
4 – Βασικοί Ψηφιογραφικοί Αλγόριθμοι Σχεδίασης

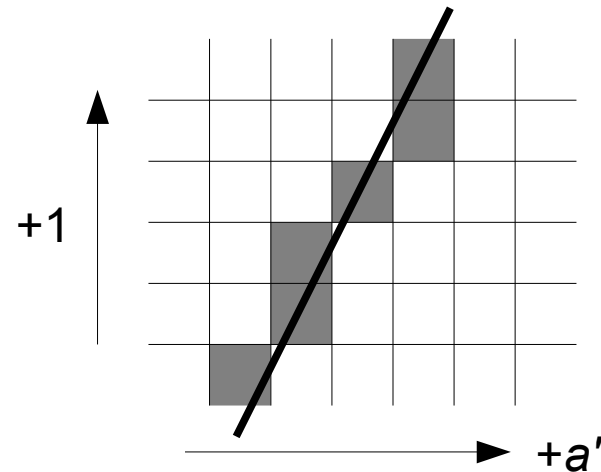
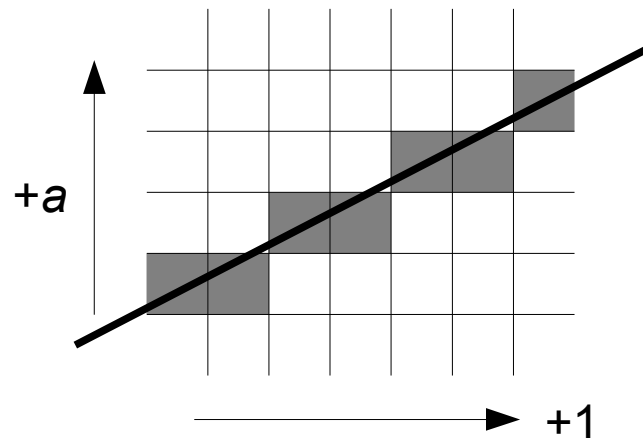
Γραφικά με Υπολογιστές

Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Πειραιά

Γ. Αναστασάκης, 2011

Ευθύγραμμο τμήμα

- Εξίσωση ευθείας: $y = ax + b$
- Σε ψηφιογραφικά συστήματα: $y_{i+1} = ax_{i+1} + b$
- Αυξητικός αλγόριθμος:
$$y_{i+1} = ax_{i+1} + b = a(x_i + \Delta x) + b = y_i + a\Delta x$$
- Αν $\Delta x = 1$, τότε $y_{i+1} = y_i + a$
- $dx = x1 - x0$, $dy = y1 - y0$, $a = dy / dx$, $a' = dx / dy$

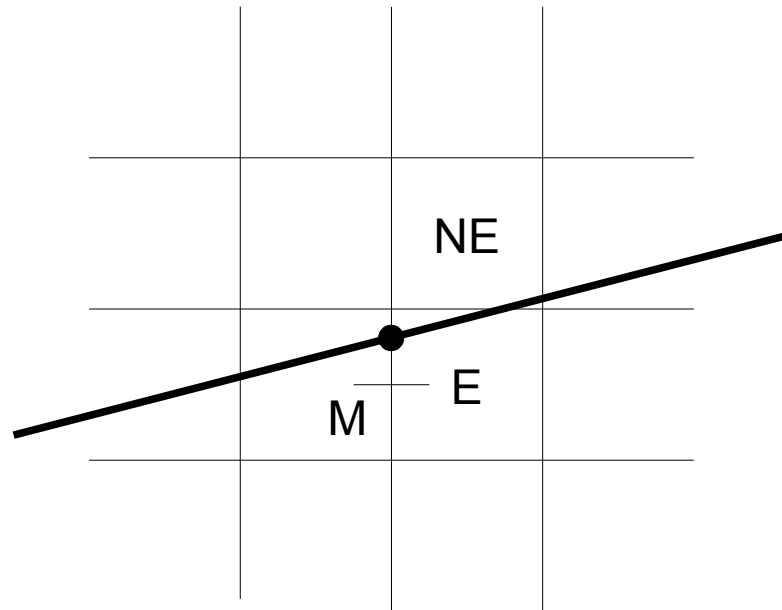


Προβλήματα αυξητικού αλγορίθμου

- Μικρή απόδοση:
 - ✓ Στρογγυλοποίηση
 - ✓ Πράξεις με αριθμούς κινητής υποδιαστολής
- Αριθμητικά ακριβής αλλά ακατάλληλος για πρακτική εφαρμογή (ειδικά σε βρόγχους)

Ευθύγραμμο τμήμα, αλγόριθμος μέσου σημείου

- Γνωστότερος ως “αλγόριθμος Bresenham”
- Jack E. Bresenham, 1962
- Αρχικό κίνητρο η αποδοτική οδήγηση plotters
- Χρήση μόνο ακεραίων

