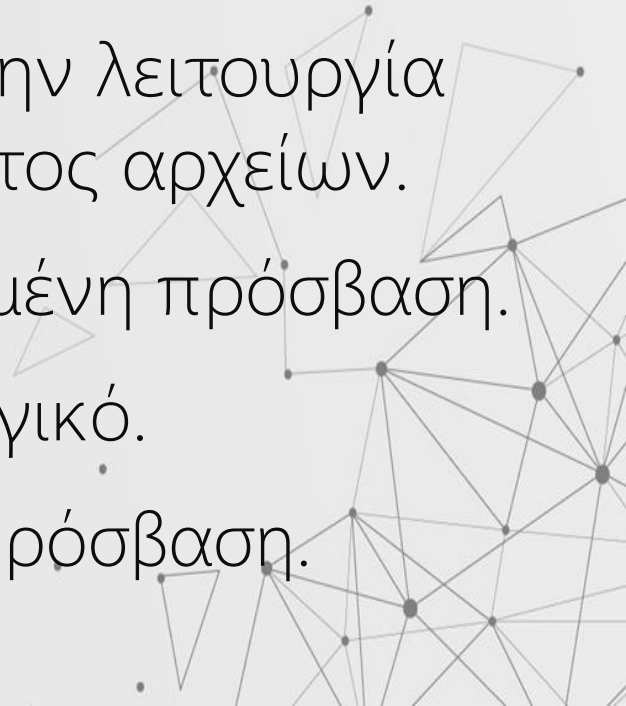


The background features a light gray field with a network of thin, dark gray lines connecting various points. These points are represented by small dark gray dots. Scattered throughout the background are several triangles of varying sizes and orientations, some of which are outlined in a slightly darker gray than the network lines. The overall aesthetic is technical and modern.

12 Κατανεμημένα Συστήματα

Κατανεμημένα/δικτυακά συστήματα αρχείων
(Network File Systems)

Κατανεμημένα συστήματα αρχείων

- Υποστήριξη διαχείρισης και πρόσβασης σε απομακρυσμένα αρχεία, που βρίσκονται σε διαφορετικό μηχάνημα από την εφαρμογή.
 - Προκύπτουν διάφορα προβλήματα/προκλήσεις:
 - **Διαφάνεια προσπέλασης** σε συντακτικό επίπεδο.
 - **Διαφάνεια συνέπειας** σε σχέση με την λειτουργία ενός συμβατικού/τοπικού συστήματος αρχείων.
 - **Απόδοση** παρ' όλη την απομακρυσμένη πρόσβαση.
 - **Ανεξαρτησία** από υλικό και λειτουργικό.
 - **Ασφάλεια** σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.
- 

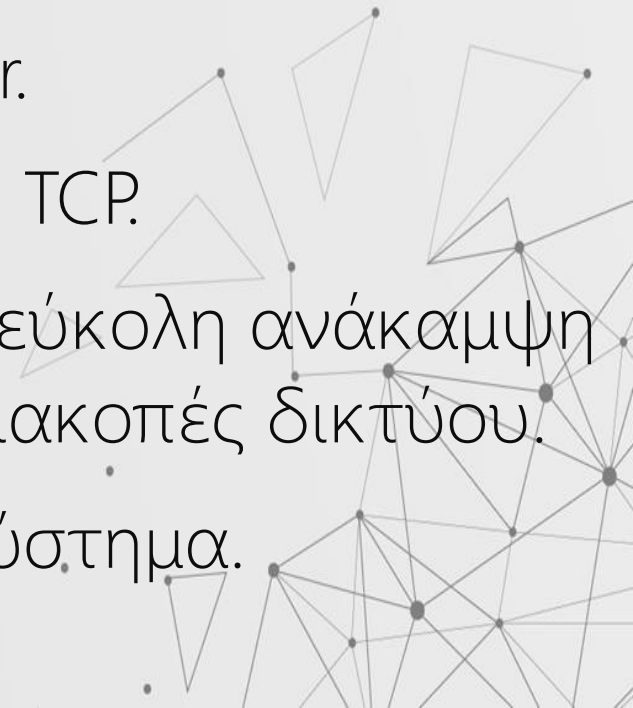


01

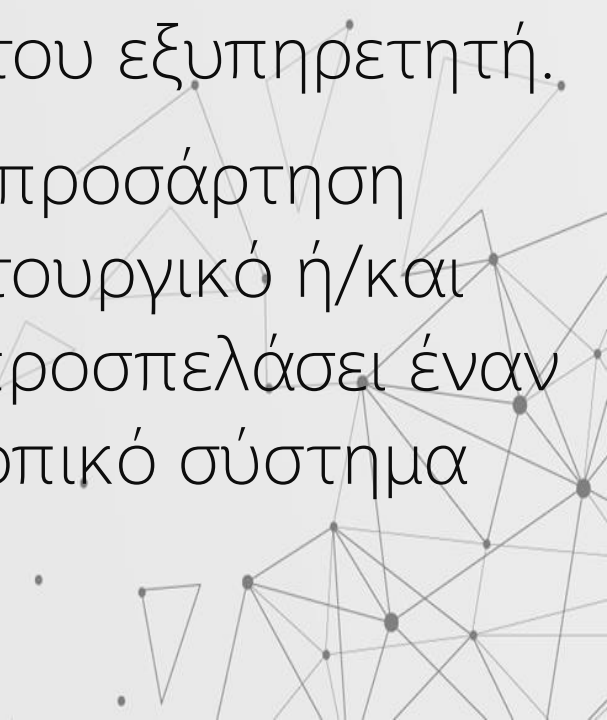
NETWORK FILE
SYSTEM (NFS)

Sun Network File System (NFS v3)

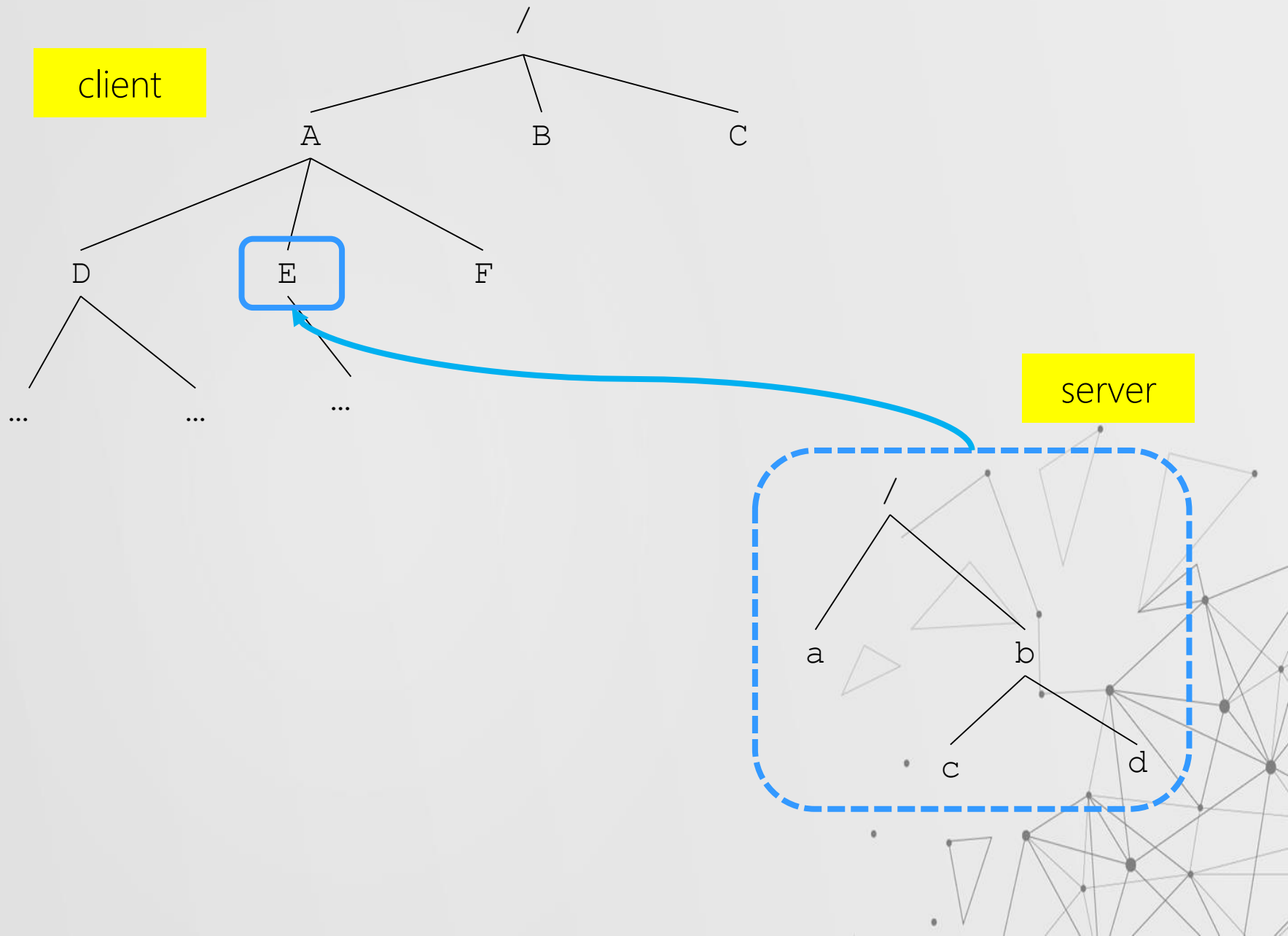
- Αρχικός σκοπός: υποστήριξη υπολογιστών χωρίς δίσκο.
- Τα αρχεία του συστήματος και των εφαρμογών βρίσκονται σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή.
- Προσπέλαση πάνω από (γρήγορο) τοπικό δίκτυο.
- Σχεδιασμός στο πνεύμα client-server.
- Πρωτόκολλο RPC πάνω από UDP ή TCP.
- Σχεδιασμένο έτσι ώστε να υπάρχει εύκολη ανάκαμψη από βλάβες του εξυπηρετητή και διακοπές δικτύου.
- Υλοποίηση μέσα στο λειτουργικό σύστημα.



Προσάρτηση (Mounting)

- Συσχετισμός ενός τοπικού καταλόγου με τον χώρο ονομάτων που παρέχει ο εξυπηρετητής.
 - Το σημείο της προσάρτησης το επιλέγει ο πελάτης.
 - Διαφορετικοί πελάτες μπορεί να επιλέξουν διαφορετικές θέσεις προσάρτησης για το απομακρυσμένο σύστημα αρχείων του εξυπηρετητή.
 - Μπορεί να υποστηριχθεί αυτόματη προσάρτηση (auto-mount), όταν εκκινείται το λειτουργικό ή/και όταν μια εφαρμογή επιχειρήσει να προσπελάσει έναν κατάλογο που δεν υφίσταται στο τοπικό σύστημα αρχείων.
- 

Προσάρτηση (Mounting)



Βασικές υπηρεσίες σε επίπεδο NFS

Directory/naming service

- Υποστήριξη ιεραρχικής δομής χώρου ονομάτων.
- Δημιουργία ονομάτων για αρχεία/καταλόγους.
- Αναγωγή ονομάτων σε αναγνωριστικά.

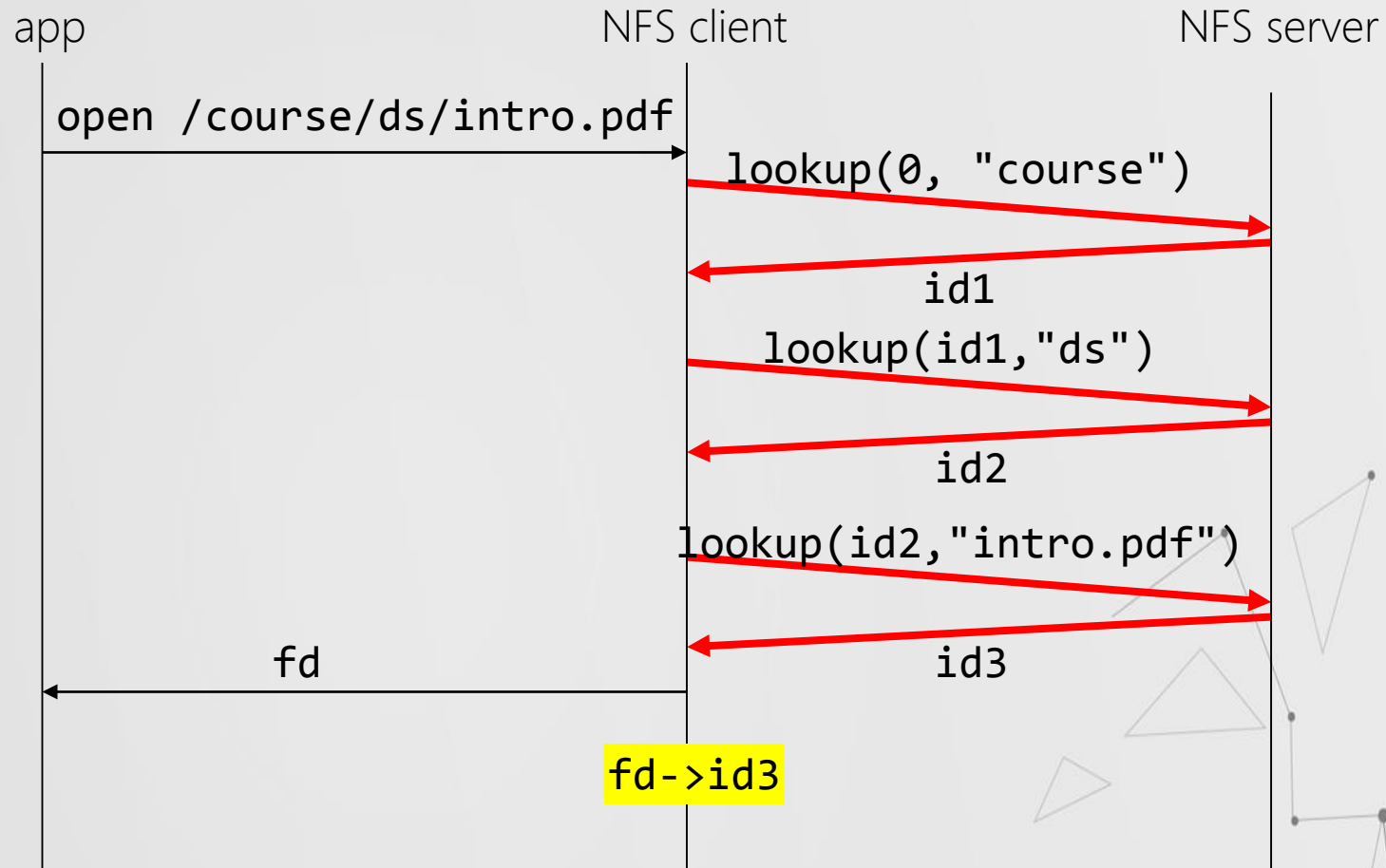
Flat file access service

- Στα αρχεία δίνεται ένα αναγνωριστικό, με βάση το οποίο εκτελούνται οι λειτουργίες πρόσβασης.
- Υπάρχουν λειτουργίες για ανάγνωση και γράψιμο.
- Οι λειτουργίες πρόσβασης είναι σε απόλυτες θέσεις ανάγνωσης εγγραφής.
- Δεν υπάρχουν λειτουργίες για open/close/lseek.

Λειτουργίες directory service

<code>create(dirid,name,attr)->fid,attr</code>	δημιουργία αρχείου
<code>remove(dirid,name)</code>	απομάκρυνση αρχείου
<code>lookup(dirid,name)->fid,attr</code>	αναζήτηση αρχείου
<code>rename(dirid,name, todirid,toname)->status</code>	μετονομασία/μετακίνηση αρχείου
<code>mkdir(dirid,name,attr)->dirid,attr</code>	δημιουργία (άδειου) καταλόγου
<code>rmdir(dirid,name)</code>	σβήσιμο (άδειου) καταλόγου
<code>readdir(dirid,pos,count)->entries</code>	επιστρέφει στοιχεία για κάθε αρχείο του καταλόγου (με το pos υποστηρίζεται τμηματικό διάβασμα του καταλόγου)

Λειτουργίες directory service

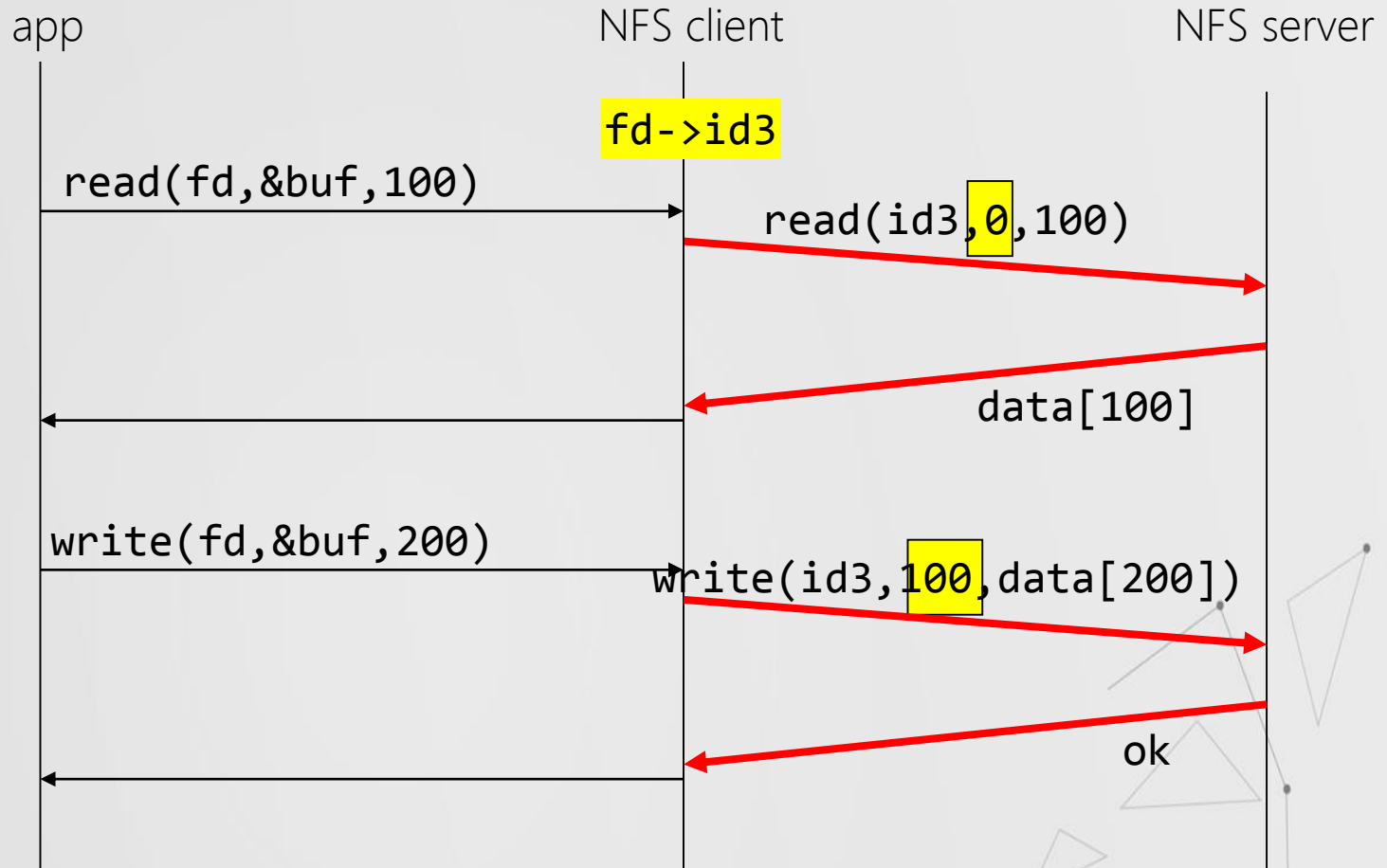


Λειτουργίες flat file service

<code>read(fid,pos,count)->data,attr</code>	ανάγνωση δεδομένων
<code>write(fid,pos,count,data)->attr</code>	εγγραφή δεδομένων
<code>getattr(fid)->attr</code>	ανάγνωση μεταδεδομένων
<code>setattr(fid,attr)->attr</code>	εγγραφή μεταδεδομένων



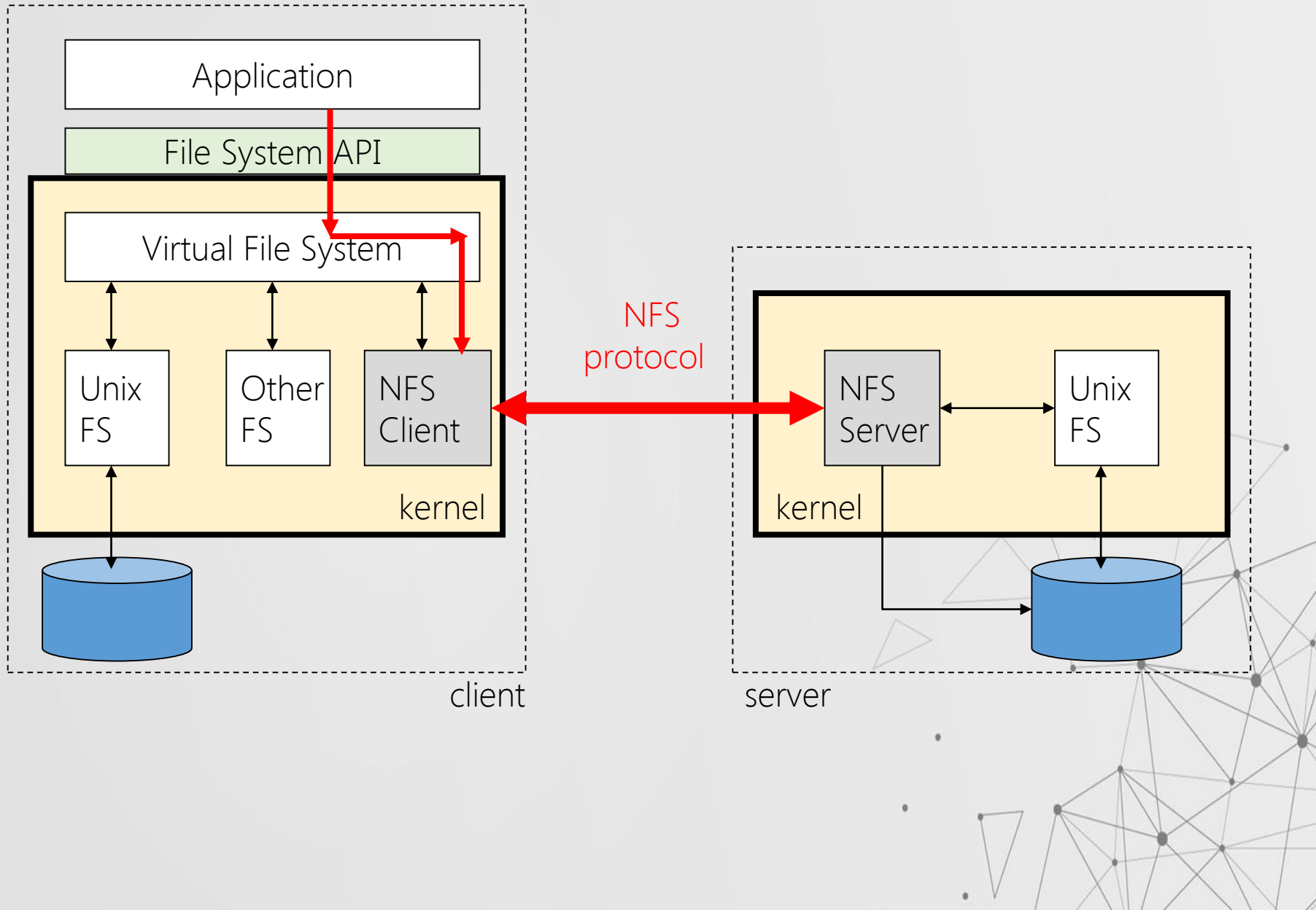
Λειτουργίες flat file service



Ενσωμάτωση NFS μέσω VFS

- Το NFS ενσωματώνεται στο σύστημα αρχείων μέσω του μηχανισμού του Virtual File System (VFS).
- Το Virtual File System (VFS) επιτρέπει την ευέλικτη προσθήκη ξεχωριστών συστημάτων αρχείων.
- Κάθε σύστημα αρχείων πρέπει να υλοποιεί βασικές λειτουργίες (**open/read/write/close/...**) που καλεί το λειτουργικό – χωρίς να ενδιαφέρει η υλοποίηση τους.
- Επιτυγχάνεται ομοιόμορφη/διαφανής πρόσβαση σε πολλά / εντελώς διαφορετικά συστήματα αρχείων.

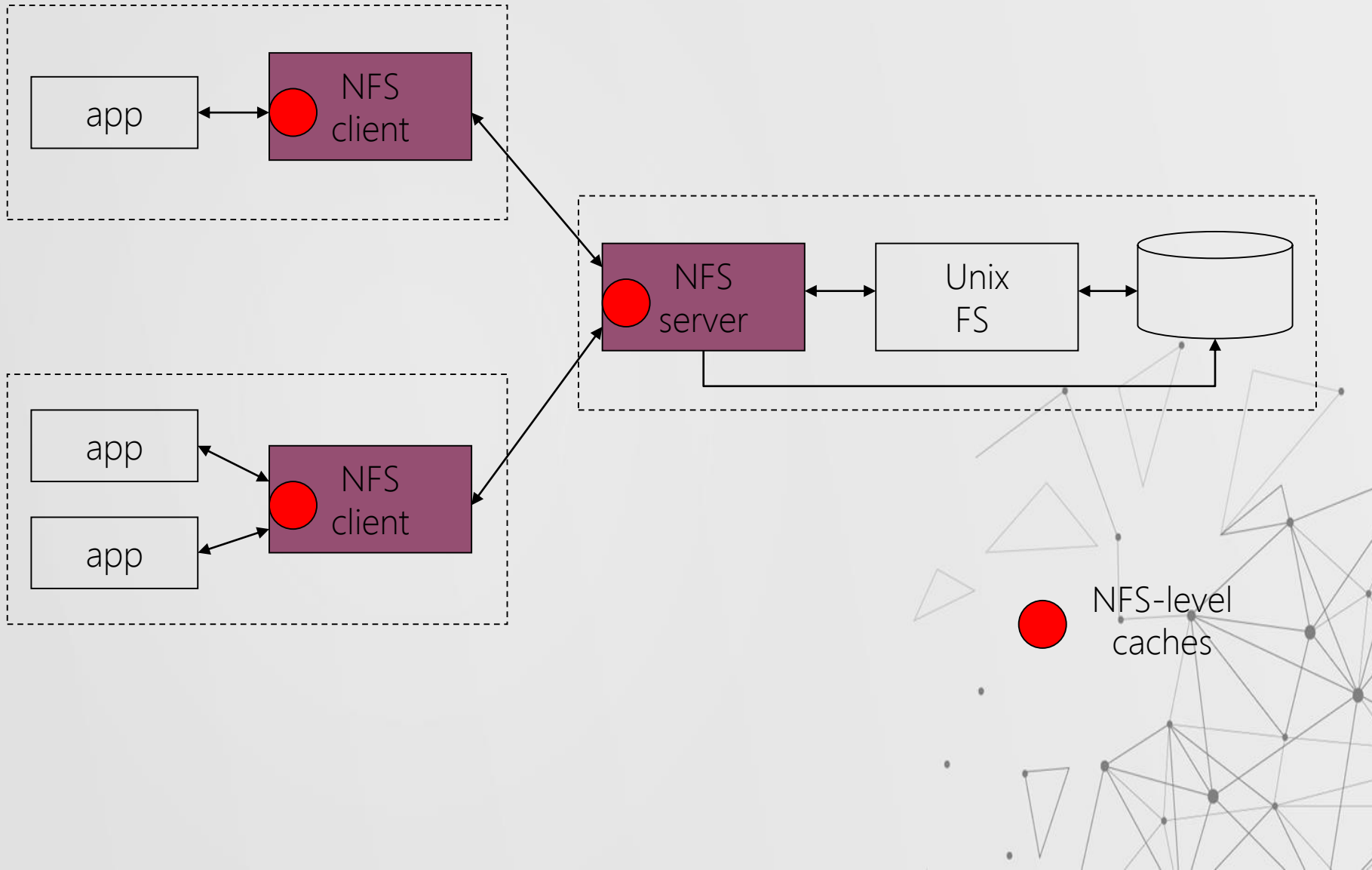
Ενσωμάτωση NFS μέσω VFS



Κρυφή μνήμη

- Ο εξυπηρετητής NFS μπορεί να διατηρεί κρυφή μνήμη για να μειώσει την αλληλεπίδραση με το τοπικό σύστημα αρχείων ή τον δίσκο.
- Ο NFS client διατηρεί κρυφή μνήμη για να μειώσει την απομακρυσμένη επικοινωνία με τον server αλλά και για να αποφορτιστεί ο server.
 - ιδιαίτερα κρίσιμο όταν υπάρχουν πολλοί πελάτες.
 - Η κρυφή μνήμη του πελάτη είναι κοινή για όλες τις εφαρμογές που τρέχουν στο ίδιο μηχάνημα.
- Η κρυφή μνήμη δημιουργεί θέματα συνέπειας τόσο για το γράψιμο όσο και για το διάβασμα δεδομένων.

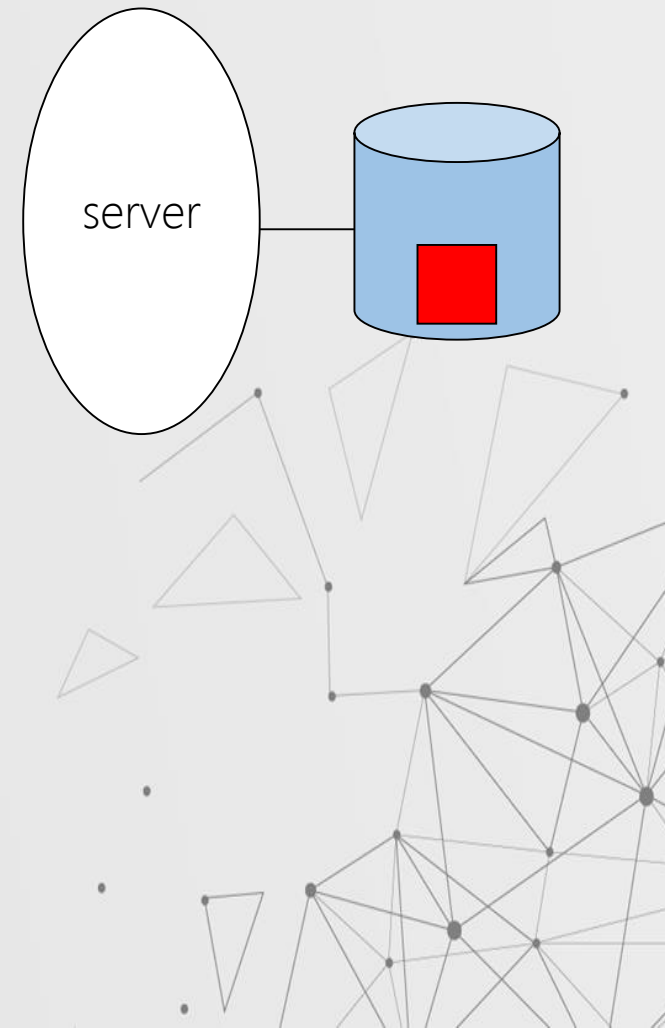
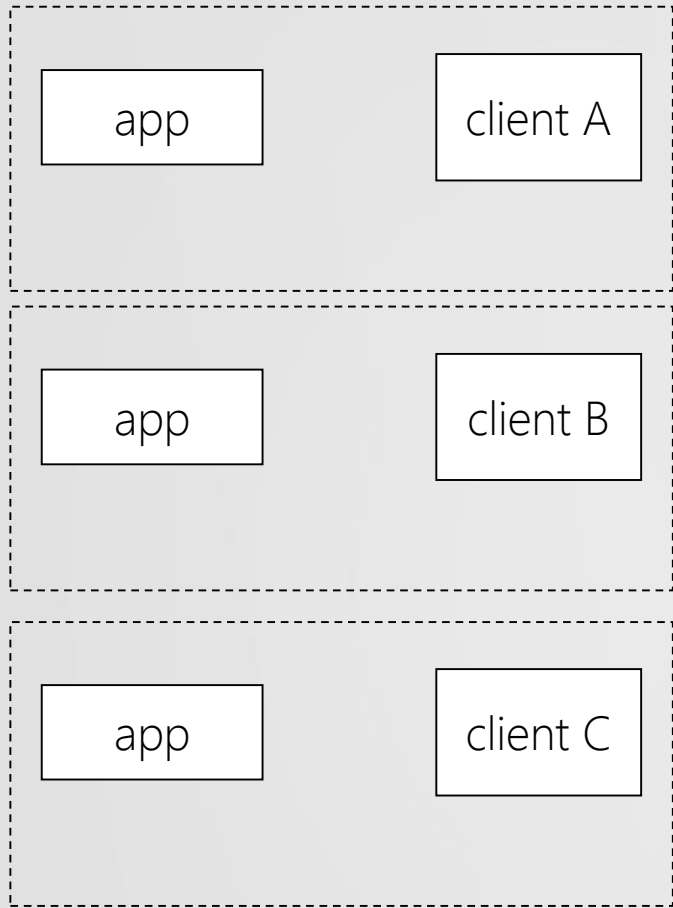
Κρυφή μνήμη



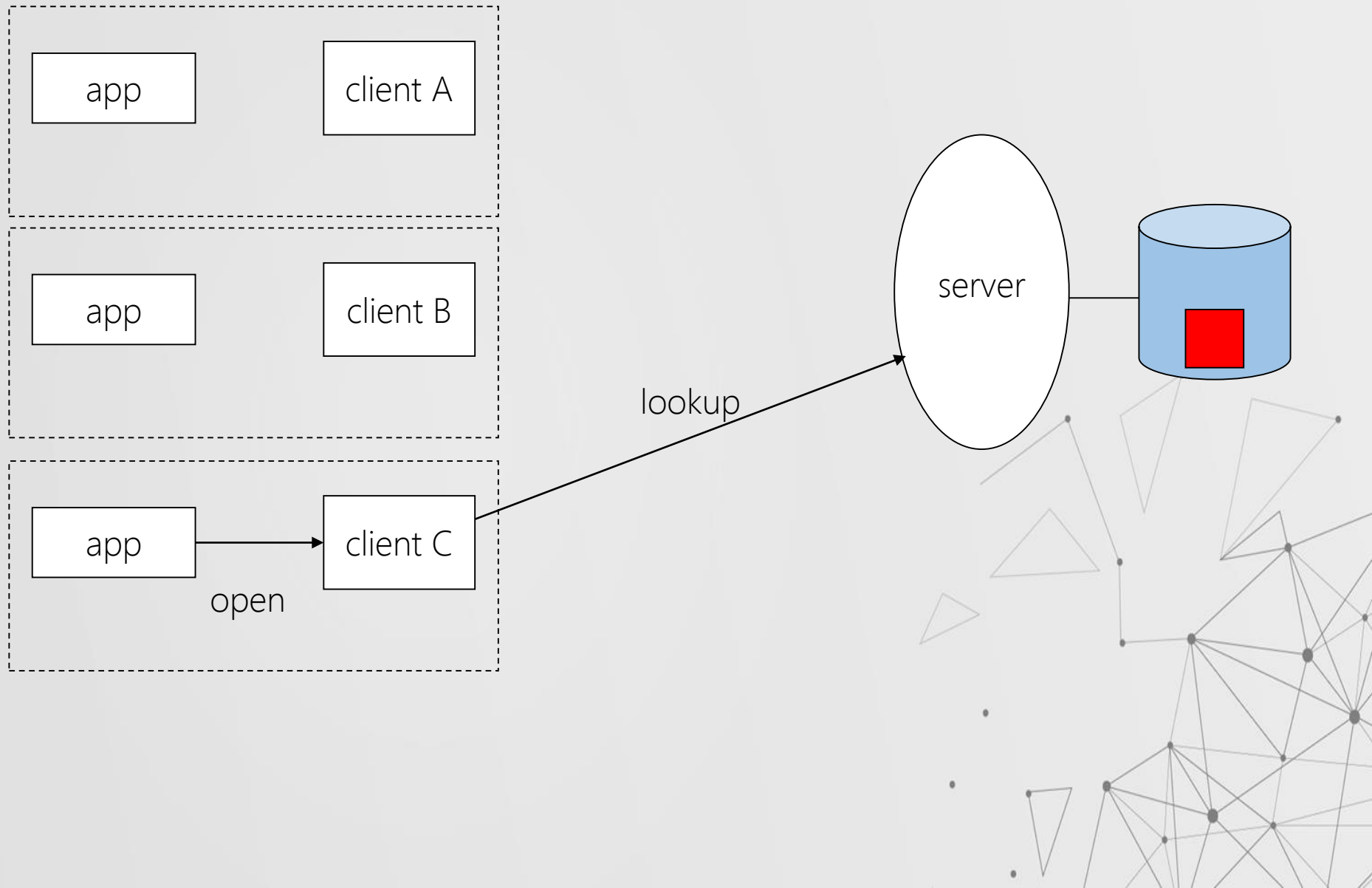
Εγκυρότητα δεδομένων πελάτη

- Για κάθε μπλοκ, εκτός από την θέση του στο αρχείο και το μέγεθος του, διατηρείται κι άλλη πληροφορία.
- t_{check} : χρονοσφραγίδα τοπικού ελέγχου στον πελάτη
- t_{mod} : χρονοσφραγίδα αλλαγής στον εξυπηρετητή.
- Αν $time() - t_{check} < T_{fresh}$, το μπλοκ θεωρείται έγκυρο και χρησιμοποιείται χωρίς έλεγχο στον εξυπηρετητή.
- Διαφορετικά, η εγκυρότητα του μπλοκ ελέγχεται στον εξυπηρετητή, με βάση το t_{mod} .
- Αν το t_{mod} του πελάτη έχει την ίδια τιμή με το t_{mod} του εξυπηρετητή, το μπλοκ εξακολουθεί να είναι έγκυρο, διαφορετικά ο πελάτης λαμβάνει το νέο περιεχόμενο.
- Ο πελάτης ανανεώνει τις τιμές των t_{check} και t_{mod} .

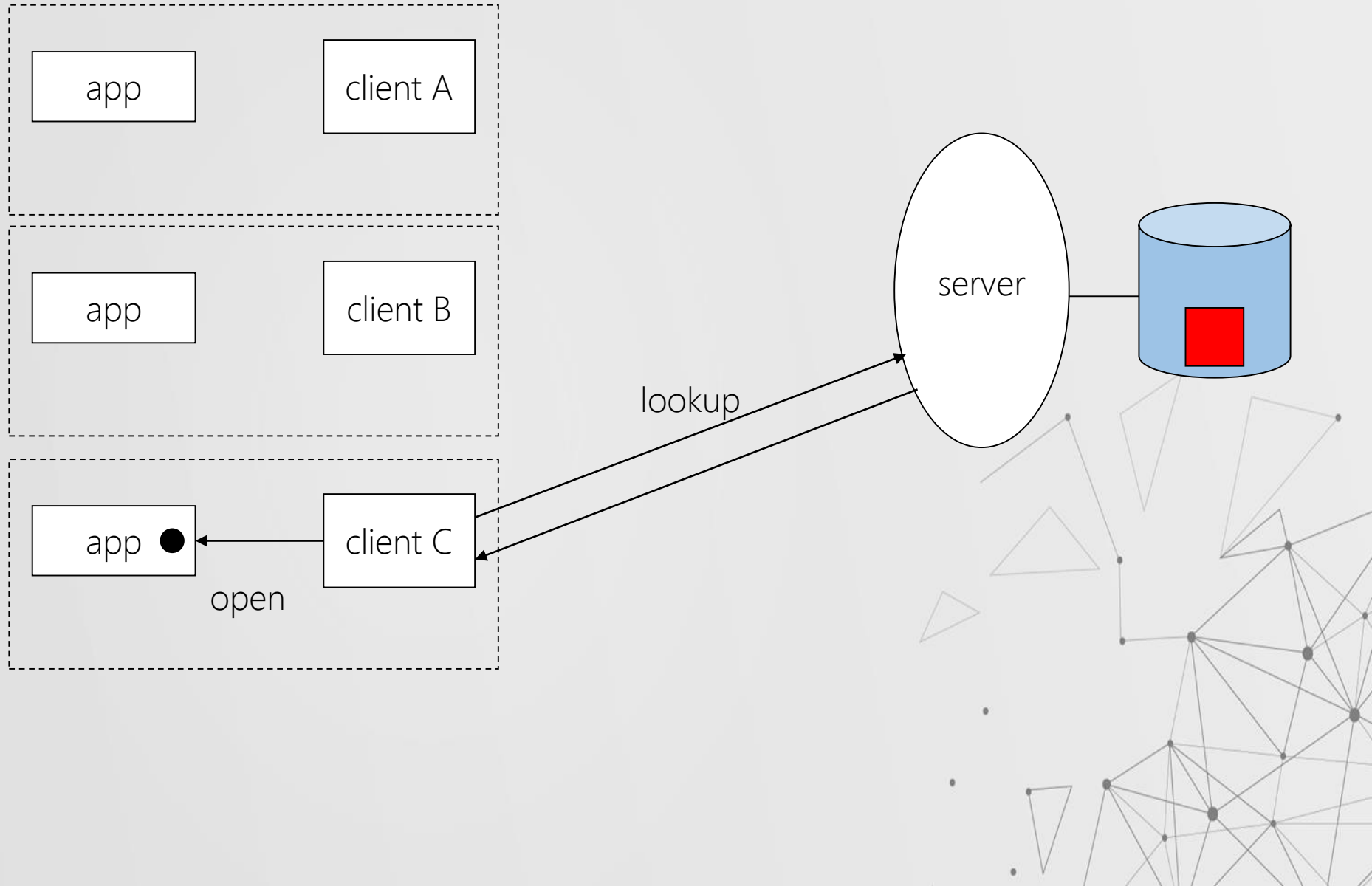
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (1)



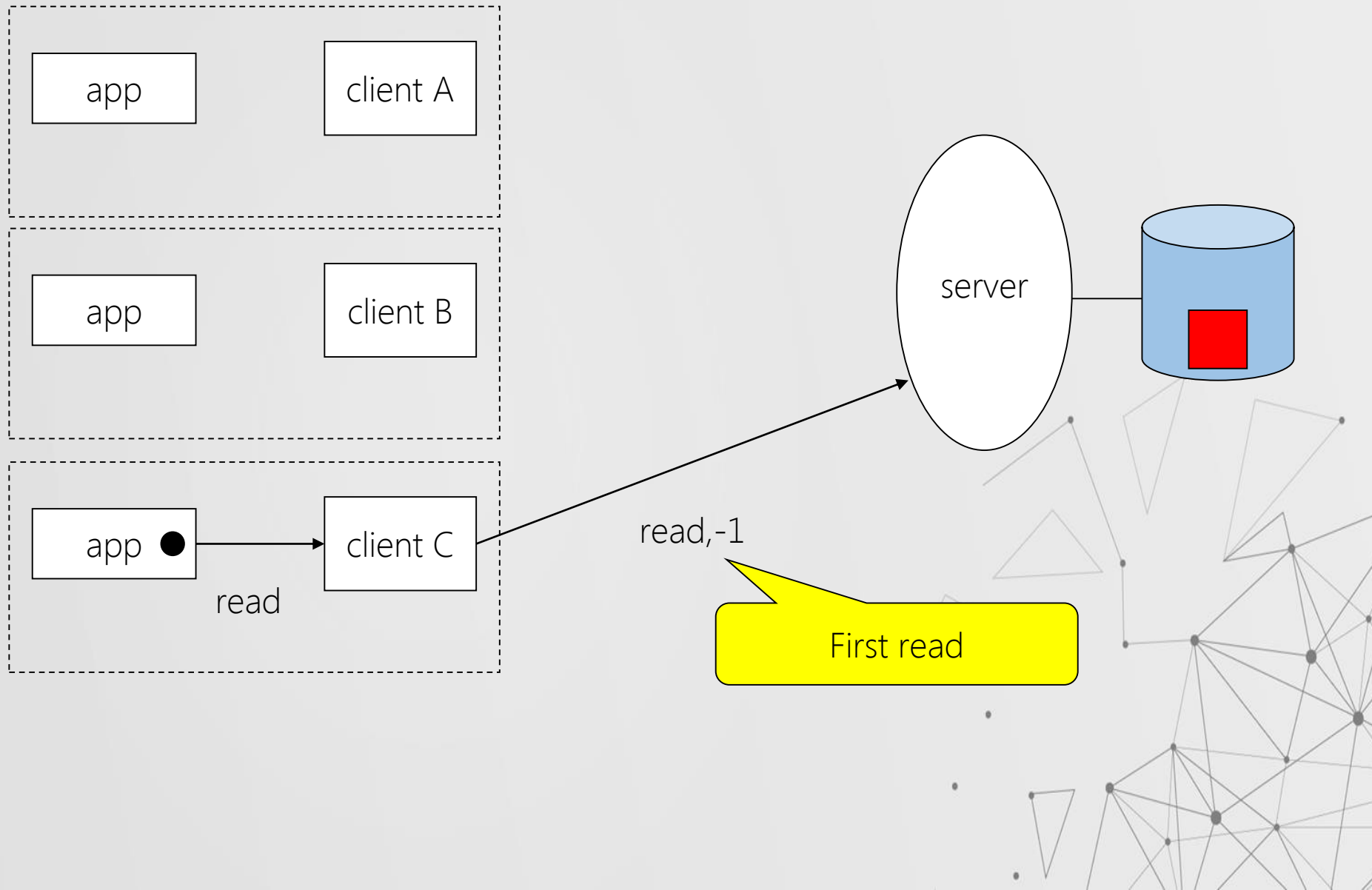
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (2)



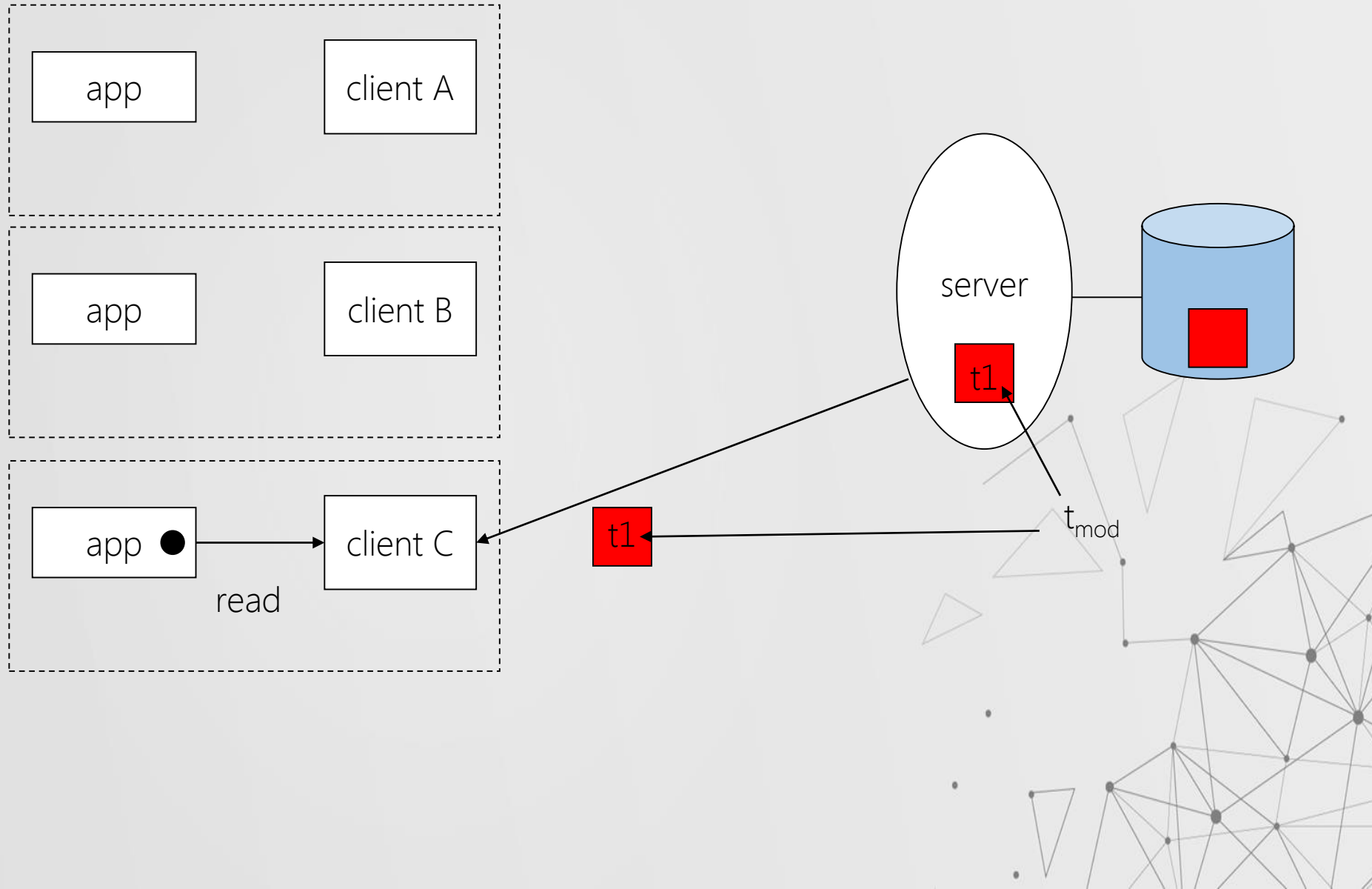
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (3)



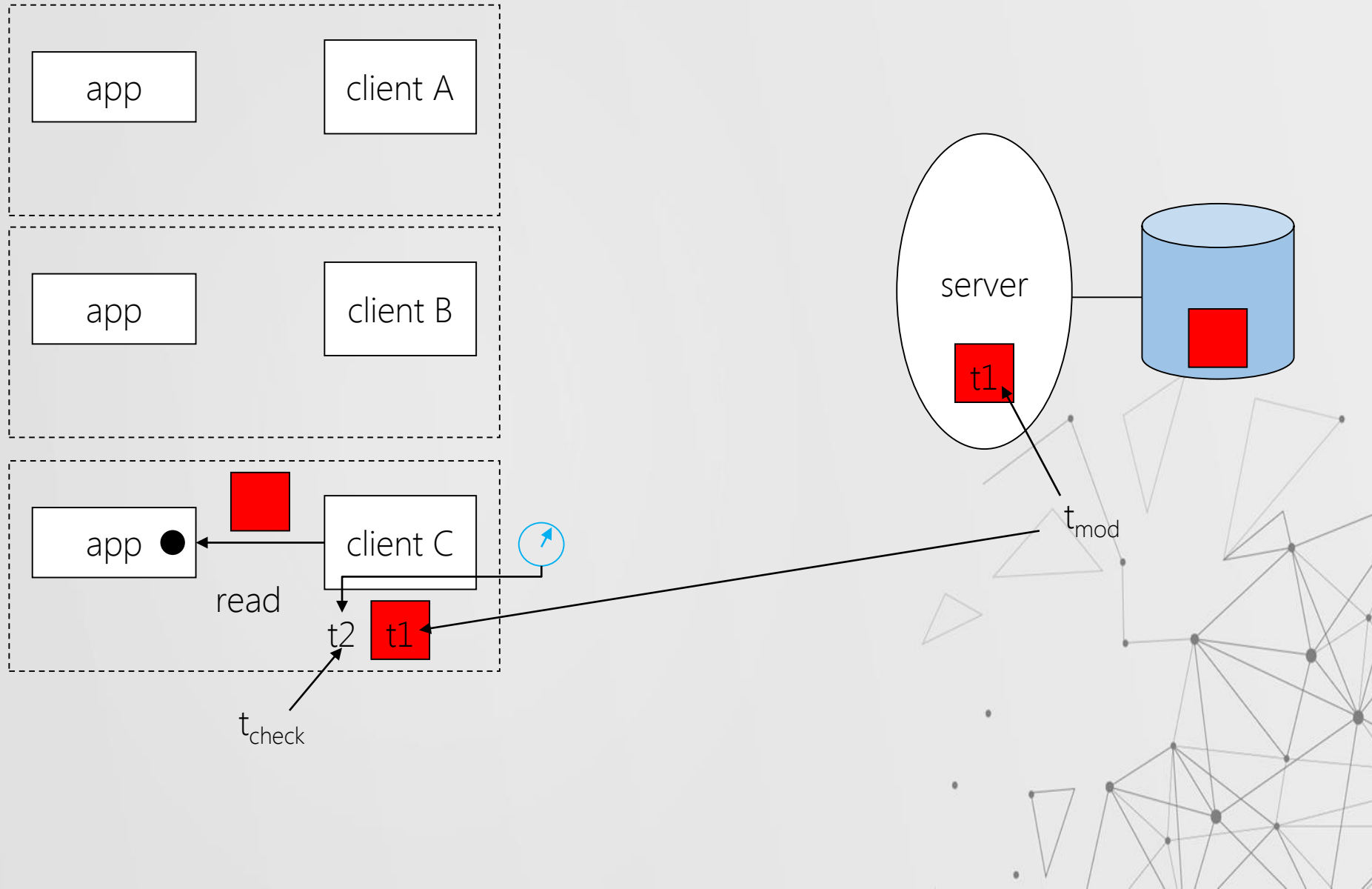
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (4)



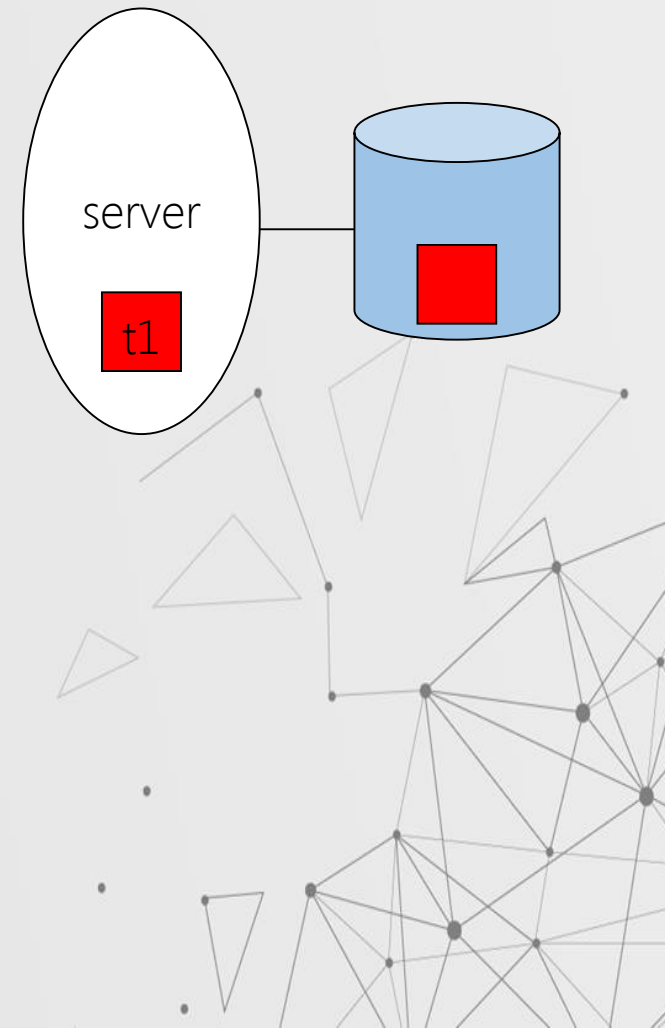
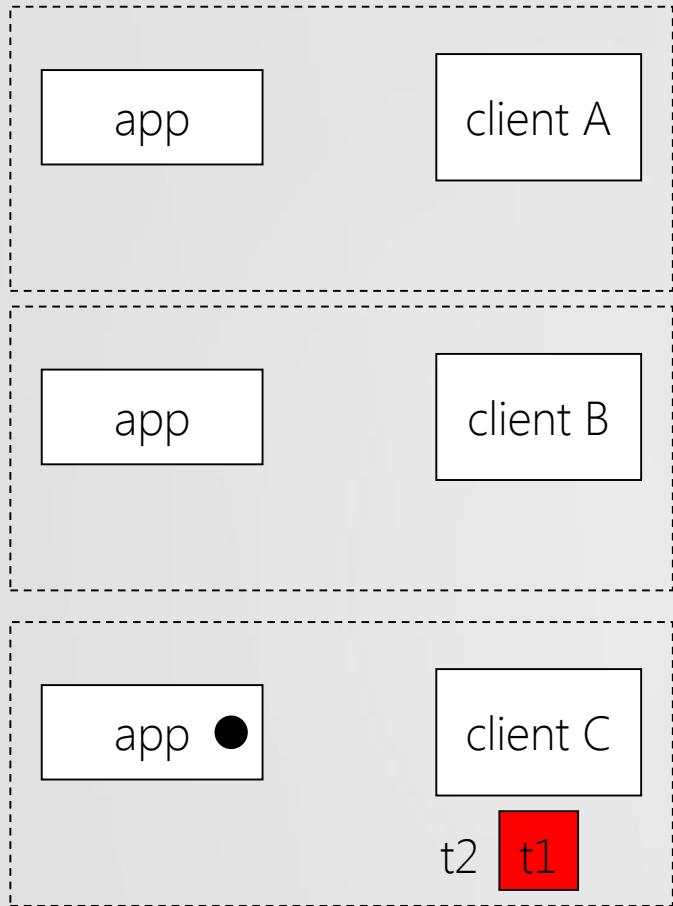
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (5)



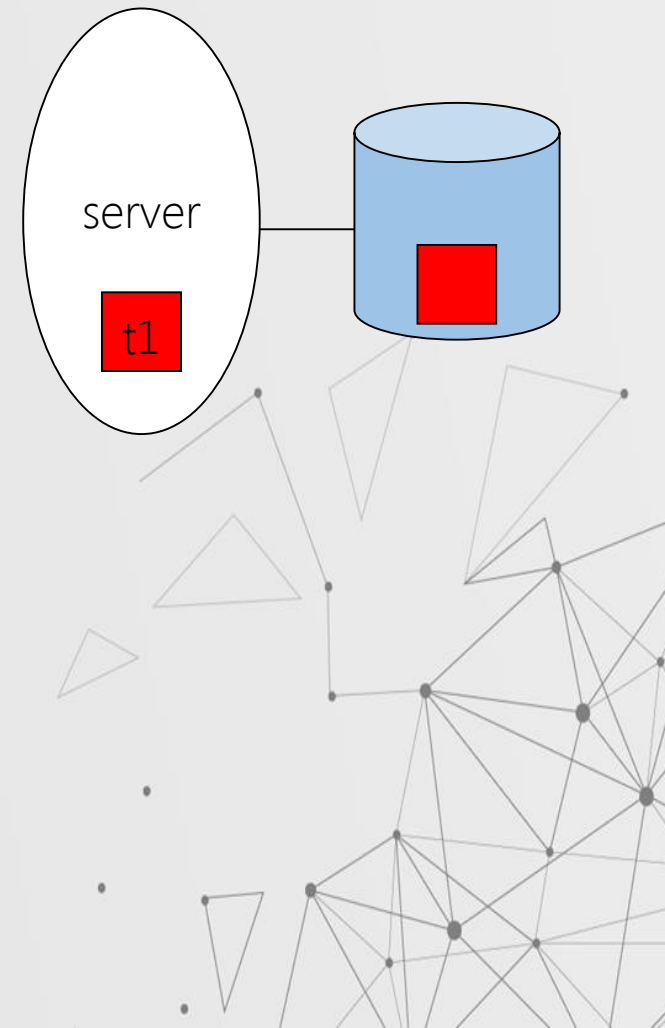
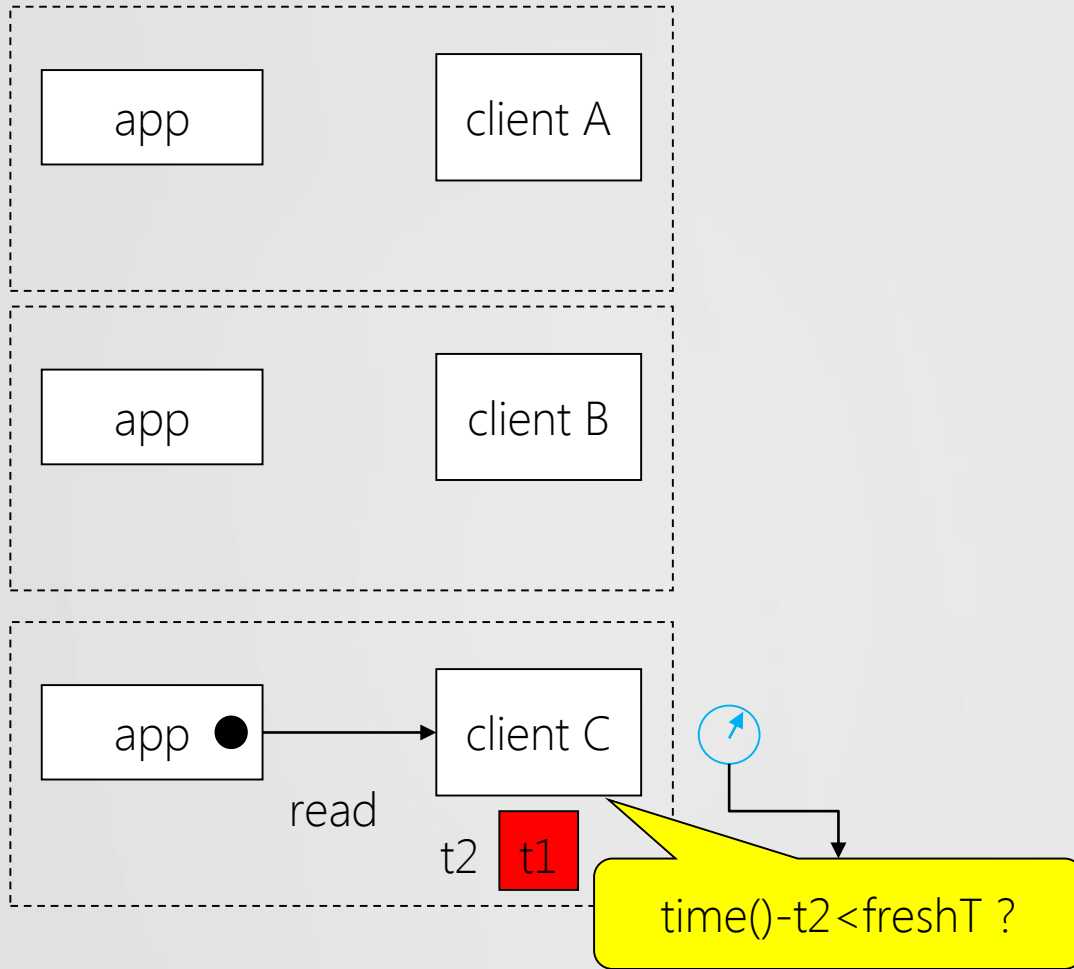
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (6)



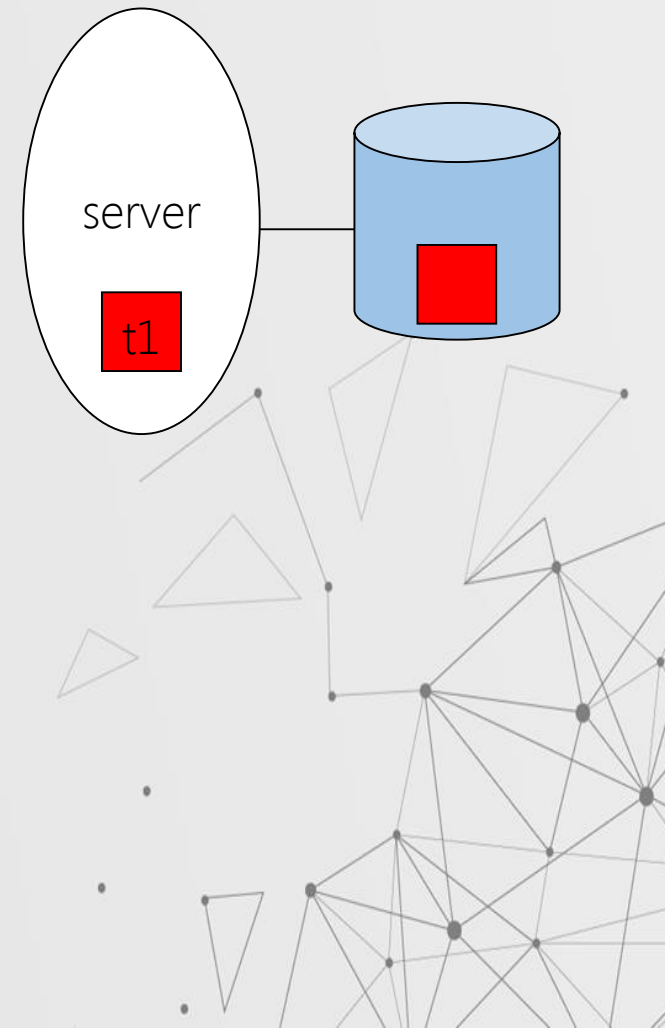
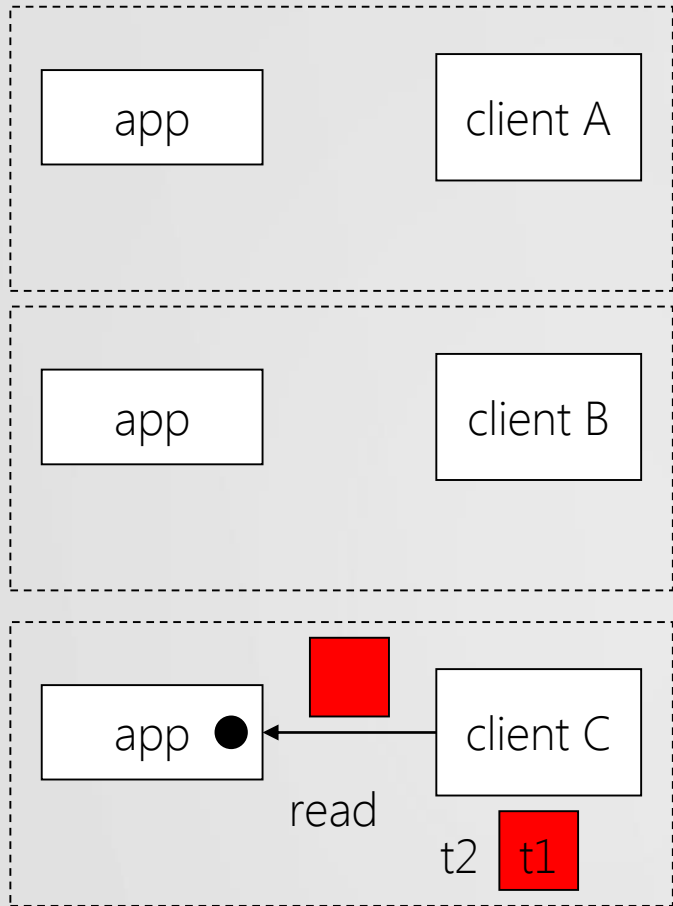
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (7)



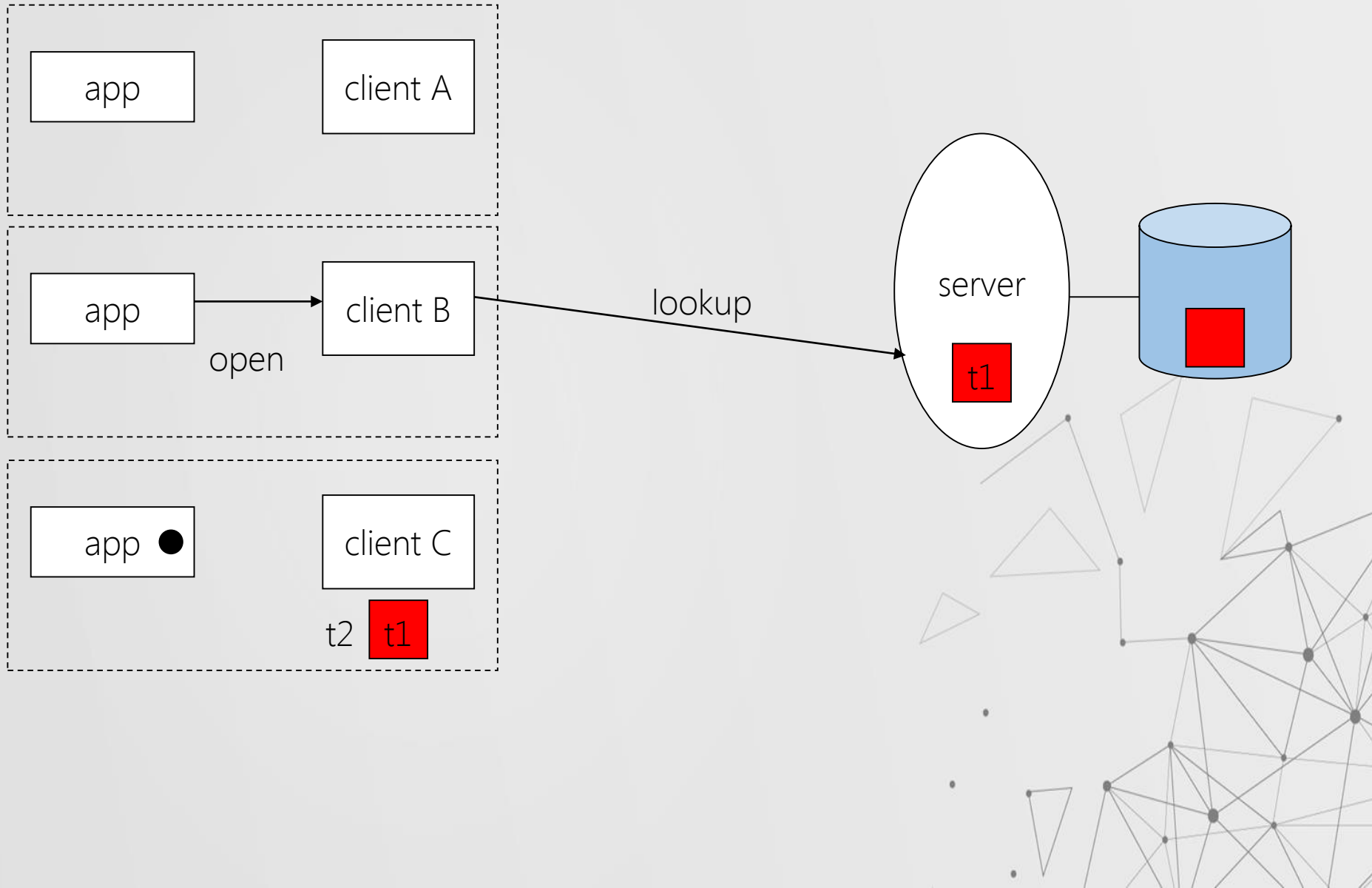
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (8)



