

Ανίχνευση και αυτόματη διόρθωση λάθους από τον παραλήπτη στη μετάδοση δεδομένων - μέθοδος κώδικα Hamming -

1. Κατεύθυνση διδασκαλίας:

Στη δραστηριότητα αυτή, οι μαθητές και οι μαθήτριες, χρησιμοποιώντας *Εκπαιδευτικό Λογισμικό* (Ε. Λ.), καλούνται να μεταδώσουν μέσω δικτύου υπολογιστών ένα χαρακτήρα προκειμένου να παρατηρήσουν την ανίχνευση και την αυτόματη διόρθωση λάθους από τον παραλήπτη κατά τη μετάδοση των δεδομένων με τον κώδικα Hamming.

2. Τάξη στην ύλη της οποίας εντάσσεται η δραστηριότητα: Γ' Λυκείου

3. Ενότητες του Αναλυτικού προγράμματος σπουδών στις οποίες αναφέρεται:

- 1) Αναγνώριση και διόρθωση σφαλμάτων – ανίχνευση και αυτόματη διόρθωση λάθους από τον παραλήπτη κατά τη μετάδοση των δεδομένων με τον κώδικα Hamming.

4. Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Όταν ολοκληρωθεί η δραστηριότητα αυτή οι μαθητές και οι μαθήτριες θα πρέπει να μπορούν:

- Να περιγράφουν την τεχνική της ανίχνευσης και αυτόματης διόρθωσης λάθους από τον παραλήπτη κατά τη μετάδοση των δεδομένων με τον κώδικα Hamming.
- Να αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά της τεχνικής αυτής.

5. Λογισμικά που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο:

1. «**ΔΕΛΤΥΣ**», Διαδραστικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό για Υπολογιστικά Συστήματα – Φορέας υλοποίησης: ΙΤΥ.
2. «**Excel**», λογισμικό υπολογιστικών φύλλων

6. Διδακτικές ώρες που απαιτούνται: Μία έως δύο (1 - 2) ώρες

7. Προετοιμασία:

Απαραίτητο είναι ο εκπαιδευτικός:

1. Να έχει εγκαταστήσει από πριν τα απαιτούμενα λογισμικά στους υπολογιστές των μαθητών.
2. Να έχει εκτυπώσει τα φύλλα εργασίας που δίνονται μαζί με τη δραστηριότητα, ώστε να τα μοιράσει στους μαθητές κατά την ώρα του μαθήματος.
3. Να έχει εκτελέσει δοκιμαστικά από πριν, την κάθε δραστηριότητα που πρόκειται να διδαχθεί. Έτσι θα μπορέσει να εξοικειωθεί με τη χρήση και τη συνεργασία των λογισμικών που χρησιμοποιούνται σ' αυτήν, ώστε να είναι σε θέση να καθοδηγήσει με ακρίβεια και τον κατάλληλο ρυθμό τους μαθητές και τις μαθήτρές του κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.
4. Να έχει διδάξει το μάθημα για την ανίχνευση και την αυτόματη διόρθωση λάθους από τον παραλήπτη κατά τη μετάδοση των δεδομένων με τον κώδικα Hamming.

Ανίχνευση και αυτόματη διόρθωση λάθους από τον παραλήπτη στη μετάδοση δεδομένων - μέθοδος κώδικα Hamming -

Εισαγωγή – περιγραφή της δραστηριότητας

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το εκπαιδευτικό λογισμικό «ΔΕΛΥΣ» και το λογισμικό υπολογιστικών φύλλων «EXCEL». Το μεν πρώτο θα χρησιμοποιηθεί για την εύρεση του δυαδικού κωδικού ASCII ενός χαρακτήρα, ο οποίος πρόκειται να μεταδοθεί σε ένα δίκτυο υπολογιστών, και το δεύτερο για την προσομοίωση του αλγορίθμου ανίχνευσης και διόρθωσης σφάλματος με τον κώδικα Hamming κατά τη μετάδοση των δεδομένων. Για να γίνει όμως πρώτα κατανοητός ο τρόπος που λειτουργεί ο κώδικας Hamming, μπορούν οι μαθητές να μελετήσουν προηγουμένως ένα παράδειγμα στο τετράδιο.

