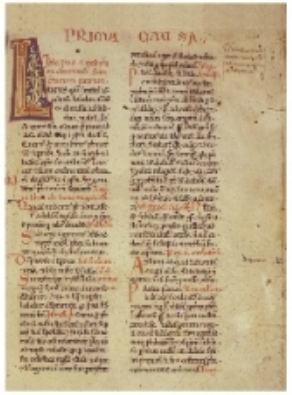
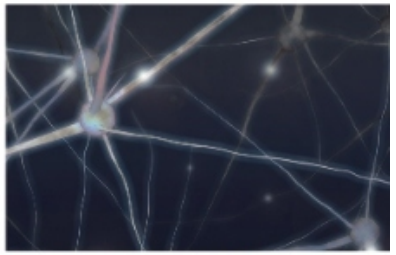
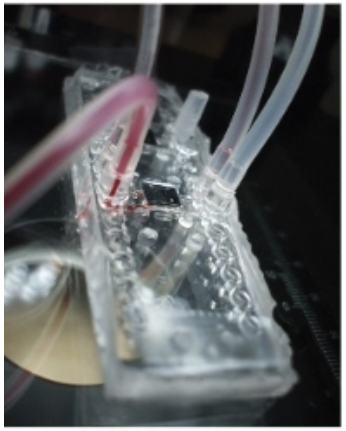
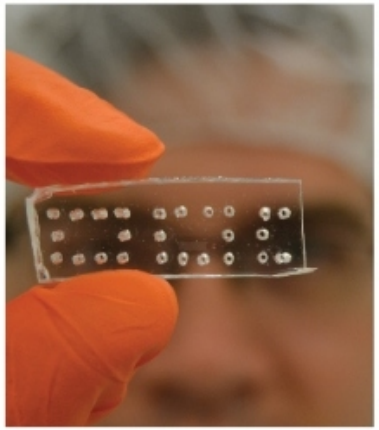
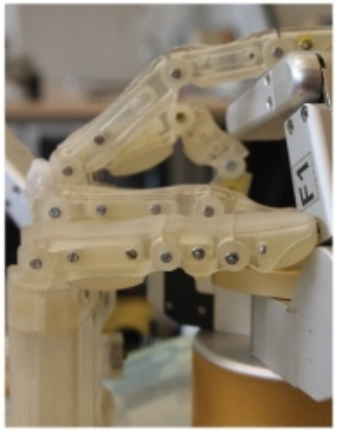
Object detection by oscillatory networks

Improving machine learning method






Pázmány Péter Katolikus Egyetem

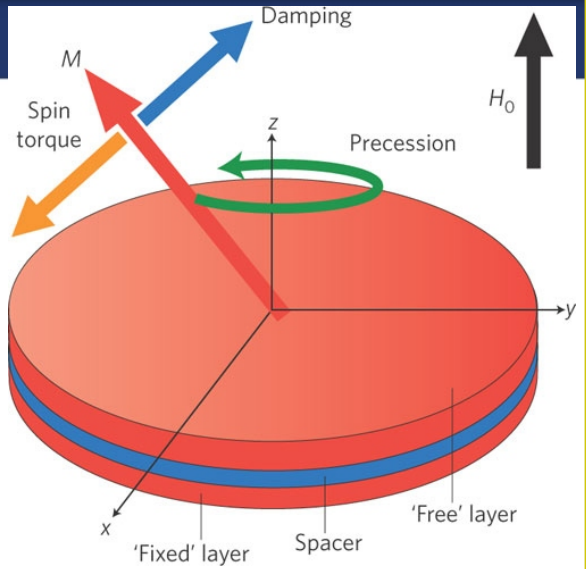
Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