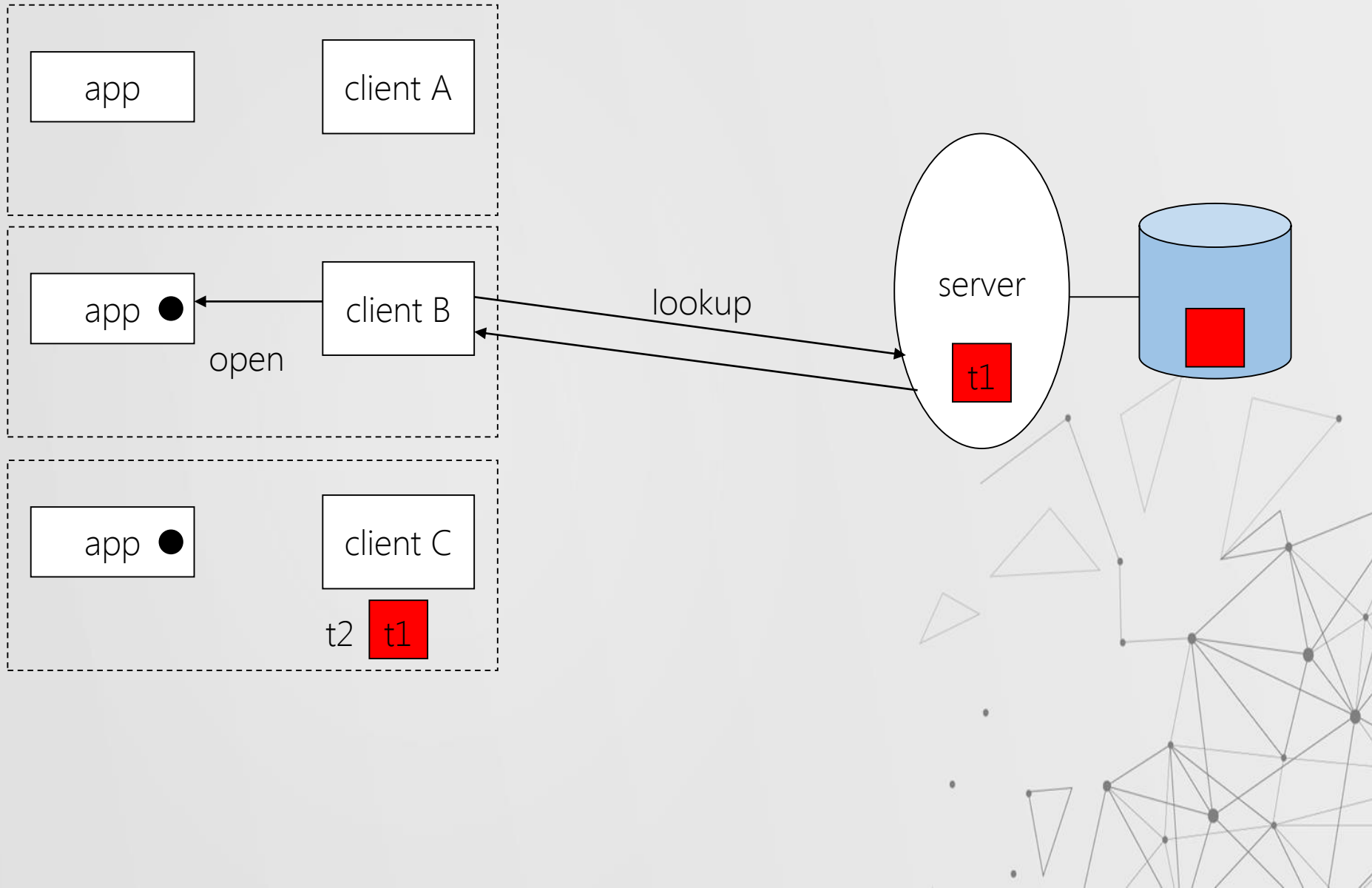
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (9)



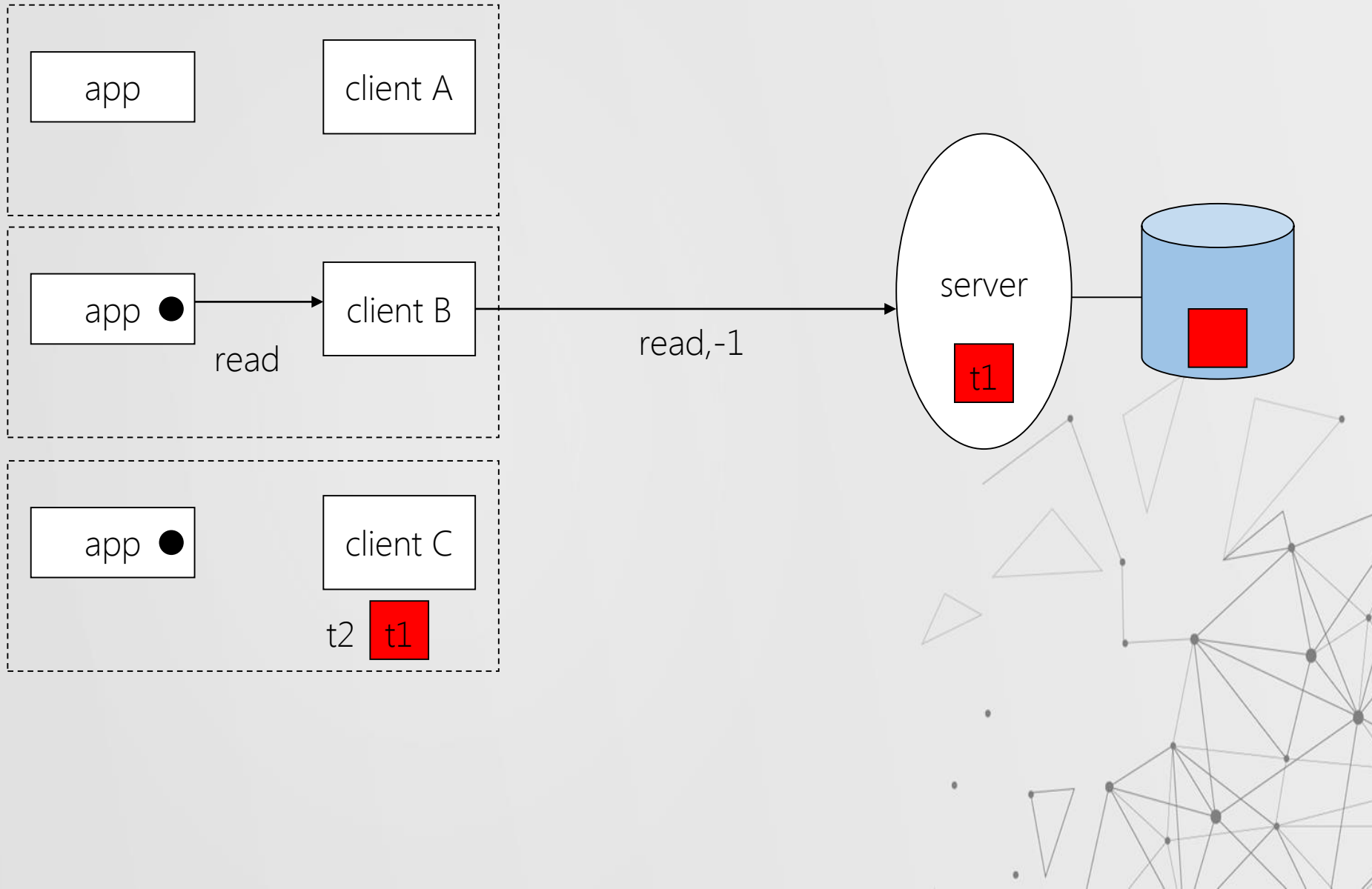
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (10)



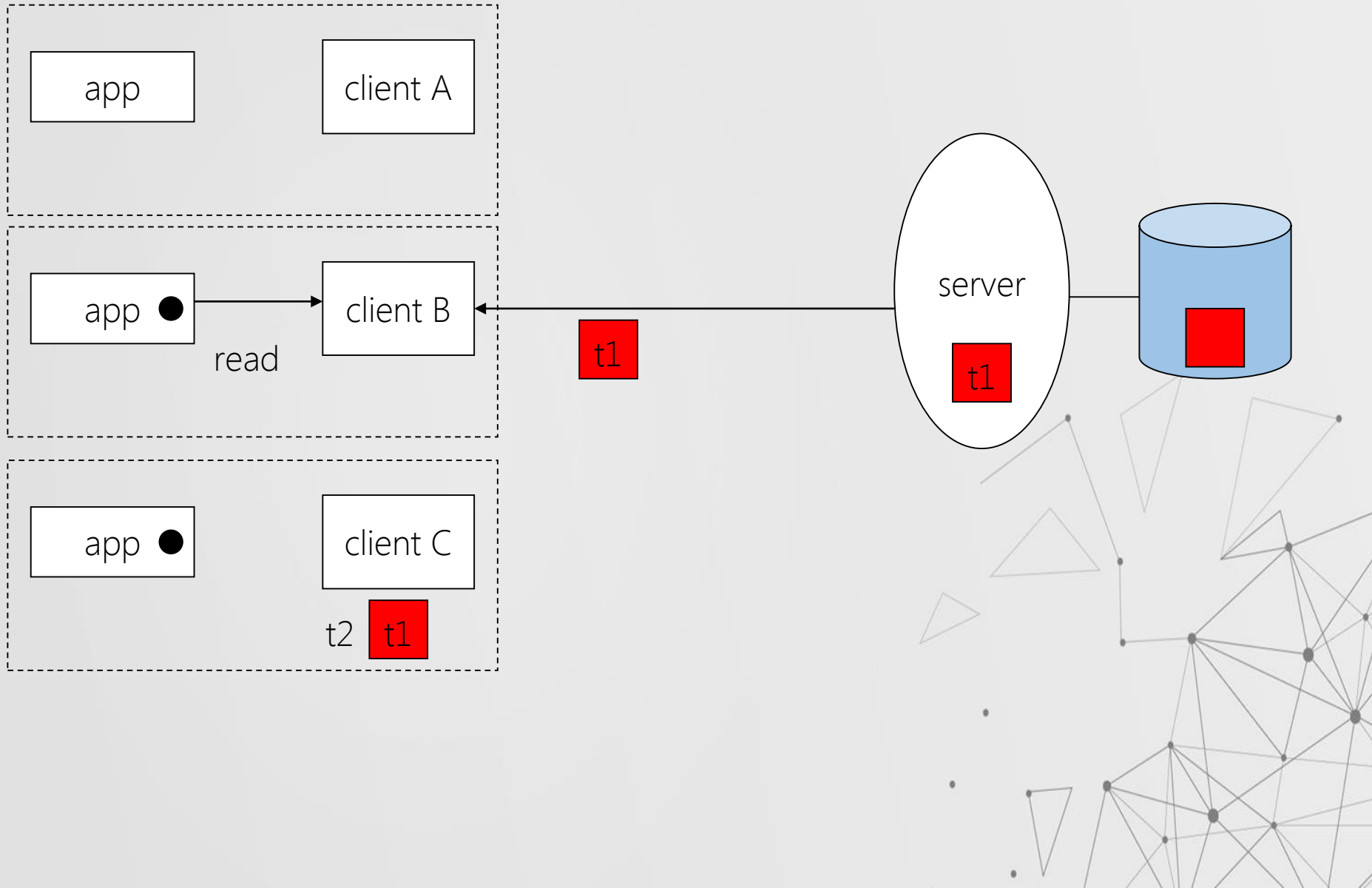
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (11)



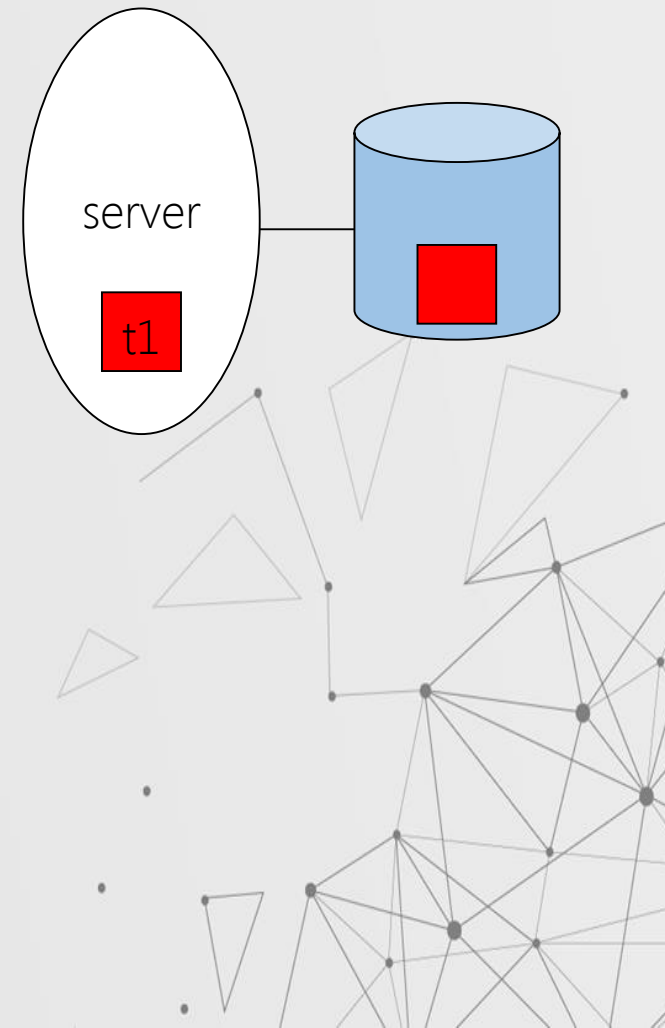
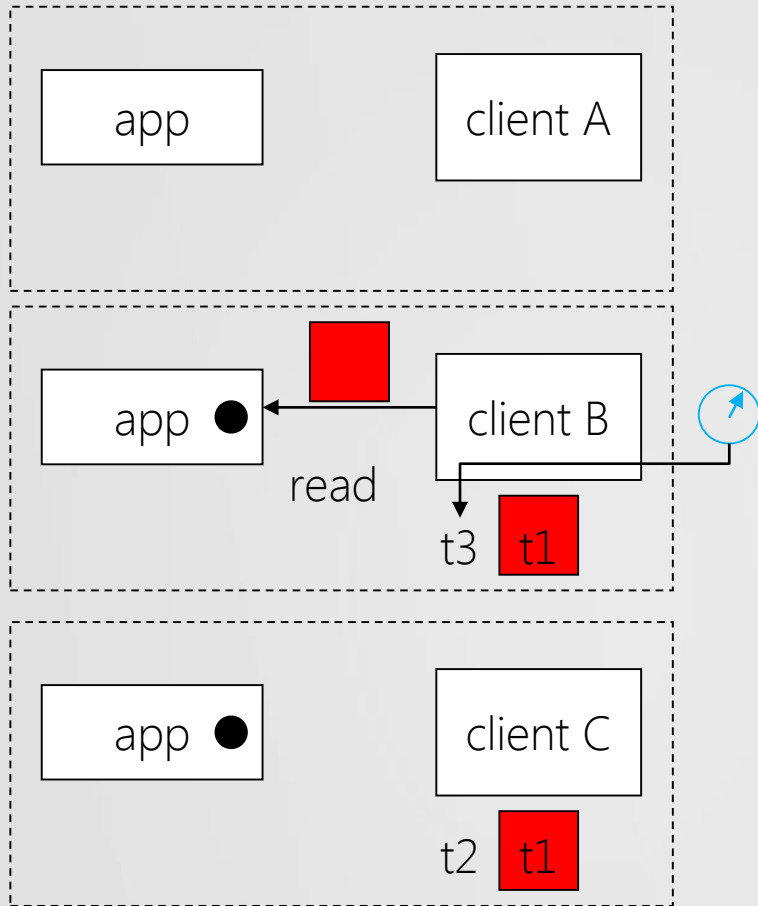
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (12)



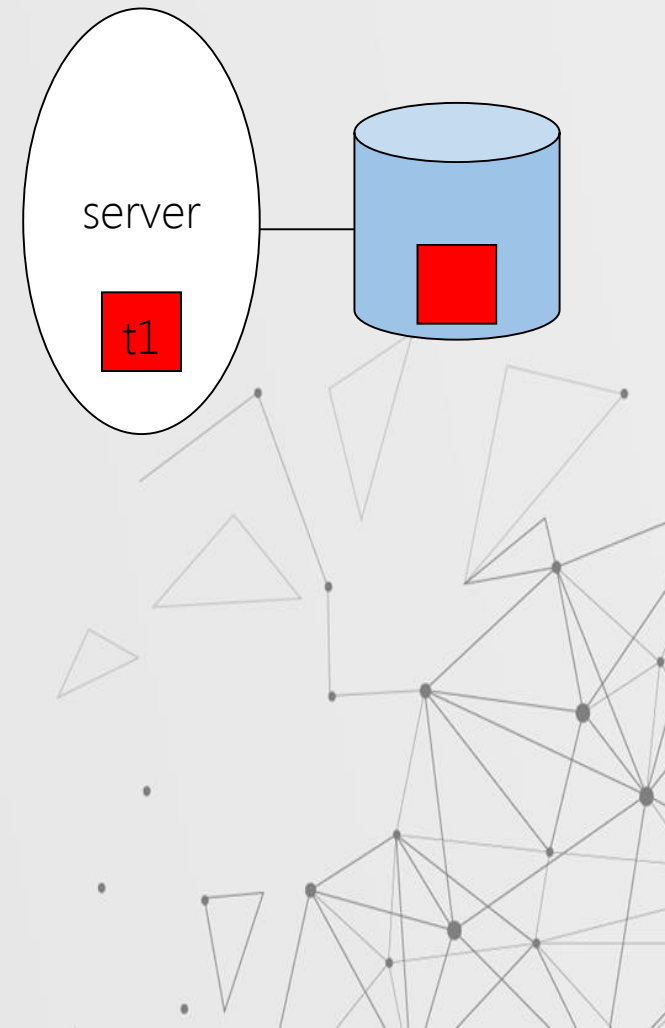
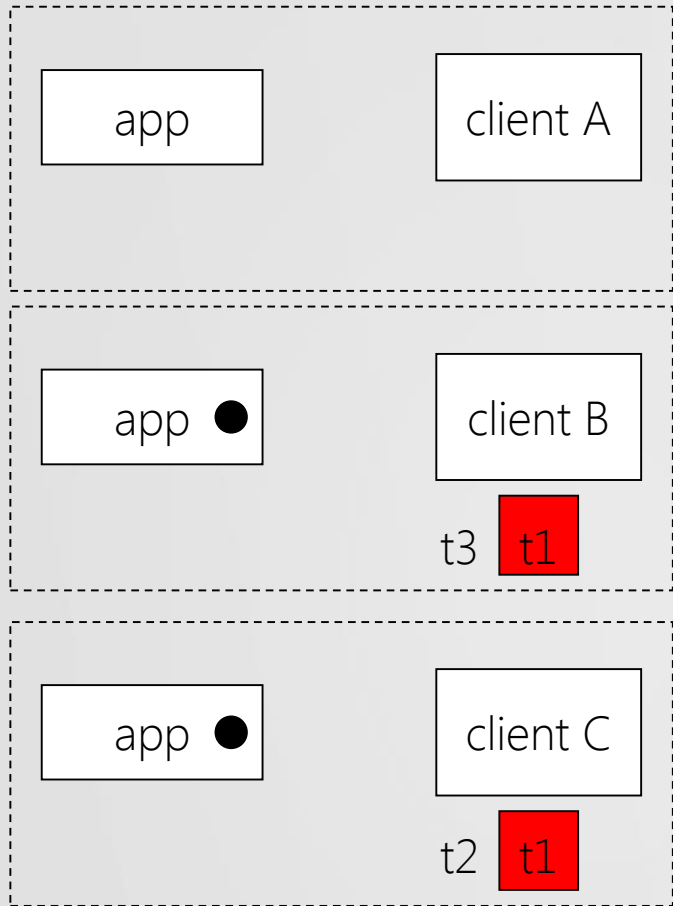
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (13)



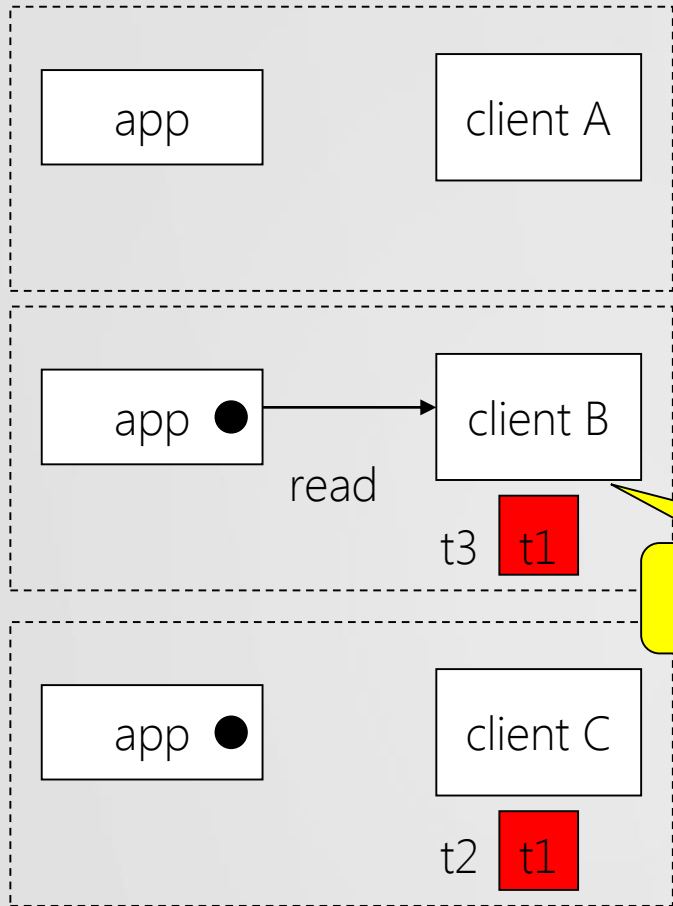
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (14)



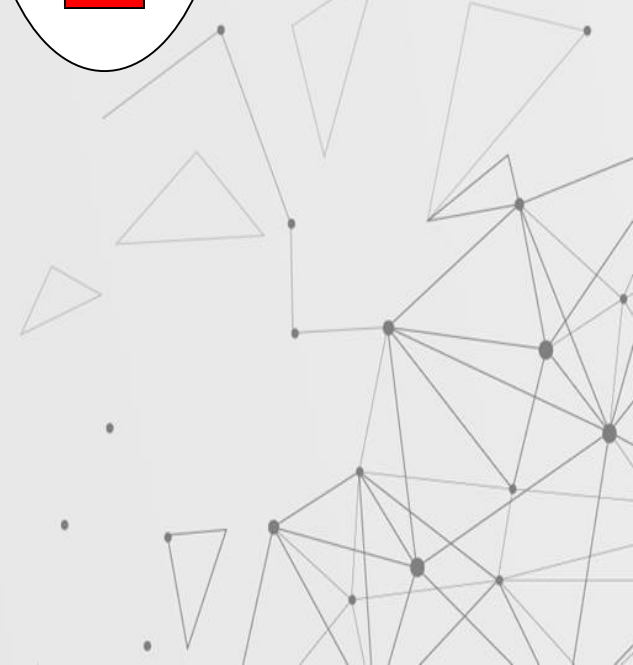
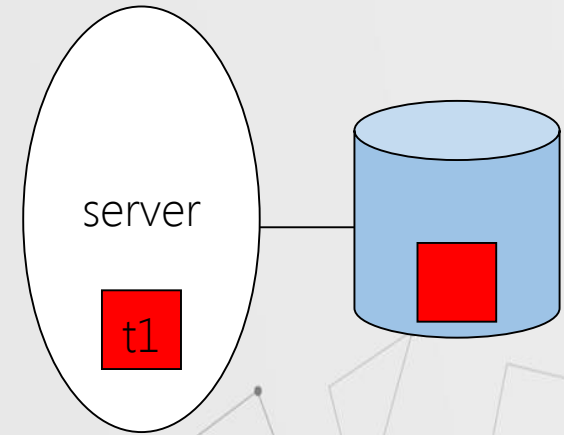
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (15)



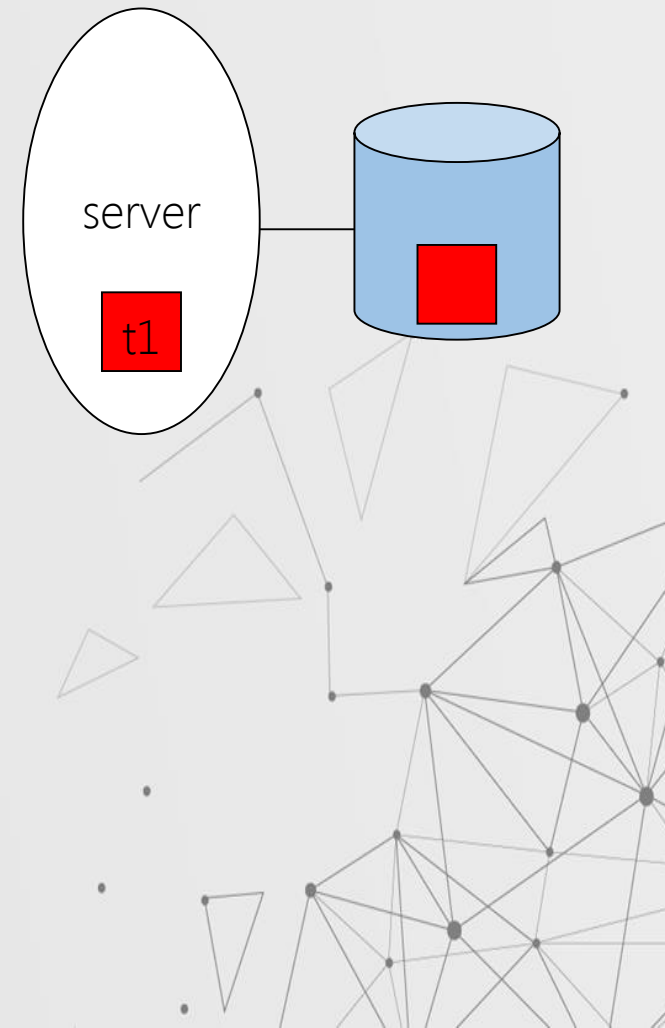
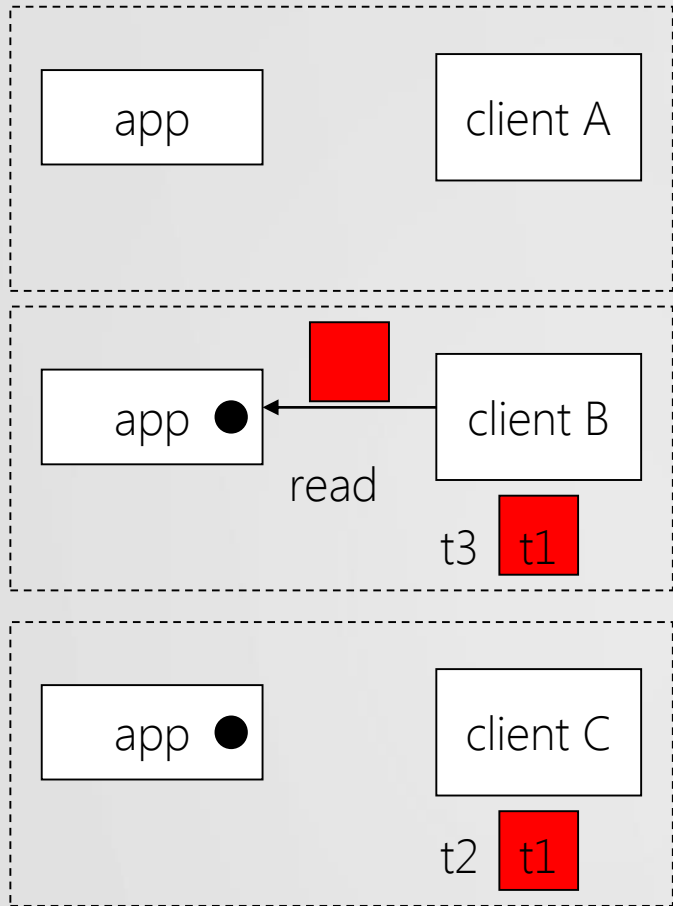
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (16)



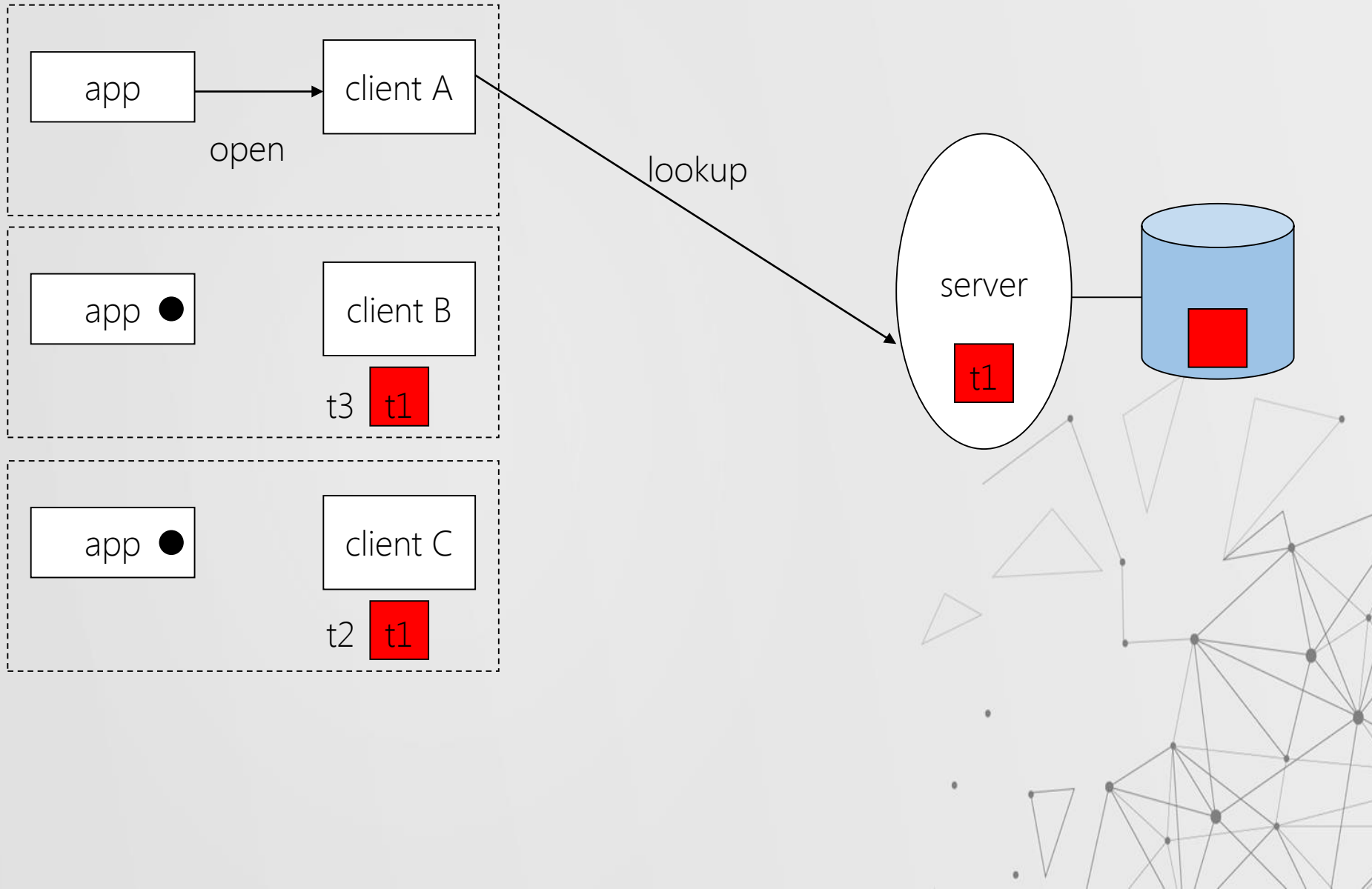
$\text{time()} - t3 < \text{freshT} ?$



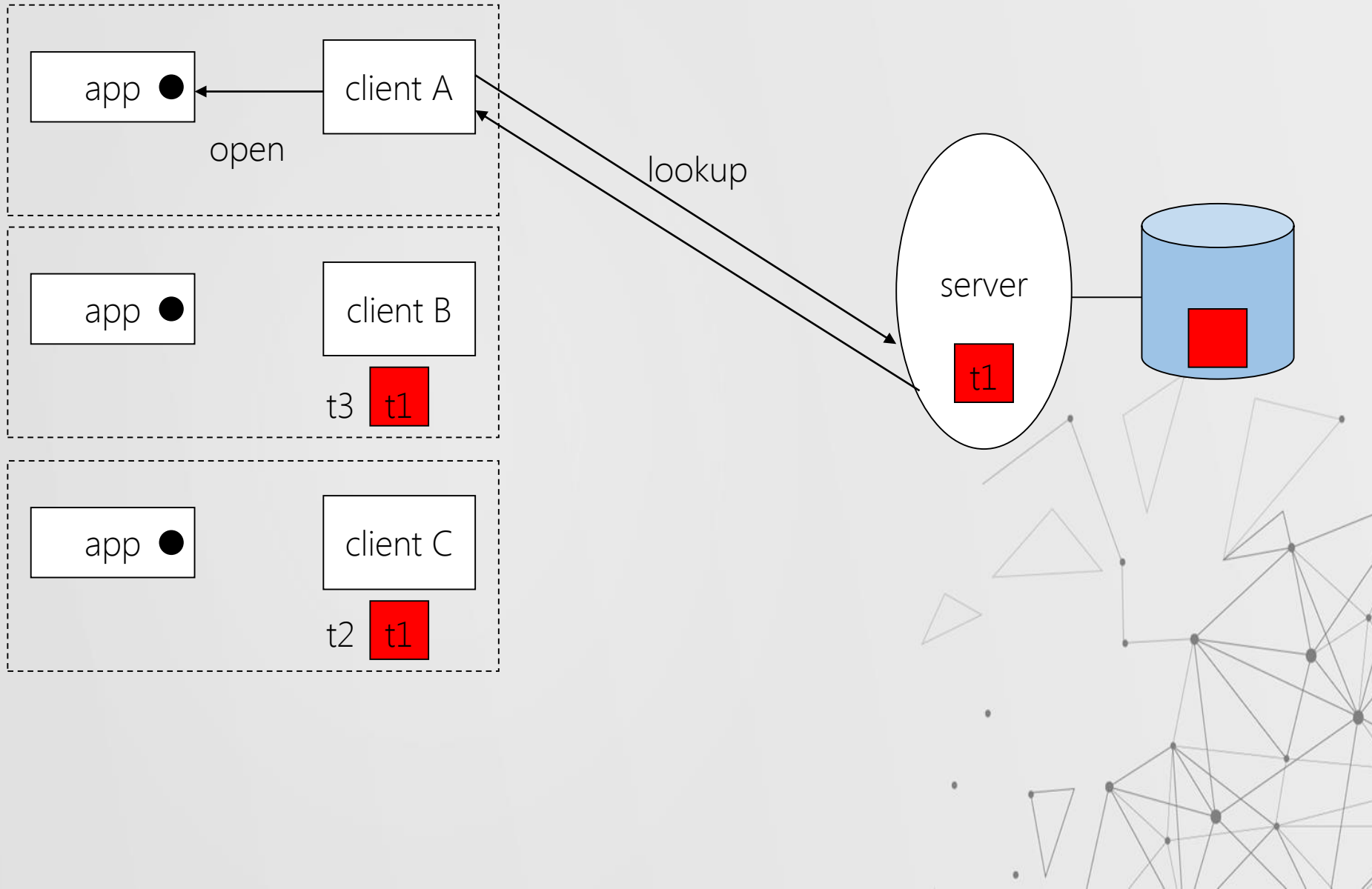
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (17)



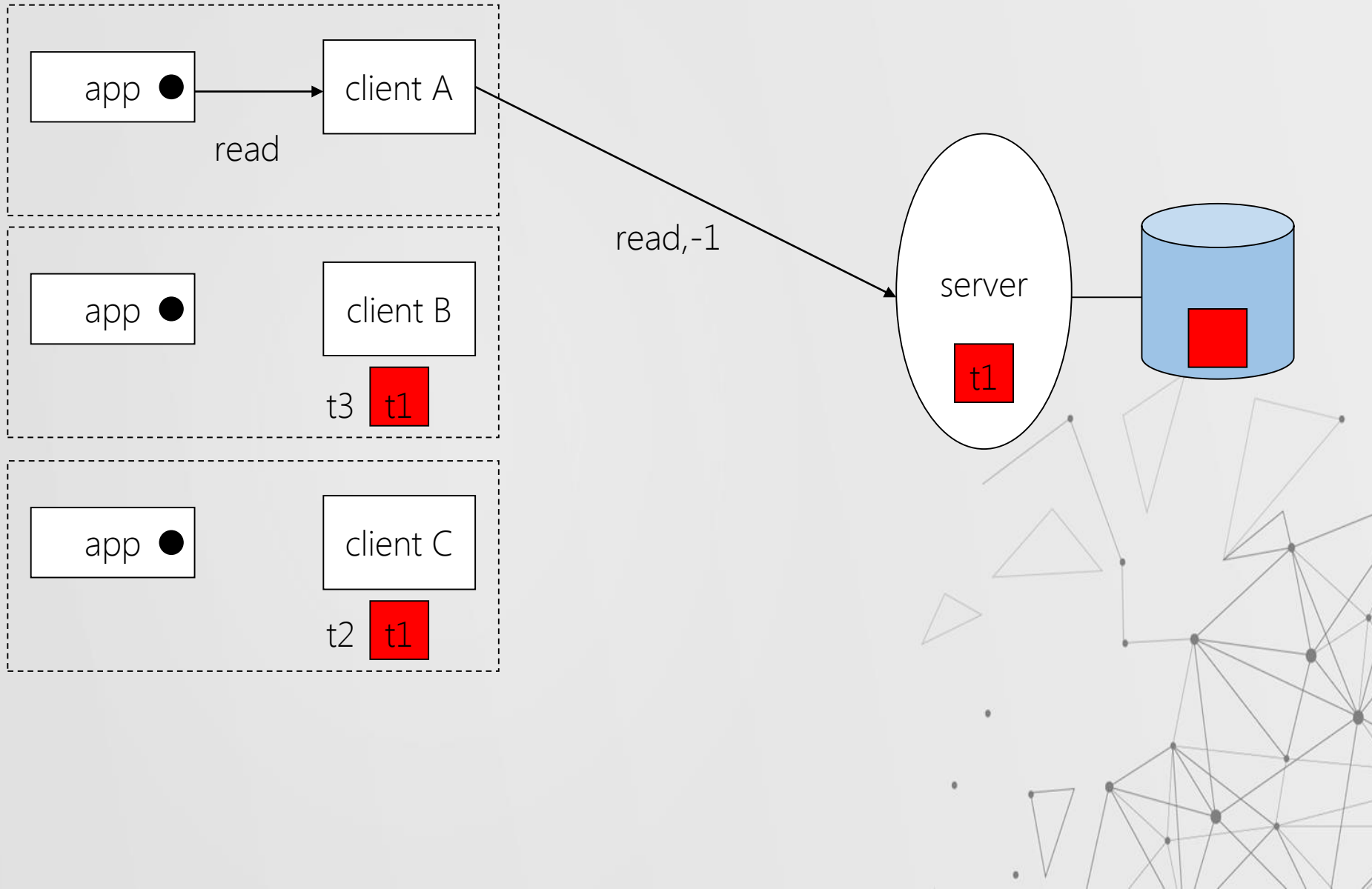
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (18)



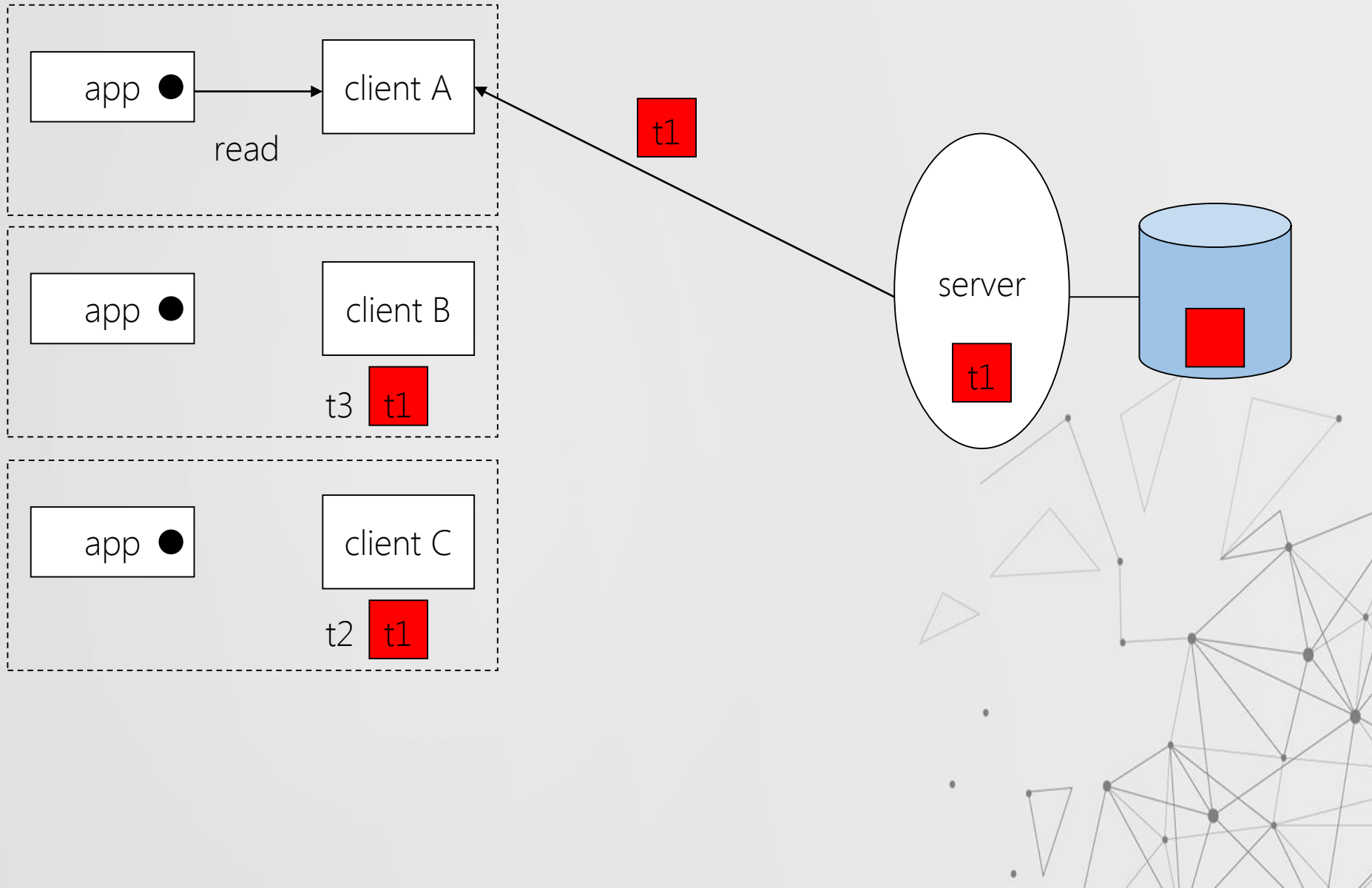
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (19)



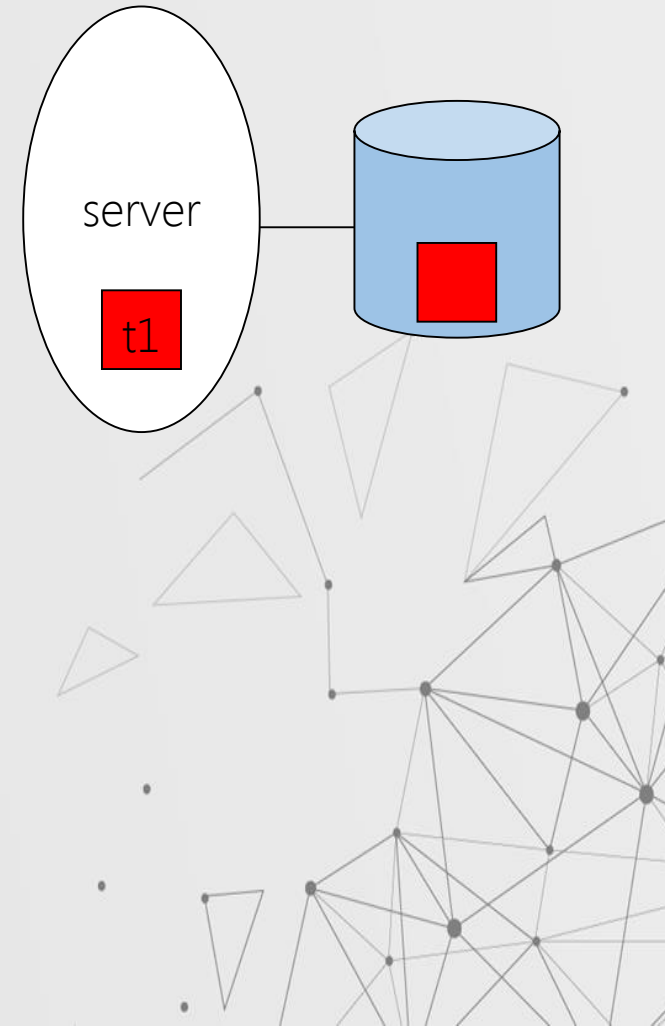
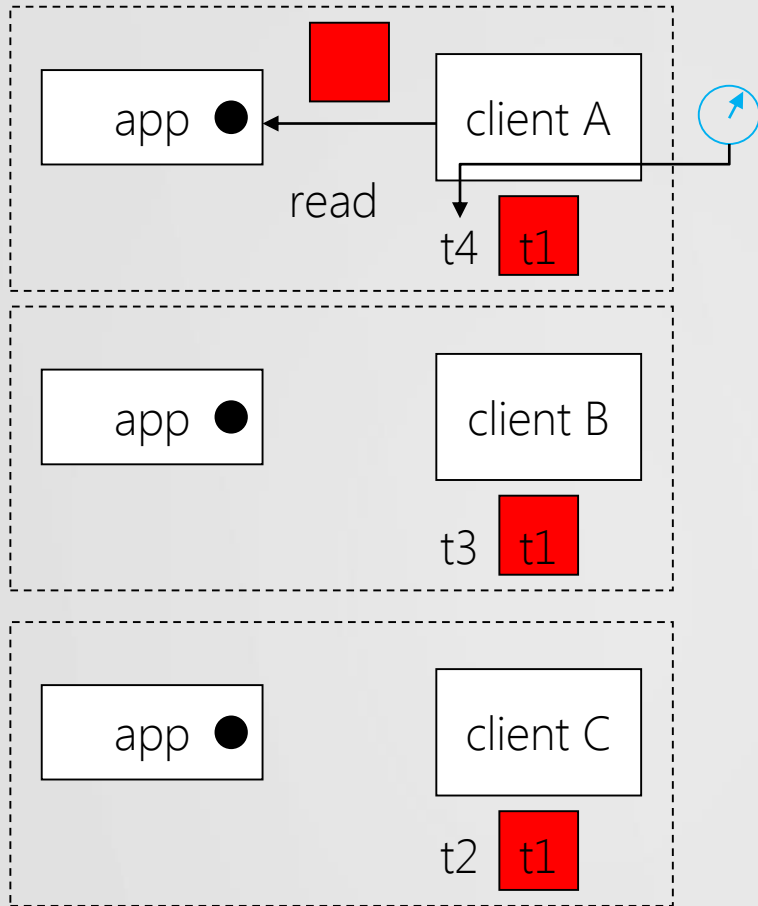
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (20)



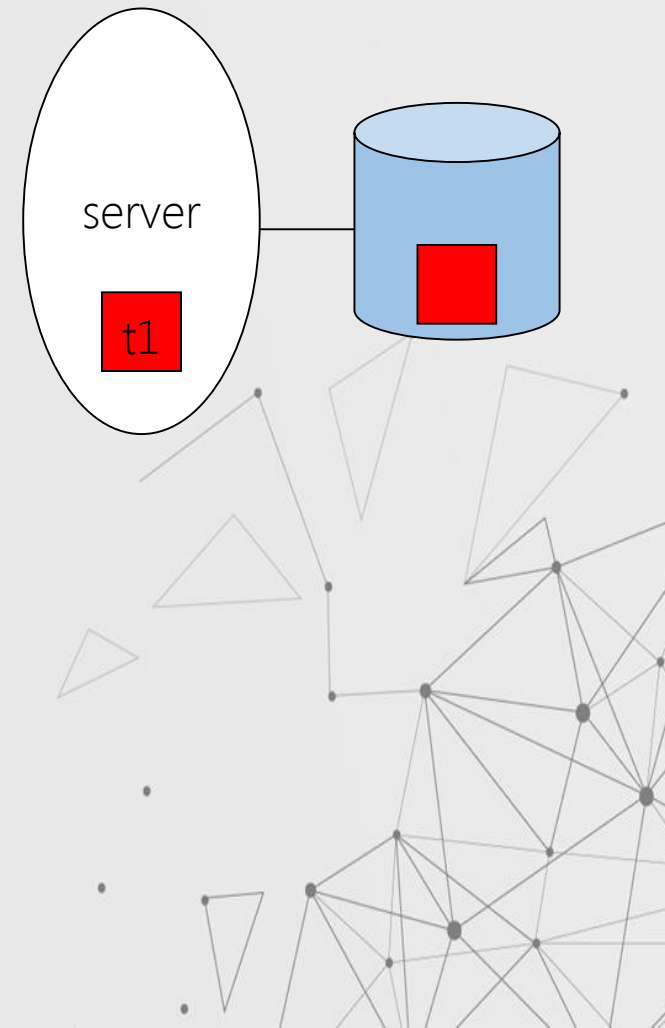
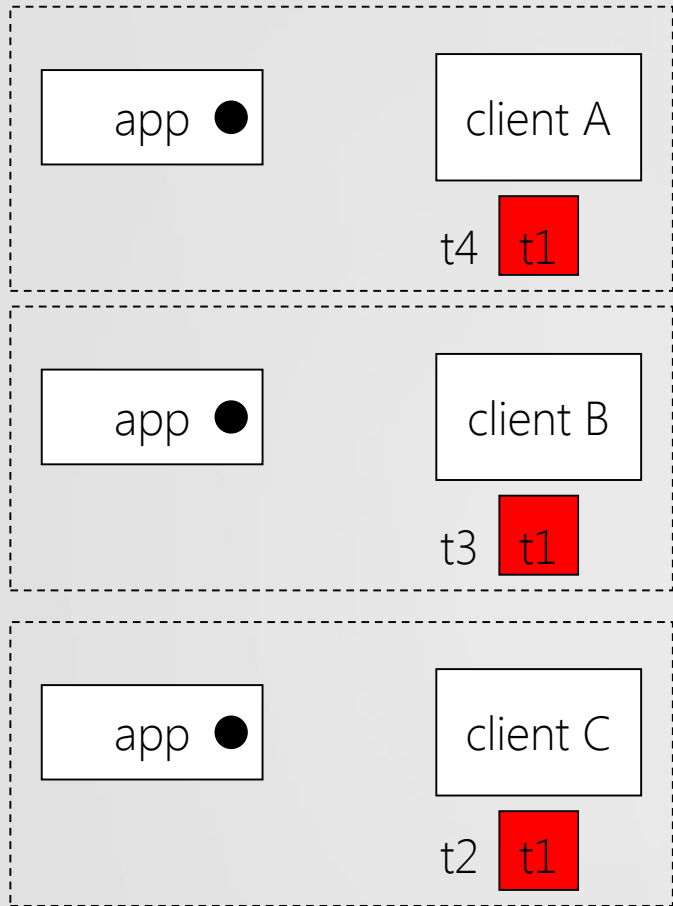
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (21)



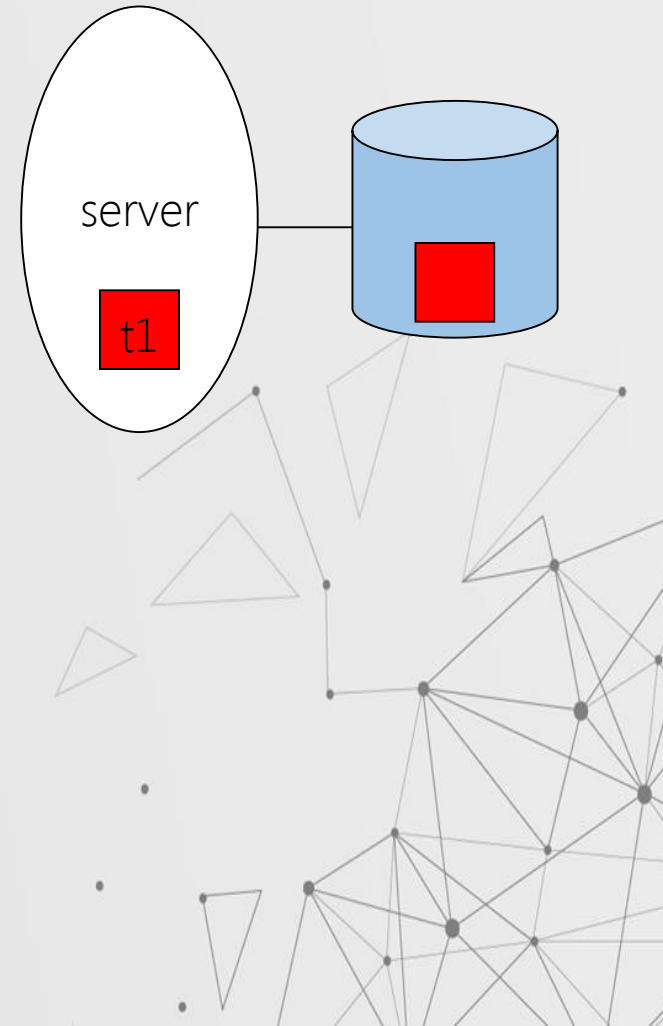
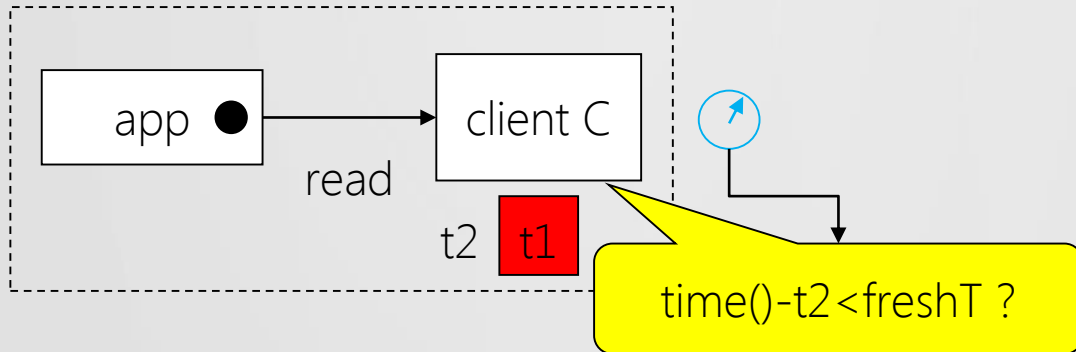
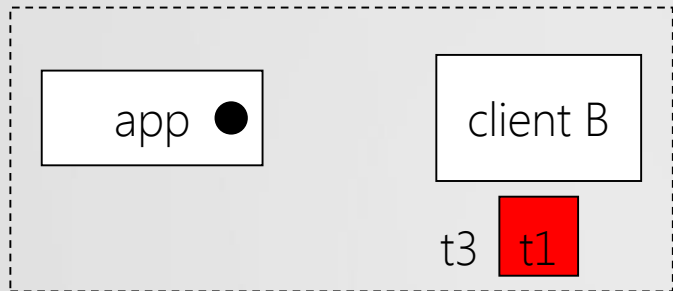
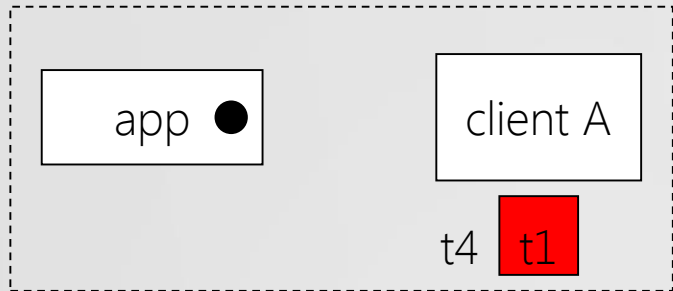
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (22)



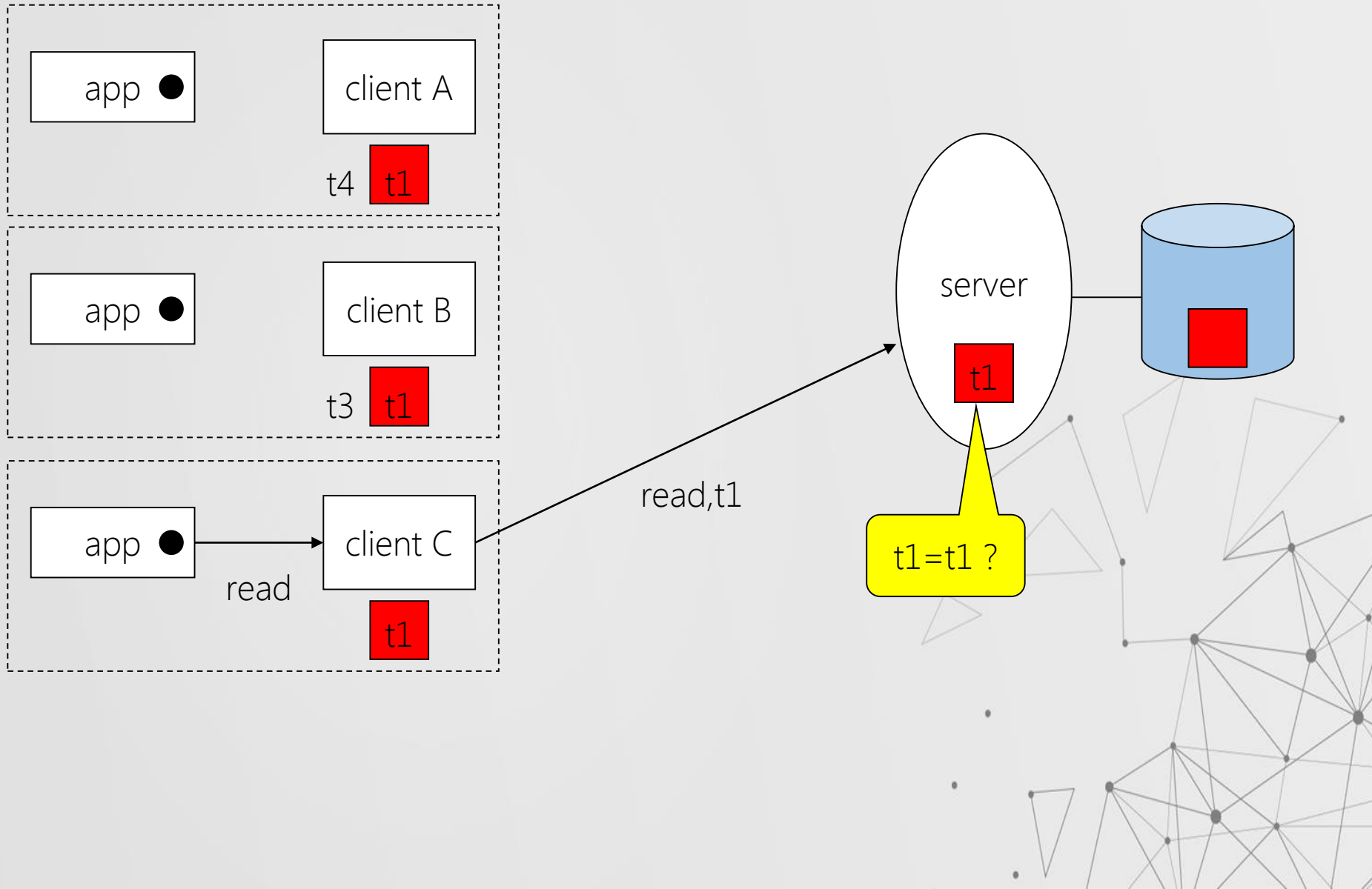
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (23)



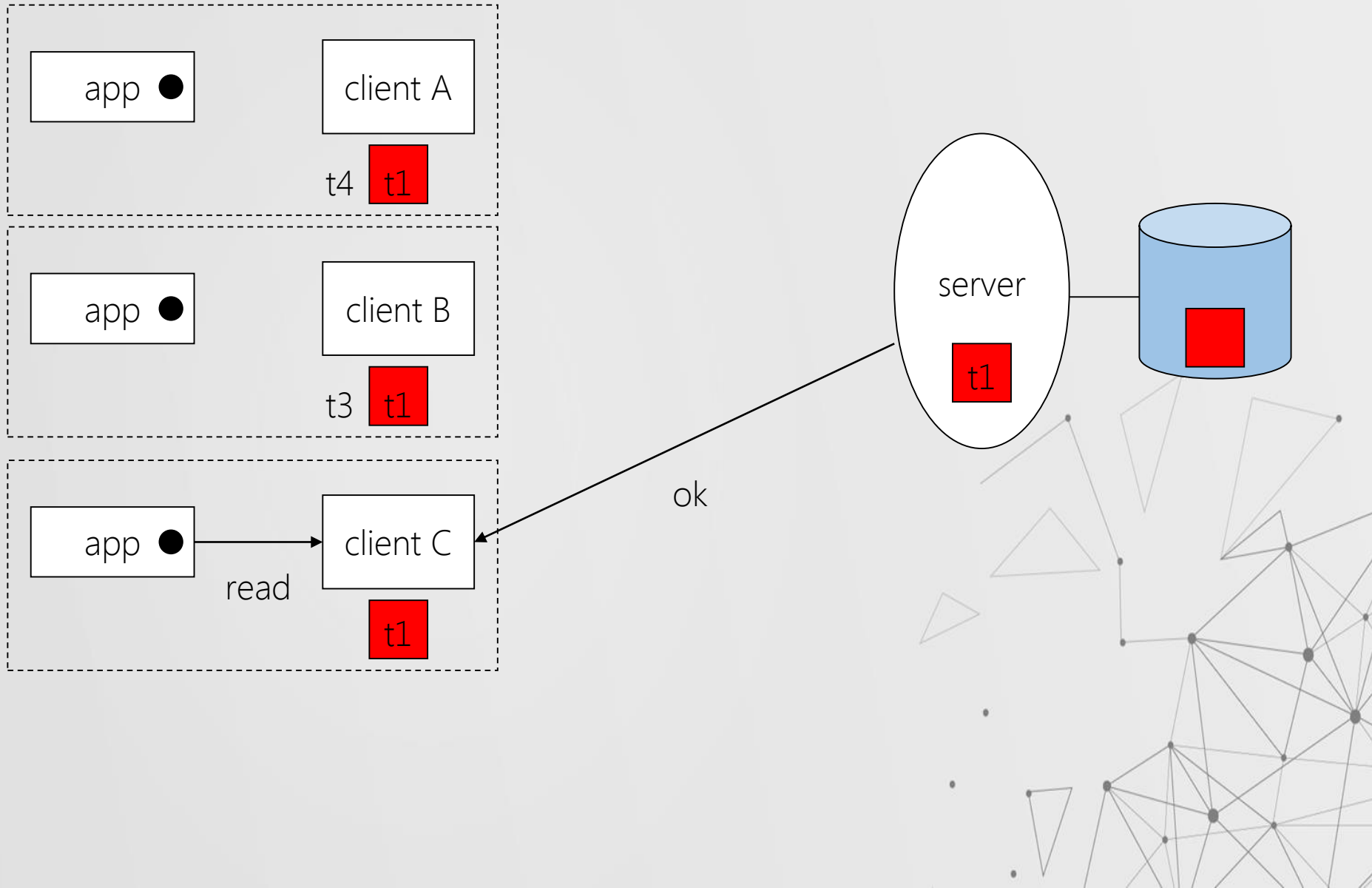
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (24)



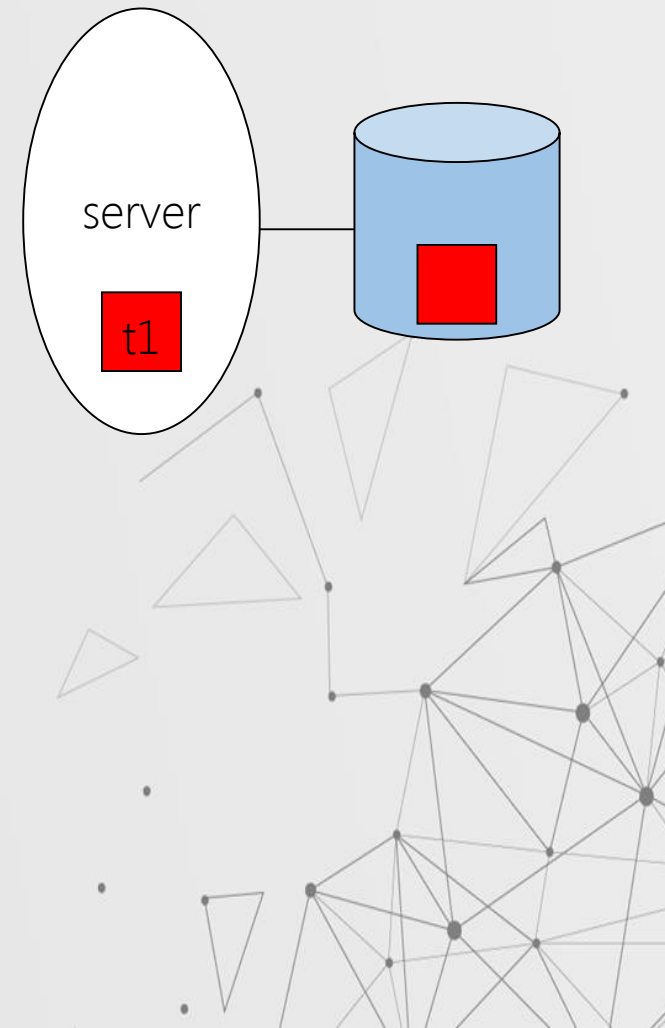
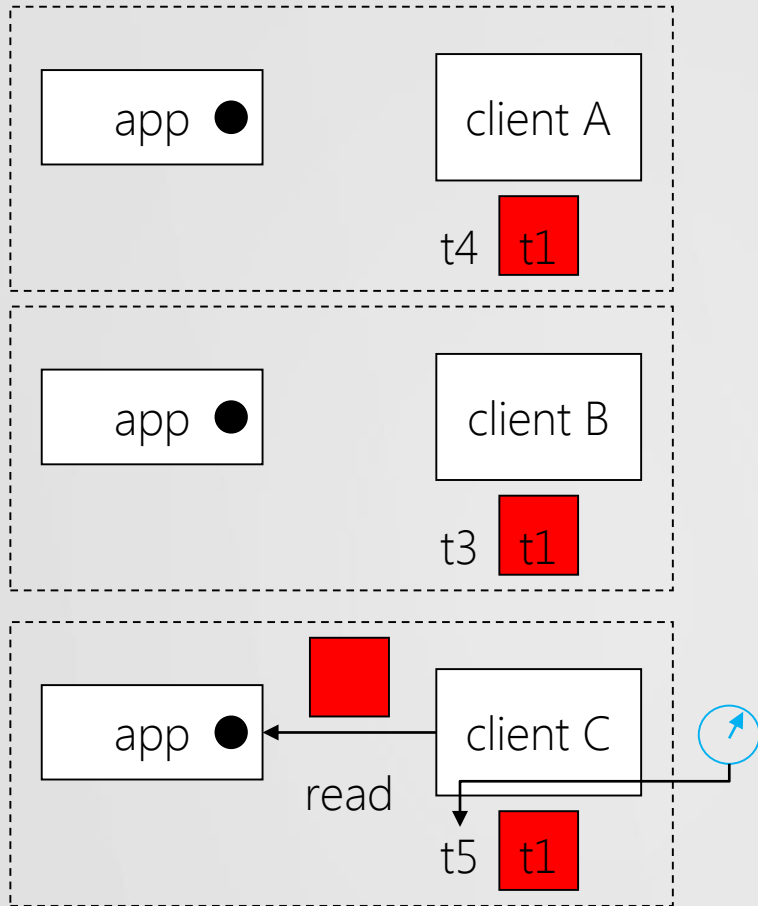
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (25)



