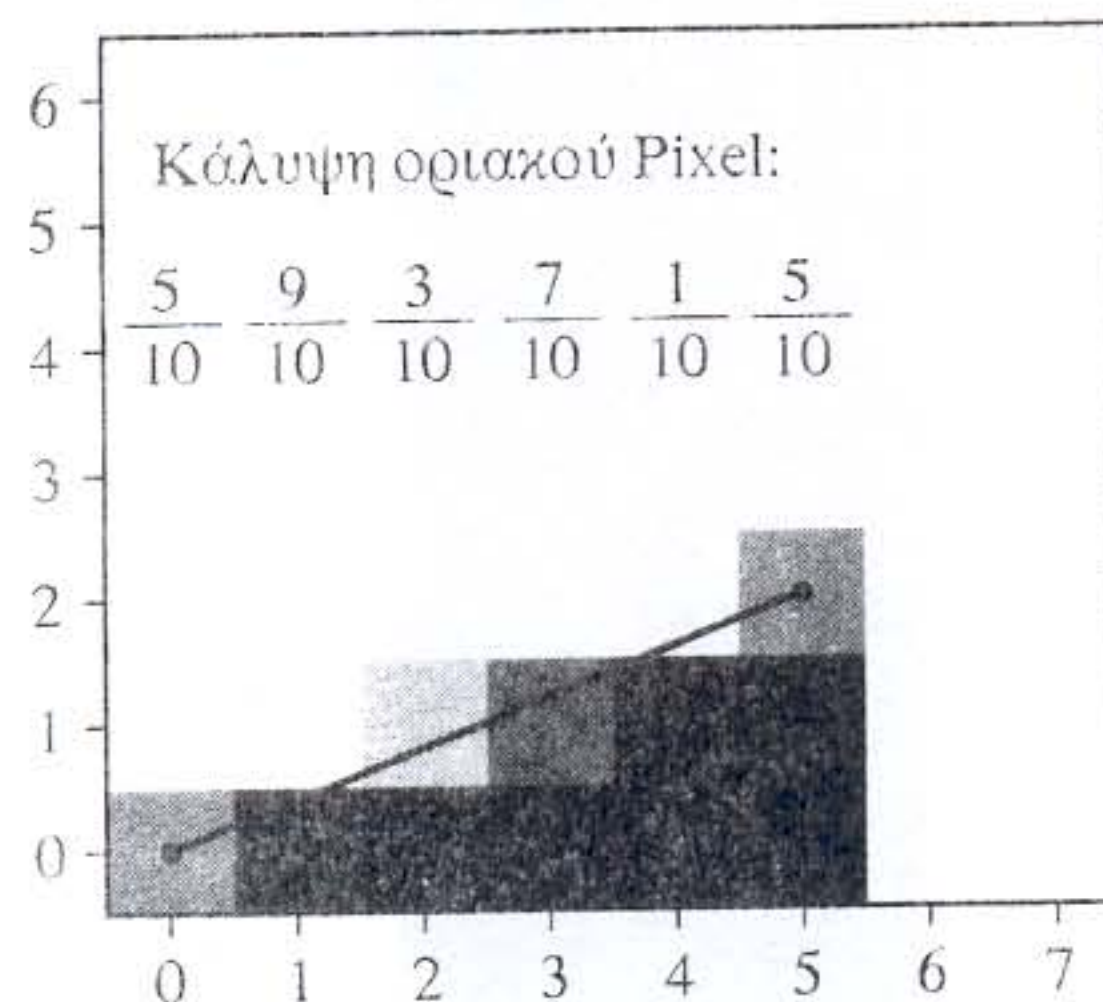


Σχήμα 2.18: Μερική κάλυψη pixel από πολύγωνο.

2.5.1 Μέθοδοι Αντιταύτισης (Antialiasing)

Οι Pitteway & Watkinson [Pitt80] ανέπτυξαν μια παραλλαγή του αλγορίθμου του Bresenham ο οποίος θέτει στη σωστή απόχρωση τα pixels που καλύπτονται μερικώς από μια ακμή πολυγώνου (σχ. 2.19).



Σχήμα 2.19: Μερική κάλυψη pixel από Ακμή.

