

The background features a complex network of thin, light gray lines connecting various points, creating a web-like structure. Scattered throughout are numerous triangles of different sizes and orientations, some solid and some outlined. The overall aesthetic is technical and modern, suggesting themes of networks, geometry, or data.

03

Κατανεμημένα Συστήματα

• Επικοινωνίες και Βλάβες



01

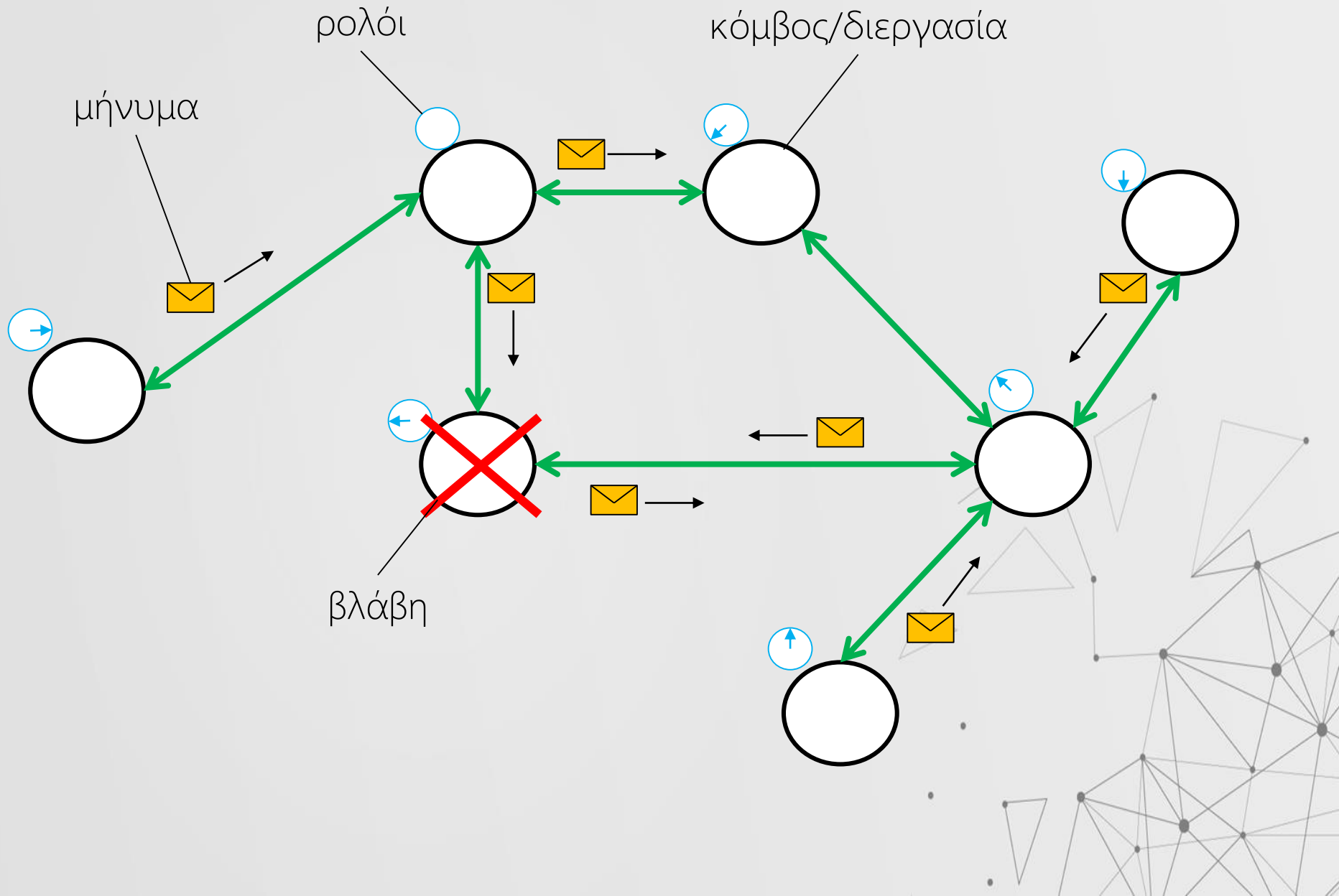
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Κατανεμημένα Συστήματα (1)

- Ένα σύστημα από ξεχωριστές ενεργές οντότητες (διεργασίες) που:
- εκτελούνται ταυτόχρονα/ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- παρουσιάζουν βλάβες ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- δεν διαθέτουν κοινή μνήμη ούτε κοινό ρολόι.
- επικοινωνούν με μηνύματα (πάνω από ένα δίκτυο).

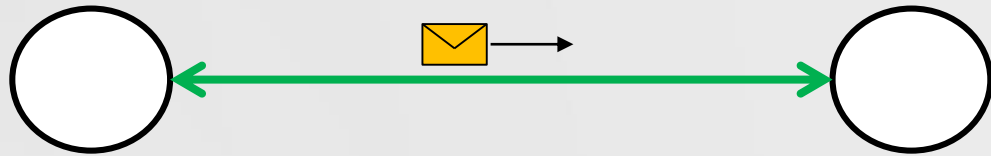


Κατανεμημένα Συστήματα (2)

