

Μάθημα 2: Παράσταση της Πληροφορίας

2.1 Παράσταση δεδομένων

Κάθε υπολογιστική μηχανή αποτελείται από ηλεκτρονικά κυκλώματα που η λειτουργία τους βασίζεται στην αρχή **ανοιχτό-κλειστό**. Η συμπεριφορά τους αντιστοιχεί με τη λειτουργία ενός διακόπτη (ON - OFF). Δηλαδή, είτε αφήνουν να περάσει ρεύμα είτε δεν αφήνουν. Έτσι η συμπεριφορά τους βασίζεται σε δυο καταστάσεις.

Από την τελευταία αυτή διαπίστωση, οι επιστήμονες των υπολογιστών, κατάλαβαν ότι θα μπορούσαν να κάνουν χρήση των δυο αυτών καταστάσεων για τη κωδικοποίηση δεδομένων και γενικά για την αναπαράσταση της πληροφορίας. Έτσι δημιουργήθηκε ο δυαδικός κώδικας επικοινωνίας του ανθρώπου με τη μηχανή. Ένας κώδικας ο οποίος έχει δυο μόνο σύμβολα. Το ένα από τα σύμβολα του είναι το 0 και το άλλο το 1. Με τη χρήση αυτών των δυο συμβόλων μπορούν να αναπαρασταθούν όλα τα γράμματα, όλοι οι αριθμοί και γενικά όλα τα σύμβολα που είναι απαραίτητα για την επικοινωνία του ανθρώπου με τον υπολογιστή αλλά και των υπολογιστών μεταξύ τους. Στην πραγματικότητα οι δυο αυτές καταστάσεις παριστάνονται σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με δυο διαφορετικές τάσεις. Αυτές συνήθως είναι 0 και 5 Volt.

Το κάθε ένα από τα σύμβολα 0 και 1 ονομάζεται **δυαδικό ψηφίο (bit)** και για το λόγο αυτό ο **κώδικας λέγεται δυαδικός (binary)**. Από μόνα τους, τα δυο δυαδικά ψηφία κάθε δυαδικού κώδικα δεν μπορούν να αναπαραστήσουν παρά μόνο δυο διαφορετικά σύμβολα. Σε ομάδες όμως περισσότερων δυαδικών ψηφίων μπορούν να παραστήσουν μία πλειάδα από χαρακτήρες.

Παράδειγμα

Έστω το παρακάτω υποθετικό αλφάβητο με 8 χαρακτήρες. Θα μπορούσαμε να παραστήσουμε το κάθε γράμμα με μία σειρά δυαδικών ψηφίων.

000	A
001	B
010	Γ
011	Δ
100	E
101	Z
110	H
111	Θ

Υποθετικό αλφάβητο οκτώ (8) χαρακτήρων. Παράσταση γραμμάτων με τη χρήση δυαδικού κώδικα.

Βασιζόμενοι σε αυτό το υποθετικό αλφάβητο η λέξη ΓΑΖΑ παριστάνεται με χρήση δυαδικών ψηφίων ως εξής:

Γ	A	Z	A
010	000	101	000

Όπως παρατηρούμε στο προηγούμενο παράδειγμα, κάθε χαρακτήρας παριστάνεται με μία σειρά τριών 3 δυαδικών ψηφίων. Αν θέλουμε όμως να έχουμε την πλήρη παράσταση της αλφαβήτου (Α έως Ω), των αριθμών (0-9) καθώς και των άλλων χαρακτήρων που χρησιμοποιούμε σε ένα κείμενο (κενό, τελεία, κόμμα, κλπ) απαιτούνται περισσότερα από τρία δυαδικά ψηφία. Απαιτείται μία σειρά **8 δυαδικών ψηφίων για τον κάθε χαρακτήρα**. Κάθε σύνολο από **8 bits λέγεται byte**, και **παριστάνει ένα χαρακτήρα**.

