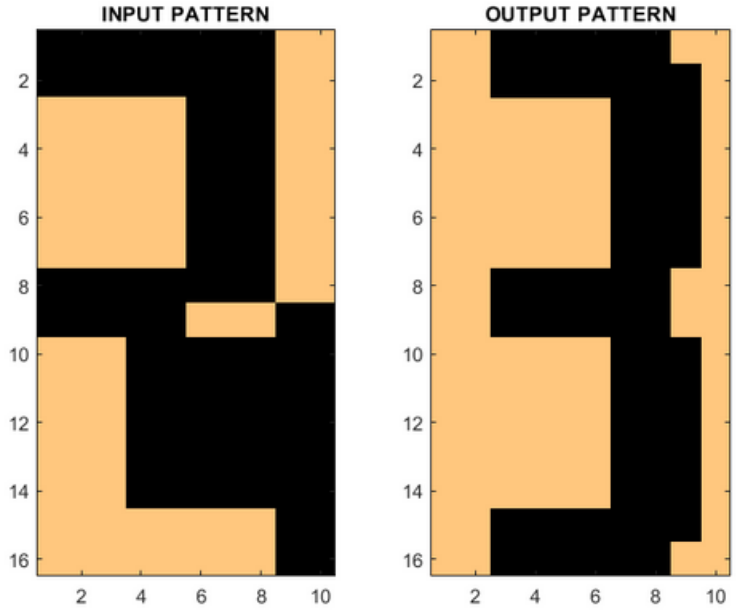
Recognising Digits

```
% Recognizing digits

clc;
clear all;

% Given patterns (digits 0 to 4)
x1=[ [ -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -
1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1,
-1],[ -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -1,
-1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1,
1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1,
1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -
1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -
1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1,
1, 1, -1],[ -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1],[ -1, -1, -1,
1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -
1, -1] ];
x2=[ [ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1,
1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -
1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1,
1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -
1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1,
1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -
1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1,
1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -
1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1,
1, 1, 1, -1, -1, -1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -
1],[ -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1] ];
x3=[ [ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1],[ 1, 1, 1, 1, 1, 1,
1, 1, -1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1],[ -1,
-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, 1,
1, 1, -1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1],[ -1,
-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1],[ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
-1, -1],[ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1],[ 1, 1, 1, -1, -
1, -1, -1, -1, -1, -1],[ 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -
1],[ 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1],[ 1, 1, 1, -1, -
1, -1, -1, -1, -1, -1],[ 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -
```

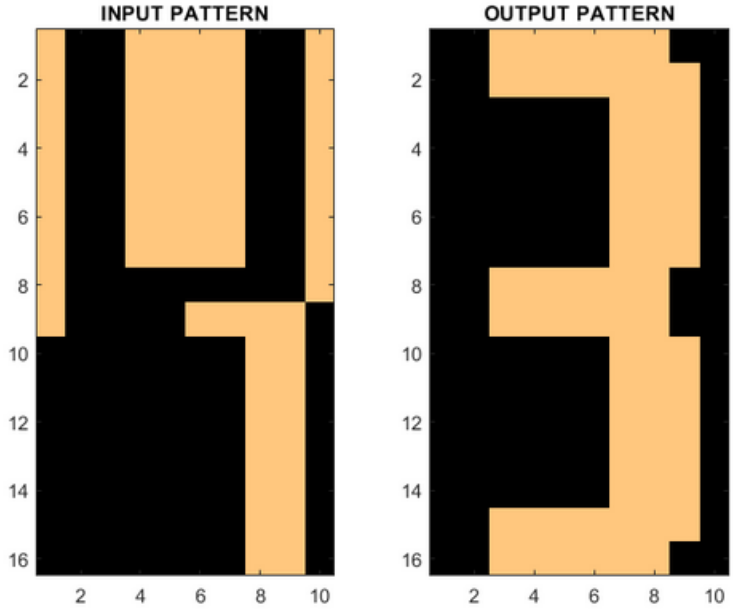
```
1],[ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1],[ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
1, -1, -1] ];
x4=[ [ -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1],[ -1, -1, 1, 1, 1,
1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -
1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -
1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -
1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, 1, 1, 1, 1,
1, 1, -1, -1],[ -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1],[ -1, -1,
-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1,
1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1,
-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1,
1, 1, -1],[ -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1, 1,
1, 1, 1, 1, 1, -1, -1] ];
x5=[ [ -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, -1,
-1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -
1],[ -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, -1, -
1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -
1],[ -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, 1,
1, 1, 1, 1, -1],[ -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1],[ -1, -1,
-1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1,
1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, -1,
-1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1,
1, 1, -1],[ -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1],[ -1, -1,
-1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1] ];

% Initializaing variables
N = 160;
p = [x1', x2', x3', x4', x5'];

%generating Weight matrix
weight_matrix = zeros(N,N);

for i = 1:5
    weights = p(:,i)*p(: ,i)';
    weight_matrix = weight_matrix + weights;
end
weight_matrix = weight_matrix/N;
weight_matrix = weight_matrix - diag(diag(weight_matrix));


distorted_feed = transpose([[-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -
1, 1, 1], [-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1], [1, 1, 1,
1, 1, -1, -1, -1, 1, 1], [1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1],
[1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1], [1, 1, 1, 1, 1, -1, -1,
```

```
-1, 1, 1], [1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1], [-1, -1, -1,
-1, -1, -1, -1, -1, 1, 1], [-1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -
1, -1], [1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1], [1, 1, 1, -
1, -1, -1, -1, -1, -1, -1], [1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -
1, -1], [1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1], [1, 1, 1, -
1, -1, -1, -1, -1, -1, -1], [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -
1], [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1]]);
original_feed = distorted_feed;
% disp(feed)

steady_state = false;

while (~steady_state)
    updated_feed = original_feed;

    for j = 1 : N
        updated_bit = sign(1/N * weight_matrix(j,:) *
updated_feed);

        if  updated_bit == 0
            updated_bit = 1;
        end

        updated_feed(j) = updated_bit;
    end

    if isequal(updated_feed, original_feed)
        steady_state = true;
    else
        original_feed = updated_feed;
    end
end


input_pattern = reshape(distorted_feed,[10,16])';
output_pattern = reshape(updated_feed, [10,16])';
colormap(copper(256))
subplot(1,2,1)
image(((input_pattern+1)/2)*256)
title("INPUT PATTERN")
subplot(1,2,2)
image(((output_pattern+1)/2)*256)
title("OUTPUT PATTERN")
```

Problem 1:



Problem 2:



Problem 3: