Ιόνιο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Πληροφορικής

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών

2024-25

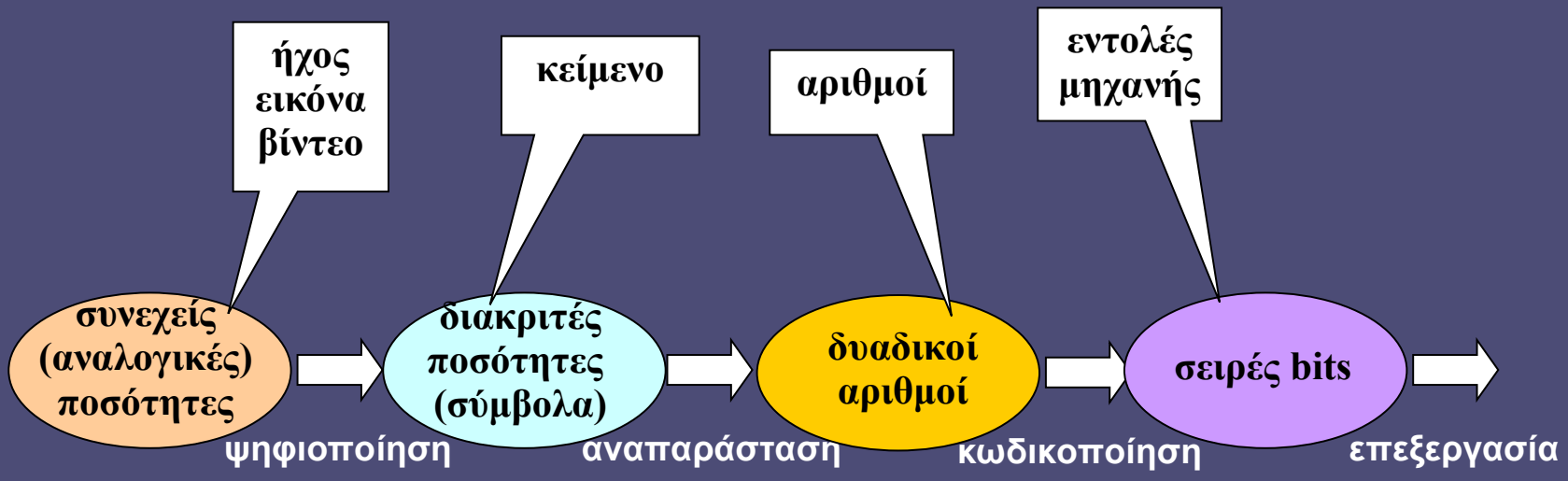
Αναπαράσταση Μη Αριθμητικών Δεδομένων

(αναπαραστάσεις κειμένου στον υπολογιστή)

https://mixstef.github.io/courses/csintro/

Μ.Στεφανιδάκης

Αναπαράσταση δεδομένων



- Ψηφιοποίηση
  - Διαδικασία μετατροπής συνεχών τιμών σε διακριτά σύμβολα
- Αναπαράσταση
  - Διαδικασία αντιστοίχισης συμβόλων σε δυαδικούς αριθμούς
- Κωδικοποίηση
  - Αποθήκευση δυαδικών αριθμών σε σειρές bits

Δεδομένα: ανεξάρτητα από τύπο και προέλευση, στον υπολογιστή υπάρχουν σε μία μορφή: 0 και 1

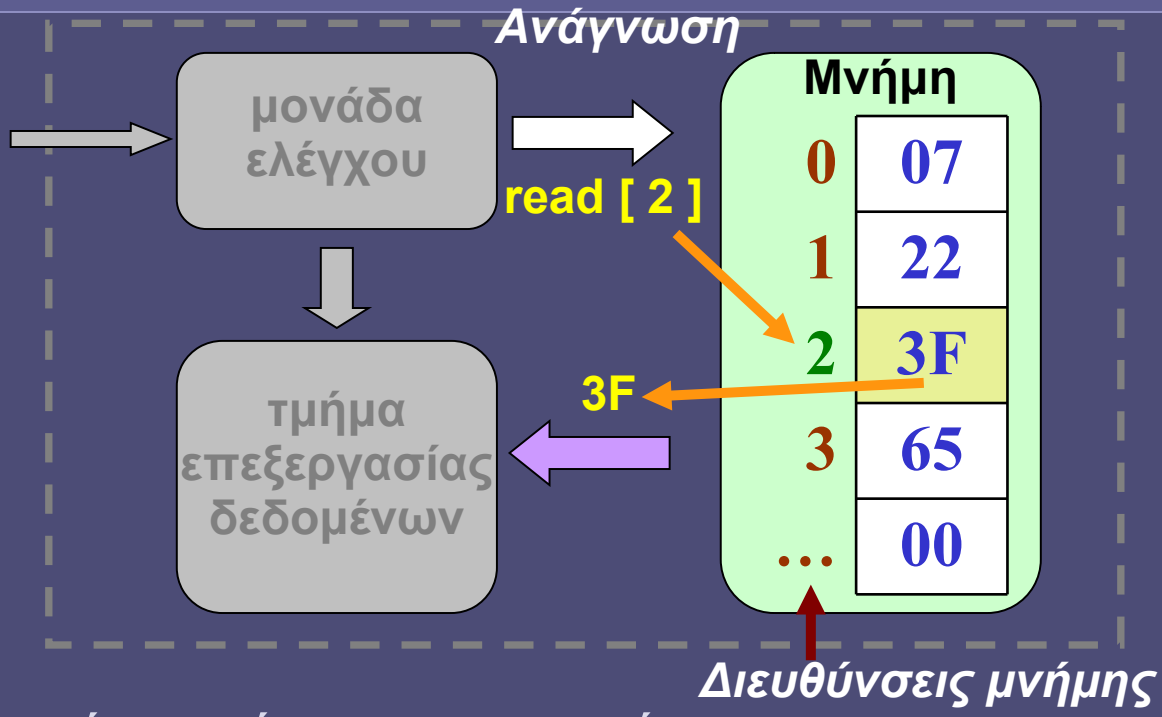
Η ερμηνεία της αναπαράστασης

- Κάπου στη μνήμη του υπολογιστή…
  - Βρίσκεται αποθηκευμένη η σειρά bits 0100110111010001
  - Πόσα σύμβολα αναπαριστά;
  - Πόσα bits ανά σύμβολο;
  - Ποιος ο τύπος των δεδομένων;
  - Ποια συγκεκριμένη ποσότητα συμβολίζει;
  - Πώς θα το χειριστεί ο υπολογιστής;
- Στα ερωτήματα αυτά μπορεί να απαντήσει μόνο ο προγραμματιστής της εφαρμογής που χειρίζεται τα δεδομένα!

Αναπαράσταση με δυαδικούς αριθμούς

- Σειρά από *n* bits
  - Δυαδικός αριθμός με *n* bits (n≥1) μπορεί να αναπαραστήσει 2^n διαφορετικά σύμβολα
- Μη αριθμητικά δεδομένα
  - Κείμενο, ήχος, εικόνα…
    - Σύνολο διαφορετικών αντικειμένων (συμβόλων)
  - Αντιστοίχιση κάθε συμβόλου σε μοναδικό δυαδικό αριθμό
    - «Αναπαράσταση»
    - Η ακριβής αντιστοίχιση ορίζεται σε ένα πρότυπο (standard)