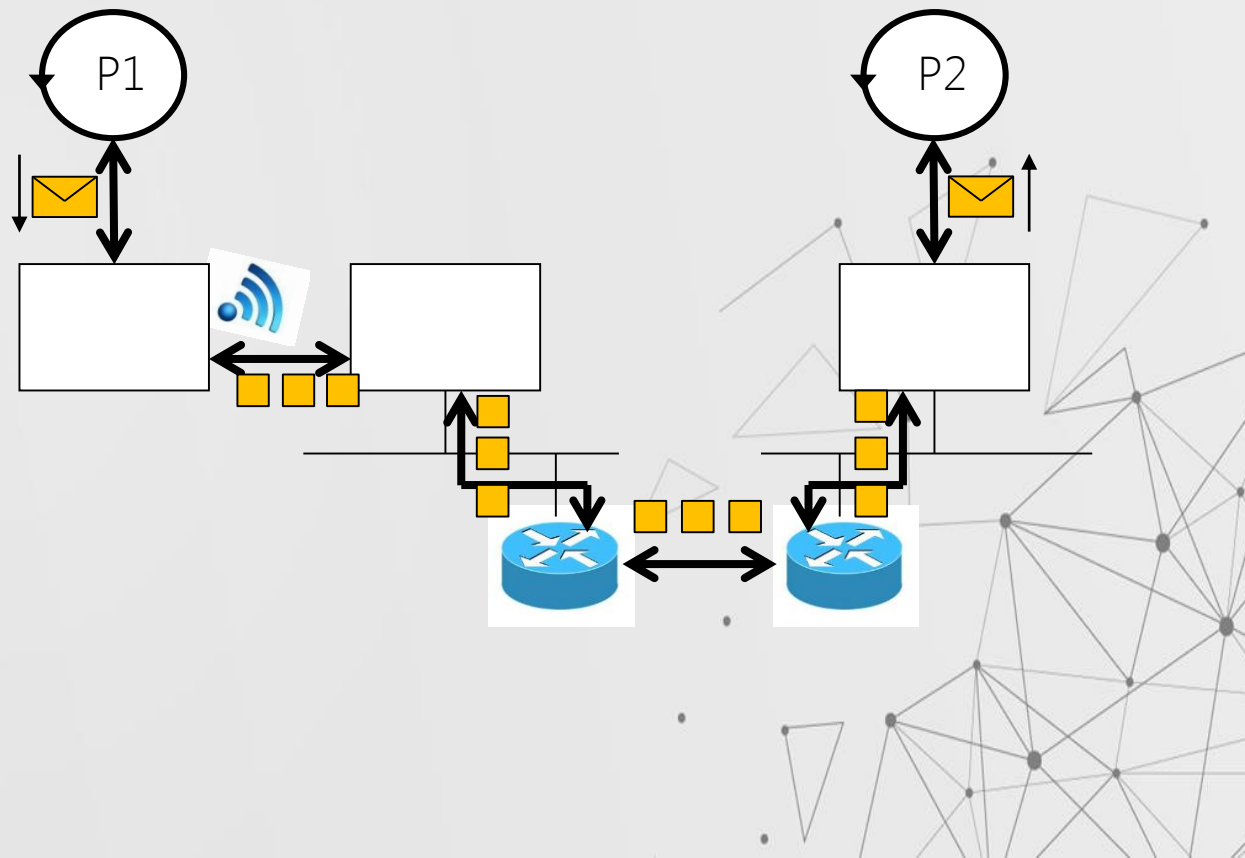


Κατανεμημένα Συστήματα (3)