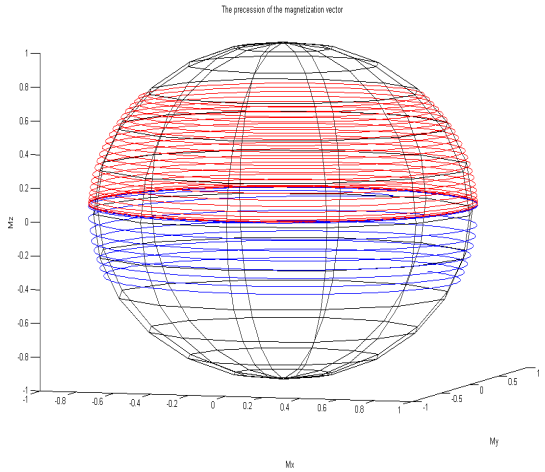
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

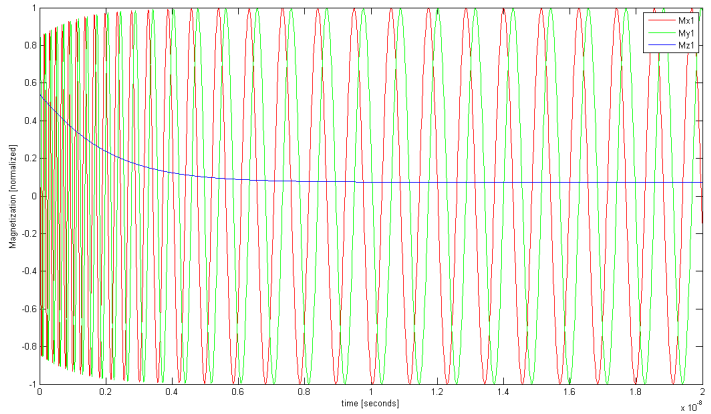
A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Spin torque oscillators

- **„Let the physics do the computation”**
- Nano-scale
- Low power consumption
- Fast
- Needs extra effort to write and read







Pázmány Péter Katolikus Egyetem

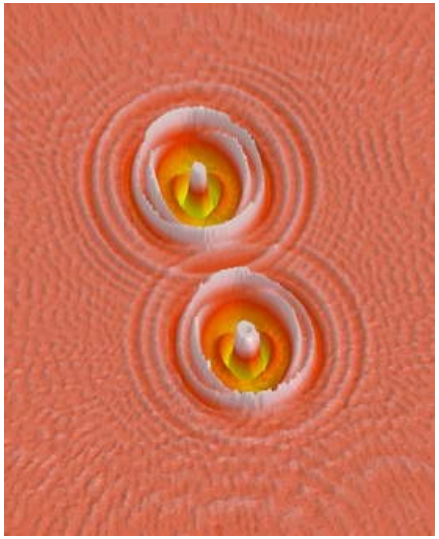
Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Synchronization in oscillations

- Important in many fields
- Encapsulates information
- Phase difference stores extra information



