



# 데이터 전처리와 구조를 이용하여 Hopfield Network의 성능향상.

이현우

Department of Physics, Inha University, Incheon 402-751, Korea

## ❖ Introduction

### 📍 Motivation

- 홉필드 네트워크의 연상 기억장치는 마치 미지의 패턴을 인식하고 가장 유사한 패턴으로 출력 하듯이 이미지 인식에서 매우 유용한 것 같아 연구를 시작하였습니다.
- 현재 데이터를 어떻게 다루는지에 따라 데이터가 가진 의미가 매우 중요해지고 달라지는 것을 보고 이미지 데이터를 전처리와 모델의 구조에 따라 성능이 어떻게 바뀌는지 궁금하였습니다.

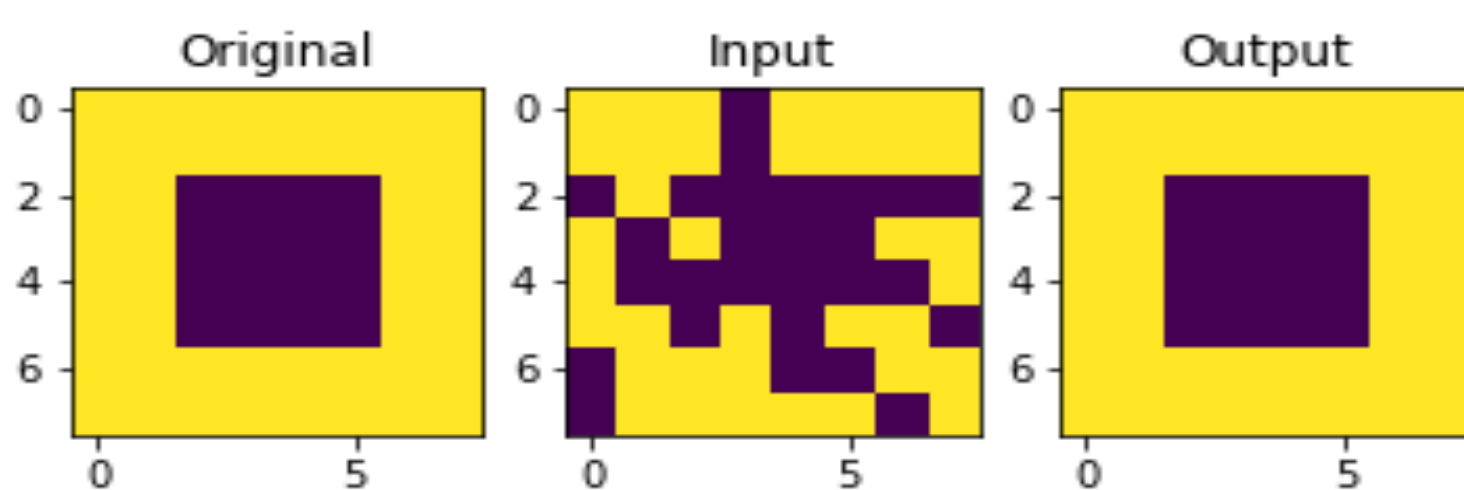
### 📍 Purpose

- 홉필드 네트워크의 연상기억 장치에 대해 알아보았습니다.
- 손 글씨 데이터베이스(MNIST database)를 이미지 데이터 전처리를 활용하여 홉필드 네트워크의 성능을 향상 시킨다.
- 홉필드 네트워크를 노드로 가지고 있는 유사 퍼셉트론 구조를 만들어 보았습니다.

