

Ներդրումային ցանցեր. Ինչեր և ինչպեսներ

ԵՊՀ ԻԿՄ ՈՒԳԸ

Մեքենայական ուսուցում

- Machine learning
- Գիտության ճյուղ, որն ուսումնասիրում է այնպիսի ալգորիթմներ, որոնք կարողանում են **սովորել** տվյալներից

Մեքենայական ուսուցում

- Machine learning
- Մեթոդներ

Genetic Algorithms

Clustering

Artificial Neural Networks

Decision Tree Learning

Regression

Association Rule Learning

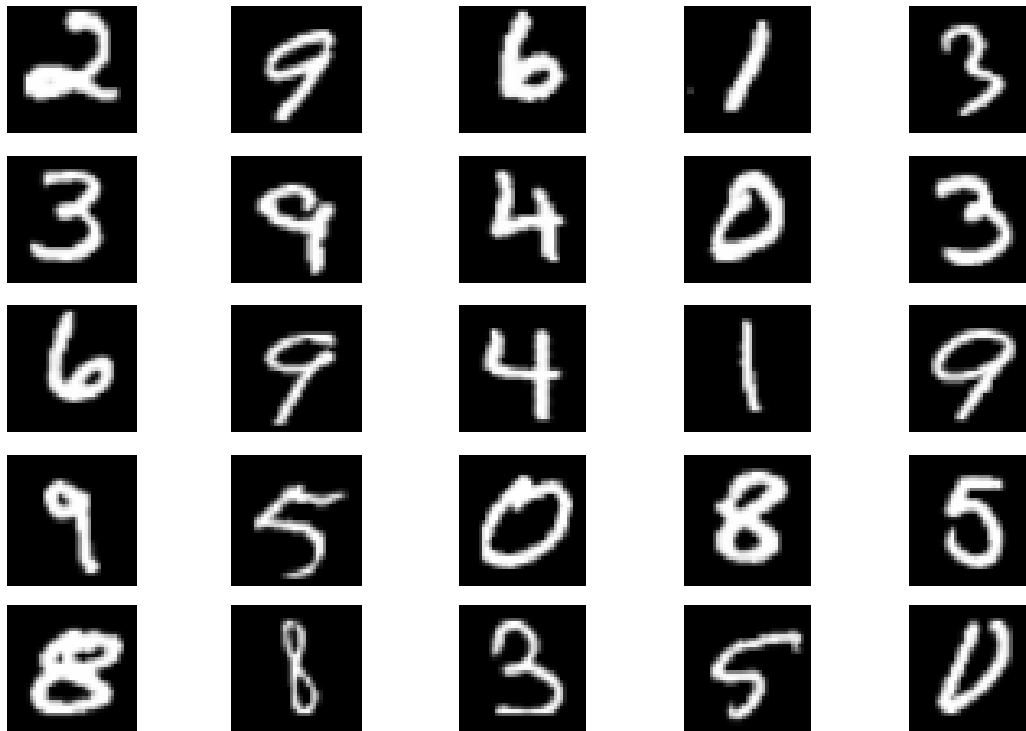
Support Vector Machines

Reinforcement Learning

Խնդիրներ

- Ձեռագիր թվանշանների ճանաչում

Random Sampling of MNIST

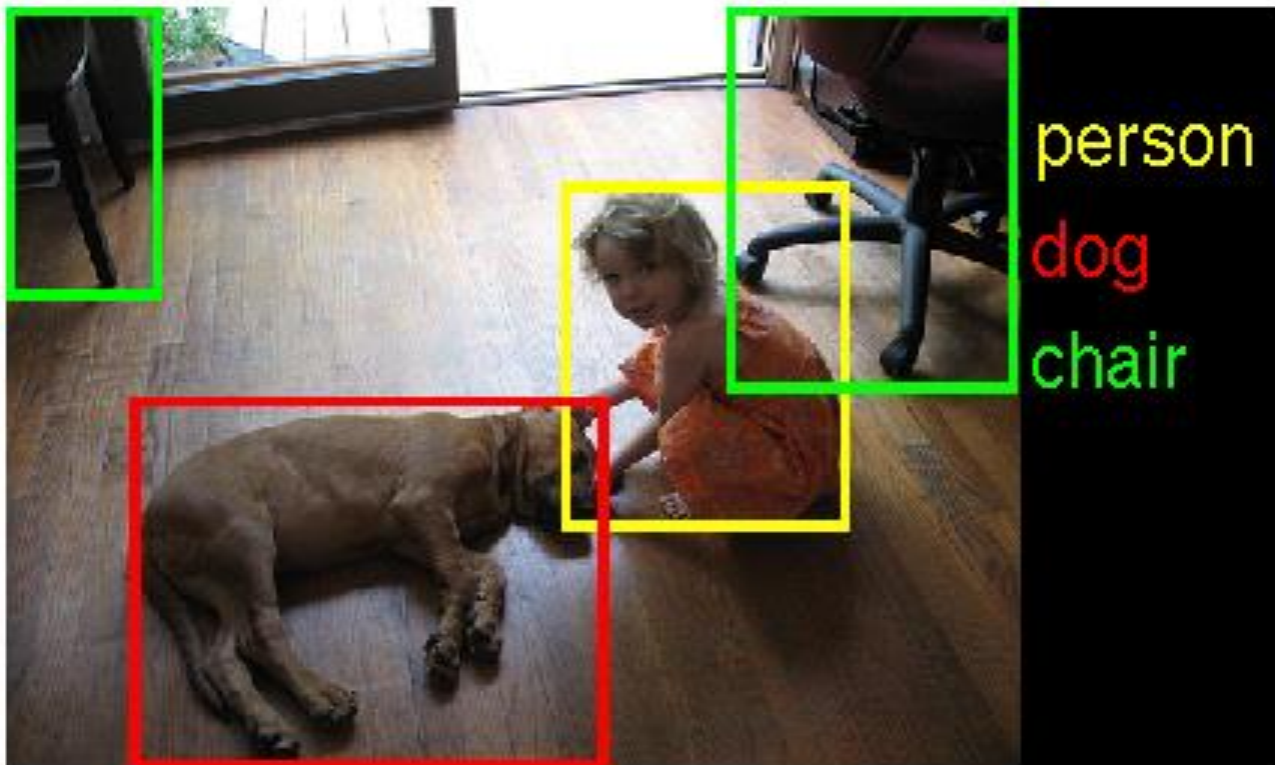


Խնդիրներ

- Ձեռագիր թվանշանների ճանաչում
 - Benchmark: <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>
 - Լավագույն արդյունքը SVM-ով՝ 99.44%
 - Լավագույն արդյունքը նեյրոնային ցանցով՝ 99.77%
 - Dan Cireşan, Ueli Meier, Juergen Schmidhuber, 2012
 - <http://arxiv.org/abs/1202.2745>

Խնդիրներ

- Լուսանկարից օբյեկտի ճանաչում



Խնդիրներ

- Լուսանկարից օբյեկտի ճանաչում
 - Մի քանի մրցույթներ: <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2014/>
 - Լավագույն արդյունքները` Goog**LeNet**
 - <http://googleresearch.blogspot.com/2014/09/building-deeper-understanding-of-images.html>
 - <http://karpathy.github.io/2014/09/02/what-i-learned-from-competing-against-a-convnet-on-imagenet/>
- Կարեն Սիմոնյան, Andrew Zisserman, University of Oxford
 - <http://www.robots.ox.ac.uk/~karen/>

Խնդիրներ

- Լուսանկարից ճանապարհային նշանների ճանաչում

- <http://benchmark.ini.rub.de/>

- Խոսքի ճանաչում

- Geoffrey Hinton:

<http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//pubs/archive/38131.pdf>

- Andrew Ng: <http://arxiv.org/abs/1406.7806>



Գիտնականներ



Geoffrey Hinton

<https://www.cs.toronto.edu/~hinton/>

University of Toronto

Google

- Backpropagation
- Boltzmann machines
- Deep belief networks

Գիտնականներ



Geoffrey Hinton

Հարցազրույց reddit-ում.

http://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/2lmo0l/ama_geoffrey_hinton

I will be disappointed if in five years time we do not have something that can watch a YouTube video and tell a story about what happened.