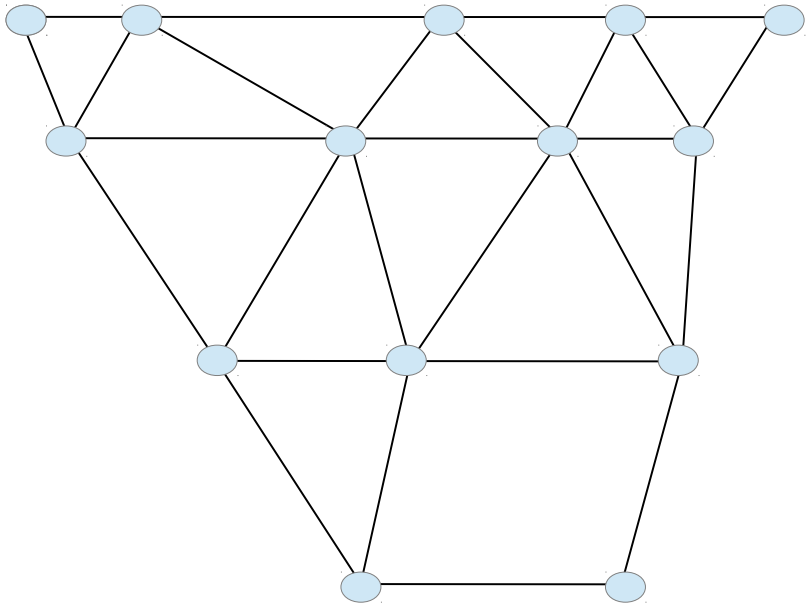
Pázmány Péter Katolikus Egyetem

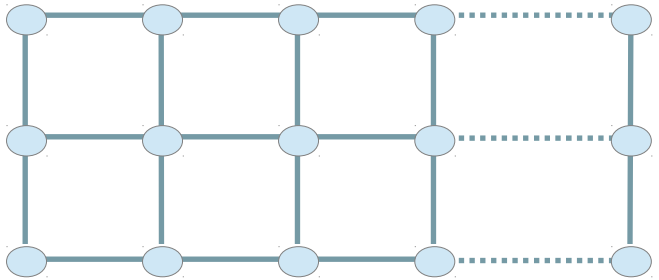
Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Oscillatory network structures





Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Improving machine learning

The „traditional” classification method

Image

Feature extraction
Extraction of low dimensional, meaningful information

Feature vector

Classification
Comparing the feature vector with stored labeled feature vectors

Class

The proposed classification method

Image

Feature extraction
Extraction of low dimensional, meaningful information

Classification
Comparing the signature with stored labeled signatures

Class

Feature vector

Signature(s)

OCNN array(s)

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

ÚJ SZÉCHENYI TERV

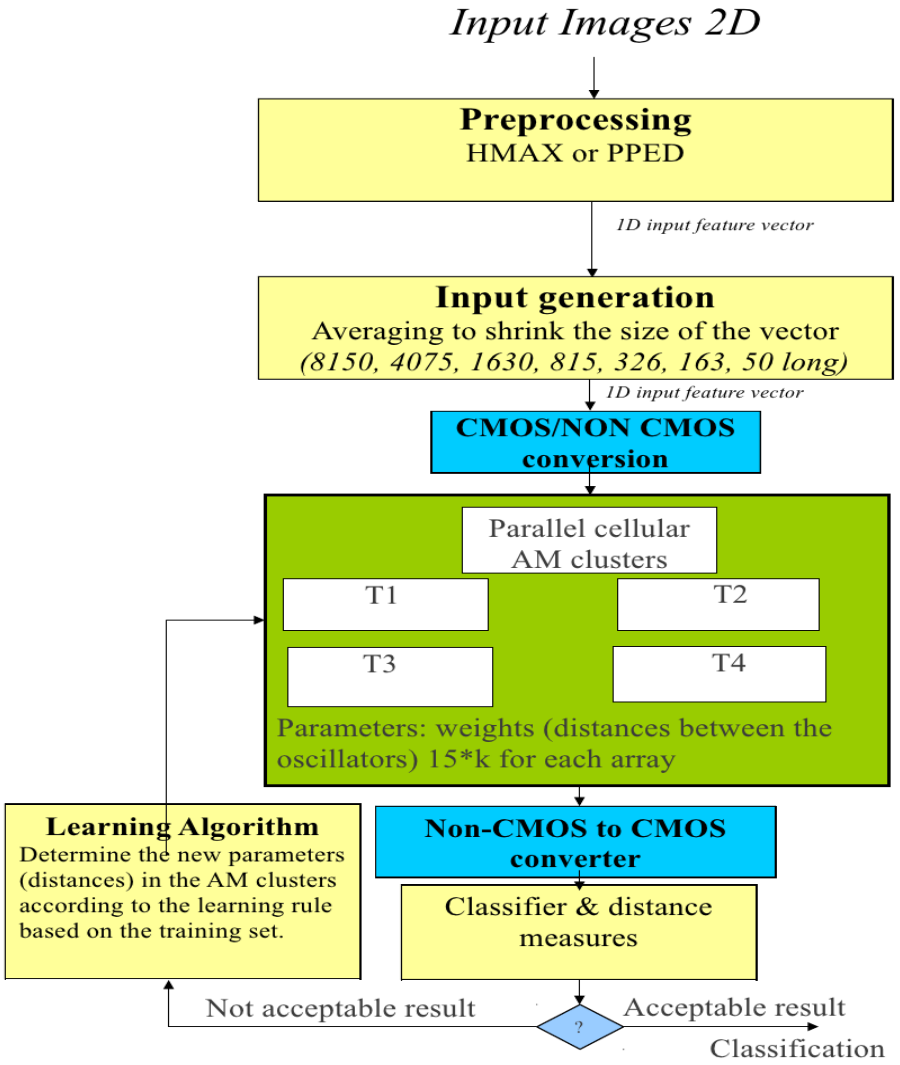
MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

