BLOCKCHAIN KAI CONSENSUS

μια σύντομη εισαγωγή

Άρης Παγουρτζής

Σχολή ΗΜΜΥ ΕΜΠ

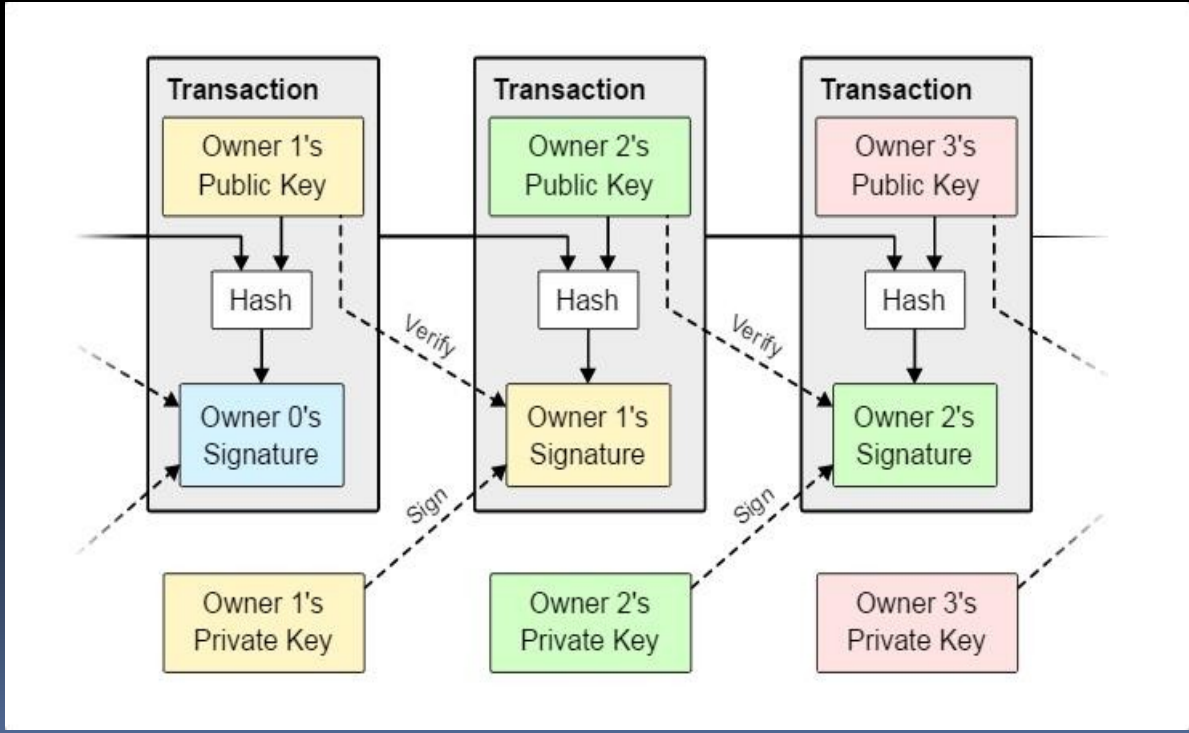
Υπολογιστική Κρυπτογραφία

(ΣΗΜΜΥ-ΣΕΜΦΕ-ΑΛΜΑ-ΕΜΕ)

Ἐν ἀρχῇ ἦν ... το Bitcoi

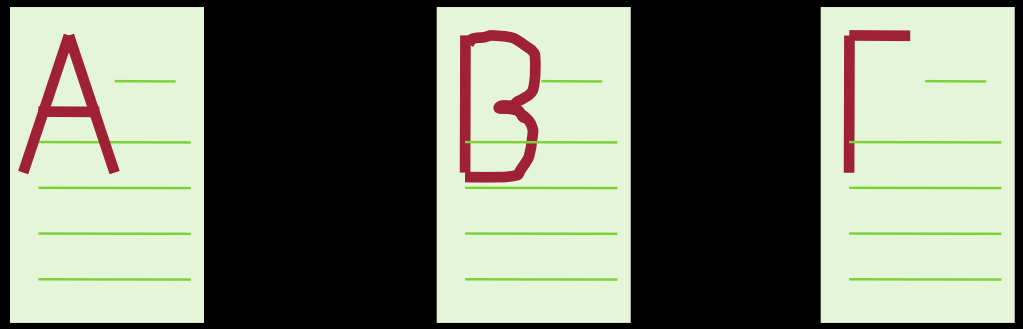
- ... και ο «αόρατος» δημιουργός αυτού: Satoshi Nakamoto (2008)