Գիտնականներ



Yann LeCun

<http://yann.lecun.com/>

<https://www.facebook.com/yann.lecun>

New York University

Facebook Artificial Intelligence Research

- Convolutional neural networks

Գիտնականներ



Yann LeCun

Հարցազրույց reddit-ում.

http://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/25lnbt/ama_yann_lecun/

Yet another advice: don't get fooled by people who claim to have a solution to Artificial General Intelligence, who claim to have AI systems that work "just like the human brain", or who claim to have figured out how the brain works (well, except if it's Geoff Hinton making the claim). Ask them what error rate they get on MNIST or ImageNet.

Գիտնականներ



Andrew Ng

<http://cs.stanford.edu/people/ang/>

<https://twitter.com/AndrewYNg>

Stanford University

Baidu Research

- Google Brain
- Կատվի նկարի ճանաչում Youtubeից
- Coursera-ի համահիմնադիր

Գիտնականներ



Yoshua Bengio

http://www.iro.umontreal.ca/~bengioy/yoshua_en/index.html

<https://plus.google.com/u/0/+YoshuaBengio/posts>

Université de Montréal

Աշխատում է միայն համալսարանում

- Գիրք <http://www.iro.umontreal.ca/~bengioy/dlbook/>
- over 22000 citations found by Google Scholar in early 2015

Գիտնականներ



Yoshua Bengio

Հարցազրույց reddit-ում.

http://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/25lnbt/ama_yann_lecun/

I believe that the recent surge of interest in NNets just means that the machine learning community wasted many years not exploring them, in the 1996-2006 decade, mostly. There is also hype, especially if you consider the media. That is unfortunate and dangerous, and will be exploited especially by companies trying to make a quick buck. The danger is to see another bust when wild promises are not followed by outstanding results. Science mostly moves by small steps and we should stay humble.

Գիտնականներ



Juergen Schmidhuber

<http://people.idsia.ch/~juergen/>

Swiss AI Lab IDSIA

- Recurrent neural networks
- LSTM networks

Գիտնականներ



Andrej Karpathy, Ph.D. student

<http://cs.stanford.edu/people/karpathy/>

<https://plus.google.com/+AndrejKarpathy/posts>

Stanford University

Google

Blog: <http://karpathy.github.io/>

Կոնֆերանսներ

- International conference on learning representations
 - <https://sites.google.com/site/representationlearning2014/>
 - Կազմակերպում են Yoshua Bengio & Yann Lecun
 - Canada

Կոնֆերանսներ

- Neural information processing systems
 - <http://nips.cc/>
 - 1987-ից
 - 2014 – Montreal, Canada
 - 2015 – Montreal, Canada
 - 2016 – Lisbon, Portugal

Կոնֆերանսներ

- Neural information processing systems
 - Papers in early NIPS proceedings tended to use neural networks as a tool for understanding how the human brain works, which attracted researchers with interests in biological learning systems as well as those interested in artificial learning systems. Since then, the biological and artificial systems research streams have diverged, and recent NIPS proceedings are dominated by papers on machine learning, artificial intelligence and statistics, although computational neuroscience remains an aspect of the conference.
 - Wikipedia

