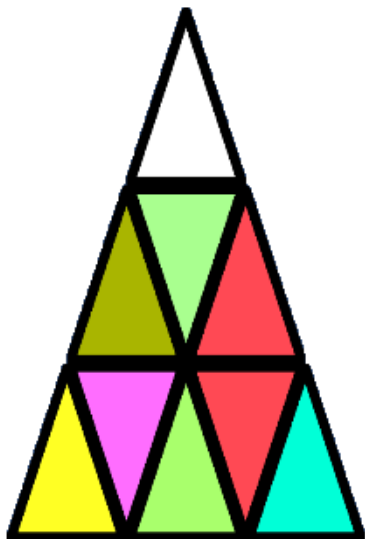




ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Προσομοίωση Έγχρωμου Τριγωνικού Matrix Barcode σε περιβάλλον Unity

Παππάς Ευάγγελος (ΑΕΜ: 7003)
Επιβλέπων καθηγητής: Ατρέας Νικόλαος



Θεσσαλονίκη 2023

Περιεχόμενα

1. Τι είναι Matrix Barcode
2. Παρουσίαση προβλήματος
3. Σκοπός
4. Κωδικοποίηση ASCII 7-bit
5. Μοντέλο χρώματος RGB 8-bit και 7-bit
6. Κωδικοποίηση χαρακτήρα σε στοιχείο
7. Masking
8. Σύστημα αξιολόγησης μασκών
9. Αποκωδικοποίηση
10. Screenshot και Επεξεργασία Εικόνας
11. Συμπεράσματα
12. Πιθανές βελτιώσεις
13. Επίδειξη εφαρμογής

Matrix Barcode: Τι είναι;

- Δισδιάστατος τρόπος απεικόνισης πληροφορίας
- 1991 Code 1 Barcode
- Εξέλιξη των μονοδιάστατων barcode
- Αναγνώσιμο από μηχανή (smartphone)



Βασικά χαρακτηριστικά:

- 1) Error correction
- 2) Μοτίβο εύρεσης
- 3) Μοτίβο ευθυγράμμισης
- 4) Masking

Παρουσίαση προβλήματος

Η πλειοψηφία των Matrix Barcode:

- Ασπρόμαυρα (ή λίγα χρώματα)
- Χωρικά κοστοβόρα (ειδικά σε ψηφιακή μορφή)
- Διευκολύνουν τον καταναλωτή αλλά δεν είναι προσαρμοσμένα σε αυτόν

ΣΚΟΠΟΣ

- Ανάπτυξη έγχρωμου Matrix Barcode
- Πολλά χρώματα (εξοικονόμηση χώρου)
- Τριγωνικό σχήμα (αποφυγή μοτίβου ευθυγράμμισης)
- Μέχρι 900 στοιχεία (Ενδεικτικά QR code: 177x177 2953 χαρακτήρες)
- ASCII 7-bit

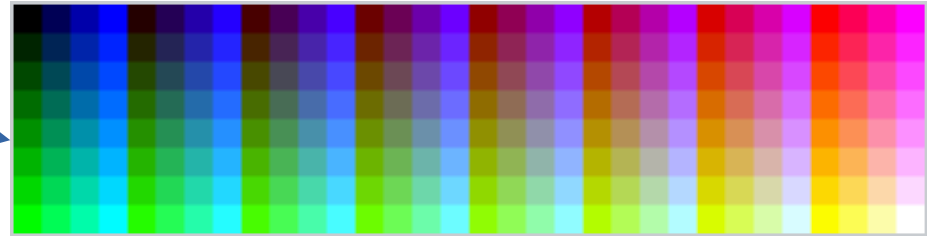
Κωδικοποίηση ASCII 7-bit

- American Standard Code for Information
- Πρότυπο αποθήκευσης-μετάδοσης χαρακτήρων σε ψηφιακή μορφή
- 1963 American Standard Association ή American National Standards Institute
- $128 = 2^7$ χαρακτήρες (από 0-127):
 - 32 μη εκτυπώσιμοι χαρακτήρες ελέγχου
 - Αγγλικό αλφάβητο
 - Αριθμοί
 - Σημεία στίξης
- Πρότυπο για URL

DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol
32	040	20	00100000	^
33	041	21	00100001	!
34	042	22	00100010	"
35	043	23	00100011	#
36	044	24	00100100	\$

Μοντέλα χρώματος RGB 8-bit, 7-bit

- RGB = Red, Green Blue
- Τιμές στο $[0, 1]$
- Μαύρο = $(0, 0, 0)$, Λευκό = $(1, 1, 1)$
- 8 bit χρώμα = 256 χρώματα



Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Data	R	R	R	G	G	G	B	B

7-bit χρώμα:

- Κόκκινο = $2^2 = 4$ αποχρώσεις
- Πράσινο = $2^3 = 8$ αποχρώσεις
- Μπλε = $2^2 = 4$ αποχρώσεις

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Data	-	R	R	G	G	G	B	B

(R = red, G = green, B = blue)

Κωδικοποίηση χαρακτήρα σε στοιχείο

- Έλεγχος έγκυρου χαρακτήρα
 - Μετατροπή σε φυσικό αριθμό (0-127)
 - Μετατροπή σε δυαδικό
 - Χρήση των δυαδικών ψηφίων για τον υπολογισμό των τιμών χρώματος RGB
- Αν b ο φυσικός αριθμός που αντιστοιχεί σε ένα χαρακτήρα ASCII 7-bit:

$$ΜΠΛΕ : (b \bmod (2^2)) \operatorname{div} (2^0)$$

$$ΠΡΑΣΙΝΟ : (b \bmod (2^5)) \operatorname{div} (2^2)$$

$$ΚΟΚΚΙΝΟ : (b \bmod (2^7)) \operatorname{div} (2^5)$$

Παράδειγμα

Έστω ότι θέλουμε να κωδικοποιήσουμε τον χαρακτήρα “z”:

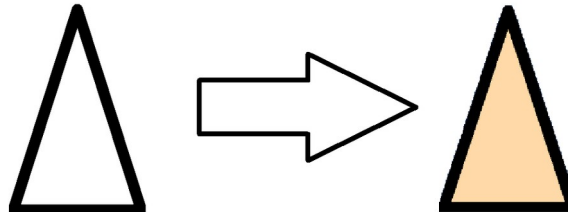
$$\textcolor{red}{1} \textcolor{red}{1} \textcolor{green}{1} \textcolor{green}{1} \textcolor{blue}{0} \textcolor{blue}{1} \textcolor{blue}{0} = 122$$

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Data	-	1	1	1	1	0	1	0
(R = red, G = green, B = blue)								

$$\text{Blue} \rightarrow 122 \bmod 2^2 \operatorname{div} 2^0 = 122 \bmod 4 = 2 \rightarrow \text{blue color} = 0.6667$$

$$\text{Green} \rightarrow 122 \bmod 2^5 \operatorname{div} 2^2 = 26 \operatorname{div} 4 = 6 \rightarrow \text{green color} = 0.857$$