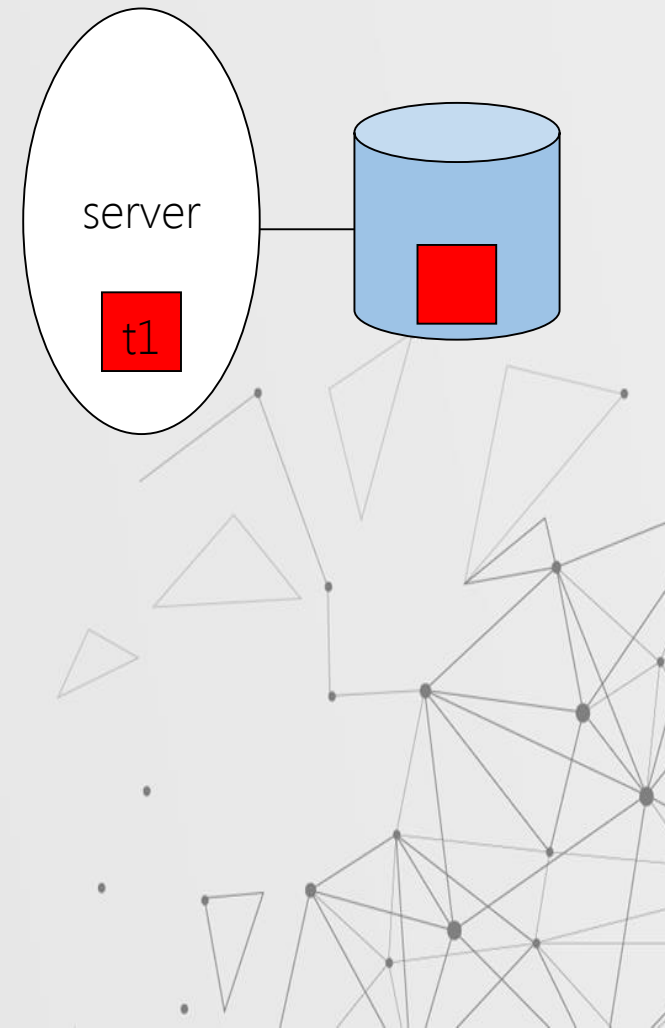
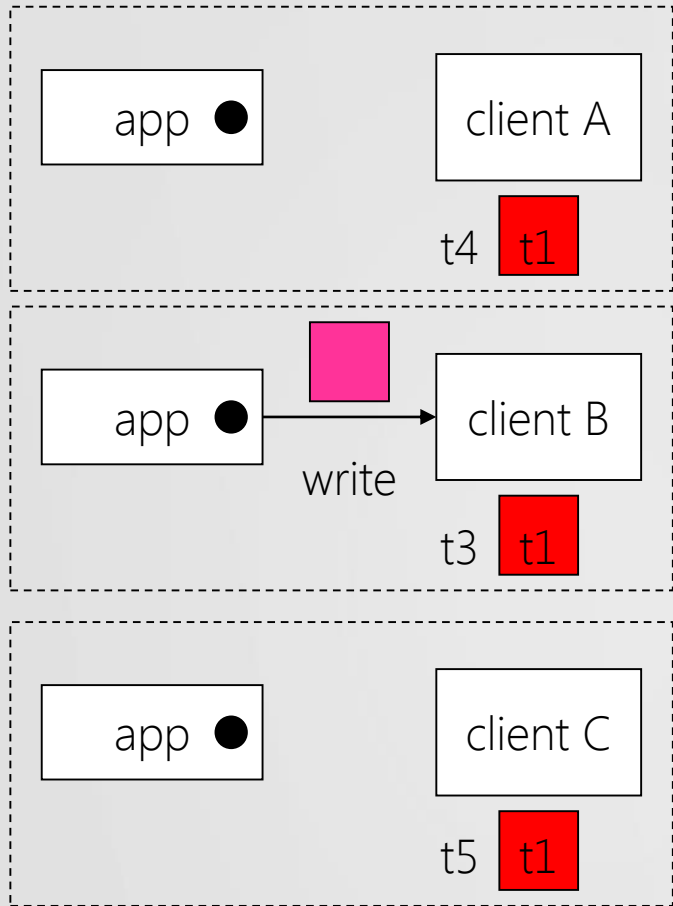
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (26)



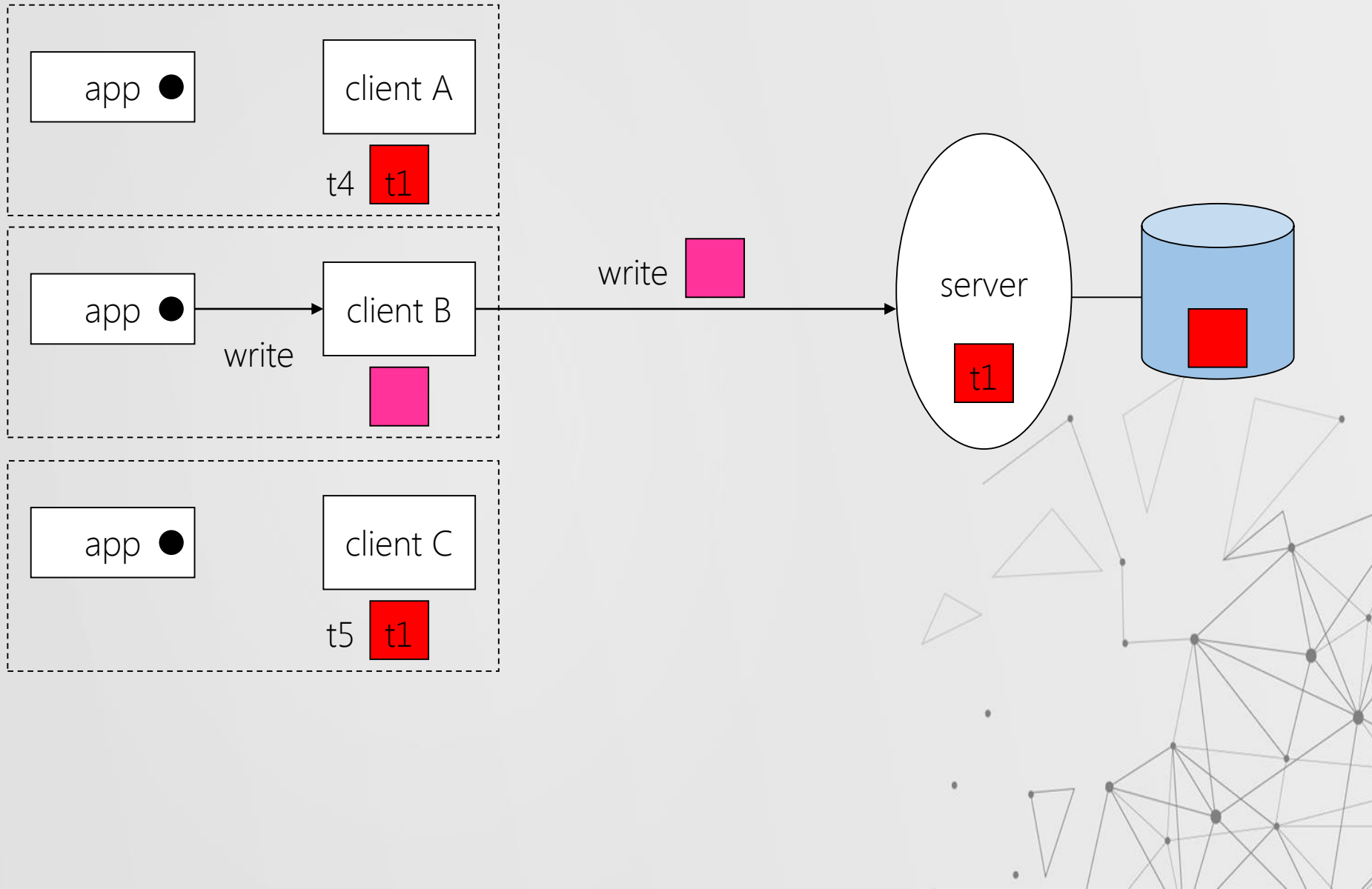
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (27)



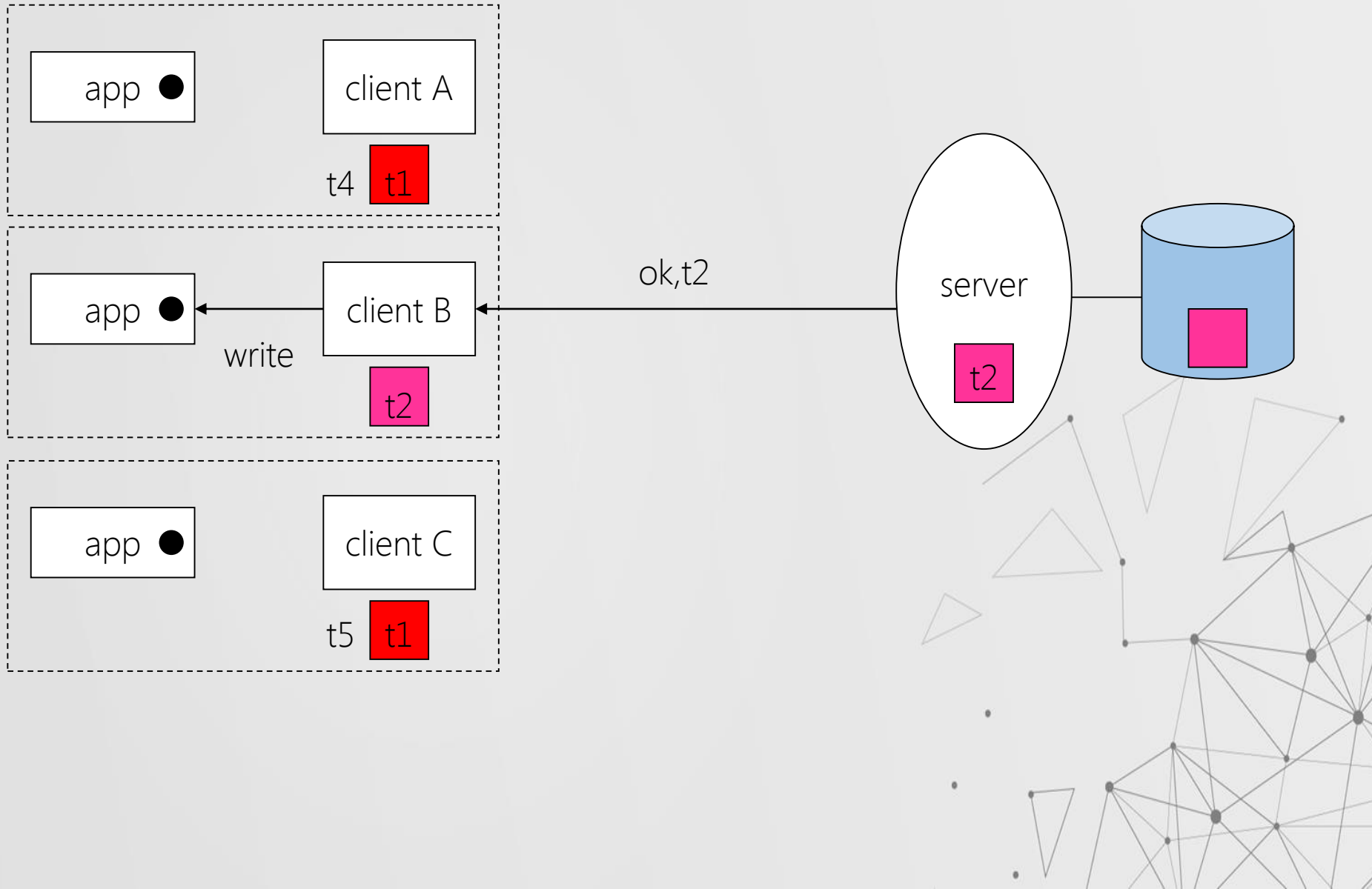
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (28)



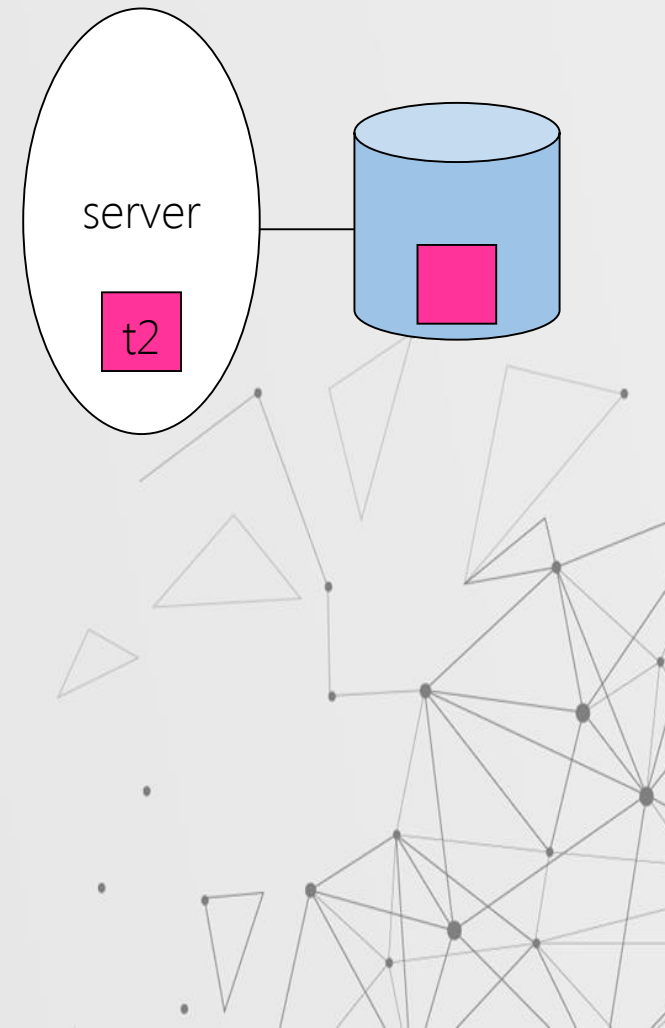
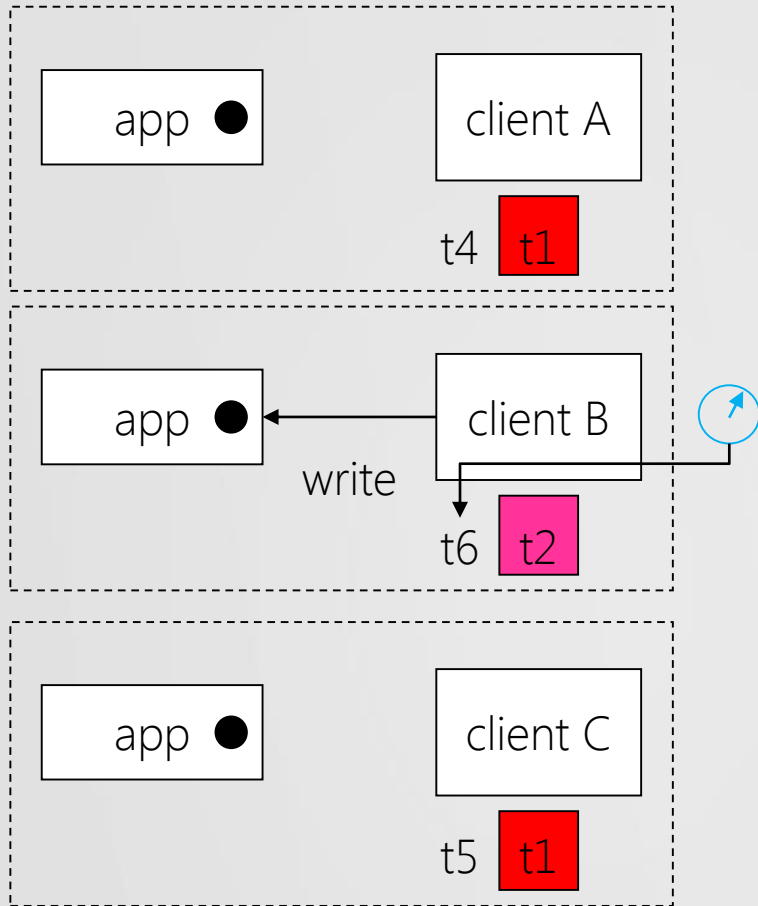
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (29)



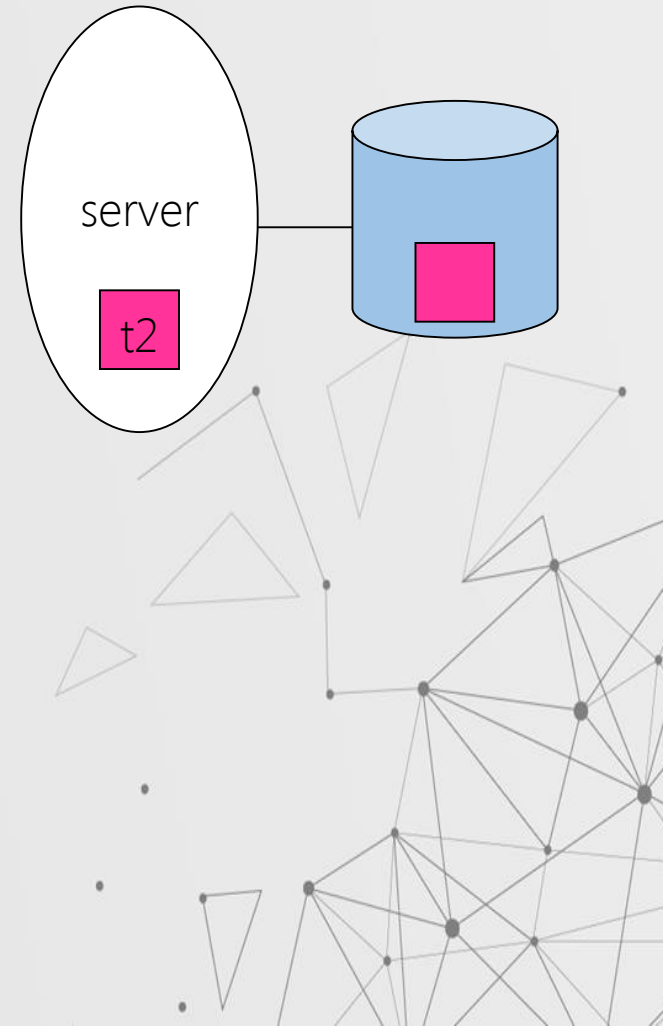
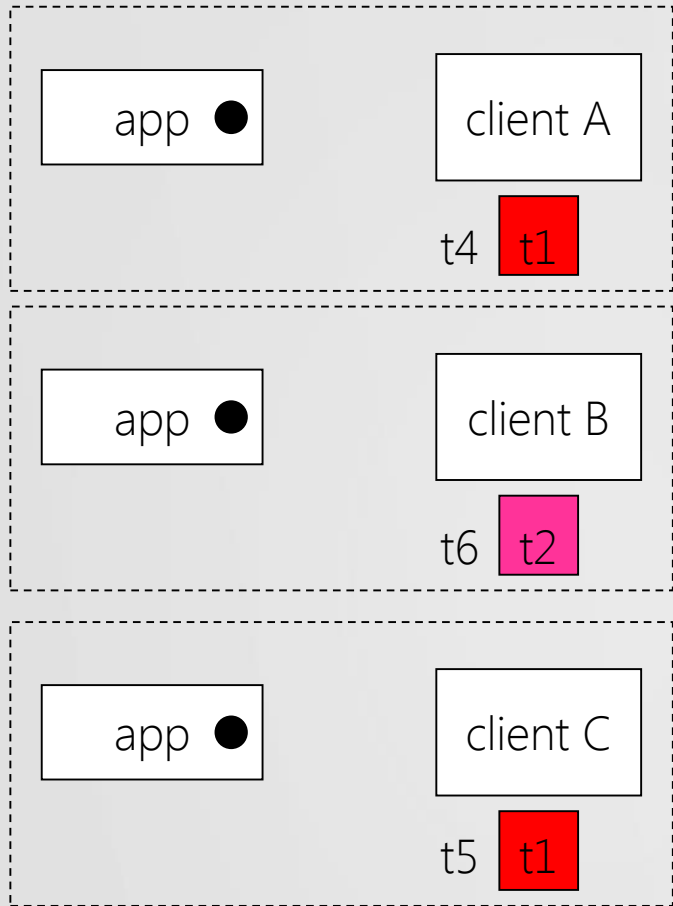
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (30)



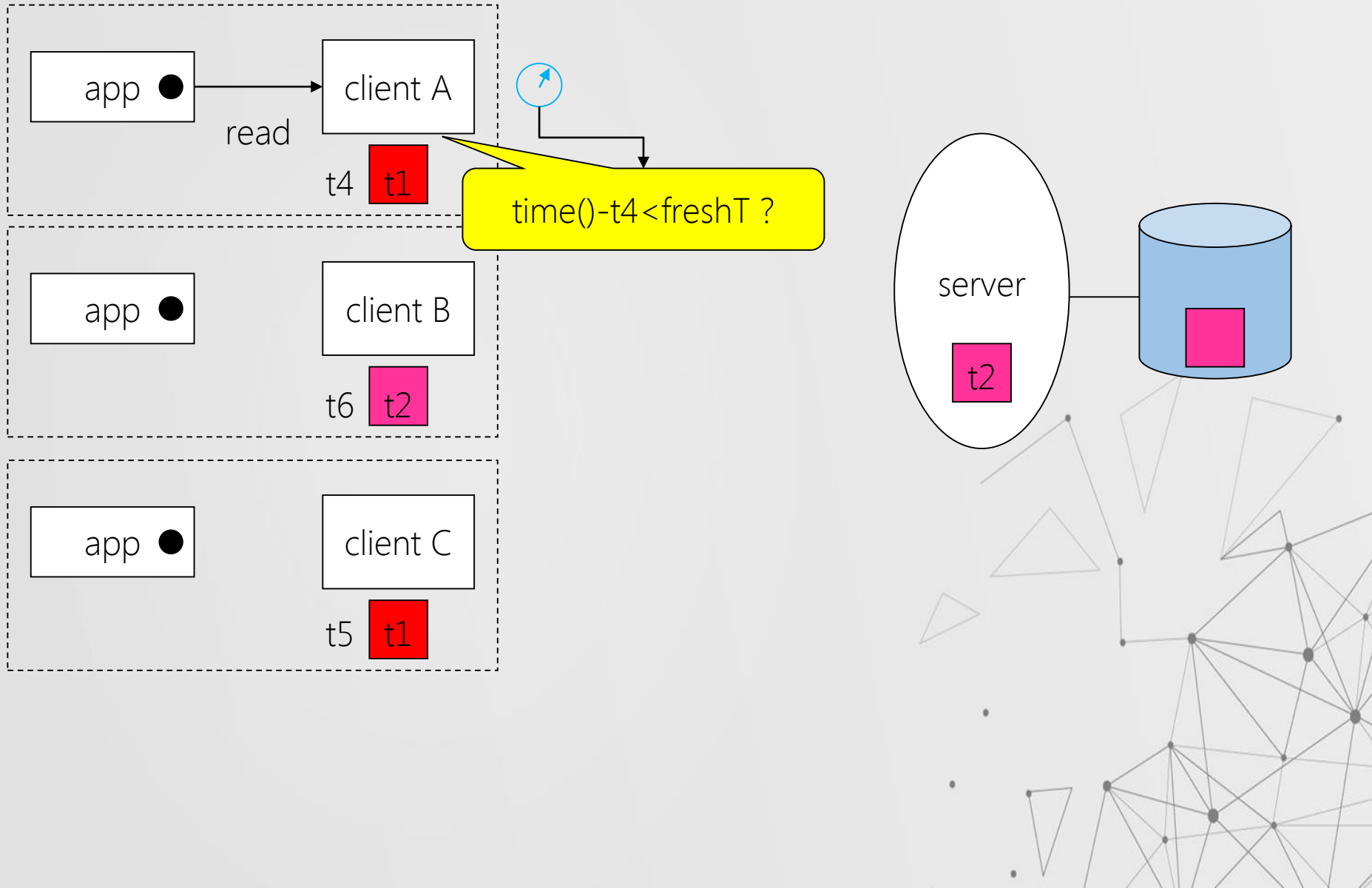
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (31)



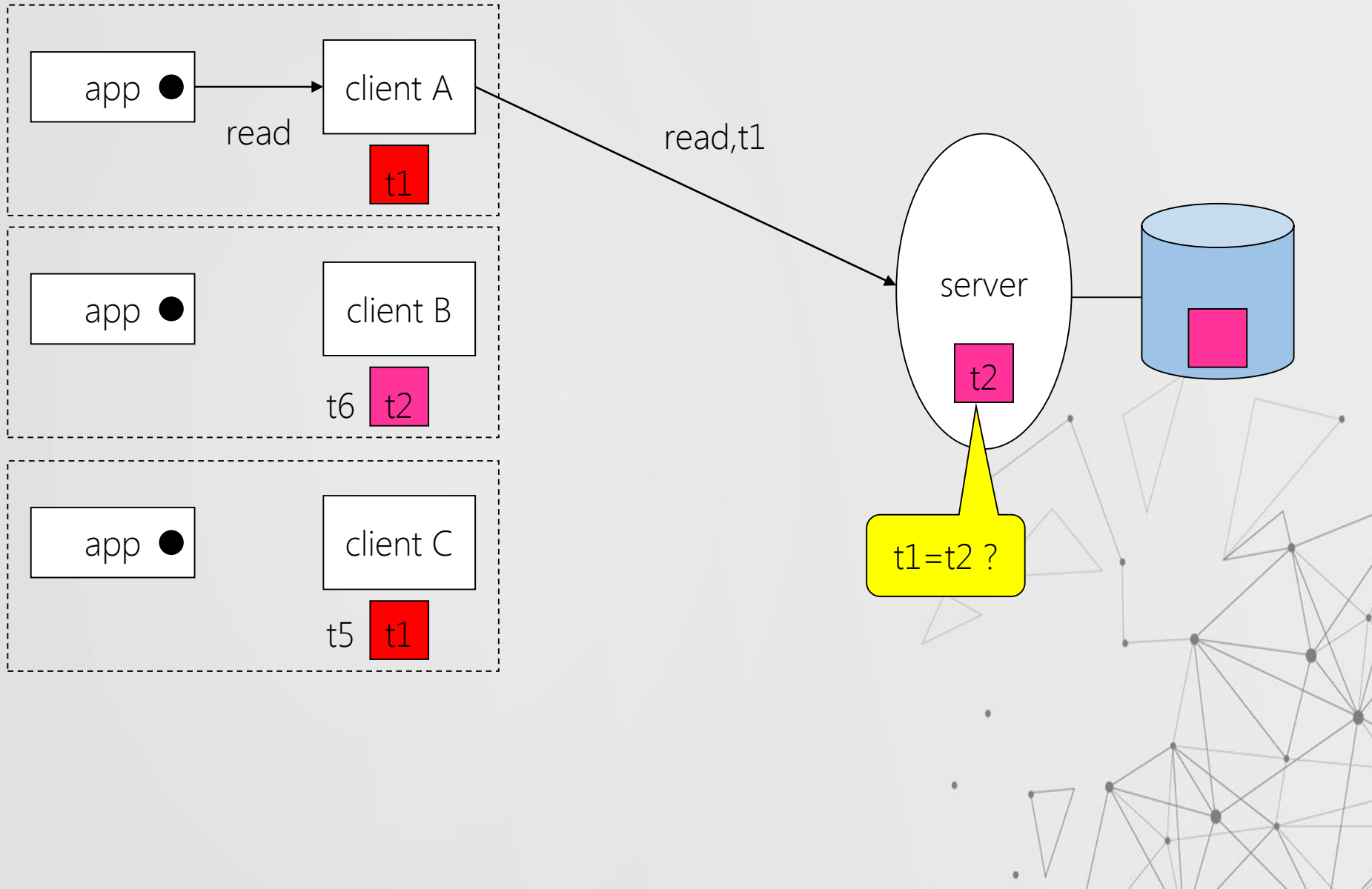
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (32)



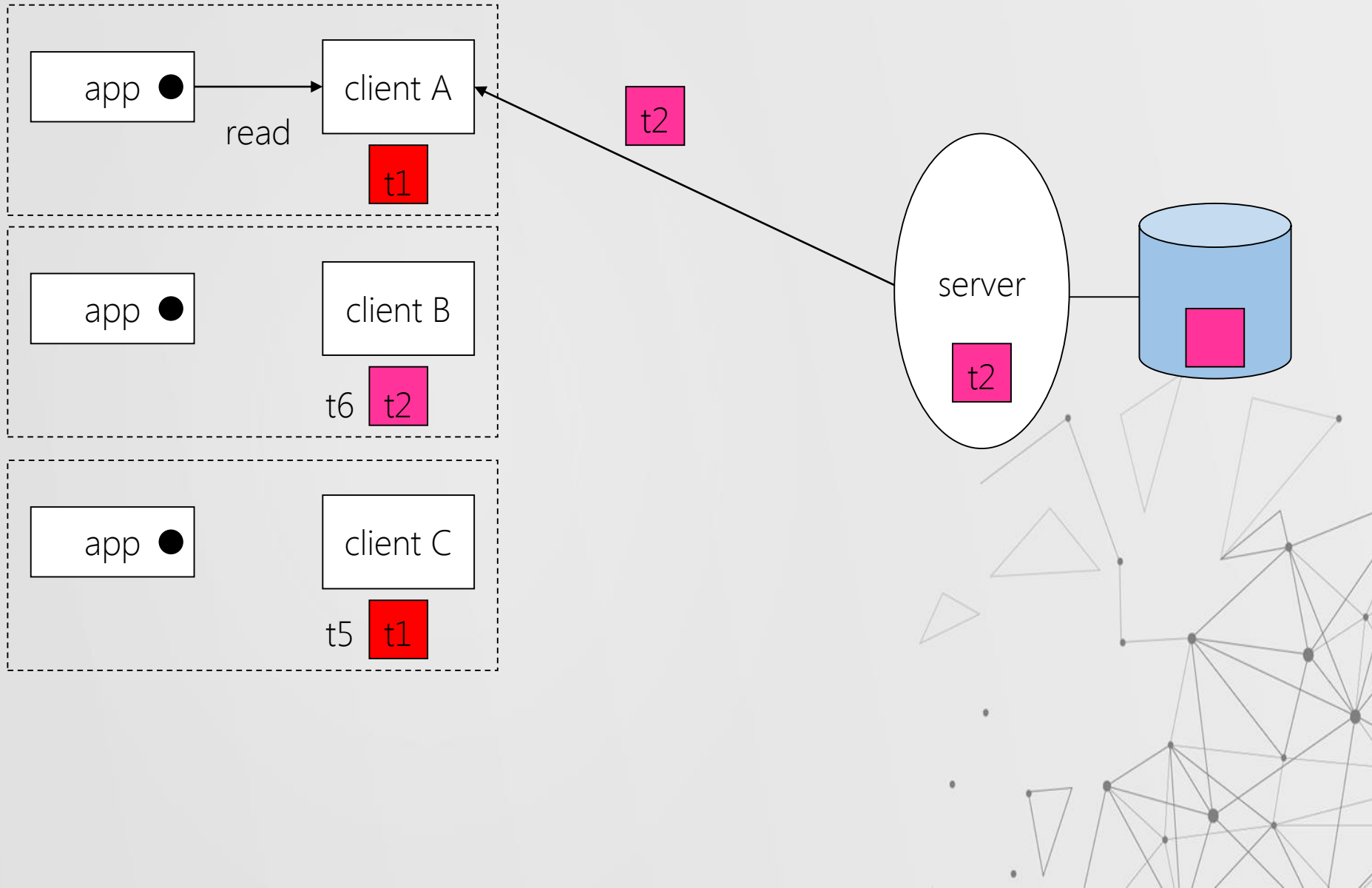
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (33)



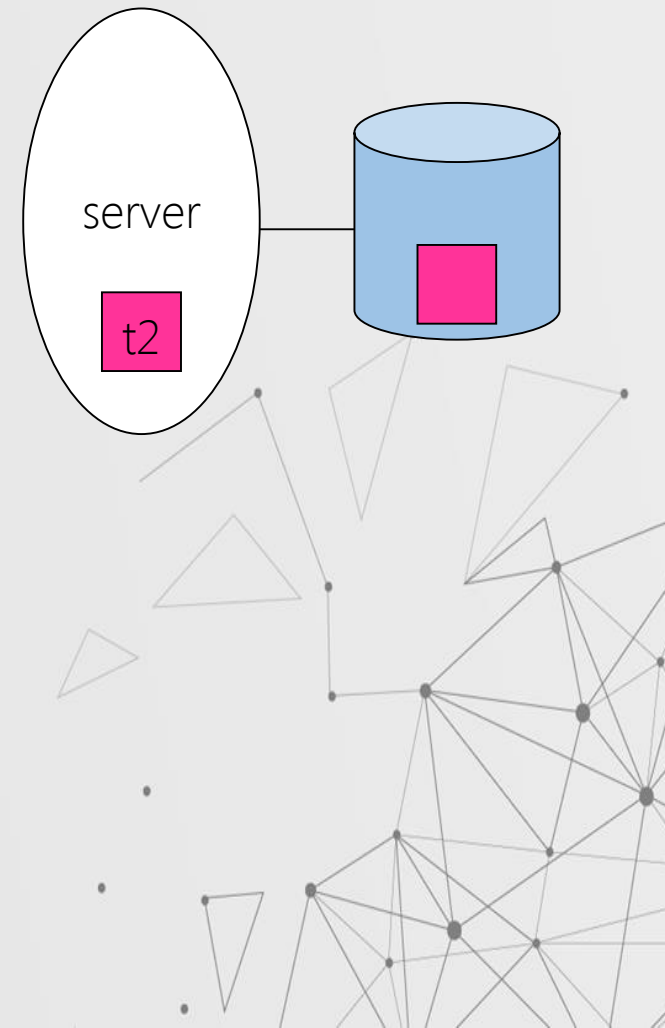
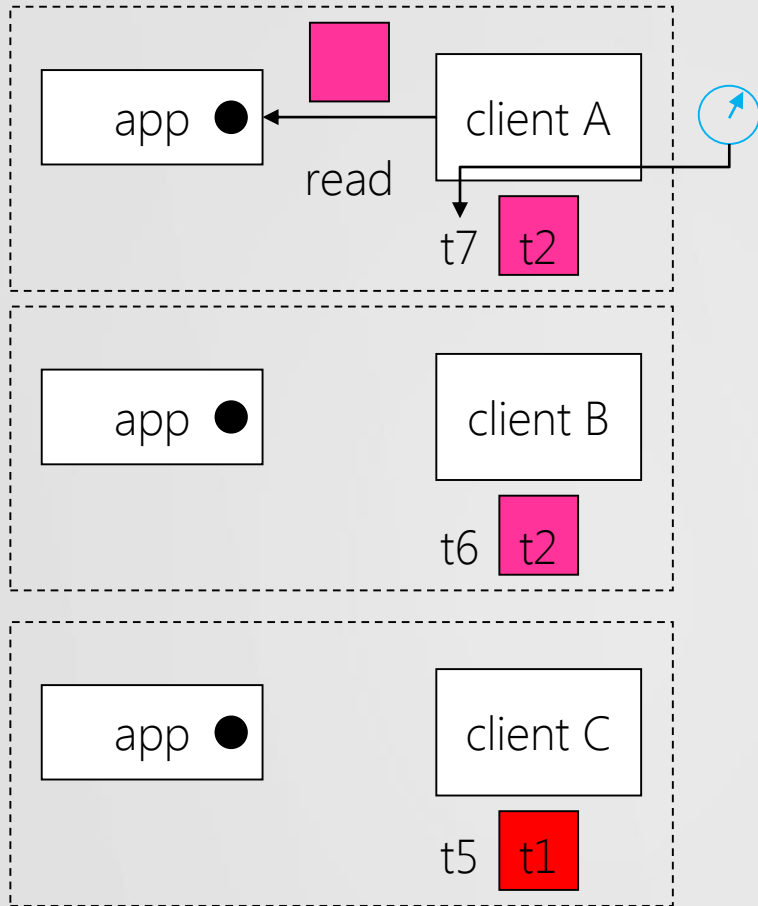
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (34)



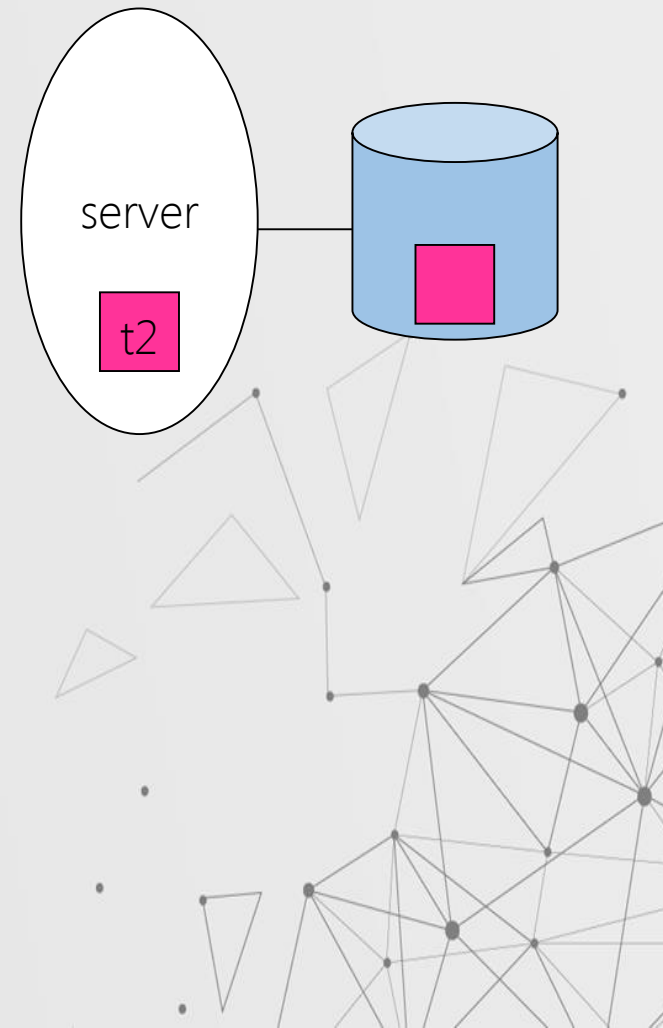
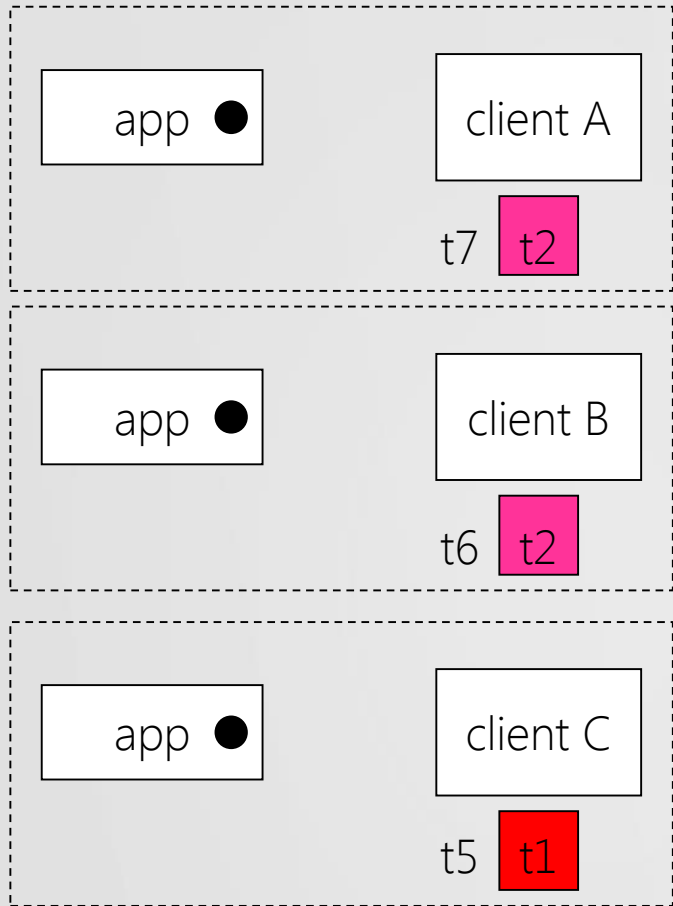
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (35)



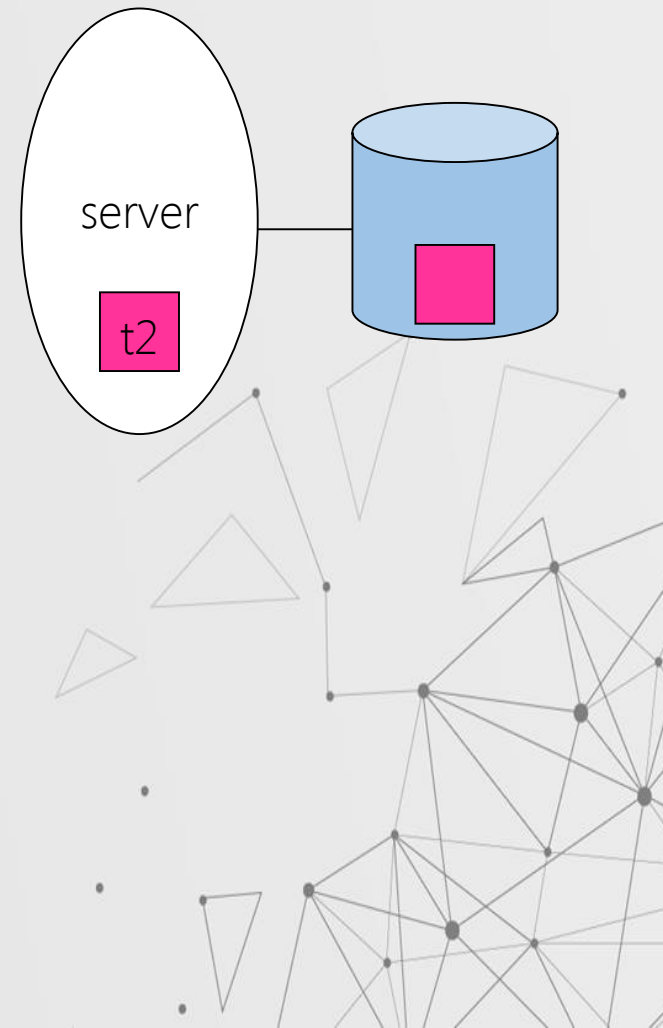
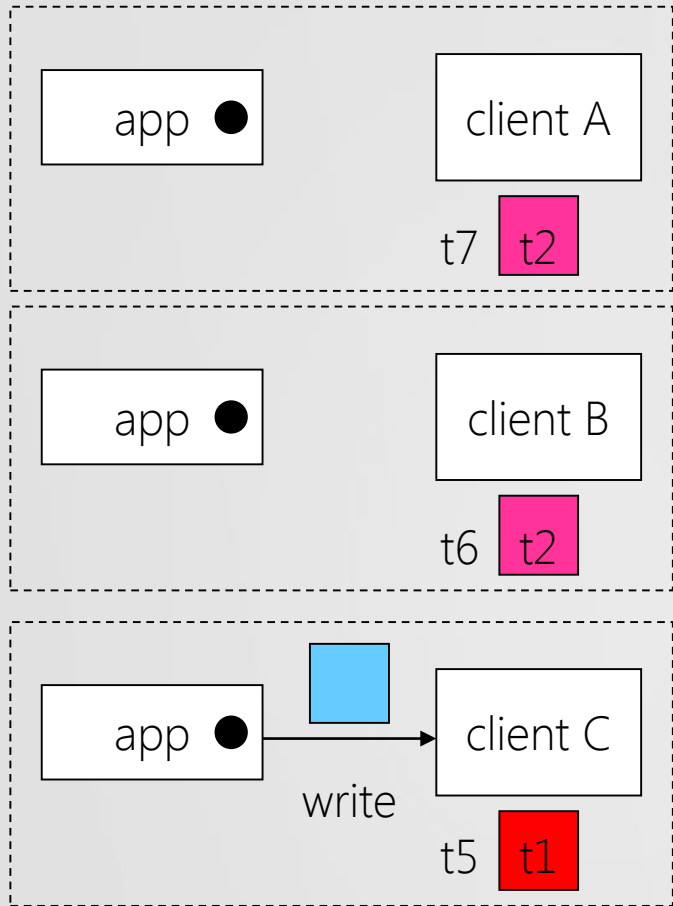
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (36)



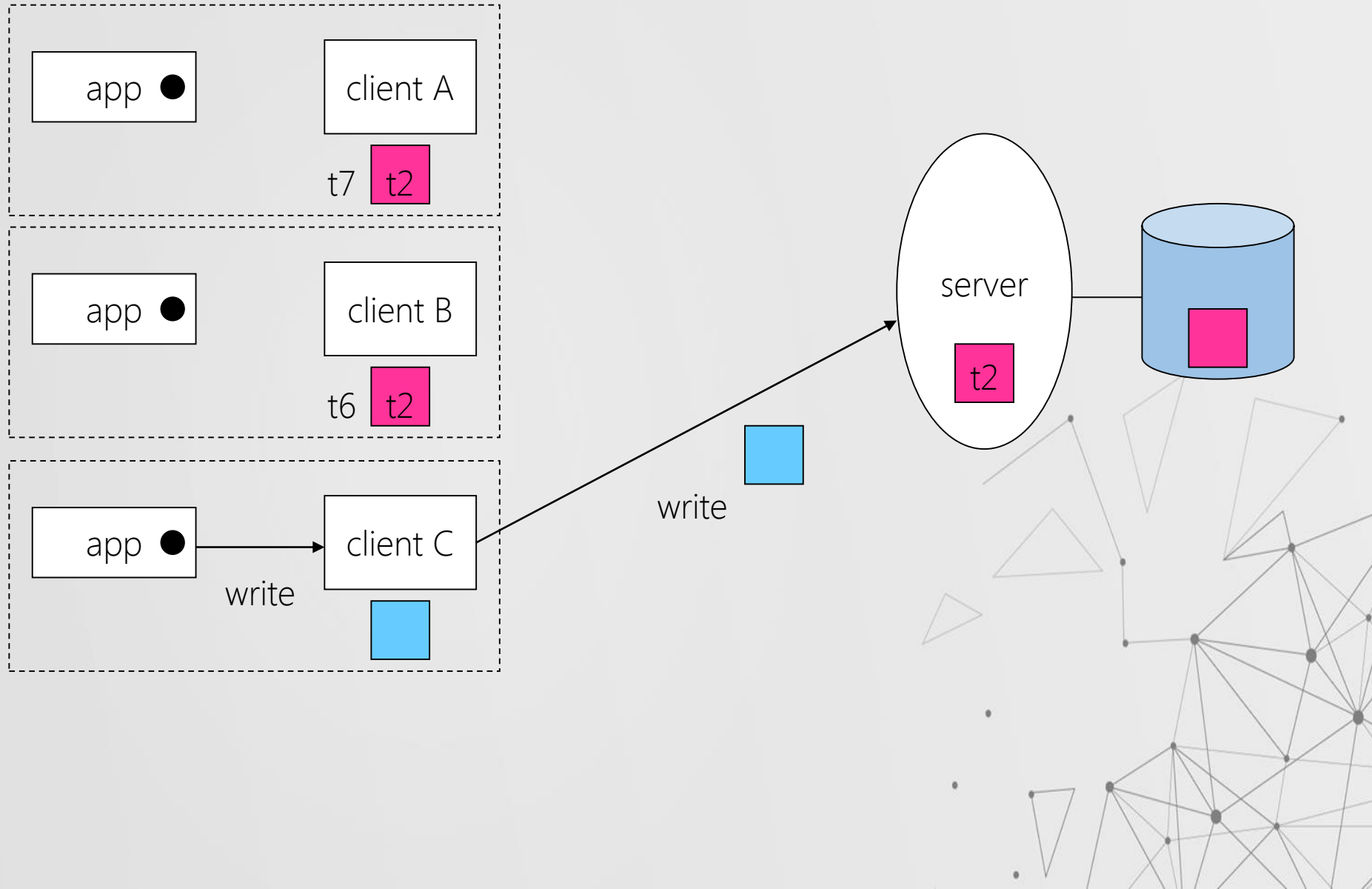
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (37)



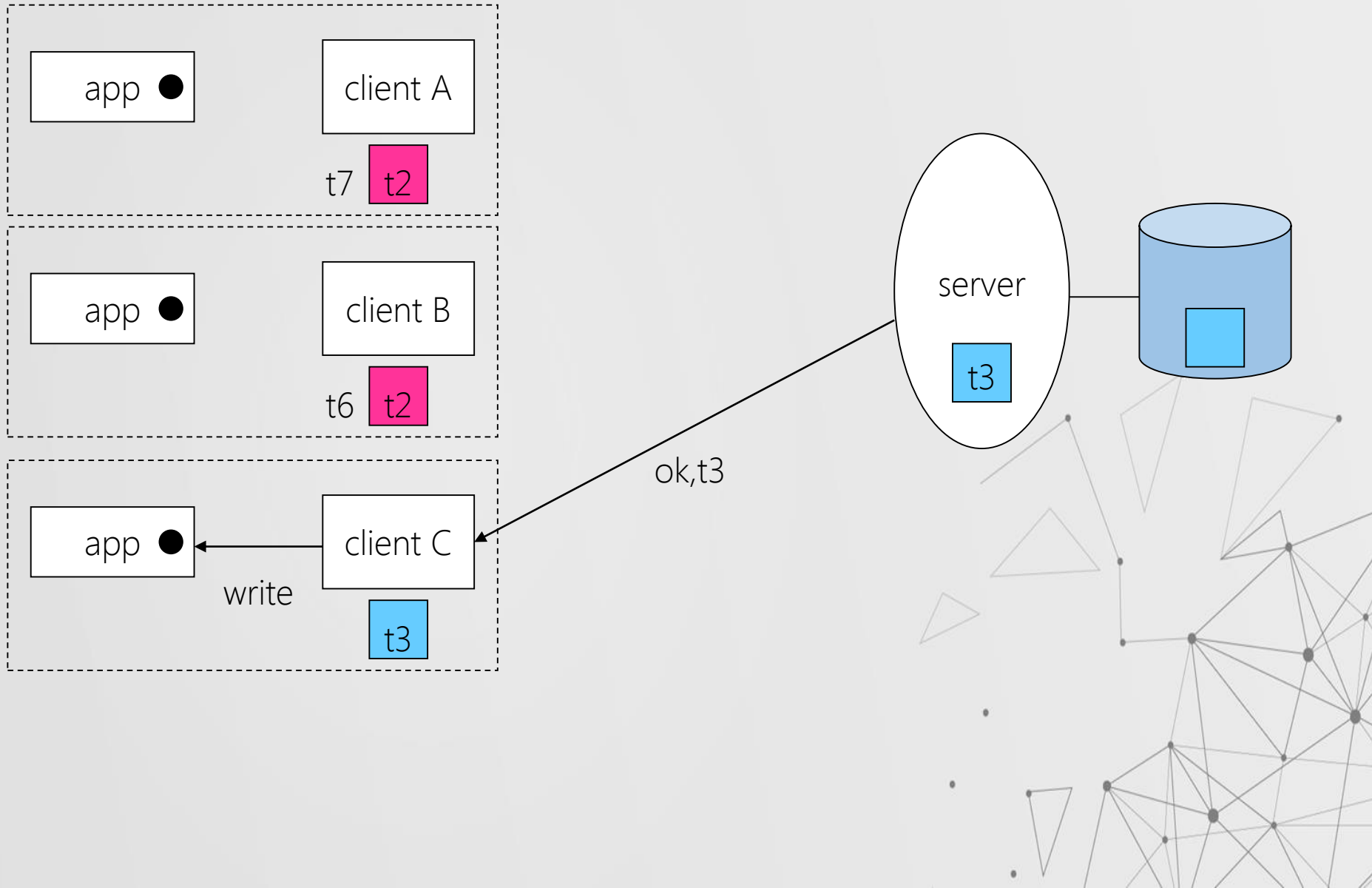
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (38)



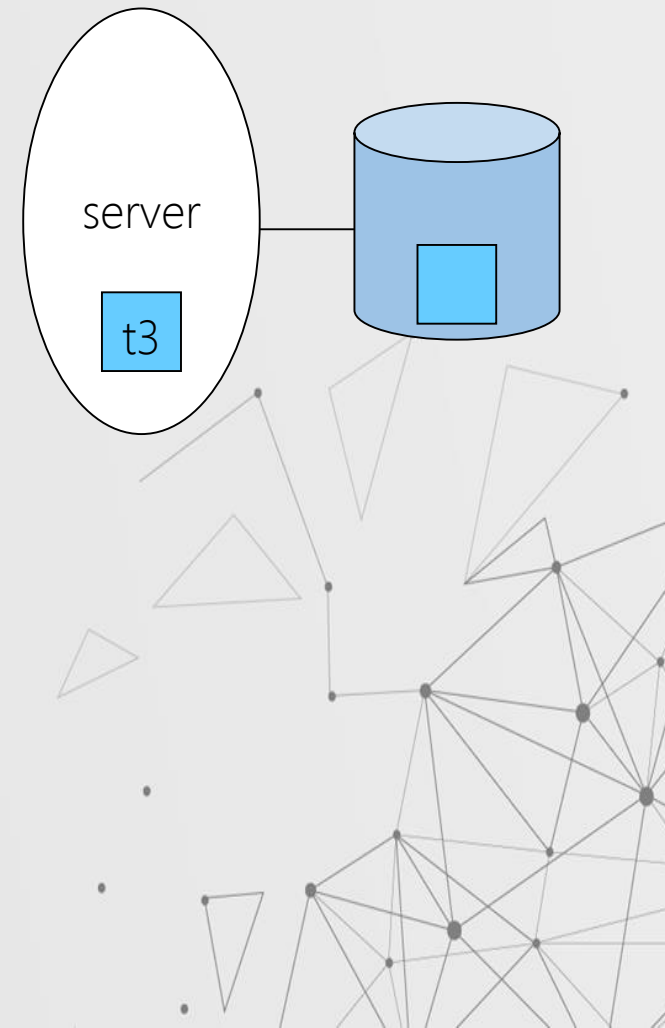
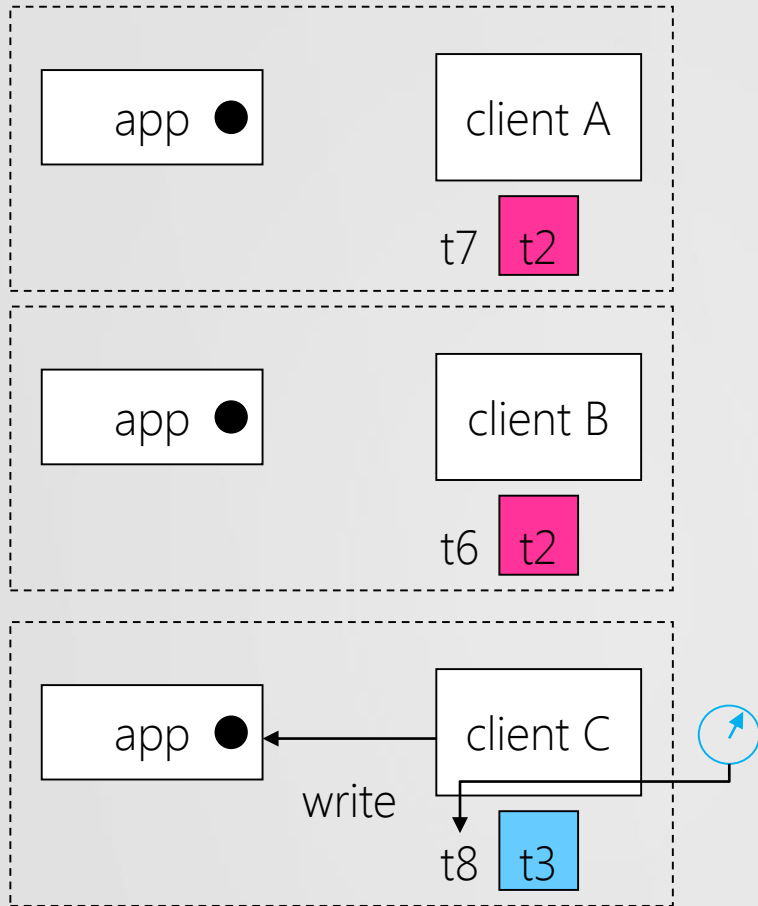
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (39)



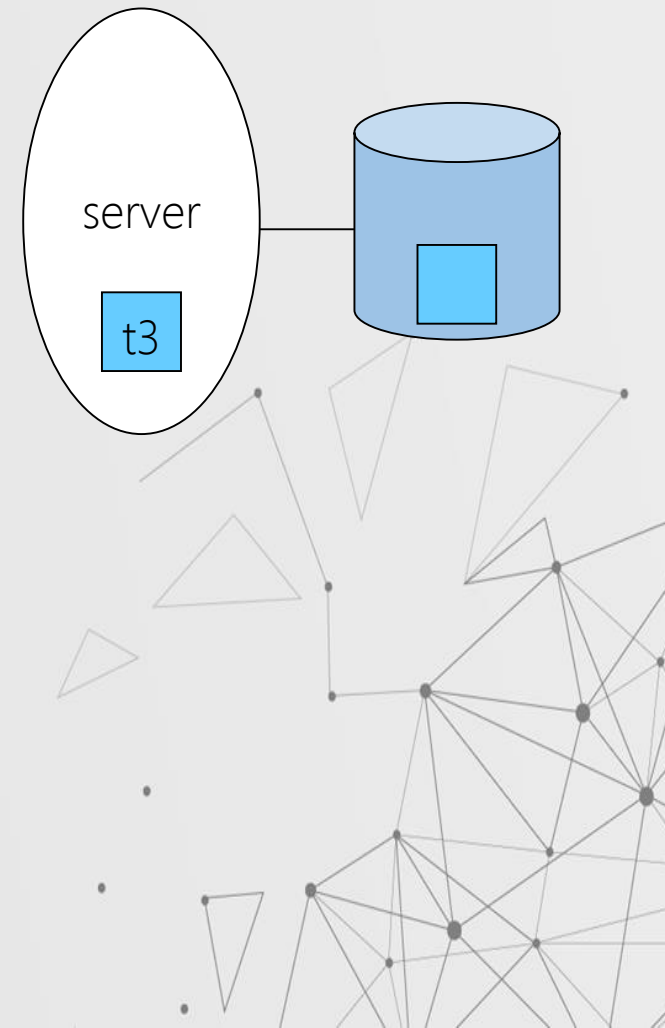
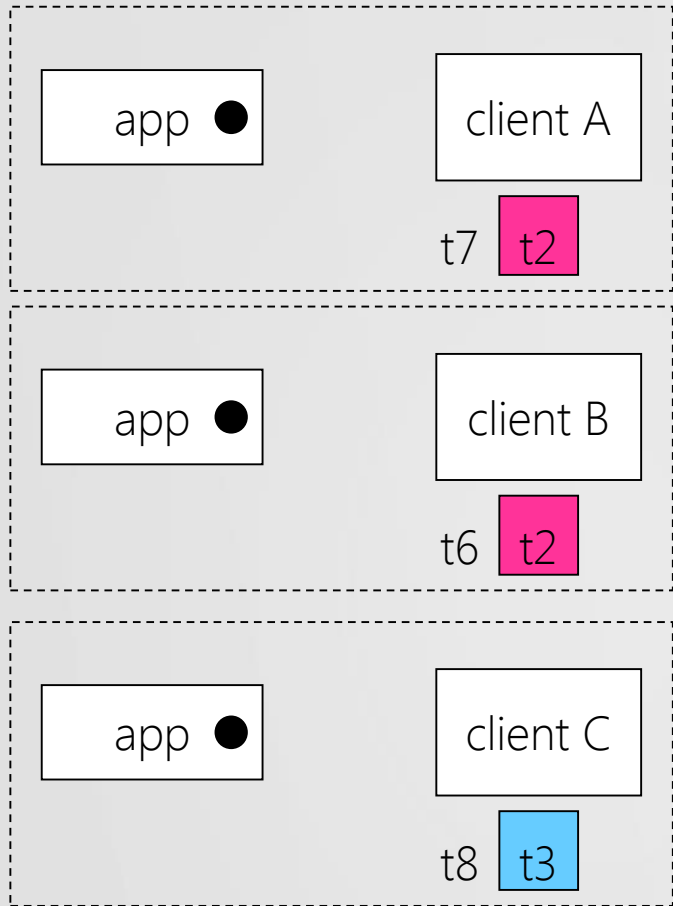
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (40)



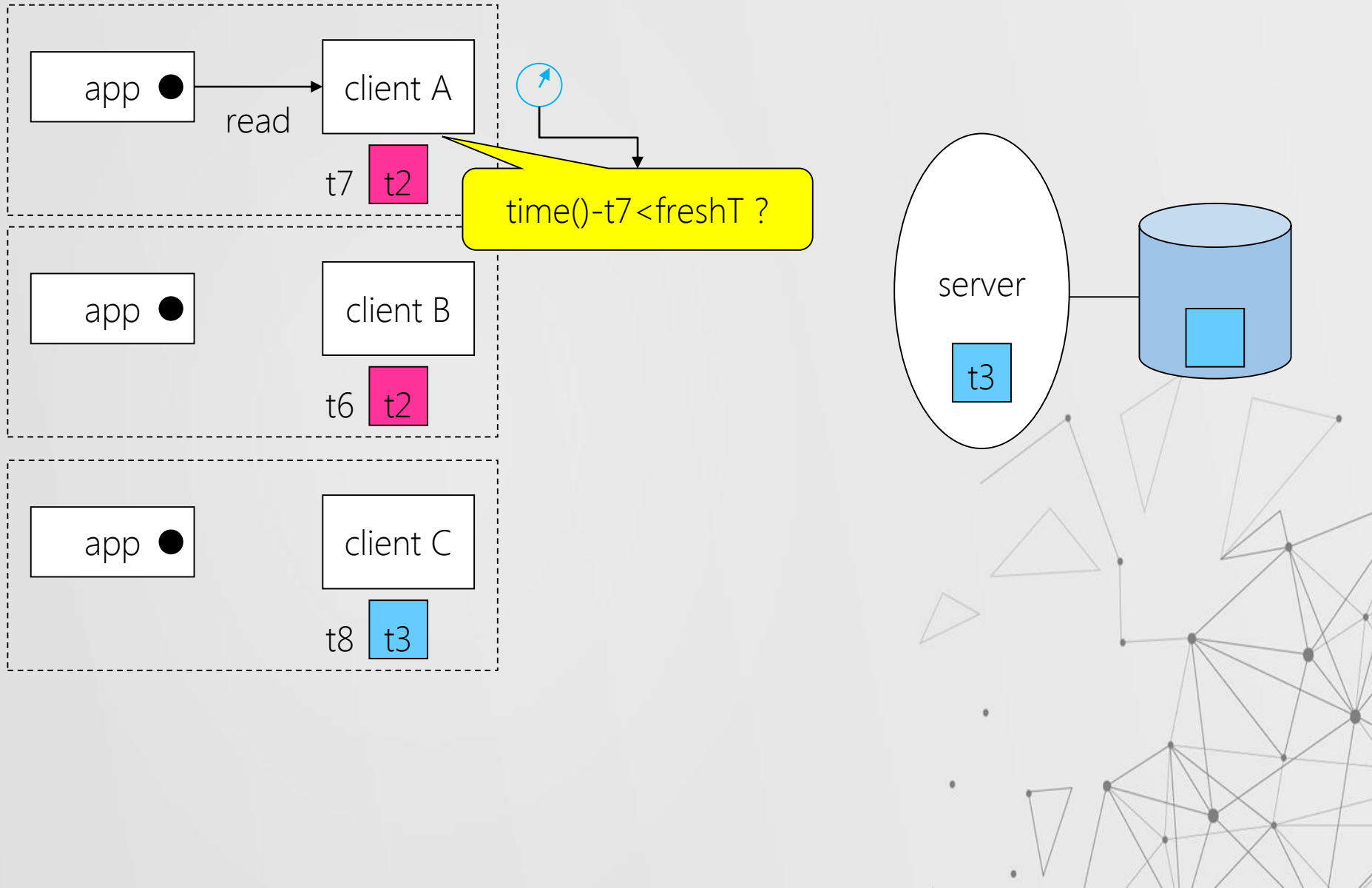
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (41)



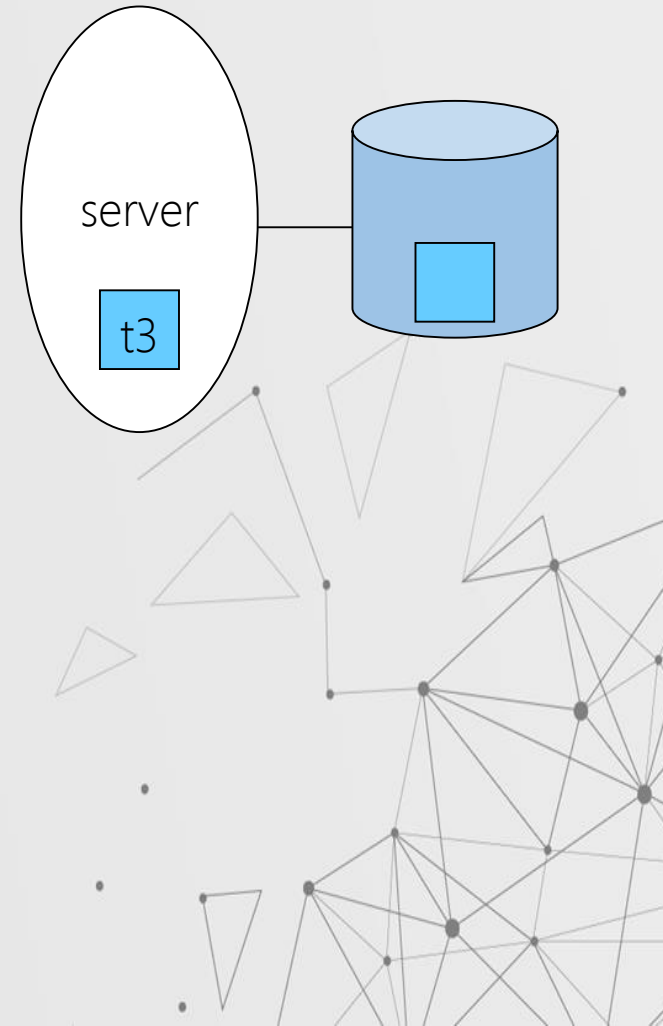
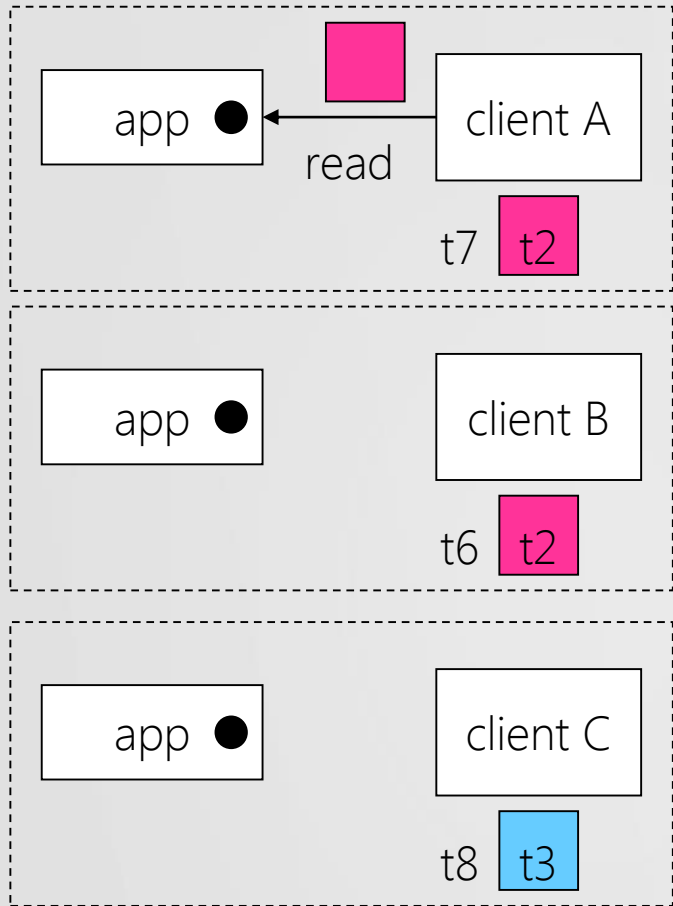
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (42)



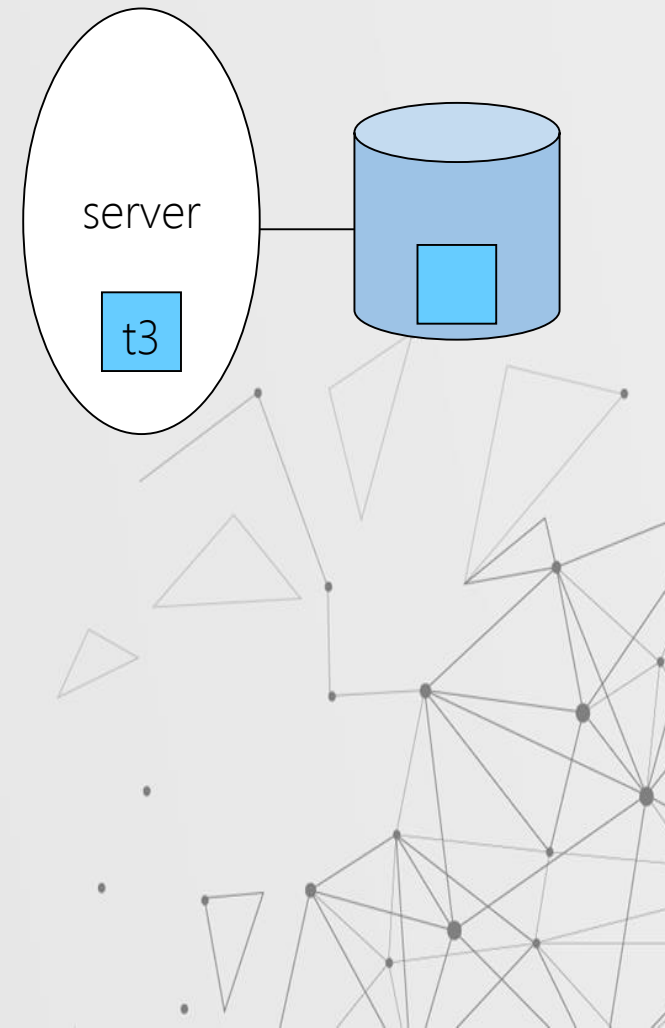
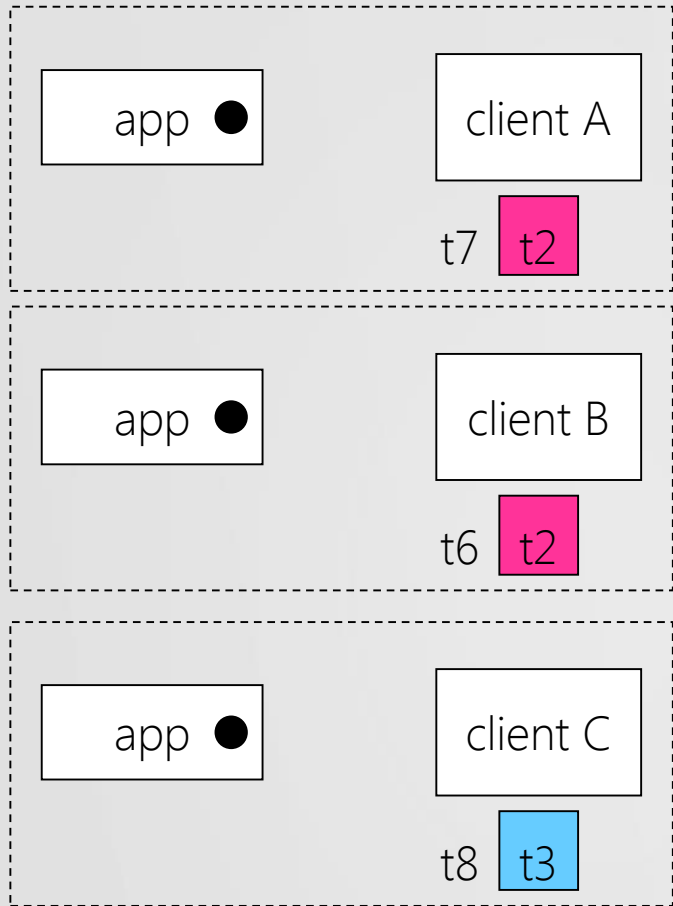
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (43)