Χρήσιμες Οδηγίες για τον κώδικα Hamming και άλλες λεπτομέρειες θα βρείτε στο τέλος αυτού του εγγράφου στα «Βοηθητικά Στοιχεία».

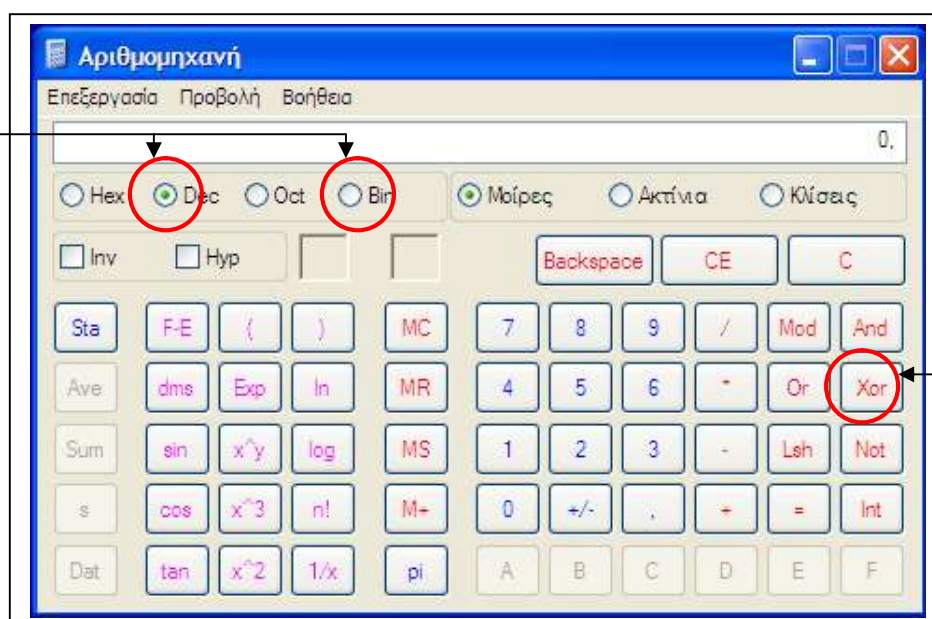
A) Εκκίνηση δραστηριότητας στο τετράδιο

Παράδειγμα μετάδοσης του χαρακτήρα α

ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	
Χαρακτήρας προς μετάδοση :	α
Κωδικός του χαρακτήρα που μεταδίδεται ^[1] :	10011000
Μαζί με τον κωδικό του χαρακτήρα μεταδίδεται και ένας ακόμα κωδικός που ονομάζεται κωδικός Hamming και χρησιμεύει για την ανίχνευση και τη διόρθωση τυχόν λάθους στη μετάδοση. κωδικός Hamming που αντιστοιχεί στο χαρακτήρα: Ο υπολογισμός του γίνεται αν εφαρμοστεί η πράξη XOR ^[4] μεταξύ των θέσεων του κωδικού του χαρακτήρα που έχουν τιμή 1. Στο παράδειγμά μας για το χαρακτήρα α : (θέση 4 ^η) XOR (θέση 5 ^η) XOR (θέση 8 ^η) = (0100) XOR (0101) XOR (1000) = 1001 ^[2]	1001
Σύνολο ψηφίων που αποστέλλονται :	1001 10011000
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1^ο - ΣΩΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	
Σύνολο ψηφίων που λαμβάνονται :	1001 10011000
Στα προηγούμενα ψηφία τα τέσσερα πρώτα αντιστοιχούν στον κωδικό Hamming :	1001
Τα 8 επόμενα ψηφία αντιστοιχούν στο χαρακτήρα που μεταδόθηκε :	10011000
Ανίχνευση πιθανού λάθους : Γίνεται η πράξη XOR ανάμεσα στον κωδικό Hamming και στις θέσεις του χαρακτήρα που έχουν τιμή 1. Στο παράδειγμά μας (1001) XOR (1000) XOR (0101) XOR (0100) = 0000 Αν το αποτέλεσμα είναι 0000 δεν υπάρχει λάθος. Διαφορετικά ο αριθμός που θα βρεθεί στο αποτέλεσμα δείχνει και τη θέση του λάθους.	0000
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2^ο - ΛΑΘΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	
Σύνολο ψηφίων που λαμβάνονται : (υπάρχει λάθος στο ψηφίο της 2 ^{ης} θέσης από δεξιά)	1001 10011010
Στα προηγούμενα ψηφία τα τέσσερα πρώτα	