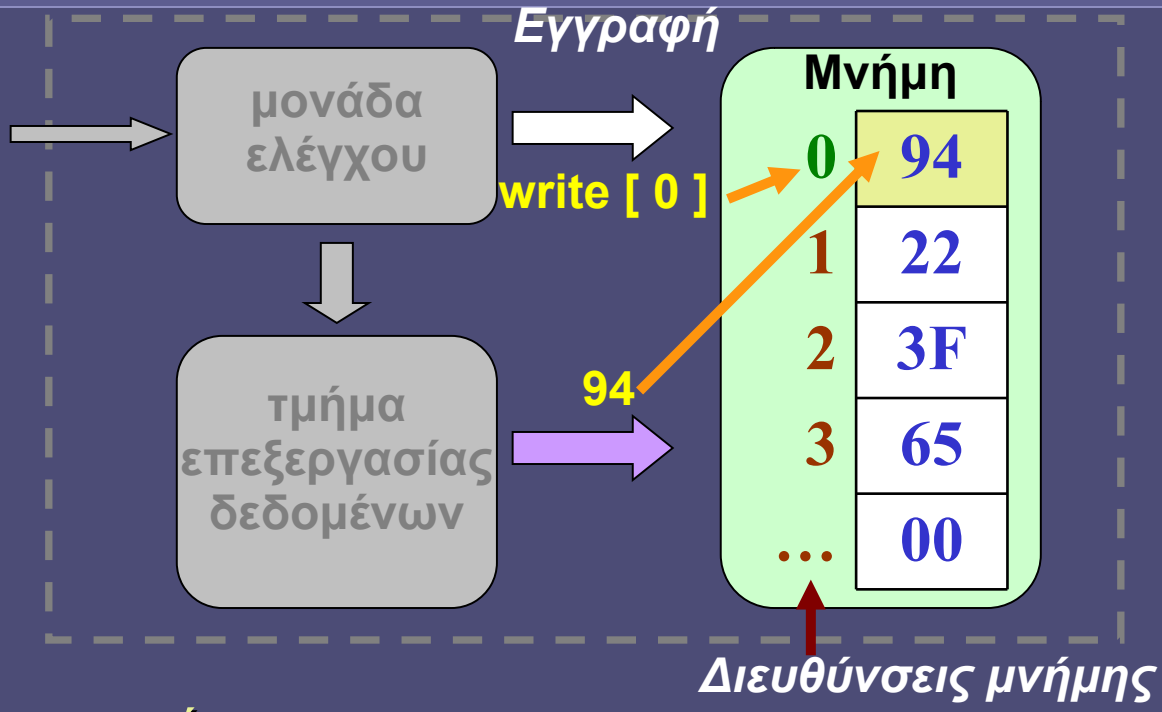
Το απλουστευμένο μοντέλο μνήμης



- Πώς βλέπει ένα πρόγραμμα τη μνήμη
  - Ακολουθία αποθηκευτικών θέσεων
  - Σε κάθε θέση αποθηκεύεται (συνήθως) 1 byte
  - Κάθε θέση διαθέτει μοναδική διεύθυνση
    - Επιλογή θέσης κατά την προσπέλαση (ανάγνωση-εγγραφή)

Με διεύθυνση των n bits, πόσες διαφορετικές θέσεις μνήμης μπορούμε να προσπελάσουμε;

Το απλουστευμένο μοντέλο μνήμης



- Στην πραγματικότητα
  - Η «μνήμη» είναι μια σύνθετη ιεραρχία πολλών επιπέδων
  - Οι μεταφορές δεδομένων δεν γίνονται σε μεμονωμένα bytes αλλά σε ομάδες πολλών bytes μαζί

Αποθήκευση δυαδικών αριθμών στη μνήμη

- Όταν για έναν δυαδικό αριθμό χρειάζονται περισσότερα από ένα bytes για να αποθηκευτούν τα ψηφία του

- Παράδειγμα: 3FC (hex) = 11 1111 1100

  Απαιτούνται 2 bytes για την αποθήκευση του αριθμού αυτού

  0000 0011 (περισσότερο σημαντικό byte) 1111 1100 (λιγότερο σημαντικό byte)

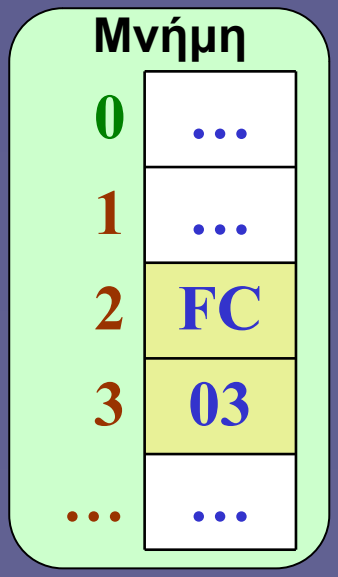
- Προφανώς σε συνεχόμενες θέσεις μνήμης

  Αλλά: ποιο byte αποθηκεύεται πρώτο;