\* C. Bilzer *et al.* JAP **100**, 053903 (2006)  
\*\* C. -Y. You, unpublished

## ❖ Theory

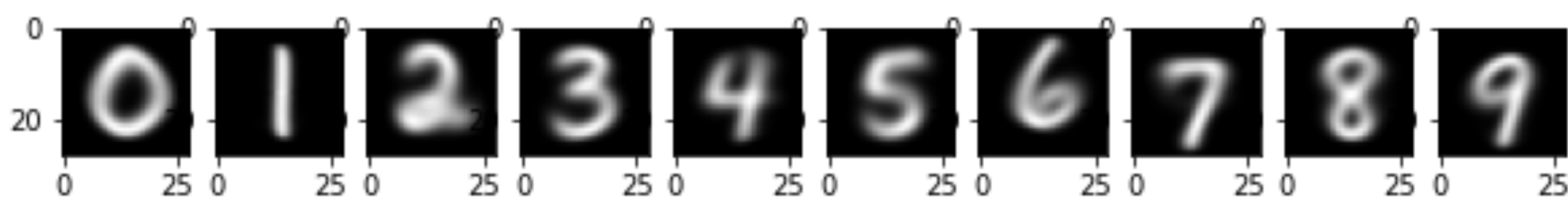
### 1. 홉필드 네트워크 (Hopfield network)



$$\Delta B = 2 \left( \sum_i J_{ki} S_k S_i - J_{kk} \right)$$
$$\begin{cases} S_k \rightarrow -S_k \\ F_i \leftarrow F_i - \Delta F_i \end{cases} \text{ when } \Delta B \leq 0$$

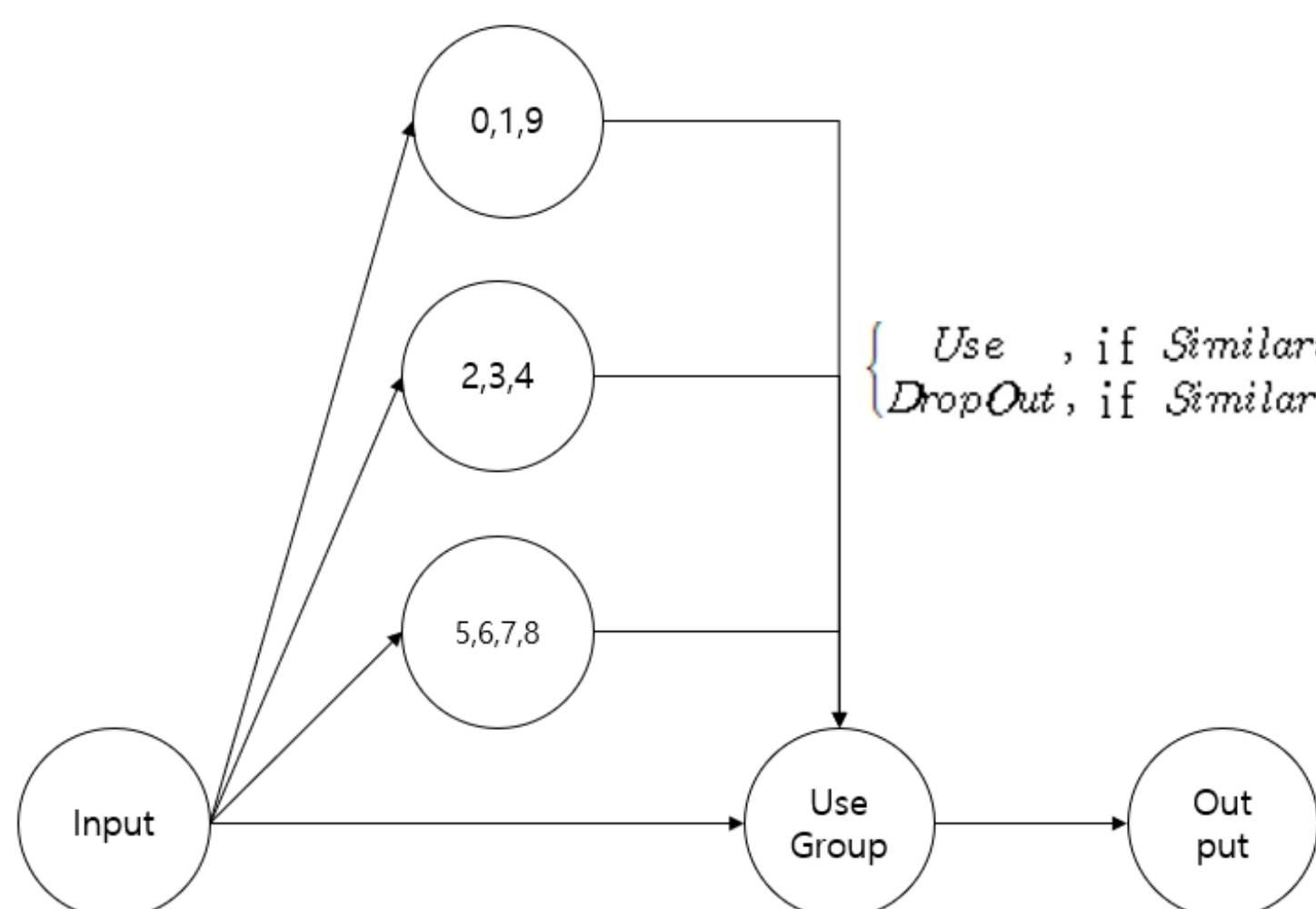
- 홉필드 네트워크에 연상 기억장치의 예시
- 연결강도 J에 저장된 값으로  $\Delta B$ 가 어떻게 바뀌는지에 따라 에너지가 최소의 형태로 감소하며 연상을 성공함

