

# Παράδειγμα Δειγματοληψίας με Χρήση Matlab

Κωνσταντίνος Αναστασόπουλος 1093320

Το παρόν κείμενο αποτελεί επεξήγηση του Matlab script `sampling.m`

Στο script αυτό γίνεται απόπειρα προσομοίωσης δειγματοληψίας. Συγκεκριμένα, πρώτο βήμα του script είναι η δημιουργία και απεικόνιση ενός κύκλου, το οποίο επιτυγχάνεται με τον κώδικα:

```
c = linspace(0, 2*pi, 100);
```

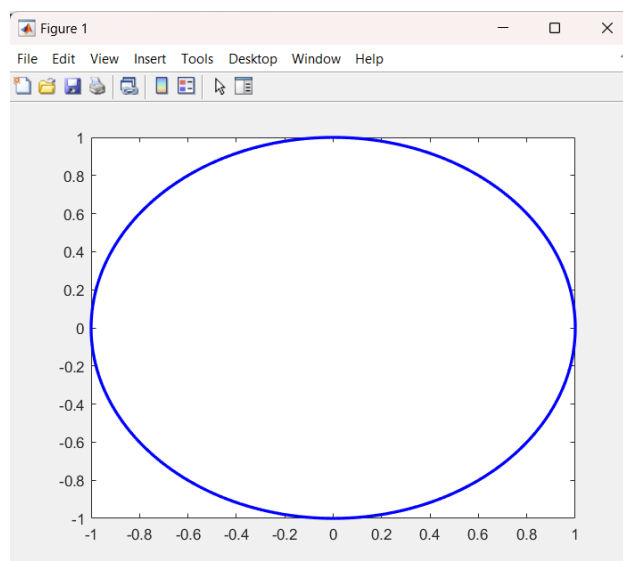
```
x = cos(c);
```

```
y = sin(c);
```

```
plot(x, y, 'b-', 'LineWidth', 2);
```

Εδώ λαμβάνονται 100 σημεία στο διάστημα  $[0, 2\pi]$ , υπολογίζονται οι συντεταγμένες τους και τοποθετούνται πάνω σε ένα διάγραμμα.

Ως αποτέλεσμα τυπώνεται το εξής διάγραμμα:



Στη συνέχεια δημιουργούνται δύο σημεία πάνω στο διάγραμμα. Ένα κόκκινο, το οποίο καθώς κινείται συμβολίζει το σήμα προς δειγματοληψία και ένα πράσινο το οποίο κινείται γύρω από την περιφέρεια του κύκλου με συχνότητα τη συχνότητα δειγματοληψίας.

```
point = 0;

sample_point = 0;

next = (2*pi)/100;

sample_next = pi*fs/5;

a = cos(point);
b = sin(point);

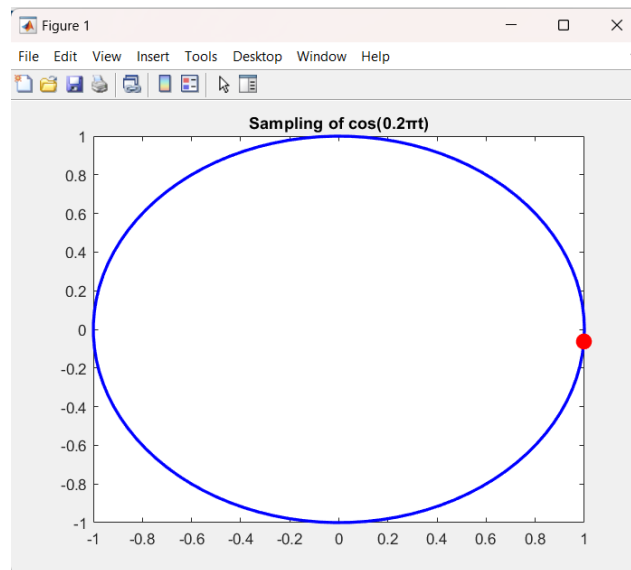
current_place = [cos(point), sin(point)];

dot = plot(a, b, 'ro', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'r');

sample_dot = plot(a, b, 'go', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'g');
```

Στον παραπάνω κώδικα υπολογίζονται οι θέσεις που θα πάρουν τα σημεία επάνω στο διάγραμμα, υπολογίζονται τα μήκη των βημάτων που κάνουν τα σημεία κατά την κίνηση τους (ουσιαστικά εδώ ρυθμίζεται η συχνότητα δειγματοληψίας) και αποθηκεύεται η αρχική θέση του σημείου που αναπαριστά το σήμα. Τέλος τα σημεία αυτά προστίθενται στο διάγραμμα.

Το αποτέλεσμα είναι το παρακάτω διάγραμμα:



Ο τρόπος με τον οποίο προσομοιώνεται η κίνηση των σημείων πάνω στην περιφέρεια του κύκλου είναι η ενημέρωση των συντεταγμένων των σημείων ανά 0.1 δευτερόλεπτα μέσα σε έναν βρόχο επανάληψης.

Ο τρόπος με τον οποίο προσομοιώνεται η δειγματοληψία είναι η σημείωση της θέσης στην οποία βρίσκεται το κόκκινο σημείο (σήμα) κάθε φορά που το πράσινο σημείο (δειγματοληψία) ολοκληρώνει έναν πλήρη κύκλο (περνά από το σημείο (0, 0)). Τότε στην τρέχουσα θέση του κόκκινου σημείου (`current_place`) τυπώνεται ένα κίτρινο σημείο.