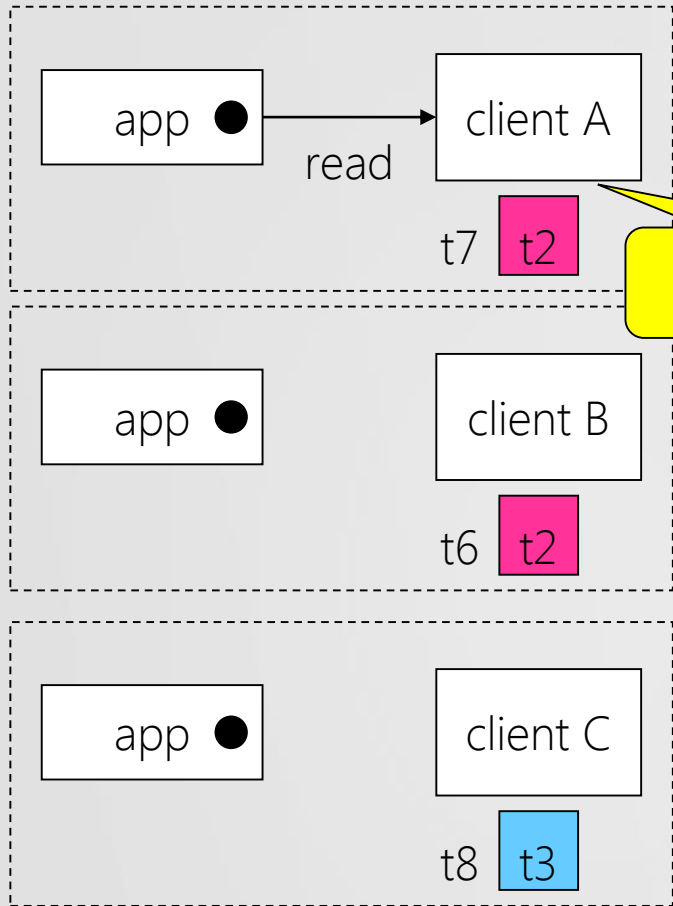
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (44)



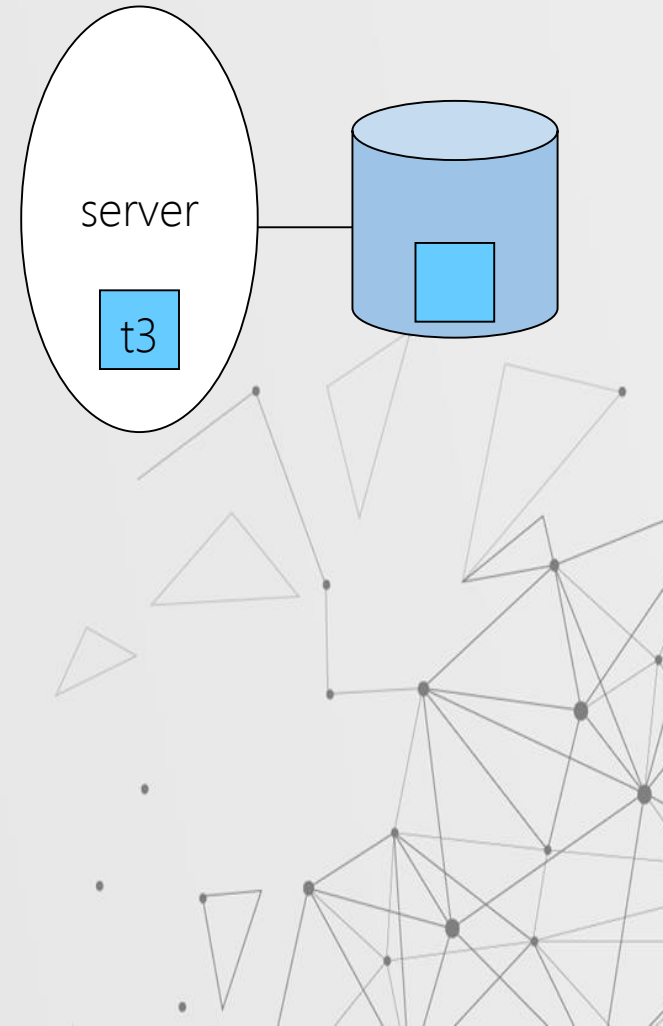
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (45)



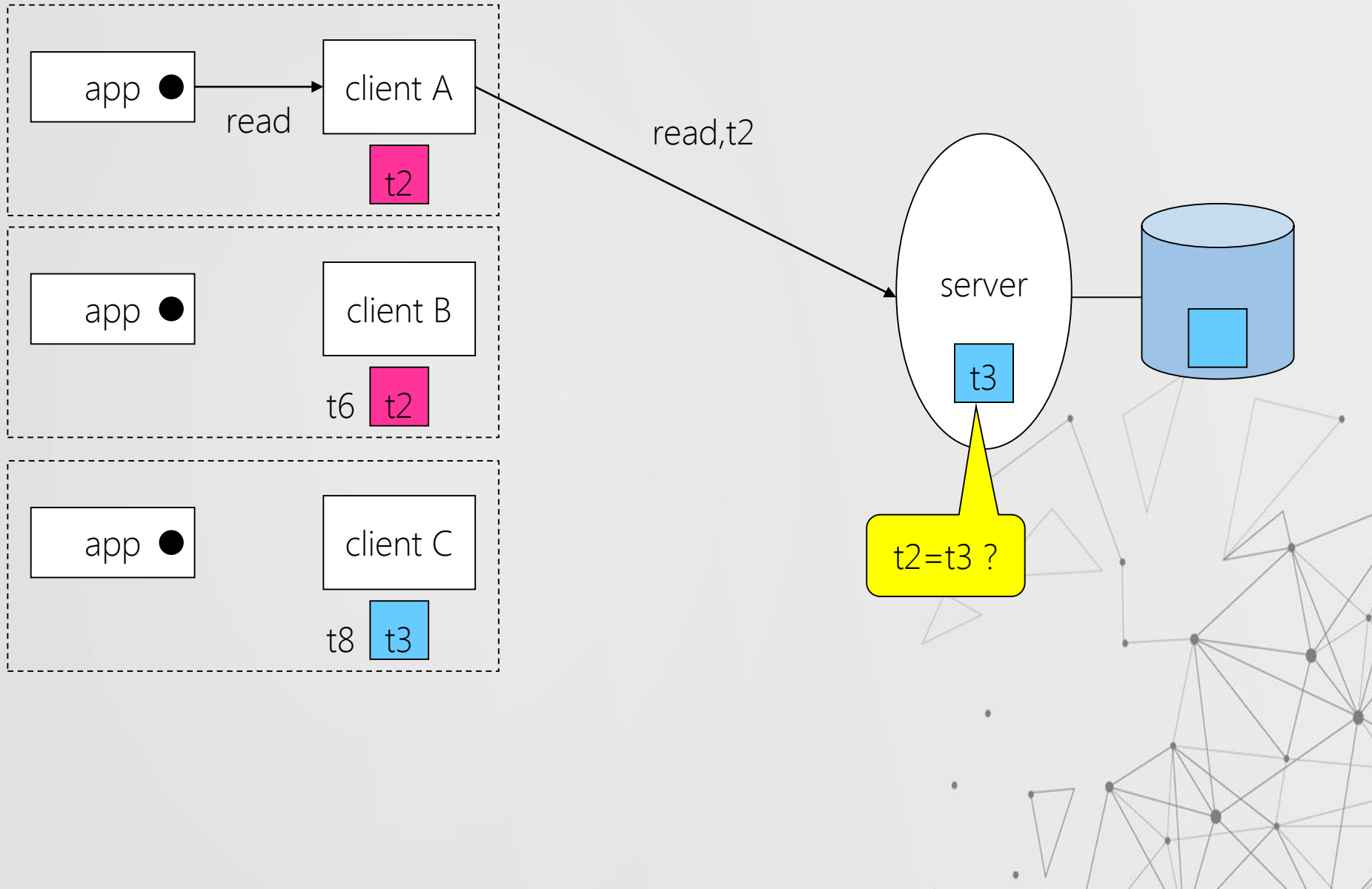
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (46)



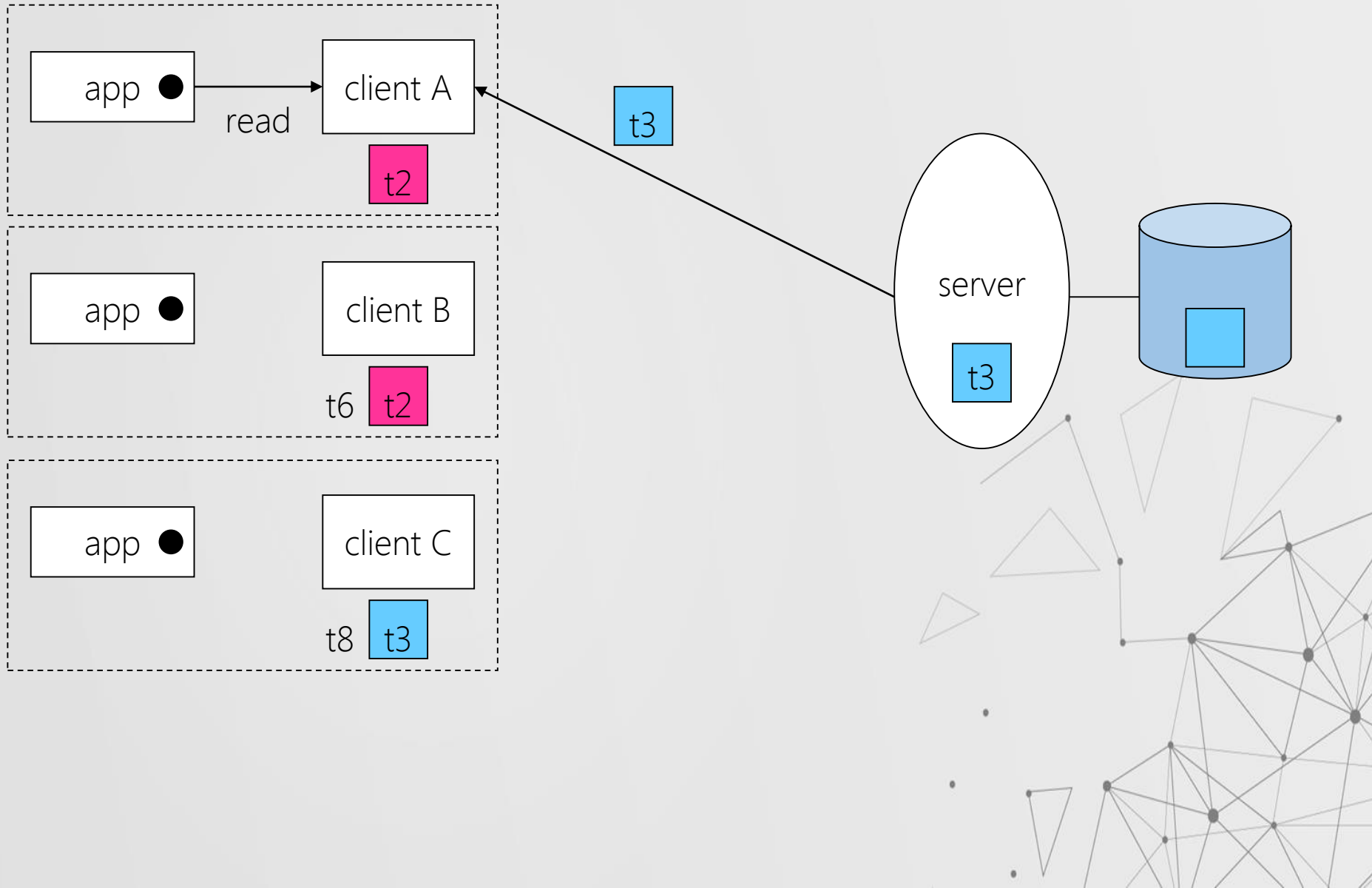
$\text{time()} - t7 < \text{freshT} ?$



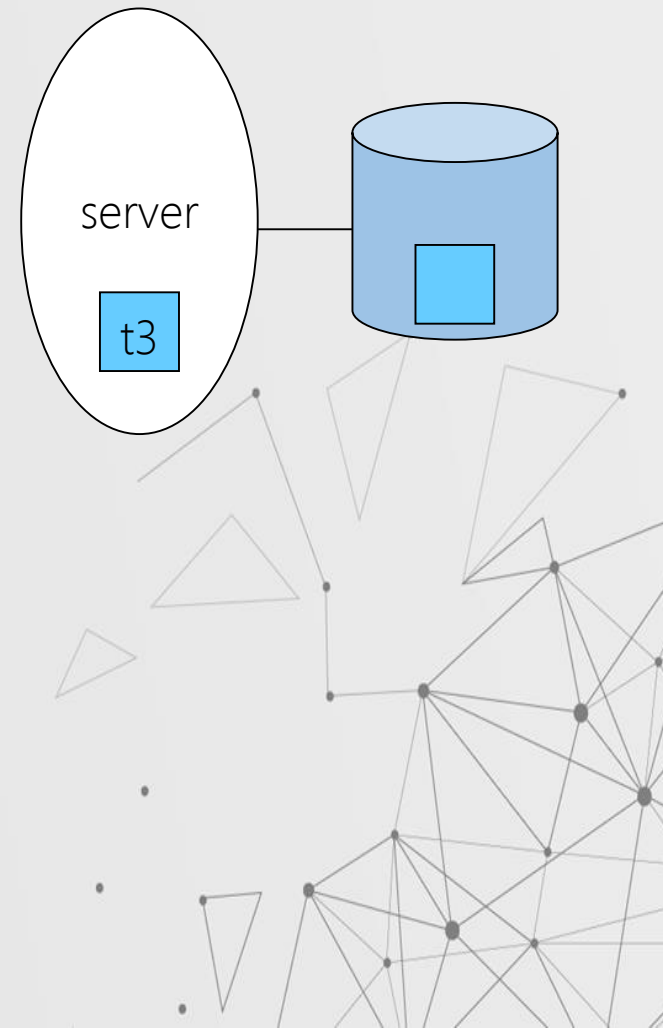
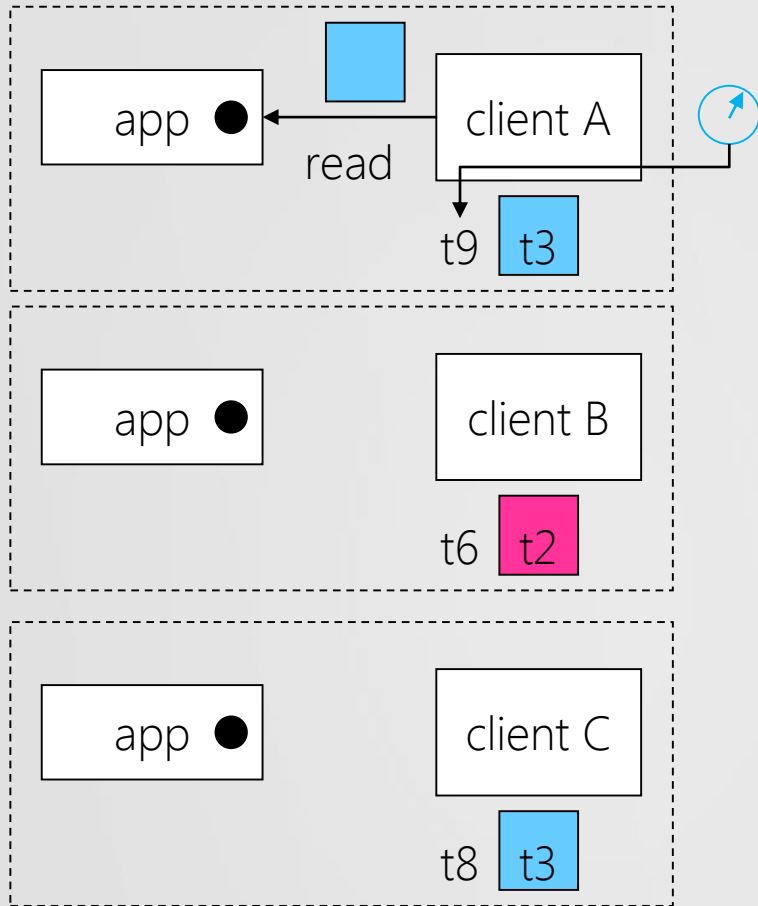
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (47)



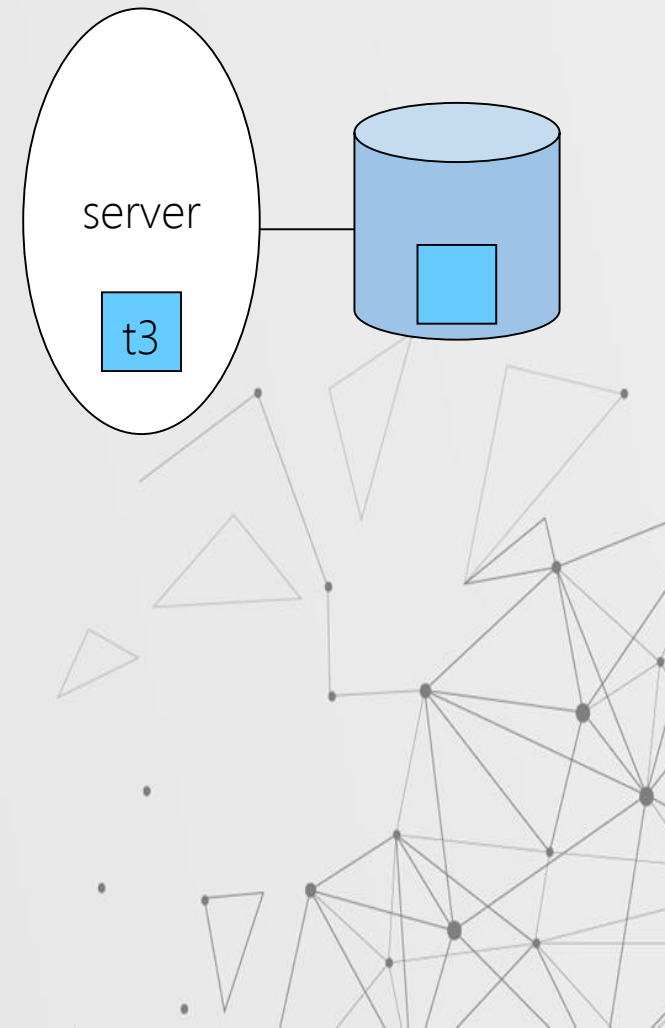
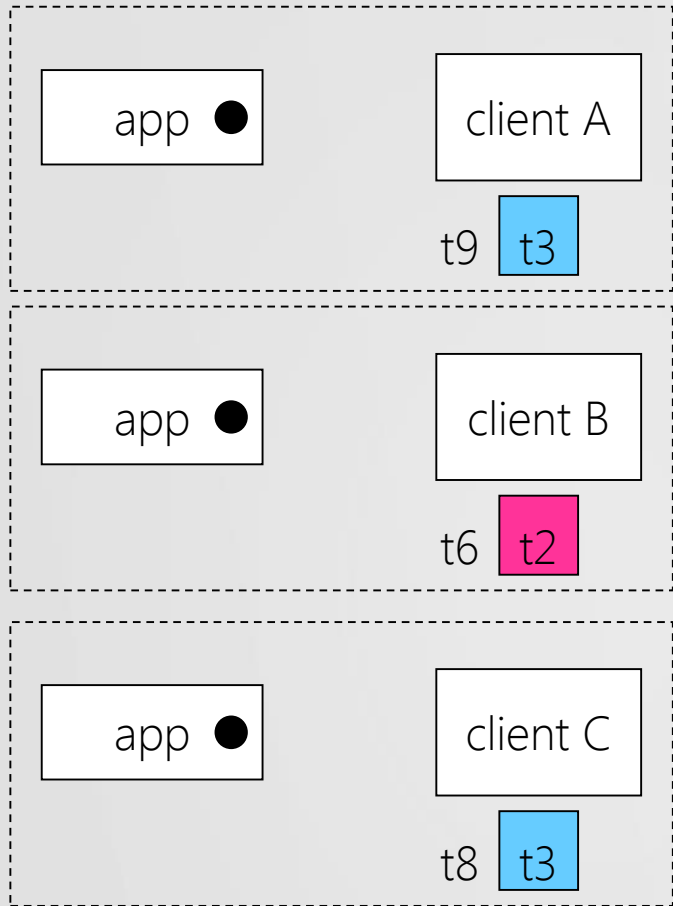
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (48)



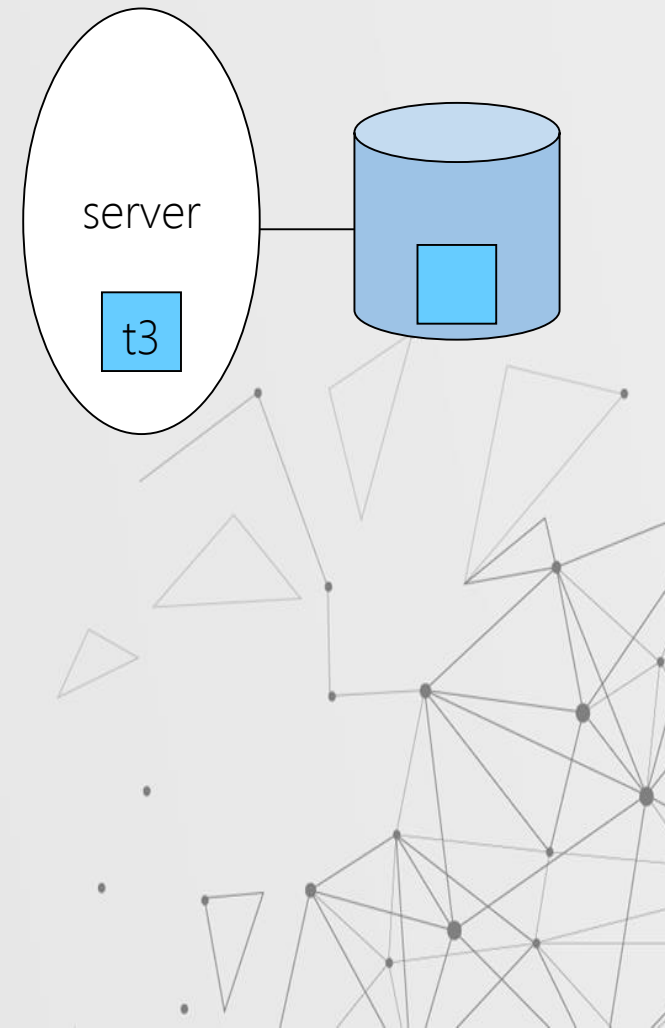
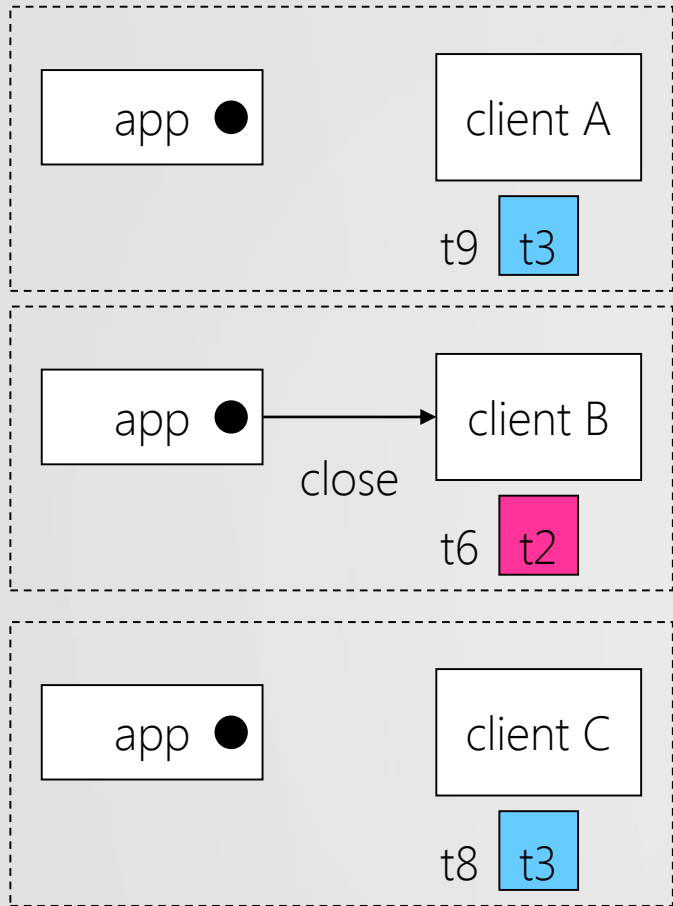
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (49)



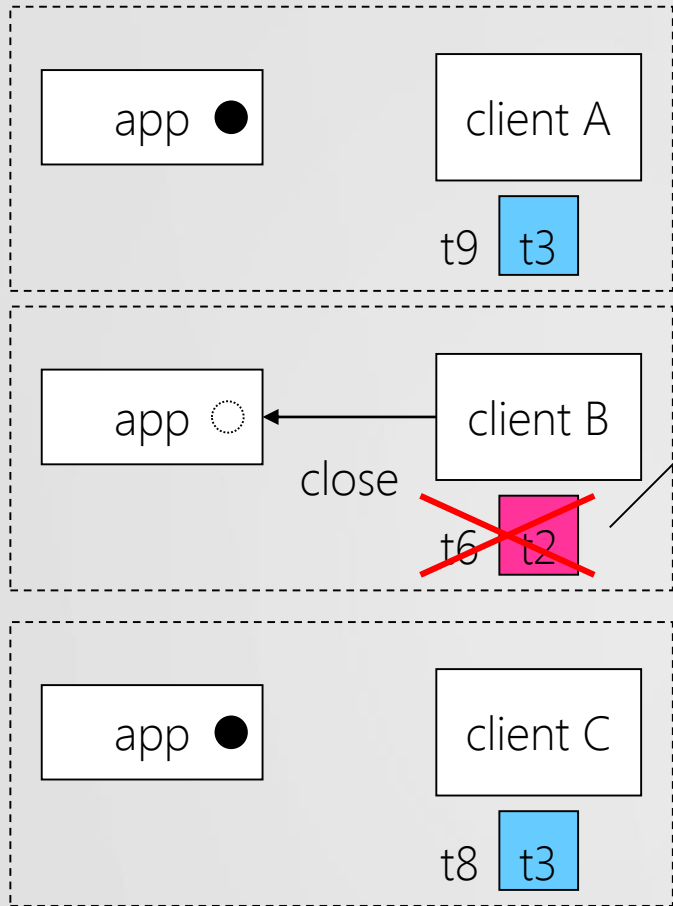
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (50)



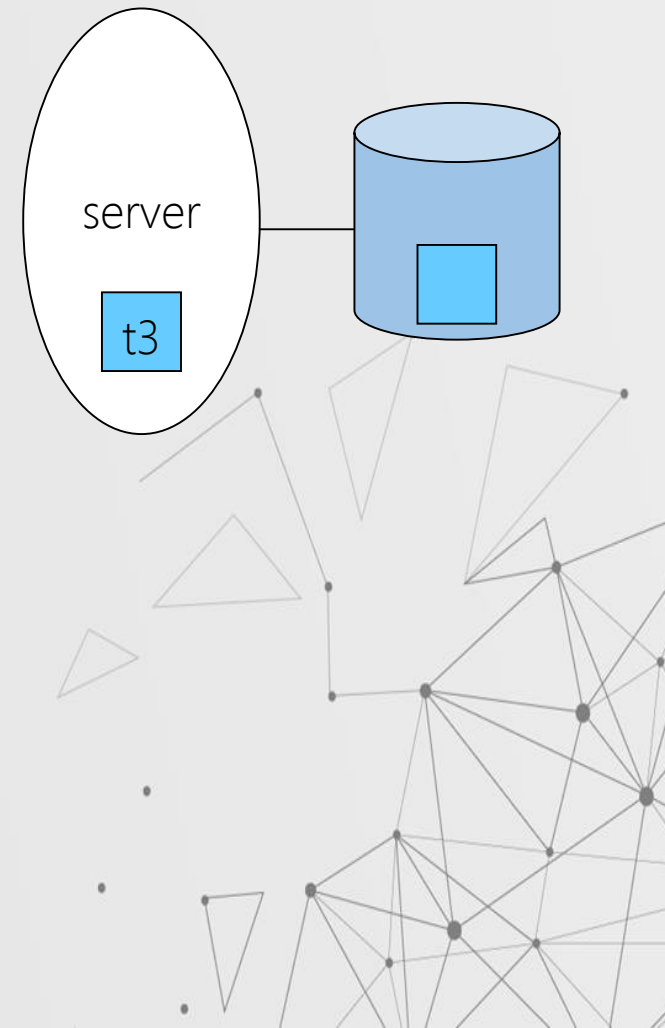
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (51)



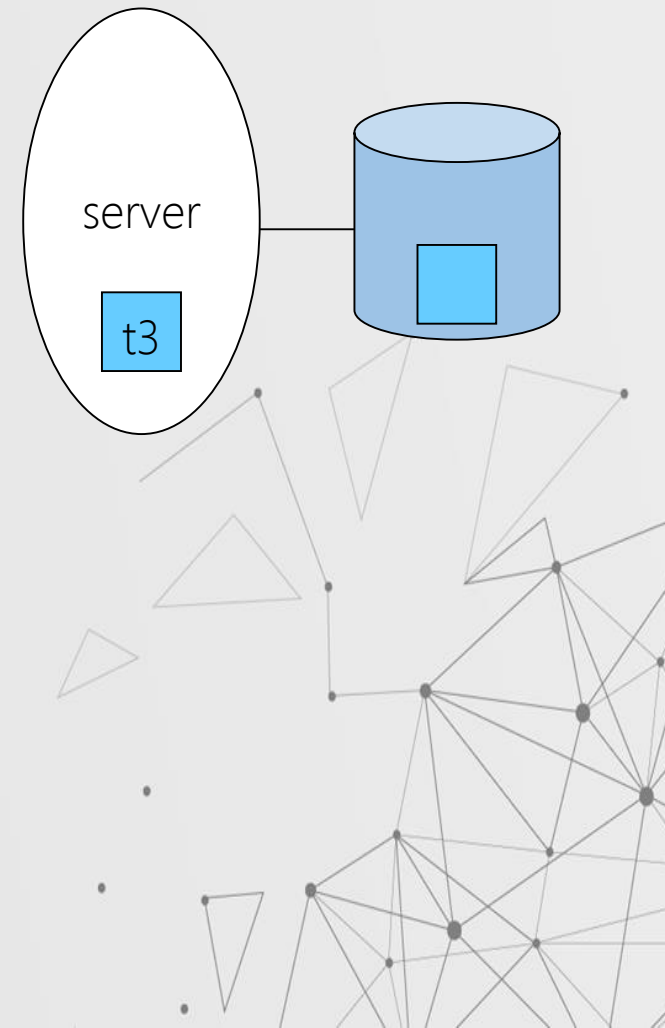
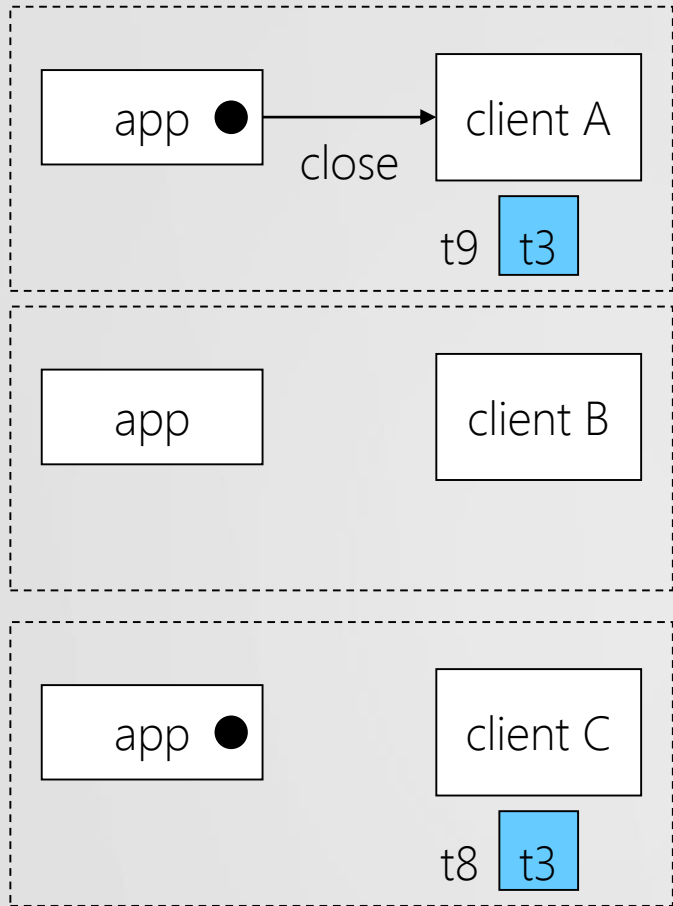
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (52)



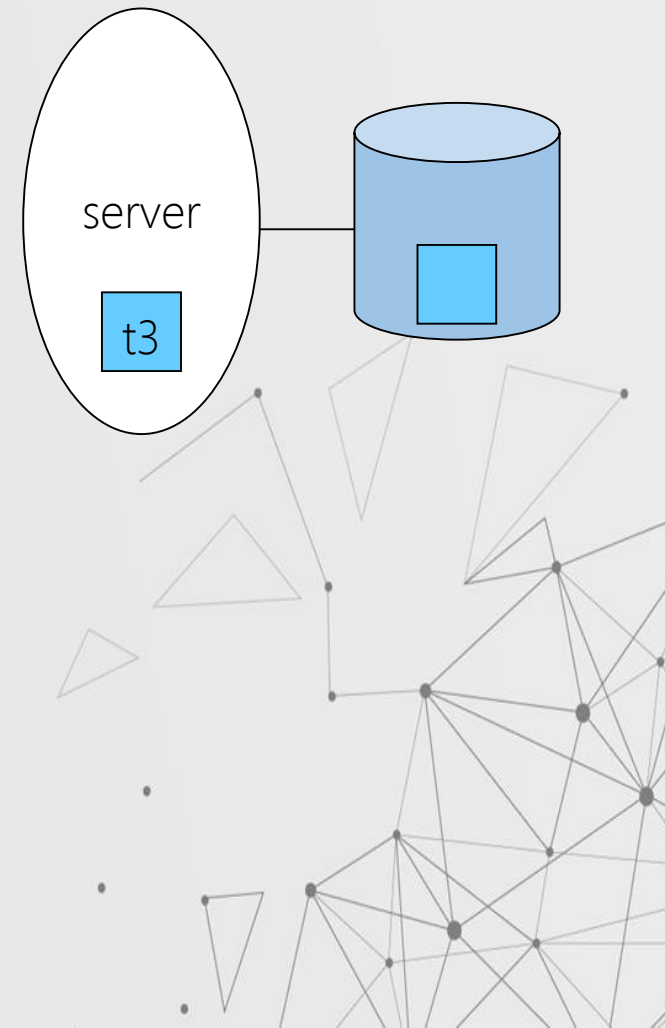
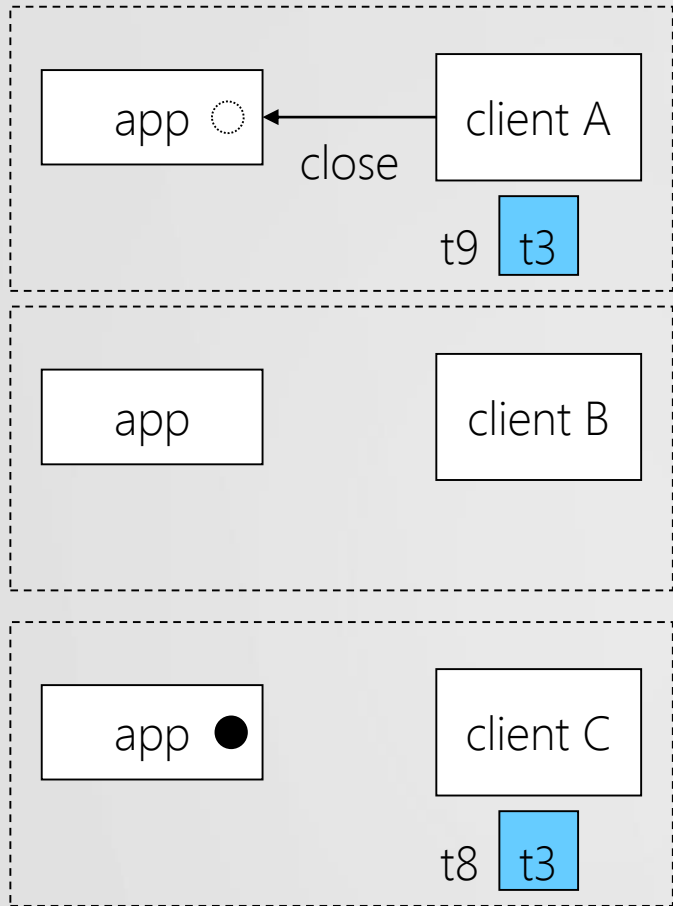
προαιρετική
απελευθέρωση
κρυφής μνήμης



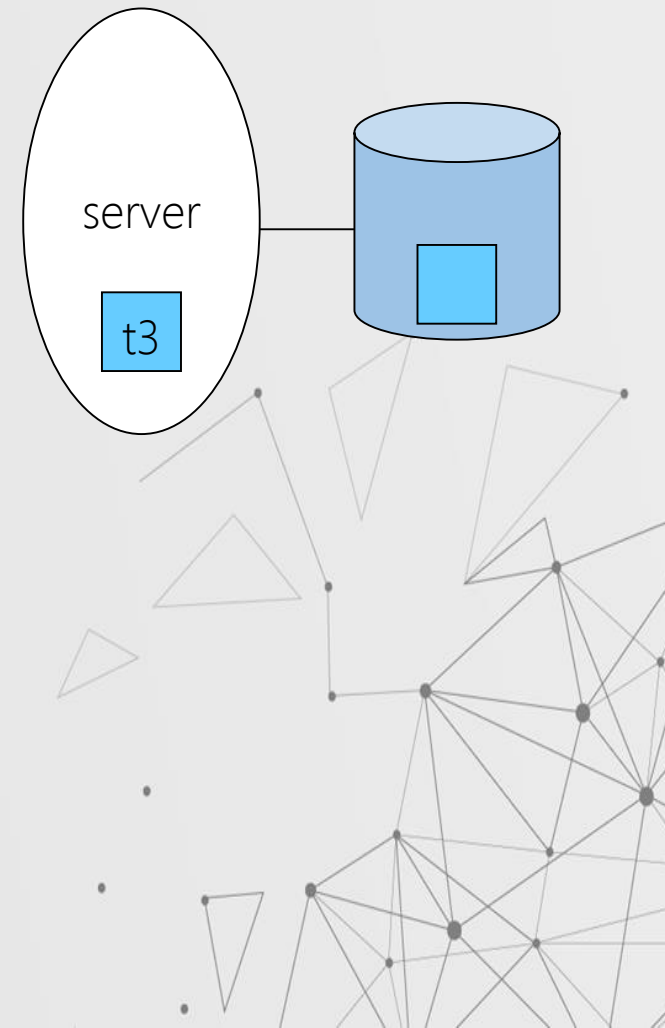
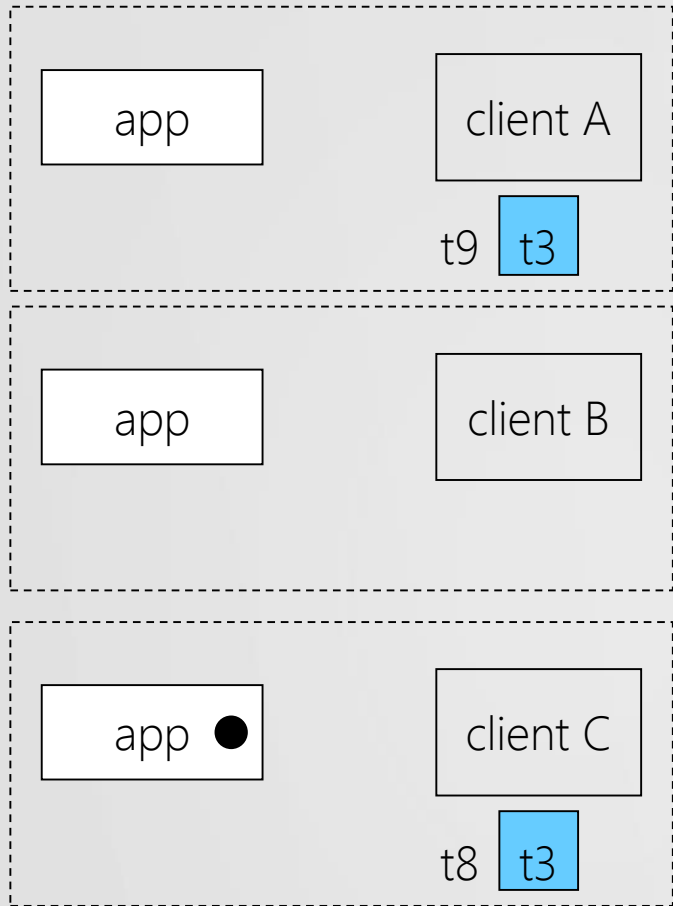
Εγκυρότητα δεδομένων & caching (53)



Εγκυρότητα δεδομένων & caching (54)



Εγκυρότητα δεδομένων & caching (55)



NFS vs τοπικό FS

- Η ανάγνωση σε επίπεδο εφαρμογής δεν επιστρέφει απαραίτητα την πιο πρόσφατη έκδοση των δεδομένων.
- Όσο μικρότερη είναι η τιμή T_{fresh} τόσο μικρότερη η πιθανότητα ασυνέπειας στην ανάγνωση, αλλά τόσο πιο συχνή η επικοινωνία πάνω από το δίκτυο.
- Με $T_{fresh} = 0$ γίνεται έλεγχος σε κάθε ανάγνωση.
- Παρέχεται λογικά ισοδύναμη συνέπεια με αυτή του τοπικού συστήματος αρχείων.
- Παρότι μπορεί να γίνει καθυστερημένη ενημέρωση του εξυπηρετητή για μια αλλαγή ενός πελάτη μέσω write, αυτό δεν επηρεάζει την ορθότητα της εφαρμογής.

Μονιμοποίηση αλλαγών στον server

- Write-through: κάθε αλλαγή στα δεδομένα που στέλνει ένας πελάτης μέσω μιας αίτησης write περνάει στον δίσκο προτού σταλεί η επιβεβαίωση.
- Αυξημένο μπλοκάρισμα πελάτη.
- Write-commit: οι αλλαγές που στέλνουν οι πελάτες κρατιούνται στο επίπεδο της κρυφής μνήμης του server και μονιμοποιούνται αργότερα, π.χ. όταν η εφαρμογή κλείσει το αρχείο (ή καλέσει fsync).
- Μειωμένο μπλοκάρισμα πελάτη, πιθανότητα ασυνέπειας σε περίπτωση βλάβης/επανεκκίνησης του server.

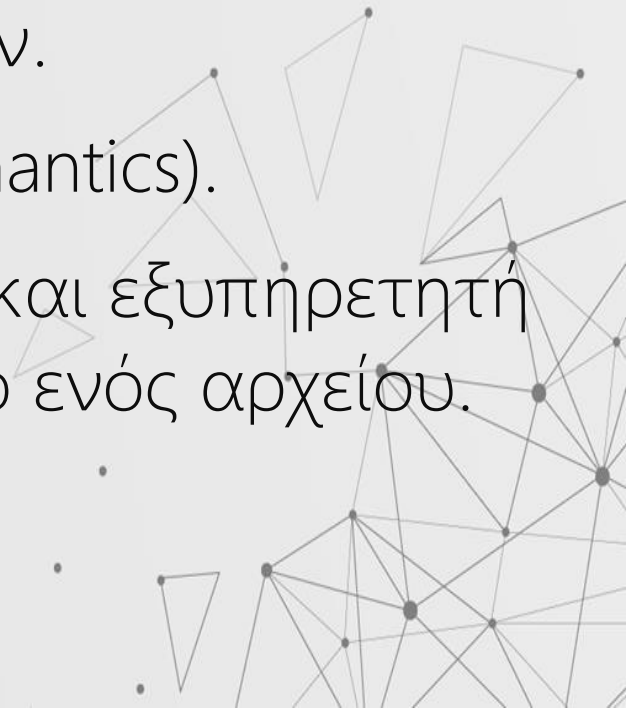


02

ANDREW FILE
SYSTEM (AFS)

Andrew File System (AFS)

- Εξέλιξη του NFS για πιο αποδοτική υποστήριξη πολύ μεγάλου αριθμού πελατών και αργό δίκτυο.
- Οι πελάτες μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε στο διαδίκτυο – σε διαφορετικές πόλεις/χώρες.
- Δεν επιχειρείται παροχή της ίδιας συνέπειας με ένα συμβατικό/τοπικό σύστημα αρχείων.
- Σημασιολογία συνόδου (session semantics).
- Η επικοινωνία ανάμεσα σε πελάτη και εξυπηρετητή γίνεται μόνο στο άνοιγμα / κλείσιμο ενός αρχείου.



Διαχείριση χώρου ονομάτων

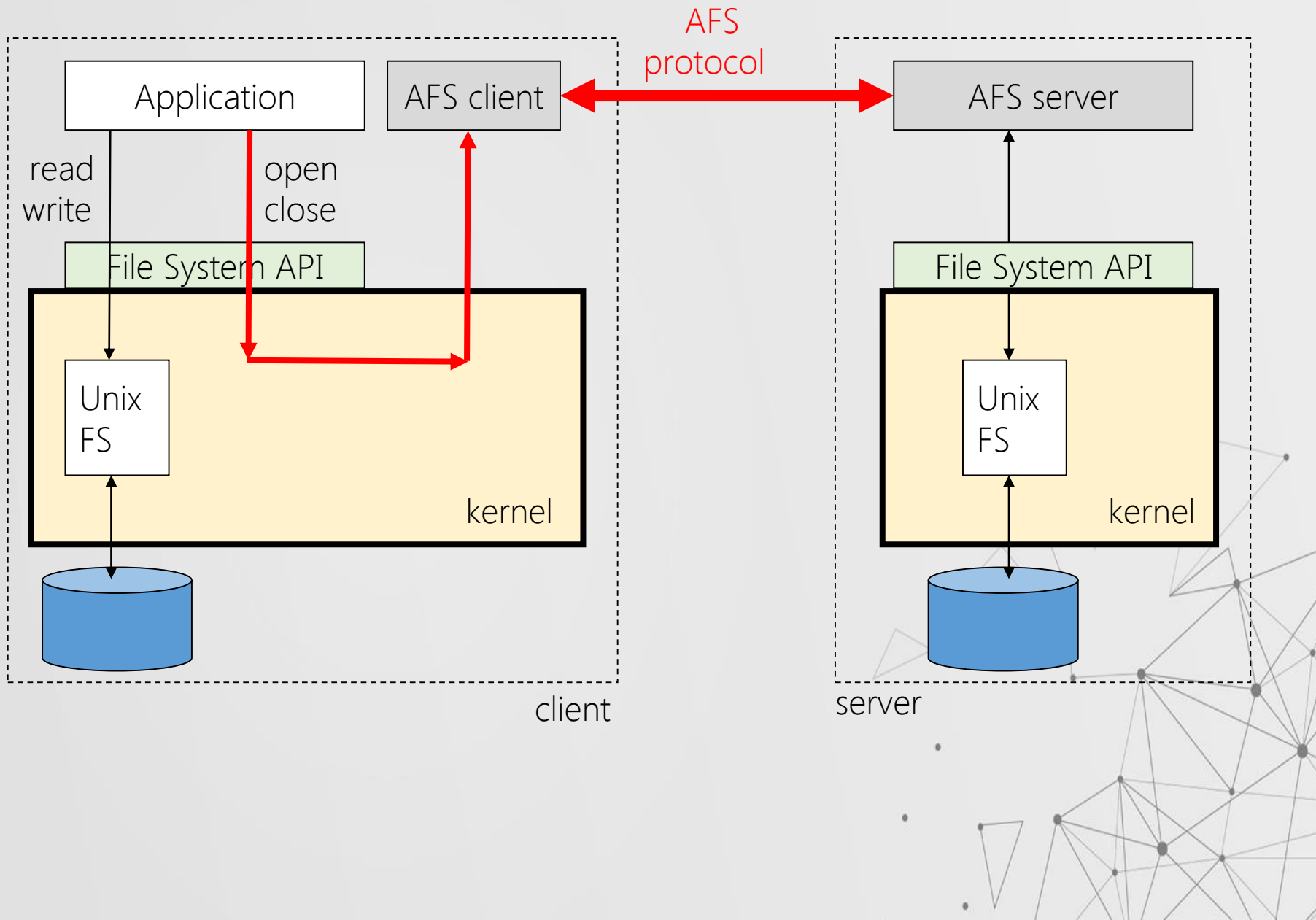
- Το AFS ορίζει έναν ενιαίο καθολικό χώρο ονομάτων.
- Όλοι οι εξυπηρετητές του AFS (που υπάγονται στον ίδιο οργανισμό) υιοθετούν τον ίδιο χώρο ονομάτων.
- Διαφορετικοί υποχώροι μπορεί να ανατεθούν σε ξεχωριστούς εξυπηρετητές.
- Οι πελάτες προσαρτούν τους υποχώρους του AFS σε προκαθορισμένο σημείο του τοπικού συστήματος αρχείων – κατά σύμβαση κάτω από τον κατάλογο /afs.
- Από τη στιγμή που ακολουθείται αυτή η σύμβαση, όλοι οι πελάτες «βλέπουν» τους ίδιους υποχώρους στα ίδια σημεία του τοπικού συστήματος αρχείων.

Αρχιτεκτονική προσέγγιση

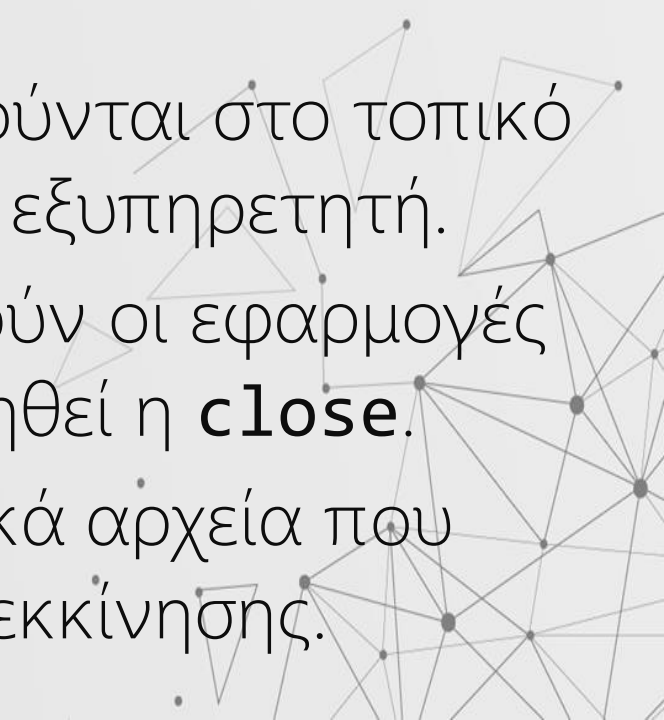
- Venus/Vice: λογισμικό πελάτη/εξυπηρετητή AFS.
- Υλοποιούνται πάνω από το λειτουργικό σύστημα στο επίπεδο του χρήστη.
- Στο λειτουργικό του πελάτη γίνεται παρέμβαση έτσι ώστε οι κλήσεις **open/close** των εφαρμογών να προωθούνται στο Venus.
- Οι λειτουργίες **read/write** γίνονται σε τοπικά αρχεία.



Αρχιτεκτονική προσέγγιση



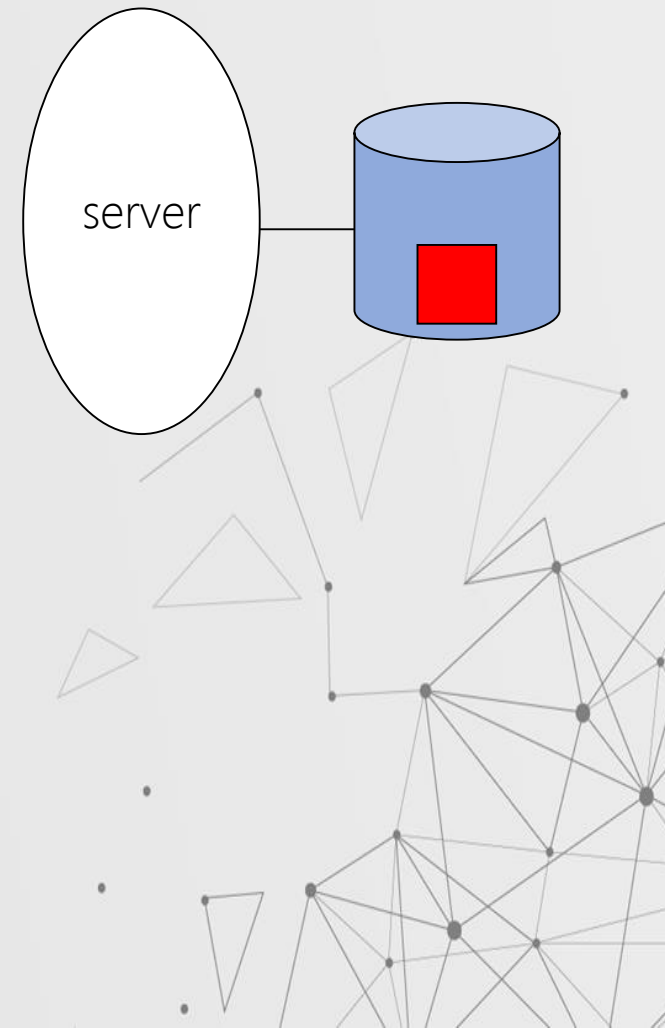
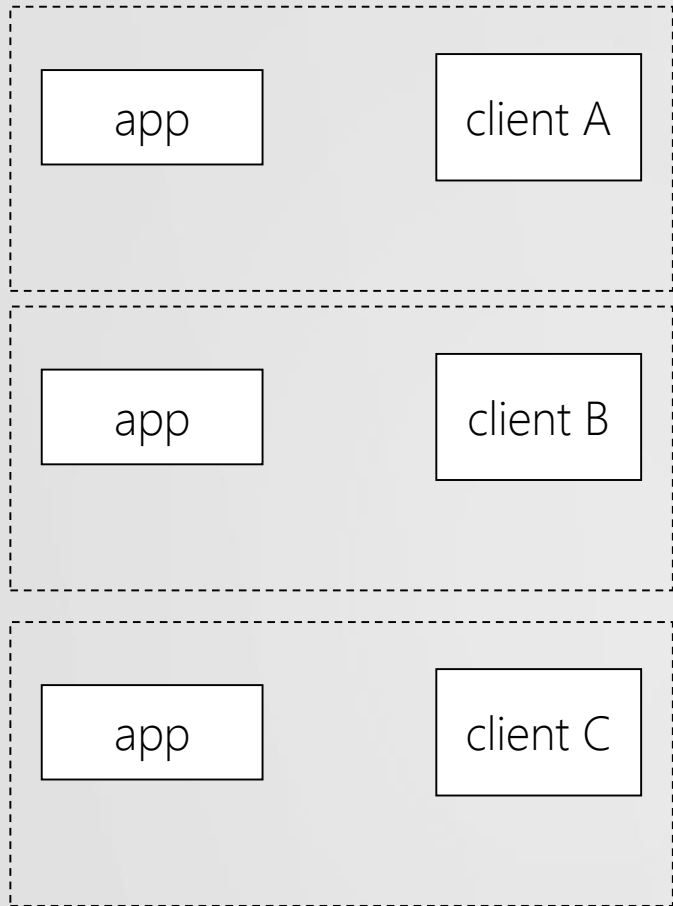
Βασικό μοντέλο λειτουργίας

- Όταν καλείται η **open**, το αρχείο αντιγράφεται ολόκληρο από τον εξυπηρετητή στον πελάτη.
 - για μεγάλα αρχεία γίνεται σταδιακή μεταφορά.
 - Αφού ανοιχτεί ένα αρχείο, η εφαρμογή προσπελάζει το τοπικό αντίγραφο, χωρίς παρέμβαση του λογισμικού πελάτη του AFS.
 - Οι λειτουργίες **read/write** εκτελούνται στο τοπικό αντίγραφο, χωρίς ενημέρωση του εξυπηρετητή.
 - Τυχόν αλλαγές που πραγματοποιούν οι εφαρμογές μεταδίδονται στον server όταν κληθεί η **close**.
 - Τα τοπικά αντίγραφα είναι κανονικά αρχεία που διατηρούνται σε περίπτωση επανεκκίνησης.
- 

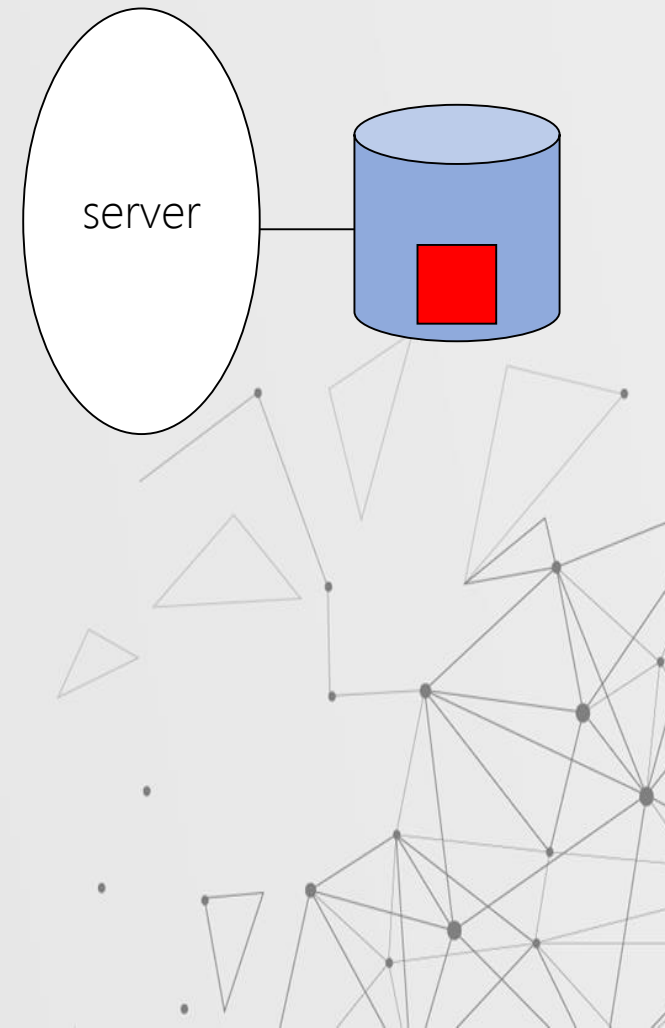
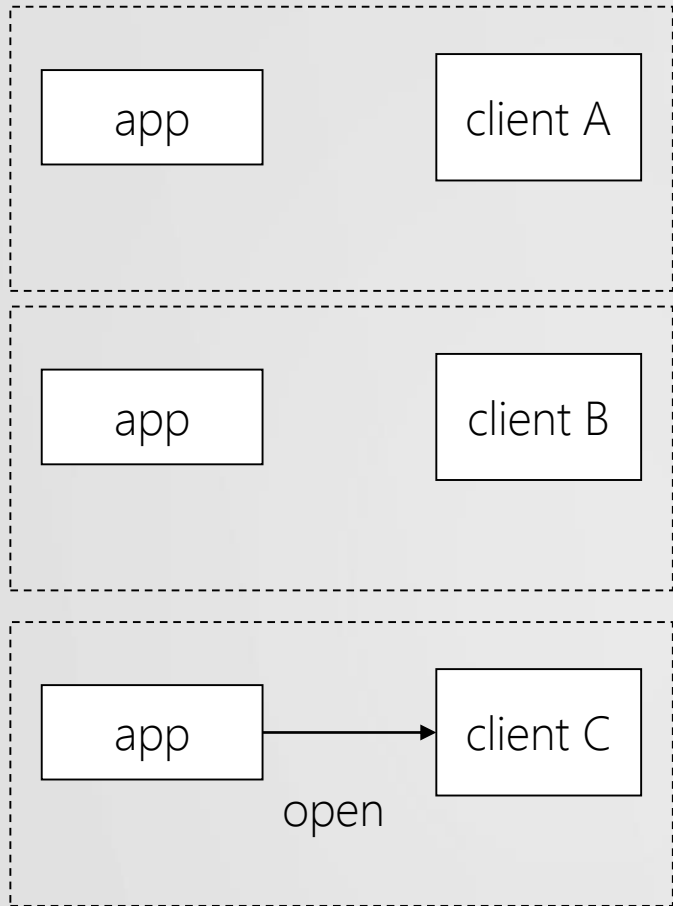
Ειδοποίηση ακύρωσης αντιγράφου

- Ο server διατηρεί μια λίστα πελατών που κρατάνε αντίγραφα ενός αρχείου (ή ενός τόμου).
- Όταν ένας πελάτης στείλει μια αλλαγμένη έκδοση του αρχείου, ο server ειδοποιεί τους υπόλοιπους πελάτες μέσω ενός callback ακύρωσης.
- Όταν ένας πελάτης λάβει την ειδοποίηση, σημειώνει το τοπικό αντίγραφο ως άκυρο, και θα το ανανεώσει την επόμενη φορά που θα το ανοίξει μια εφαρμογή.
- Έλεγχος της εγκυρότητας του τοπικού αντιγράφου ενός πελάτη γίνεται μόνο όταν ανοίγεται το αρχείο.
- Σε περίπτωση αποσύνδεσης, ο πελάτης είναι υπεύθυνος να ελέγξει την συνέπεια των αντιγράφων του και να ανανεώσει την εγγραφή του στον server.