Ինչպես են աշխատում

ARTIFICIAL NEURON

Topics: connection weights, bias, activation function

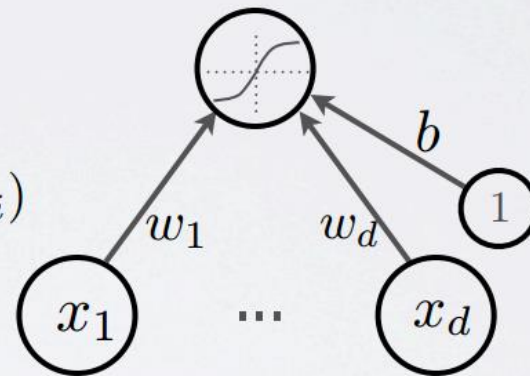
- Neuron pre-activation (or input activation):

$$a(\mathbf{x}) = b + \sum_i w_i x_i = b + \mathbf{w}^T \mathbf{x}$$

- Neuron (output) activation

$$h(\mathbf{x}) = g(a(\mathbf{x})) = g(b + \sum_i w_i x_i)$$

- \mathbf{w} are the connection weights
- b is the neuron bias
- $g(\cdot)$ is called the activation function



Ինչպես են աշխատում

NEURAL NETWORK

Topics: single hidden layer neural network

- Hidden layer pre-activation:

$$\mathbf{a}(\mathbf{x}) = \mathbf{b}^{(1)} + \mathbf{W}^{(1)}\mathbf{x}$$

$$(a(\mathbf{x})_i = b_i^{(1)} + \sum_j W_{i,j}^{(1)} x_j)$$

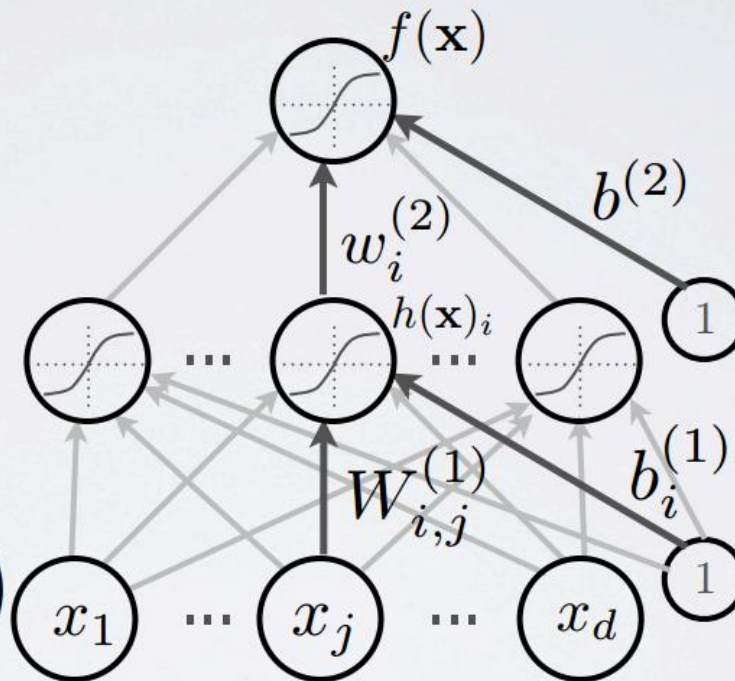
- Hidden layer activation:

$$\mathbf{h}(\mathbf{x}) = \mathbf{g}(\mathbf{a}(\mathbf{x}))$$

- Output layer activation:

$$f(\mathbf{x}) = o\left(b^{(2)} + \mathbf{w}^{(2)\top} \mathbf{h}^{(1)}\mathbf{x}\right)$$

output activation function



Բազմաշերտ ցանցեր

NEURAL NETWORK

Topics: multilayer neural network

- Could have L hidden layers:

- layer pre-activation for $k > 0$ ($\mathbf{h}^{(0)}(\mathbf{x}) = \mathbf{x}$)