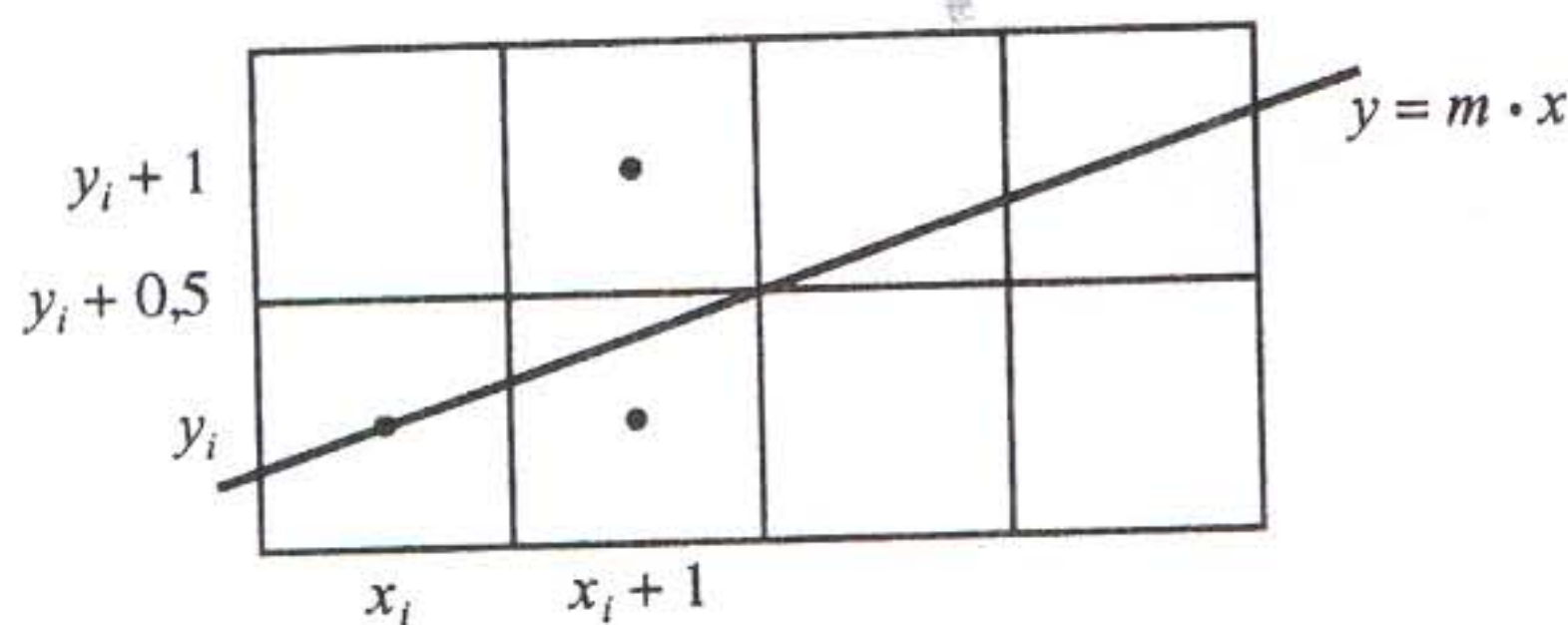
Έστω, για απλοποίηση των υπολογισμών, ότι η ακμή με κλίση m βρίσκεται στο πρώτο οκταμόριο ($0 \leq m \leq 1$) και αρχίζει από το pixel $(0, 0)$ έχει δηλ. εξίσωση ευθείας:

$$y = mx$$

Αν το pixel (x_i, y_i) επελέγη στο προηγούμενο βήμα τότε, κατά τον αλγόριθμο Bresenham, το παρόν pixel της ακμής θα είναι το (x_i+1, y_i) ή το (x_i+1, y_i+1) , βλέπε σχ. 2.20. Η επιλογή του παρόντος pixel γίνεται εξετάζοντας