Owner 0 → Owner 1 | Owner 1 → Owner 2 | Owner 2 → Owner 3



Blockchain: η «ραχοκοκαλιά» του Bitcoin

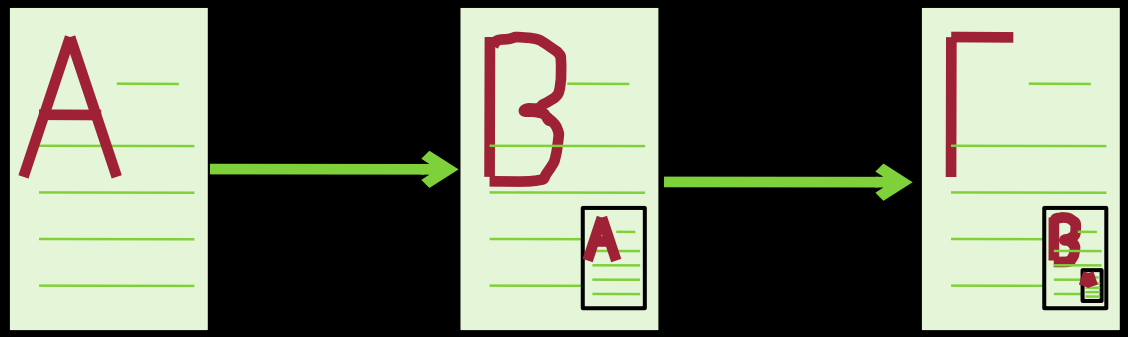
- Ας φανταστούμε: κατάστιχο (ledger) με ασύνδετα φύλλα



- Σημειώνουμε τις συναλλαγές
- Πώς ξέρουμε ότι δεν χάθηκε κάποιο φύλλο;
- Πώς ξέρουμε ότι κανείς δεν άλλαξε κάποιο φύλλο;

Blockchain: η «μαγική» λύση!

- Κάθε φύλλο περιέχει «αποτύπωμα» του προηγούμενου (π.χ. φωτογραφία σε σμίκρυνση)

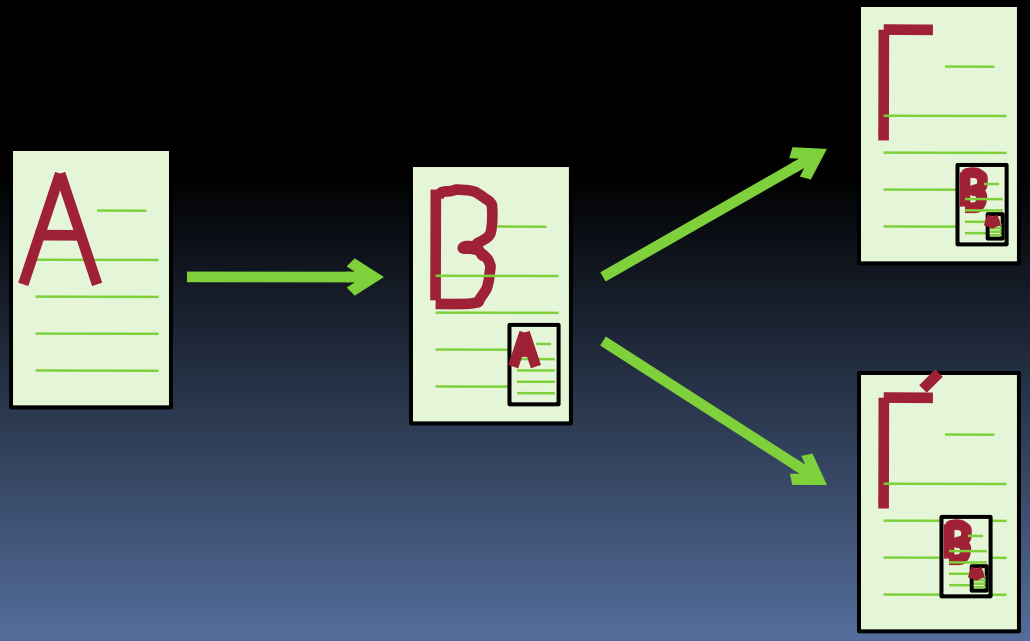


- Κάθε φύλλο συνδέεται ισχυρά με το προηγούμενο και, μέσω αυτού, με όλα τα προηγούμενα φύλλα
- Πρακτικά αδύνατο να αλλοιωθεί μεμονωμένο φύλλο ή ενδιάμεση (ή αρχική) σειρά φύλλων
- Εγγύηση ακεραιότητας και χρονικής αλληλουχίας

Blockchain: ανάγκη συμφωνίας!