### 2. MNIST database



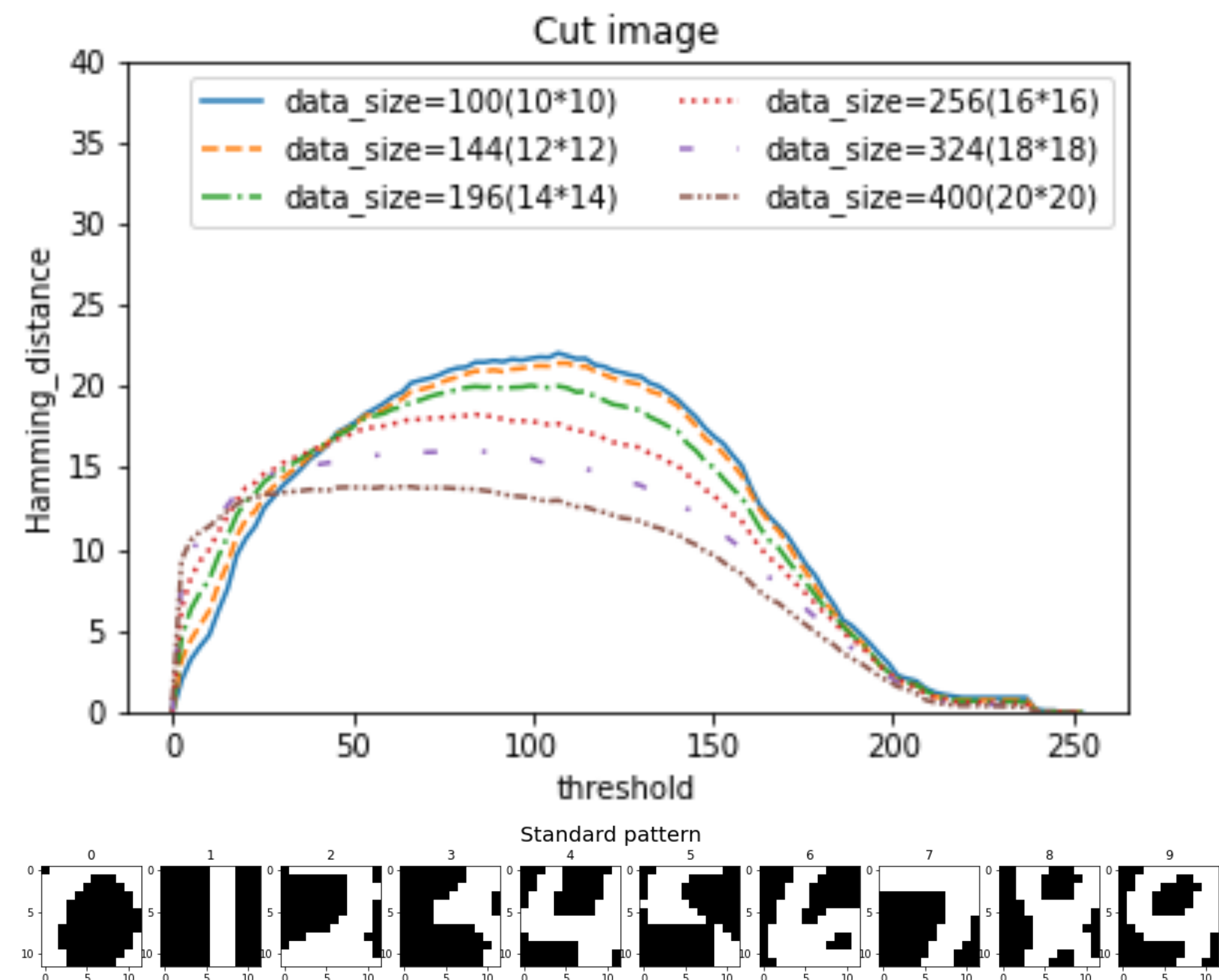
- MNIST database에서 제공하는 test data set에 모든 숫자를 더하고 평균 낸 기준 이미지
- 하지만 위 숫자들을 홉필드 네트워크에 적용하면 중첩되는 검은 영역이 너무 많아서 홉필드 네트워크의 연상을 실패했습니다.
- 해밍 거리로 측정 결과 4와 9 글씨는 약 94%의 영역이 겹치는 것으로 확인 하였습니다.