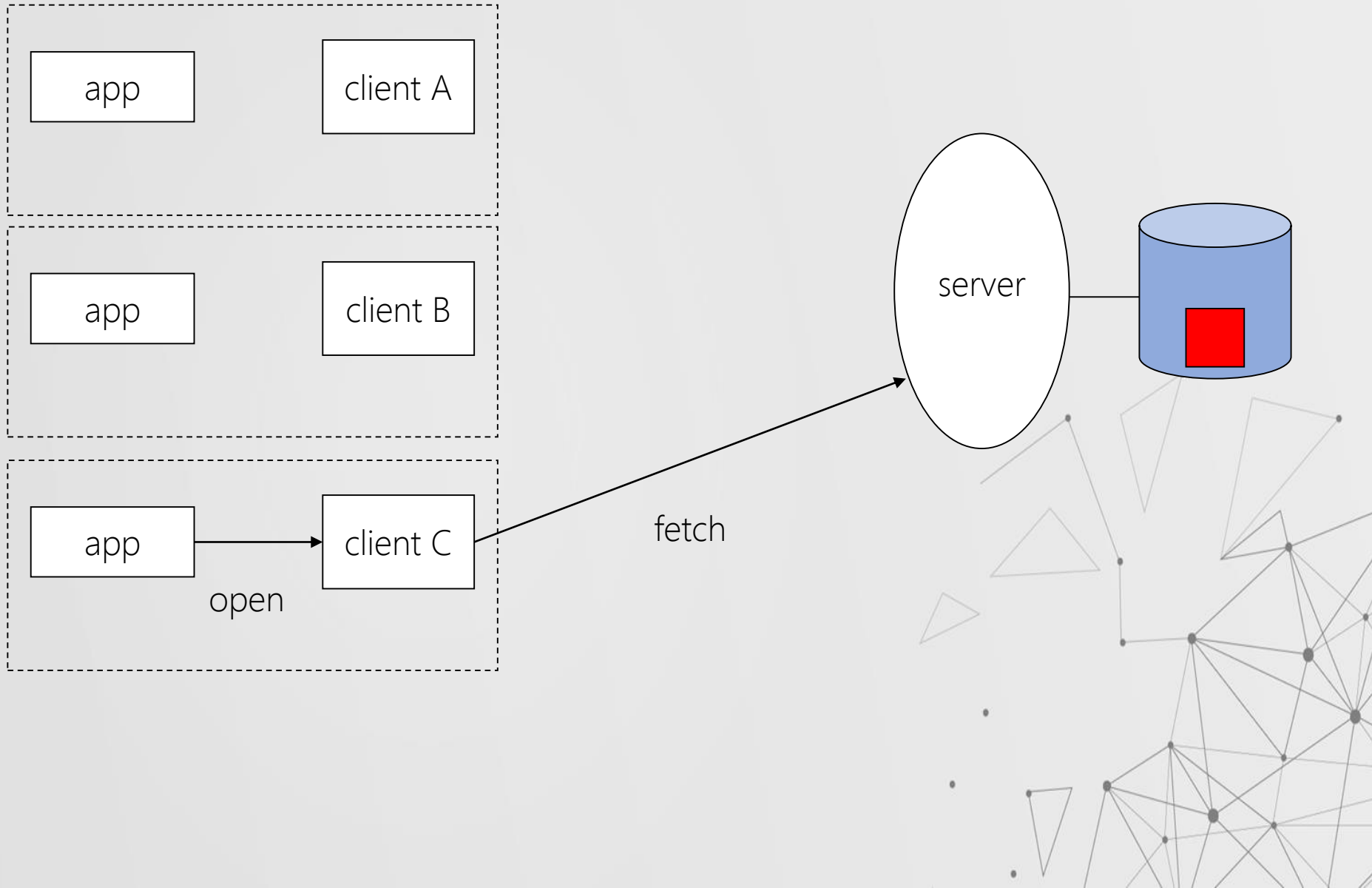
Μοντέλο λειτουργίας AFS (1)



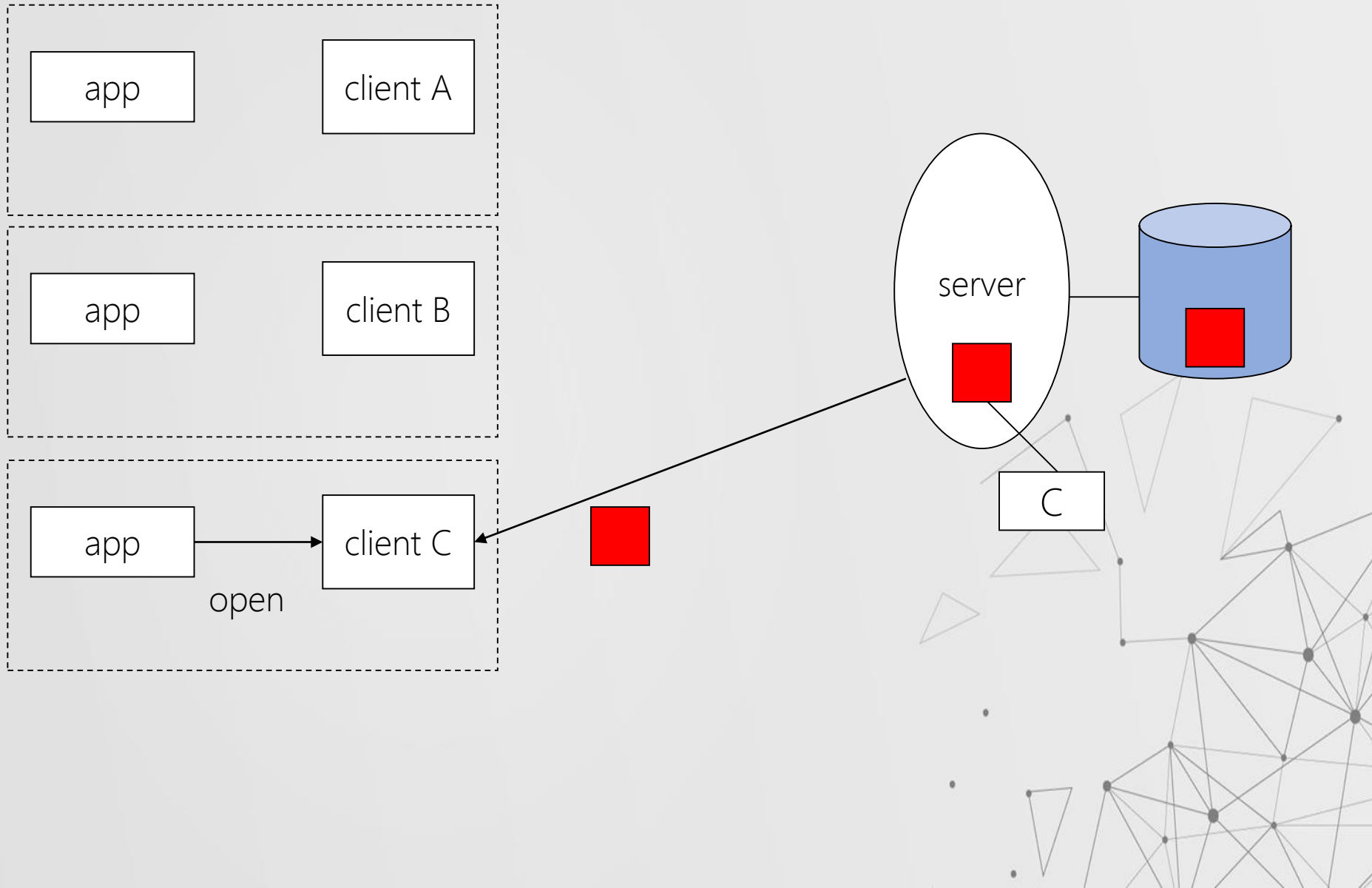
Μοντέλο λειτουργίας AFS (2)



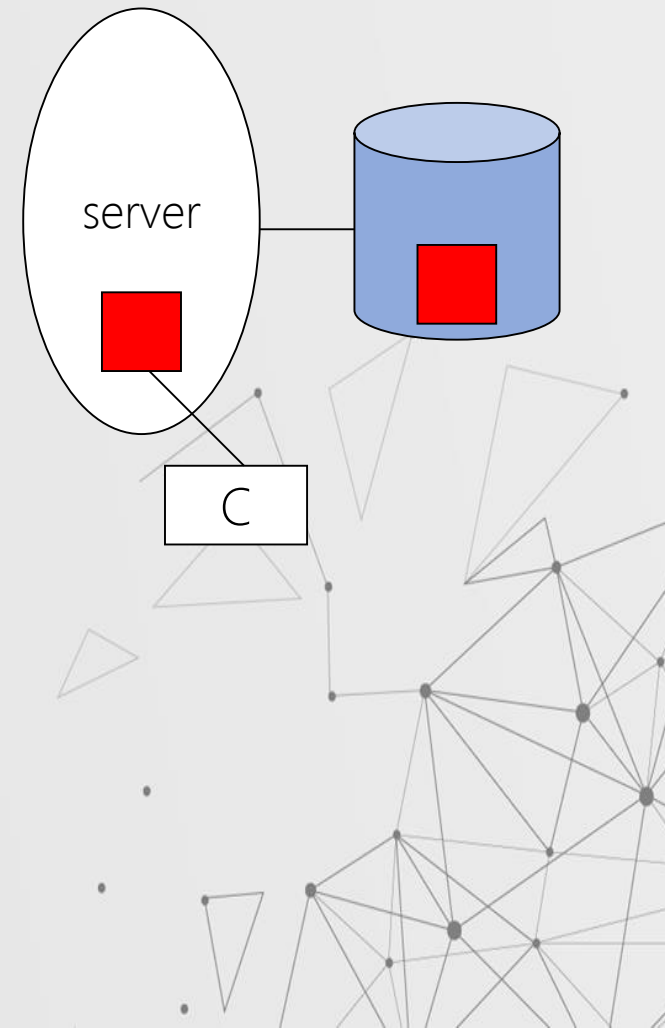
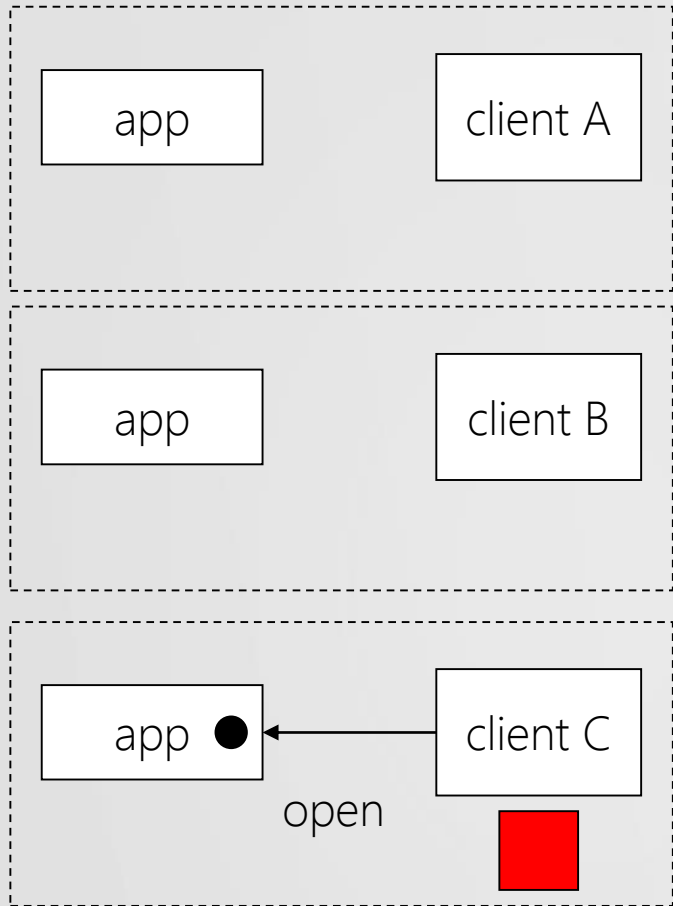
Μοντέλο λειτουργίας AFS (3)



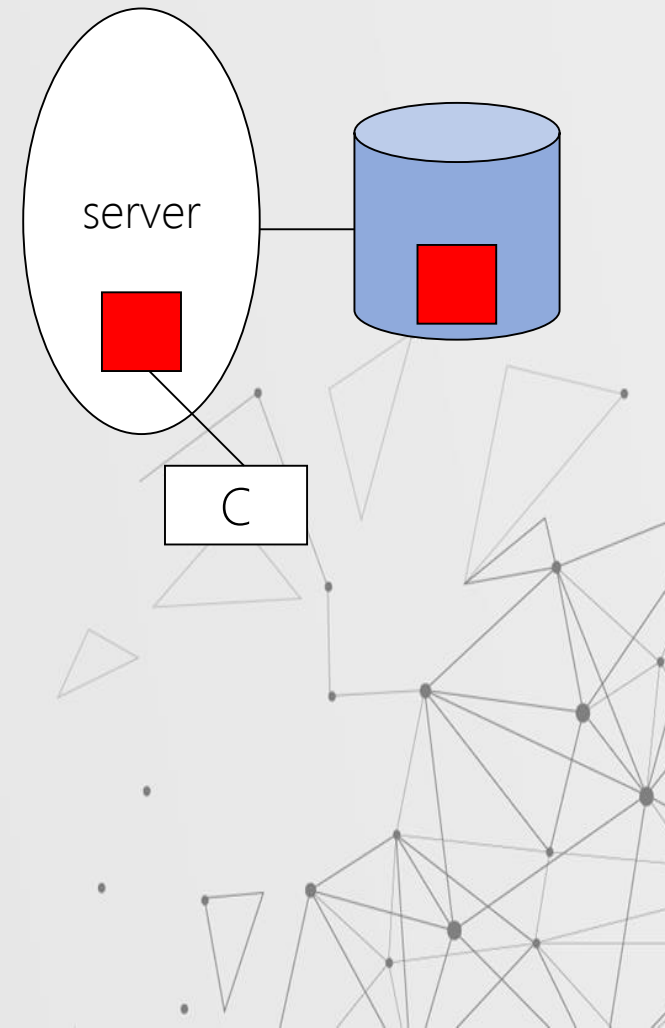
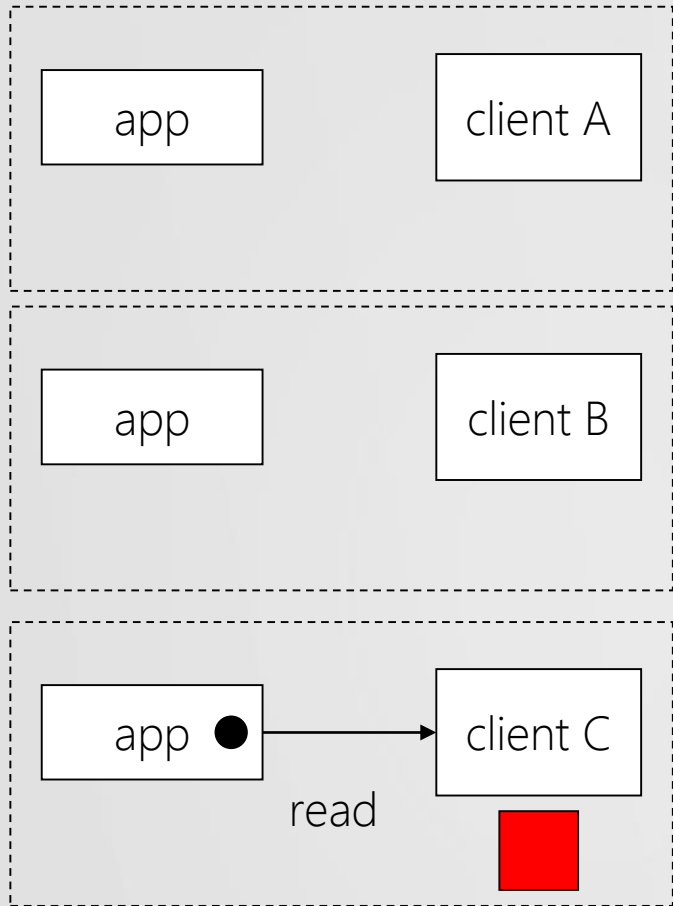
Μοντέλο λειτουργίας AFS (4)



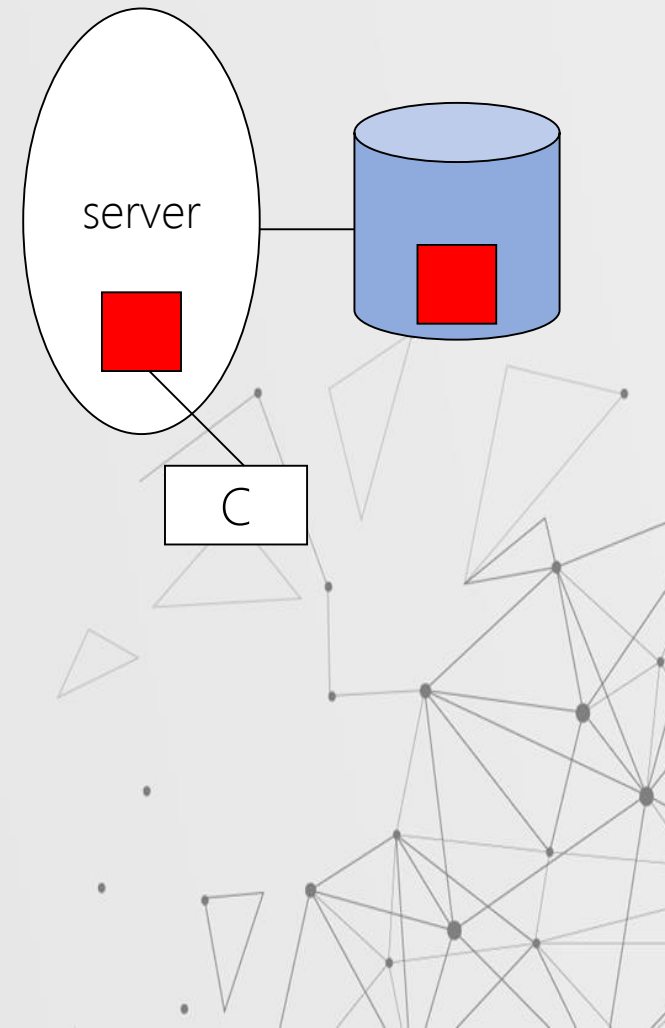
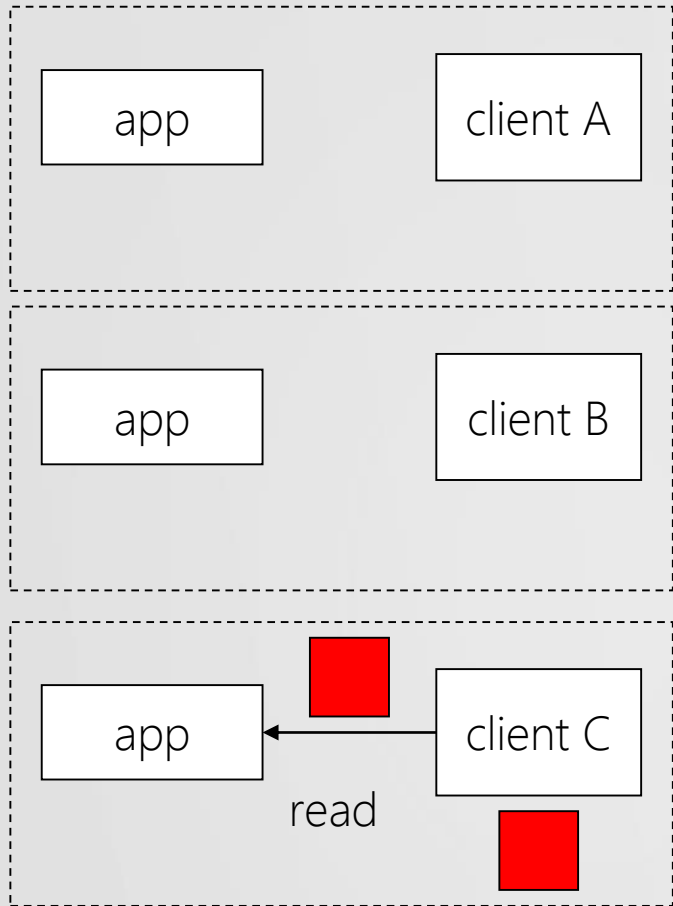
Μοντέλο λειτουργίας AFS (5)



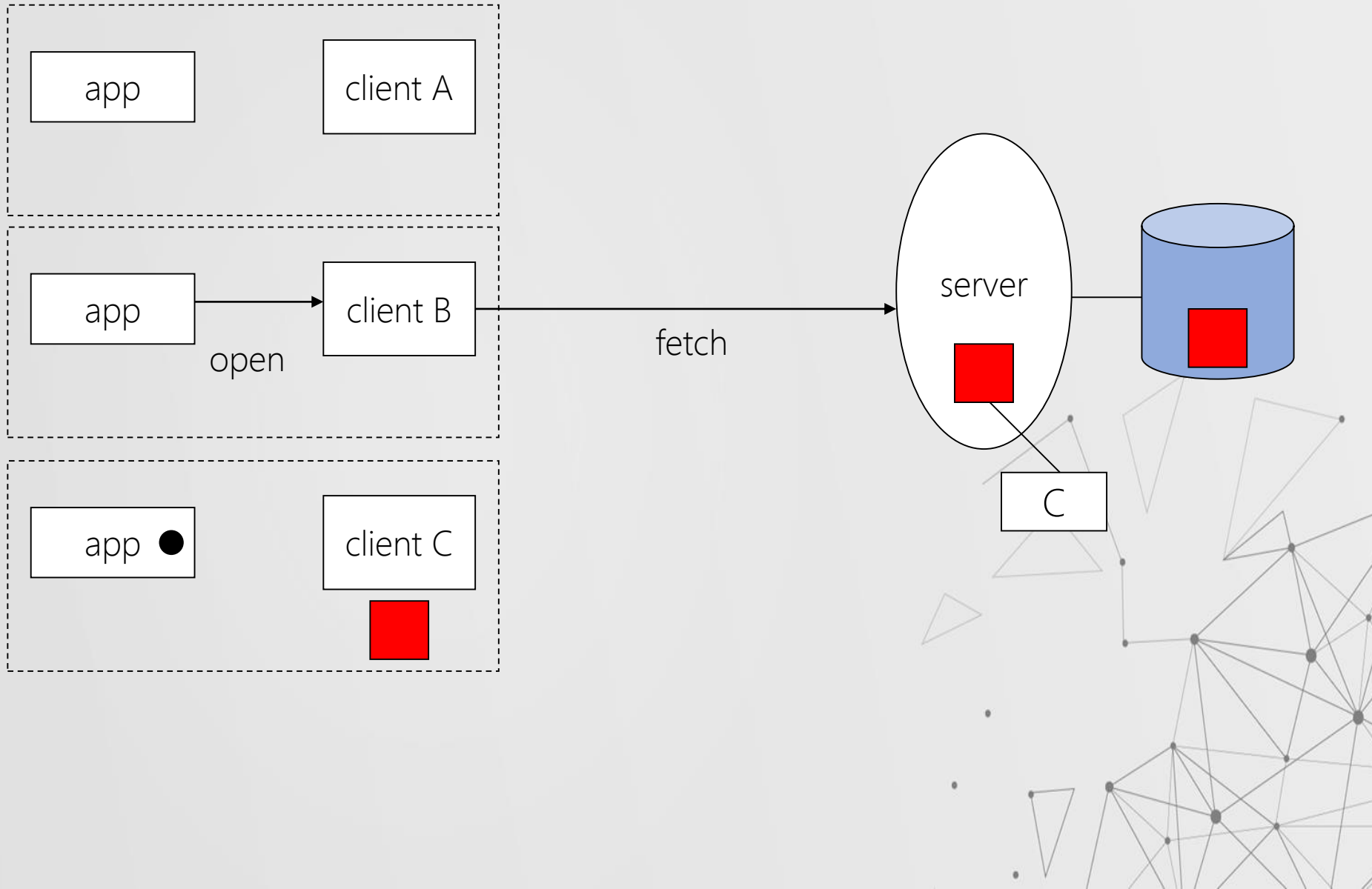
Μοντέλο λειτουργίας AFS (6)



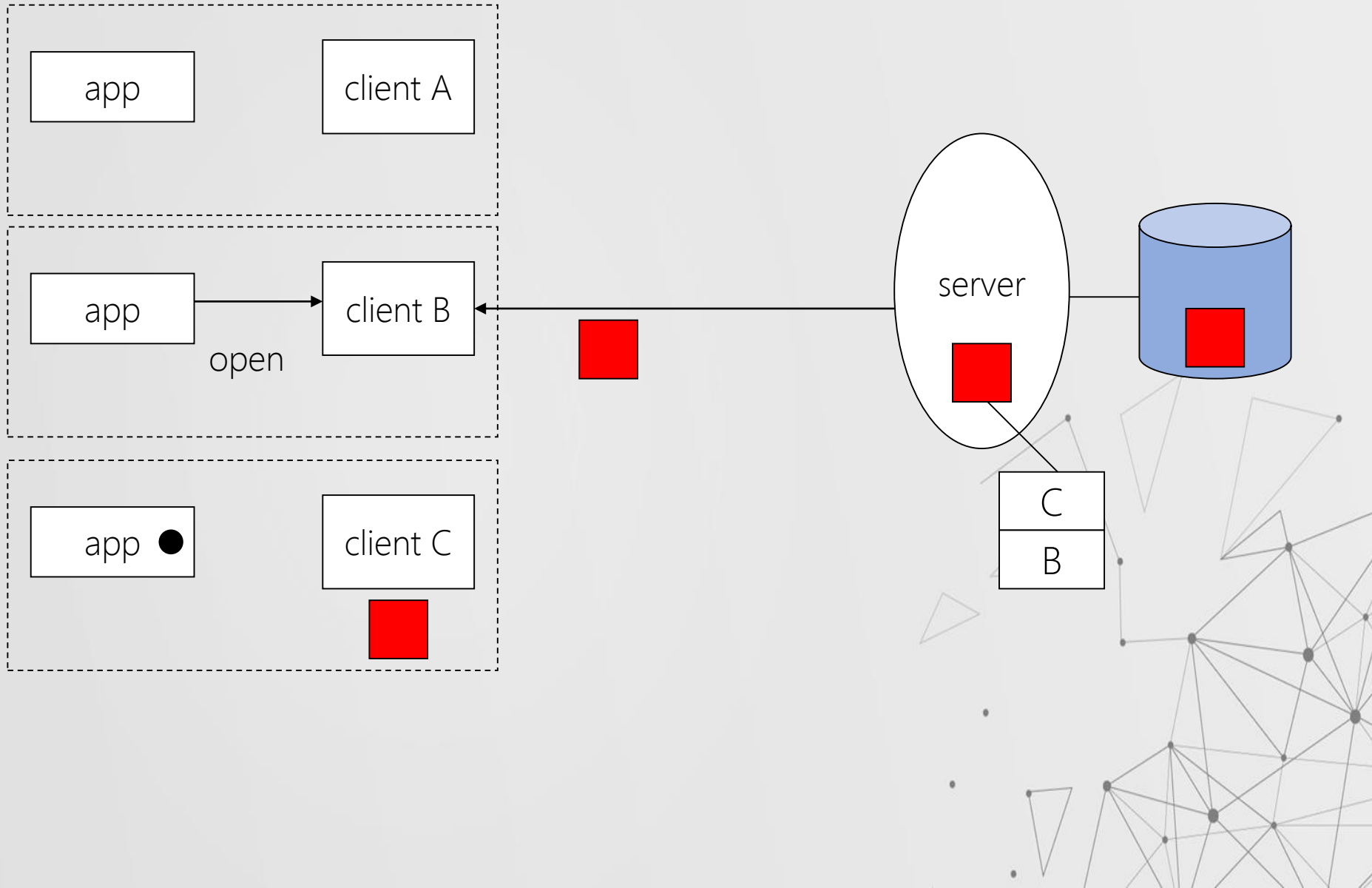
Μοντέλο λειτουργίας AFS (7)



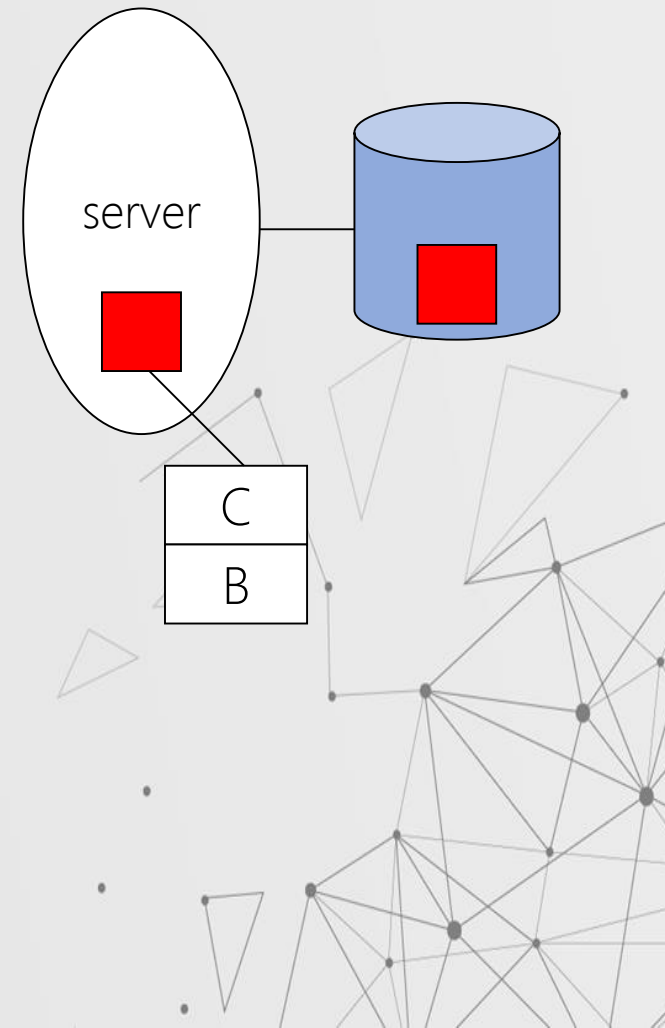
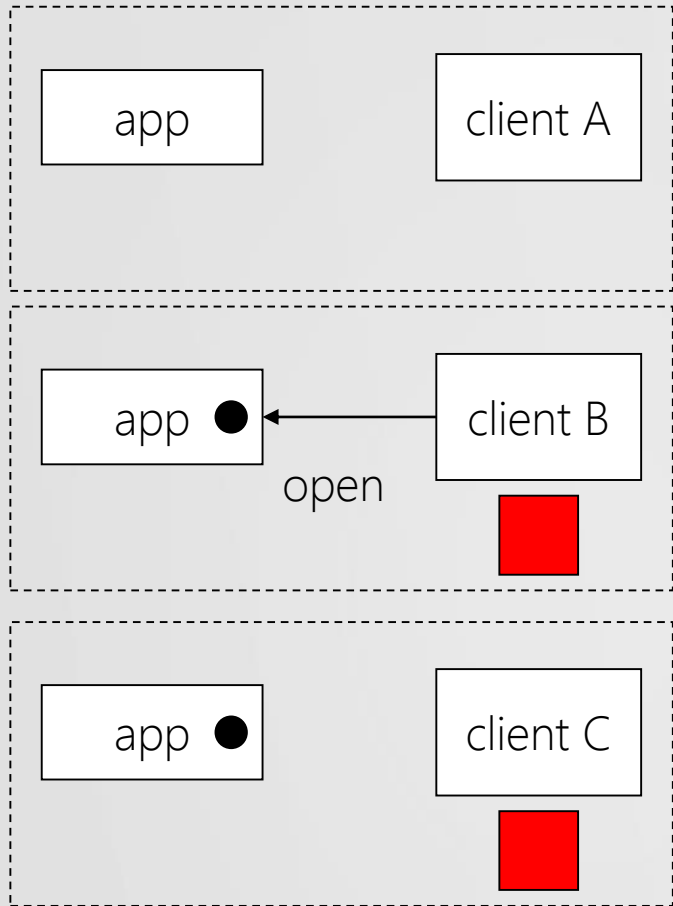
Μοντέλο λειτουργίας AFS (8)



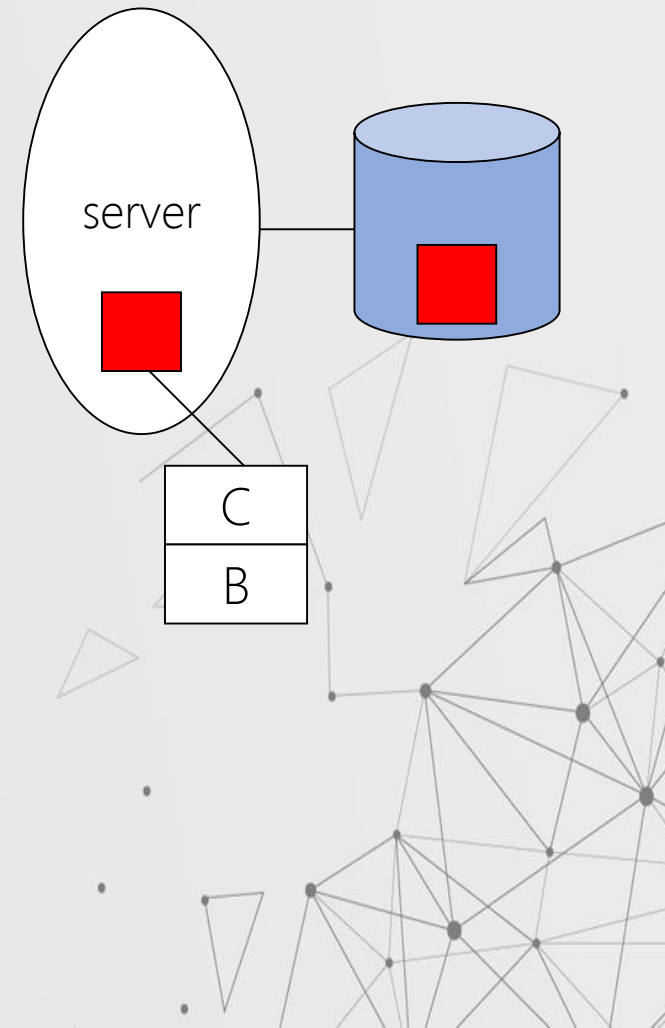
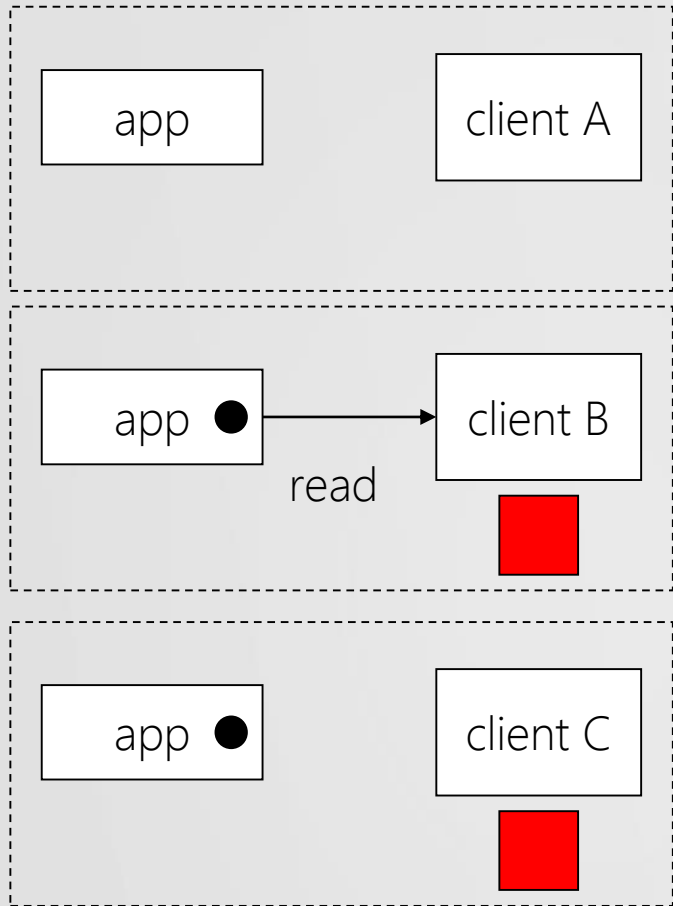
Μοντέλο λειτουργίας AFS (9)



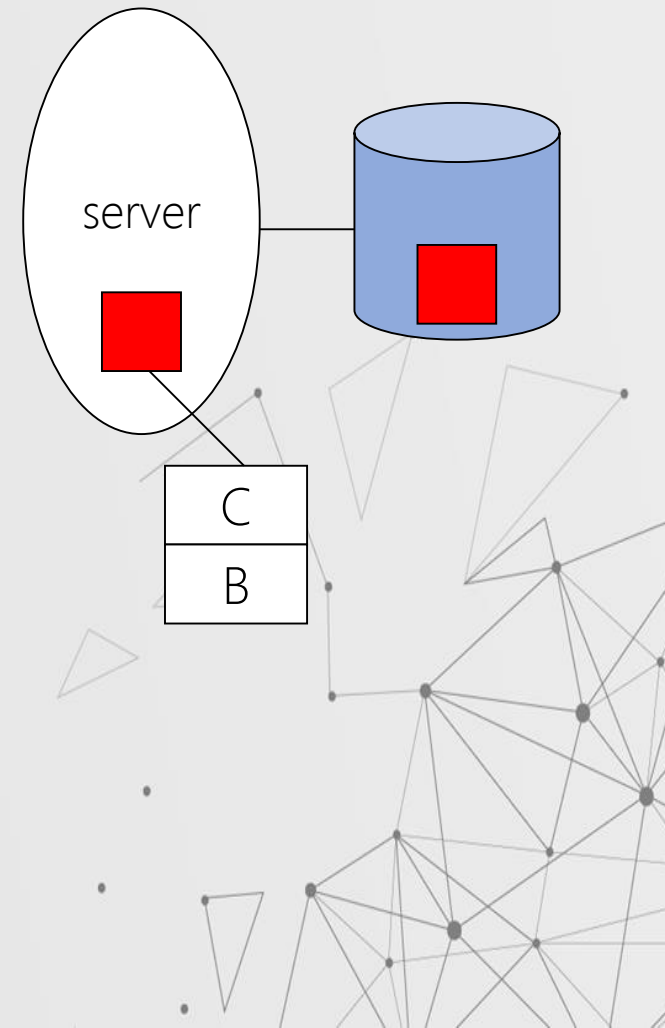
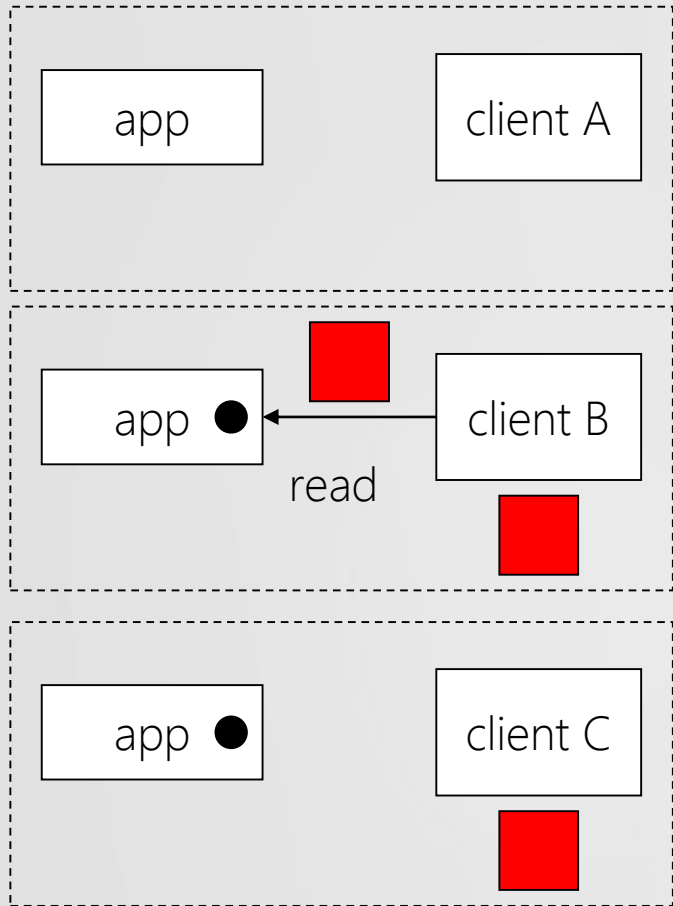
Μοντέλο λειτουργίας AFS (10)



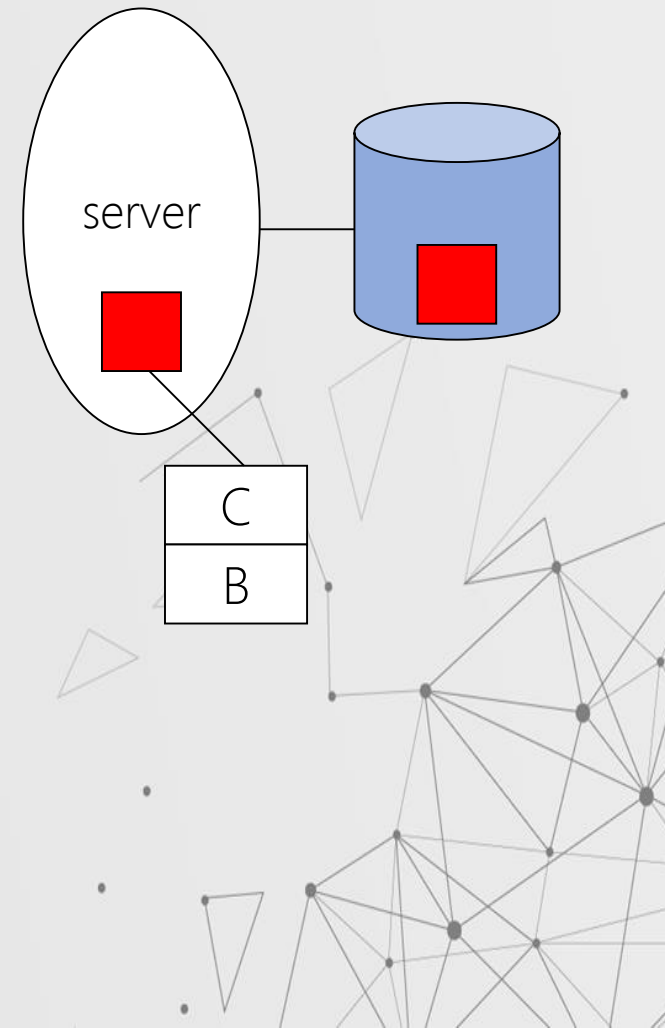
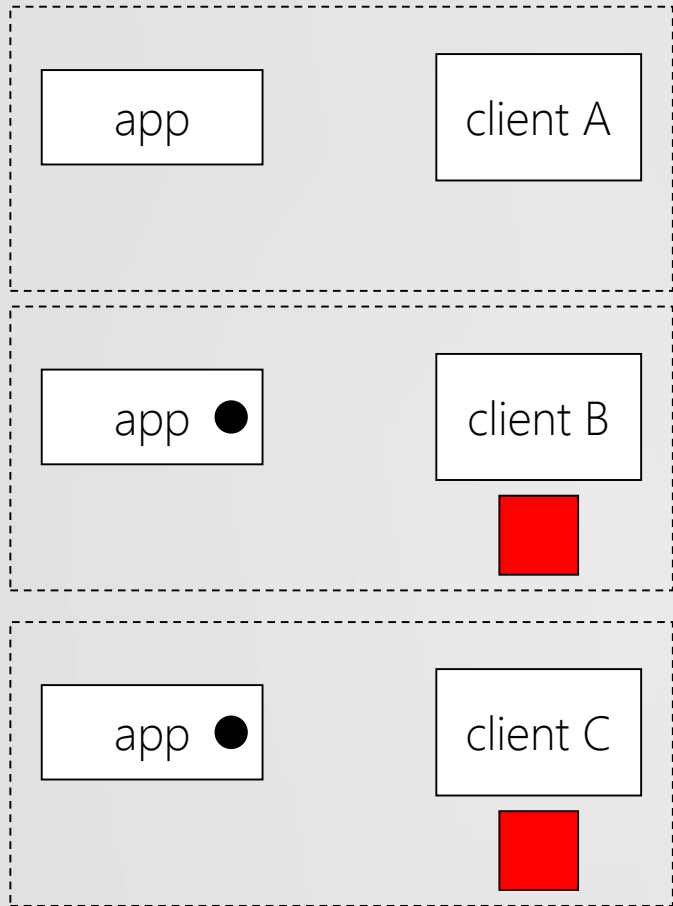
Μοντέλο λειτουργίας AFS (11)



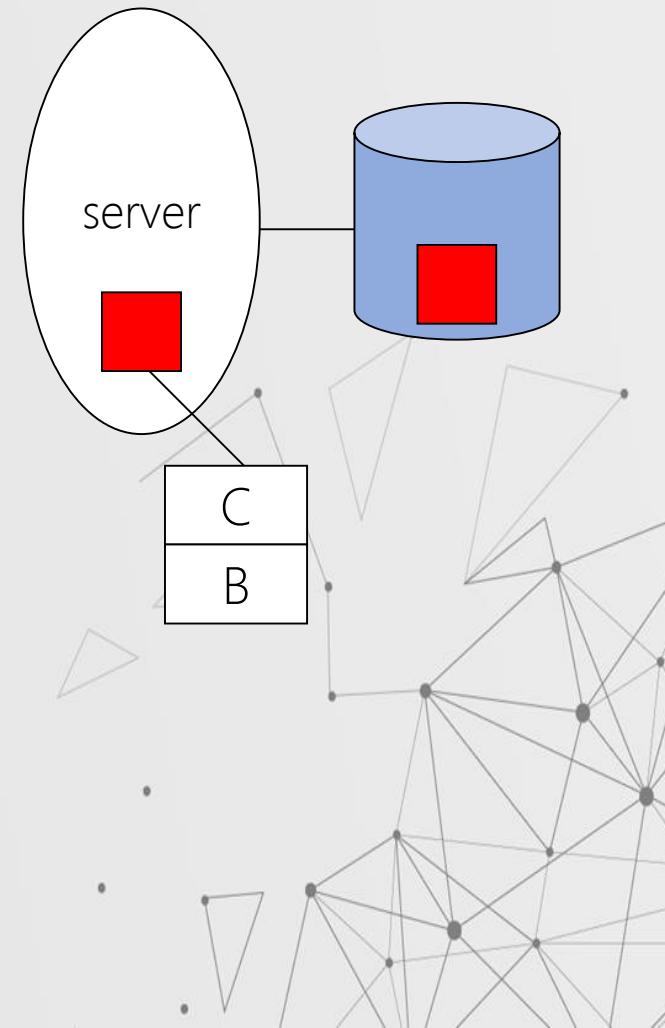
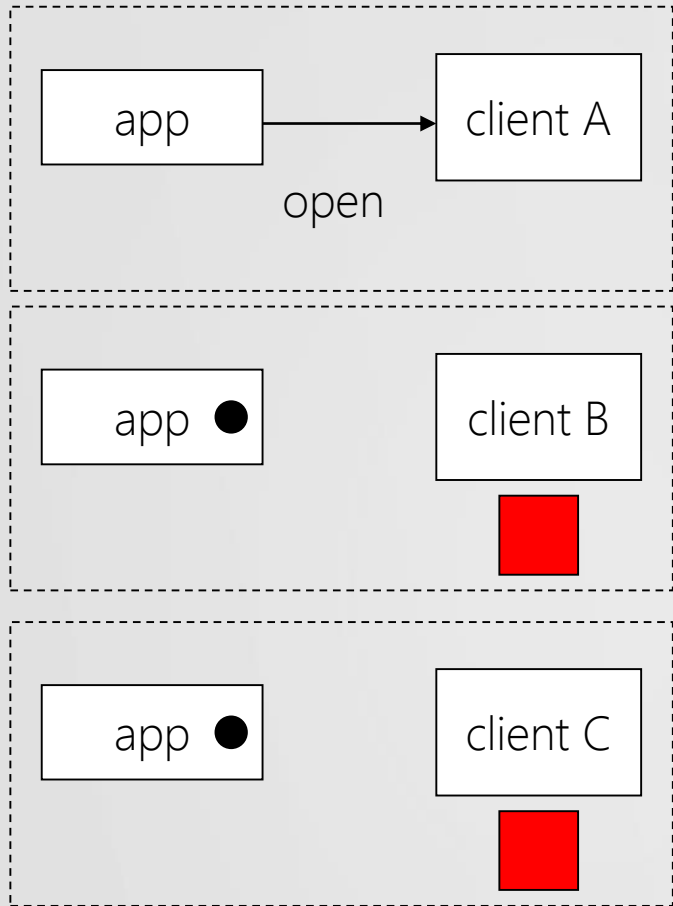
Μοντέλο λειτουργίας AFS (12)



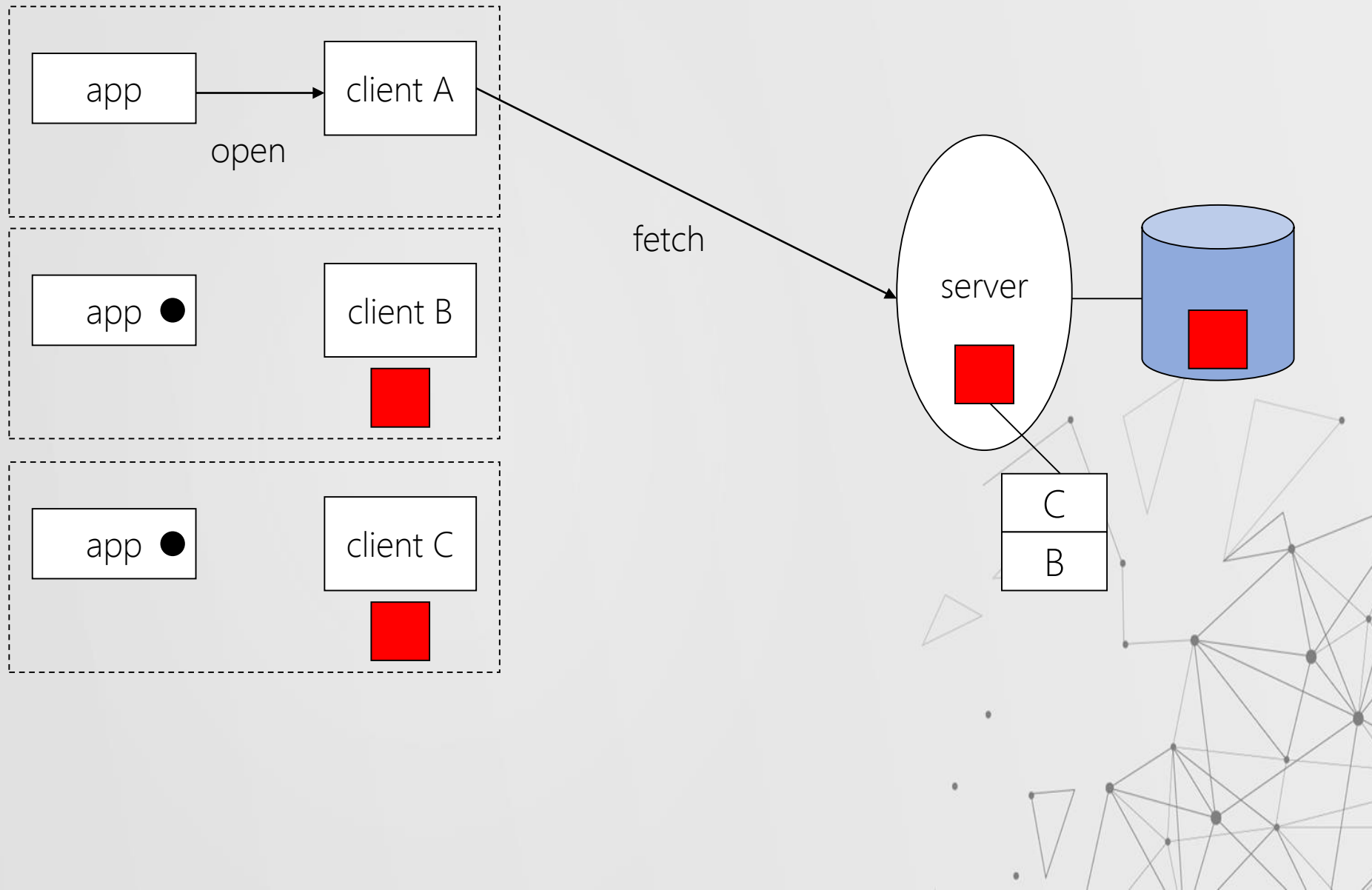
Μοντέλο λειτουργίας AFS (13)



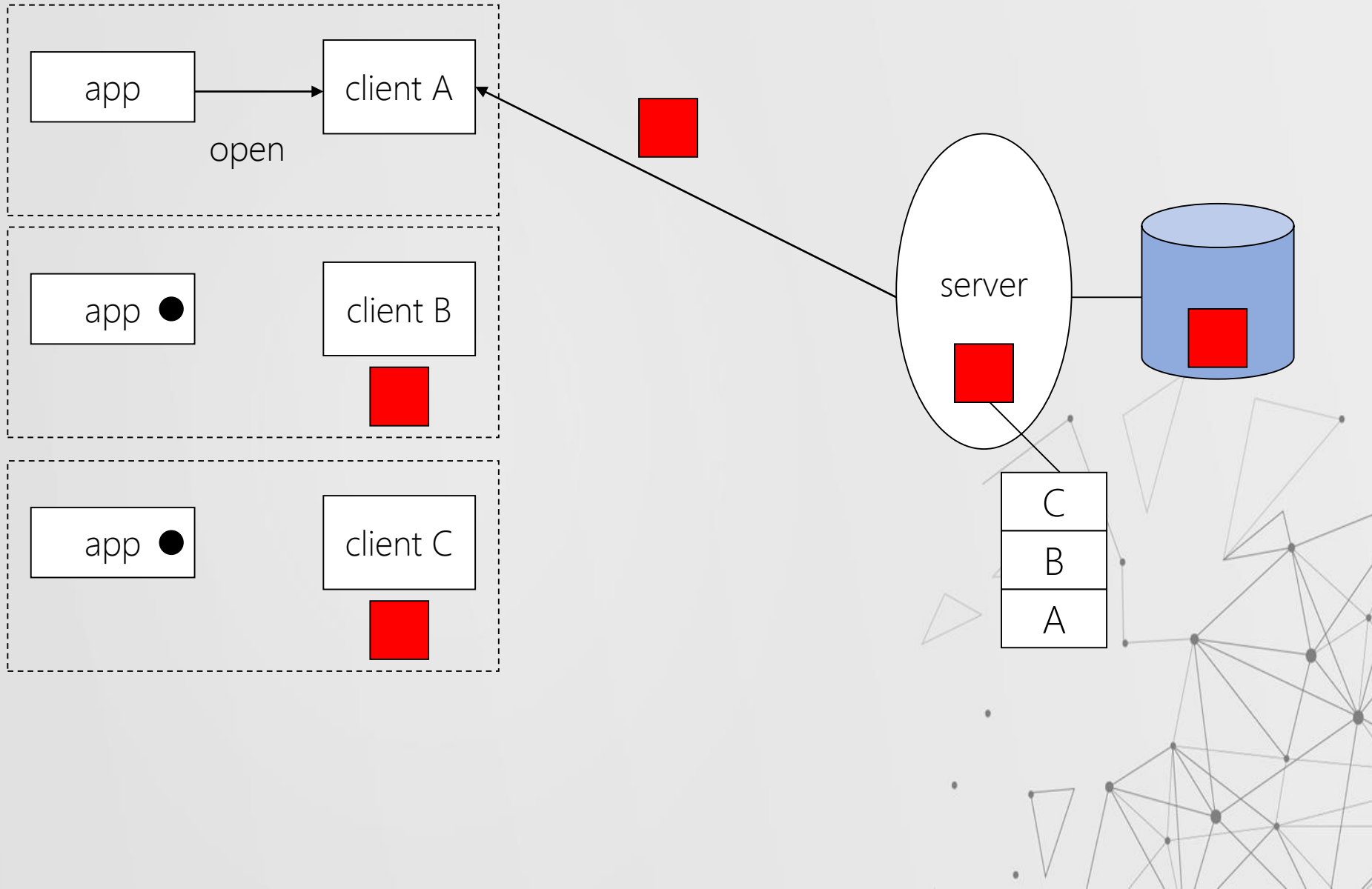
Μοντέλο λειτουργίας AFS (14)



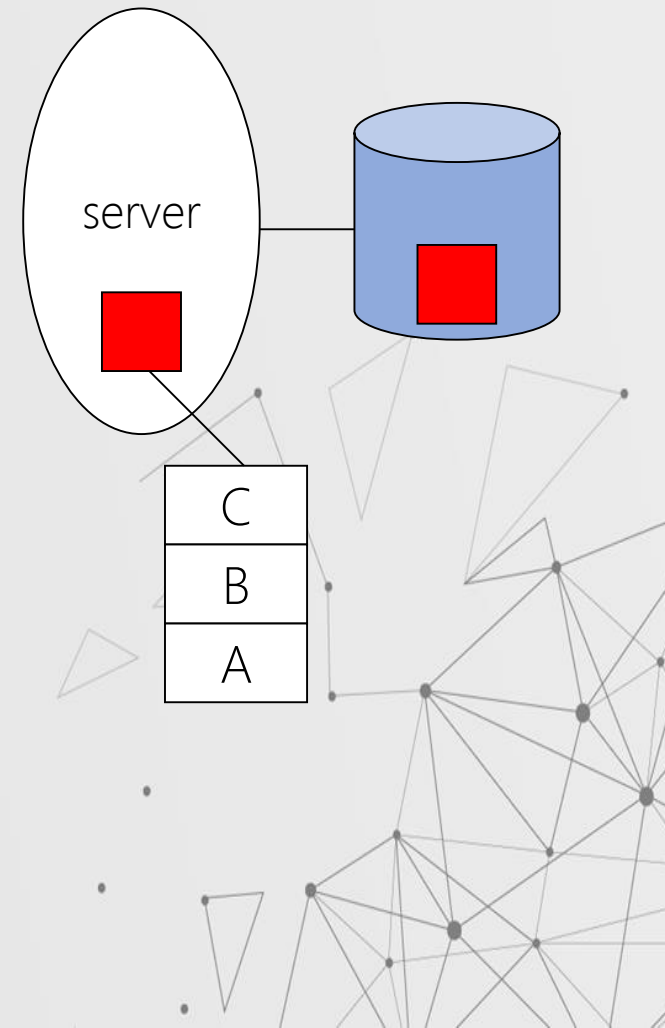
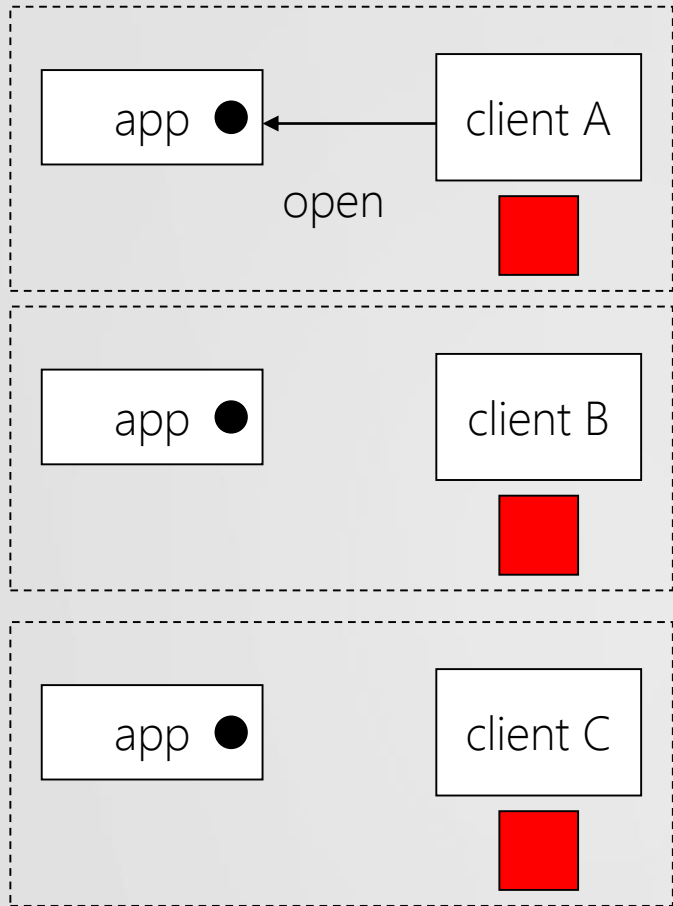
Μοντέλο λειτουργίας AFS (15)



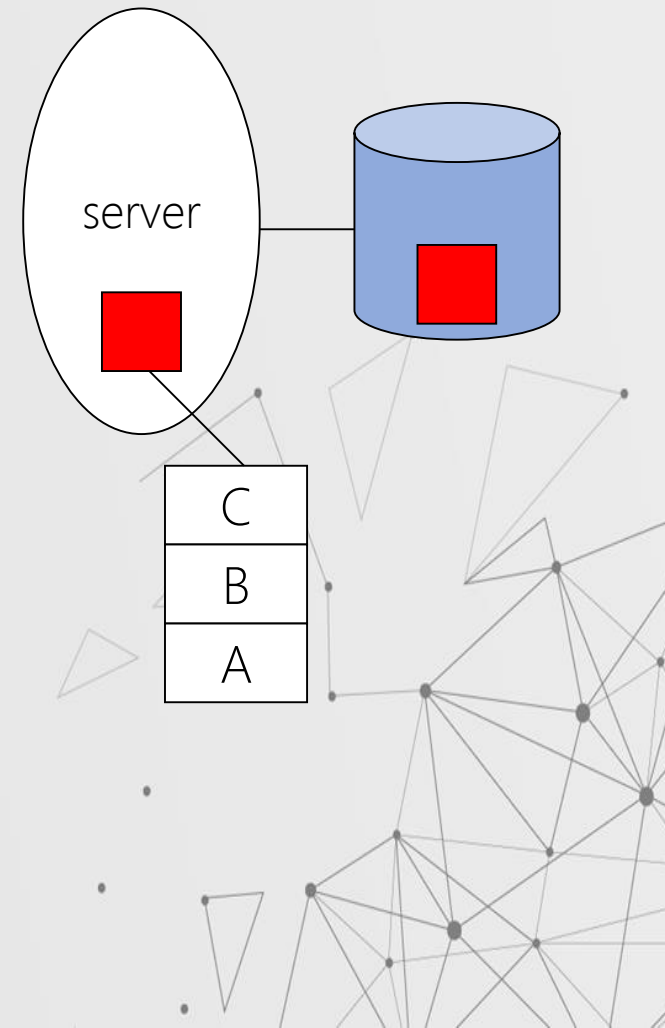
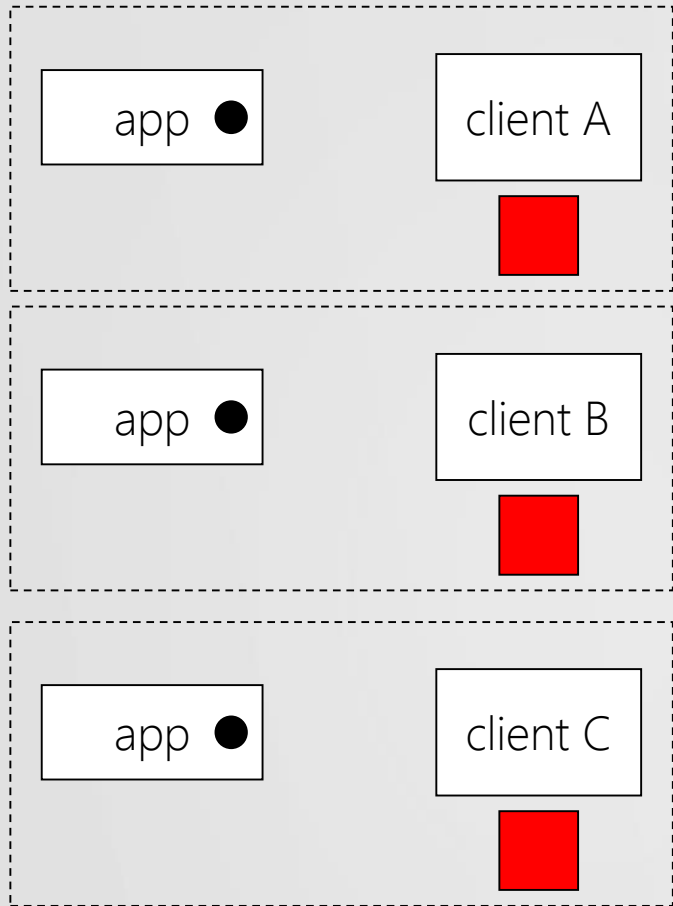
Μοντέλο λειτουργίας AFS (16)



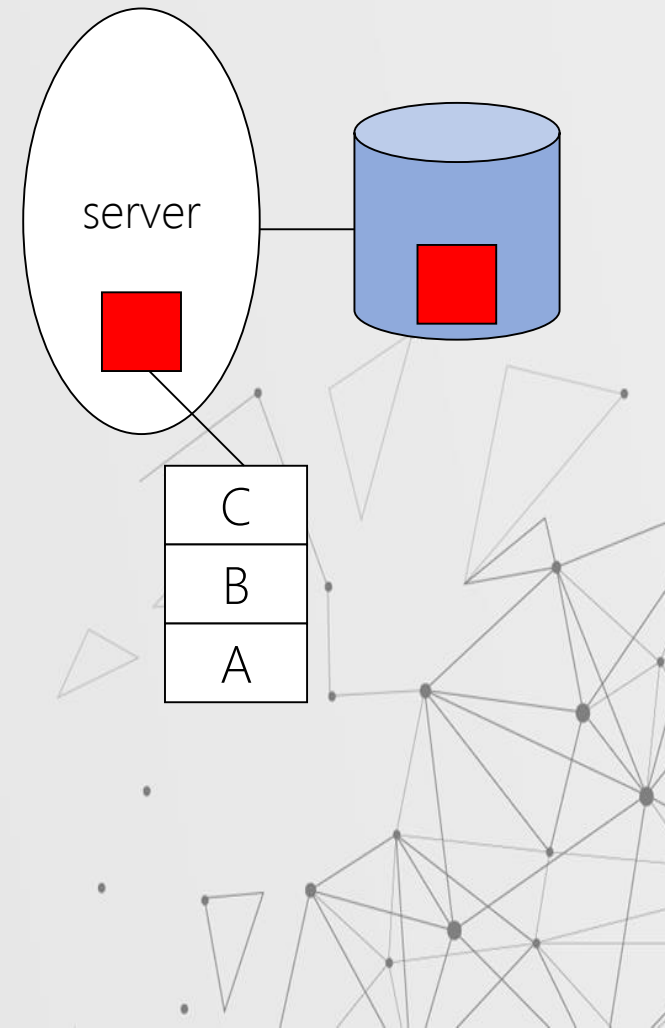
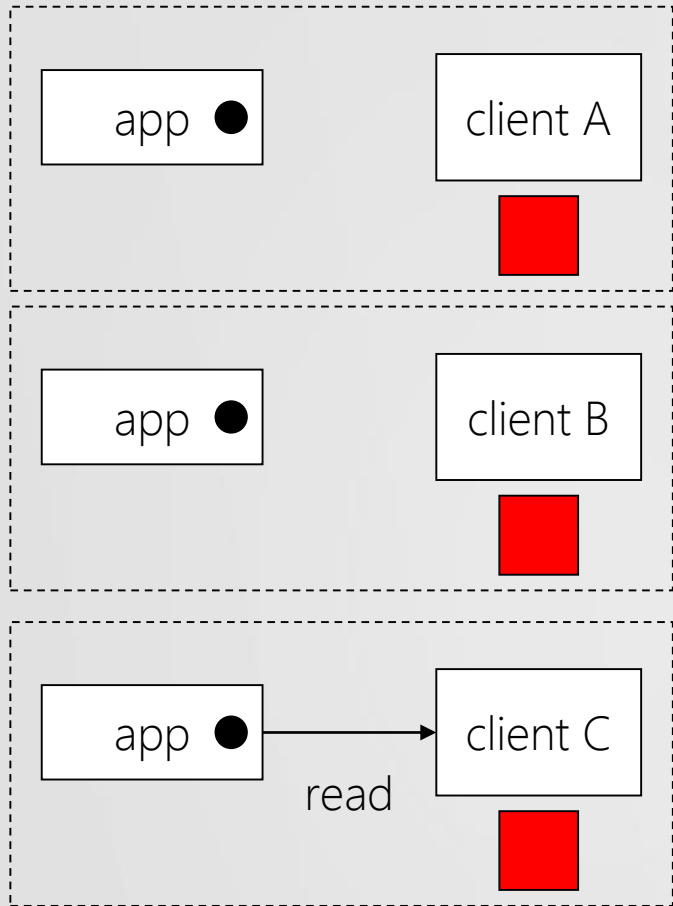
Μοντέλο λειτουργίας AFS (17)



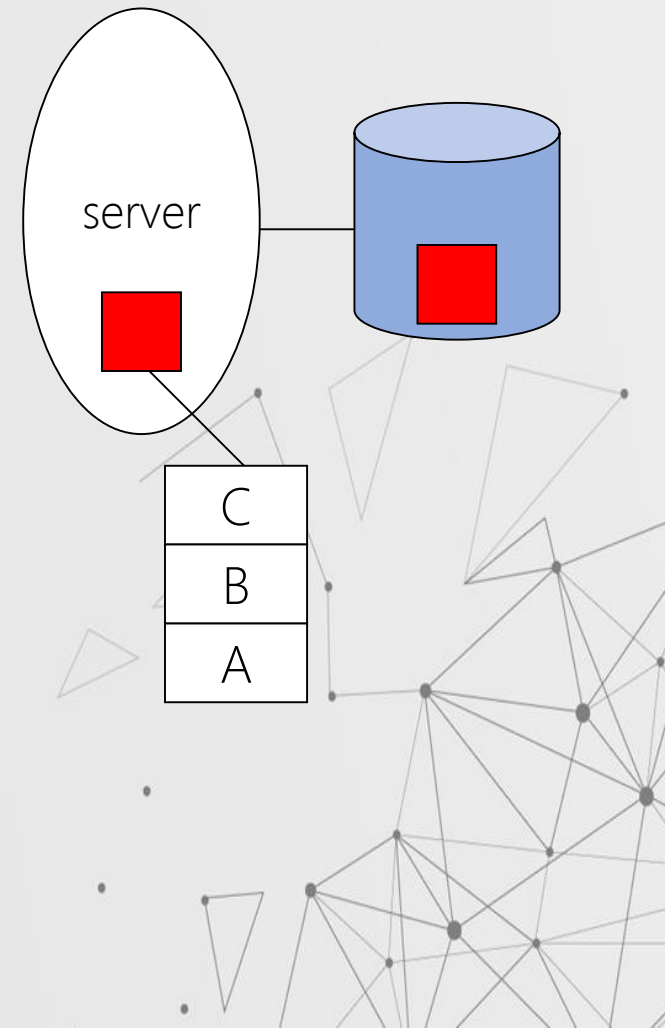
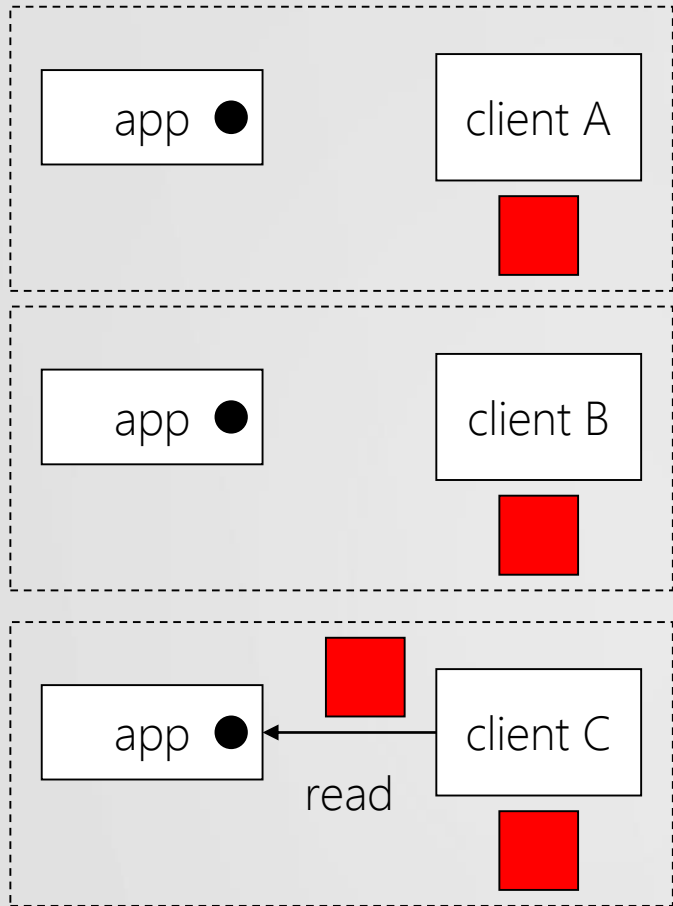
Μοντέλο λειτουργίας AFS (18)



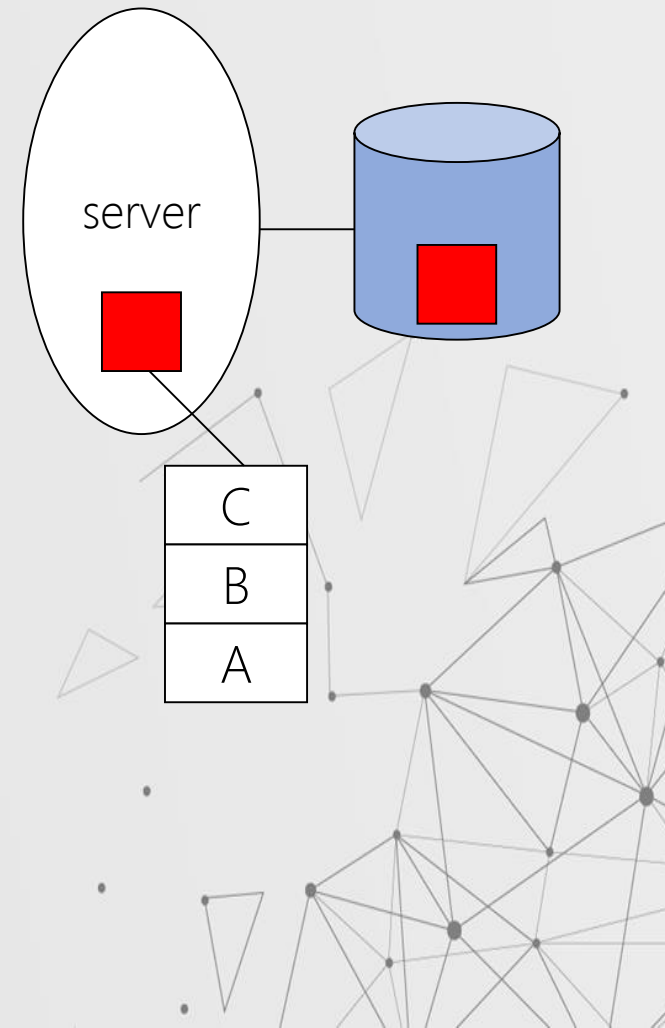
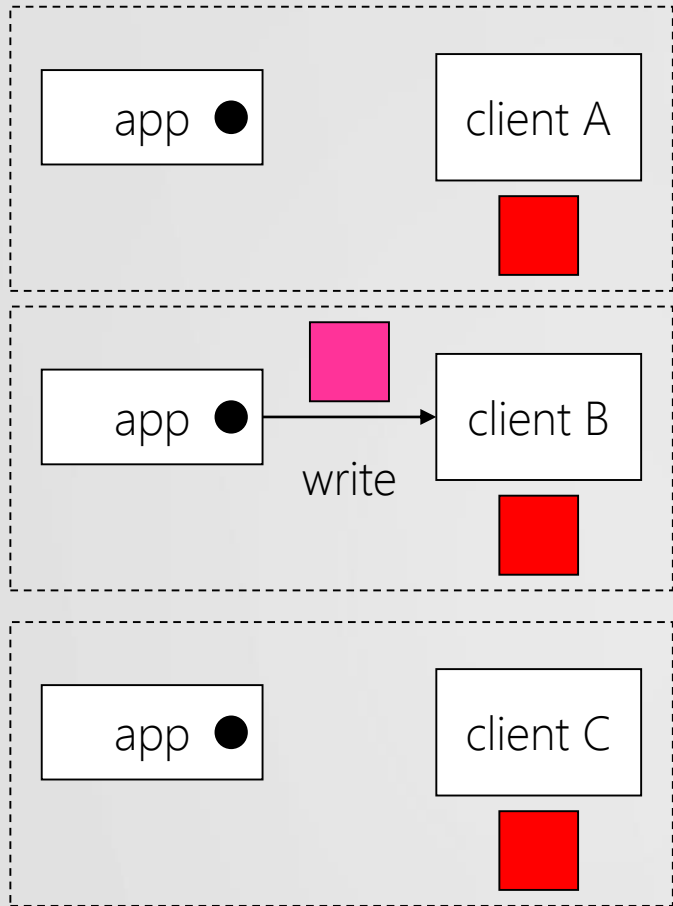
Μοντέλο λειτουργίας AFS (19)



