Problem 2 Assignment1 Isac Nordin

isacn

September 2021

1 code

```
%Main code


%patterns
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] ];
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] ];
```

```
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] ];

%initiate model
patternBitsWidth=10;
Patterns=[x1;x2;x3;x4;x5];
weightMatrix=GetWeights(Patterns);

currentState=[[1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1], [1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1,
    -1, 1], [-1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1], [-1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1,
     1, -1], [-1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1], [-1, 1, 1, -1, -1, -1, -1,
    1, 1, -1], [-1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1], [-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
    1, -1], [-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1], [-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1,
    1, -1], [-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1], [-1, -1, -1, -1, -1, -1,
    -1, 1, 1, -1], [-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1], [-1, -1, -1, -1, -1,
     -1, -1, 1, 1, -1], [-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1], [-1, -1, -1,
    -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1]];
%currentState=Sgn(2*rand(1,length(currentState))-1); %random state for
    experimentation

PlotPattern(currentState,patternBitsWidth)
pause(0.5)

%start simulation
while true
    oldState = currentState;
    currentState = UpdateState(currentState,weightMatrix);
    if currentState == oldState %if steady state
        break;
    end
    PlotPattern(currentState,patternBitsWidth)
    pause(0.2);
end
disp('simulation is done')

%make steady state into a openTA friendly string
openTa = PrintStateAsMatrix(currentState,patternBitsWidth)
pause(0.5)
close all

%get weightMatrix (P x N size)
function WeightMatrix = GetWeights(patterns)
    Npatterns = size(patterns,1);
    Nbits = size(patterns,2);
    WeightMatrix = zeros(Nbits,Nbits);

    for iPattern = 1:Npatterns
```

```
46          patternI = patterns(iPattern,:);
47          WeightMatrix = WeightMatrix+mtimes(patternI',patternI);
48      end
49      WeightMatrix = WeightMatrix/Nbits;
50
51      %modified hebbs rule
52      for iBits = 1:Nbits
53          WeightMatrix(iBits,iBits) = 0;
54      end
55  end
56
57  %asynchronous update of state N times
58  function newState = UpdateState(currentState,weightMatrix)
59
60      newState = currentState;
61      %N asynchronous updates in a row
62      for iBit = 1:length(currentState)
63          newState(iBit) = Sgn(weightMatrix(iBit,:)*currentState');
64          currentState(iBit) = newState(iBit);
65      end
66
67  end
68
69
70  %sign(x) with if==0 --> =1
71  function sgn = Sgn(x)
72      sgn = sign(x);
73      if sgn == 0
74          sgn = 1;
75      end
76  end
77
78  %-----code that helps answer questions-----
79
80
81  %visualizes pattern
82  function p = PlotPattern(x,widthPx)
83      xMatrix = zeros(length(x)/widthPx,widthPx);
84      for i = 1:length(x)/widthPx
85          xMatrix(i,:) = x(i*widthPx-(widthPx-1):i*widthPx);
86      end
87      imagesc(-xMatrix)
88      colormap(gray)
89  end
90
91
92  %prints answer in a openTA friendly way
93  function k = PrintStateAsMatrix(state,width)
94      k = '[';
95      for i = 1:length(state)/width
96          s = state(i*width-width+1:i*width);
97          s = string(regexprep( mat2str(s), {' '}, {','}));%to string
98          if i ~= length(state)/width
99              k = k+s + ',';
```

```
100             else
101                 k = k+s;
102             end
103         end
104         k = k+']';
105 
106 end
```