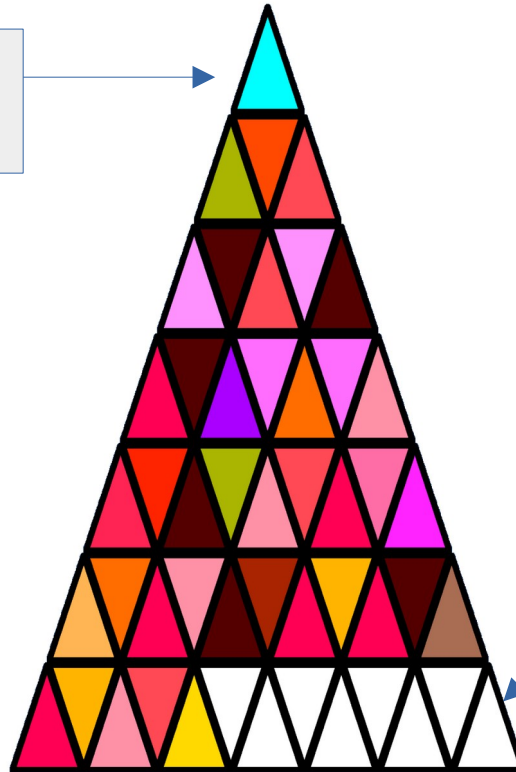
$$\text{Red} \rightarrow 122 \bmod 2^7 \operatorname{div} 2^5 = 122 \operatorname{div} 32 = 3 \rightarrow \text{red color} = 1$$



Παράδειγμα

- Κωδικοποίηση μηνύματος “*This is a Colored Triangular Data Matrix*”

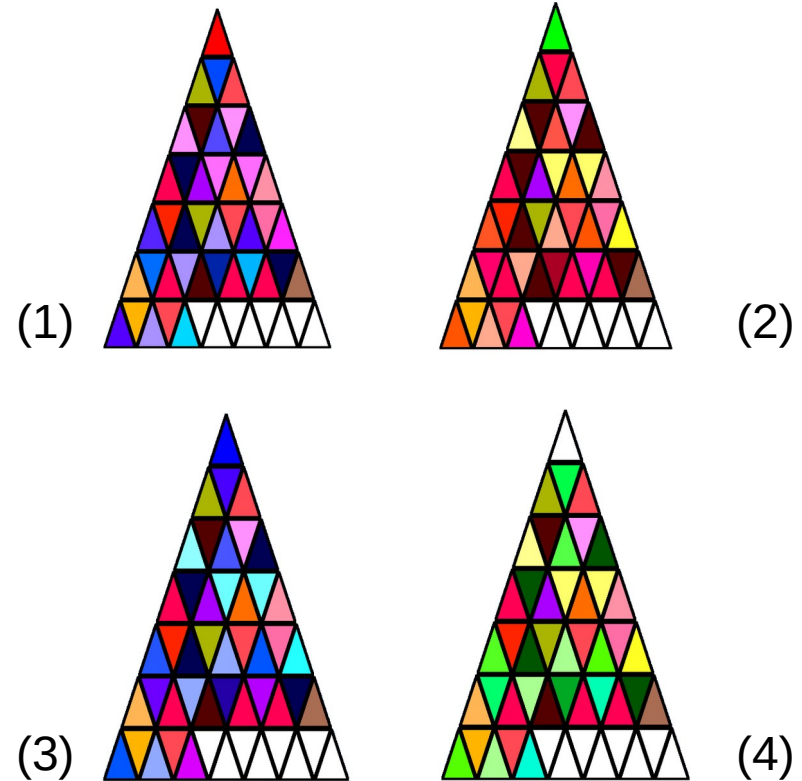
Πρώτο στοιχείο
δεσμευμένο για μάσκες.



Τα στοιχεία που μένουν
κενά χρωματίζονται με
λευκό χρώμα

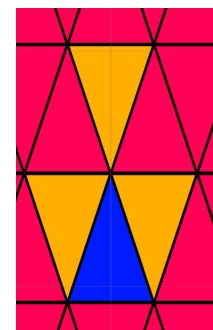
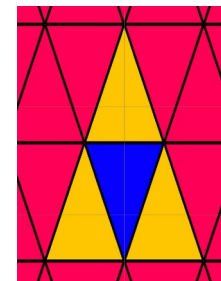
Masking