αντιστοιχούν στον κωδικό Hamming. ο κωδικός Hamming είναι:	<u>1001</u> (συμπληρώστε)
Τα 8 επόμενα ψηφία αντιστοιχούν στο χαρακτήρα που μεταδόθηκε. ο κωδικός του χαρακτήρα που μεταδόθηκε είναι:	<u>10011010</u> (συμπληρώστε)
Οι θέσεις των μονάδων στο χαρακτήρα που ελήφθη είναι: ↓	Ο δυαδικός κωδικός των θέσεων τον οποίο μπορείτε να βρείτε με την επιστημονική αριθμομηχανή των Windows είναι:
θέση 2 ^η :	<u>0010</u>
θέση 4 ^η :	<u>0100</u>
θέση 5 ^η :	<u>0101</u>
θέση 8 ^η :	<u>1000</u>
Η πράξη XOR είναι: (Μπορείτε να την εκτελέσετε με την επιστημονική αριθμομηχανή των Windows)	
(<u>1001</u>) XOR (<u>0010</u>) XOR (<u>0100</u>) XOR (<u>0101</u>) XOR (<u>1000</u>) = <u>0010</u>	
Η θέση του λάθους (στο δεκαδικό) είναι:	Η 2 ^η
Ο διορθωμένος (Σωστός) κωδικός του χαρακτήρα που μεταδόθηκε είναι:	<u>10011000</u>

Μετατροπή δεκαδικών αριθμών σε δυαδικούς και αντίστροφα



Η πράξη XOR

Η Αριθμομηχανή των Windows (Προβολή Επιστημονική)

B) Εκκίνηση δραστηριότητας στο Υπολογιστικό Φύλλο EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Ανίχνευση και Διόρθωση σφάλματος με τη μέθοδο Hamming																			
2		Κωδικός Hamming				Κωδικός χαρακτήρα που μεταδίδεται														
3	Αποστολή	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	Πληκτρολογήστε εδώ μόνο τα προς μετάδοση ψηφία					
4		Θέσεις ψηφίων				8η	7η	6η	5η	4η	3η	2η	1η	Οι θέσεις (δυναμικά) των ψηφίων του κωδικού που έχουν τιμή 1 (A, B, ..., N) (θέση 1η = 0001 θέση 2η = 0010 κλπ)						
5		στον κωδικό																		
6		του χαρακτήρα																		
7																				
8		Υπολογισμός του κωδικού Hamming:																		
9		θέσηA XOR θέσηB XOR ... θέσηN =																		
10															1	0	0	1	Εδώ βλέπτε τον κωδικό Hamming που αντιστοιχεί στον χαρακτήρα που μεταδίδεται	
11		Κωδικός Hamming				Κωδικός χαρακτήρα που λαμβάνεται														
12		1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	Πληκτρολογήστε εδώ όλα τα ψηφία που λαμβάνονται (και τον κωδικό Hamming)						
13		Θέσεις ψηφίων				8η	7η	6η	5η	4η	3η	2η	1η							
14	Λήψη																			
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21		Ανίχνευση λάθους																		
22		Κωδ. Hamming XOR θέσηA XOR θέσηB XOR ... θέσηN =																		
23															0	0	1	0	Θέση λάθους	
24		ΛΑΘΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ																		
25																				
26																				
27		Ο Σωστός Χαρακτήρας είναι:				1	0	0	1	1	0	0	0	Δείτε εδώ το αποτέλεσμα της εφαρμογής του κώδ. Hamming						

1. Ανοίξτε στο **Excel** το αρχείο «**Hamming.xls**».