- Συλλογικό κατάστιχο: ποιος φτιάχνει το επόμενο φύλλο;

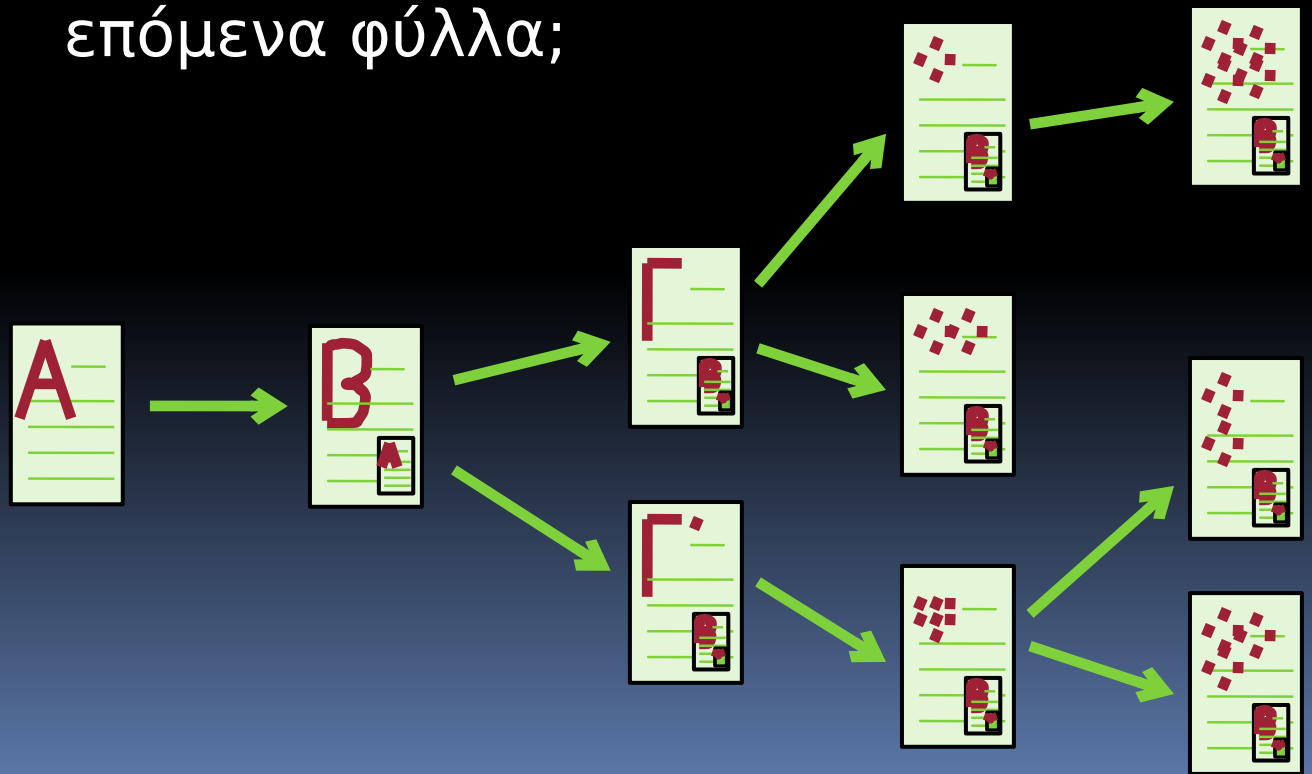
- Τι θα συμβεί αν επιτρέψουμε πολλά έγκυρα επόμενα φύλλα;



Blockchain: ανάγκη συμφωνίας!