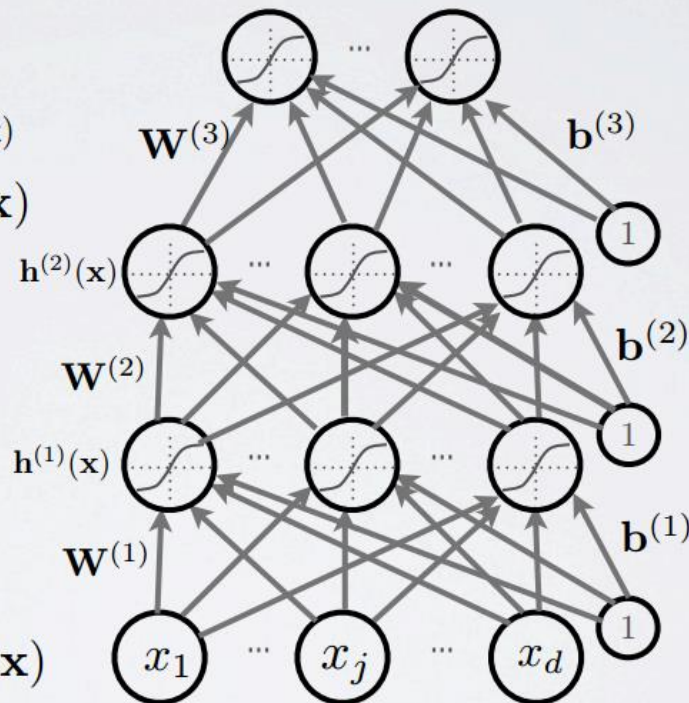
$$\mathbf{a}^{(k)}(\mathbf{x}) = \mathbf{b}^{(k)} + \mathbf{W}^{(k)} \mathbf{h}^{(k-1)}(\mathbf{x})$$

- hidden layer activation (k from 1 to L):

$$\mathbf{h}^{(k)}(\mathbf{x}) = \mathbf{g}(\mathbf{a}^{(k)}(\mathbf{x}))$$

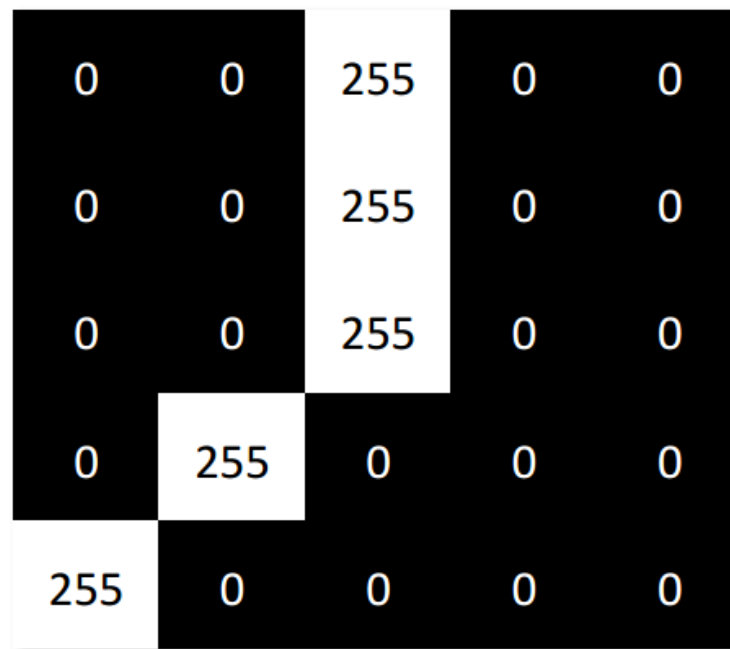
- output layer activation ($k = L + 1$):

$$\mathbf{h}^{(L+1)}(\mathbf{x}) = \mathbf{o}(\mathbf{a}^{(L+1)}(\mathbf{x})) = \mathbf{f}(\mathbf{x})$$