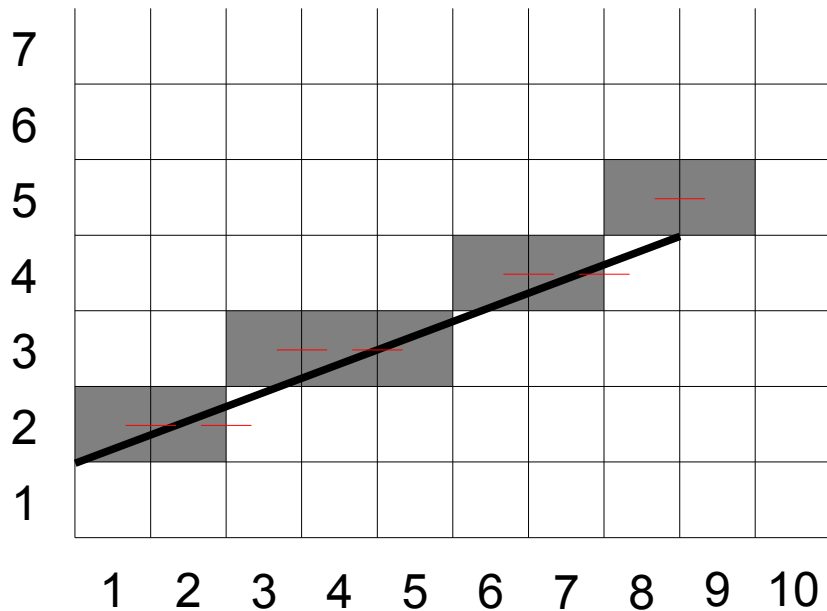


Ψευδοκώδικας αλγ. μέσου σημείου για ευθ. τμήμα

```
dx = x1 - x0; dy = y1 - y0; d = 2 * dy - dx;
iE = 2 * dy; iNE = (dy - dx) * 2;
x = x0; y = y0;
SetPixel(x, y);
while (x < x1) {
    if (d <= 0) {                // select E...
        d += iE;
        x++;
    } else {                    // select NE...
        d += iNE;
        x++; y++;
    }
    SetPixel(x, y);
}
```

Παράδειγμα αλγορίθμου μέσου σημείου για ευθ. τμήμα

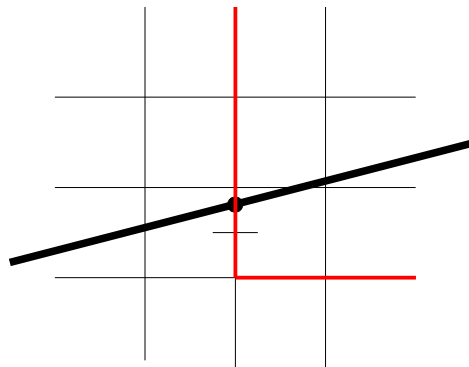
- $dx = 9 - 1 = 8$
- $dy = 5 - 2 = 3$
- $d = 2dy = dx = 2 * 3 - 8 = -2$
- $iE = 2dy = 2 * 3 = 6$
- $iNE = (dy - dx) * 2 = (3 - 8) * 2 = -10$



x	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y	2	2	3	3	3	4	4	5	5
d	-2	4	-6	0	6	-4	2	-8	
next	E	NE	E	E	NE	E	NE	E	

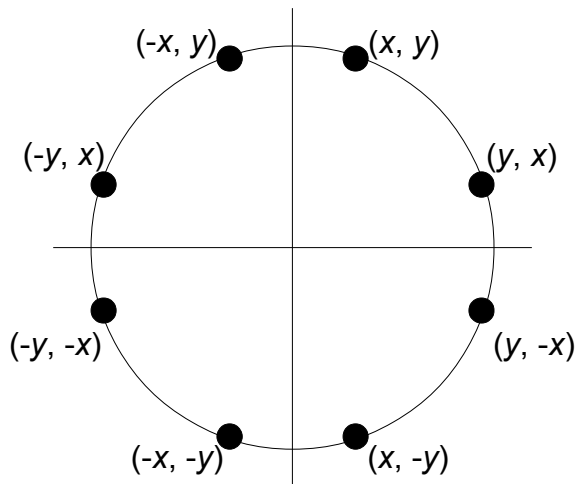
Πρόσθετα θέματα

- Το αποτέλεσμα πρέπει να είναι ίδιο ανεξάρτητα από τη σειρά αρχικού-τελικού σημείου
- Φωτεινότητα αποτελέσματος ως συνάρτηση της κλίσης του ευθύγραμμου τμήματος
- Εκκίνηση σχεδίασης από ακμή ορθογώνιου παραλληλόγραμμου αποκοπής (clipping rectangle)
 - ✓ Σημείο της ακμής
 - ✓ Αρχική τιμή d
 - ✓ Πιο σύνθετο σε οριζόντιες ακμές
- Εφαρμογή σε συστήματα αριθμών κινητής υποδιαστολής
- Σχεδίαση γραμμών και πολυγώνων