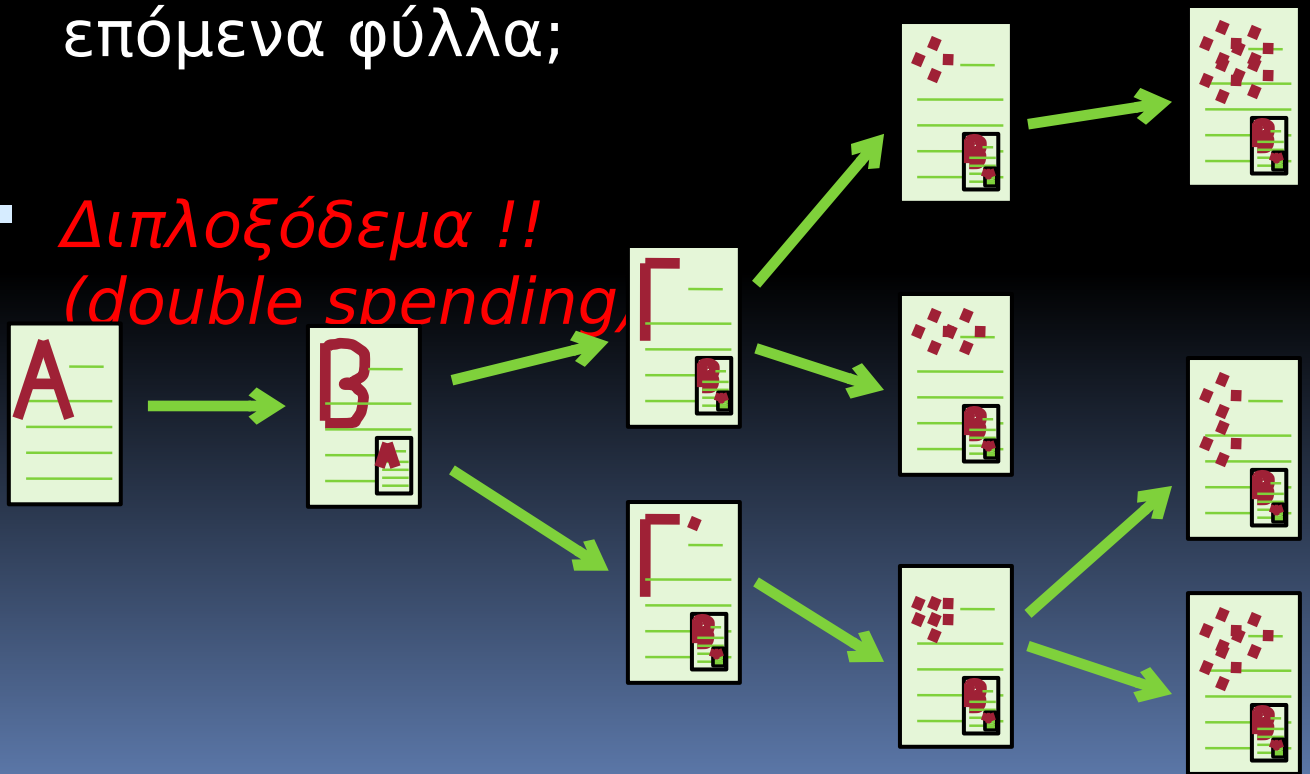
- Συλλογικό κατάστιχο: ποιος φτιάχνει το επόμενο φύλλο;

- Τι θα συμβεί αν επιτρέψουμε πολλά έγκυρα επόμενα φύλλα;



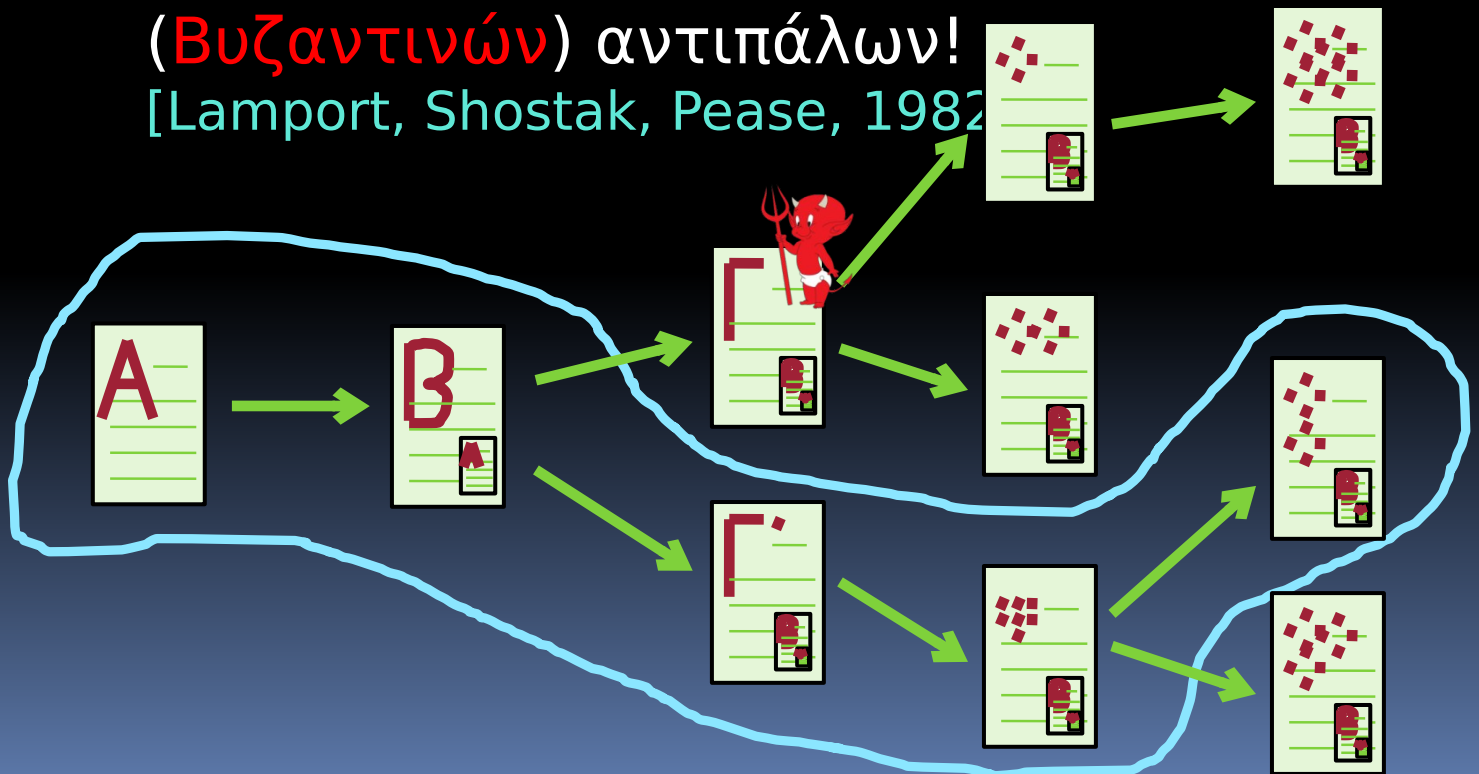
Blockchain: ανάγκη συμφωνίας!