Ας υποθέσουμε ότι θα μεταδώσουμε το χαρακτήρα **a** (κωδικός 10011000). Μαζί με τον κωδικό του χαρακτήρα μεταδίδεται και ένας ακόμα κωδικός που ονομάζεται κωδικός Hamming και χρησιμεύει για την ανίχνευση και τη διόρθωση τυχόν λάθους στη μετάδοση.

2. Πληκτρολογήστε στην περιοχή «Αποστολή» τον κωδικό του χαρακτήρα που θέλετε να μεταδώσετε (περιοχή κελιών G3:N3) και που στο παράδειγμα μας είναι a (10011000). Παρατηρήστε ότι υπολογίστηκε ο κωδικός Hamming ως 1001 (στα κίτρινα κελιά της περιοχής B3:E3)^[2].

Περίπτωση 1^η : ΣΩΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

3. Πληκτρολογήστε στην περιοχή «Λήψη» (κελιά B14:N14) τα ψηφία: 1001 10011000 (ο κωδικός Hamming μαζί και ο κωδικός του χαρακτήρα **a**). Παρατηρήστε ότι το μήνυμα ΣΩΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ εμφανίστηκε και ότι στην περιοχή «θέση λάθους» και τα τέσσερα ψηφία είναι 0 (**κανένα λάθος**).

Περίπτωση 2^η : ΛΑΘΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

4. Πληκτρολογήστε στην περιοχή «Λήψη» το σύνολο των κωδικών 1001 10011100 (το λάθος υπάρχει στο ψηφίο της 3^{ης} θέσης από δεξιά). Παρατηρήστε ότι το μήνυμα ΛΑΘΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ εμφανίστηκε και ότι στην περιοχή «θέση λάθους» εμφανίστηκε ο δυαδικός αριθμός 0011, ο οποίος αντιστοιχεί στο δεκαδικό αριθμό 3, που είναι η θέση στην οποία υπάρχει το λάθος ψηφίο (3^η θέση). Έτσι αφού ο παραλήπτης γνωρίζει ότι το ψηφίο που έλαβε στην τρίτη θέση είναι λανθασμένο, μπορεί και το διορθώνει άμεσα.^[3]

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Με τις επόμενες δραστηριότητες οι μαθητές και οι μαθήτριες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το υπολογιστικό φύλλο και να προσομοιώσουν διάφορες περιπτώσεις μετάδοσης και το ρόλο του κώδικα Hamming σε κάθε μια.

1. Πειραματιστείτε με το υπολογιστικό φύλλο και διαπιστώστε αν ο κώδικας Hamming ανιχνεύει και διορθώνει ένα σφάλμα, σε οποιαδήποτε θέση και αν αυτό βρίσκεται μέσα στην οκτάδα του δυαδικού κωδικού του χαρακτήρα που μεταδίδεται.



*[Με αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές και οι μαθήτριες διαπιστώνουν ότι ο κώδικας Hamming εντοπίζει και διορθώνει **ένα σφάλμα** στη μετάδοση χαρακτήρα, σε οποιαδήποτε θέση από τις οκτώ του κωδικού του χαρακτήρα κι αν βρίσκεται αυτό].*

2. Ελέγξτε αν ο κώδικας Hamming έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύσει και περισσότερα του ενός σφάλματα στον κωδικό του χαρακτήρα.



[Εδώ οι μαθητές και οι μαθήτριες θα διαπιστώσουν με πειραματισμό ότι, αν τα σφάλματα στη μετάδοση του κωδικού του χαρακτήρα είναι περισσότερα από ένα, τότε ο κώδικας Hamming δεν είναι αποτελεσματικός].

3. Ποια είναι η συμπεριφορά του κώδικα Hamming όταν το λάθος βρίσκεται σε κάποιο από τα τέσσερα ψηφία του ίδιου του κωδικού Hamming, τον οποίο λαμβάνει ο παραλήπτης;



[Αν το λάθος βρίσκεται σε κάποιο ψηφίο του ίδιου του κωδικού Hamming που λαμβάνει ο παραλήπτης, τότε οι μαθητές και οι μαθήτριες θα μπορέσουν να διαπιστώσουν και πάλι την αδυναμία της μεθόδου].

