**Code:**

x=0:pi/100:2\*pi;

wave\_1=cos(x\*2);

figure , plot(wave\_1)

xlabel("Angle")

ylabel("Amplitude")

title ("An example of generating a waveform using a sinusoid");

**Mô tả:**

* x = 0:pi/100:2\*pi:
  + Tạo một dãy số từ 0 đến 2\*pi với bước nhảy là pi/100. Dãy số này đại diện cho các góc trong phạm vi từ 0 đến 2π2\pi2π, giúp mô phỏng các chu kỳ sóng.
* wave\_1 = cos(x\*2):
  + Tính giá trị của sóng cosine cho mỗi giá trị trong dãy x, với tần số gấp đôi (do nhân với 2), tạo ra một sóng cosine có tần số cao hơn.
* figure, plot(wave\_1):
  + Vẽ đồ thị sóng cosine với giá trị đã tính được từ wave\_1.
* xlabel("Angle"):
  + Gắn nhãn cho trục hoành (x-axis) là "Angle" để chỉ rõ trục này đại diện cho các góc.
* ylabel("Amplitude"):
  + Gắn nhãn cho trục tung (y-axis) là "Amplitude", cho biết tín hiệu PPG có biên độ thay đổi theo thời gian.
* title("An example of generating a waveform using a sinusoid"):
  + Đặt tiêu đề cho đồ thị là "An example of generating a waveform using a sinusoid", mô tả đồ thị là một ví dụ về sóng hình sin.

**Kết quả:**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**Code:**

x = 0:pi/100:2\*pi

wave\_2 = cos(x\*3) + cos(x\*7-2)

figure, plot(wave\_2)

xlabel("Angle")

ylabel("Amplitude")

title("How to simulate PPG waveforms using sinusoids in Matlab.")

**Mô tả:**

* x = 0:pi/100:2\*pi:
  + Tạo một dãy số từ 0 đến 2\*pi với bước nhảy là pi/100. Dãy số này đại diện cho các góc trong phạm vi từ 0 đến 2π2\pi2π, giúp mô phỏng các chu kỳ sóng.
* wave\_2 = cos(x\*3) + cos(x\*7-2):
* Tạo sóng wave\_2 bằng cách cộng hai sóng cosine với tần số khác nhau.
  + cos(x\*3): Tạo một sóng cosine có tần số gấp 3 lần.
  + cos(x\*7-2): Tạo một sóng cosine có tần số gấp 7 lần và bị dịch pha (shifted phase) 2 đơn vị.
  + Việc cộng hai sóng này lại giúp mô phỏng tín hiệu PPG phức tạp hơn, gần giống tín hiệu thực tế với nhiều tần số khác nhau.
* figure, plot(wave\_2):
  + Vẽ đồ thị của sóng wave\_2 đã tính được từ wave\_2.
* xlabel("Angle"):
  + Gắn nhãn cho trục hoành (x-axis) là "Angle", thể hiện trục này đại diện cho các góc.
* ylabel("Amplitude"):
  + Gắn nhãn cho trục tung (y-axis) là "Amplitude", chỉ ra sự thay đổi biên độ của tín hiệu.
* title("How to simulate PPG waveforms using sinusoids in Matlab."):
  + Đặt tiêu đề cho đồ thị là "How to simulate PPG waveforms using sinusoids in Matlab", mô tả đồ thị này minh họa cách mô phỏng sóng PPG bằng cách sử dụng sóng hình sin.

**Kết quả:**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**Code:**

a = 1;

mu = 50;

sigma = 10;

x = 1:1:100;

y = a \* exp(-(((x-mu)/sigma).^2)/2) ;

figure; plot(x ,y);

xlabel("Sampling points");

ylabel("Amplitude");

title("An example of generating a waveform using one Gaussian function");

**Mô tả:**

* a = 1;:
  + Gán giá trị của hệ số điều chỉnh a bằng 1. Đây là hệ số tỷ lệ cho hàm Gauss.
* mu = 50;:
  + Gán giá trị trung bình (mean) của phân phối Gauss là 50. Trung bình xác định vị trí của đỉnh của hàm Gauss trên trục x.
* sigma = 10;:
  + Gán giá trị độ lệch chuẩn (standard deviation) của phân phối Gauss là 10. Độ lệch chuẩn xác định độ rộng của đỉnh hàm Gauss.
* x = 1:1:100;:
  + Tạo một dãy số từ 1 đến 100, với bước nhảy là 1, biểu diễn các điểm mẫu.
* y = a \* exp(-(((x-mu)/sigma).^2)/2);:
  + Tính giá trị hàm Gauss cho mỗi giá trị trong dãy x. Hàm Gauss có công thức: A math equation with a number and a number