- Συλλογικό κατάστιχο: ποιος φτιάχνει το επόμενο φύλλο;
- Τι θα συμβεί αν επιτρέψουμε πολλά έγκυρα επόμενα φύλλα;
- *Διπλοξόδεμα !!*
  (double spending)



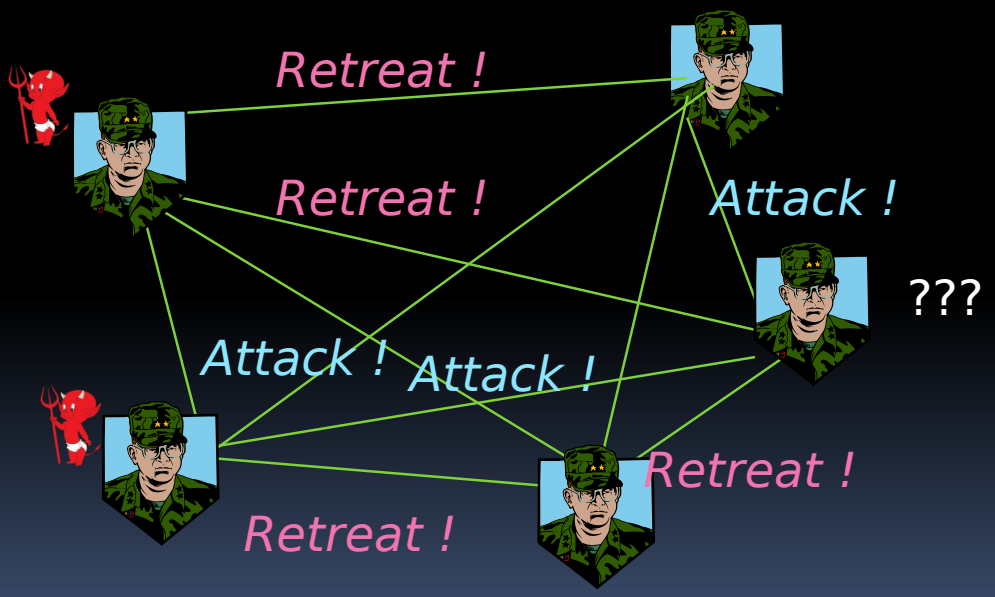
Βυζαντινή συμφωνία

- Byzantine Agreement / Byzantine Fault Tolerance, γνωστό και ως Consensus: θέλουμε τα μέρη ενός κατανεμημένου συστήματος να συμφωνήσουν σε ένα σύνολο δεδομένων ακόμη και υπό την παρουσία κακόβουλων (Βυζαντινών) αντιπάλων!
  [Lamport, Shostak, Pease, 1982]



Πρόβλημα Βυζαντινών στρατηγών

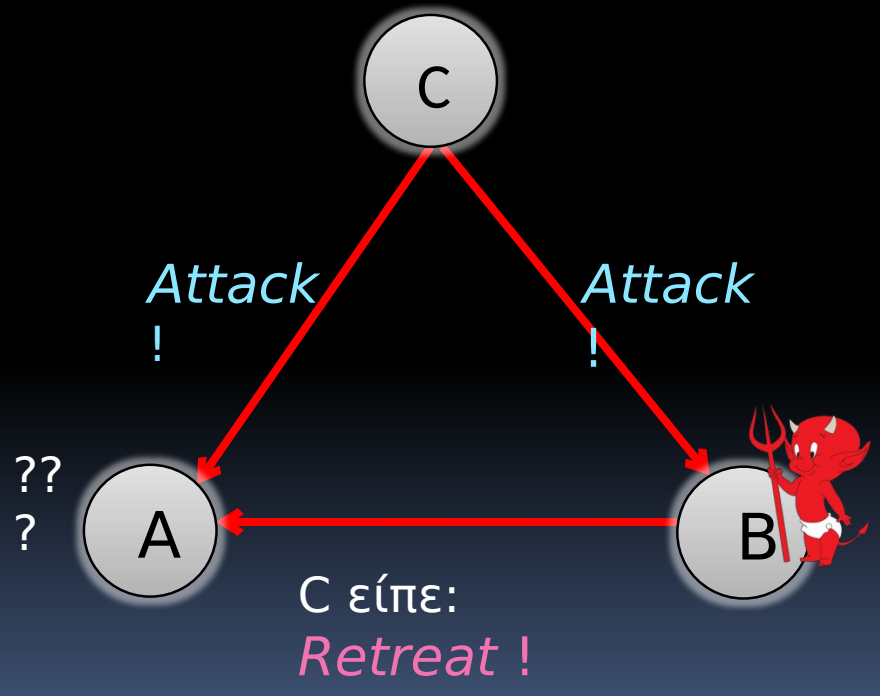
- Γνωστό και ως Reliable broadcast: θέλουμε ένας ηγέτης να μεταδώσει σωστά ένα μήνυμα (διαταγή) στα μέρη ενός κατανεμημένου συστήματος ακόμη και υπό την παρουσία κακόβουλων (Βυζαντινών) αντιπάλων!