...jekt az Európai Unió ...gatásával valósul meg.

Improving machine learning

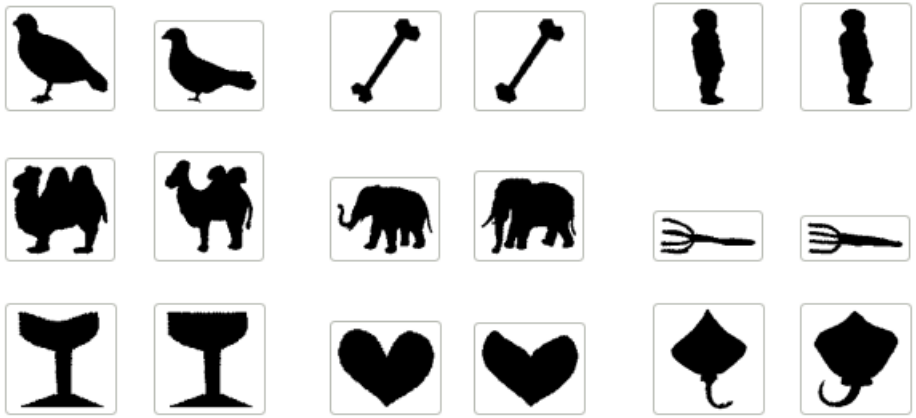
- 2D input flow
- 1D vector feature
- 1D signature
- Class

- Classification
  - Compare to signature prototypes (templates)

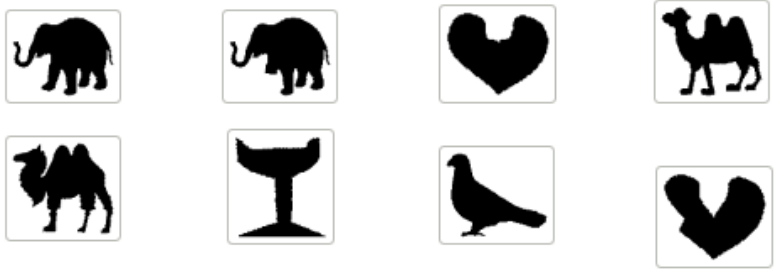


Example

- 64 shape images from the Shape Database of The Vision Group at LEMS, Brown University
- Train set
  9 classes



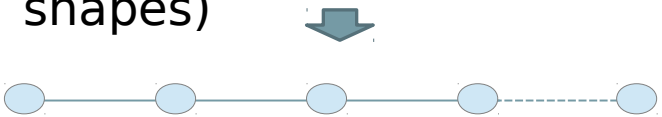
- Test set
  46 images



Example

- Weights defined by genetic computation
  1. Generate 20 random weight vectors
  2. Try the vectors resulting accuracy values
  3. Keep the best 10 vectors
  4. Generate 5 mutated vectors
     - Change every value with the probability p=0.15
  5. Generate 5 mixed vectors
     - Randomly select two vectors and assemble a new vector from their elements
  6. Repeat steps 2-5.