Κύκλος

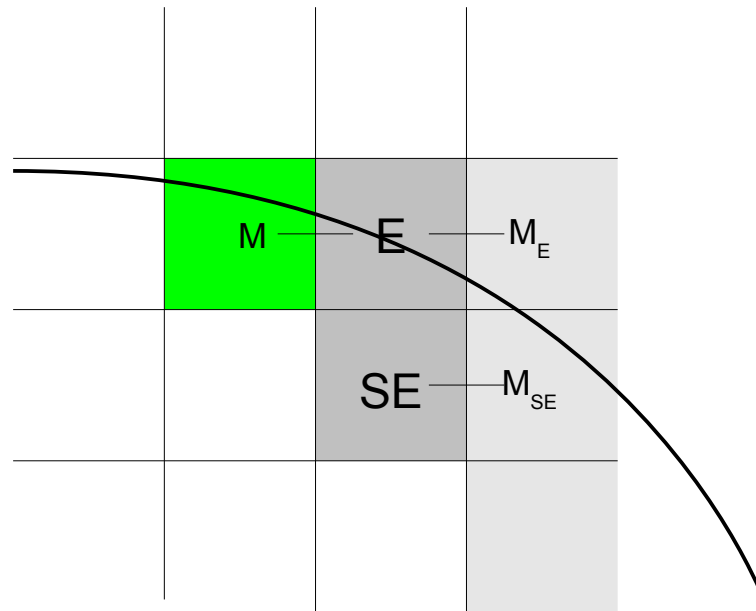
- $y = \pm \sqrt{R^2 - x^2}$: προβλήματα απόδοσης (πολλαπλασιασμός, τετραγωνική ρίζα), ποιότητας αποτελέσματος (κενά), συμμετρικά τεταρτημόρια (4 βαθμοί συμμετρίας)
- $(R \cos \theta, R \sin \theta), \theta = 0 \dots 90$: προβλήματα απόδοσης (ημίτονο, συνημίτονο), συμμετρικά τεταρτημόρια (4 βαθμοί συμμετρίας)
- 8 βαθμοί συμμετρίας: ελαχιστοποίηση υπολογισμών



1 κλήση συνάρτησης με παραμέτρους (x, y)
αρκεί για τη σχεδίαση 8 σημείων

Κύκλος, αλγόριθμος μέσου σημείου

- Jack E. Bresenham, 1977
- Αρχικό κίνητρο η αποδοτική οδήγηση plotters
- Χρήση μόνο ακεραίων

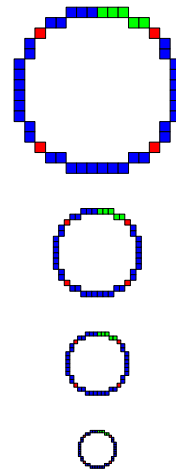
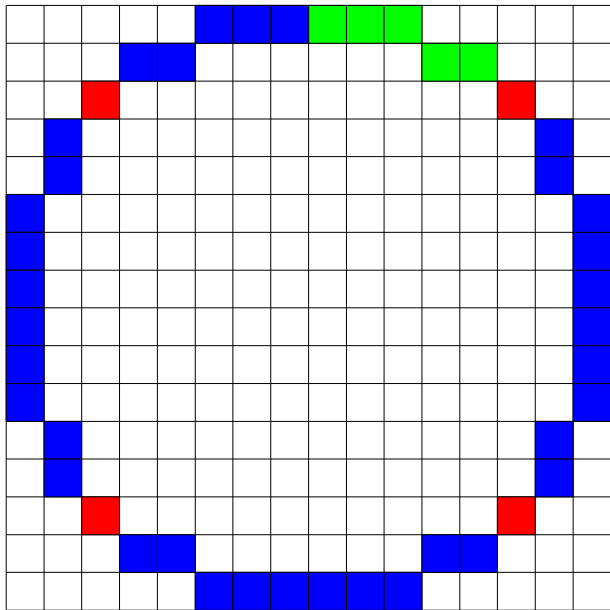


Ψευδοκώδικας αλγ. μέσου σημείου για κύκλο

```
x=0; y=radius; d=1-radius;
setCirclePixels(x, y);
while (y > x) {
    if (d < 0) {
        d += x * 2 + 3;           // select E...
        x++;
    } else {                     // select SE...
        d += (x - y) * 2 + 5;
        x++;
        y--;
    }
    setCirclePixels(x, y);
}
```

Παράδειγμα αλγορίθμου μέσου σημείου για κύκλο

- $x = 0$
- $y = \text{radius} = 7$
- $d = 1 - \text{radius} = -6$



x	0	1	2	3	4	5
y	7	7	7	6	6	5
d	-6	-3	2	-3	6	7
next	E	E	SE	E	SE	SE