Αποθήκευση δυαδικών αριθμών στη μνήμη

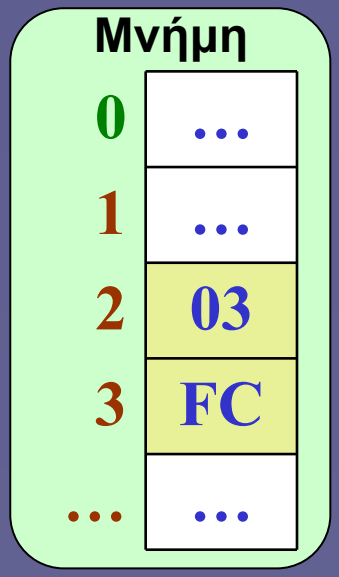
αποθηκεύοντας το 03FC

00000011 11111100



"little-endian"

Το λιγότερο σημαντικό byte στη θέση μνήμης με μικρότερη διεύθυνση



"big-endian"

Το περισσότερο σημαντικό byte στη θέση μνήμης με μικρότερη διεύθυνση

Αρχικές αναπαραστάσεις κειμένου

- **Οι πρώτες αναπαραστάσεις κειμένου**
  - Στον υπολογιστή
  - 6-7 bits ανά χαρακτήρα
    - Πόσοι διαφορετικοί χαρακτήρες;
- **Μη εκτυπώσιμοι χαρακτήρες**
  - Χαρακτήρες ελέγχου
    - Ιδιαίτερα χρήσιμοι για τις συσκευές εξόδου της εποχής (εκτυπωτές, τηλέτυπα…)
    - Νέα γραμμή (LINE FEED – LF)
    - Επιστροφή κεφαλής εκτύπωσης (CARRIAGE RETURN – CR)
    - Καμπανάκι (BELL) κλπ

Κώδικας ASCII
(American Standard Code for Information Interchange)

- 7 bits ανά χαρακτήρα
  - 128 χαρακτήρες
  - Αναπαράσταση με τους αριθμούς 0…127
- Κανονικοί χαρακτήρες (εκτυπώσιμοι)
  - 32…47, 58…64, 91…96, 123…126 = σημεία στίξης κ.ά. (32 = SPACE)
  - 48…57 = ψηφία 0…9
  - 65…90 = κεφαλαία λατινικά (A-Z)
  - 97…122 = πεζά λατινικά (a-z)
- Χαρακτήρες ελέγχου (μη εκτυπώσιμοι)
  - 0…31, 127 – τα πιο γνωστά σε εμάς είναι: 9 (TAB), 13/10 (CR/LF, σήμανση "νέας γραμμής")

Κείμενο σε κώδικα ASCII

- Παράδειγμα

H	a	v	e		a		n	i	c	e		d	a	y	!
72	97	118	101	32	97	32	110	105	99	101	32	100	97	121	33

- Κωδικοποίηση με 1 byte ανά χαρακτήρα
  - Δεν τίθεται θέμα “little-” ή “big-endian” αποθήκευσης γιατί κάθε χαρακτήρας είναι 1 byte

Μεταγενέστερες επεκτάσεις κώδικα ASCII

- Χρήση του ενός επιπλέον bit του byte (bit7)
  - 128 αρχικοί + 128 νέοι χαρακτήρες
  - 0…127 αρχικός ASCII, 128…255: επεκταμένα αλφάβητα
- Επέκταση αλφαβήτων
  - Χαρακτήρες που δεν υπάρχουν στον ASCII
  - Αρχικά: ad hoc (μη πρότυπες) λύσεις
    - Για Windows, Mac ..
  - Στη συνέχεια: διαφορετικά πρότυπα ανά γλώσσα, π.χ.:
    - ISO-8859-1: Δυτική Ευρώπη (Å, Ñ, Æ,ä, ø κλπ)
    - ISO-8859-7: Νέα Ελληνικά
    - …και πολλά άλλα πρότυπα για τις υπόλοιπες γλώσσες
  - Δεν μπορούν να συνυπάρχουν δύο διαφορετικά πρότυπα στο ίδιο κείμενο

Κείμενο σε κώδικα ISO-8859-7

- Παράδειγμα

Γ	ε	ι	α		σ	ο	υ	!
195	229	233	225	32	243	239	245	33

- Επέκταση κώδικα ASCII
  - 0…127 όπως στον ASCII
  - 128…159 πρόσθετοι χαρακτήρες ελέγχου
  - 160…255 ελληνικά και σχετικά σύμβολα

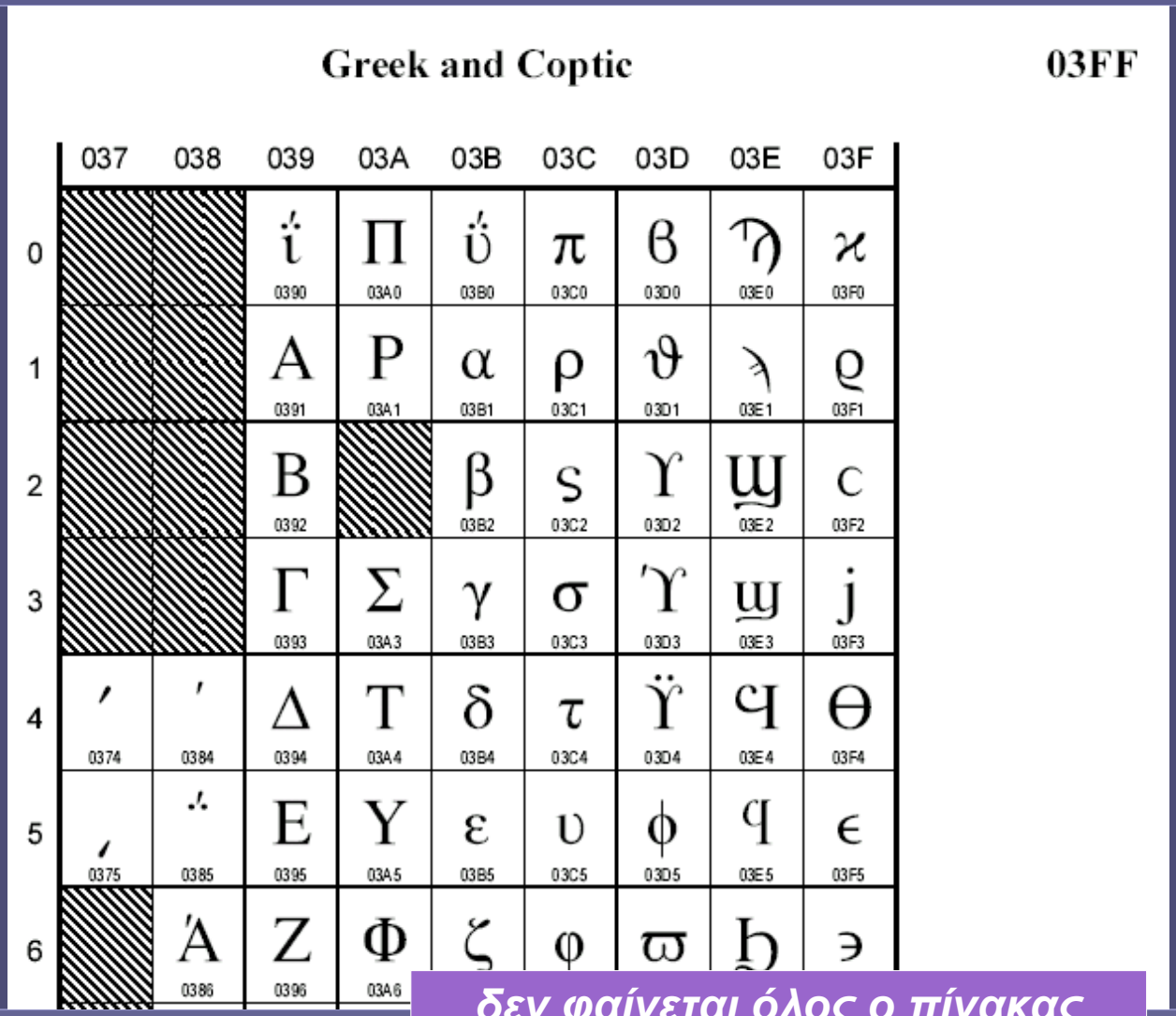
Πρότυπο Unicode

- Για την αναπαράσταση όλων των αλφαβήτων
  - Καλύπτει ιδεογράμματα, φωνητικές αναπαραστάσεις και διάφορα σύμβολα (~100.000 χαρακτήρες έχουν οριστεί)
  - Θεωρητικά μπορεί να καλύψει πάνω από 1 εκ. χαρακτήρες
- Κάθε χαρακτήρας αναπαρίσταται με έναν δυαδικό αριθμό (codepoint)
  - 0 έως 10FFFF
  - Χρειάζονται περισσότερα από ένα bytes για την αποθήκευση ενός τέτοιου αριθμού
  - Με περισσότερα από 1 bytes ανά χαρακτήρα τίθεται θέμα σειράς αποθήκευσης των bytes (little- ή big-endian)

Πρότυπο Unicode

- Το πρότυπο Unicode περιέχει επίσης
  - Πληροφορία ισοδύναμων ή παρόμοιων χαρακτήρων
  - Συνδυασμούς τόνων/διακριτικών και γραμμάτων
  - Οδηγίες για την ταξινόμηση των γραμμάτων ανά γλώσσα

Ελληνικά και Unicode



δεν φαίνεται όλος ο πίνακας

Κωδικοποίηση Unicode

- Το πρότυπο Unicode αναθέτει έναν αριθμό (codepoint) σε κάθε χαρακτήρα των αλφαβήτων που υποστηρίζει