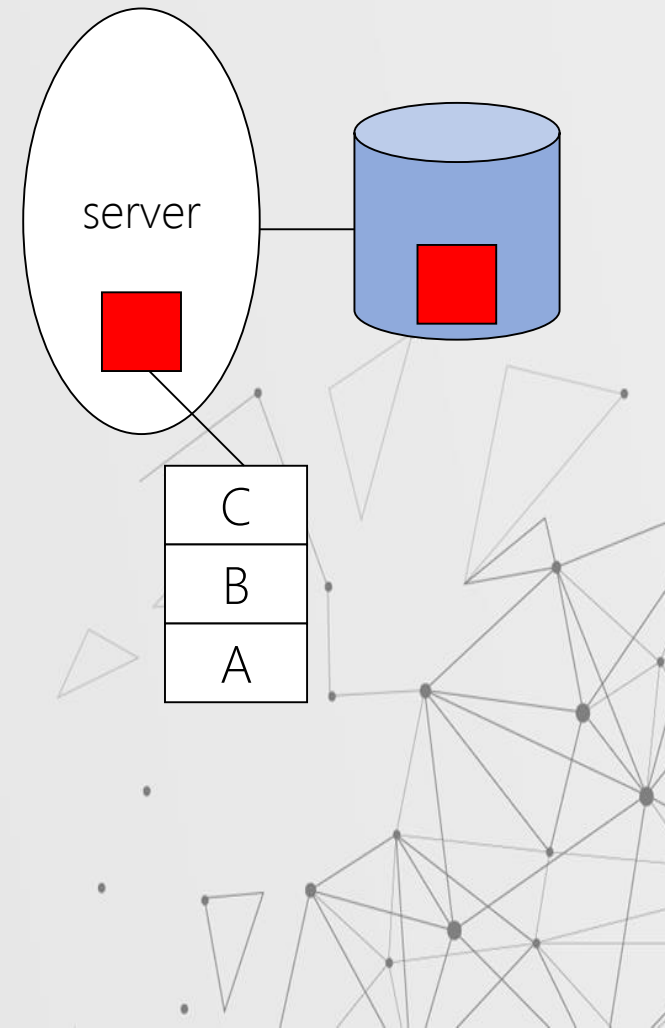
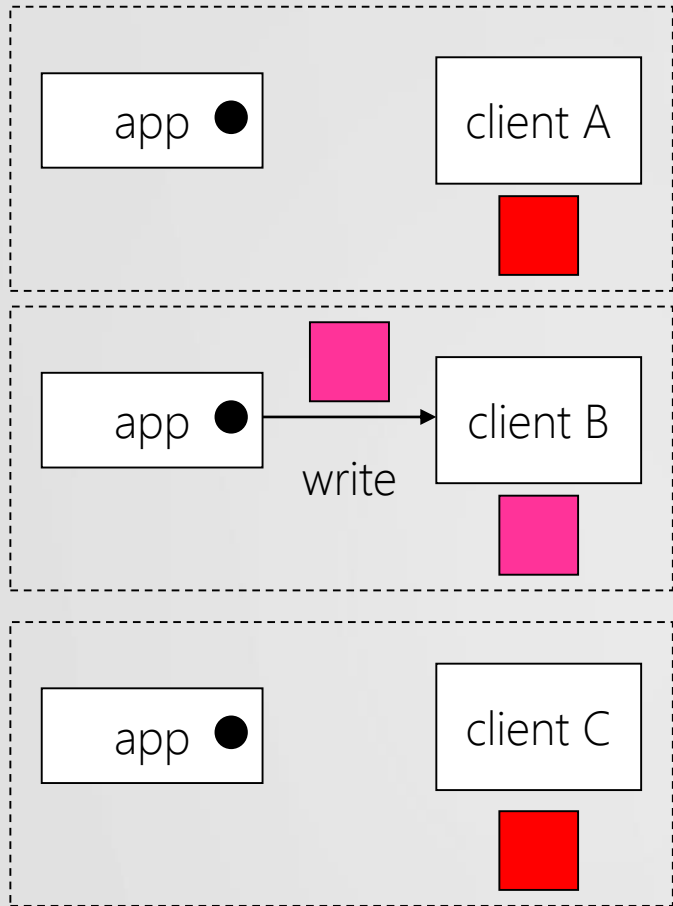
Μοντέλο λειτουργίας AFS (20)



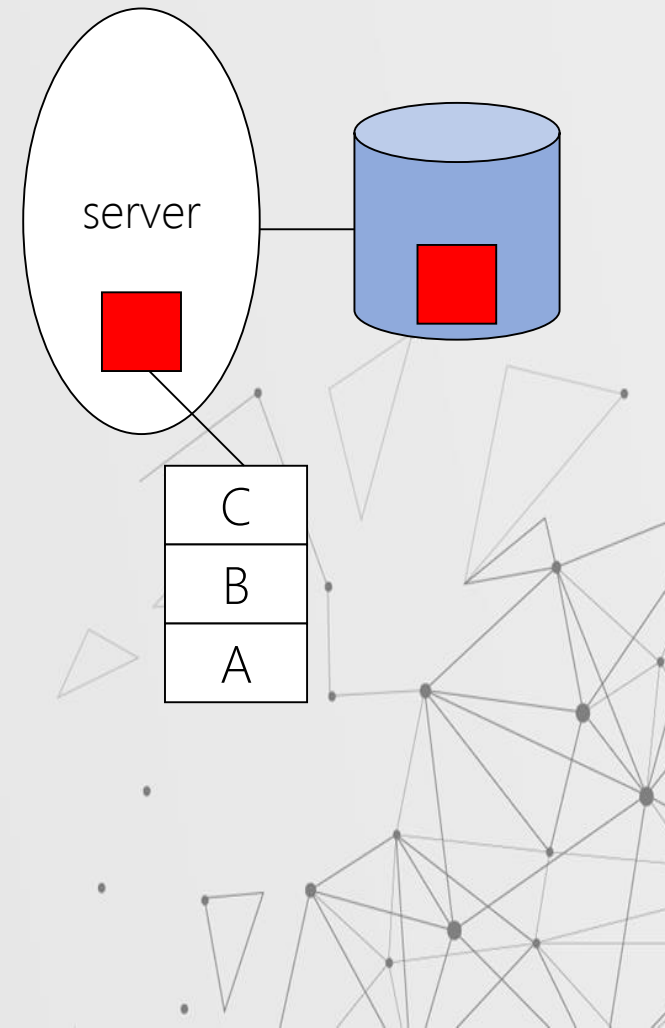
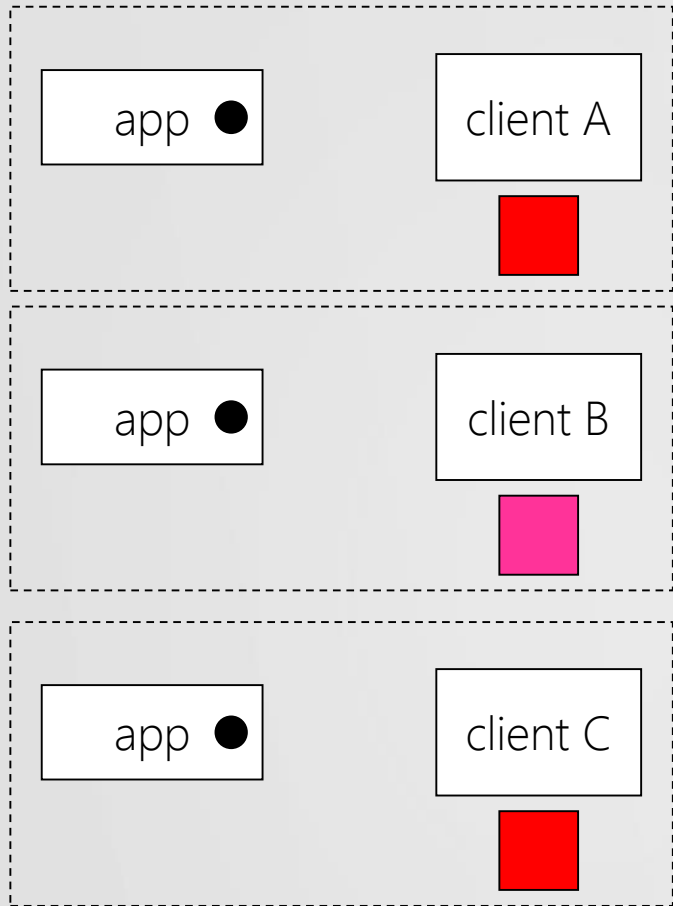
Μοντέλο λειτουργίας AFS (21)



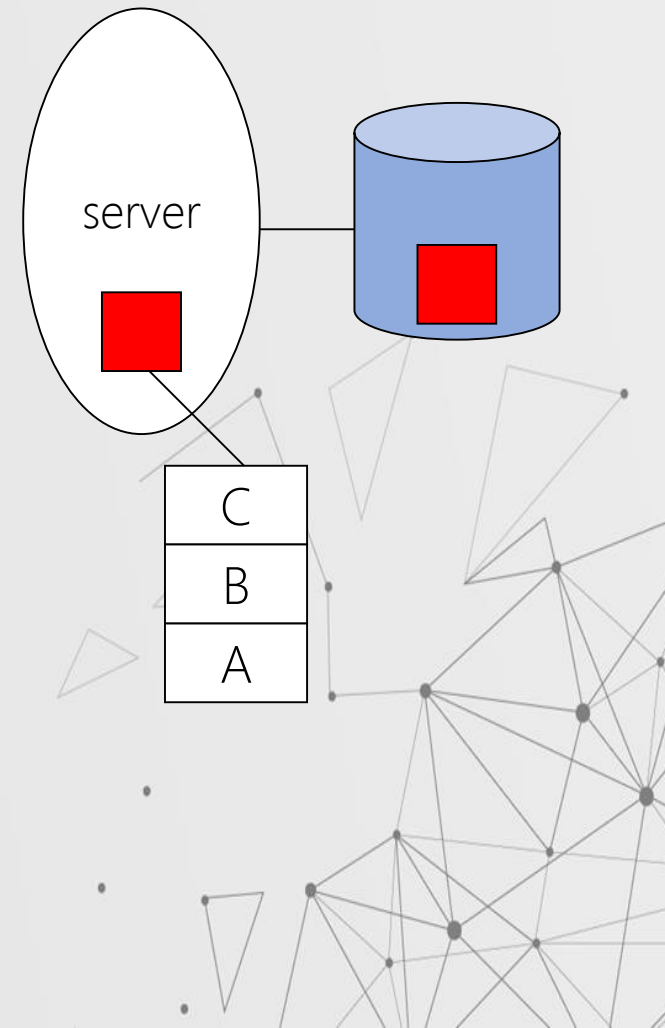
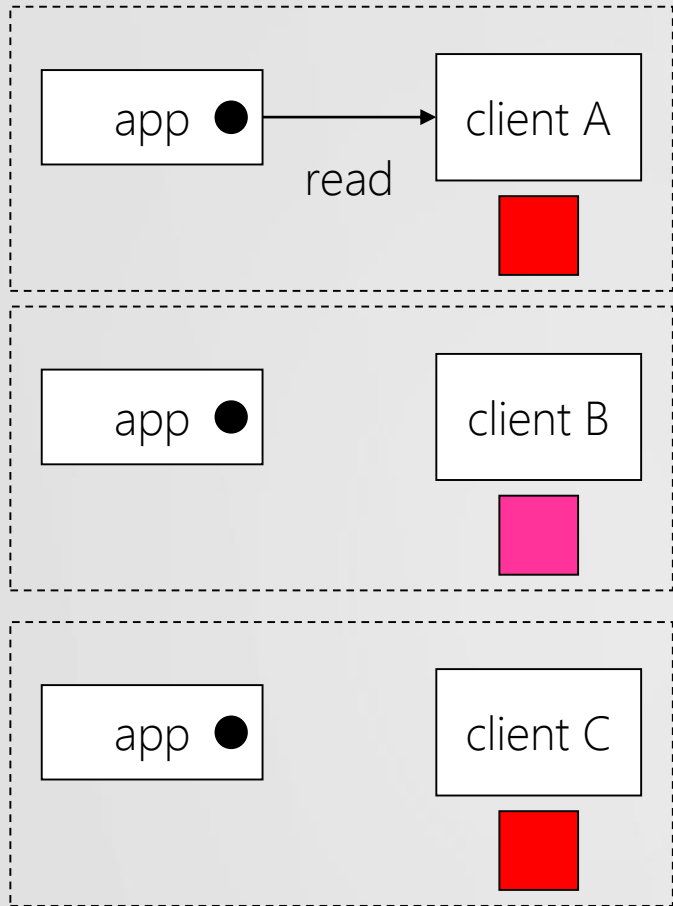
Μοντέλο λειτουργίας AFS (22)



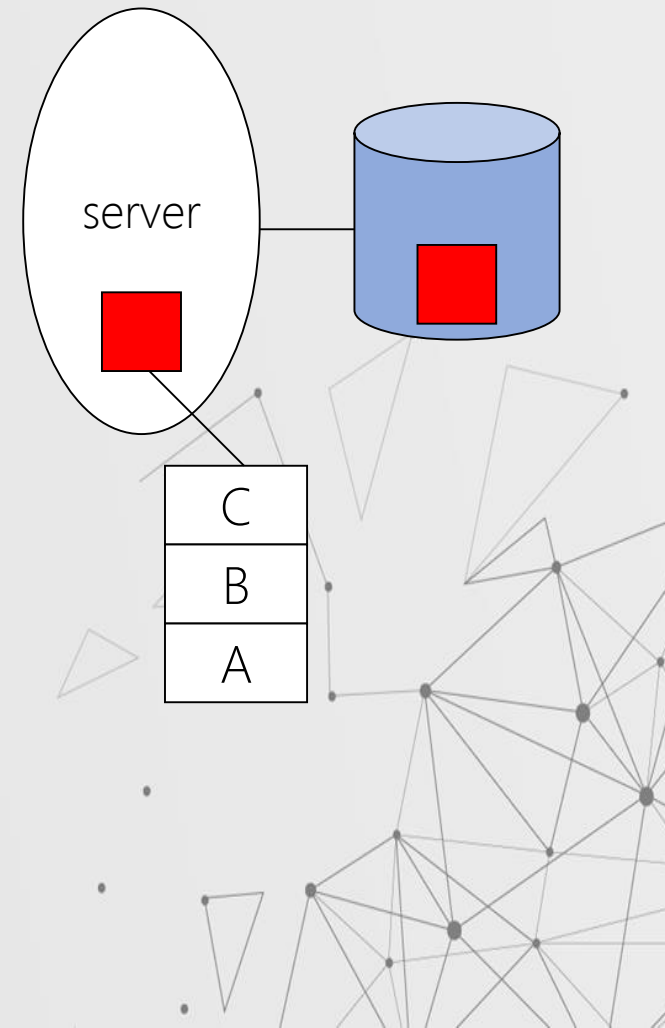
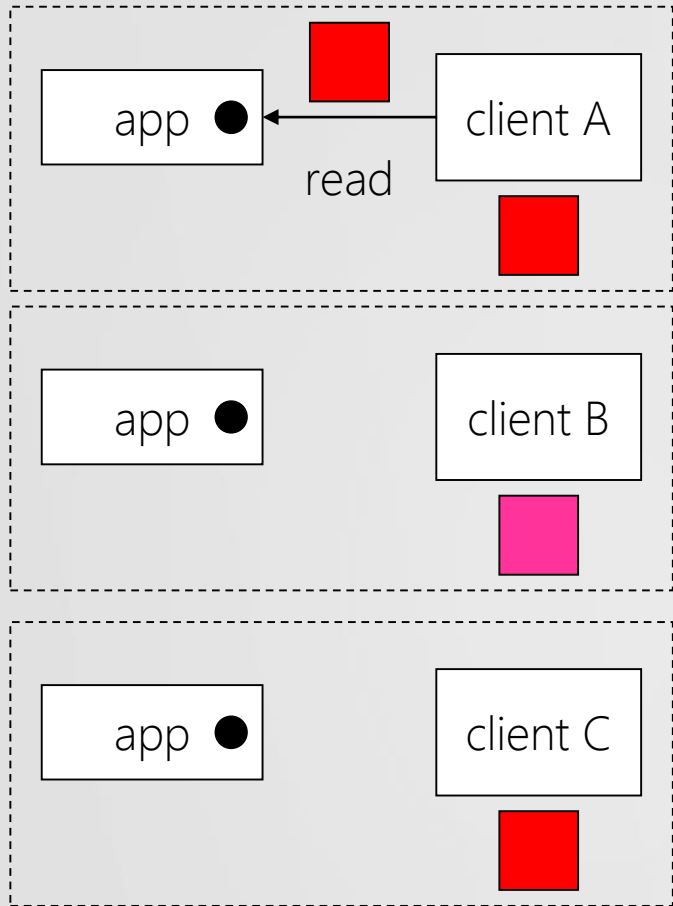
Μοντέλο λειτουργίας AFS (23)



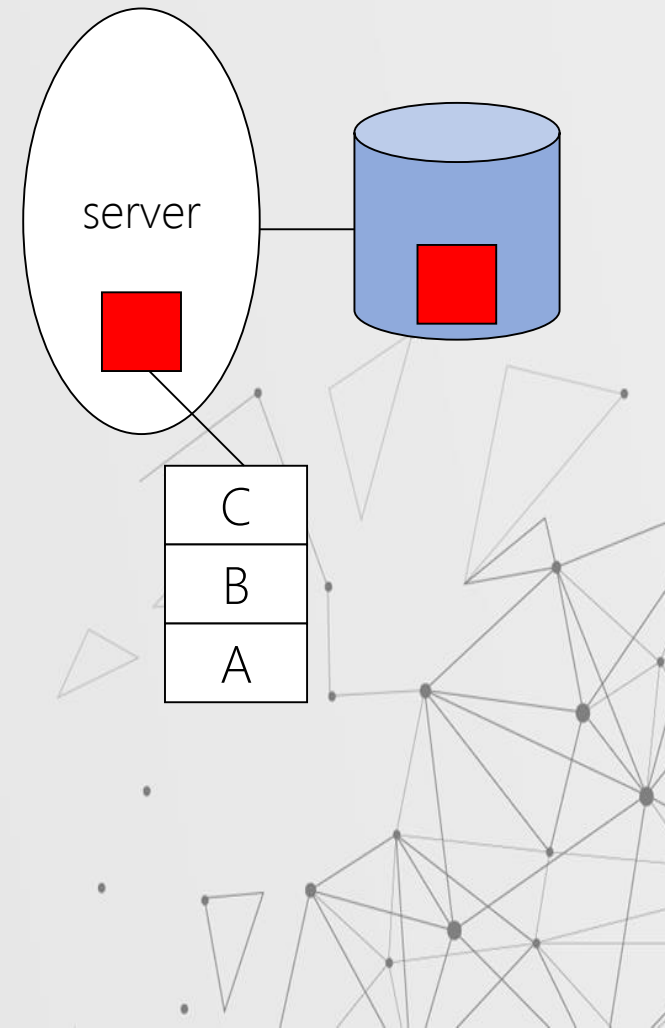
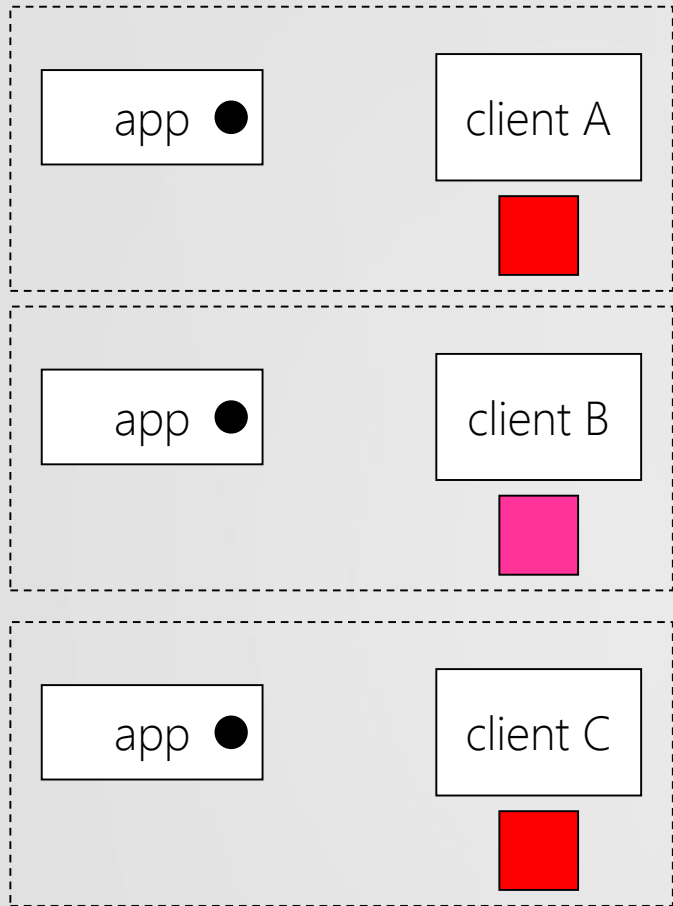
Μοντέλο λειτουργίας AFS (24)



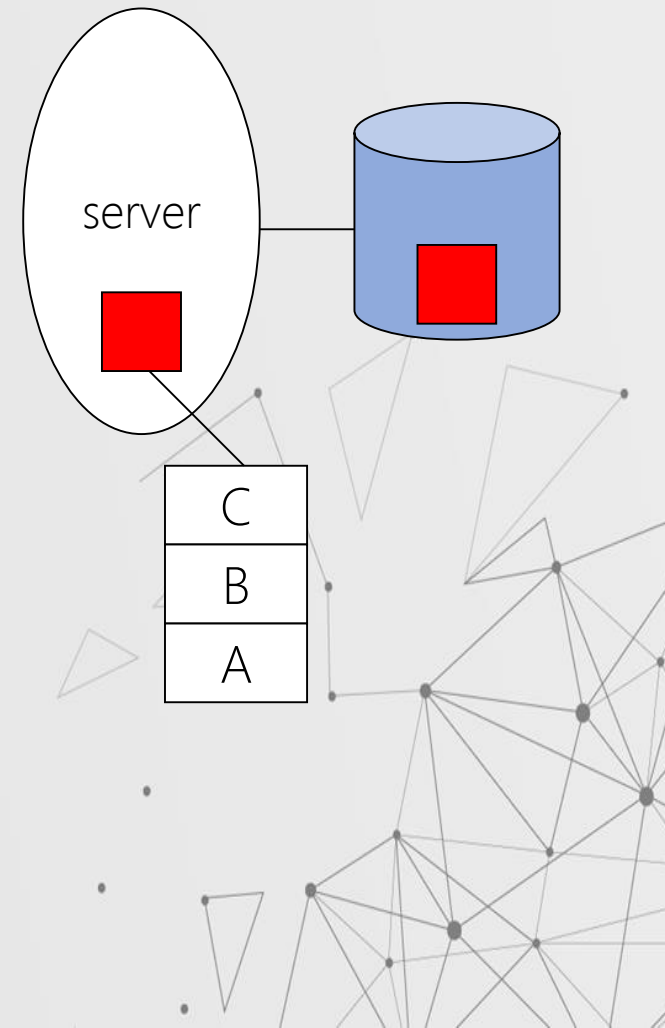
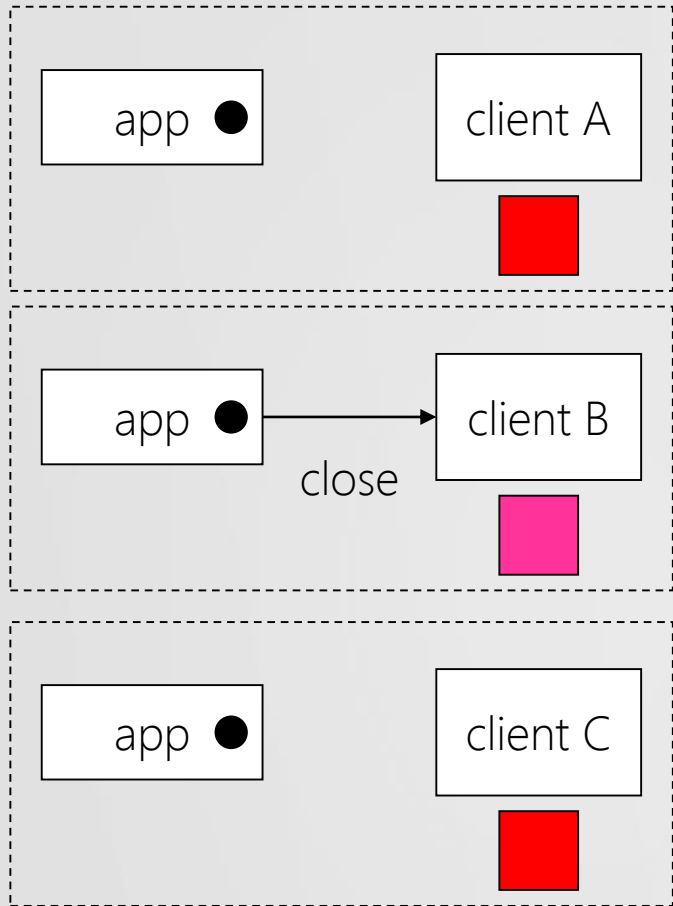
Μοντέλο λειτουργίας AFS (25)



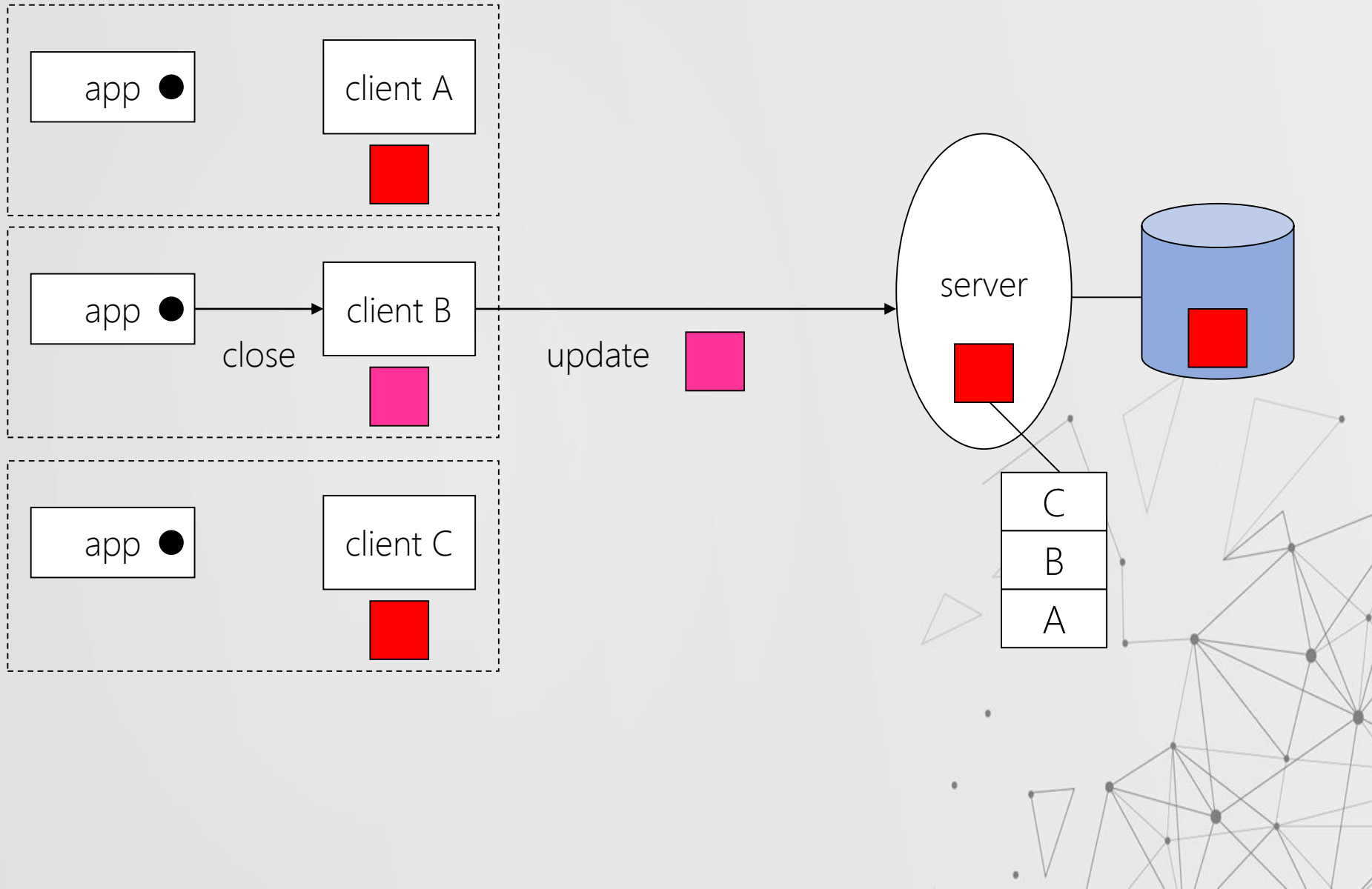
Μοντέλο λειτουργίας AFS (26)



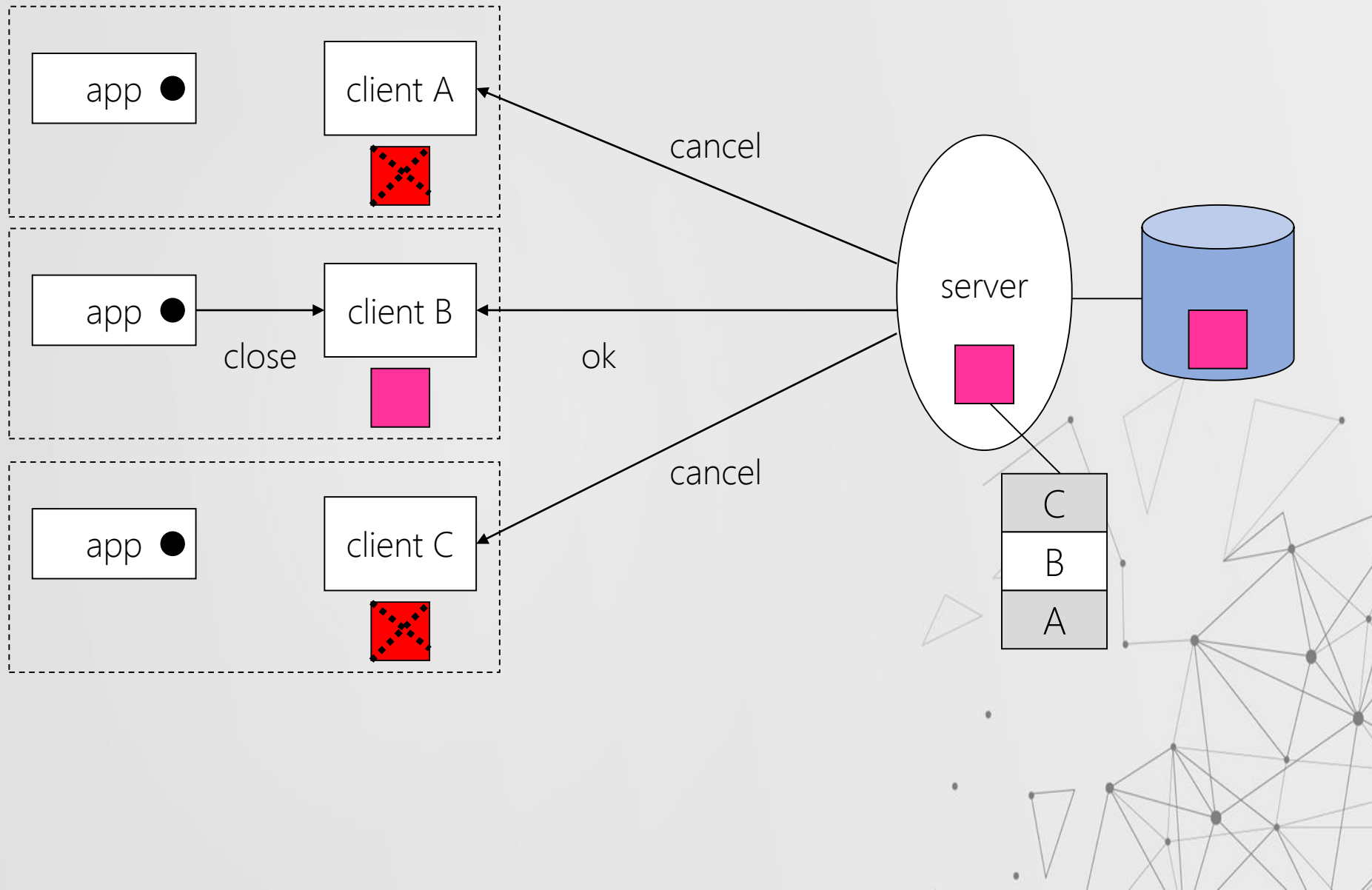
Μοντέλο λειτουργίας AFS (27)



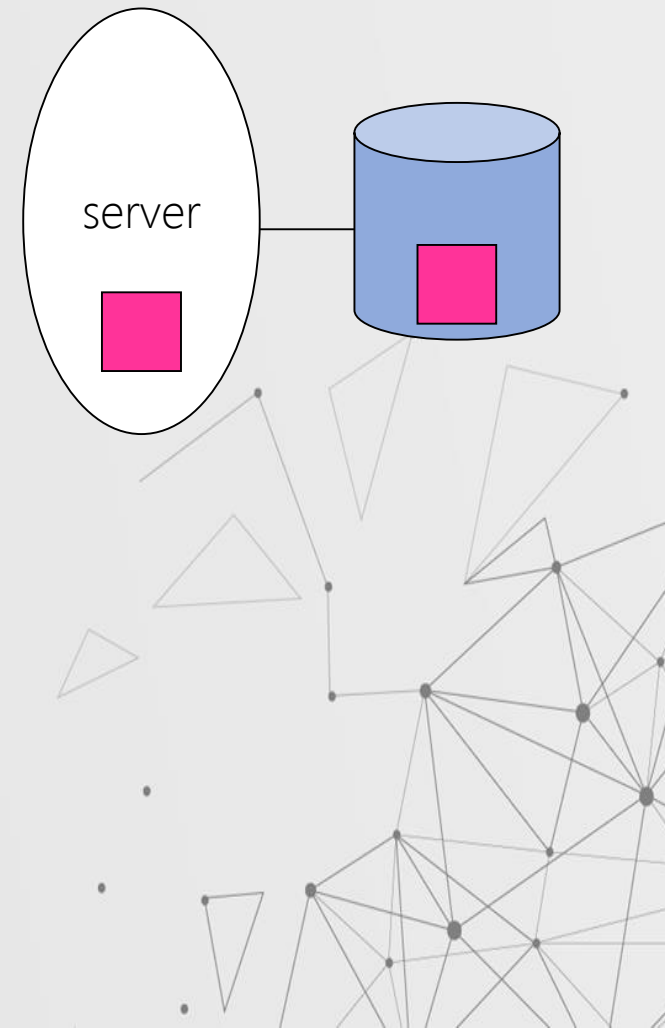
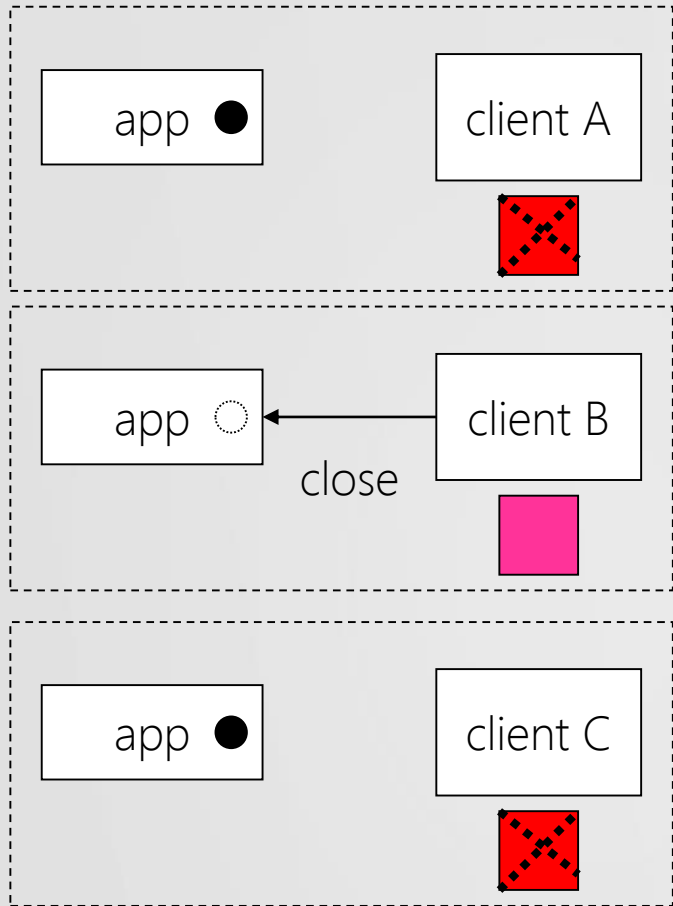
Μοντέλο λειτουργίας AFS (28)



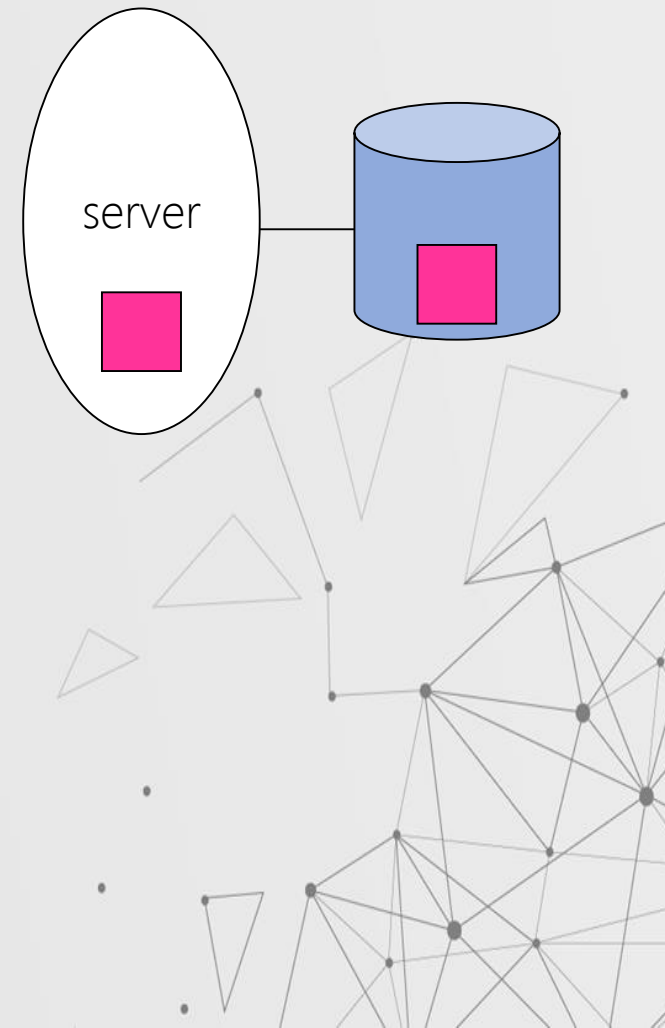
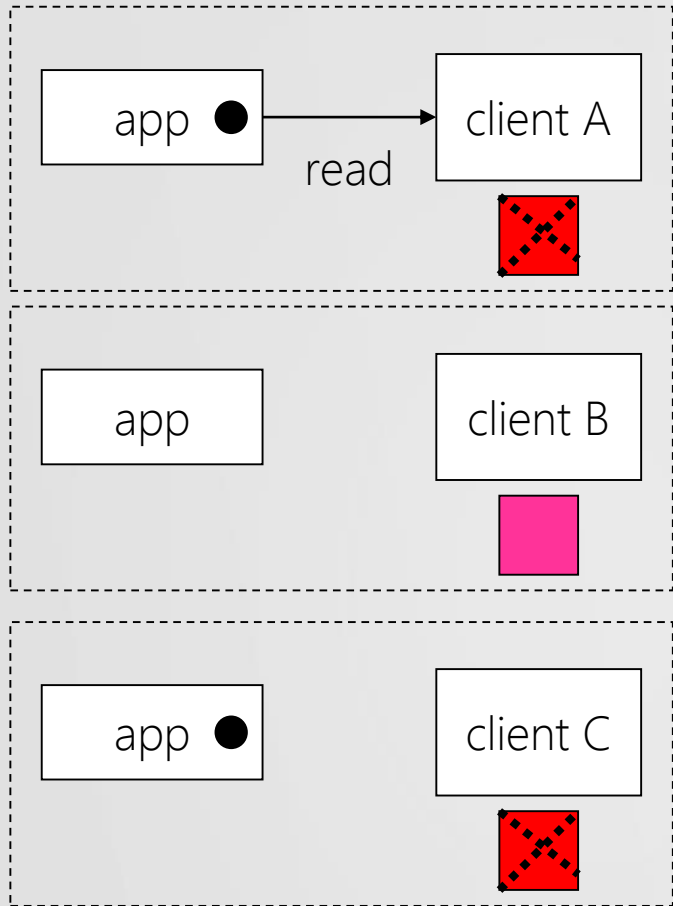
Μοντέλο λειτουργίας AFS (29)



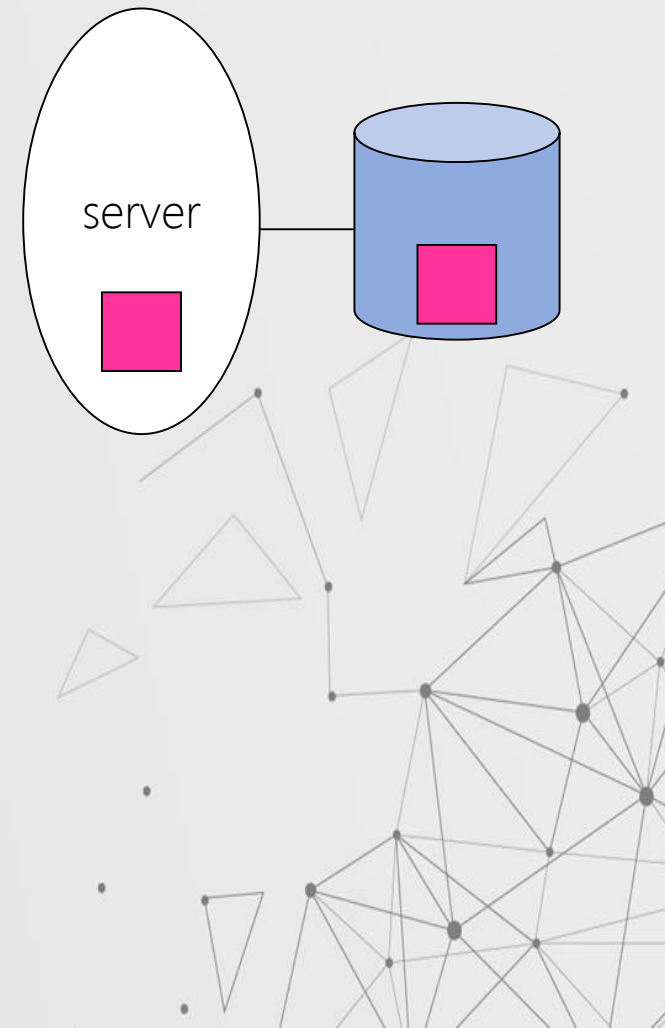
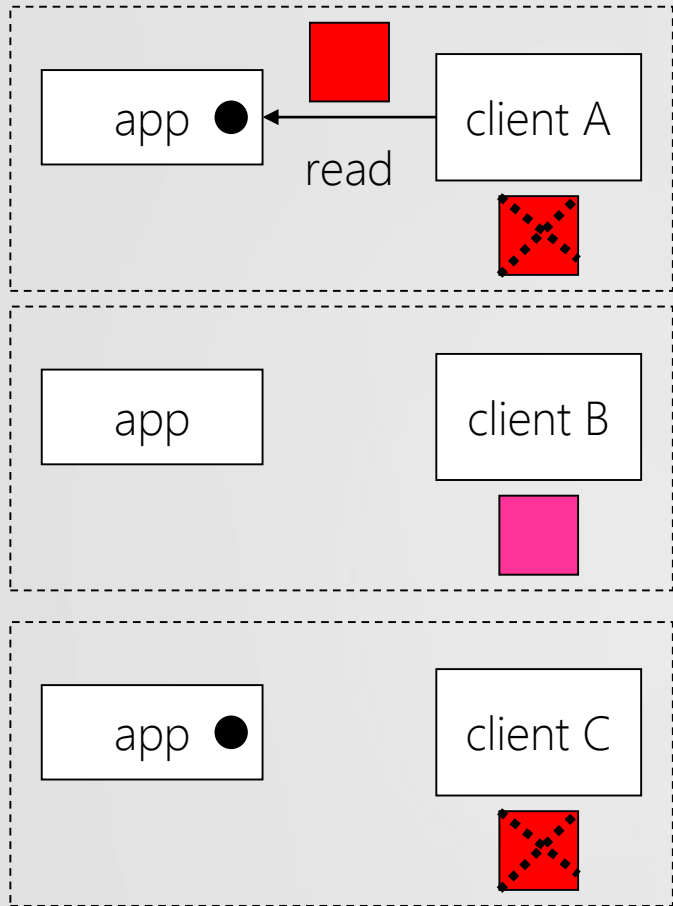
Μοντέλο λειτουργίας AFS (30)



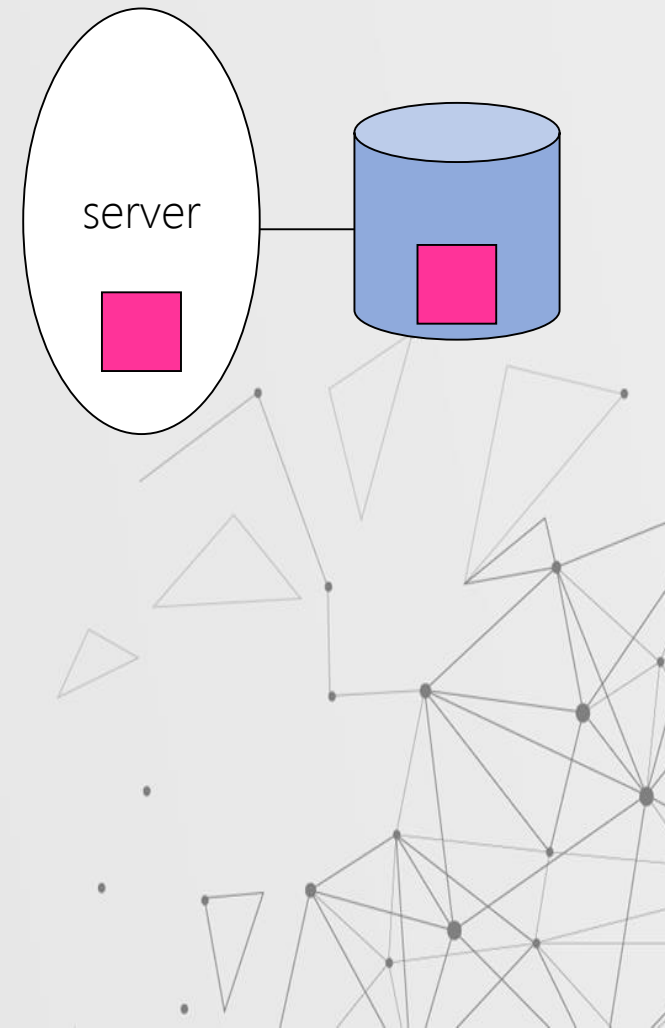
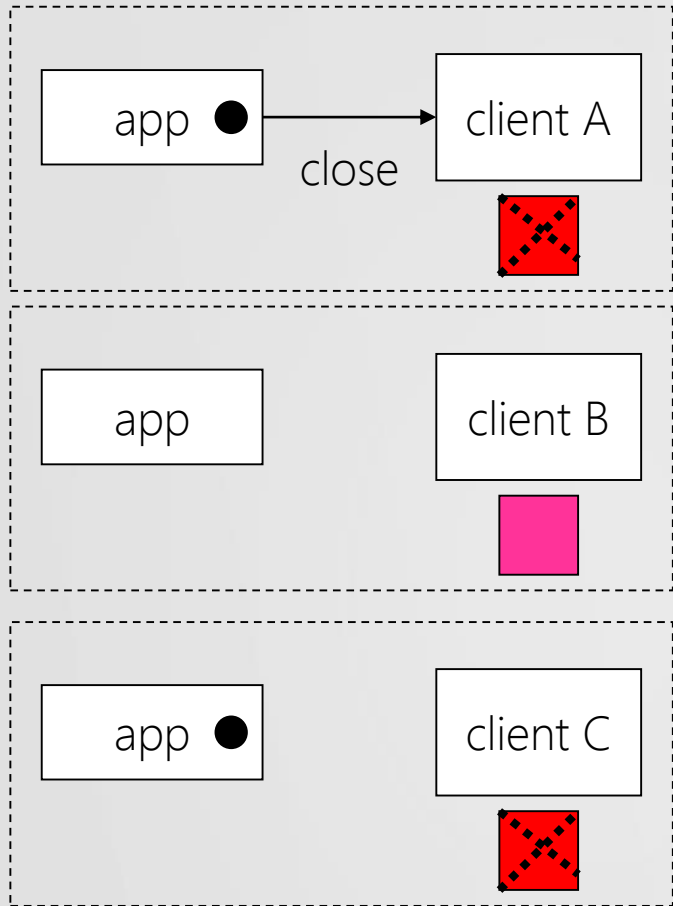
Μοντέλο λειτουργίας AFS (31)



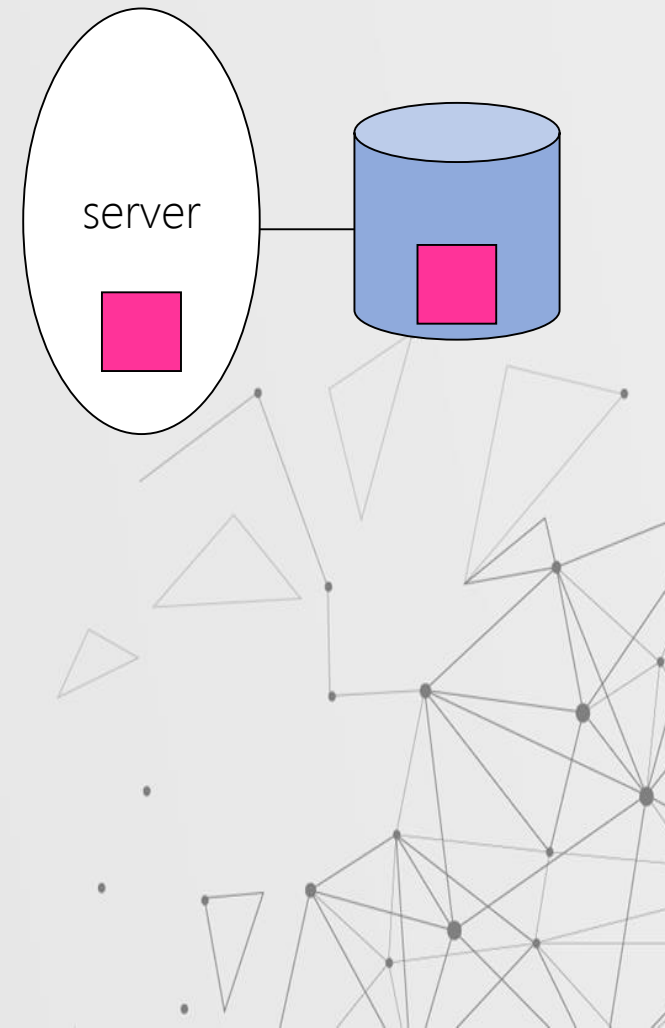
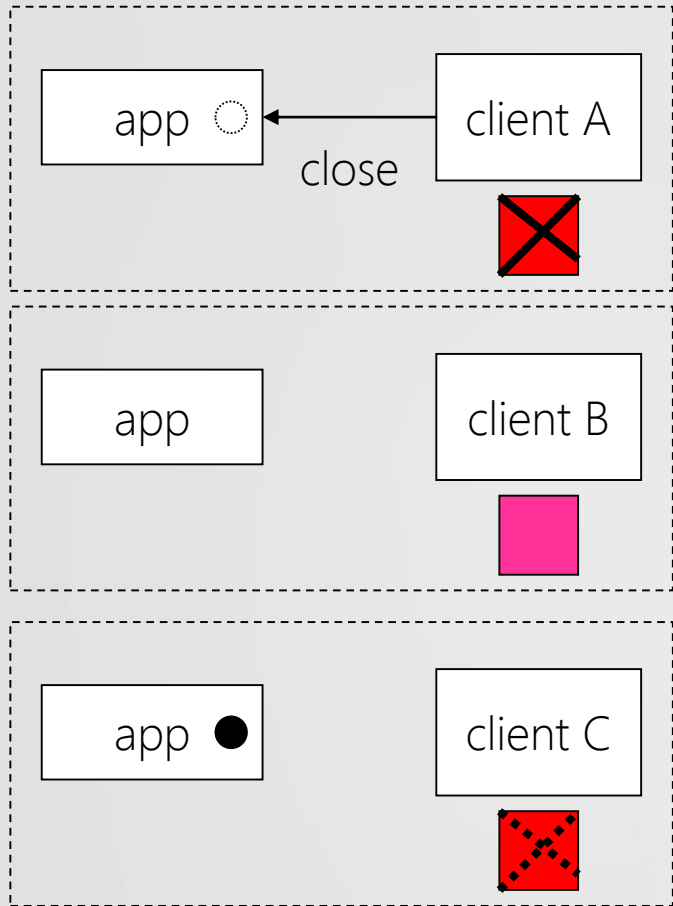
Μοντέλο λειτουργίας AFS (32)



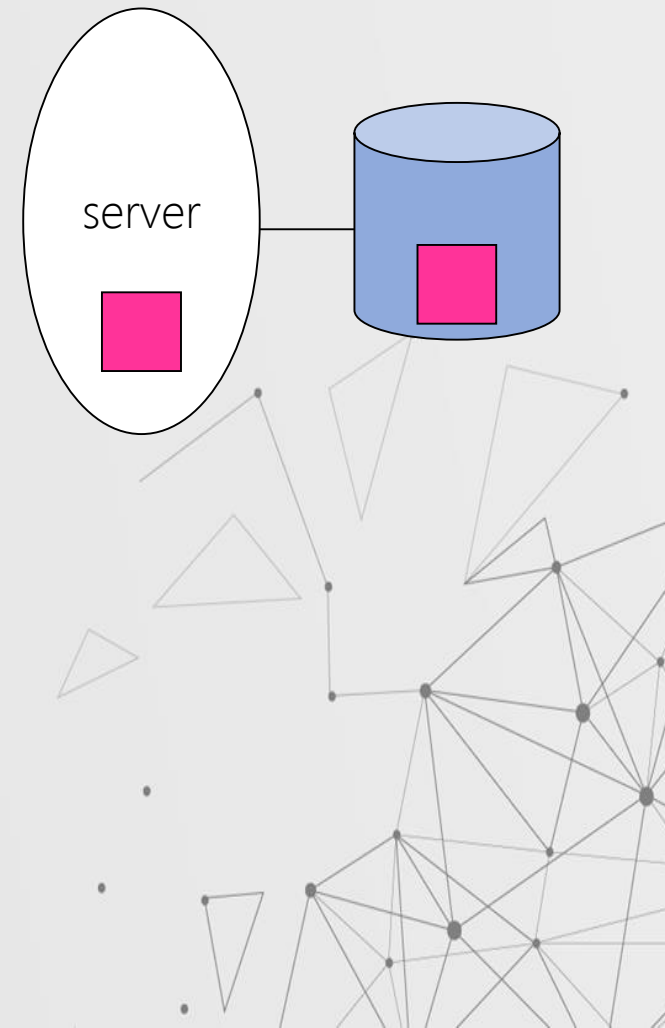
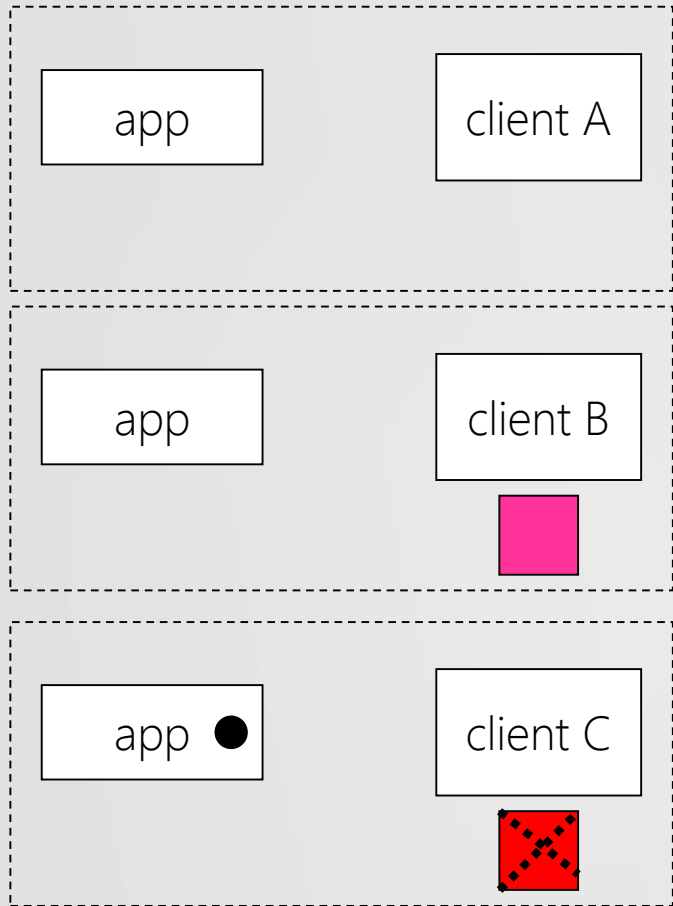
Μοντέλο λειτουργίας AFS (34)



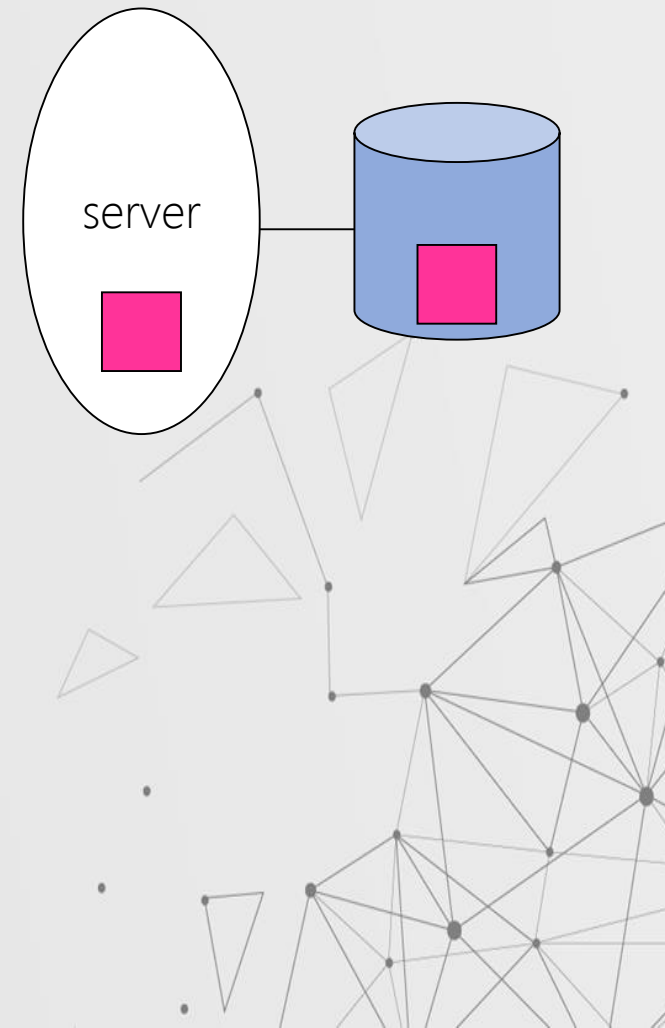
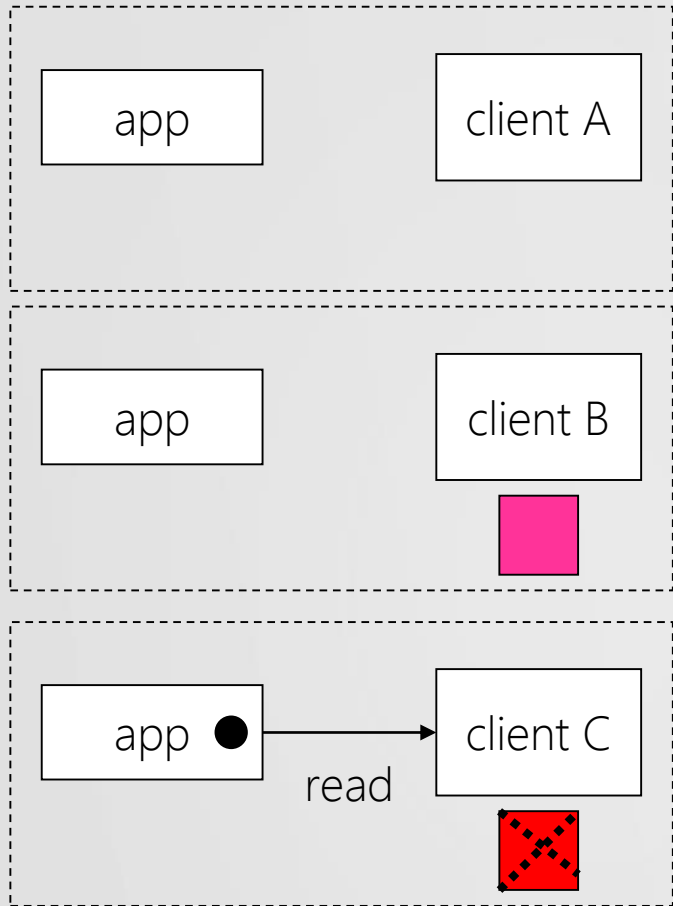
Μοντέλο λειτουργίας AFS (35)



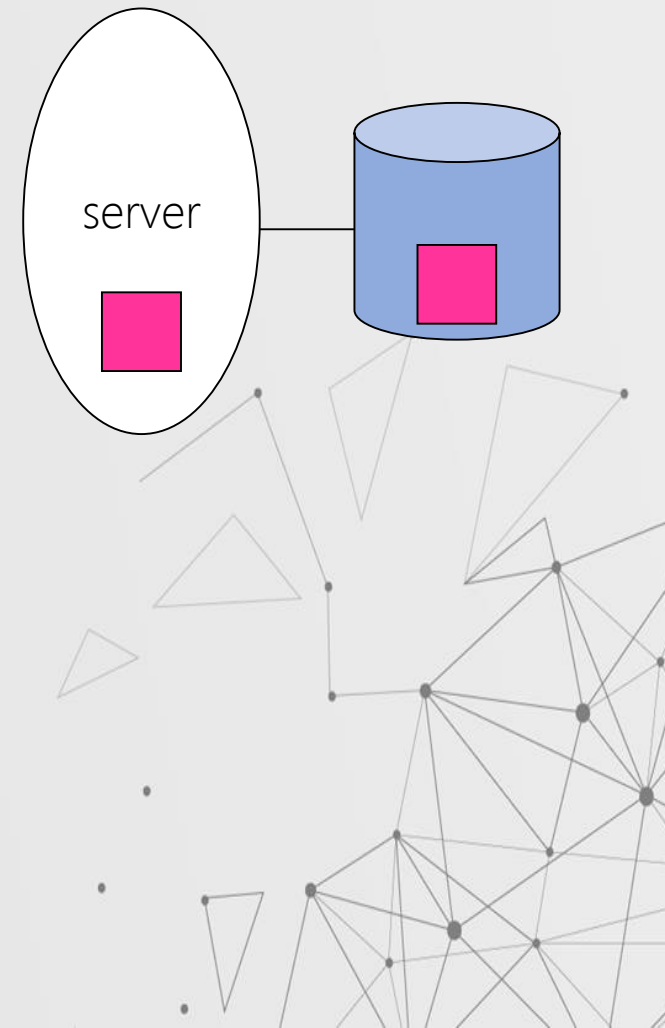
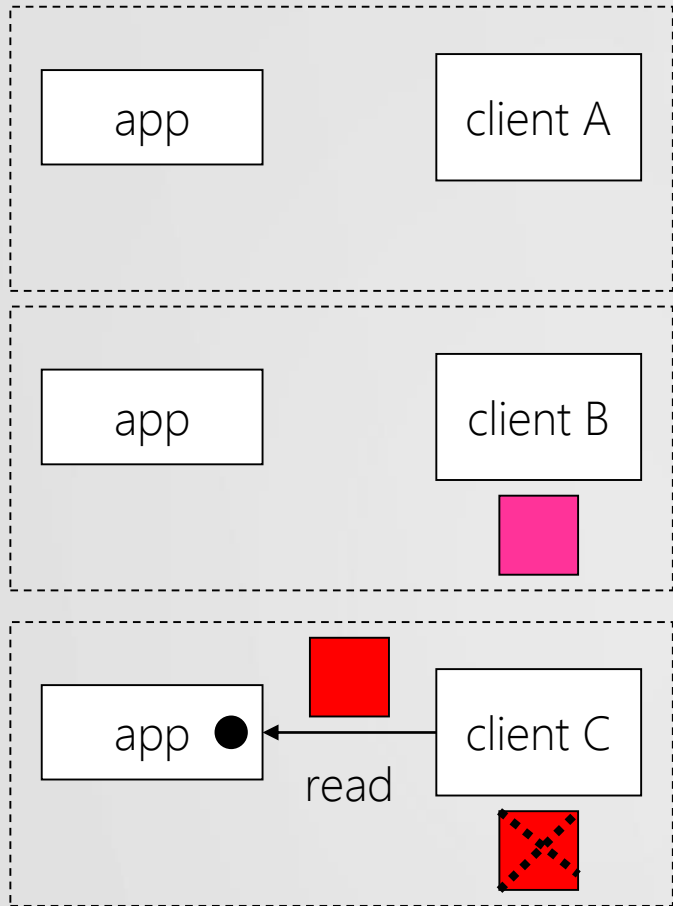
Μοντέλο λειτουργίας AFS (36)



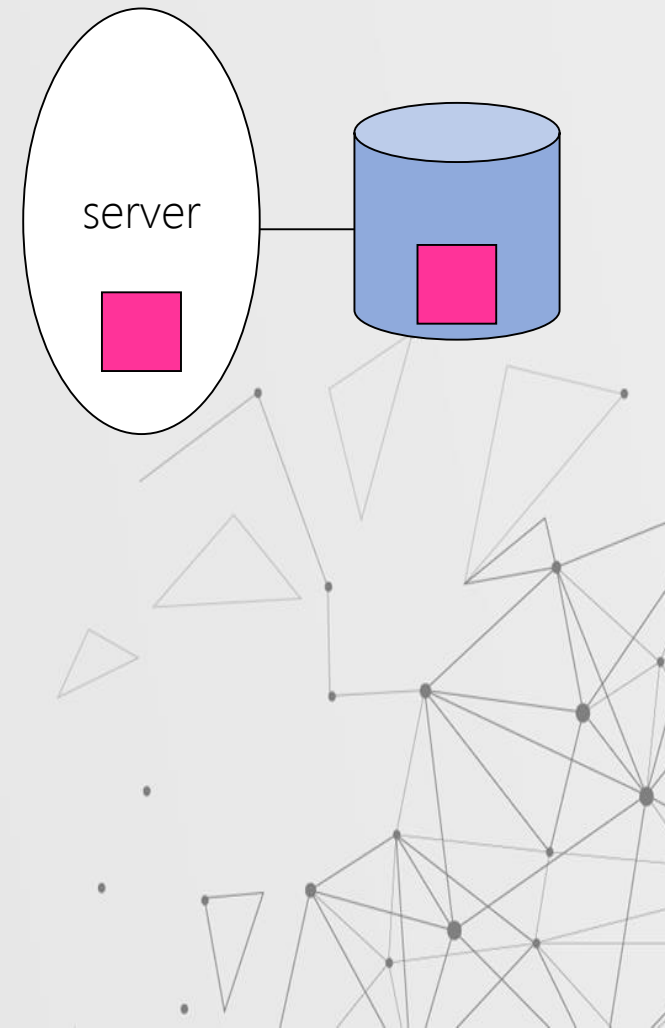
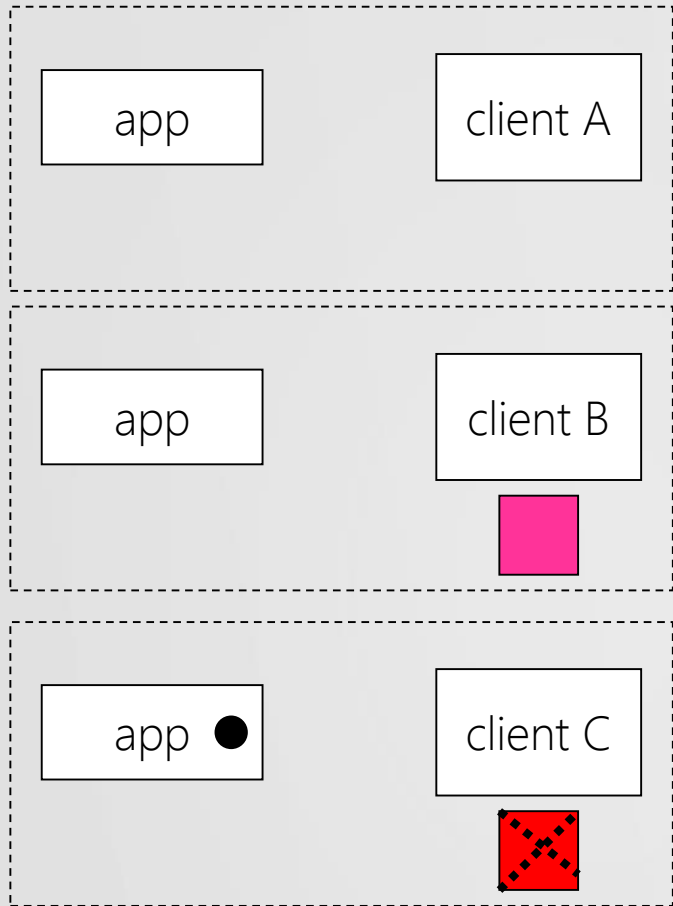
Μοντέλο λειτουργίας AFS (37)