- Masking → Τεχνικές απόκρυψης βάση αναστρέψιμων κανόνων
- Τέσσερις μάσκες
 - Ταυτότητα масκών στο πρώτο στοιχείο.
 - Αν ο αριθμός στοιχείου είναι ζυγός τότε:
 - 1) RGB → BGR
 - 2) RGB → RBG
 - 3) RGB → GBR
 - 4) RGB → BRG




Σύστημα αξιολόγησης Μασκών

- Για κάθε πιθανή μάσκα:
 - Για κάθε στοιχείο q
 - Εύρεση των τριών γειτονικών στοιχείων
 - Για κάθε από τα τρία γειτονικά στοιχεία (έστω v) υπολόγισε την απόκλιση:
$$\text{Απόκλιση χρωμάτων} = \sqrt{(R_q - R_v)^2 + (G_q - G_v)^2 + (B_q - B_v)^2}$$
- Αν έχουν παρόμοιο χρώμα (<0.5) αφάιρεσε 5 πόντους.
- Αν απέχουν (>1) πρόσθεσε 1 πόντο.
- Εύρεση μάσκας που συγκέντρωσε τη μέγιστη βαθμολογία και επιλογή της ως βέλτιστη.



Αποκωδικοποίηση

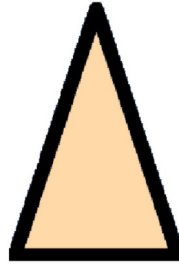
- Αναγνώριση μάσκας χρησιμοποιώντας το χρώμα του πρώτου στοιχείου
- Demasking με βάση τους κανόνες της μάσκας που ανιχνεύθηκε
- Αν βάση χρώματος $r_d = 2$, $g_d = 3$, $b_d = 2$, αποκωδικοποίηση του κάθε χρώματος με βάση τους εξής τύπους:

$$R_{\text{δεκαδικό}} = r(2^{r_d} - 1) = 3r \quad G_{\text{δεκαδικό}} = g(2^{g_d} - 1) = 7g \quad B_{\text{δεκαδικό}} = b(2^{b_d} - 1) = 3b$$


$$\text{Αριθμός χαρακτήρα} = R_{\text{δεκαδικό}} 2^{g_d + b_d} + G_{\text{δεκαδικό}} 2^{b_d} + B_{\text{δεκαδικό}} 2^0 = 3r 2^5 + 7g 2^2 + 3b = 96r + 28g + 3b$$

Στρογγυλοποίηση στον κοντινότερο ακέραιο λόγω ατελών μετρήσεων και δεκαδικών τιμών.

Παράδειγμα



- Τιμές χρωμάτων RGB (1, 0.857, 0.667)

$$\text{Αριθμός χαρακτήρα} = 96r + 28g + 3b = 96 * 1 + 28 * 0.857 + 3 * 0.667 = 96 + 23.996 + 2.001 = 121.997$$

$$\text{Φυσικός αριθμός χαρακτήρα} = \text{Στρογγυλοποίηση}(\text{αριθμός χαρακτήρα}) = 122$$

- Σύμφωνα με τον πίνακα ASCII, ο χαρακτήρας που αντιστοιχεί στο νούμερο 122 είναι ο χαρακτήρας “z”.