την απόσταση της ευθείας από τα κέντρα των 2 υποψηφίων pixels δηλ. το πρόσθετο της παράστασης:

$$e' = m(x_i + 1) - (y_i + 0.5) \quad m - 1 \leq e' \leq m$$



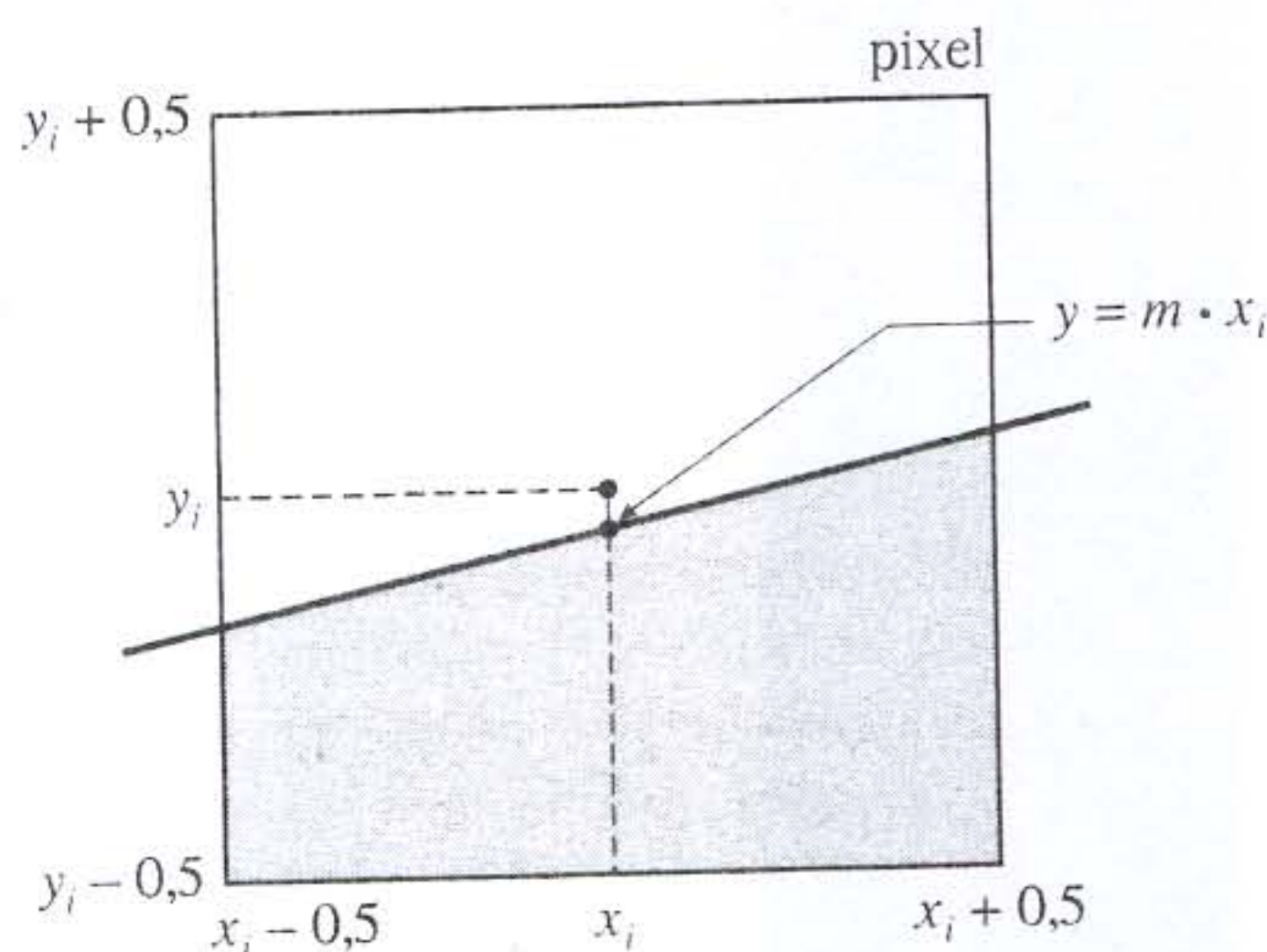
Σχήμα 2.20: Επιλογή pixel από Bresenham.

Προσθέτοντας $1 - m$ δίνουμε στην παράσταση τιμές μεταξύ 0 και 1:

$$e = m(x_i + 1) - (y_i + 0.5) + (1 - m) = mx_i - y_i + 0.5 \quad 0 \leq e \leq 1$$

και τώρα η επιλογή μεταξύ των 2 pixels γίνεται με τη σύγκριση του e με το $1 - m$. Αν $e < 1 - m$ επιλέγεται το $(x_i + 1, y_i)$ διαφορετικά το $(x_i + 1, y_i + 1)$. Το ποσοστό της επιφάνειας του pixel (x_i, y_i) που καλύπτεται από το πολύγωνο (σχ. 2.21) δίνεται (επιφάνεια τραπεζίου) από:

$$\text{επιφάνεια} = (mx_i - (y_i - 0.5)) * ((x_i + 0.5) - (x_i - 0.5)) = mx_i - y_i + 0.5$$



Σχήμα 2.21: Επιφάνεια κάλυψης pixel.