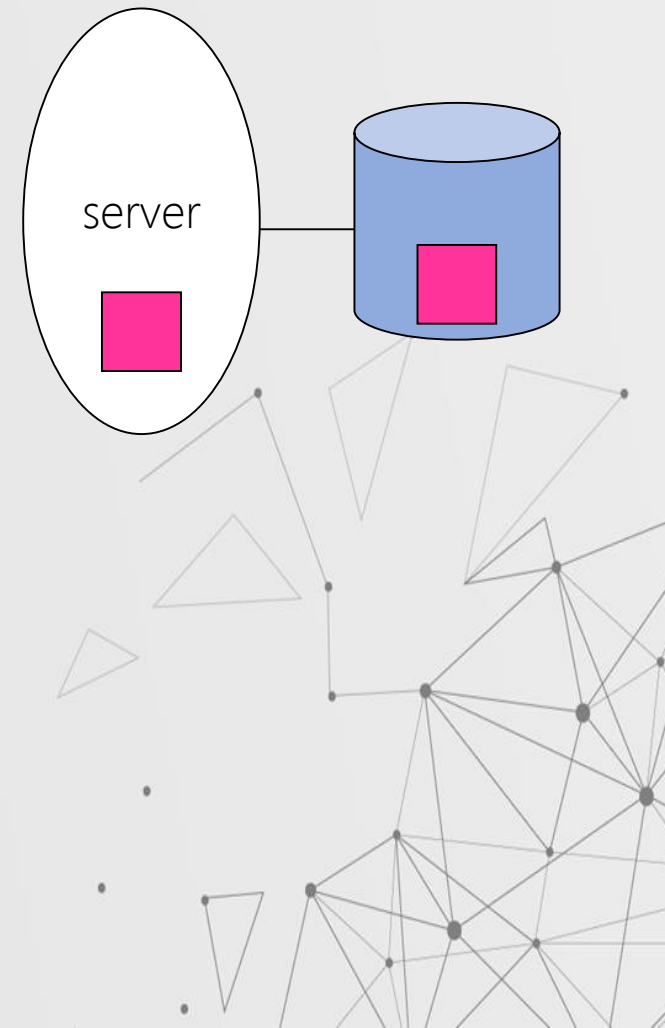
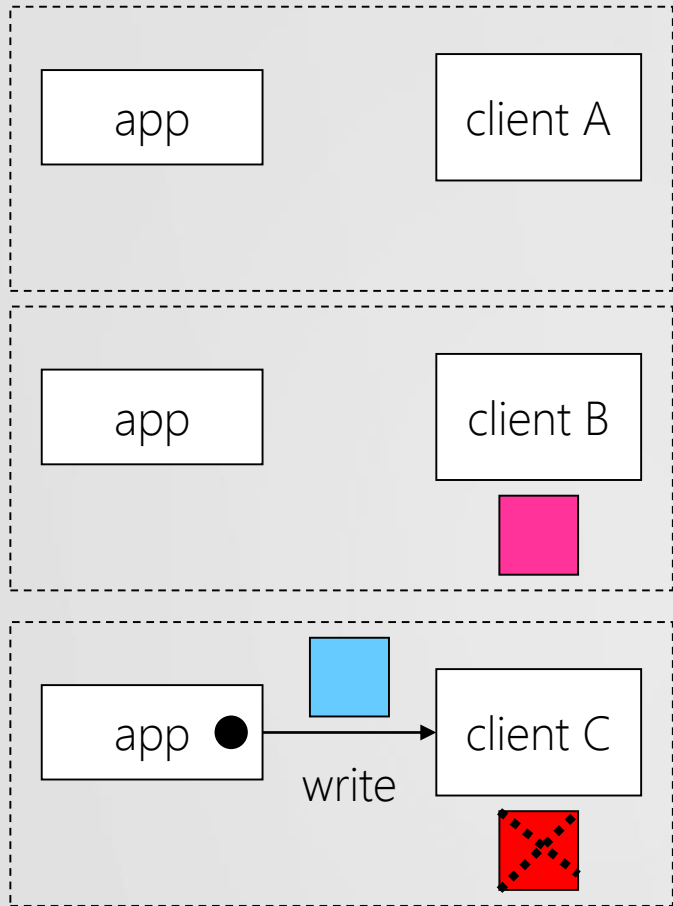
Μοντέλο λειτουργίας AFS (38)



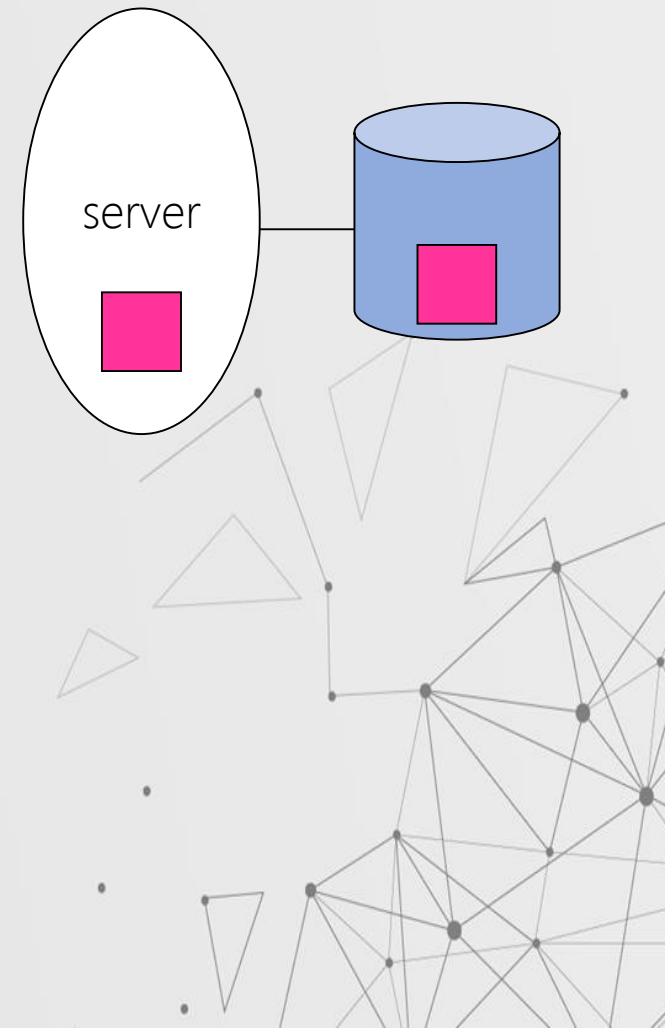
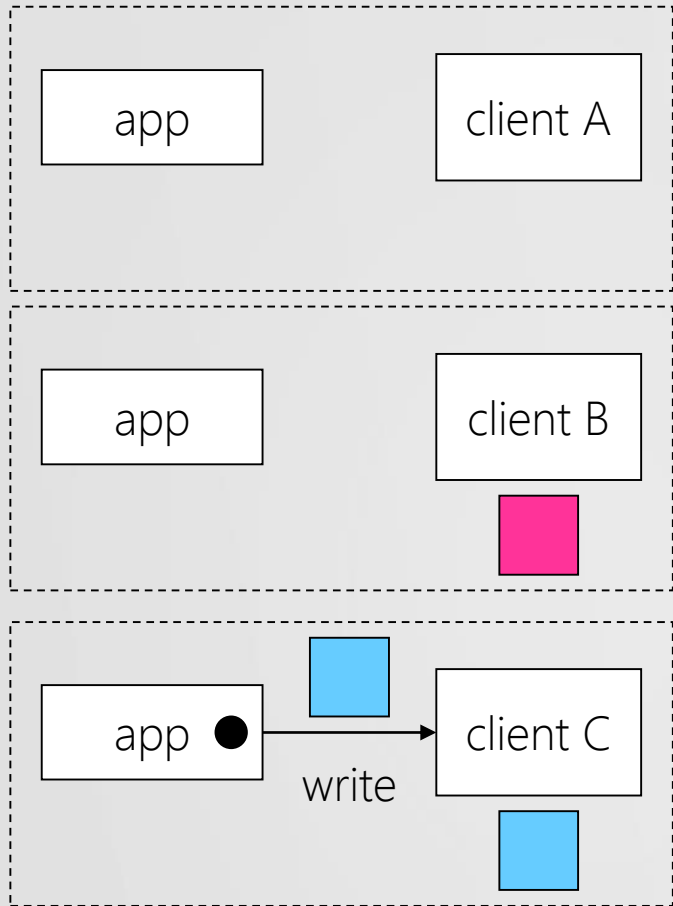
Μοντέλο λειτουργίας AFS (39)



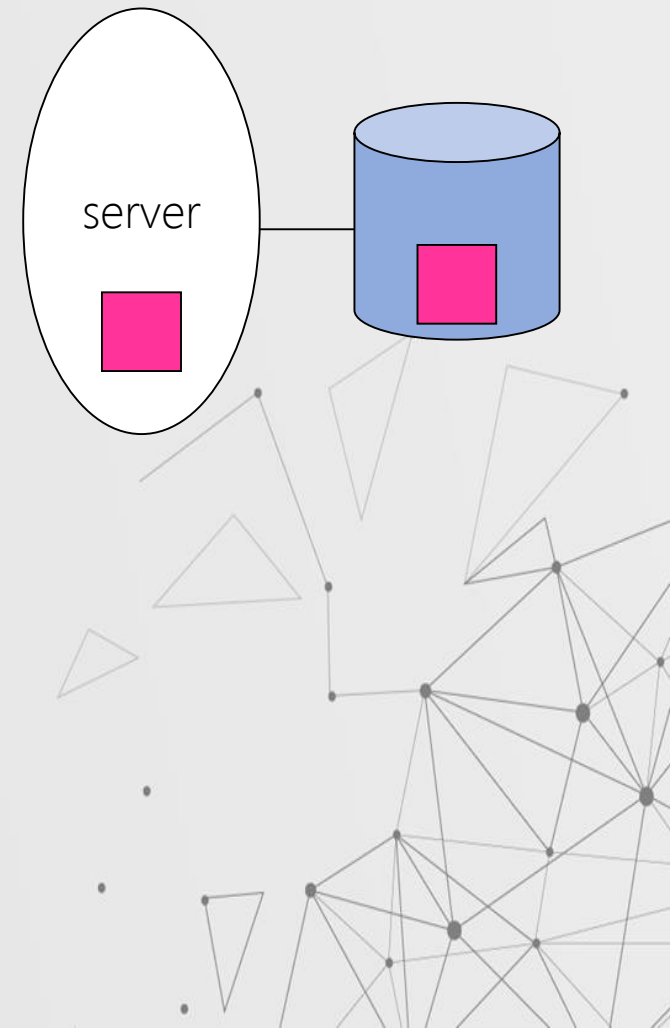
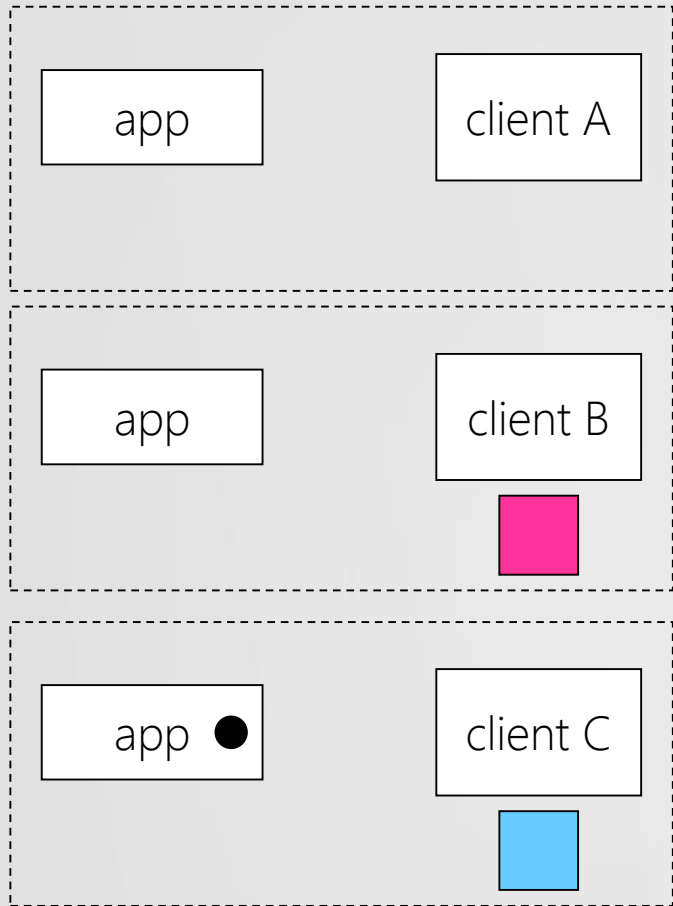
Μοντέλο λειτουργίας AFS (40)



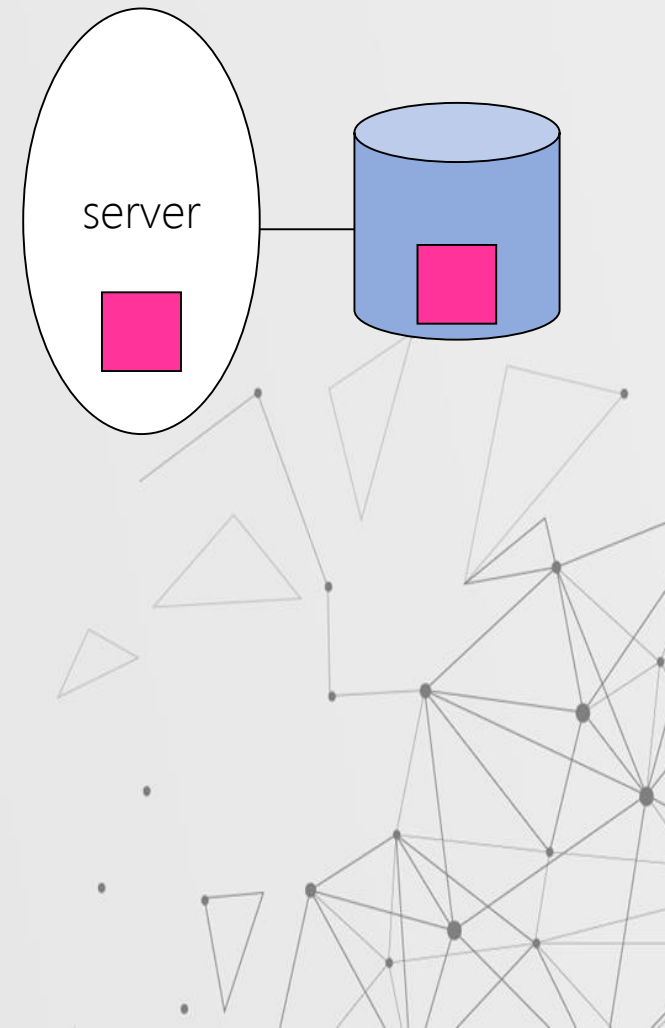
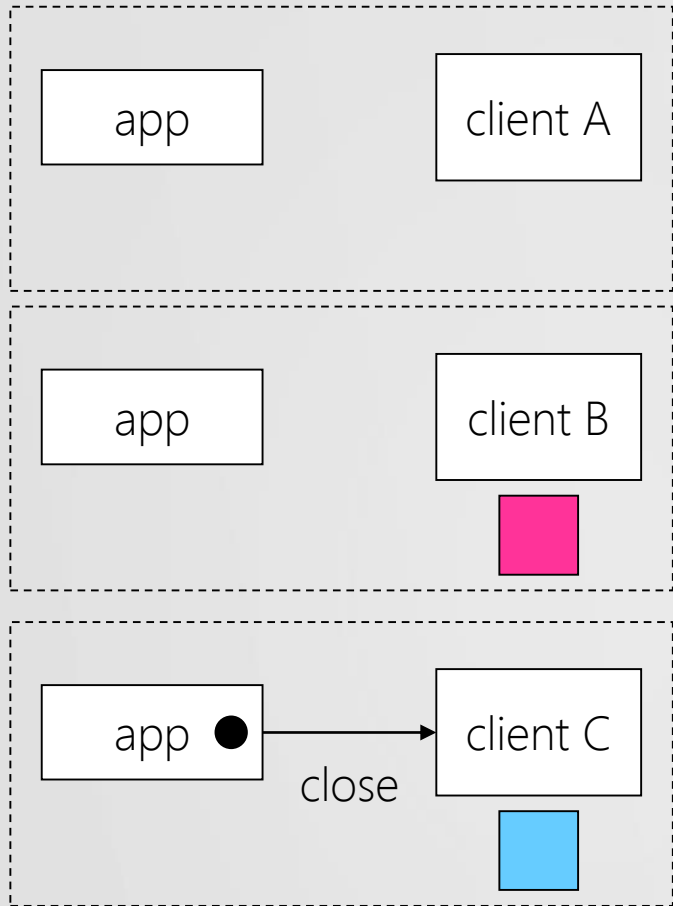
Μοντέλο λειτουργίας AFS (41)



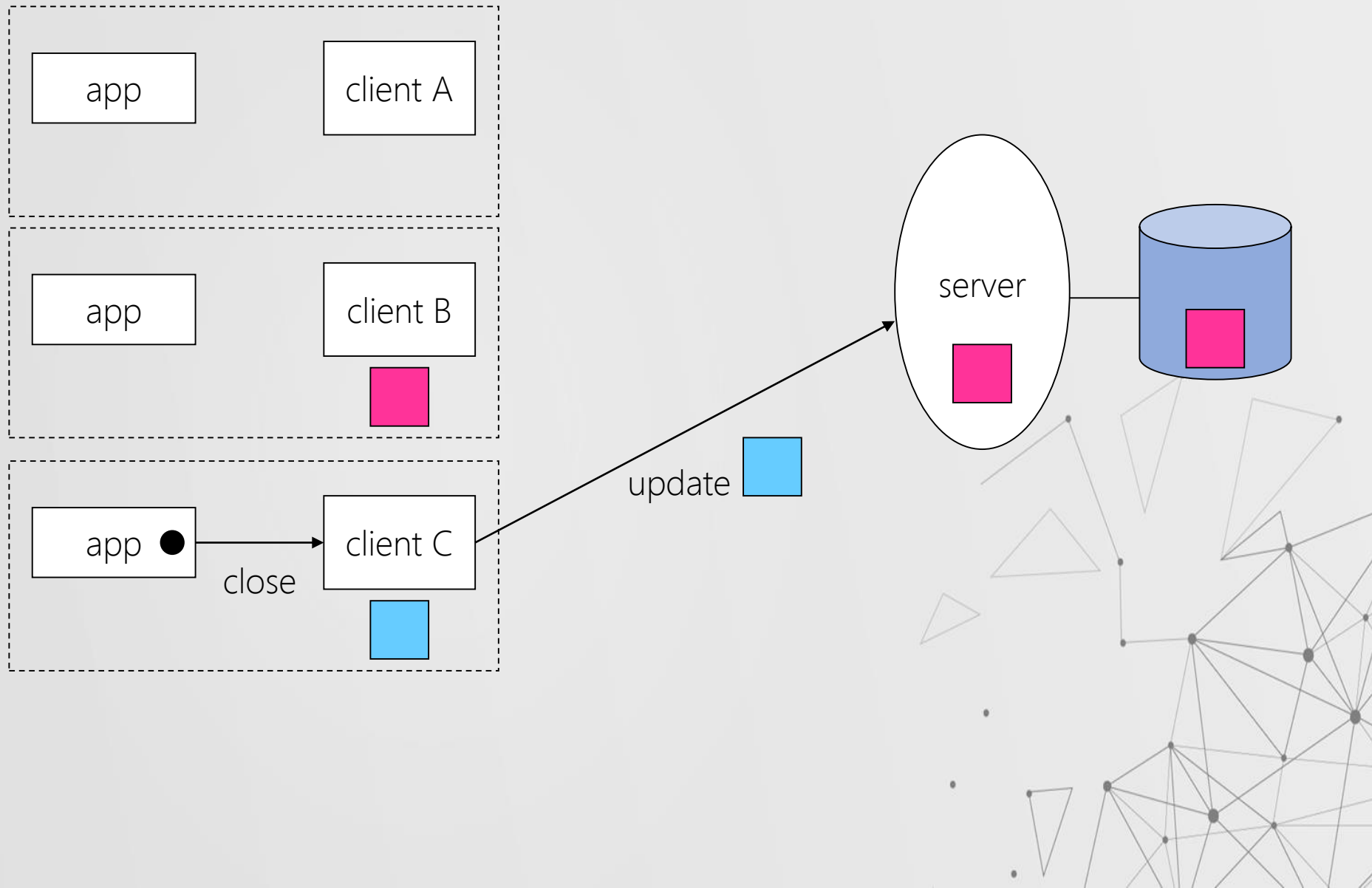
Μοντέλο λειτουργίας AFS (42)



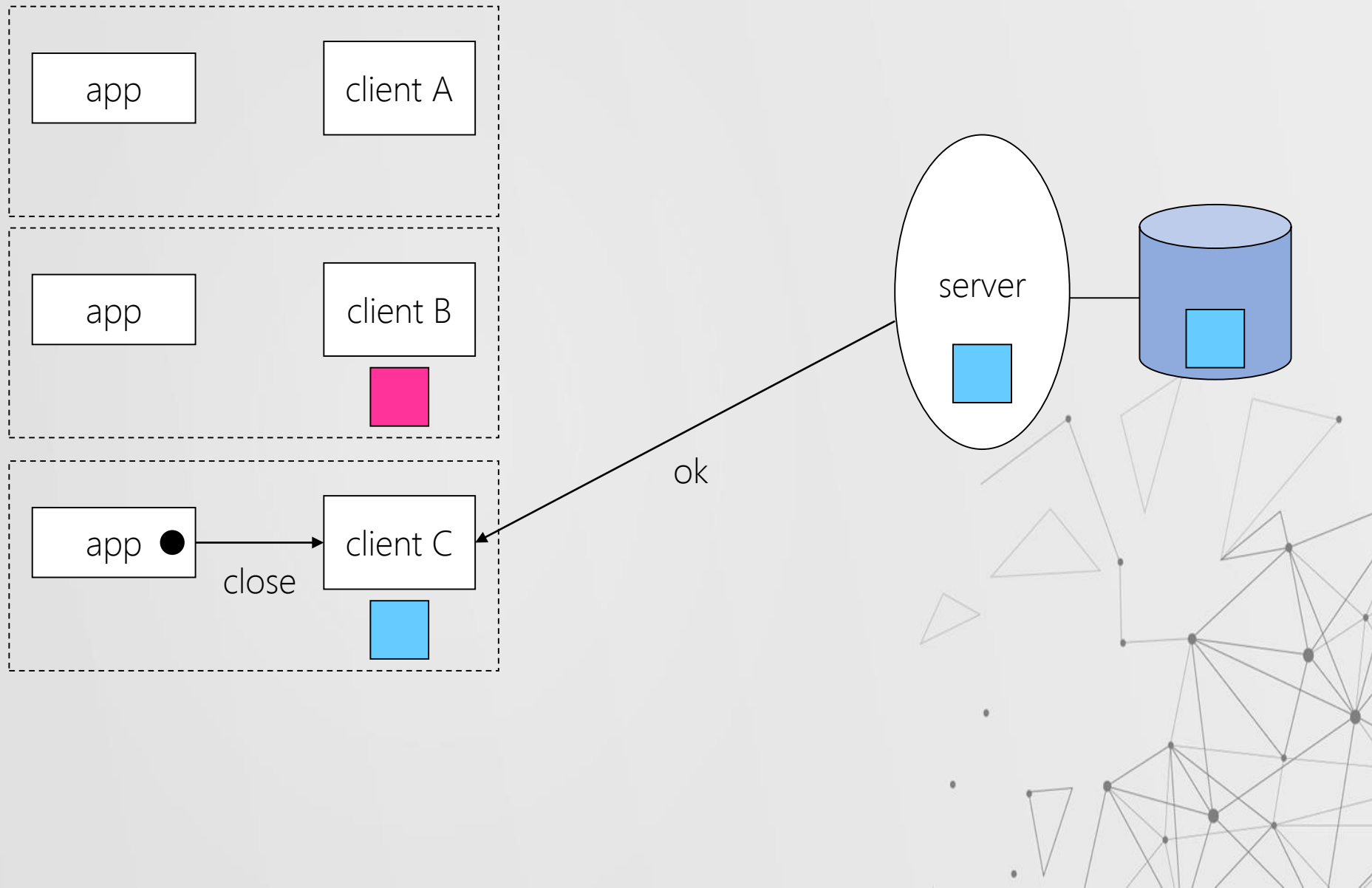
Μοντέλο λειτουργίας AFS (43)



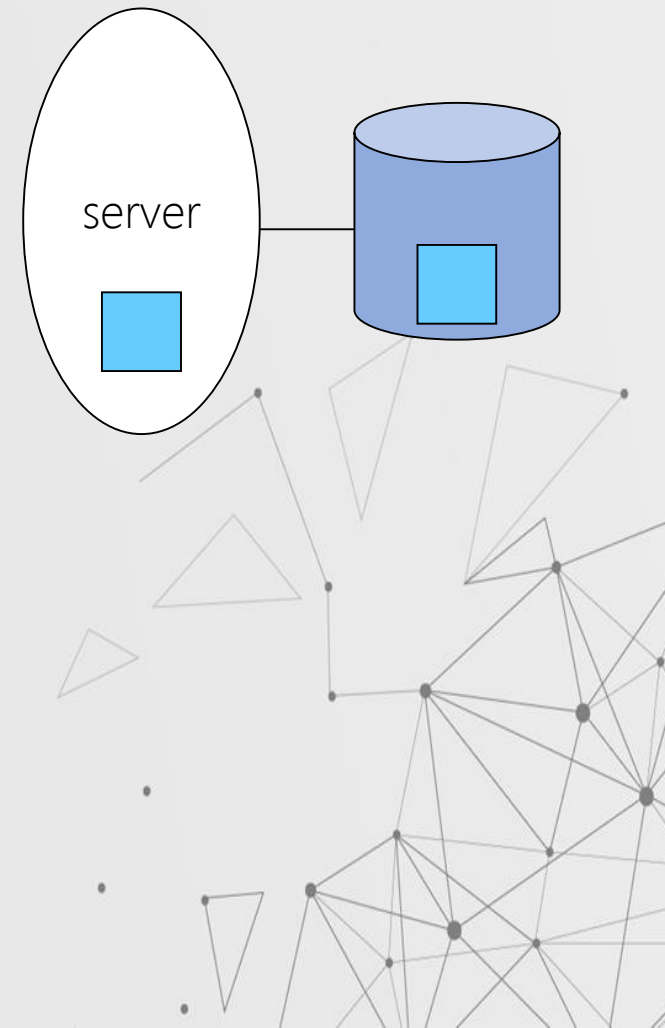
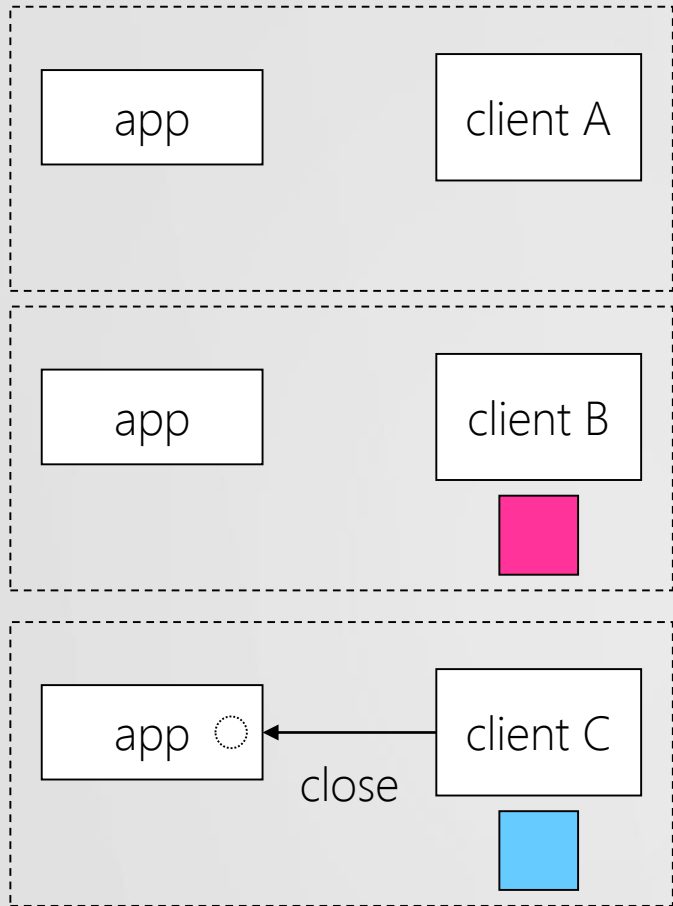
Μοντέλο λειτουργίας AFS (44)



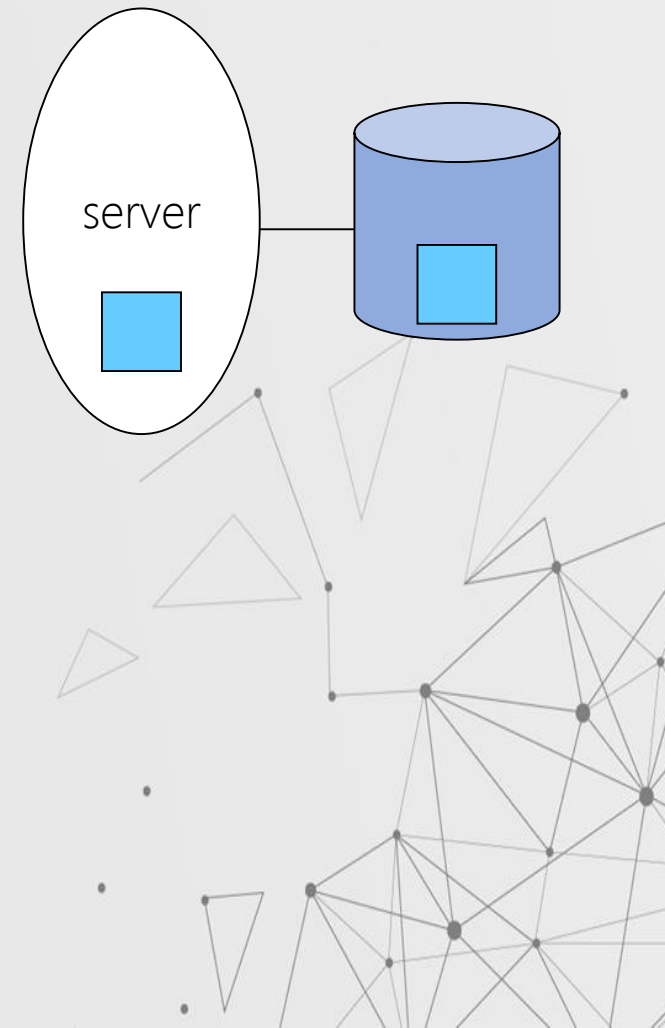
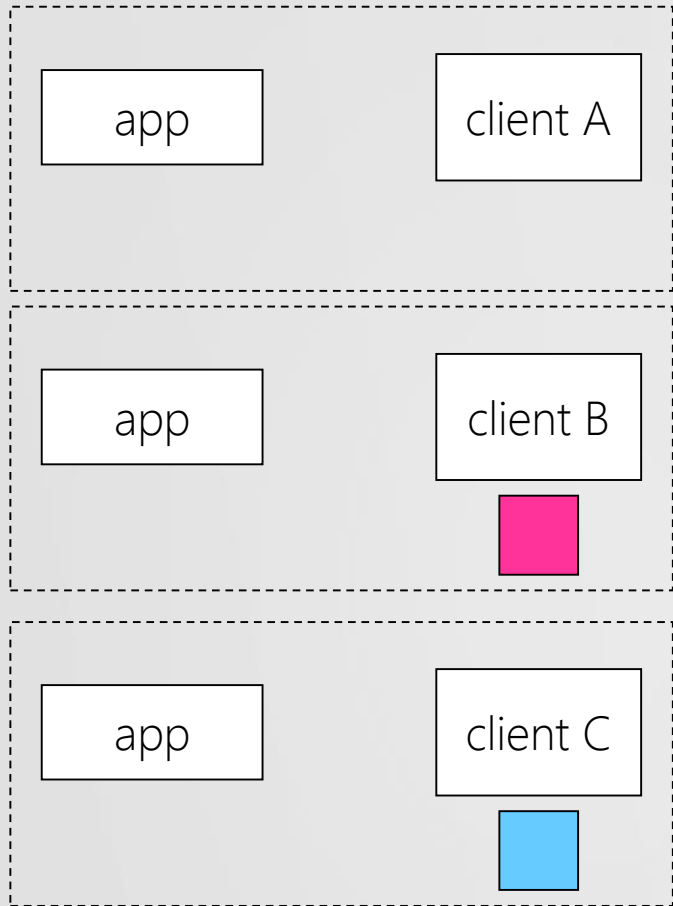
Μοντέλο λειτουργίας AFS (45)



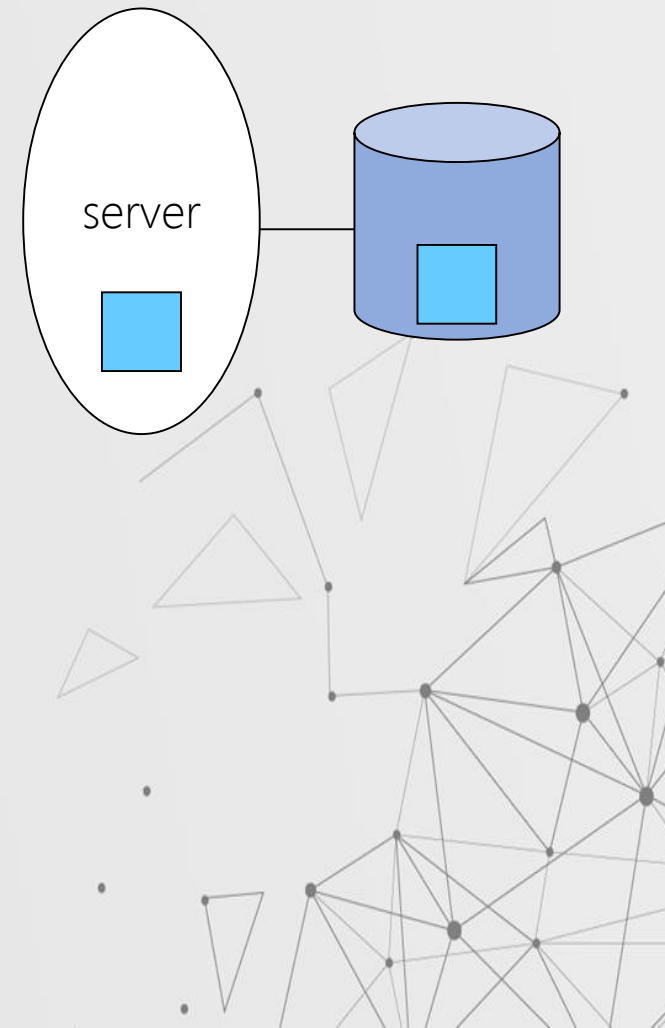
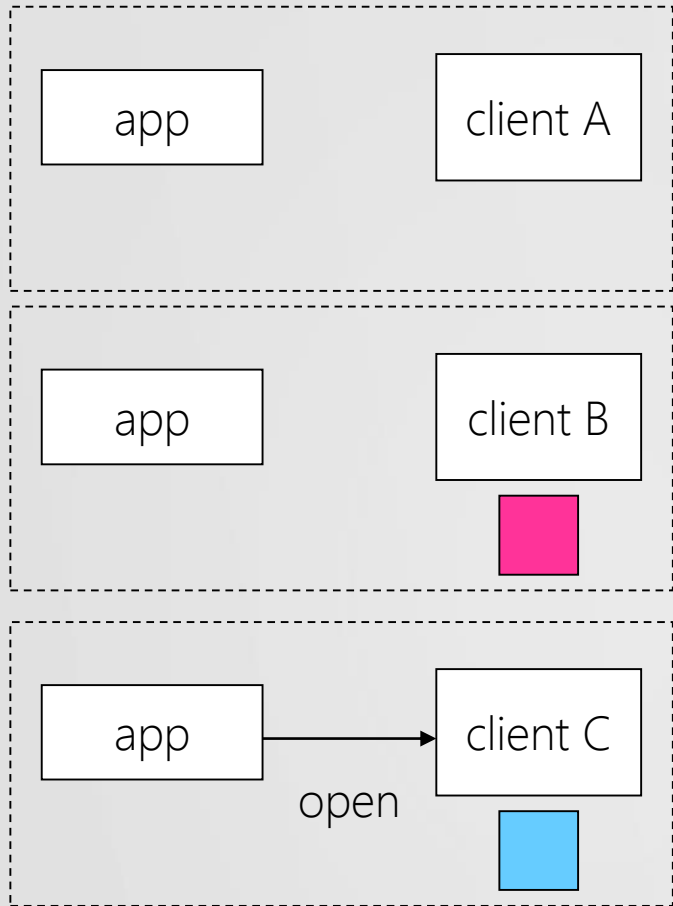
Μοντέλο λειτουργίας AFS (46)



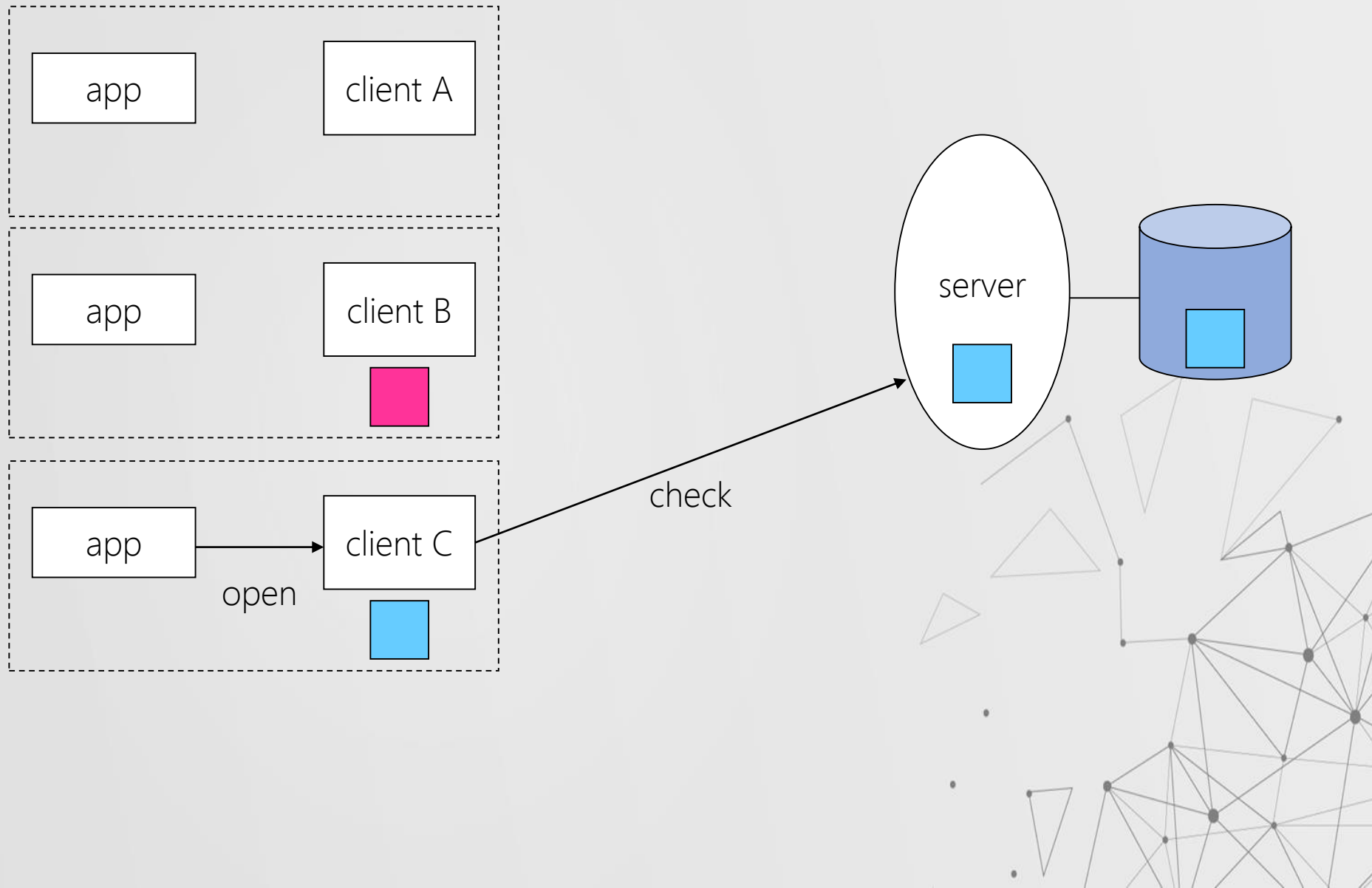
Μοντέλο λειτουργίας AFS (47)



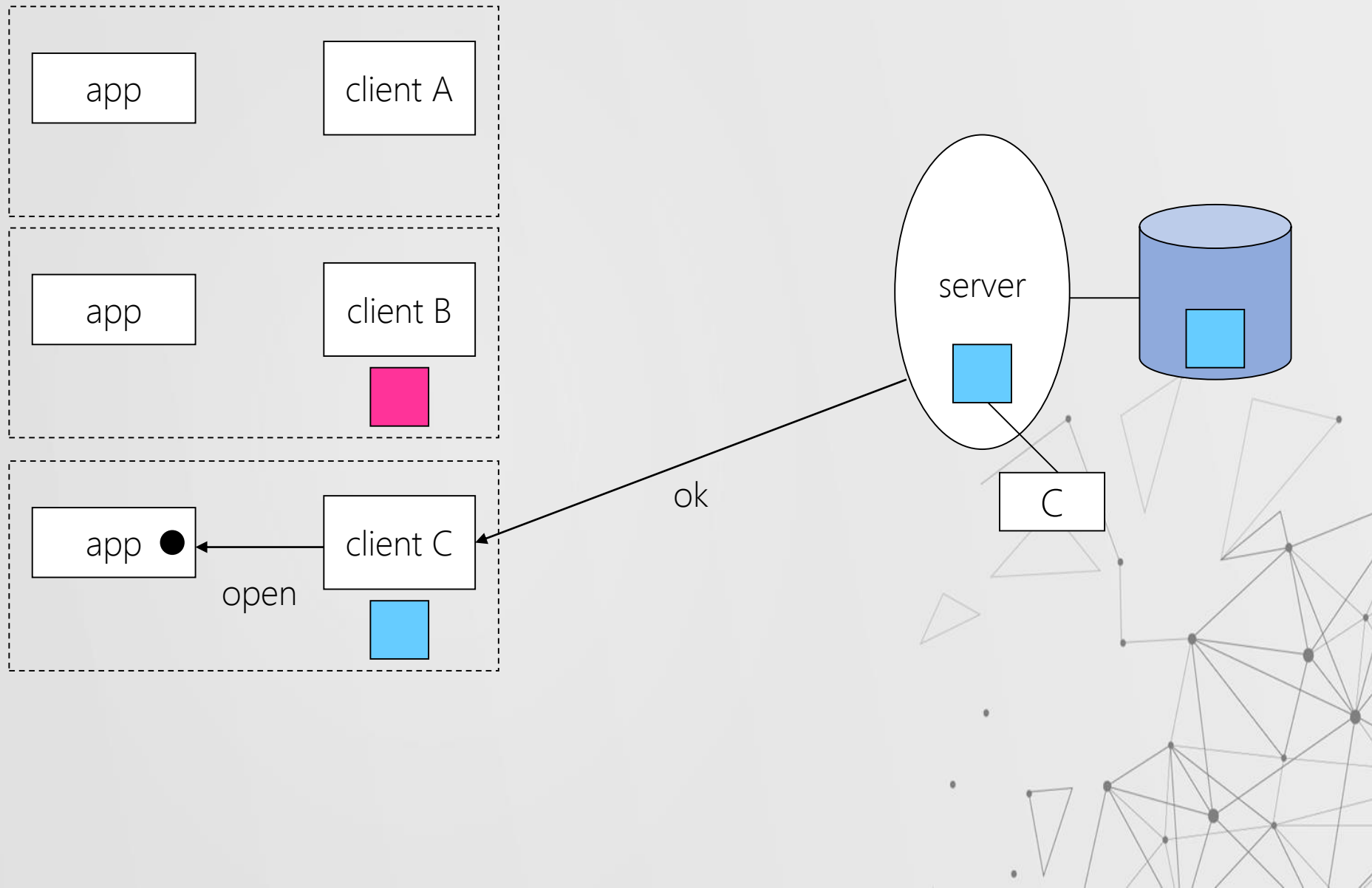
Μοντέλο λειτουργίας AFS (48)



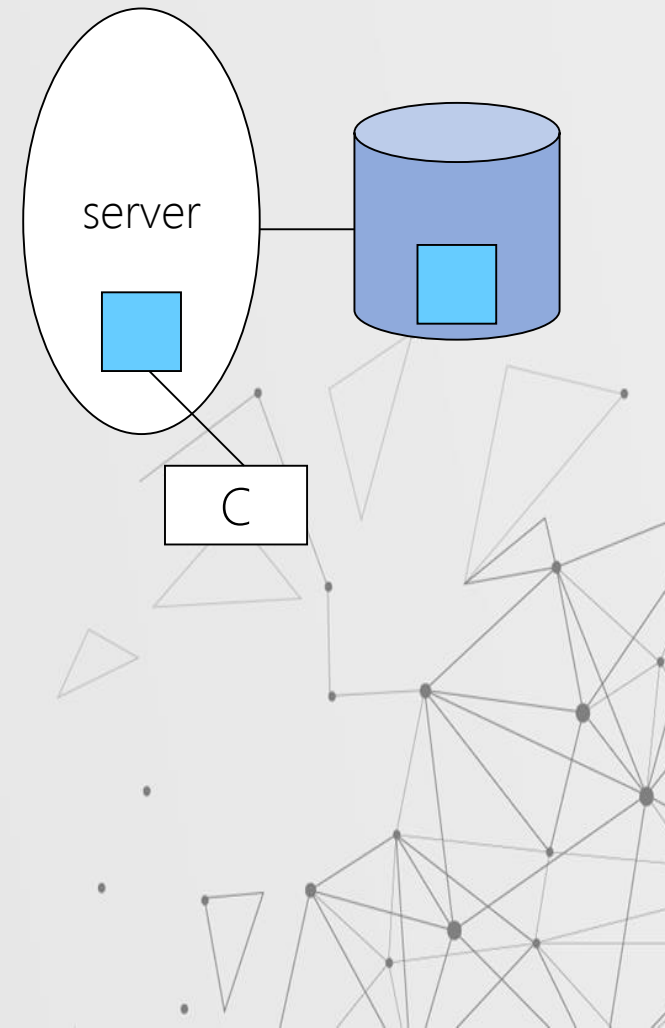
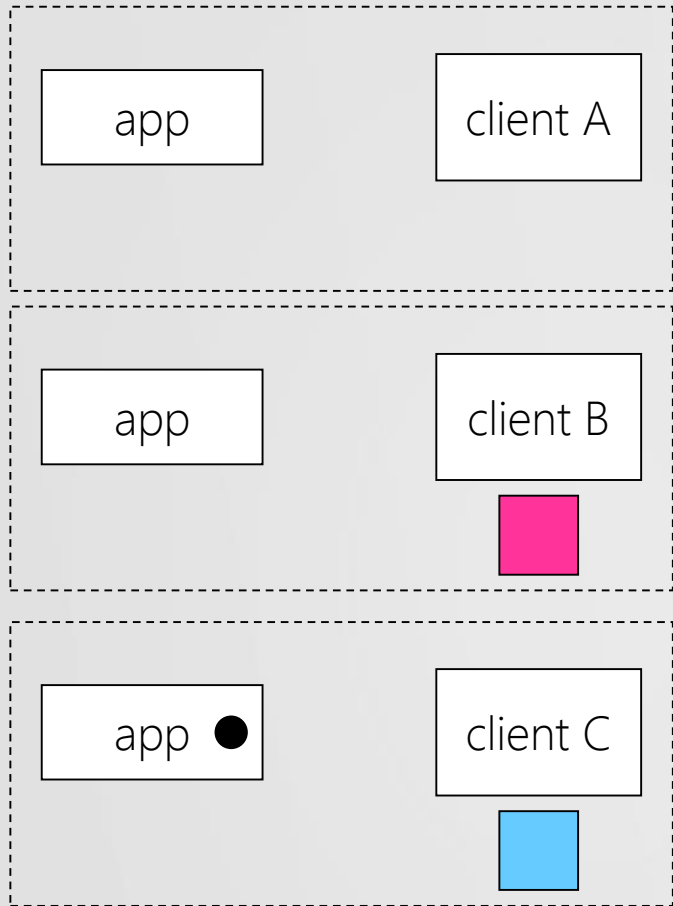
Μοντέλο λειτουργίας AFS (49)



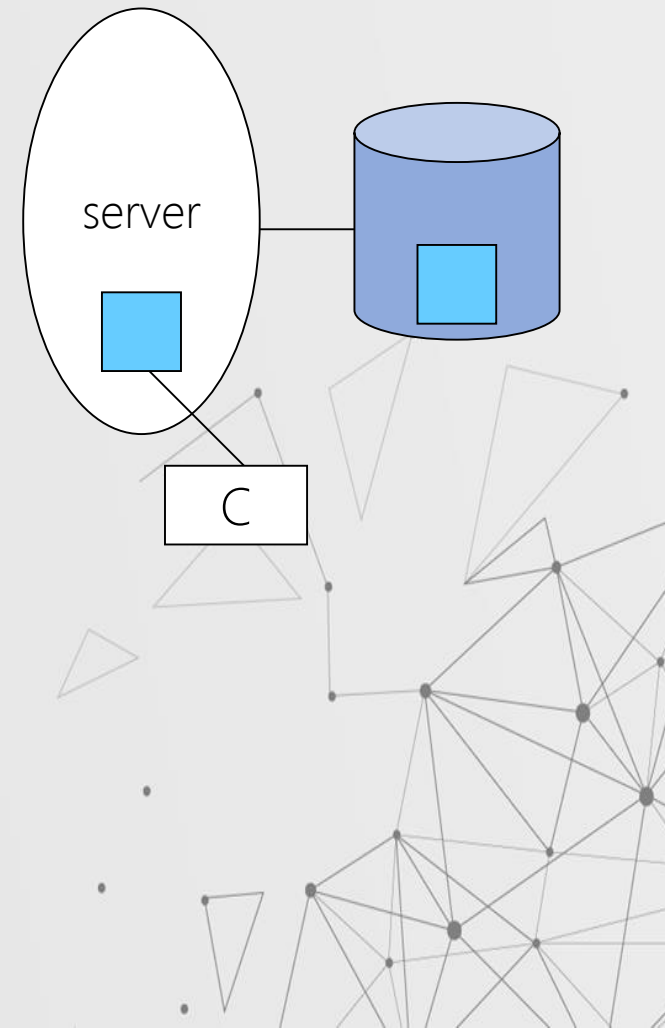
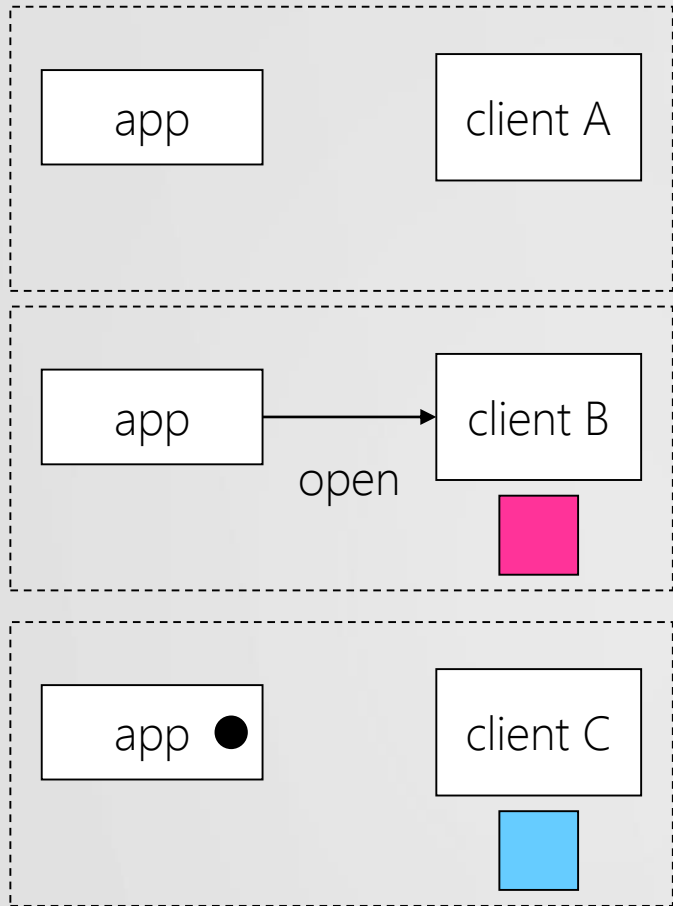
Μοντέλο λειτουργίας AFS (50)



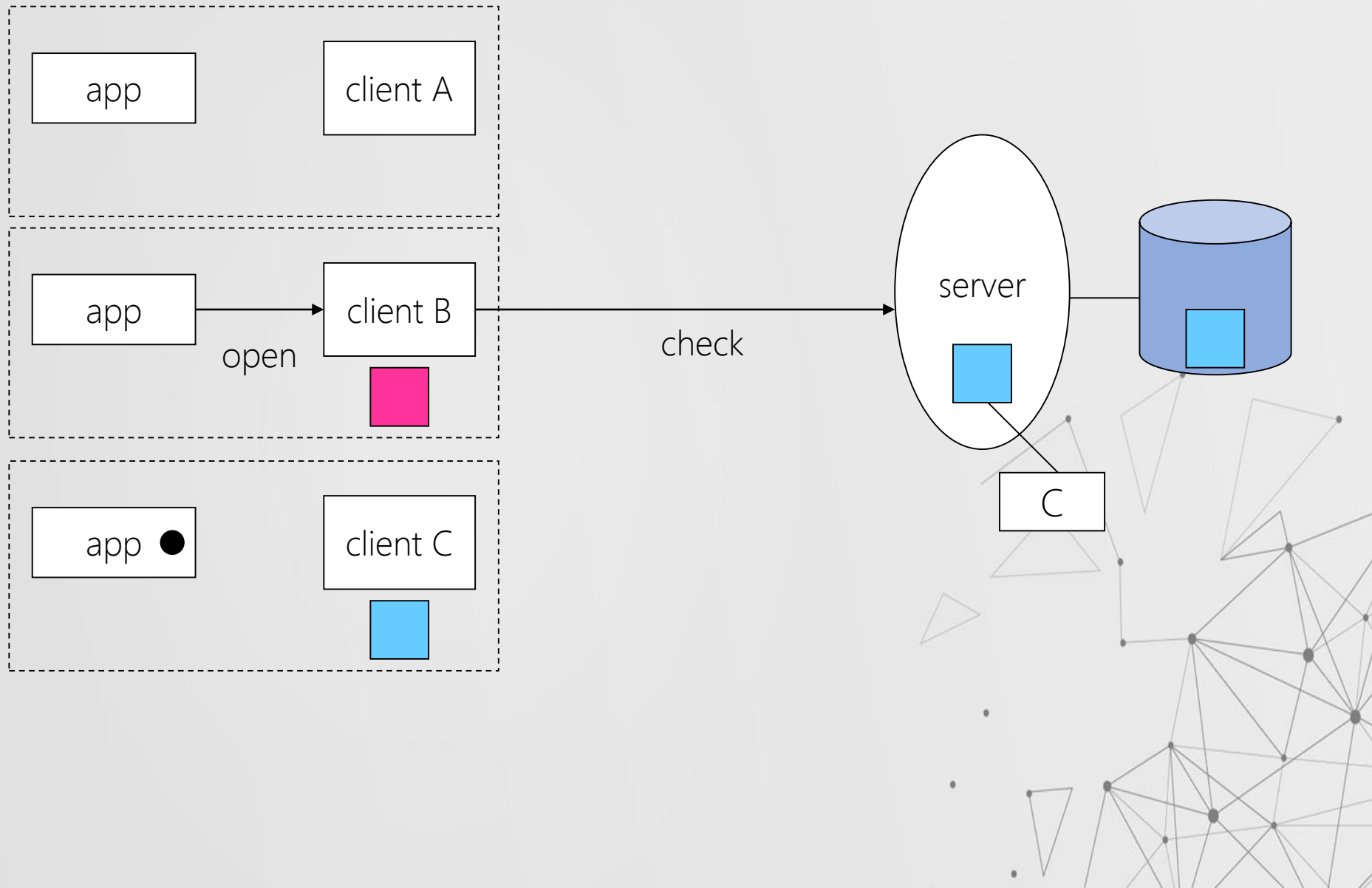
Μοντέλο λειτουργίας AFS (51)



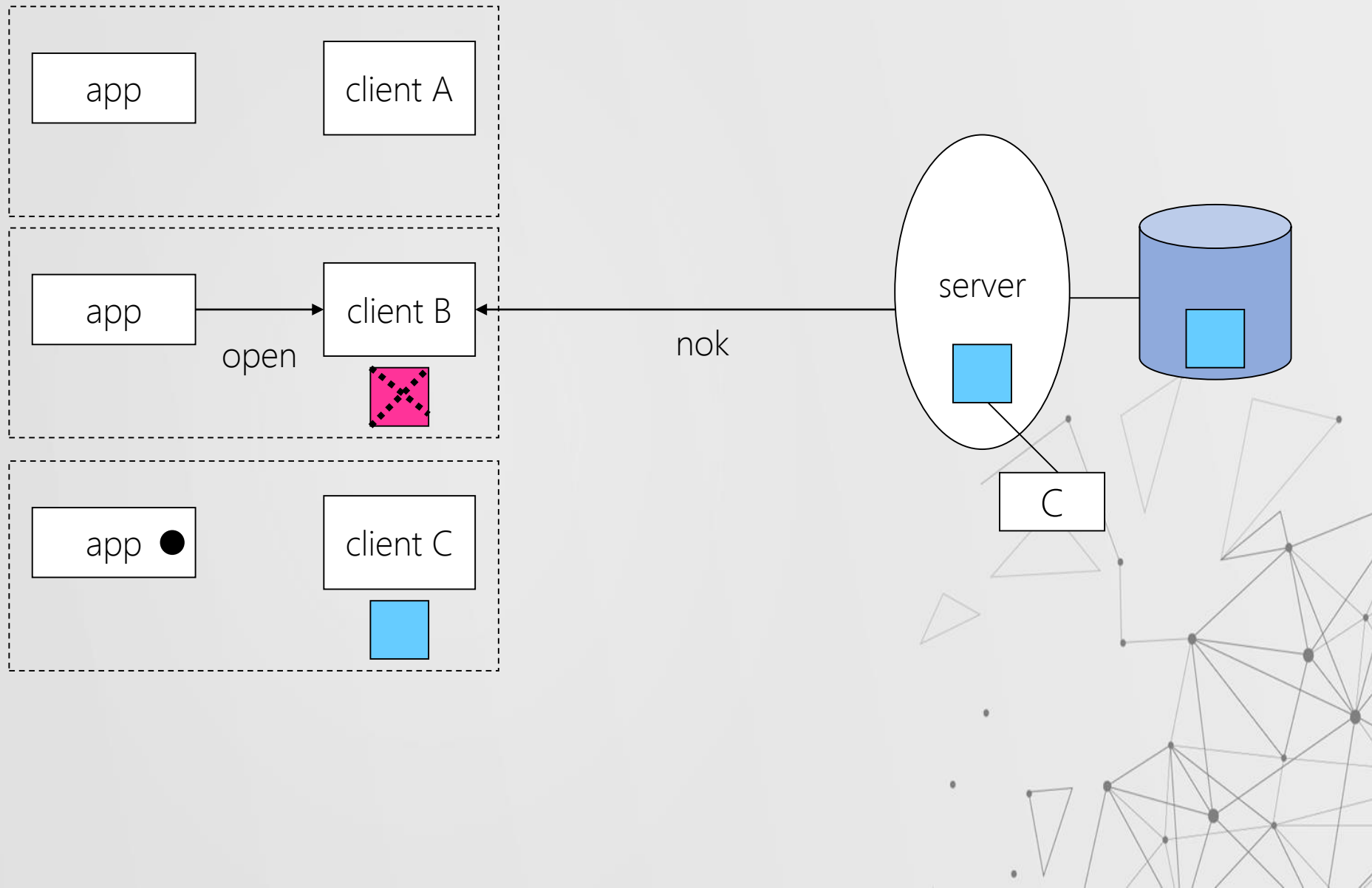
Μοντέλο λειτουργίας AFS (52)



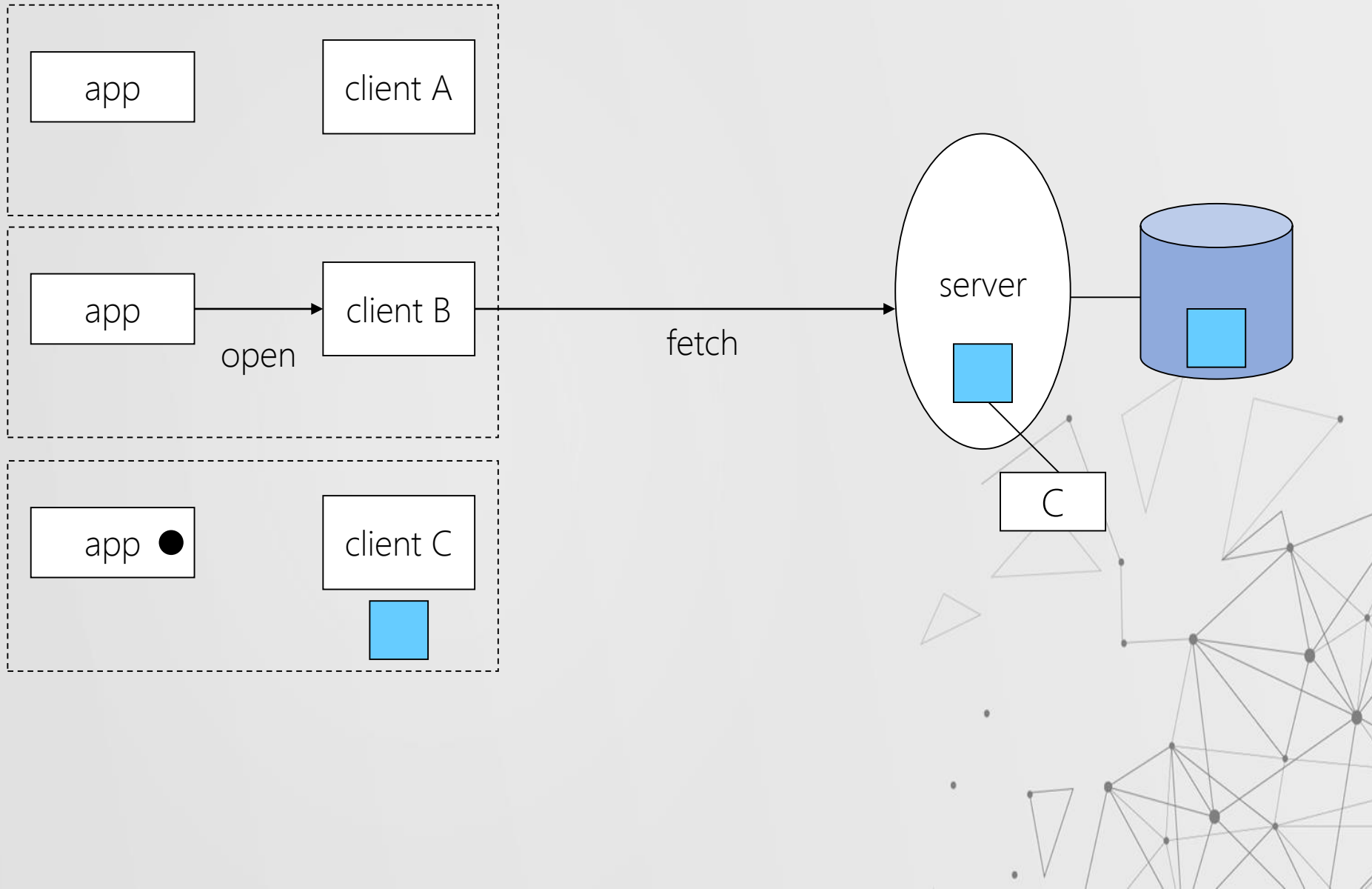
Μοντέλο λειτουργίας AFS (53)



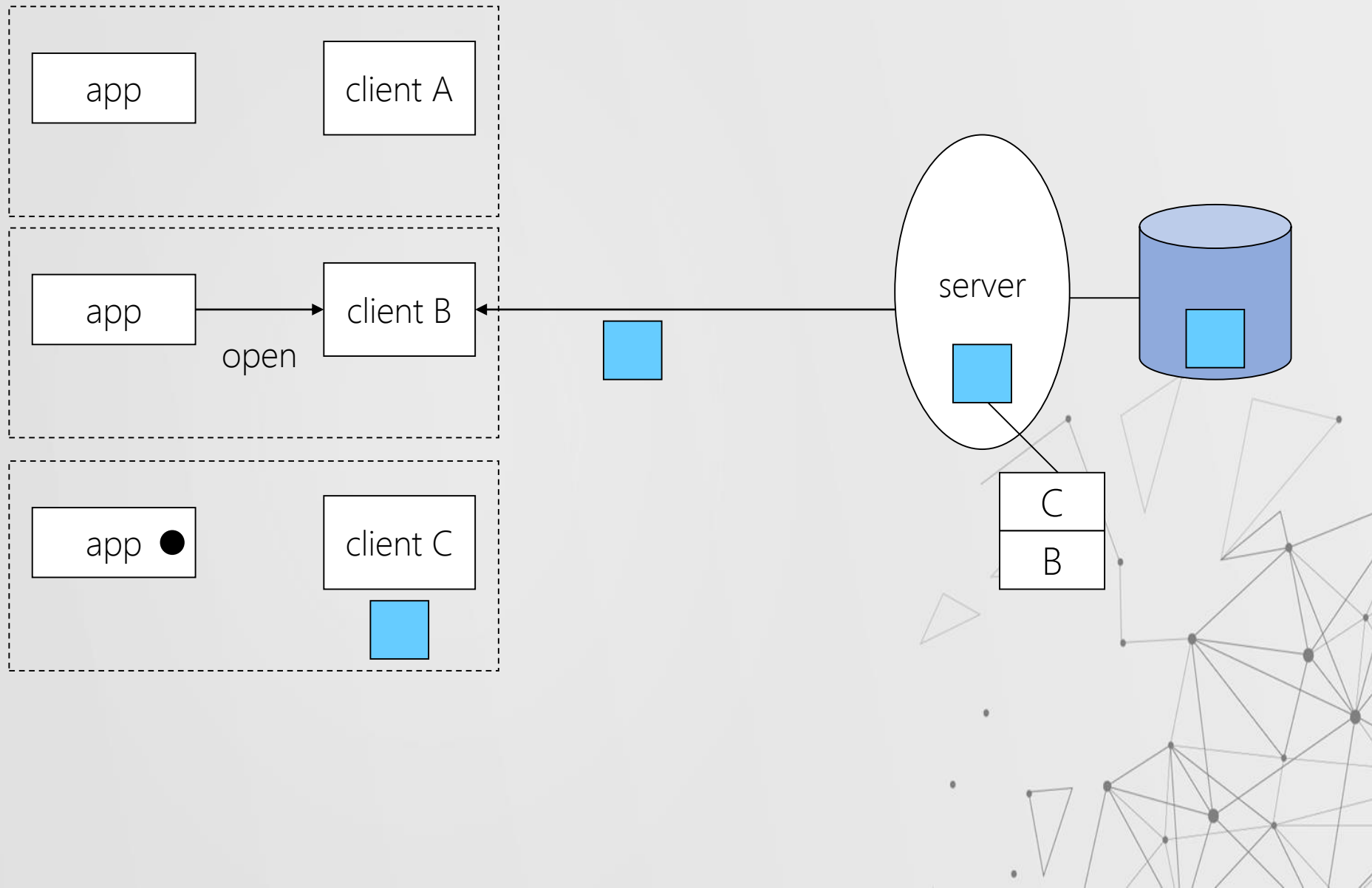
Μοντέλο λειτουργίας AFS (54)