Feature vector (PPED for shapes)



Pázmány Péter Katolikus Egyetem

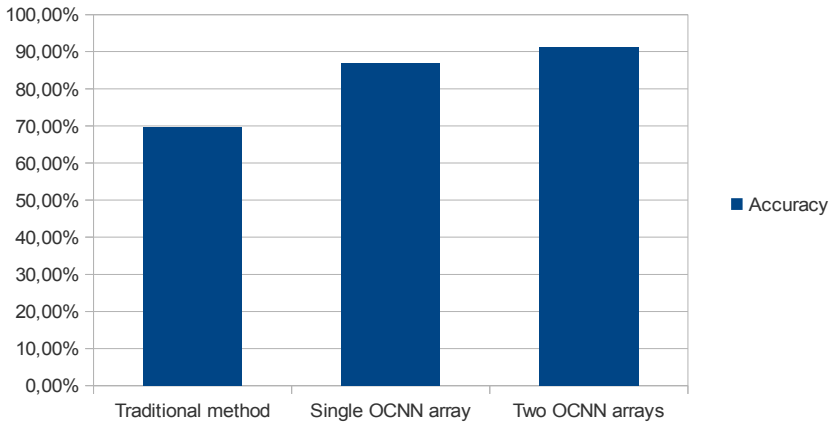
A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Tuning the weights

- Genetic computation
  1. Generate 100-1000 random weight vectors (depending on the input dimension)
  2. Try the vectors resulting accuracy values as fittness functions
  3. Keep the best 50-100 vectors
  4. Generate 50-100 mutated vectors
     - Change every value with the probability p=0.15-0.2
  5. Generate 50-10 crossover vectors
     - Randomly select two vectors and assemble a new vector from their elements
  6. Repeat steps 2-5.

Results

- Without OCNN
  - Accuracy: 69,57%
- With OCNN, the simplest configuration
  - Accuracy: 86,95%
- With OCNN, two simple 1-D arrays
  - Accuracy: 91,3%



Pázmány Péter Katolikus Egyetem
A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Results on H-MAX data

- Dimension reduction by averaging

Vector length	accruacy
50:	85 %
163:	87.5%
326:	82.5%
815:	77.5%
1630:	77.5%
4075:	75%
8150:	75%

- Dimension reduction by vector quantization

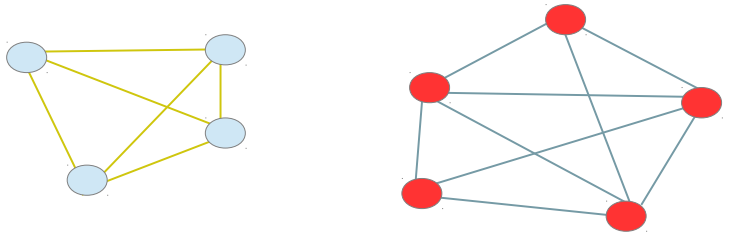
Vector length	accruacy
50:	100 %
163:	100%
326:	100%
815:	100%

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

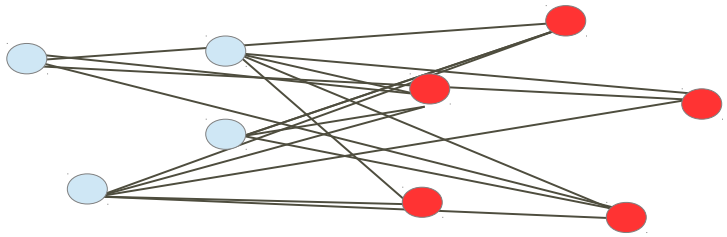
A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Quantitative results

- Cross Group distances (CGD)
- In Group distances (IGD)
- To normalize, observe the rate AD = CGD/IGD