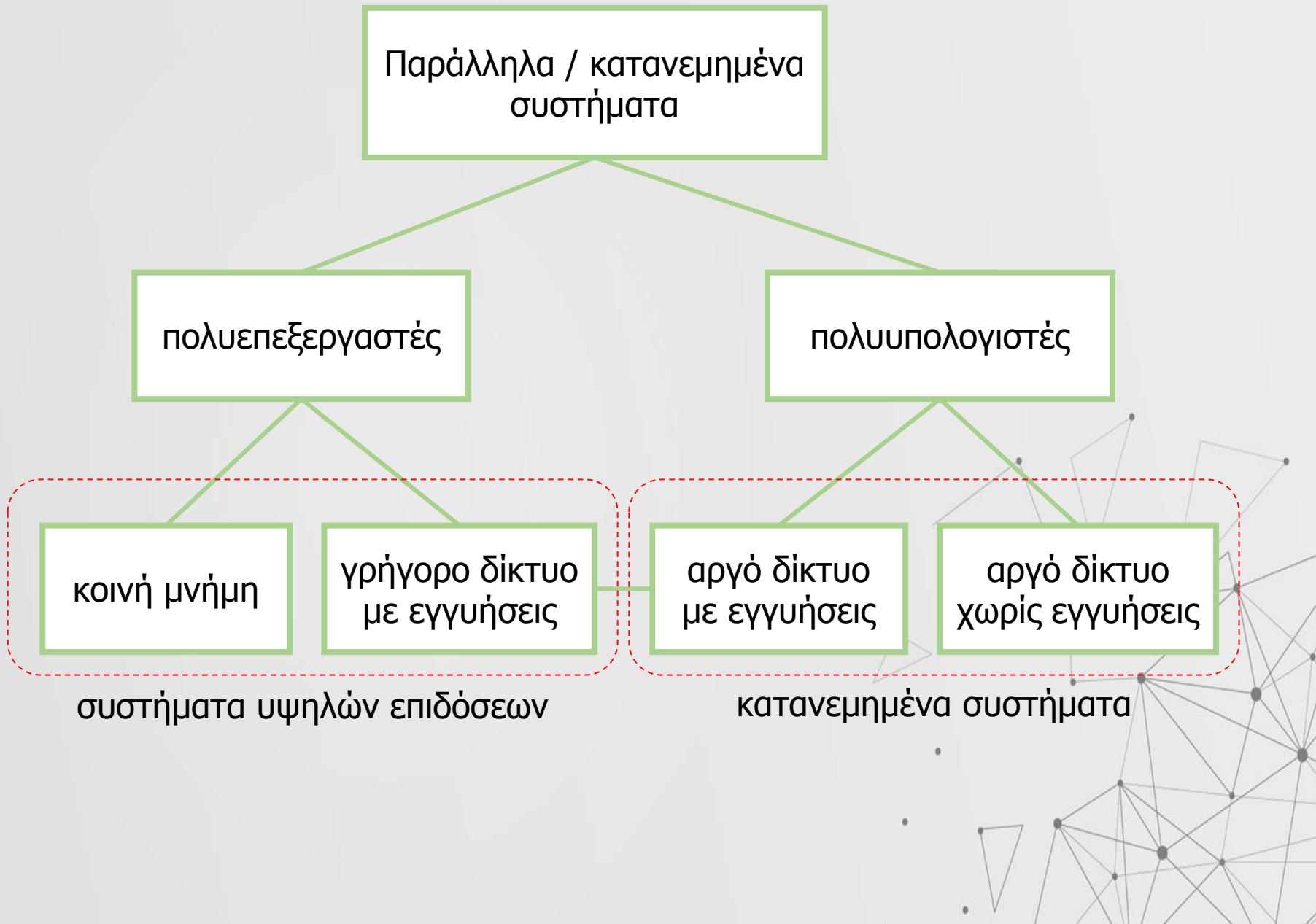
Αφαίρεση



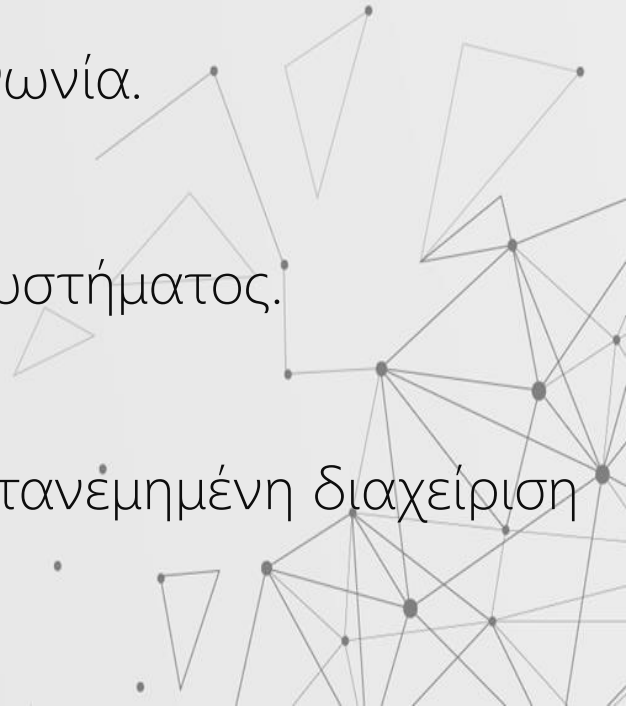
Πραγματικότητα



Κατηγοριοποίηση



Επιθυμητές ιδιότητες και προκλήσεις

- Απόδοση.
 - παρά τη σχετικά «αργή» επικοινωνία πάνω από το δίκτυο.
 - Διαθεσιμότητα.
 - παρά τις βλάβες που μπορούν να συμβούν ανά πάσα στιγμή και σε οποιοδήποτε μηχάνημα ή / και επίπεδο λογισμικού.
 - Συνέπεια.
 - παρά την ασύγχρονη/αναξιόπιστη επικοινωνία.
 - Διαφάνεια.
 - παρά την κατανεμημένη υλοποίηση του συστήματος.
 - Ασφάλεια.
 - παρά την ανοιχτή επικοινωνία και την κατανεμημένη διαχείριση από πολλούς διαφορετικούς φορείς.
- 

Κατανεμημένη λειτουργικότητα

- Μπορεί να παρέχεται:
- από το ίδιο το λειτουργικό σύστημα.
- Στο επίπεδο εφαρμογής.
- Από μεσοστρωματικό λογισμικό (middleware).



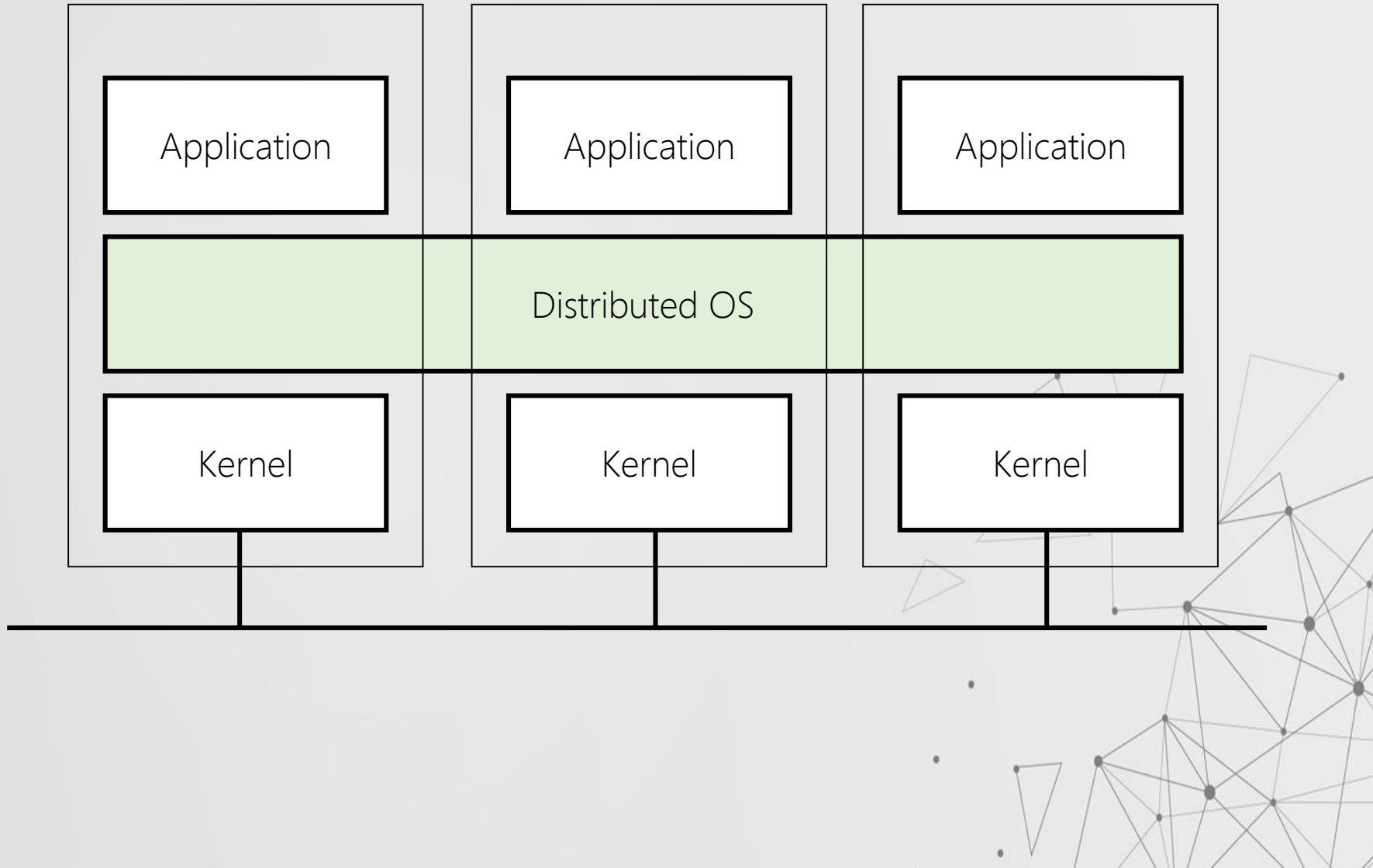
Κατανεμημένη λειτουργικότητα

- Μπορεί να παρέχεται:
- από το ίδιο το λειτουργικό σύστημα.
- Στο επίπεδο εφαρμογής.
- Από μεσοστρωματικό λογισμικό (middleware).