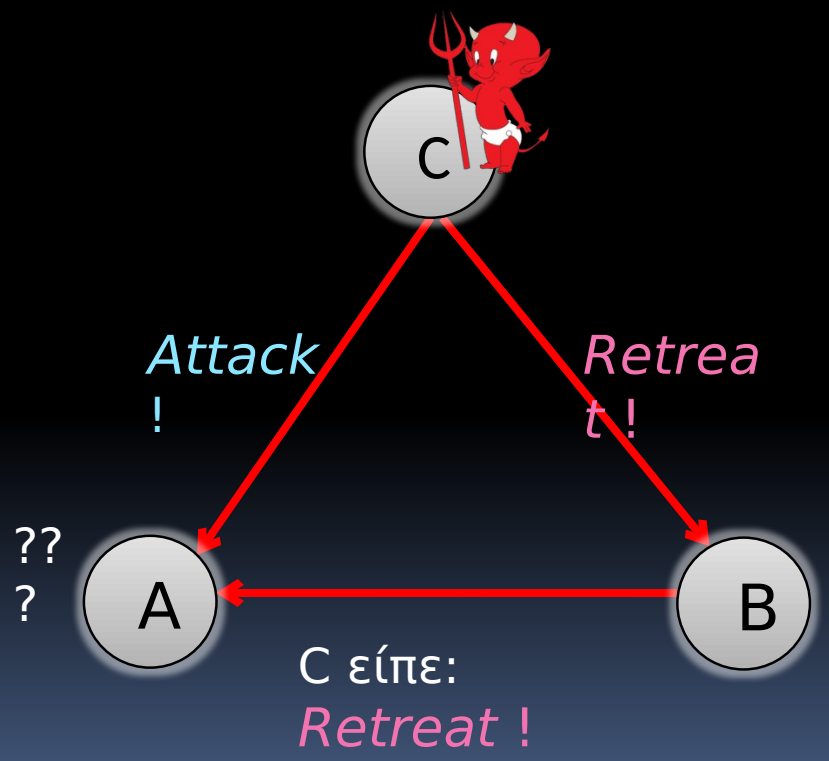


- *Ισοδύναμο με Consensus* !

Επίδραση Βυζαντινών αντιπάλων

- Αν μπορούν να επηρεάσουν το 1/3 των συμμετεχόντων μπορούν να εμποδίσουν την επίτευξη συμφωνίας !





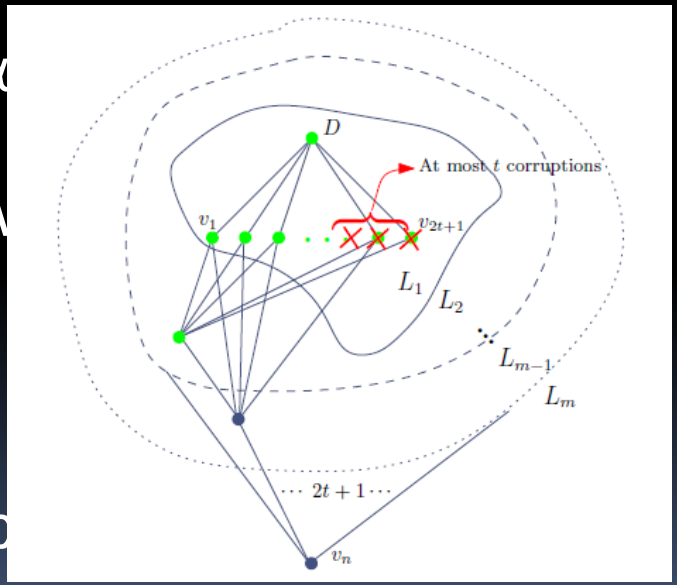
- Γενικεύεται σε οσουσδήποτε στρατηγούς!