Ο κώδικας είναι ο παρακάτω:

```
for i = 1:10000
```

```
    point = point - next;
```

```
    a = cos(point);
```

```
    b = sin(point);
```

```
    a0 = a;
```

```
    b0 = b;
```

```

set(dot, 'XData', a, 'YData', b);

sample_point = sample_point - sample_next;

a = cos(sample_point);
b = sin(sample_point);

current_place = [a, b];

set(sample_dot, 'XData', a, 'YData', b);

if norm(current_place - [cos(0), sin(0)]) < 0.01

    plot(a0, b0, 'yo', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor',
'y');
end

pause(0.1);

end

```

Σε κάθε επανάληψη προστίθεται στο σημείο το μήκος βήματος και υπολογίζονται οι νέες συντεταγμένες. Αυτό γίνεται και για τα δύο σημεία. Για να μη γίνει η διαδικασία ακαριαία χρησιμοποιείται παύση 0.1 δευτερολέπτων.

Το ότι ολοκλήρωσε το πράσινο σημείο μία πλήρη περιστροφή φαίνεται στον κώδικα:

```

if norm(current_place - [cos(0), sin(0)]) < 0.01

```

Κανονικά έπρεπε να ελεγχθεί η ισότητα του `current_place` με το `[cos(0), sin(0)]` αλλά για λόγους πεπερασμένης ακρίβειας αυτά δε γίνονται ποτέ ίσα και τελικά ελέγχεται η διαφορά τους. Αν αυτή είναι μικρή τότε θεωρείται πως το πράσινο σημείο έφτασε σε αυτή τη θέση.

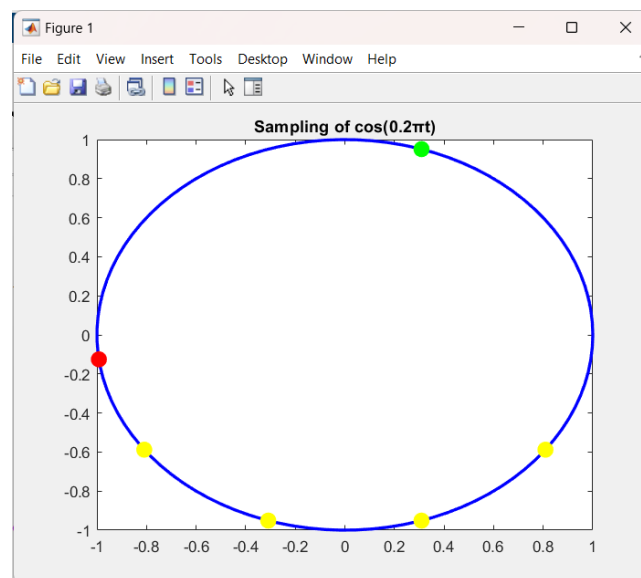
Το σήμα πρέπει να κάνει 100 βήματα με παύση 0.1 δευτερόλεπτα κάθε φορά και έχει περίοδο  $T = 10\text{s}$ . Η συχνότητά του είναι  $f = 1/T = 0.1\text{Hz}$  και η κυκλική του συχνότητα είναι  $\Omega = 2\pi f = 0.2\pi$

Το σήμα λοιπόν είναι το  $\cos(0.2\pi t)$

Στην αρχή του script ζητείται από το χρήστη να διαλέξει συχνότητα δειγματοληψίας:

```
fs = input('Enter the sampling frequency: ');
```

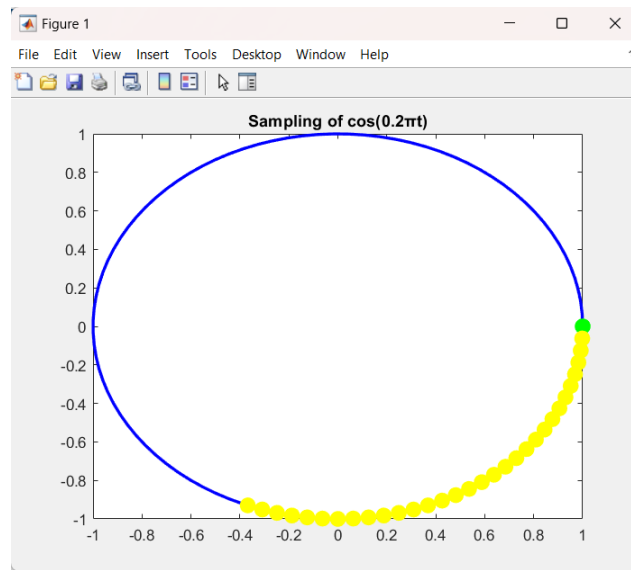
Αν ο χρήστης εισάγει συχνότητα δειγματοληψίας  $f_s = 1\text{Hz}$  προκύπτει το παρακάτω:



Αποτύπωμα δειγματοληψίας περίπου μισής περιόδου.

Τα κίτρινα σημεία είναι τα δείγματα.

Αν ο χρήστης εισάγει συχνότητα δειγματοληψίας  $f_s = 10\text{Hz}$ , δεκαπλάσια της προηγούμενης, το σήμα αποτυπώνεται ακριβέστερα και προκύπτει το παρακάτω:



Αποτύπωμα δειγματοληψίας περίπου  $1/3T$ .