2.2 Κώδικες Υπολογιστών

Πριν την εξάπλωση των υπολογιστών στην παγκόσμια αγορά, κάθε κατασκευαστής υπολογιστικών συστημάτων δημιουργούσε και τον δικό του κώδικα επικοινωνίας για τον υπολογιστή που κατασκεύαζε. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα υπολογιστές από διαφορετικούς κατασκευαστές να μην μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, αφού ο καθένας αντιστοιχούσε τους χαρακτήρες που χρησιμοποιούσε σε διαφορετική ακολουθία συμβόλων 0 και 1.

Για να μην προκύπτουν, λοιπόν τέτοιες καταστάσεις, διεθνείς οργανισμοί προτυποποίησης εισηγούνται, κοινά αποδεκτές αντιστοιχίες ομάδων δυαδικών συμβόλων, που λέγονται σύνολα χαρακτήρων (character set) και οι οποίες υιοθετούνται από την διεθνή κοινότητα.

Ένα τέτοιο σύνολο χαρακτήρων, για μικροϋπολογιστές και σταθμούς εργασίας είναι ο **ASCII κώδικας** (American Standard Code for Information Interchange, Αμερικάνικος πρότυπος κώδικας για την ανταλλαγή πληροφοριών). Σε αυτόν τον κώδικα, κάθε χαρακτήρας παριστάνεται από 8 δυαδικά ψηφία. Έτσι ο κώδικας αυτός έχει **256 διαφορετικά σύμβολα** ($2^8=256$) που είναι τα γράμματα του λατινικού αλφάβητου, τα νούμερα, τα σύμβολα της στίξης, τα σύμβολα των πράξεων, ειδικά σύμβολα (#,\$,%,&,@,#), κλπ.

Χαρακτήρας	Δυαδικός Κώδικας	Χαρακτήρας	Δυαδικός Κώδικας	Χαρακτήρας	Δυαδικός Κώδικας	Χαρακτήρας	Δυαδικός Κώδικας
κενό	00100000	P	01010000	0	00110000	@	01000000
!	00100001	Q	01010001	1	00110001	A	01000001
"	00100010	R	01010010	2	00110010	B	01000010
#	00100011	S	01010011	3	00110011	C	01000011
\$	00100100	T	01010100	4	00110100	D	01000100
%	00100101	U	01010101	5	00110101	E	01000101
&	00100110	V	01010110	6	00110110	F	01000110
'	00100111	W	01010111	7	00110111	G	01000111
(	00101000	X	01011000	8	00111000	H	01001000
)	00101001	Y	01011001	9	00111001	I	01001001
*	00101010	Z	01011010	:	00111010	J	01001010
+	00101011	[	01011011	;	00111011	K	01001011
,	00101100	\	01011100	<	00111100	L	01001100
-	00101101	]	01011101	=	00111101	M	01001101
.	00101110	^	01011110	>	00111110	N	01001110
/	00101111	_	01011111	?	00111111	O	01001111

Σχήμα 2.1: Πίνακας ASCII

Η χώρα μας έχει αποκτήσει πρότυπο για την παράσταση των ελληνικών και λατινικών χαρακτήρων, το ΕΛΟΤ 928 (ΕΛΟΤ **Ε**λληνικός **Ο**ργανισμός **Τ**υποποίησης). Ο κώδικας αυτός αποτελεί μία επέκταση του κώδικα ASCII και περιλαμβάνει εκτός των λατινικών γραμμάτων και τα ελληνικά γράμματα κεφαλαία, πεζά, τονούμενα, σημεία στίξης, κλπ.