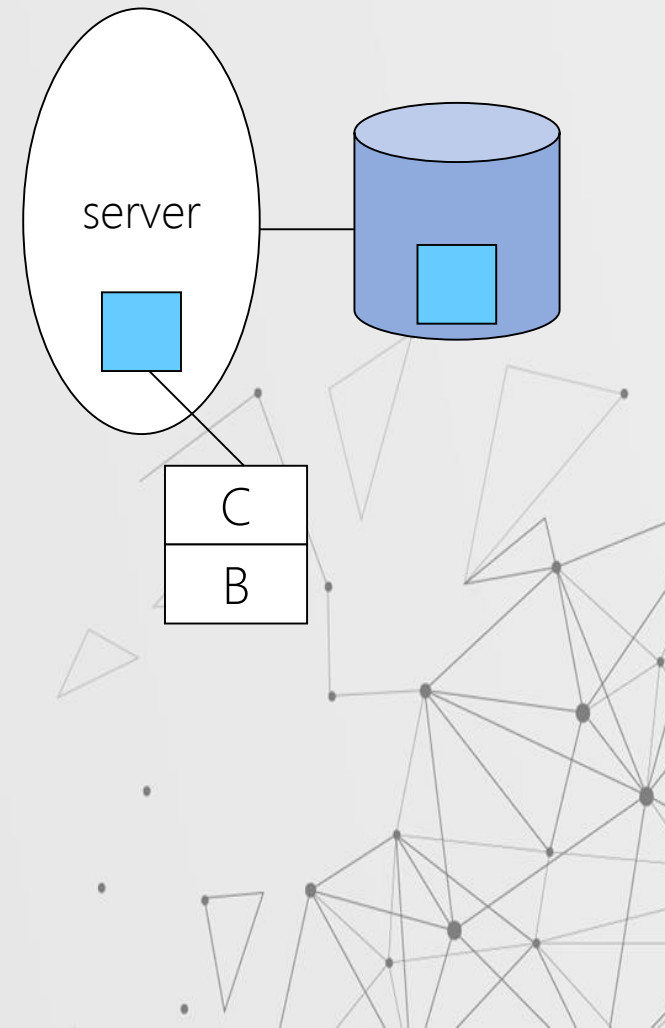
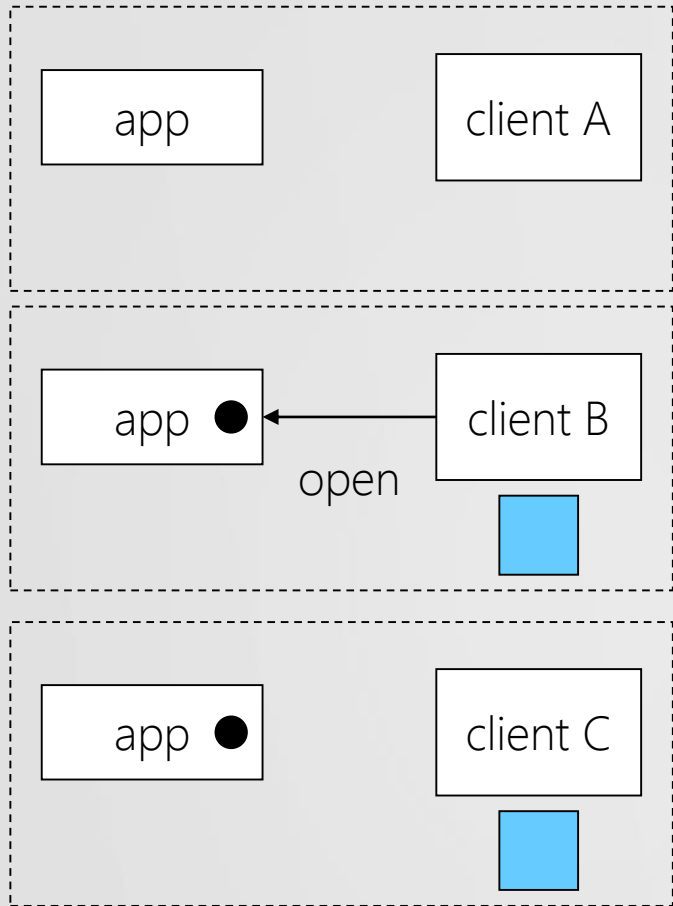
Μοντέλο λειτουργίας AFS (55)



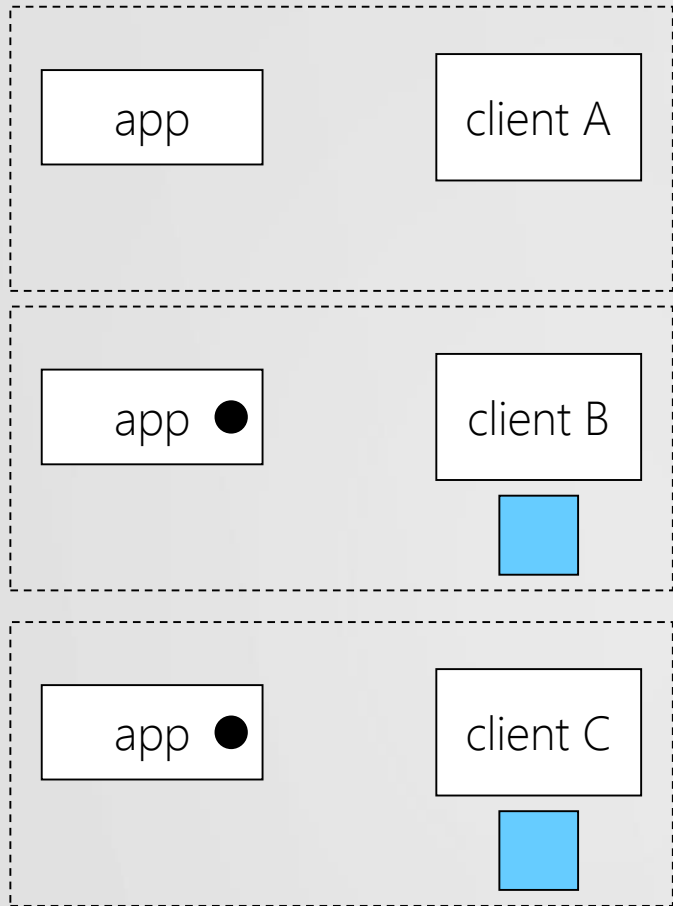
Μοντέλο λειτουργίας AFS (56)



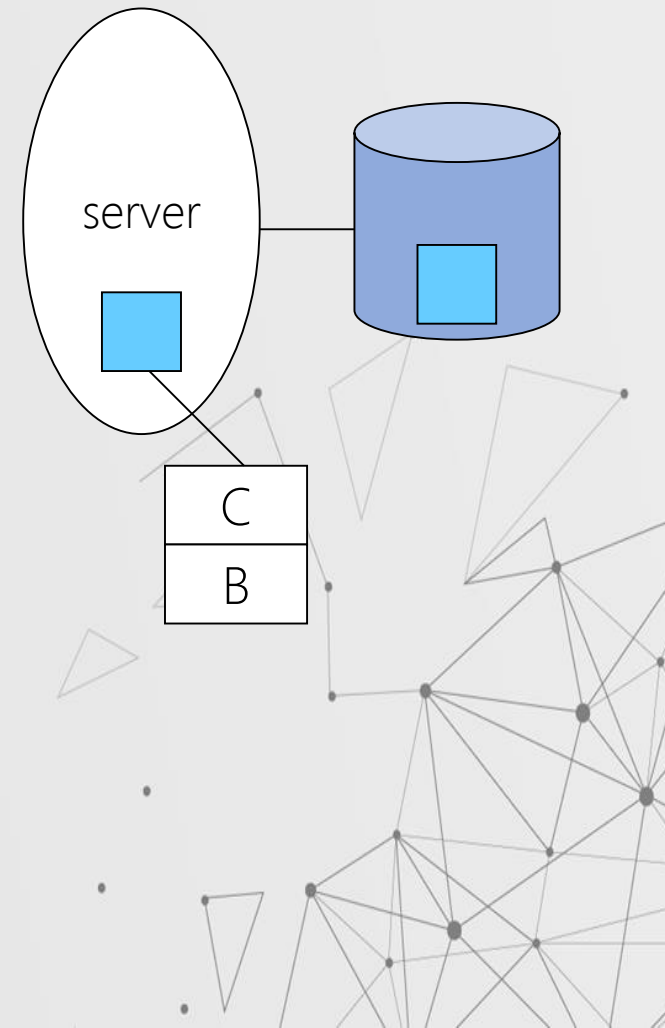
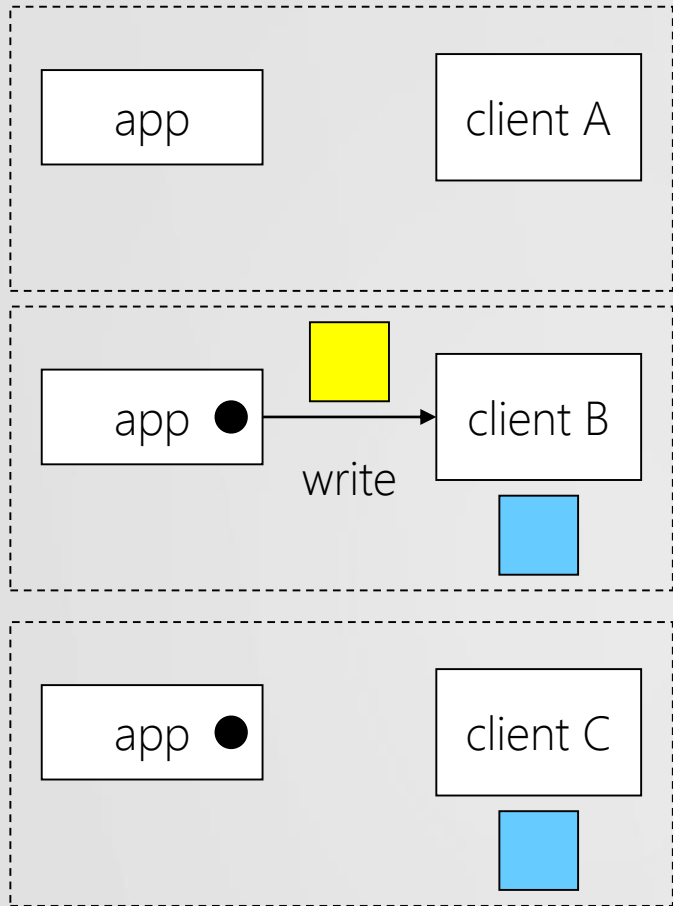
Μοντέλο λειτουργίας AFS (57)



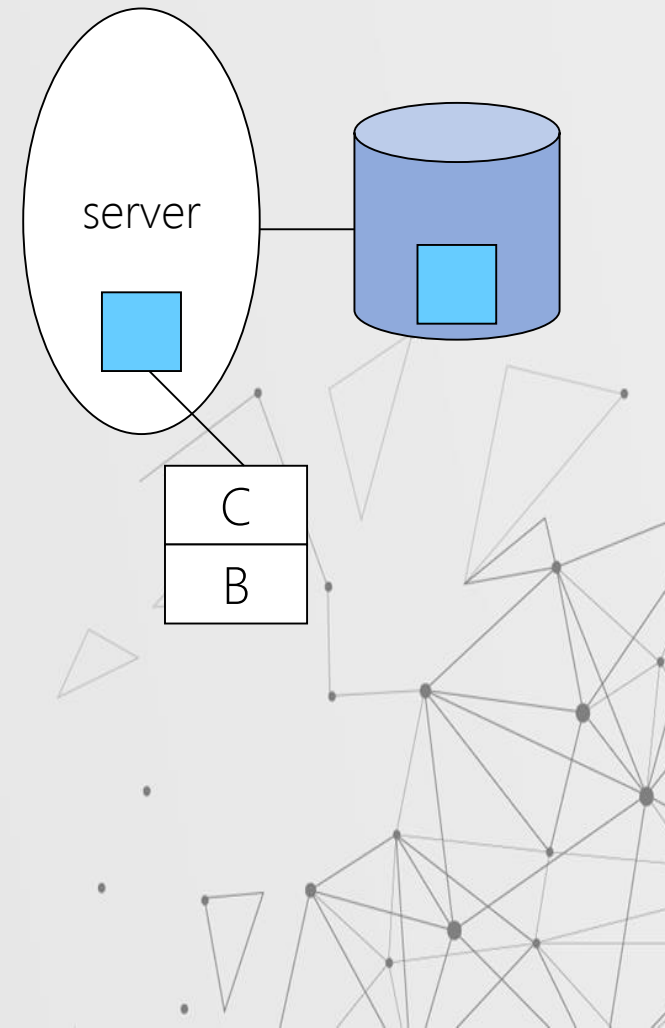
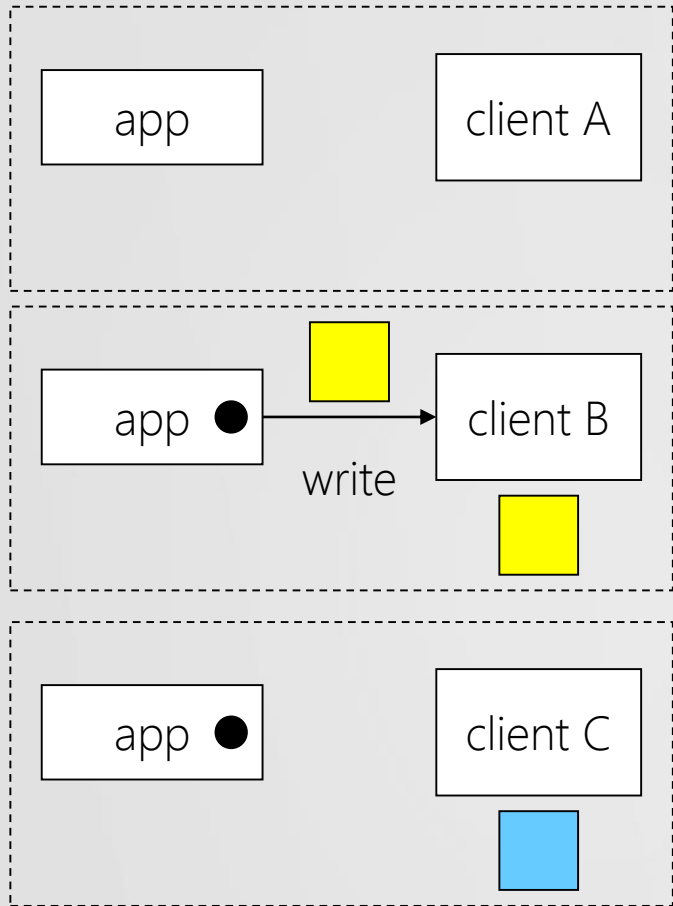
Μοντέλο λειτουργίας AFS (58)



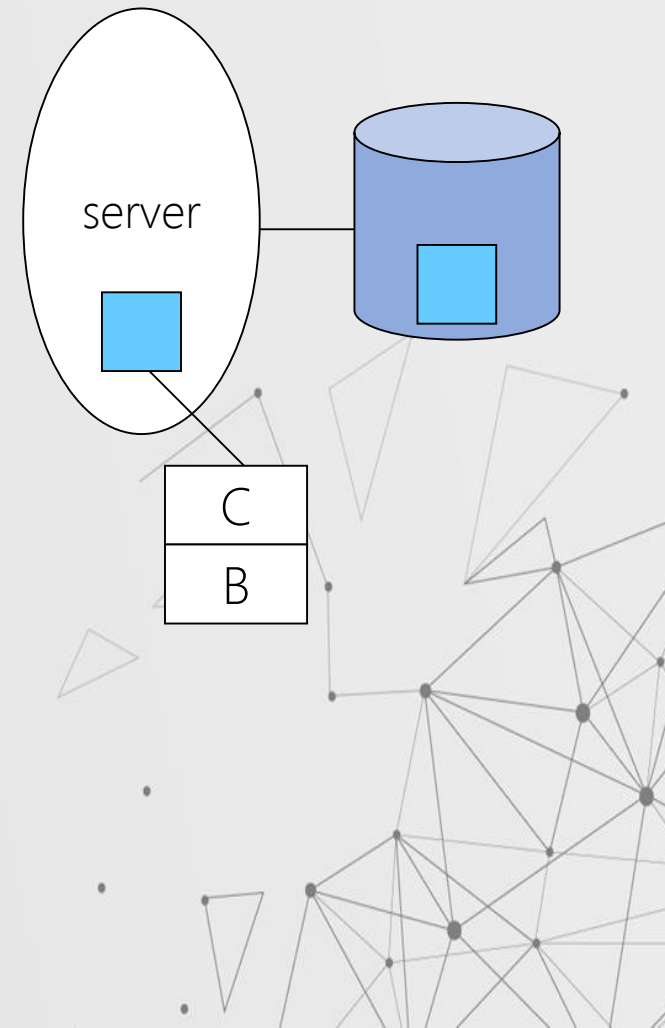
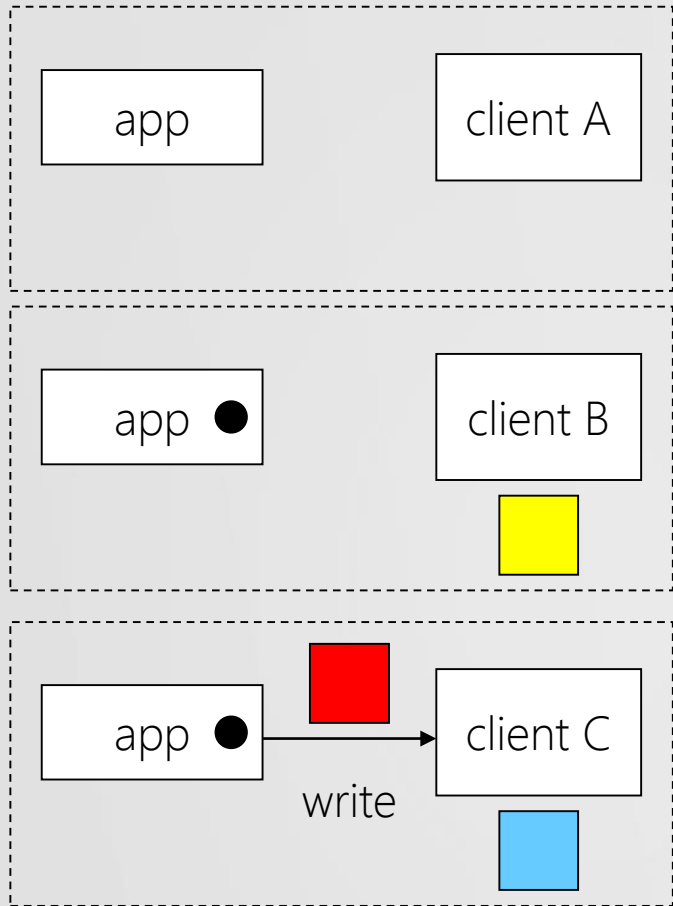
Μοντέλο λειτουργίας AFS (59)



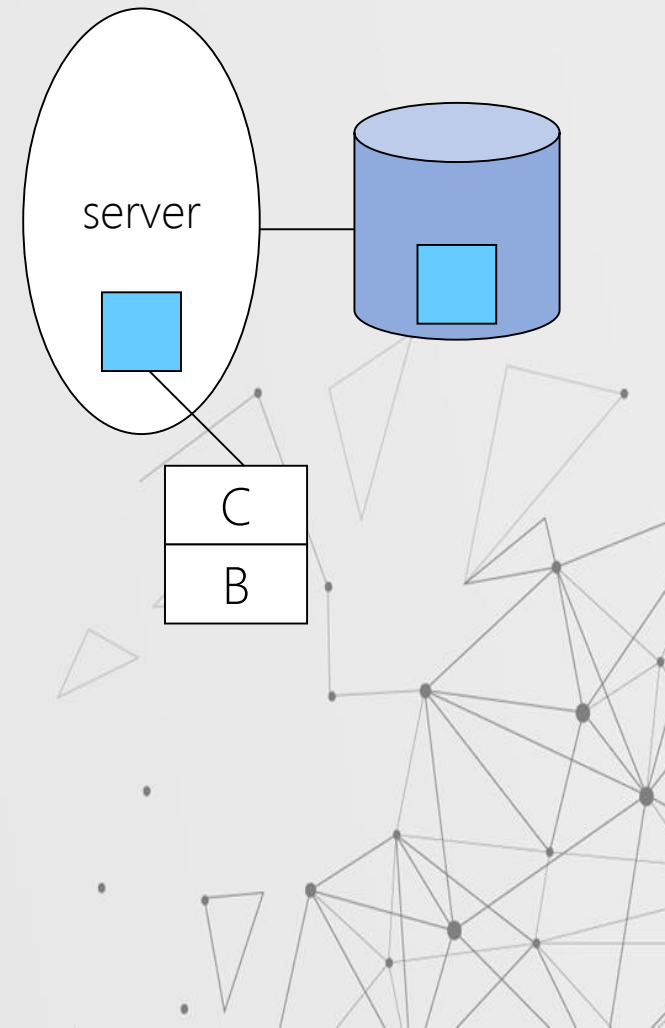
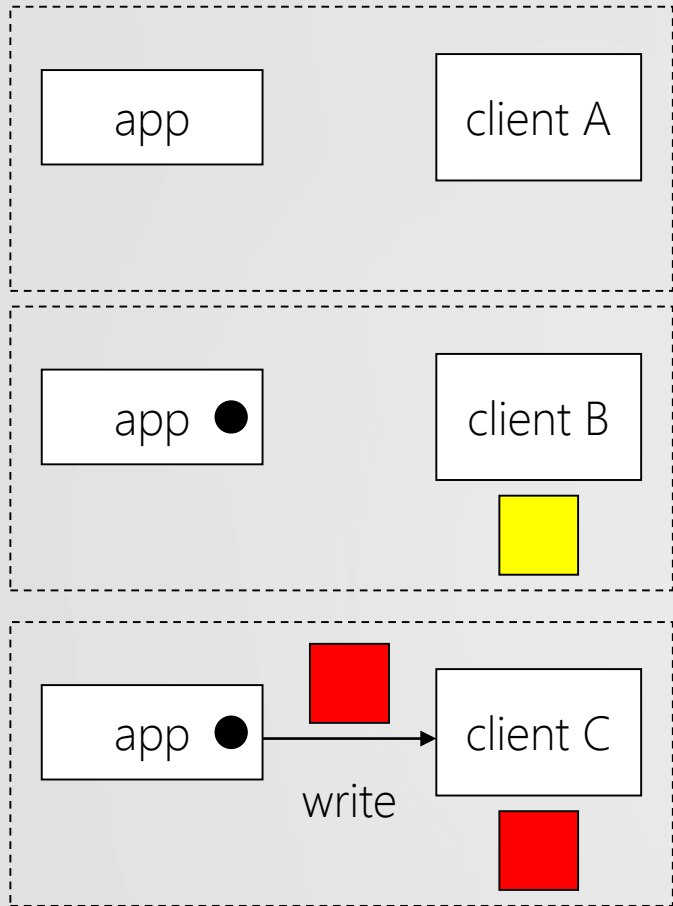
Μοντέλο λειτουργίας AFS (60)



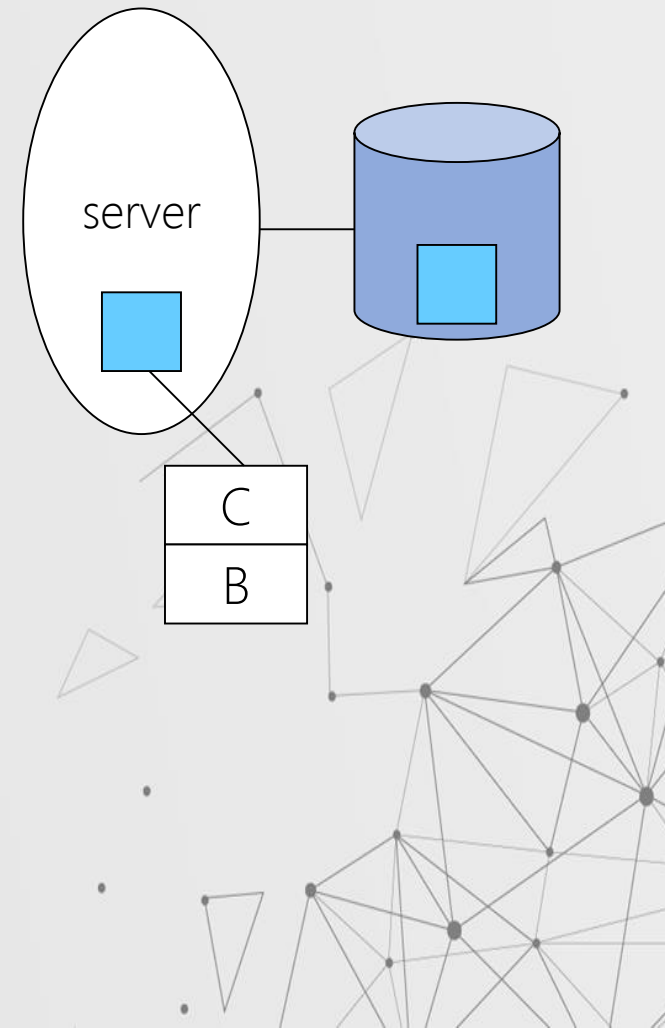
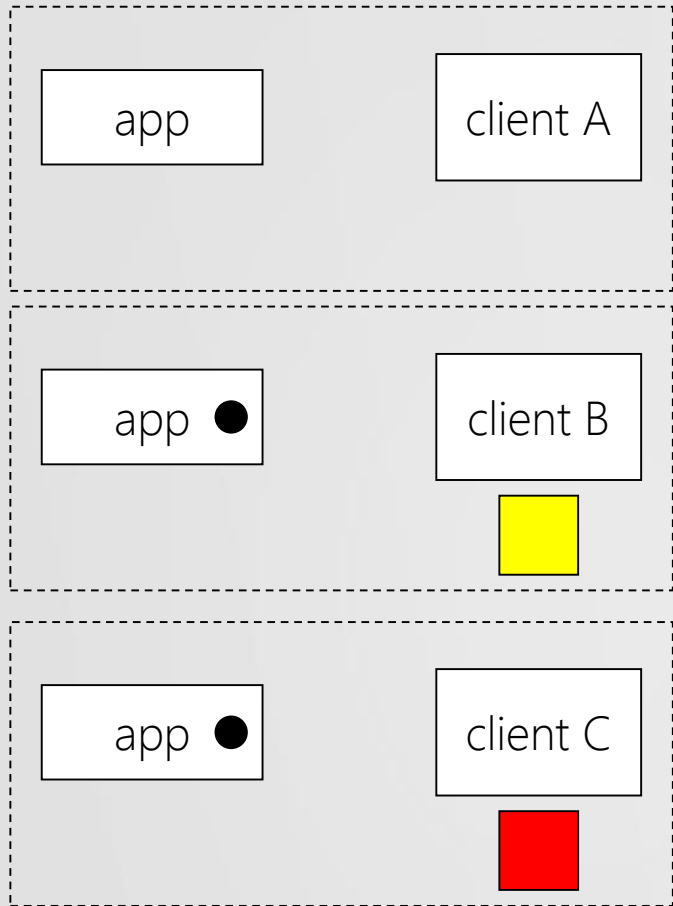
Μοντέλο λειτουργίας AFS (61)



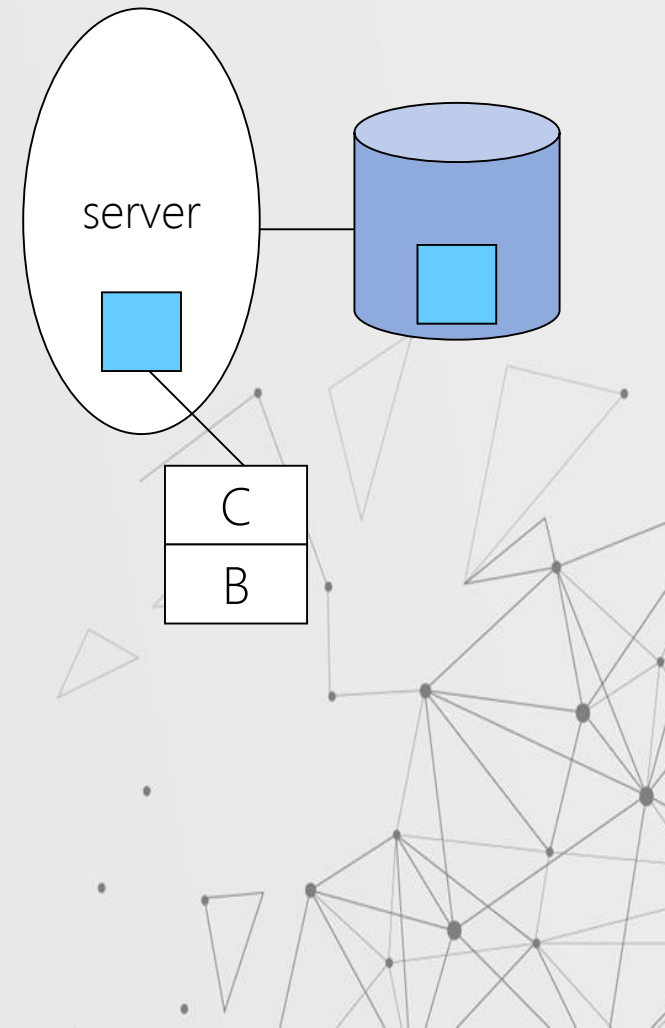
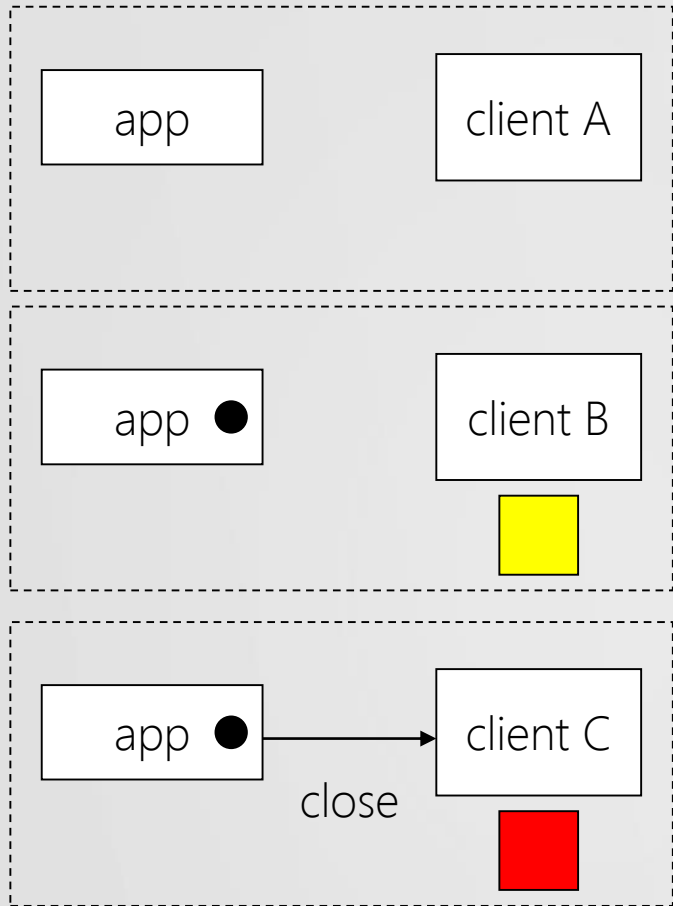
Μοντέλο λειτουργίας AFS (62)



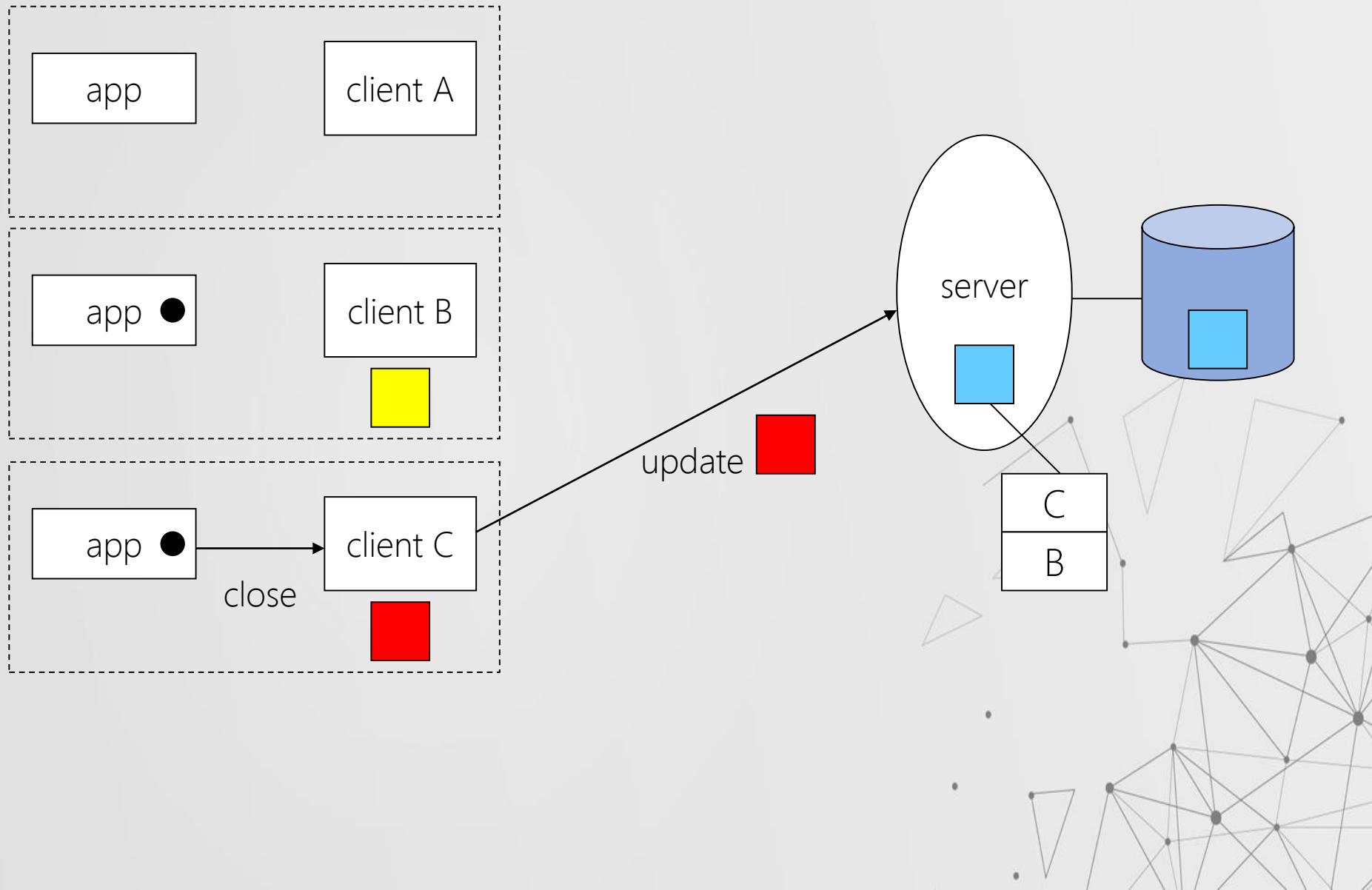
Μοντέλο λειτουργίας AFS (63)



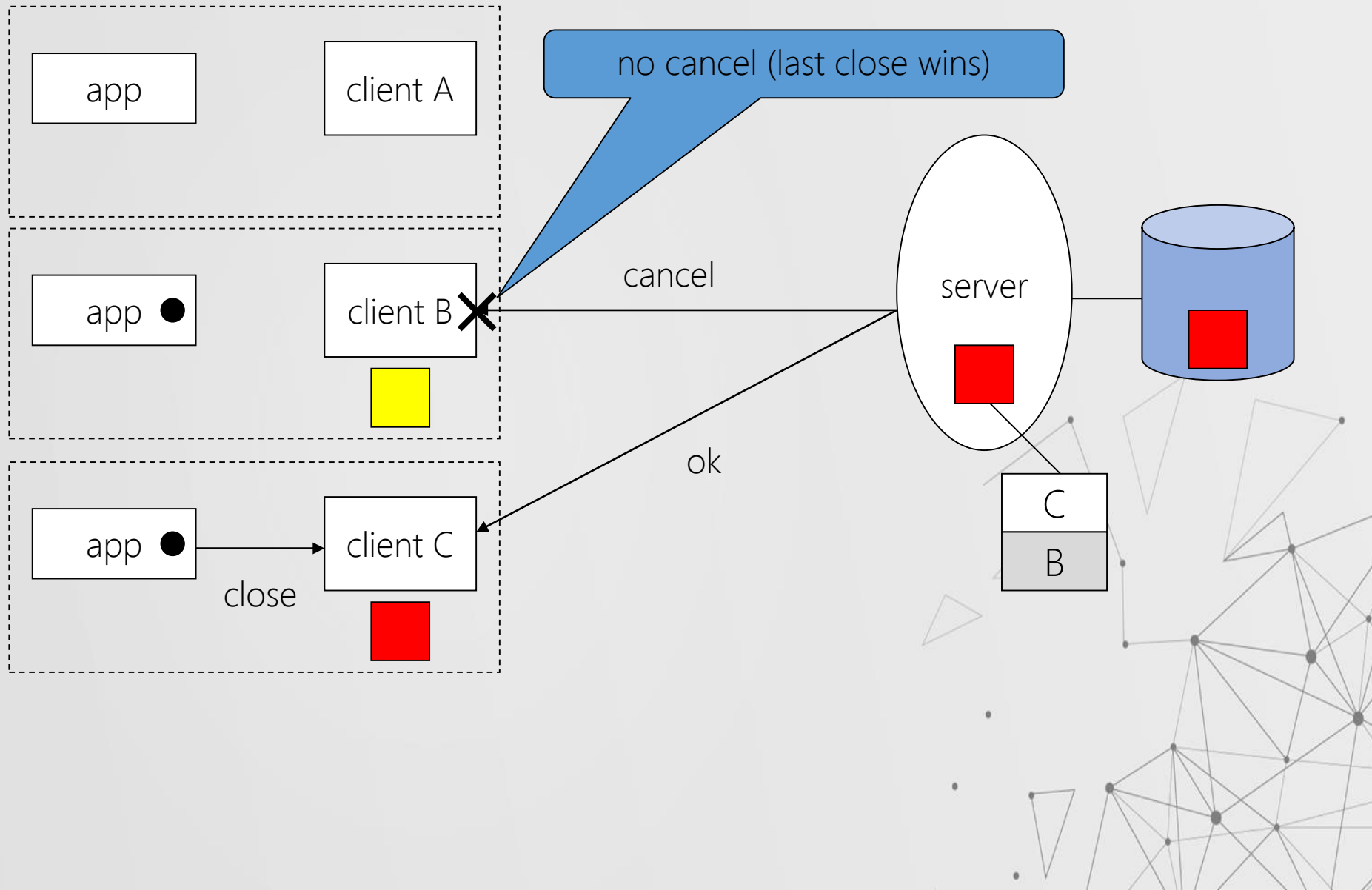
Μοντέλο λειτουργίας AFS (64)



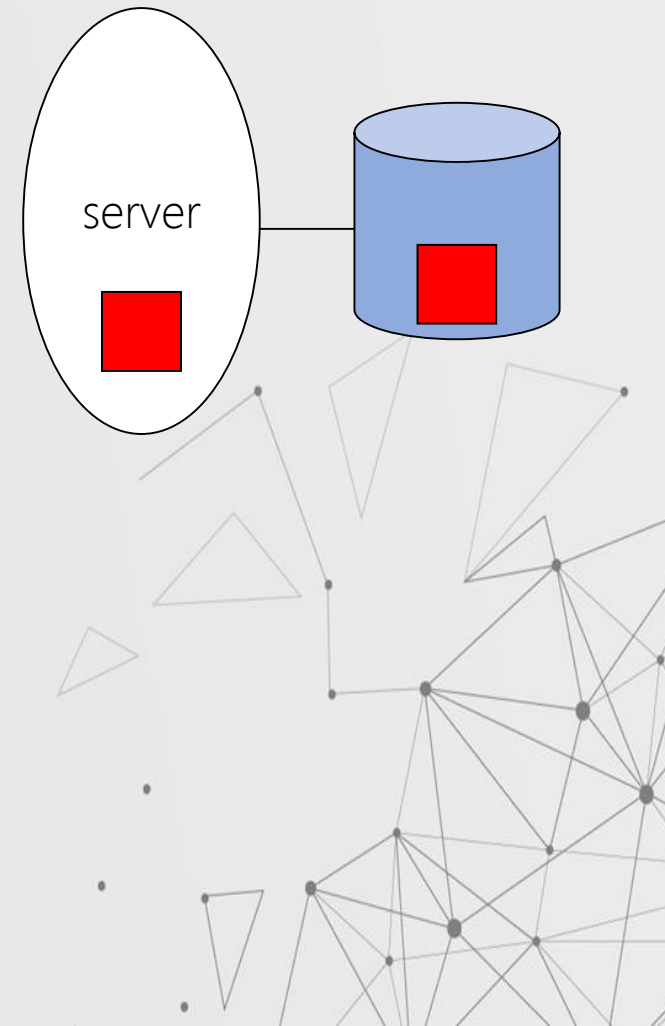
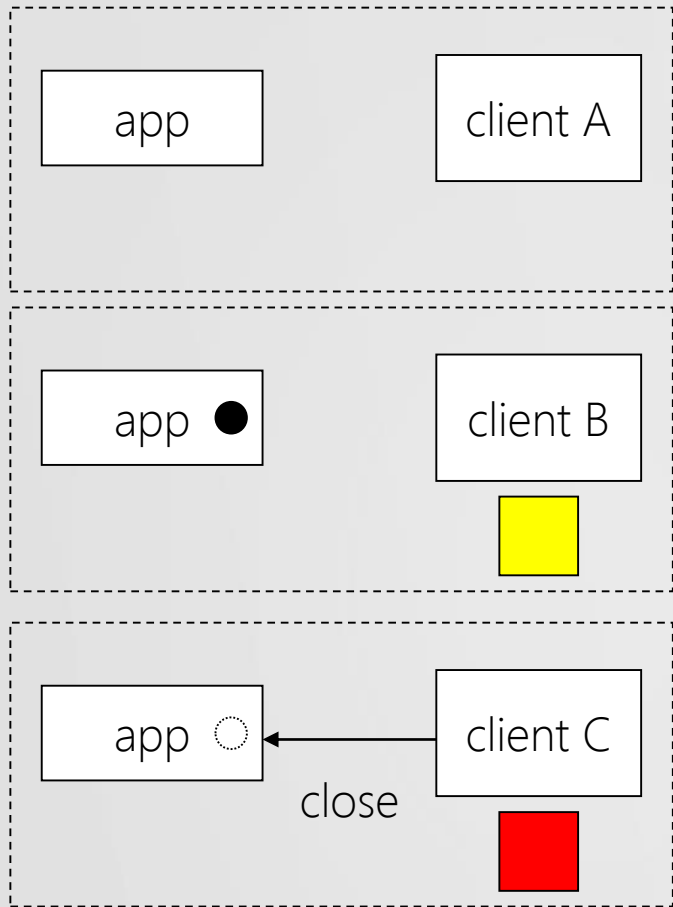
Μοντέλο λειτουργίας AFS (65)



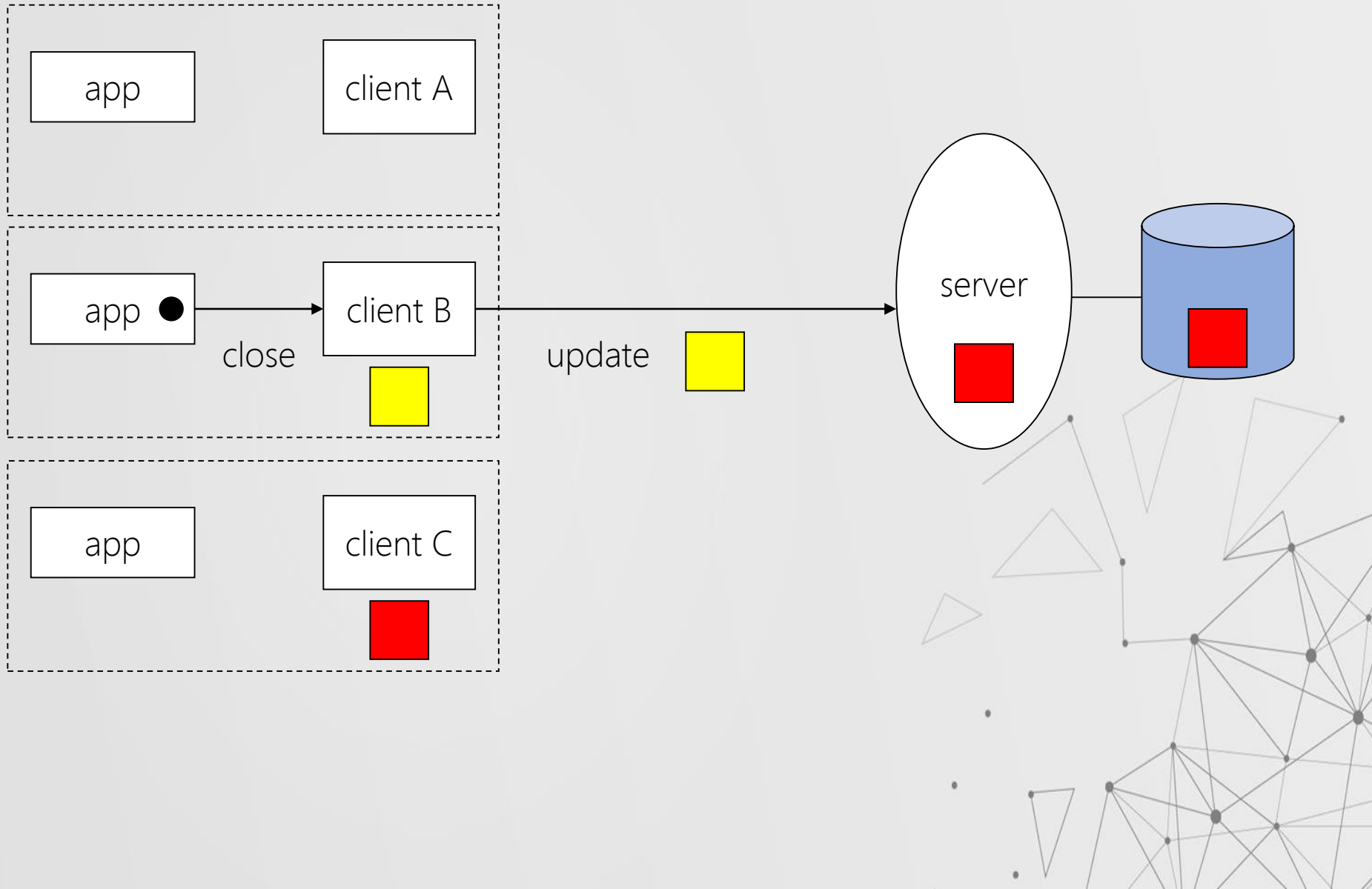
Μοντέλο λειτουργίας AFS (66)



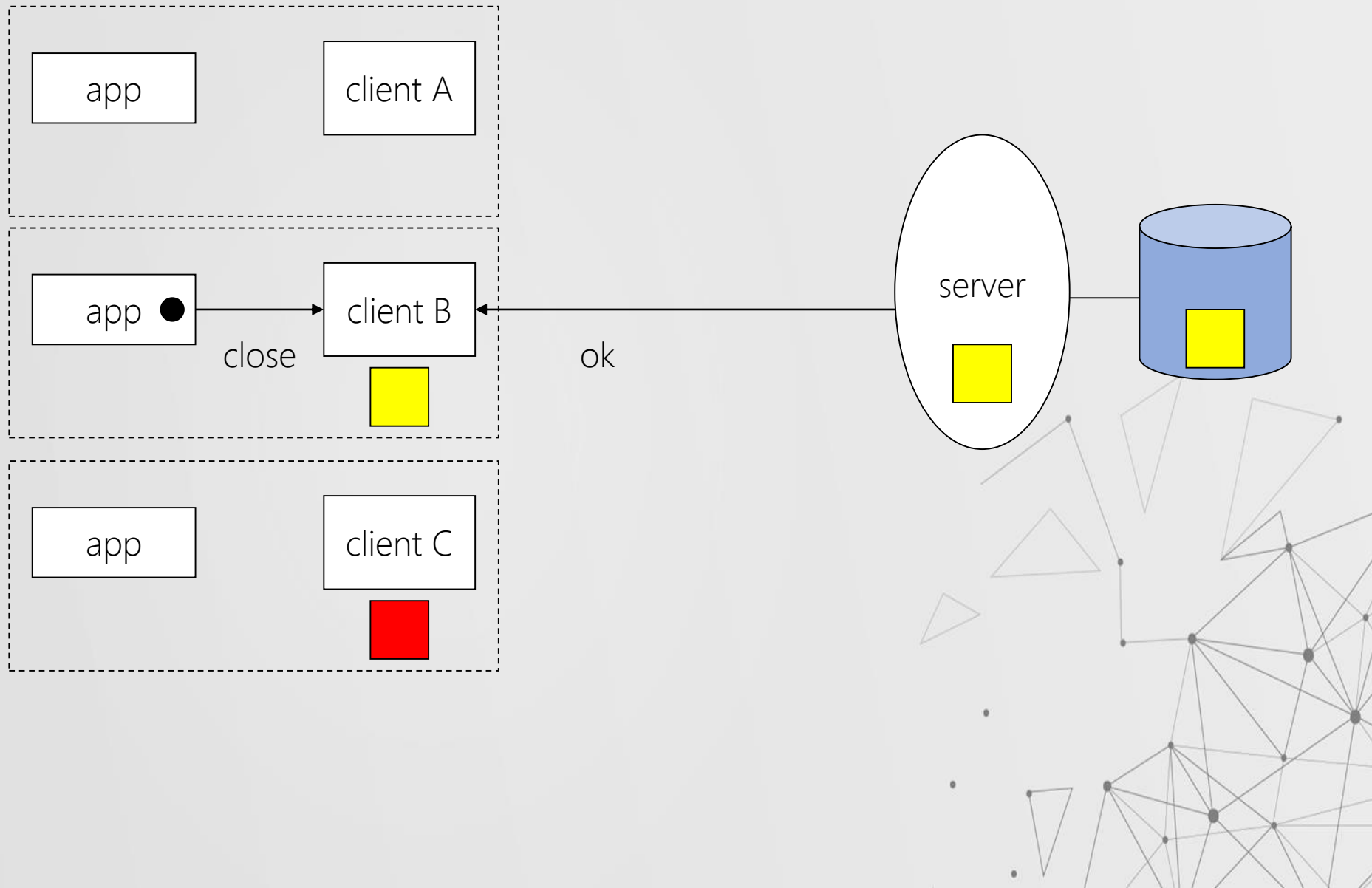
Μοντέλο λειτουργίας AFS (67)



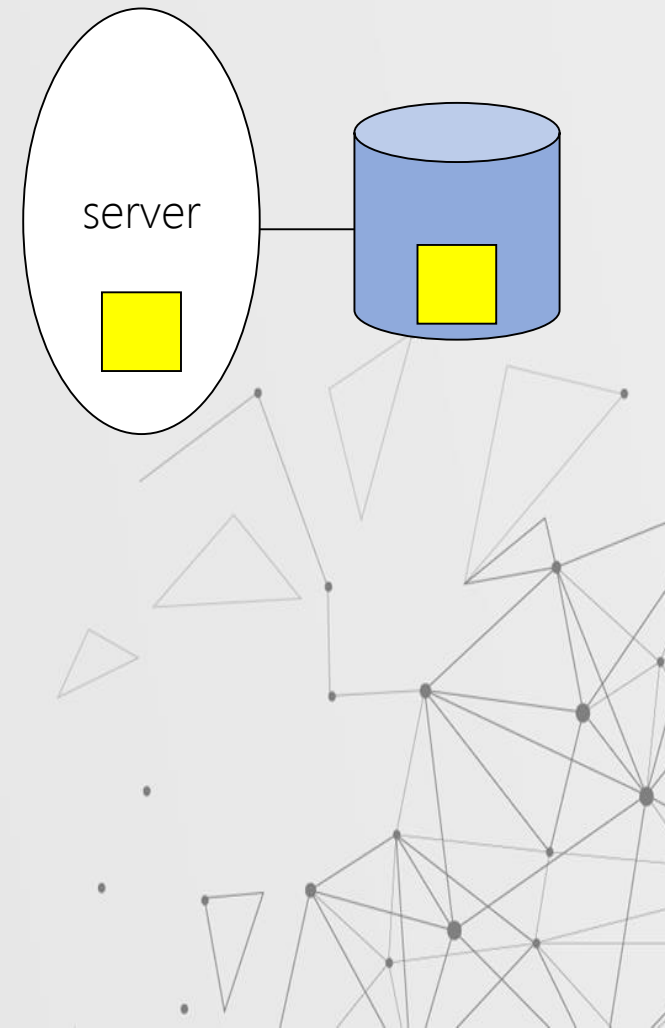
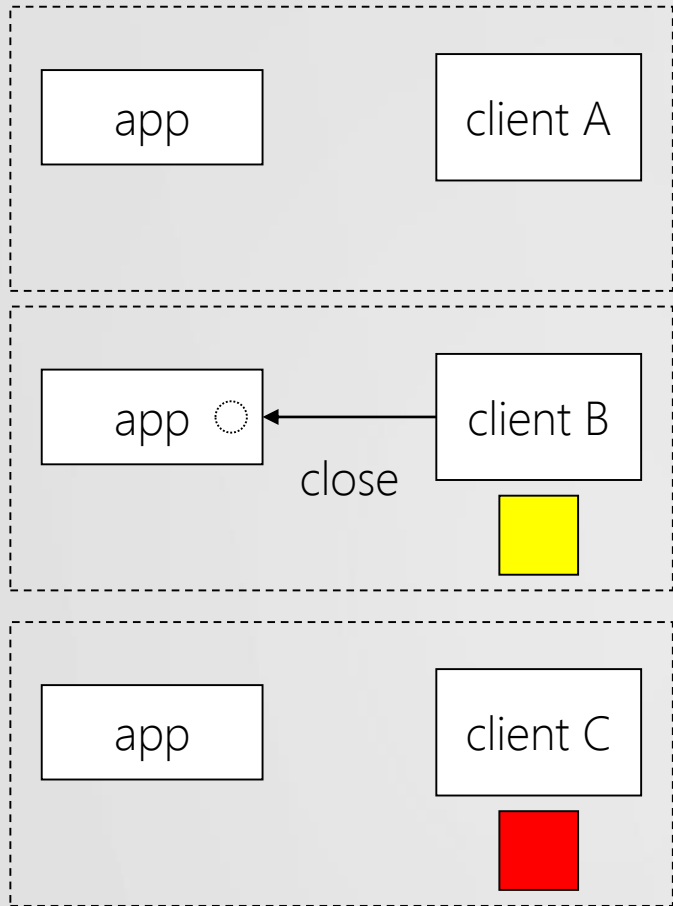
Μοντέλο λειτουργίας AFS (68)



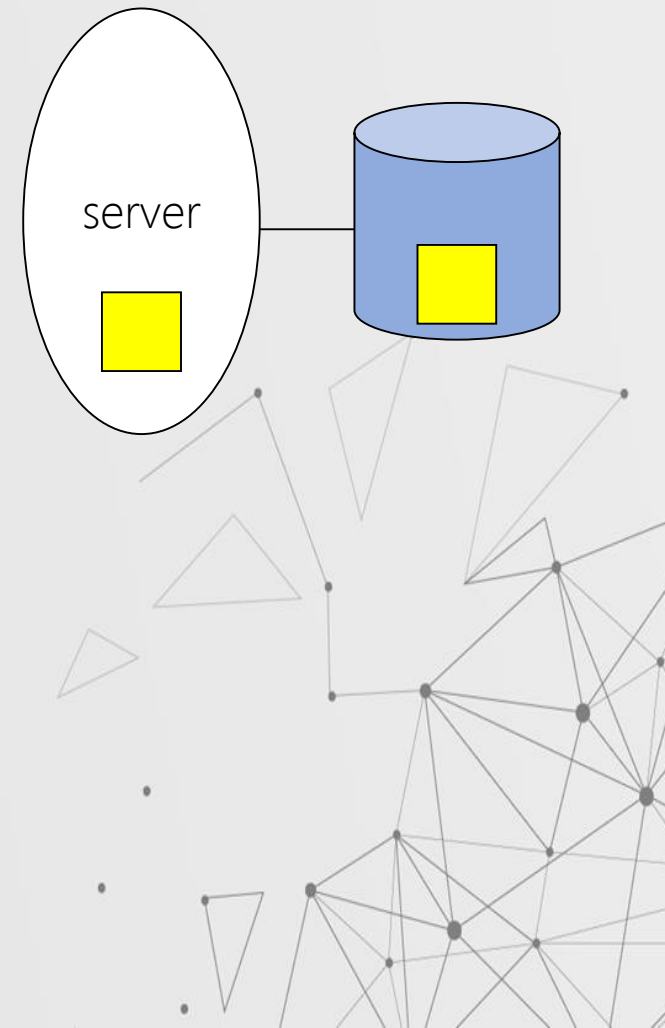
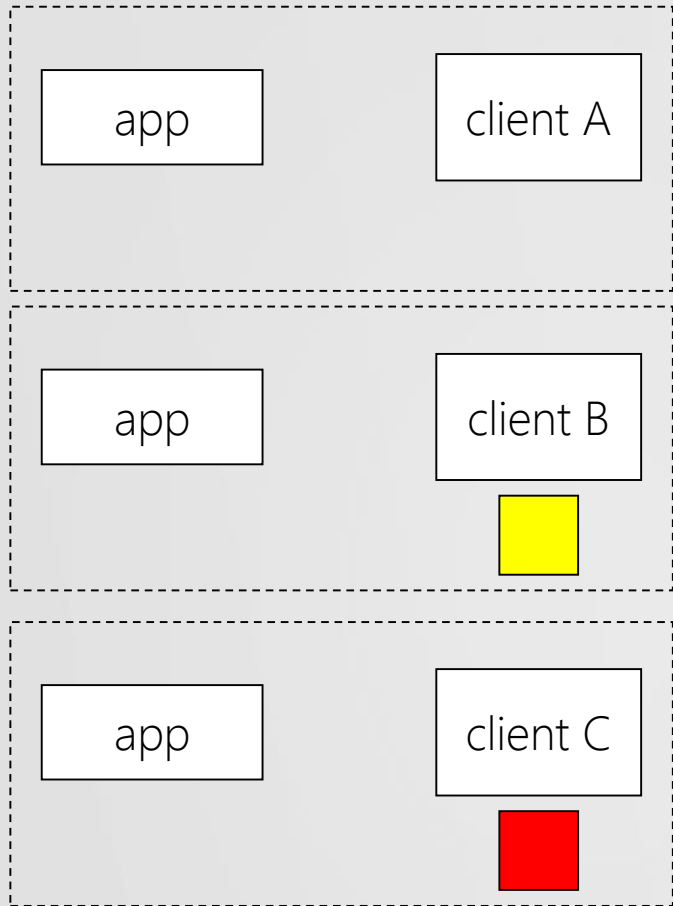
Μοντέλο λειτουργίας AFS (69)



Μοντέλο λειτουργίας AFS (70)



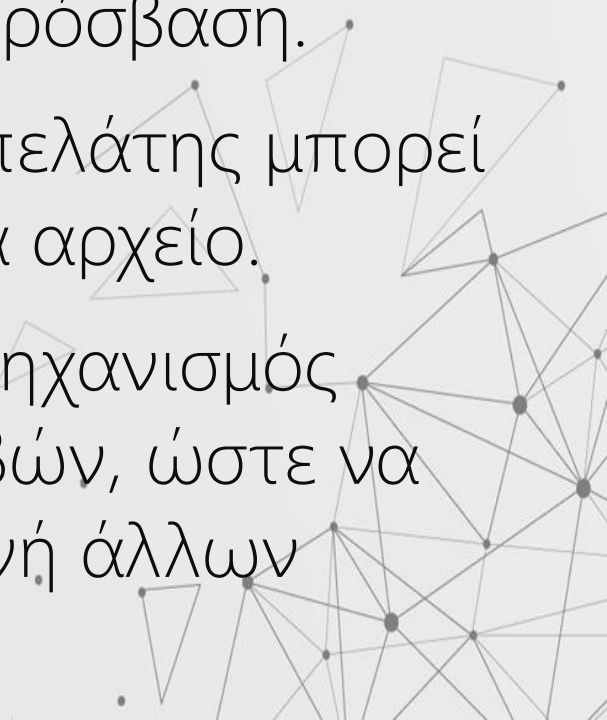
Μοντέλο λειτουργίας AFS (71)



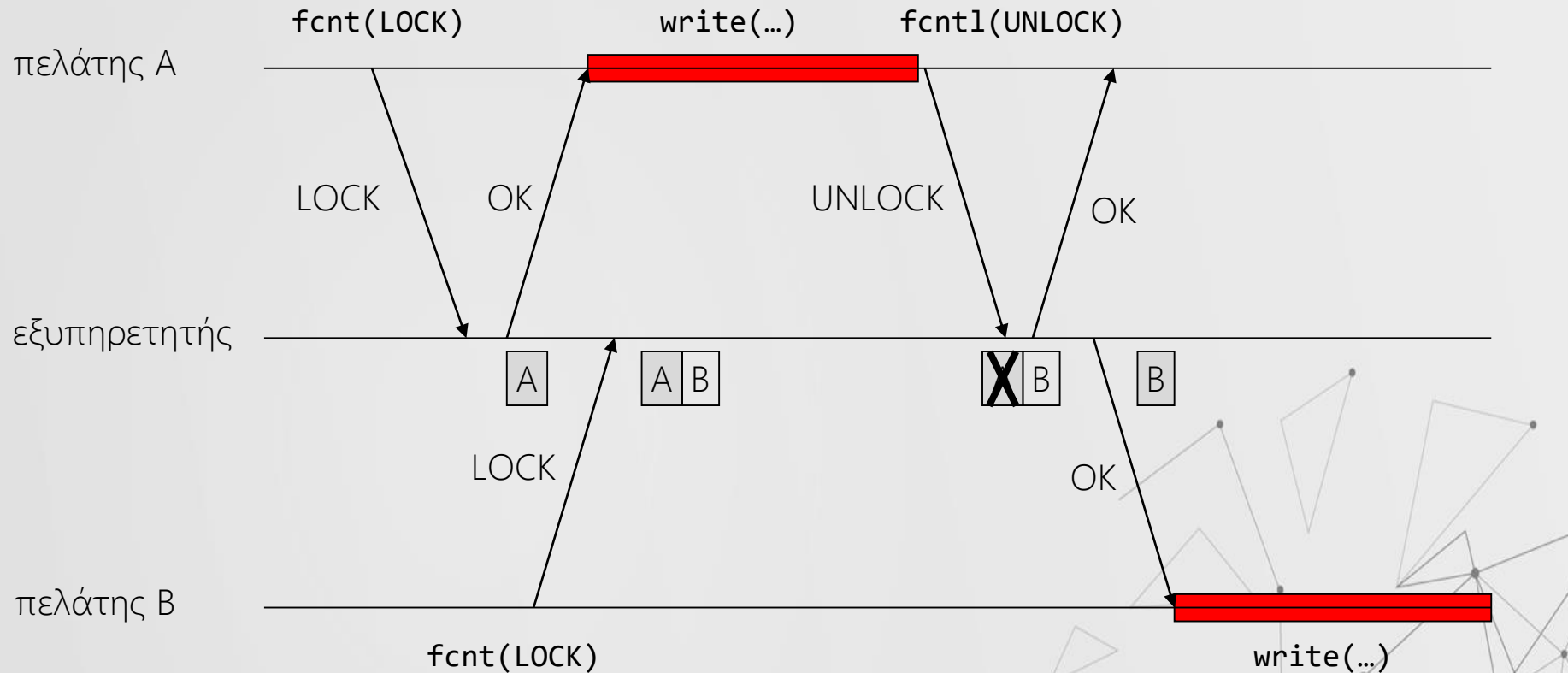
Συνέπεια

- Όταν ένας πελάτης ανοίξει ένα αρχείο, θα λάβει την πιο πρόσφατη έκδοση που έχει ο εξυπηρετητής.
- Αυτή μπορεί να είναι ήδη «παλιά».
- Κάποιος άλλος πελάτης μπορεί να έχει κάνει αλλαγές στο αρχείο, αλλά να μην έχει στείλει την αλλαγμένη έκδοση του αρχείου στον εξυπηρετητή.
- Από τη στιγμή που ένας πελάτης ανοίξει ένα αρχείο, δεν «βλέπει» τις όποιες αλλαγές γίνονται από άλλους.
- Πρέπει να κλείσει και να ξαναανοίξει το αρχείο (για να ενεργοποιηθεί η διαδικασία ελέγχου σε επίπεδο AFS).

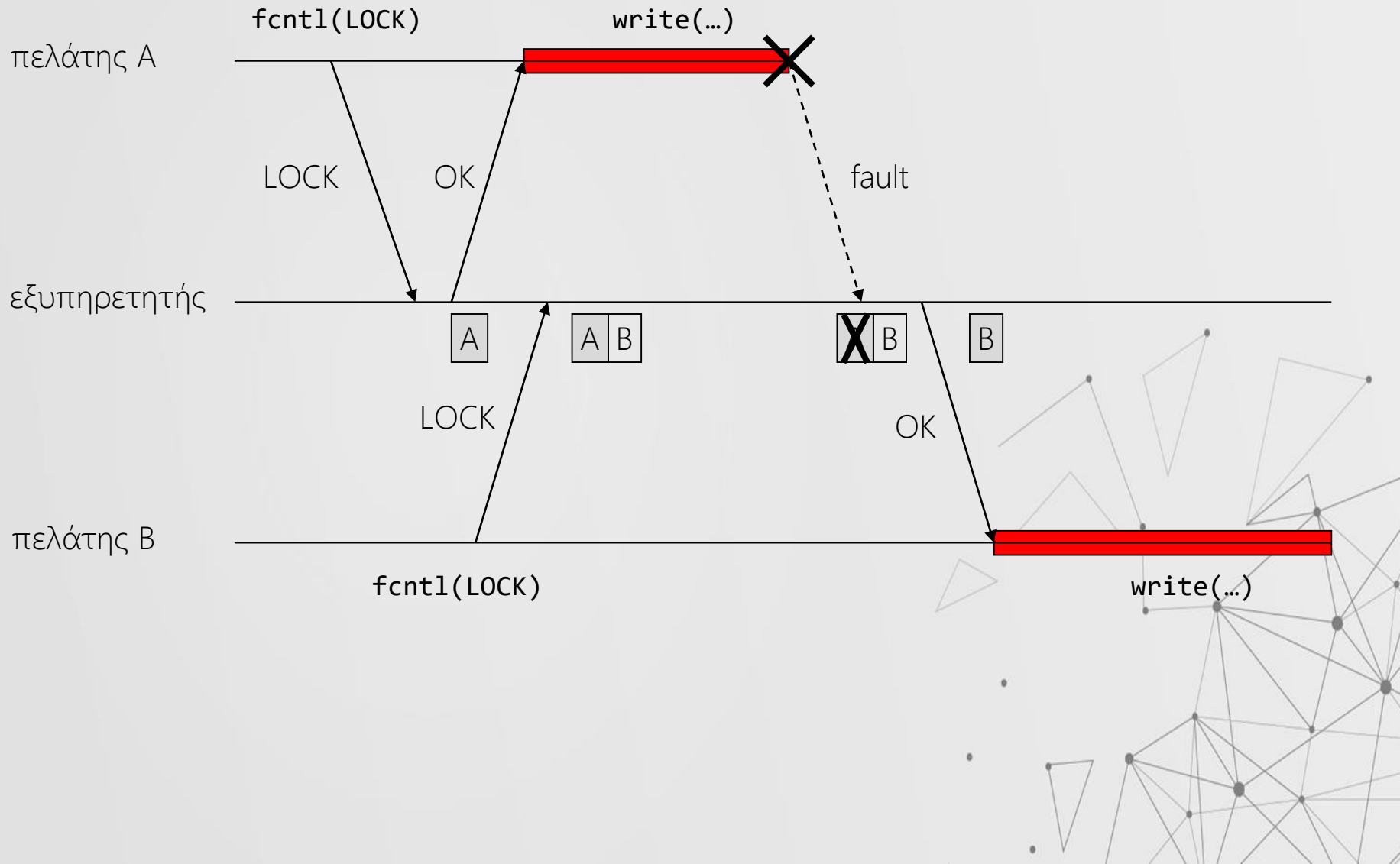
Κλείδωμα αρχείων από τον πελάτη (1)

- Το AFS κρατά κατάσταση για κάθε πελάτη που διατηρεί ένα έγκυρο αντίγραφο ενός αρχείου, έτσι ώστε να μπορεί να στείλει ειδοποιήσεις ακύρωσης.
 - Μπορεί να υποστηριχθεί και το κλείδωμα αρχείων (όπως και στο τοπικό σύστημα αρχείων), έτσι ώστε να αποφεύγεται «ανταγωνιστική» πρόσβαση.
 - Όμως, σε περίπτωση βλάβης, ένας πελάτης μπορεί να μην προλάβει να ξεκλειδώσει ένα αρχείο.
 - Πρέπει να υλοποιηθεί κατάλληλος μηχανισμός εντοπισμού και αντιμετώπισης βλαβών, ώστε να αποφεύγεται η επ' αορίστου αναμονή άλλων πελατών.
- 

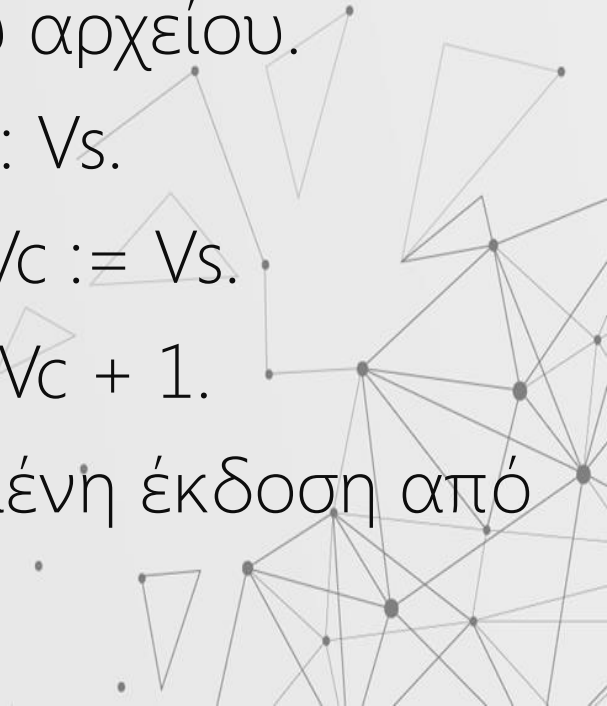
Κλείδωμα αρχείων από τον πελάτη (2)



Κλείδωμα αρχείων από τον πελάτη (3)



Αντιμετώπιση διαμερισμού δικτύου

- Ο server μπορεί να ακυρώσει το κλείδωμα ενός πελάτη, παρότι αυτός εξακολουθεί να υφίσταται.
 - Ένας άλλος πελάτης μπορεί να αλλάξει το αρχείο.
 - Θα προκύψουν 2 διαφορετικές εκδόσεις.
 - Εντοπισμός «σύγκρουσης» γίνεται με την βοήθεια επιπλέον πληροφορίας έκδοσης του αρχείου.
 - Αριθμός έκδοσης στον εξυπηρετητή: V_s .
 - Αριθμός αντιγράφου στον πελάτη: $V_c := V_s$.
 - Αλλαγή αρχείου στον πελάτη: $V_c := V_c + 1$.
 - Ο εξυπηρετητής δέχεται μια αλλαγμένη έκδοση από έναν πελάτη μόνο αν: $V_c = V_s + 1$.
- 

Αντιμετώπιση διαμερισμού δικτύου