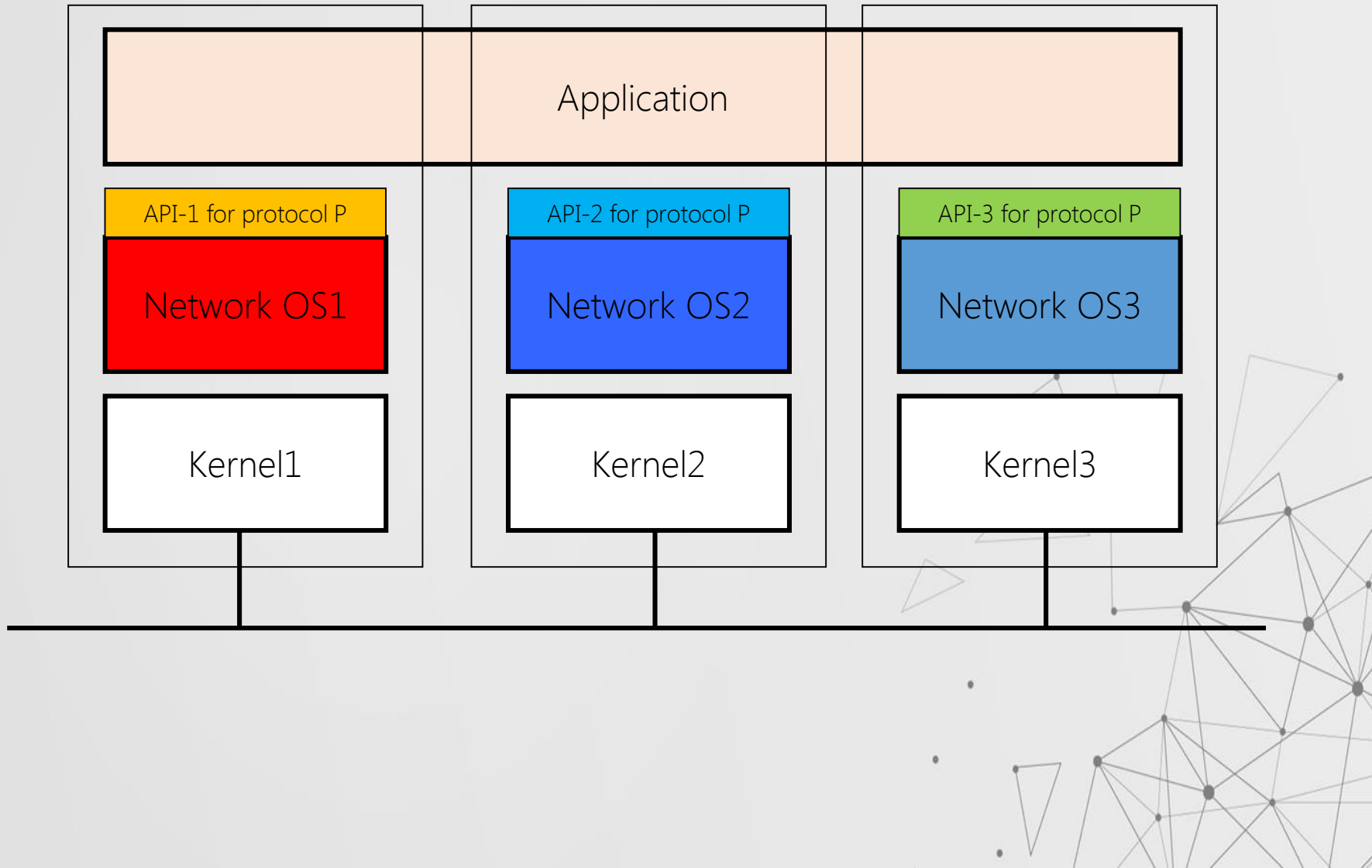
Κατανεμημένη λειτουργικότητα

- από το ίδιο το λειτουργικό σύστημα.



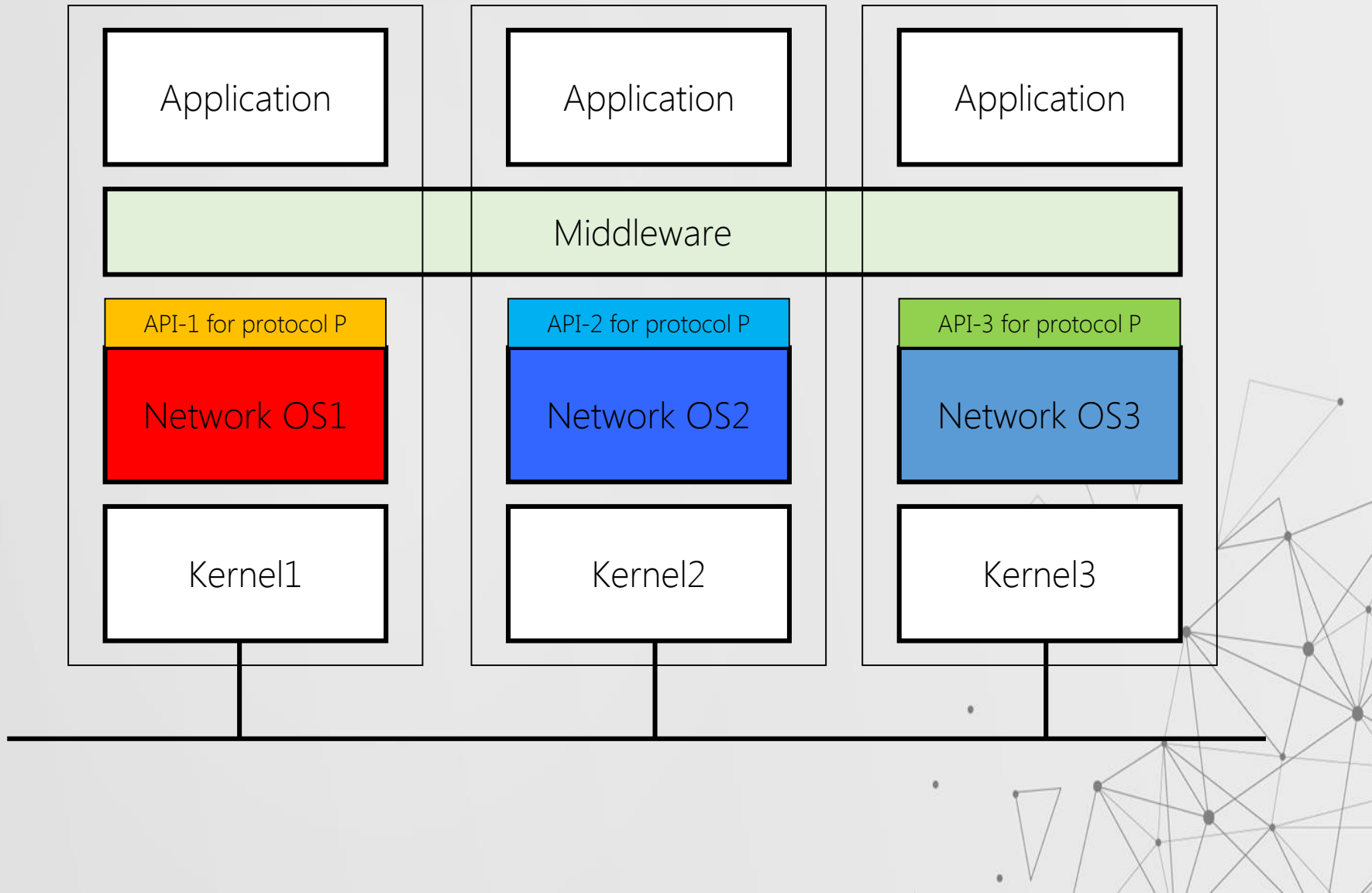
Κατανεμημένη λειτουργικότητα

- Στο επίπεδο εφαρμογής.