  - Π.χ. ο λατινικός χαρακτήρας L αντιστοιχεί στον αριθμό 4C
  - Και ο ελληνικός χαρακτήρας ψ στον αριθμό 3C8
- Κατά την αποθήκευση όμως σε αρχείο χρησιμοποιείται κάποιας μορφής κωδικοποίηση
  - Μετατρέπει τους αριθμούς Unicode σε μια σειρά από bytes με καθορισμένη μορφή και σειρά
  - Η αντίστροφη μετατροπή από τα bytes ενός αρχείου σε αριθμούς Unicode ονομάζεται αποκωδικοποίηση.

Κείμενο σε Unicode

- Παράδειγμα

	Γ	ε	ι	α		σ	ο	υ	!
δεκαδικό	915	949	953	945	32	963	959	965	33
δεκαεξαδικό	0393	03B5	03B9	03B1	0020	03C3	03BF	03C5	0021

Κωδικοποίηση big-endian

03	93	03	B5	03	B9	03	B1	00	20	03	C3	03	BF	03	C5	00	21

Κωδικοποίηση little-endian

93	03	B5	03	B9	03	B1	03	20	00	C3	03	BF	03	C5	03	21	00

Unicode σε κωδικοποίηση UTF-8

- Αναπαράσταση μεταβλητού μήκους

Unicode	Κωδικοποίηση UTF-8
00…7F	0xxxxxxx
80…7FF	110xxxxx 10xxxxxx
800…FFFF	1110xxxx 10xxxxxx 10xxxxxx
10000…10FFFF	11110xxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx

  - Το βασικό λατινικό αλφάβητο χρησιμοποιεί 1 byte ανά χαρακτήρα
    - Προς τα πίσω συμβατότητα με τον κώδικα ASCII
  - Τα ελληνικά, 2 bytes
  - Αλφάβητα Άπω Ανατολής, 3+ bytes