Παρατηρούμε ότι η τιμή του ποσοστού κάλυψης του pixel (x_i, y_i) ισούται με την τιμή της μεταβλητής επιλογής e του επόμενου βήματος (δηλ. της επιλογής μεταξύ $(x_i + 1, y_i)$ και $(x_i + 1, y_i + 1)$). Μπορούμε λοιπόν να χρησιμοποιή-

σουμε το e για στα οριακά pixels ματος:

```
x=0;
y=0;
w=1-m;
e:=0.5;
setpixel(x, y);
while (x < w)
{
    if (e < 1-m)
    {
        x++;
        setpixel(x, y);
    }
    else
    {
        x++;
        setpixel(x, y+1);
    }
    e = m*x - y + 0.5;
}
```

Ο παραπάνω πρόβλημα της ταύτισης δεν λειτουργεί όμοια ή διαφορετικά με τη χρήση των μεθόδων Υπάρχουν δύο κατηγορίες αυτών των ψευδών δημιουργιών (χρωματικό μίγμα pixel της οθόνης, filtering) καθώς και δειγματοληψία. Η καλύτερη ή ίση με τη δειγματοληψία

2.5.2 Αντιταύτιση

Η μέθοδος αυτή οθόνης και αντισ-

Μετά την δημιουργία γίνονται οι χρωματικές πραγματικό pixel

σουμε το e για να δώσουμε την κατάλληλη τιμή φωτεινότητας (gray scale) στα οριακά pixels της ακμής όπως φαίνεται στο ακόλουθο τμήμα προγράμματος:

```
x=0;
y=0;
w=1-m;
e:=0.5; /* το pixel (0,0) καλύπτεται κατά 50% */
setpixel(x,y,e);
while (x<dx) /* dx είναι η x-έκταση της γραμμής */
    {if (e<w) /* επιλογή (xi+1,yi) */
        e=e+m
      else /* επιλογή (xi+1,yi+1) */
        {e=e-w; y++;}
      x++;
      setpixel(x,y,e);
    }
```

Ο παραπάνω απλός αλγόριθμος λύνει με υπολογιστικά φθινό τρόπο το πρόβλημα της ταύτισης για μία πλευρά ενός πολυγώνου. Όμως προφανώς δεν λειτουργεί όταν ένα pixel καλύπτεται από 2 ή περισσότερες πλευρές του ίδιου ή διαφορετικών πολυγώνων. Στη γενική περίπτωση πρέπει να κάνουμε χρήση των μεθόδων που περιγράφονται στη συνέχεια.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων αντιταύτισης. Η πρώτη κατηγορία αυξάνει τον αριθμό των δειγμάτων (δηλ. τη συχνότητα δειγματοληψίας) δημιουργώντας μια εικόνα με περισσότερα σημεία και μετά βρίσκει τον χρωματικό μέσο όρο των σημείων που αντιστοιχούν σε κάθε πραγματικό pixel της οθόνης. Η κατηγορία αυτή ονομάζεται μεταφιλτράρισμα (post-filtering) καθώς το φιλτράρισμα των υψηλών συχνοτήτων γίνεται μετά τη δειγματοληψία. Η δεύτερη κατηγορία εξάγει από το σήμα συχνότητες μεγαλύτερες ή ίσες με το μισό της συχνότητας δειγματοληψίας πριν την εκτέλεση της δειγματοληψίας (προφιλτράρισμα ή prefiltering).

2.5.2 Αντιταύτιση με Μεταφιλτράρισμα (postfiltering)

Η μέθοδος αυτή θεωρεί έναν αριθμό σημείων μεγαλύτερο από αυτόν της οθόνης και αντιστοιχεί πολλά τέτοια σημεία σε κάθε πραγματικό pixel.

Μετά την δημιουργία της εικόνας στη μεγαλύτερη αυτή ανάλυση, υπολογίζονται οι χρωματικοί μέσοι όροι των σημείων που αντιστοιχούν σε κάθε πραγματικό pixel. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε σημερινά