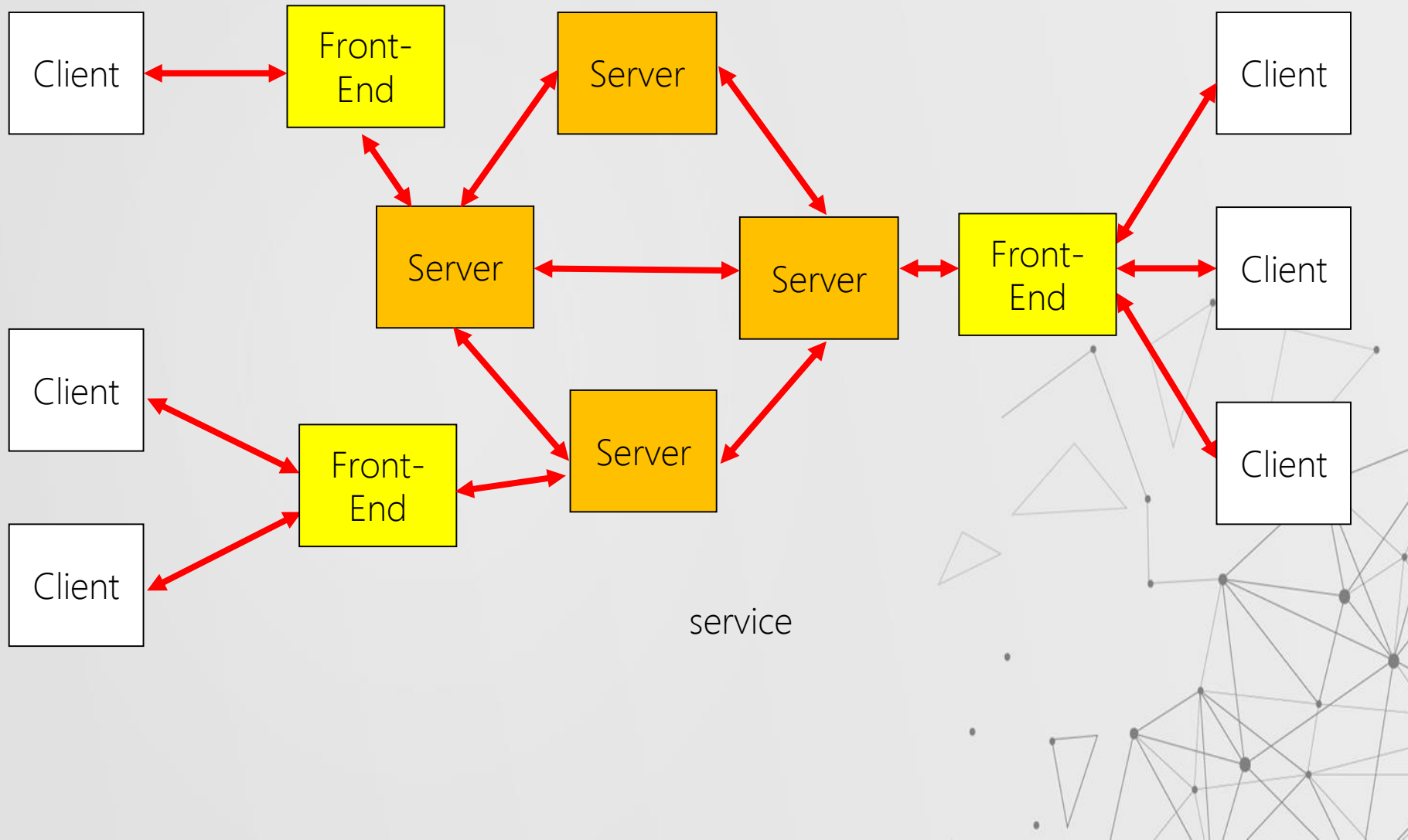


Κατανεμημένη λειτουργικότητα

- Από μεσοστρωματικό λογισμικό (middleware).



Κατανεμημένες υπηρεσίες



02

ΒΛΑΒΕΣ



Βασικά μοντέλα βλαβών

- Silent crash:

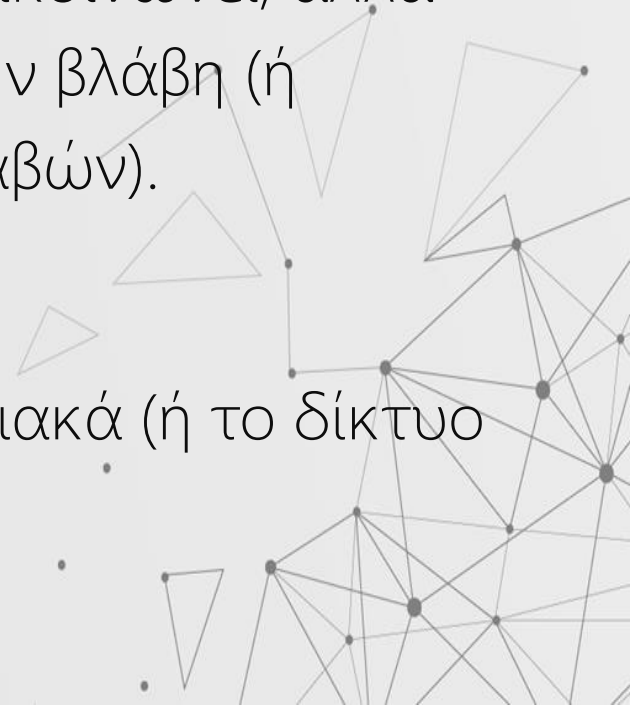
- Η διεργασία σταματά να εκτελείται/επικοινωνεί (δεν παρέχεται μηχανισμός εντοπισμού βλαβών).

- Fail-stop:

- Η διεργασία σταματά να εκτελείται/επικοινωνεί, αλλά «ειδοποιεί» τις άλλες διεργασίες για την βλάβη (ή παρέχεται μηχανισμός εντοπισμού βλαβών).

- Omission:

- Η διεργασία χάνει μηνύματα περιστασιακά (ή το δίκτυο χάνει μηνύματα).



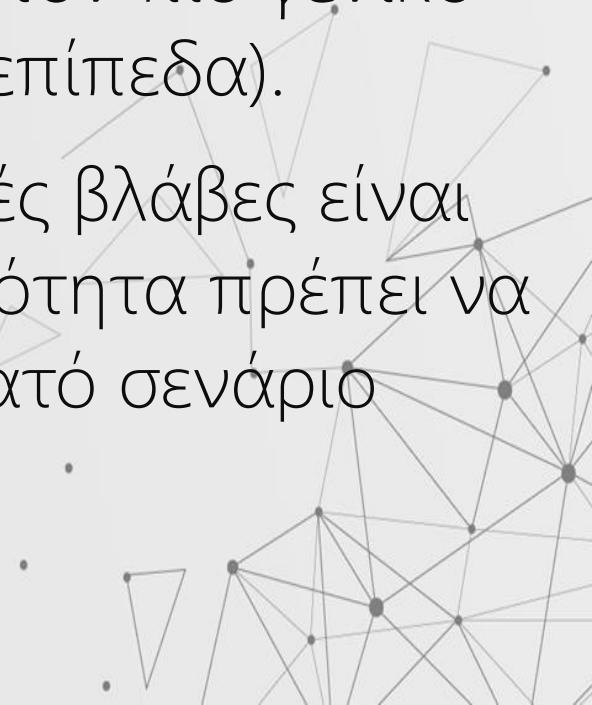
Βασικά μοντέλα επανεκκίνησης

- Με αμνησία:
 - Η διεργασία ανακάμπτει από την βλάβη έχοντας χάσει την πρότερη κατάσταση της.
- Με επίμονη (persistent) μνήμη:
 - Η διεργασία ανακάμπτει από την βλάβη μαζί με την πρότερη κατάσταση της.
- Υλοποίηση persistence:
 - τεχνική της σταθερής αποθήκης (stable storage), όπου τοποθετείται και ανανεώνεται κατάλληλα όλη η κρίσιμη πληροφορία κατάστασης της διεργασίας