    Description automatically generated with medium confidence
  + Hàm này mô phỏng một sóng có hình dáng giống như một đỉnh nhọn, với đỉnh tại mu và độ rộng xác định bởi sigma.
* figure; plot(x, y);:
  + Vẽ đồ thị của hàm Gauss sử dụng các giá trị đã tính từ y.
* xlabel("Sampling points");:
  + Gắn nhãn cho trục hoành (x-axis) là "Sampling points", biểu thị các điểm mẫu theo trục x.
* ylabel("Amplitude");:
  + Gắn nhãn cho trục tung (y-axis) là "Amplitude", thể hiện biên độ của hàm Gauss.
* title("An example of generating a waveform using one Gaussian function");:
  + Đặt tiêu đề cho đồ thị là "An example of generating a waveform using one Gaussian function", mô tả đồ thị này là ví dụ về cách tạo ra một sóng sử dụng hàm Gauss.

**Kết quả:**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**Code:**

a = [0.8,0.4];

mu = [25,50];

sigma = [10,20];

x = 1:1:100;

y1 = a(1) \* exp(-(((x-mu(1))/sigma(1)).^2)/2);

y2 = a(2) \* exp(-(((x-mu(2))/sigma(2)).^2)/2);

y = y1 + y2;

figure;

plot(x,y,'b');

hold on;

plot(x,y1,'k--');

plot(x,y2,'r--');

xlabel("Sampling points");

ylabel("Amplitude");

legend("Synthetic PPG","1^{st} Gaussian","2^{nd} Gaussian");

title("An example of generating a waveform using two Gaussian functions");

**Mô tả:**

* a = [0.8, 0.4];:
  + Gán hệ số điều chỉnh cho hai hàm Gaussian. a(1) = 0.8 và a(2) = 0.4 điều chỉnh biên độ của các sóng Gaussian tương ứng.
* mu = [25, 50];:
  + Gán giá trị trung bình cho các sóng Gaussian. mu(1) = 25 và mu(2) = 50 xác định vị trí đỉnh của từng sóng Gaussian trên trục x.
* sigma = [10, 20];:
  + Gán giá trị độ lệch chuẩn cho các sóng Gaussian. sigma(1) = 10 và sigma(2) = 20 điều chỉnh độ rộng của các đỉnh hàm Gaussian.
* x = 1:1:100;:
  + Tạo một dãy số từ 1 đến 100, với bước nhảy là 1, đại diện cho các điểm mẫu trong tín hiệu.
* y1 = a(1) \* exp(-(((x-mu(1))/sigma(1)).^2)/2);:
  + Tính giá trị của sóng Gaussian đầu tiên (y1) với các tham số a(1), mu(1) và sigma(1).
* y2 = a(2) \* exp(-(((x-mu(2))/sigma(2)).^2)/2);:
  + Tính giá trị của sóng Gaussian thứ hai (y2) với các tham số a(2), mu(2) và sigma(2).
* y = y1 + y2;:
  + Cộng hai sóng Gaussian lại với nhau để tạo ra tín hiệu PPG tổng hợp.
* figure; plot(x, y, 'b');:
  + Vẽ đồ thị của tín hiệu tổng hợp y với màu xanh ('b').
* hold on; plot(x, y1, 'k--'); plot(x, y2, 'r--');:
  + Vẽ hai sóng Gaussian riêng biệt: y1 (màu đen với đường gạch đứt 'k--') và y2 (màu đỏ với đường gạch đứt 'r--'), giữ lại đồ thị hiện tại để hiển thị cả ba đường vẽ trên cùng một đồ thị.
* xlabel("Sampling points");:
  + Gắn nhãn cho trục hoành (x-axis) là "Sampling points", chỉ rõ đây là các điểm mẫu theo trục x.
* ylabel("Amplitude");:
  + Gắn nhãn cho trục tung (y-axis) là "Amplitude", thể hiện biên độ của tín hiệu.
* legend("Synthetic PPG", "1^{st} Gaussian", "2^{nd} Gaussian");:
  + Thêm chú thích cho đồ thị: "Synthetic PPG" cho tín hiệu tổng hợp, "1^{st} Gaussian" cho sóng Gaussian đầu tiên và "2^{nd} Gaussian" cho sóng Gaussian thứ hai.
* title("An example of generating a waveform using two Gaussian functions");:
  + Đặt tiêu đề cho đồ thị là "An example of generating a waveform using two Gaussian functions", mô tả đồ thị này là ví dụ về cách tạo ra sóng sử dụng hai hàm Gaussian.