In-Class distance – Average of the distances of elements in one class



Cross-Class distance – Average of the distances of elements of other classes

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Quantitative results

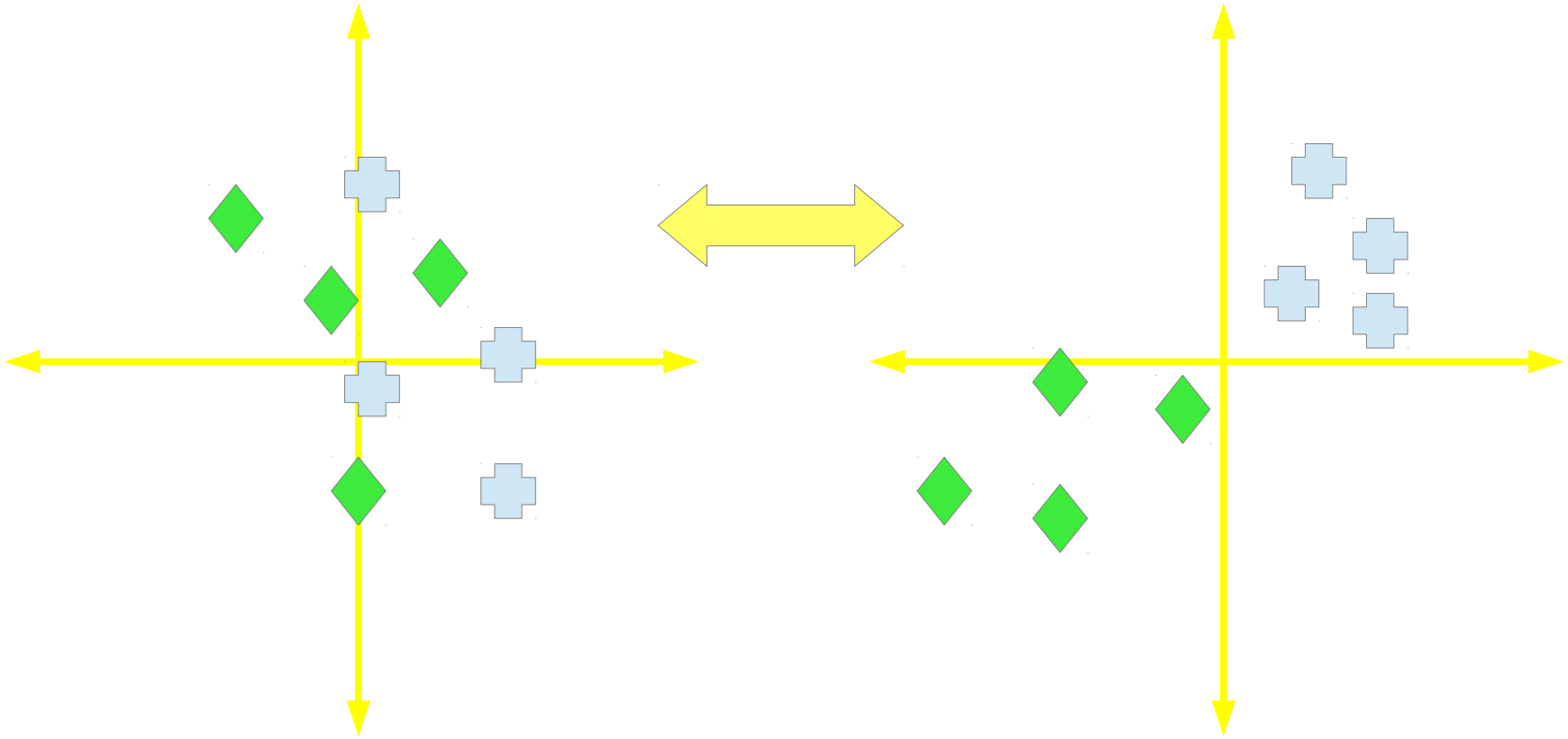
Cross Group/ In Group	Class I	Class II	Class III	Class IV
Before OCNN array	3.60	2.87	1.58	1.83
50 long vectors	15.02	3.58	3.26	9.16
163 long vectors	12.28	3.46	3.23	7.92
815 long vectors	20.10	5.30	2.47	8.56

Cross Group/ In Group	Class I	Class II	Class III	Class IV
Before OCNN array	12.4016	1.5013	4.9720	3.5272
50 long vectors	29.70	8.82	9.24	9.57
163 long vectors	96.55	10.80	30.74	52.54
815 long vectors	175.56	23.81	56.04	59.28

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

Effect of a 1D oscillator chain



ÚJ SZÉCHENYI TERV

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.

ÚJ SZÉCHENYI TERV

Thank you for your attention

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával valósul meg.