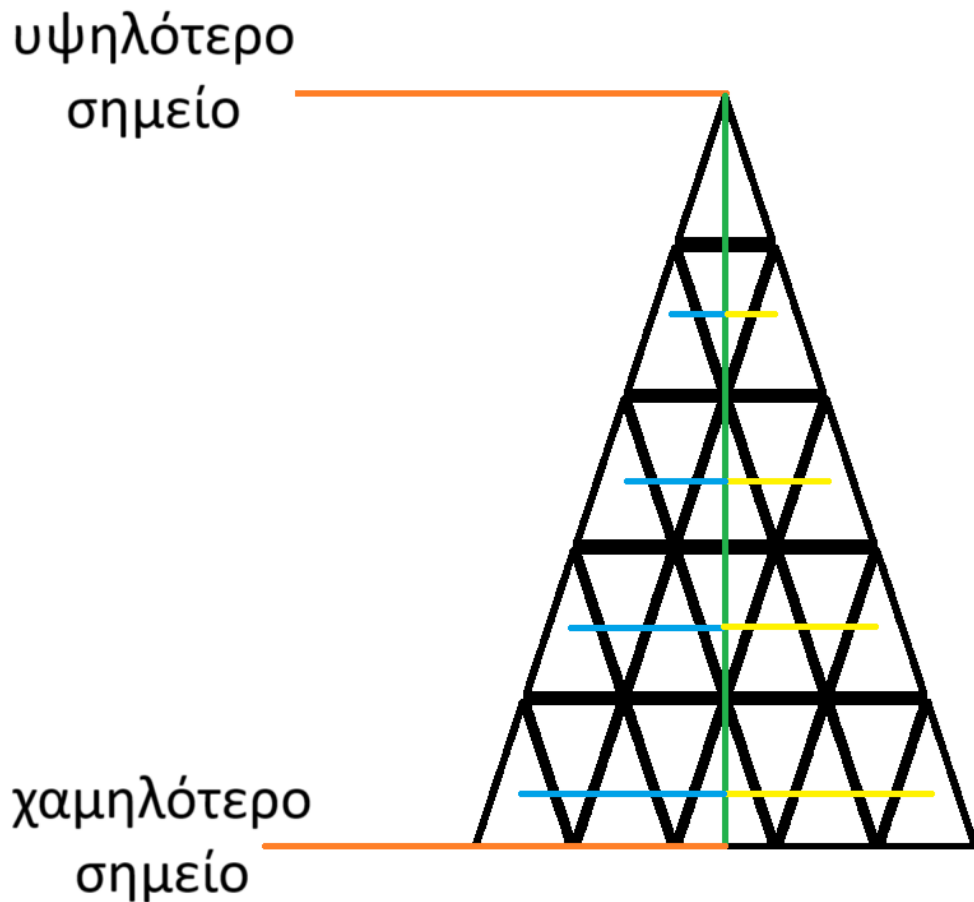
Screenshot και Επεξεργασία Εικόνας

→ Η ανάγνωση χρώματος δεν γίνεται πλέον μέσα από εφαρμογή αλλά από .png αρχείο.

Βήματα:

- 1) Εξαγωγή Screenshot
- 2) Grayscale
- 3) Εύρεση ακμών
- 4) Εύρεση υψηλότερου σημείου του Matrix Barcode
- 5) Εύρεση χαμηλότερου σημείου
- 6) Εύρεση αριθμού σειρών και συντεταγμένων των σημείων ανάγνωσης χρωμάτων των κεντρικών στοιχείων κάθε γραμμής
- 7) Εύρεση συντεταγμένων των υπόλοιπων στοιχείων σε κάθε γραμμή
- 8) Ανάγνωση χρωμάτων στις συντεταγμένες του κάθε στοιχείου στην αρχική εικόνα
- 9) Αποκωδικοποίηση

Screenshot και Επεξεργασία Εικόνας



Συμπεράσματα

- + Χρώμα: Εξοικονόμηση χώρου
- + Σχήμα: Εξοικονόμηση χώρου λόγω έλλειψης μοτίβου ευθυγράμμισης (τρίγωνο και περιγράμματα)
- + Χρώμα & Σχήμα: Αισθητική αναβάθμιση
- Επιρρεπές σε σφάλματα μετρήσεων και παραμορφώσεις

Μελλοντικές βελτιώσεις

- Τεχνική διόρθωσης σφάλματος
- Μοτίβο εύρεσης
- Μείωση χρόνου αποκωδικοποίησης
(βελτιστοποίηση κώδικα και λογικής)
- Σύστημα ανίχνευσης σωστού
προσανατολισμού

Σας ευχαριστώ
(*Thank you for your time!*)