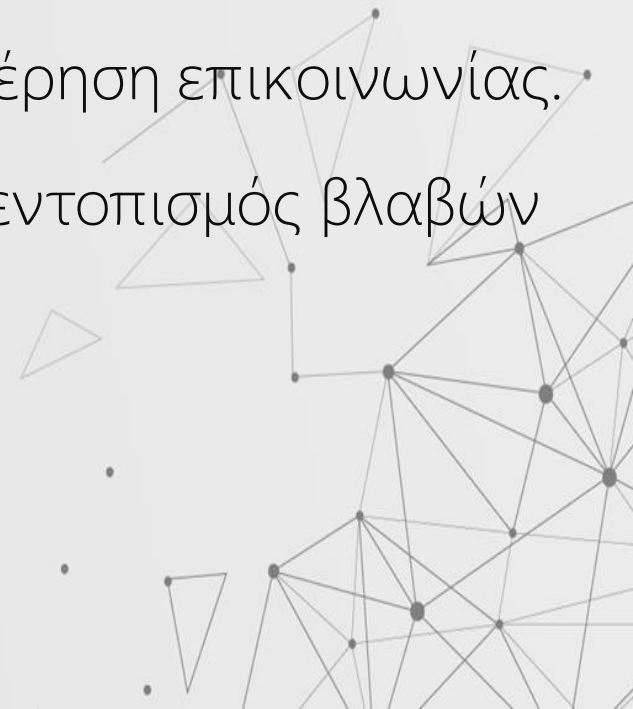
Βυζαντινές βλάβες

- Η διεργασία μπορεί (τυχαία ή συστηματικά) να συμπεριφέρεται απρόβλεπτα, ανά πάσα στιγμή.
- Μπορεί όμως να συμπεριφέρεται και κανονικά.
- Η βυζαντινή βλάβη δεν εντοπίζεται (άμεσα).
- Η βυζαντινή βλάβη μοντελοποιεί, με τον πιο γενικό τρόπο, την ύπαρξη bugs (σε όλα τα επίπεδα).
- Η απόδειξη ιδιοτήτων υπό βυζαντινές βλάβες είναι ιδιαίτερα δύσκολη – η επιθυμητή ιδιότητα πρέπει να εξασφαλίζεται για το χειρότερο δυνατό σενάριο συνδυασμένων βλαβών.



Σύγχρονο / ασύγχρονο σύστημα

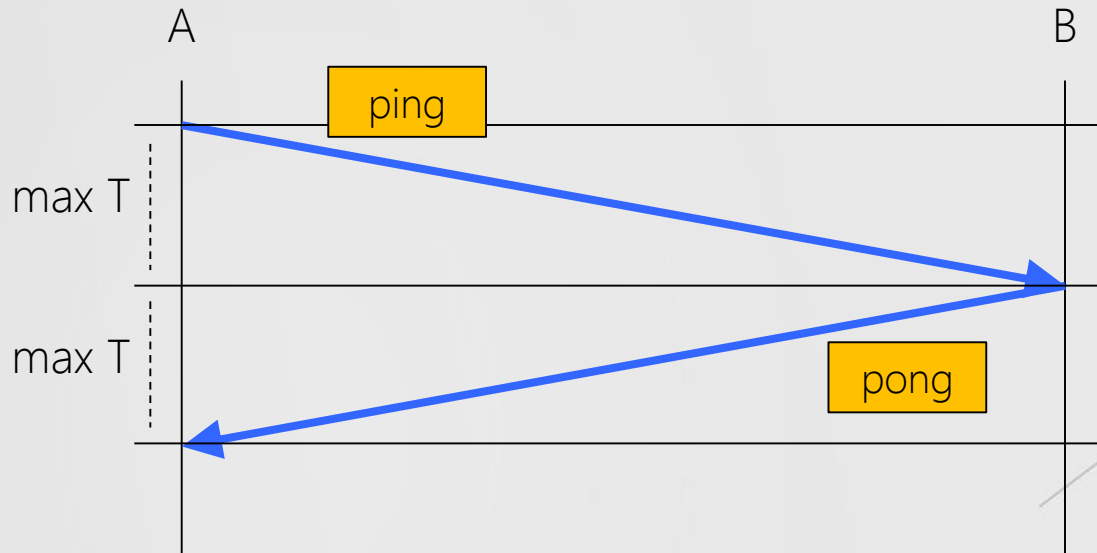
- Σύγχρονο σύστημα:
 - υπάρχει εγγυημένο και εκ των προτέρων γνωστό άνω χρονικό όριο (timeout) για την καθυστέρηση επικοινωνίας (και απόκρισης) των διεργασιών.
- Ασύγχρονο σύστημα:
 - δεν υπάρχει άνω όριο για την καθυστέρηση επικοινωνίας.
 - Βασικό πρόβλημα: αδύνατος ο ορθός εντοπισμός βλαβών τύπου silent crash.



Εντοπισμός crash (σύγχρονο σύστημα)

Πρωτόκολλο:

A στέλνει στον B ping, B απαντά στον A με pong



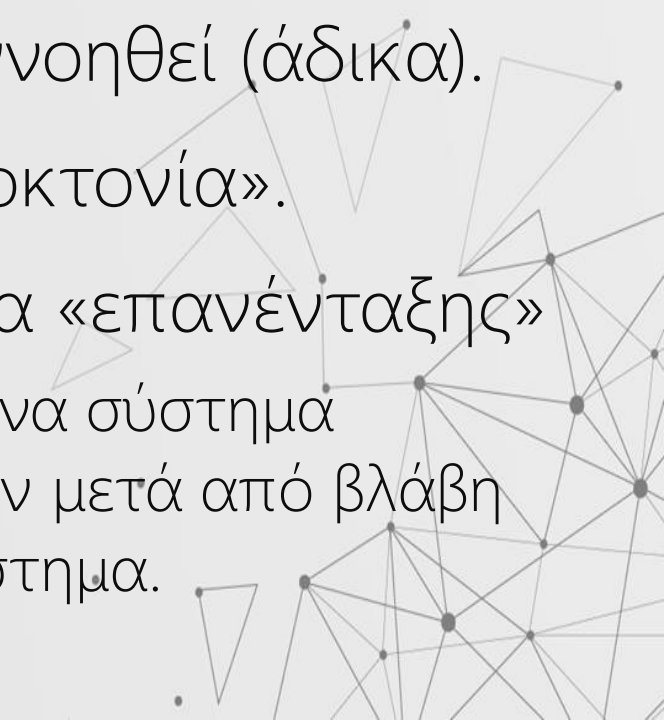
- A **δεν έλαβε** pong σε χρόνο $\leq 2 \times T \Rightarrow$ B **έχει** βλάβη
- A **έλαβε** pong σε χρόνο $\leq 2 \times T \Rightarrow$ B **δεν έχει** βλάβη*