Το σύνολο των 256 χαρακτήρων που αναπαριστάνουν οι κώδικες ASCII και EBCDIC είναι μεν αρκετό για το λατινικό αλφάβητο αλλά δεν επαρκεί για όλα τα αλφάβητα και για όλα τα σύμβολα που χρησιμοποιούν οι ανά τον κόσμο άνθρωποι για την επικοινωνία τους (ελληνικό αλφάβητο, ασιατικά αλφάβητα, γερμανικό, γαλλικό κλπ). Έτσι, υπάρχει και ένας τρίτος τρόπος αναπαράστασης, ο **κώδικας Unicode** ο οποίος είναι **16-μπιτος**. Σε αυτόν, κάθε χαρακτήρας του αντιστοιχίζεται με 16 bit) και έτσι το πλήθος των χαρακτήρων που μπορεί να αντιστοιχίσει είναι 65536 ($2^{16} = 65536$). Ο Unicode υπερκαλύπτει τις ανάγκες για αναπαράσταση όλων των υπαρχόντων αλφάβητων.

2.3 Αριθμητικά συστήματα

Το σύστημα που μέχρι σήμερα χρησιμοποιεί ο άνθρωπος είναι το **δεκαδικό** το οποίο έχει τα εξής δέκα (10) σύμβολα: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9. Η βάση αυτού του συστήματος λέμε ότι είναι το 10.

Η τιμή ενός αριθμού π.χ. του 981 στο δεκαδικό σύστημα υπολογίζεται ως εξής:

$$981 = 9 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0 = 900 + 80 + 1$$

Ο υπολογιστής χρησιμοποιεί το δυαδικό σύστημα αρίθμησης το οποίο έχει τα εξής δυο σύμβολα: 0,1. Η βάση αυτού του συστήματος λέμε ότι είναι το 2.

Η τιμή ενός αριθμού π.χ. του 101 και του 1110 στο δυαδικό σύστημα υπολογίζονται ως εξής:

$$101 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 0 + 1 = 5$$

$$1110 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 2 + 0 = 14$$

Υπάρχουν και άλλα συστήματα αρίθμησης όπως το **οκταδικό σύστημα** αρίθμησης το οποίο έχει τα εξής οκτώ (8) σύμβολα: 0,1,2,3,4,5,6,7. Η βάση αυτού του συστήματος λέμε ότι είναι το 8.

Η τιμή ενός αριθμού π.χ. του 351 στο οκταδικό σύστημα υπολογίζεται ως εξής:

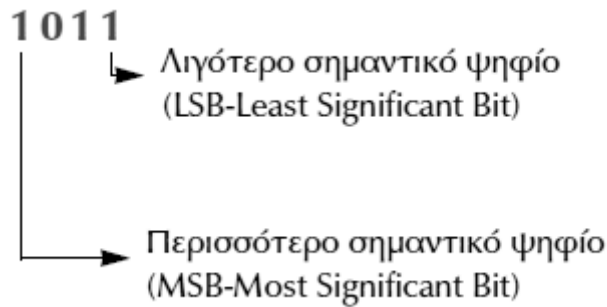
$$351 = 3 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 1 \cdot 8^0 = 192 + 40 + 1 = 233$$

Ακόμα υπάρχει και το **δεκαεξαδικό σύστημα** αρίθμησης το οποίο έχει δεκαέξι σύμβολα. Επειδή δεν υπάρχουν περισσότερα από δέκα διαθέσιμα αριθμητικά σύμβολα, χρησιμοποιούνται και οι χαρακτήρες A,B,C,D,E,F. Έτσι λοιπόν τα σύμβολα του δεκαεξαδικού συστήματος είναι τα: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. Το σύμβολο A αντιπροσωπεύει το 10, το B αντιπροσωπεύει το 11, ... το F αντιπροσωπεύει το 15. Η βάση αυτού του συστήματος λέμε ότι είναι το 16.