Reliable Broadcast

- Σημαντική λειτουργία, επιθυμητή η *χωρίς προϋποθέσεις ασφάλεια*
- Κλασικοί αλγόριθμοι: υπέθεταν γνώση ενός γενικού ορίου στο πλήθος των διαφθορών [Lamport, Shostak, Pease, 1982], [Garay, Moses, 1998]
- Πιο πρόσφατη θεώρηση: τοπικά φραγμένος αντίπαλος, εκτίμηση τοπικού ορίου διαφθορών, ανάμεσα στις γνωριμίες κάθε συμμετέχοντα [Koo, 2004], [Pelc, Peleg, 2005], [P., Panagiotakos, Sakavalas, 2016-17]

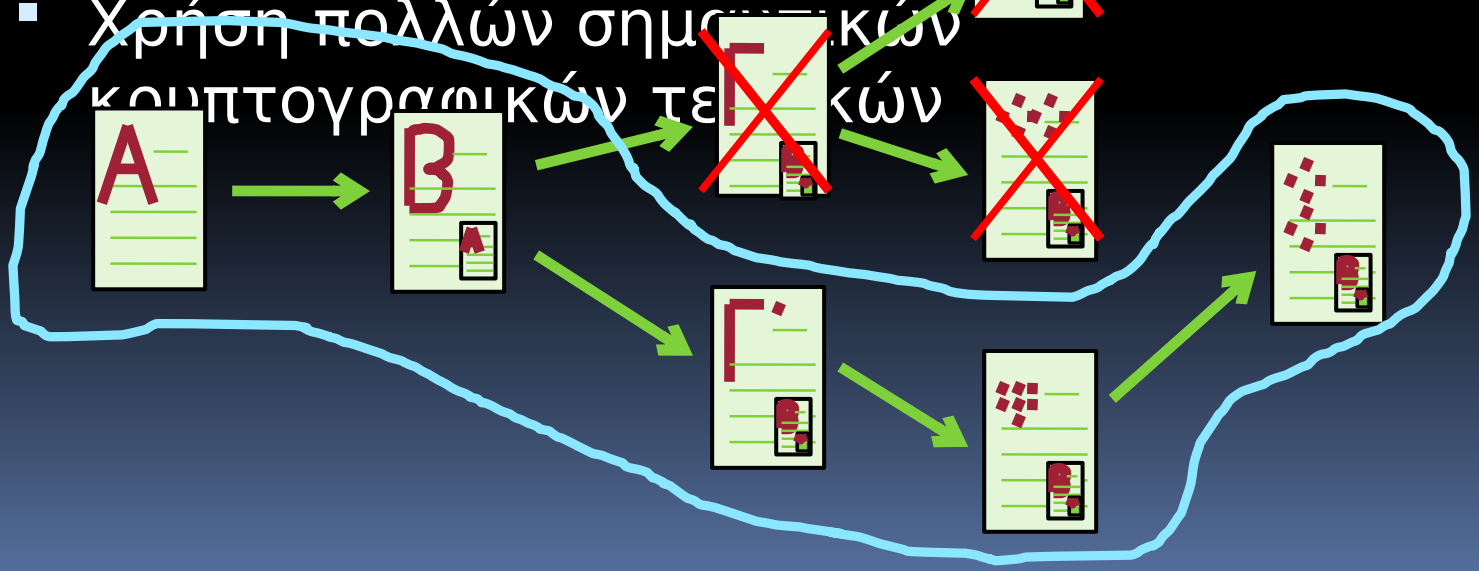
Αλγόριθμος Αξιόπιστης Διάδοσης

- Certified Propagation Algorithm (CPA) [Koo, 2004]
- Εξαιρετικά απλή ιδέα: *αν εκτιμάς t διαφθορές ανάμεσα στις γνωριμίες σου, περίμενε ώσπου να πάρεις t+1 ίδια μηνύματα*
- Είναι προφανές ότι ο CPA είνα ασφαλής (αν έχουμε σωστή εκτίμηση). Αποδείξαμε ότι είν και βέλτιστος ! [P., Panagiotakos, Sakavalas, 2016-2017]
- Πρόβλημα: πολλοί «γύροι» γι επίτευξη consensus