(*) για να είμαστε πιο ακριβείς: ο B δεν είχε βλάβη πριν από T

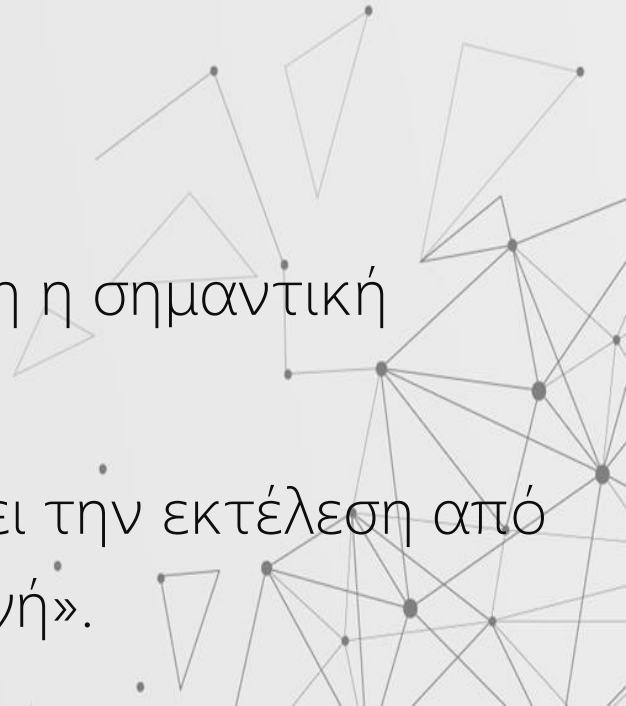
Εντοπισμός crash (ασύγχρονο σύστημα)

- Το πρωτόκολλο εντοπισμού βλαβών crash για σύγχρονο σύστημα δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε ασύγχρονο σύστημα.
 - δεν υπάρχει άνω όριο καθυστέρησης.
- Αν ο A δεν λάβει ring μετά από «μακρά» αναμονή, και αποφασίσει ότι ο B έχει βλάβη, ίσως κάνει λάθος
 - το μήνυμα ring ή το μήνυμα pong μπορεί να είναι καθοδόν.
- Αν ο A αποφασίσει να περιμένει μέχρι να έρθει ring, και ο B όντως έχει βλάβη, ο B δεν θα ανακηρυχθεί ποτέ σε βλάβη.
 - ο A θα περιμένει για πάντα να του απαντήσει ο B .
- Ότι και να αποφασίσει ο A , μπορεί να κάνει λάθος!