### 3. 퍼셉트론 구조 모방

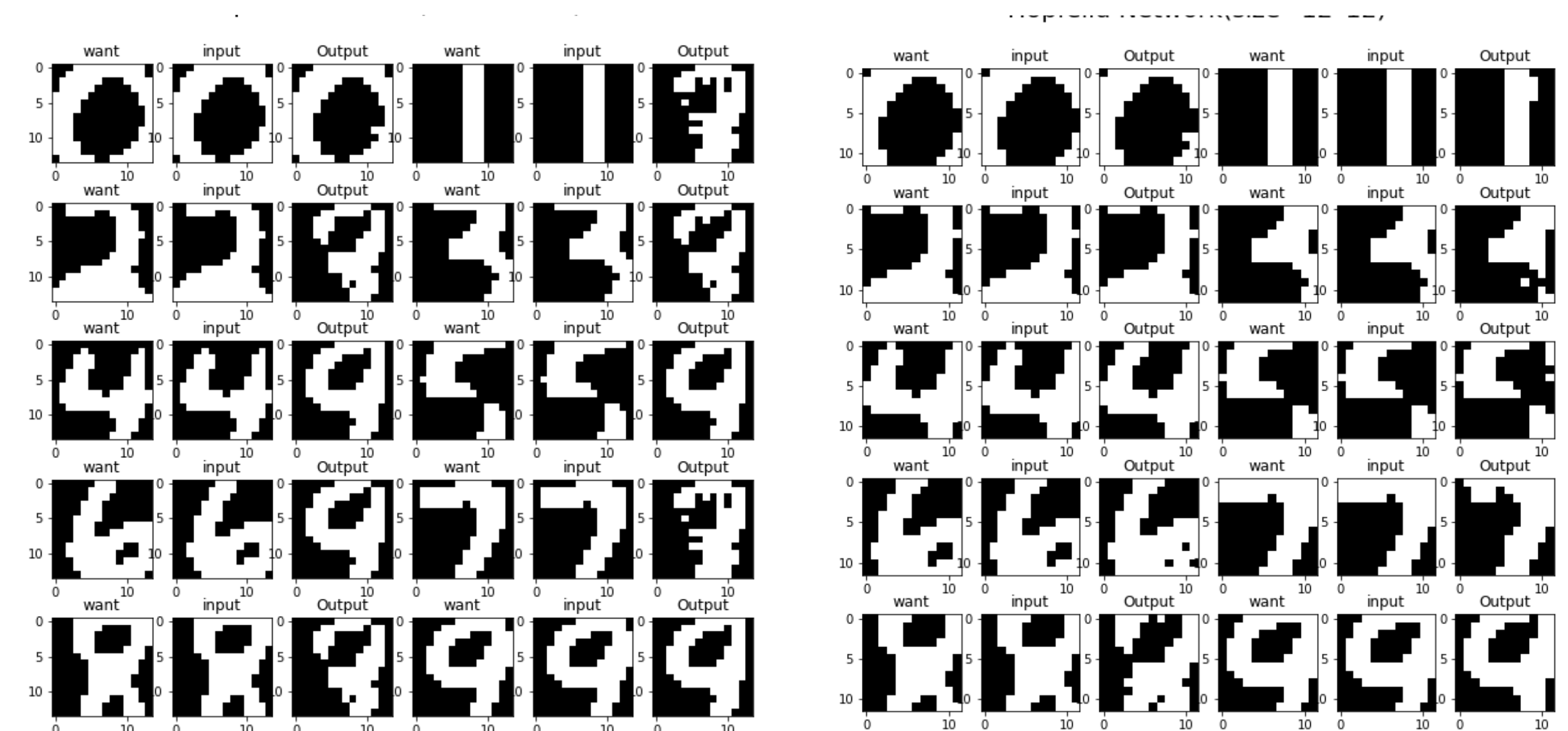


- 홉필드 네트워크를 각 노드로 취급하여 연상기억 장치의 4가지 이하의 숫자 패턴만 입력
- 상단 3개의 노드에서 연상의 유사도가 80% 이하이면 Use Group 노드에 연상장치에 들어가지 못하도록 Drop out효과를 비슷하게 재현

## ❖ Experimental results



- 위의 그래프는 각 이미지의 검은 외곽을 자르고 만든 데이터의 사이즈와 이진화의 임계 값에 따른 해밍 거리의 변화를 확인 해본 그래프 입니다.
- 아래 그림은 사이즈: (12,12), 임계 값: 107로 만든 연상 기억장치에 저장될 기준 패턴입니다. 전처리시 4와 9 이미지는 약 84%의 중복된 영역을 가지게 되었습니다.



- 오른쪽 그림은 사이즈 (14,14)인 손글씨 데이터의 홉필드 네트워크 결과
- 왼쪽 그림은 사이즈 (12,12)인 손글씨 데이터의 홉필드 네트워크 결과.
- 해밍거리가 약 85% 이상일 시 홉필드 네트워크는 연상에서 불안정한 모습을 보임

### 퍼셉트론 구조 결과

	연상 정확도 (%)	연상 실패 (%)	오답 (%)	가장 혼돈한 숫자
0	60	2	38	6
1	96	0	4	7
2	50	0	50	7
3	68	0	32	1
4	46	4	50	9
5	42	0	58	9
6	58	2	40	4
7	70	0	30	9
8	58	0	42	9
9	70	4	26	4

## ❖ Summary

- ❖ 홉필드 네트워크의 연상 기억장치는 많은 겹침이 있으면 무한루프에 빠져서 연상의 실패하는 현상이 발생하는 것을 알았습니다.
- ❖ 데이터 전처리와 구조를 가지는 것을 정확도가 약 **61.8%**까지 올릴 수 있음을 확인 하였습니다.
- ❖ 데이터를 전처리 하고 모델을 여러 구조를 가지는 것으로 많은 성능의 향상을 확인 할 수 있었습니다