Παραδείγματος χάρη το 1A του δεκαεξαδικού συστήματος αντιπροσωπεύει το 26 του δεκαδικού

$$1A = 1 \cdot 16^1 + A \cdot 16^0 = 1 \cdot 16 + 10 \cdot 1 = 26$$

Σε κάθε σύστημα αρίθμησης το ψηφίο που βρίσκεται δεξιά ενός αριθμού ονομάζεται **Λιγότερο Σημαντικό Ψηφίο** ή **ΛΣΨ** (Least Significant Bit ή LSB) ενώ το ψηφίο που βρίσκεται στα αριστερά του αριθμού ονομάζεται **Περισσότερο Σημαντικό Ψηφίο** ή **ΠΣΨ** (Most Significant Bit ή MSB).



Σχήμα 2.2: Λιγότερο Σημαντικό Ψηφίο και Περισσότερο Σημαντικό Ψηφίο

2.4 Μετατροπή από ένα οποιοδήποτε σύστημα στο δεκαδικό

Για να μετατρέψουμε έναν αριθμό από ένα οποιοδήποτε σύστημα στο δεκαδικό κάνουμε τις παρακάτω ενέργειες τις οποίες θα δούμε με τη βοήθεια παραδειγμάτων.

Παράδειγμα 1

Θα μετατρέψουμε τον αριθμό 1011 του δυαδικού συστήματος σε ισοδύναμο δεκαδικό.

Πολλαπλασιάζουμε κάθε ένα από τα ψηφία του αριθμού, με την βάση του συστήματος στην οποία μας έχει δοθεί ο αριθμός, υψωμένη στη θέση που κατέχει το κάθε ψηφίο.

Δηλαδή:

$$1011 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 0 + 2 + 1 = 11$$

Προκειμένου να ξεχωρίζουμε τα αριθμητικά συστήματα μεταξύ τους, οι αριθμοί ,πορούν να γραφούν και με τη μορφή: **(1011)₂ = (11)₁₀**

Ένας 2^{ος} τρόπος είναι ο εξής: Θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε έναν πίνακα με όλες τις δυνάμεις του 2 και κάτω από την κάθε δύναμη να βάλουμε το αντίστοιχο ψηφίο του αριθμού:

8 (2^3)	4 (2^2)	2 (2^1)	1 (2^0)
1	0	1	1

Πολλαπλασιάζοντας το κάθε ψηφίο με την αντίστοιχη δύναμή του και προσθέτοντας τα αποτελέσματα παίρνουμε τον αντίστοιχο αριθμό στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης: $8 + 0 + 2 + 1 = 11$

Παράδειγμα 2

Θα μετατρέψουμε τον αριθμό 167 του οκταδικού συστήματος σε ισοδύναμο δεκαδικό.

Πολλαπλασιάζουμε κάθε ένα από τα ψηφία του αριθμού, με την βάση του συστήματος στην οποία μας έχει δοθεί ο αριθμός, υψωμένη στη θέση που κατέχει το κάθε ψηφίο.

Δηλαδή:

$$167 = 1 \cdot 8^2 + 6 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 64 + 48 + 7 = 119$$

Χρησιμοποιώντας τον 2^ο τρόπο: Δημιουργούμε έναν πίνακα με όλες τις δυνάμεις του 8 και κάτω από την κάθε δύναμη βάζουμε το αντίστοιχο ψηφίο του αριθμού:

64 (8^2)	8 (8^1)	1 (8^0)
1	6	7

Πολλαπλασιάζοντας το κάθε ψηφίο με την αντίστοιχη δύναμή του και προσθέτοντας τα αποτελέσματα παίρνουμε τον αντίστοιχο αριθμό στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης: $64 + 48 + 7 = 119$

Παράδειγμα 3

Θα μετατρέψουμε τον αριθμό B5A του δεκαεξαδικού συστήματος σε ισοδύναμο δεκαδικό.

Πολλαπλασιάζουμε κάθε ένα από τα ψηφία του αριθμού, με την βάση του συστήματος στην οποία μας έχει δοθεί ο αριθμός, υψωμένη στη θέση που κατέχει το κάθε ψηφίο.