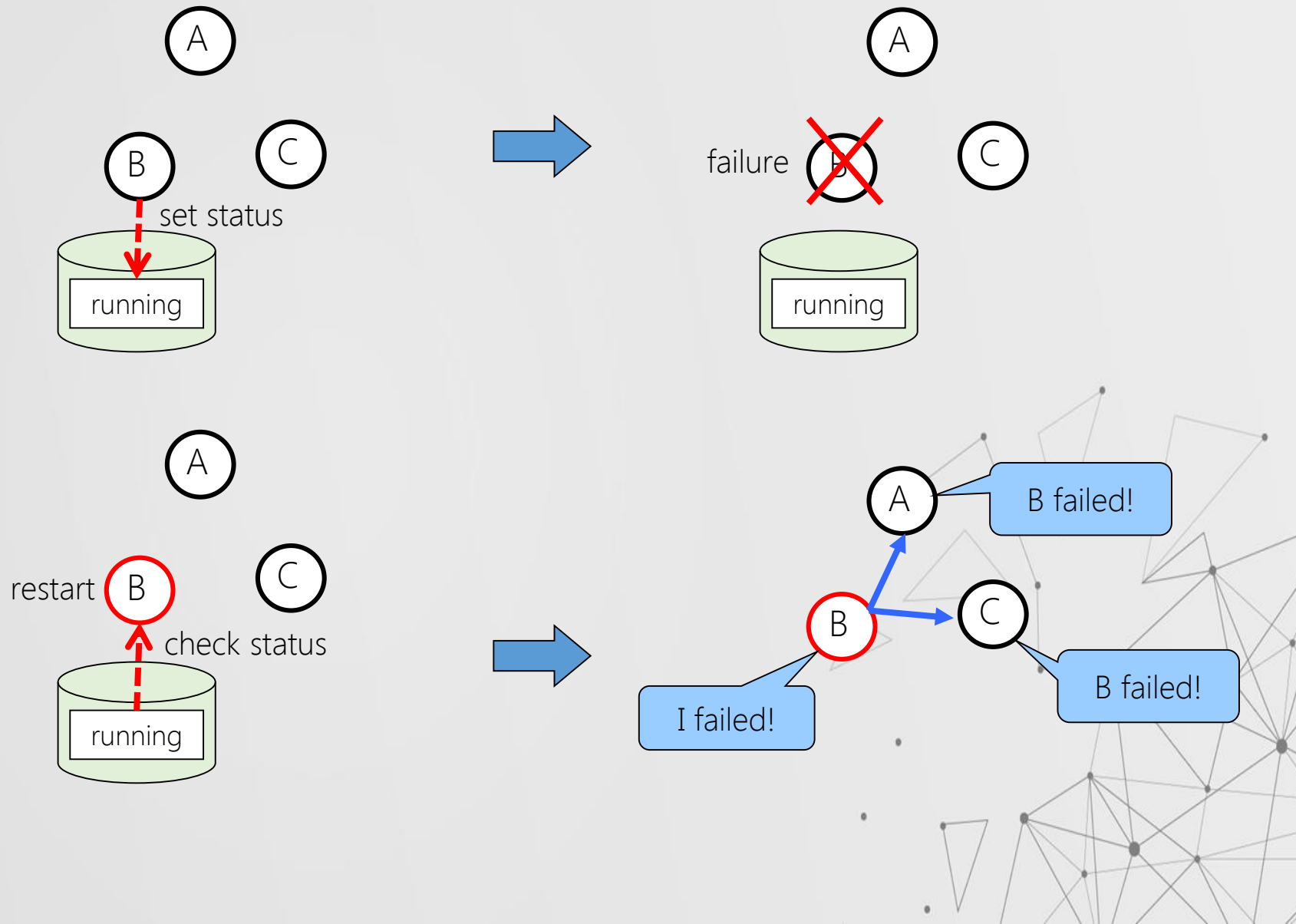
Fail-stop σε ασύγχρονο σύστημα

- Αν ο A θεωρήσει ότι ο B έχει παρουσιάσει βλάβη, στέλνει μήνυμα « B failed» σε όλες τις διεργασίες.
 - και στον εαυτό του.
 - Όποιος λάβει μήνυμα « B failed», βγάζει τον B από την λίστα των διεργασιών (αν δεν το έχει κάνει ήδη).
 - Αν όμως ο B δεν έχει βλάβη, θα αγνοηθεί (άδικα).
 - Στην ουσία, ο B οδηγείται σε «αυτοκτονία».
 - Μπορεί να προβλέπεται διαδικασία «επανένταξης»
 - ισοδύναμο με την περίπτωση όπου σε ένα σύστημα προβλέπεται η επανεκκίνηση διεργασιών μετά από βλάβη (restarts) και η επανένταξη τους στο σύστημα.
- 

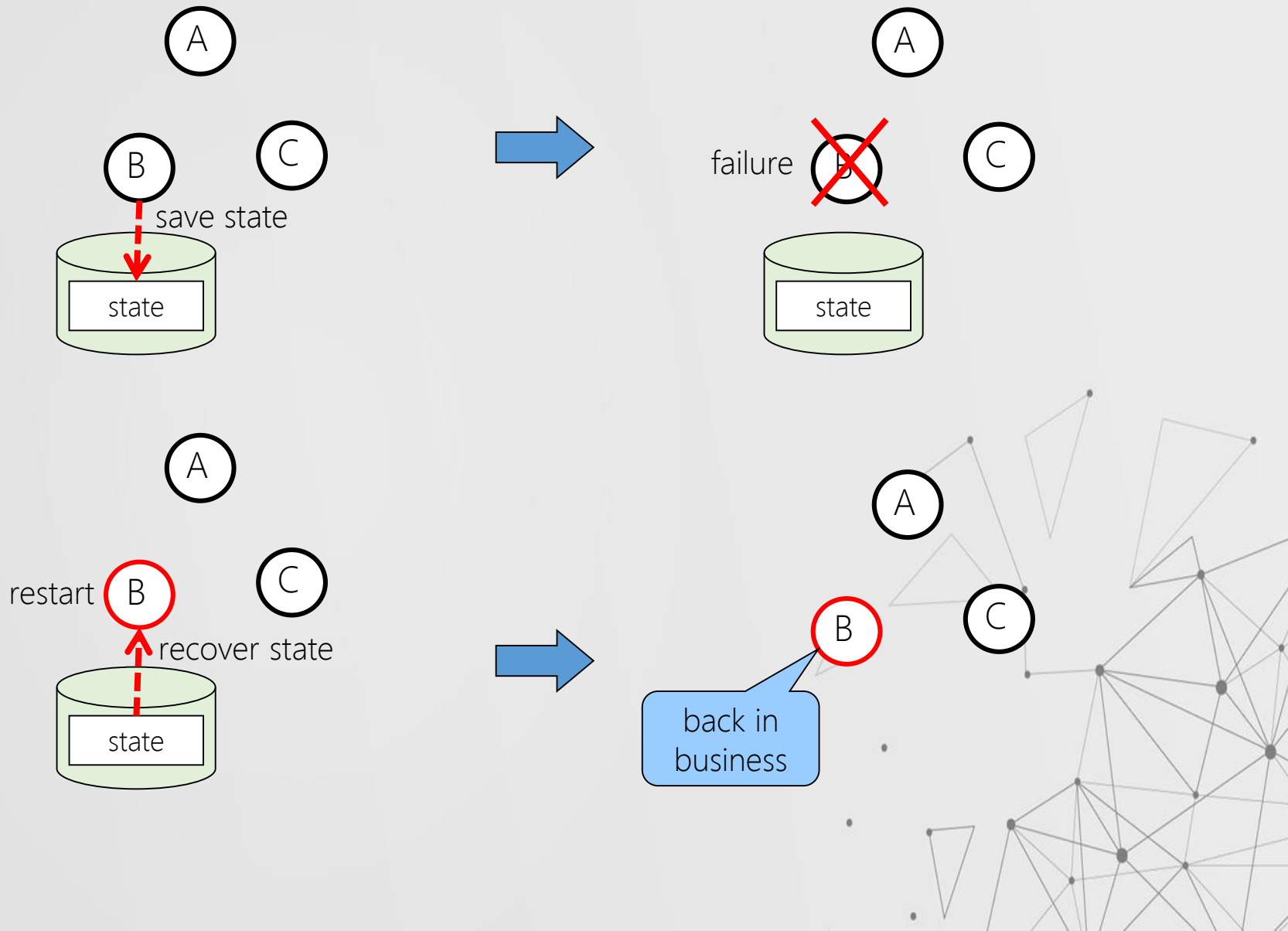
Silent crash + restart + persistence

- Μετατροπή silent crash σε fail-stop:
 - Στην σταθερή μνήμη αποθηκεύεται πληροφορία (π.χ. προηγούμενος αριθμός ζωής – incarnation no) με βάση την οποία η διεργασία εντοπίζει ότι ανέκαμψε μετά από βλάβη.
 - Η διεργασία ειδοποιεί τις υπόλοιπες διεργασίες για την δική της βλάβη, και μετά τερματίζει.
 - Απόκρυψη βλάβης:
 - Στην σταθερή μνήμη αποθηκεύεται όλη η σημαντική κατάσταση εκτέλεσης της διεργασίας.
 - Όταν η διεργασία ανακάμψει, συνεχίζει την εκτέλεση από όπου σταμάτησε – απλά φαίνεται «αργή».
- 

Μετατροπή silent crash σε fail-stop



Απόκρυψη βλάβης



Απόκρυψη βλάβης & διαφάνεια

- Η υπηρεσία δικτύου ίσως να μην παρέχει διαφάνεια επικοινωνίας σε περίπτωση βλάβης του προορισμού.
- Ακυρώνεται η (όποια) αξιοπιστία παρέχεται.
- Η διαφάνεια πρέπει να υλοποιηθεί με ρητό τρόπο.
- Δηλαδή με επιπλέον πρωτόκολλο επιβεβαίωσης παραλαβής μηνυμάτων και επανεκπομπής μηνυμάτων που παραμένουν ανεπιβεβαίωτα.
- Μπορεί να υλοποιηθεί ως ξεχωριστό στρώμα/υπηρεσία.
- Εναλλακτικά μπορεί να είναι μέρος της εφαρμογής.