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- [1] **Εύρεση του ASCII κωδικού ενός χαρακτήρα** με το λογισμικό «ΔΕΛΥΣ».
- α) Εκκινήστε το λογισμικό «ΔΕΛΥΣ».
 - β) Επιλέξτε την ενότητα «Επεξεργασία Δεδομένων».
 - γ) Επιλέξτε την υποενότητα «Αποθήκευση /Ανάκτηση Χαρακτήρων».
 - δ) Πατήστε το κουμπί «Αποθήκευση» επάνω αριστερά και έπειτα πληκτρολογήστε το χαρακτήρα στο πλαίσιο που περιέχει την προτροπή «Δώσε 4 χαρακτήρες».
(Υποχρεωτικά πληκτρολογήστε 4 χαρακτήρες).
 - ε) Πατήστε μια φορά το κουμπί «Βήμα» για να κωδικοποιηθούν οι χαρακτήρες στο δεκαδικό και ξαναπατήστε το για να κωδικοποιηθούν στο δυαδικό σύστημα.
- [2] **Ο υπολογισμός του κωδικού Hamming** γίνεται με τον τύπο:
(θέση A) XOR (θέση B) XOR ... XOR (θέση N) όπου τα (θέση A), (θέση B) κ.λπ. είναι οι θέσεις του κωδικού του χαρακτήρα στις οποίες υπάρχουν μονάδες.
- Για παράδειγμα ο κωδικός του χαρακτήρα **a** είναι: 1 0 0 1 1 0 0 0
Οι θέσεις που υπάρχουν μονάδες είναι: 8^{η} 5^{η} 4^{η}
Οι θέσεις αυτές στο δυαδικό σύστημα είναι: $8^{\eta} = 1000$, $5^{\eta} = 0101$, $4^{\eta} = 0100$
(Μπορείτε να πραγματοποιήσετε τη μετατροπή από δεκαδικό στο δυαδικό σύστημα με την επιστημονική αριθμομηχανή των Windows).
Ο κωδικός Hamming είναι: $(1000) \text{ XOR } (0101) \text{ XOR } (0100) = 1001$. Ελέγξτε τις πράξεις XOR με την αριθμομηχανή των Windows (επιστημονική προβολή).
Έτσι, μαζί με τον κωδικό του χαρακτήρα μεταδίδεται και ο αντίστοιχος κωδικός Hamming.
- [3] Αν ο παραλήπτης λάβει για παράδειγμα 1 0 0 1 1 1 0 0 (λάθος στην 3^η θέση) το λάθος αυτό ανιχνεύεται με τον εξής υπολογισμό:
(κωδικός Hamming) XOR (θέση A) XOR (θέση B) XOR ... XOR (θέση N), όπου τα (θέση A), (θέση B) κ.λπ. είναι οι θέσεις του κωδικού του χαρακτήρα που παραλήφθηκε στις οποίες υπάρχουν μονάδες, ενώ ο κωδικός Hamming είναι αυτός που μεταδόθηκε μαζί με το χαρακτήρα.
Στο παράδειγμά μας $(1001) \text{ XOR } (1000) \text{ XOR } (0101) \text{ XOR } (0100) \text{ XOR } (0011) =$
0011 η θέση του λάθους (0011 στο δυαδικό = 3 στο δεκαδικό σύστημα. Άρα, το λάθος εντοπίζεται στην 3^η θέση του κωδικού του χαρακτήρα που μεταδόθηκε).
- [4] Η πράξη XOR είναι μια λογική πράξη (το αποτέλεσμα της δηλαδή μπορεί να είναι ΝΑΙ ή ΟΧΙ ή αλλιώς 1 ή 0), όπως οι πράξεις AND, OR και NOT. Η XOR είναι η πράξη της αποκλειστικής διάζευξης. Αληθεύει (δίνει αποτέλεσμα 1) μόνο όταν **ένας** από τους δύο αριθμούς είναι 1.
- Παράδειγμα
- | | |
|---------|--------------------|
| 1 XOR 1 | = 0 (δεν αληθεύει) |
| 1 XOR 0 | = 1 (αληθεύει) |
| 0 XOR 1 | = 1 (αληθεύει) |
| 0 XOR 0 | = 0 (δεν αληθεύει) |