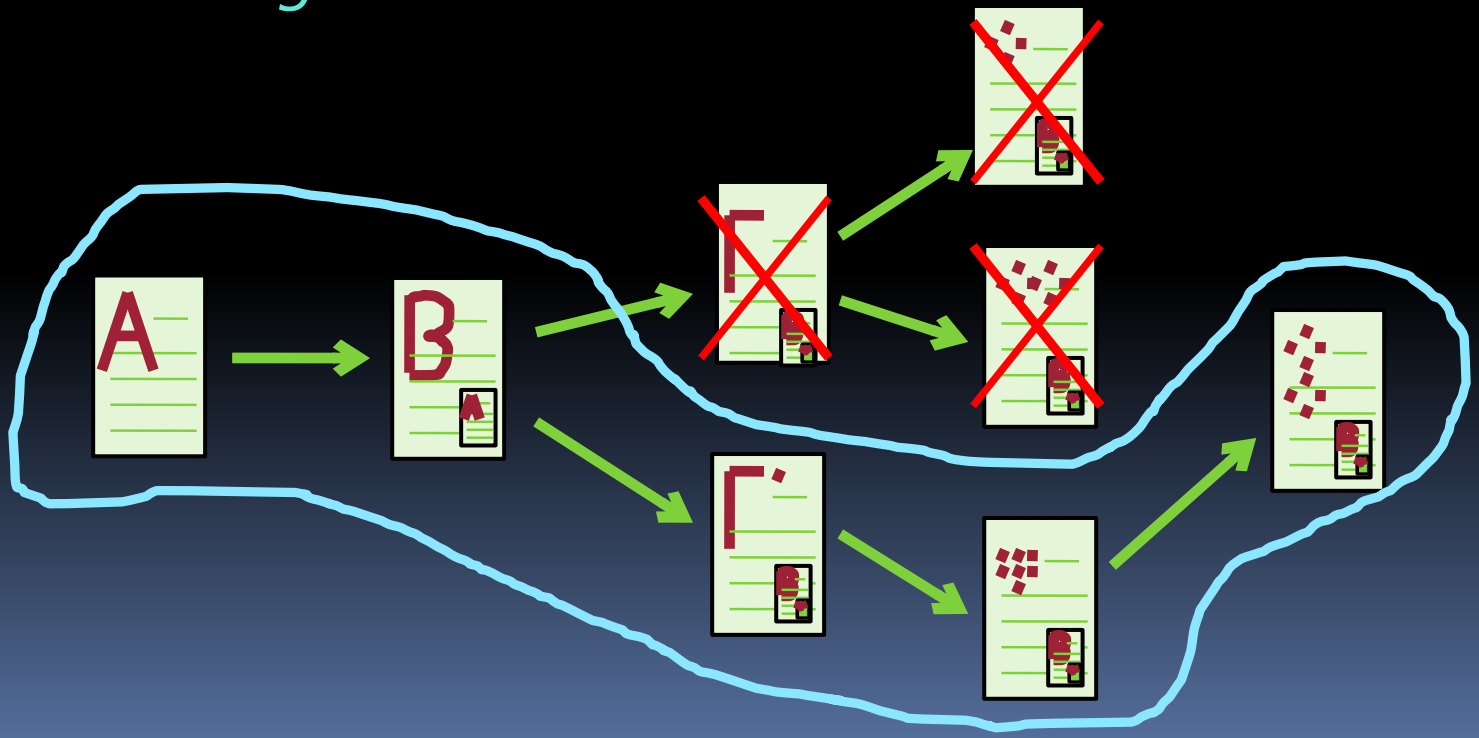
Η λύση του Bitcoin

- Επικρατεί η μεγαλύτερη αλυσίδα
- Αποδεδειγμένα ασφαλές υπό λογικές προϋποθέσεις
  [Garay, Kiayias, Leonardos 2015]
- Κρίσιμη τεχνική: *απόδειξη έργου* (Proof-of-Work, PoW)
- Χρήση πολλών σημαντικών κρυπτογραφικών τεχνικών



Όλα καλά επομένως;

- Όχι ακριβώς . . .
- PoW => Υπερβολική κατανάλωση ενέργειας
- PoW => Μικρός όγκος συναλλαγών
- *Rich get richer*



Εναλλακτικές λύσεις

- Proof of Stake (PoS) (Ethereum Casper, Cardano), Proof-of-Burn, Delegate systems, . . . *έρευνα σε εξέλιξη* !
- Χρησιμοποιούν διαφορετικούς μηχανισμούς Consensus
- Σημαντική η αξιόπιστη μετάδοση (reliable broadcast) για πολλές από τις παραπάνω λύσεις

Blockchain & Consensus

- Blockchain: μια επαναστατική τεχνολογία με ανεξάντλητες εφαρμογές (κρυπτονομίσματα, smart contracts, e-voting, reliable distributed databases, ψηφιακές ταυτότητες, . . .)
- Consensus: θεμελιώδης λειτουργία, κομβικής σημασίας για αποκεντρωμένα συστήματα και δίκτυα κάθε είδους.
- Το Blockchain είναι αλληλένδετο με το consensus. Στηρίζεται σε αυτό αλλά μπορεί και να το «παράγει».
- Οι μέθοδοι consensus ενισχύονται σημαντικά και εμπλουτίζονται μέσω της εντατικής έρευνας στο blockchain και τις εφαρμογές του και αντίστροφα.