Δηλαδή:

$$B5A = B \cdot 16^2 + 5 \cdot 16^1 + A \cdot 16^0 = 11 \cdot 16^2 + 5 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 = 2816 + 80 + 10 = 2906$$

Χρησιμοποιώντας τον 2^ο τρόπο: Δημιουργούμε έναν πίνακα με όλες τις δυνάμεις του 8 και κάτω από την κάθε δύναμη βάζουμε το αντίστοιχο ψηφίο του αριθμού:

256 (16^2)	16 (16^1)	16 (16^0)
B (=11)	5	A (=10)

Πολλαπλασιάζοντας το κάθε ψηφίο με την αντίστοιχη δύναμή του και προσθέτοντας τα αποτελέσματα παίρνουμε τον αντίστοιχο αριθμό στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης: $2816 + 80 + 10 = 2906$

2.5 Μετατροπή από το δεκαδικό σε άλλο σύστημα

Για να μετατρέψουμε έναν αριθμό από το δεκαδικό σύστημα αρίθμησης σε ένα οποιοδήποτε σύστημα κάνουμε τις παρακάτω ενέργειες:

1. Κάνουμε διαίρεση του δεκαδικού με τη βάση του προς μετατροπή συστήματος. Το υπόλοιπο που βρίσκουμε το γράφουμε στην 1η θέση ζητούμενου αριθμού.
2. Κάνουμε διαίρεση του πηλίκου που προκύπτει, ξανά με την βάση. Το υπόλοιπο που προκύπτει από κάθε διαίρεση το γράφουμε αριστερά από τα ήδη υπάρχοντα ψηφία του ζητούμενου δυαδικού αριθμού.
3. Επαναλαμβάνουμε μέχρι να βρούμε πηλίκιο 0.

Παράδειγμα 1

Θα μετατρέψουμε τον αριθμό 11 του δεκαδικού συστήματος σε ισοδύναμο δυαδικό.

11:2 Δίνει πηλίκιο 5 και υπόλοιπο 1 → 1

5:2 Δίνει πηλίκιο 2 και υπόλοιπο 1 → 11

2:2 Δίνει πηλίκιο 1 και υπόλοιπο 0 → 011

1:2 Δίνει πηλίκιο 0 και υπόλοιπο 1 → **1011** είναι ο ζητούμενος δυαδικός αριθμός.

Παράδειγμα 2

Θα μετατρέψουμε τον αριθμό 26 του δεκαδικού συστήματος σε ισοδύναμο δεκαεξαδικό.

26:16 Δίνει πηλίκιο 1 και υπόλοιπο 10 → A

1:16 Δίνει πηλίκιο 0 και υπόλοιπο 1 → **1A** είναι ο ζητούμενος δεκαεξαδικός αριθμός.

Παράδειγμα 3

Θα μετατρέψουμε τον αριθμό 45 του δεκαδικού συστήματος σε ισοδύναμο δεκαεξαδικό.

45:16 Δίνει πηλίκιο 2 και υπόλοιπο 13 → D

2:16 Δίνει πηλίκιο 0 και υπόλοιπο 2 → **2D** είναι ο ζητούμενος δεκαεξαδικός αριθμός.

2.6 Ασκήσεις

1. Να μετατρέψετε:

1. Από το δεκαδικό στο δυαδικό τους αριθμούς 4, 13, 17, 26
2. Από το δυαδικό στο δεκαδικό του αριθμούς 111, 10101, 11011, 101010
3. Από το δεκαδικό στο δεκαεξαδικό τους αριθμούς 14, 27, 20, 43
4. Από το δεκαεξαδικό στο δεκαδικό του αριθμούς 26, 2A, AD, A1F
5. Από το δυαδικό στο δεκαεξαδικό τους αριθμούς 10111, 1000101, 11001110
6. Από το δεκαεξαδικό στο δυαδικό τους αριθμούς 11, 1E, D7