**Kết quả:**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**

**Code:**

Duration = 1;

Fs = 125; %Sampling Frequency

a = [0.82,0.4];

mu = [-pi/2,0];

sigma = [0.6,1.2];

Samples = Fs/Duration;

V\_angle = 2\*pi/Samples;

angle = -pi+V\_angle :V\_angle:pi;

y1 = a(1) \* exp(-(((angle-mu(1))/sigma(1)).^2)/2);

y2 = a(2) \* exp(-(((angle-mu(2))/sigma(2)).^2)/2);

y = y1 + y2;

figure; plot(angle,y,'b');

hold on; plot(angle,y1,'k-');plot(angle,y2,'r-');

xlabel("Angle");

ylabel("Amplitude");

xlim([-pi,pi]);

set(gca,'xtick',[-pi,0,pi],'xticklabel',{'\pi','0','\pi'});

legend("Synthetic PPG","1^{st} Gaussian", "2^{nd}Gaussian");

title("An example of generating a waveform using angle model");

**Mô tả:**

* Duration = 1;:
  + Gán giá trị cho thời gian thu thập tín hiệu (1 giây).
* Fs = 125; %Sampling Frequency:
  + Gán tần suất lấy mẫu là 125 Hz, tức là tín hiệu được lấy mẫu 125 lần mỗi giây.
* a = [0.82, 0.4];:
  + Gán các giá trị trọng số cho hai hàm Gaussian. a(1) = 0.82 và a(2) = 0.4 điều chỉnh biên độ của từng sóng Gaussian.
* mu = [-pi/2, 0];:
  + Gán các giá trị trung bình cho các sóng Gaussian. mu(1) = -pi/2 và mu(2) = 0 xác định vị trí đỉnh của mỗi hàm Gaussian.
* sigma = [0.6, 1.2];:
  + Gán các giá trị độ lệch chuẩn cho các sóng Gaussian. sigma(1) = 0.6 và sigma(2) = 1.2 điều chỉnh độ rộng của các đỉnh hàm Gaussian.
* Samples = Fs/Duration;:
  + Tính số điểm mẫu trong tín hiệu, bằng cách chia tần suất lấy mẫu (Fs) cho thời gian thu thập (Duration).
* V\_angle = 2\*pi/Samples;:
  + Tính bước nhảy góc (mỗi bước là một đơn vị góc), chia 2π cho số lượng điểm mẫu.
* angle = -pi+V\_angle :V\_angle:pi;:
  + Tạo một dãy số góc từ -π đến π, với bước nhảy V\_angle.
* y1 = a(1) \* exp(-(((angle-mu(1))/sigma(1)).^2)/2);:
  + Tính giá trị của hàm Gaussian đầu tiên (y1) với các tham số a(1), mu(1) và sigma(1).
* y2 = a(2) \* exp(-(((angle-mu(2))/sigma(2)).^2)/2);:
  + Tính giá trị của hàm Gaussian thứ hai (y2) với các tham số a(2), mu(2) và sigma(2).
* y = y1 + y2;:
  + Cộng hai sóng Gaussian lại để tạo ra tín hiệu PPG tổng hợp.
* figure; plot(angle, y, 'b');:
  + Vẽ đồ thị của tín hiệu tổng hợp (y) với màu xanh ('b').
* hold on; plot(angle, y1, 'k-'); plot(angle, y2, 'r-');:
  + Vẽ các sóng Gaussian riêng biệt: y1 (màu đen với đường nét liền 'k-') và y2 (màu đỏ với đường nét liền 'r-'), giữ lại đồ thị hiện tại để hiển thị tất cả ba đường trên cùng một đồ thị.
* xlabel("Angle");:
  + Gắn nhãn cho trục hoành (x-axis) là "Angle", biểu thị các giá trị góc.
* ylabel("Amplitude");:
  + Gắn nhãn cho trục tung (y-axis) là "Amplitude", thể hiện biên độ của tín hiệu.
* xlim([-pi, pi]);:
  + Đặt phạm vi cho trục x từ -π đến π, xác định phạm vi góc.
* set(gca,'xtick',[-pi, 0, pi],'xticklabel', {'\pi', '0', '\pi'});:
  + Thiết lập các nhãn cho trục x, với các giá trị là -π, 0, và π.
* legend("Synthetic PPG", "1^{st} Gaussian", "2^{nd}Gaussian");:
  + Thêm chú thích cho đồ thị: "Synthetic PPG" cho tín hiệu tổng hợp, "1^{st} Gaussian" cho sóng Gaussian đầu tiên và "2^{nd} Gaussian" cho sóng Gaussian thứ hai.
* title("An example of generating a waveform using angle model");:
  + Đặt tiêu đề cho đồ thị là "An example of generating a waveform using angle model", mô tả đồ thị này là ví dụ về cách tạo ra một sóng bằng mô hình góc.

**Kết quả:**

**A screenshot of a computer

Description automatically generated**