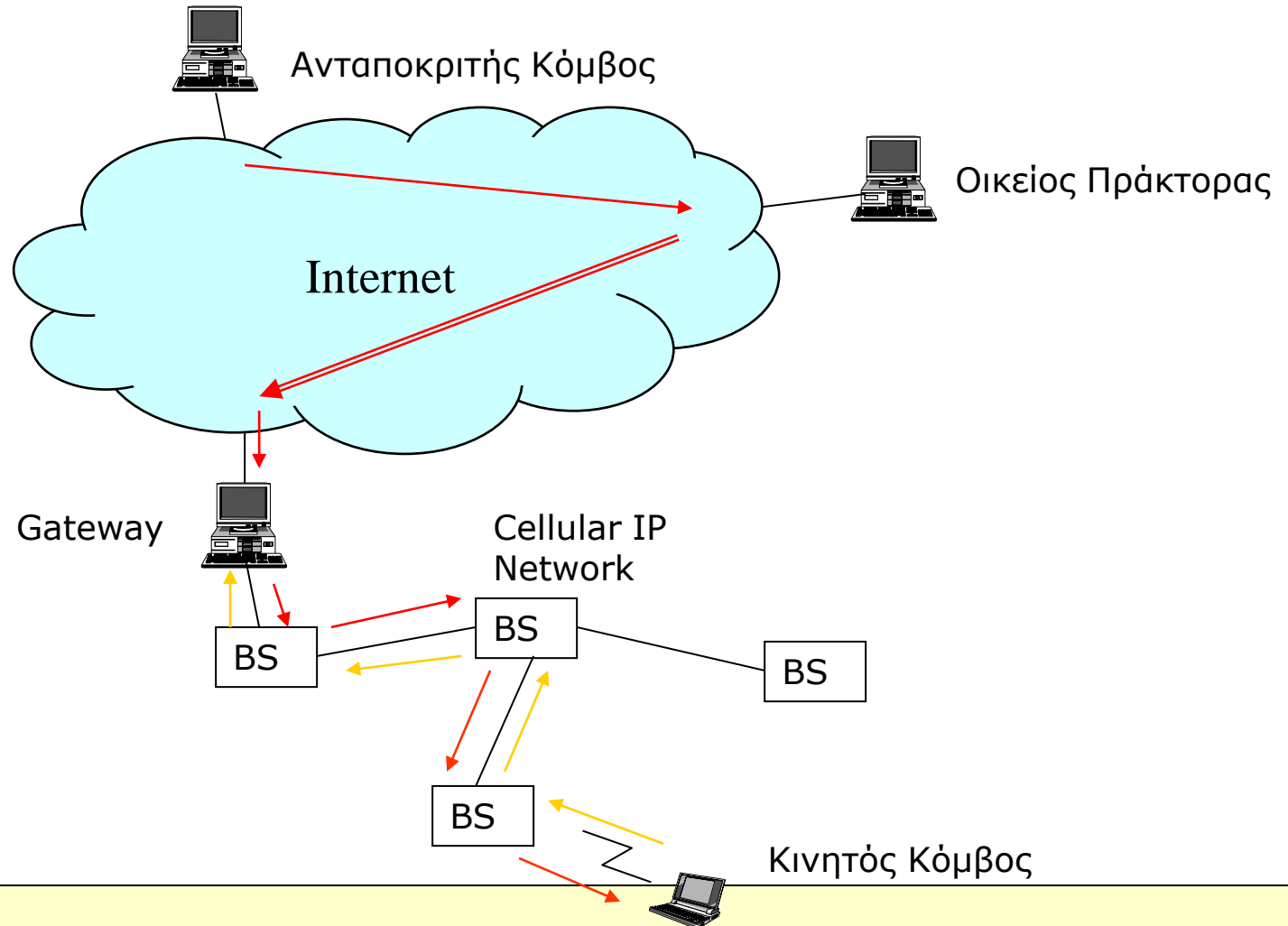
Cellular IP – Μεταφορά δεδομένων



Cellular IP – Μεταπομπή



Cellular IP – Μεταπομπή



Εναλλακτική Διαχείριση Κινητικότητας

- Διαχείριση κινητικότητας σε ανώτερα επίπεδα
 - TCP (TCP-migrate)
 - SCTP (Mobile SCTP)
 - SIP (SIP mobility)
- Άλλες λύσεις
 - Χρήση multicast
 - Χρήση NAT
 - Ενισχυμένη διαχείριση θέσης (HLR, VLR)



Τέλος

- Ερωτήσεις ;