Ինչպես են աշխատում

- Նկարները ներկայացվում են որպես մատրիցներ

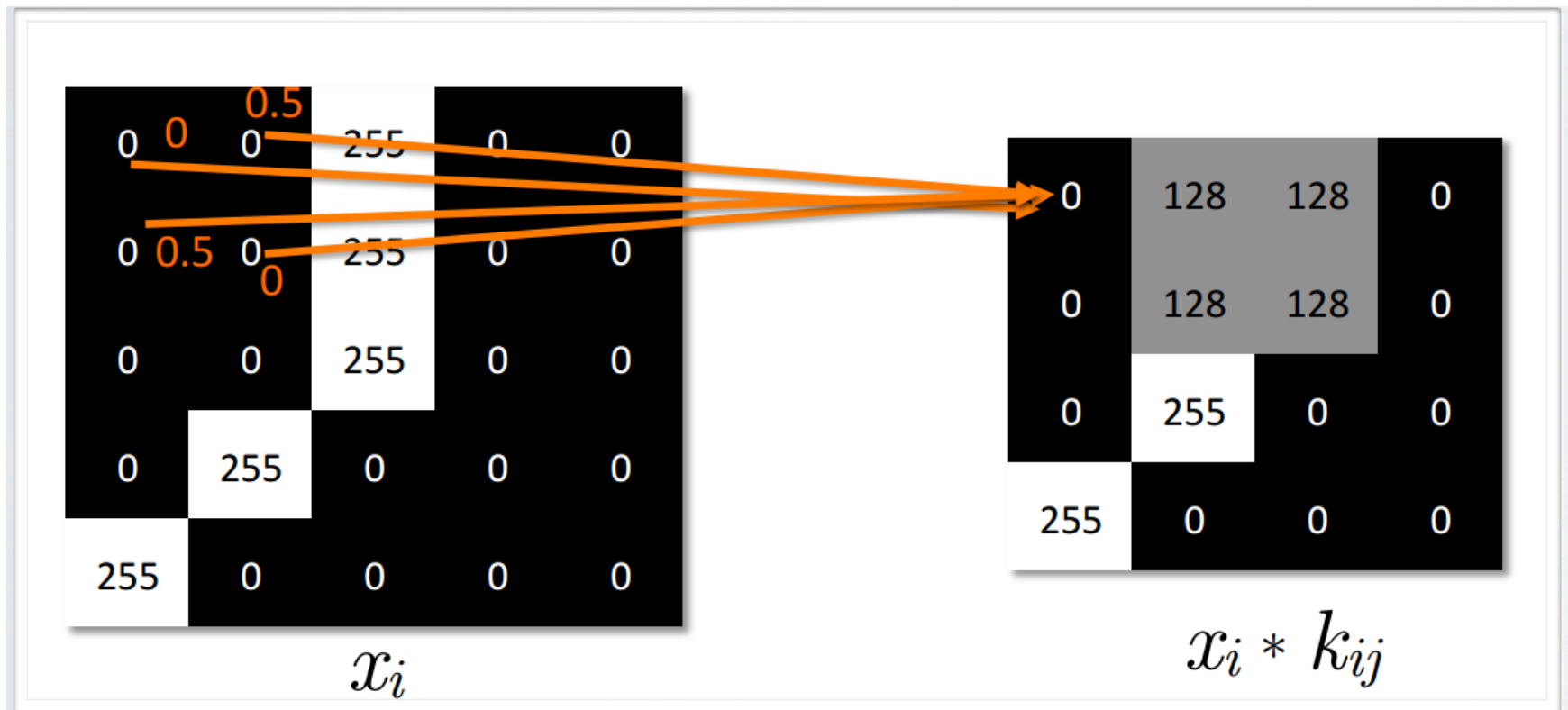


0	0	255	0	0
0	0	255	0	0
0	0	255	0	0
0	255	0	0	0
255	0	0	0	0

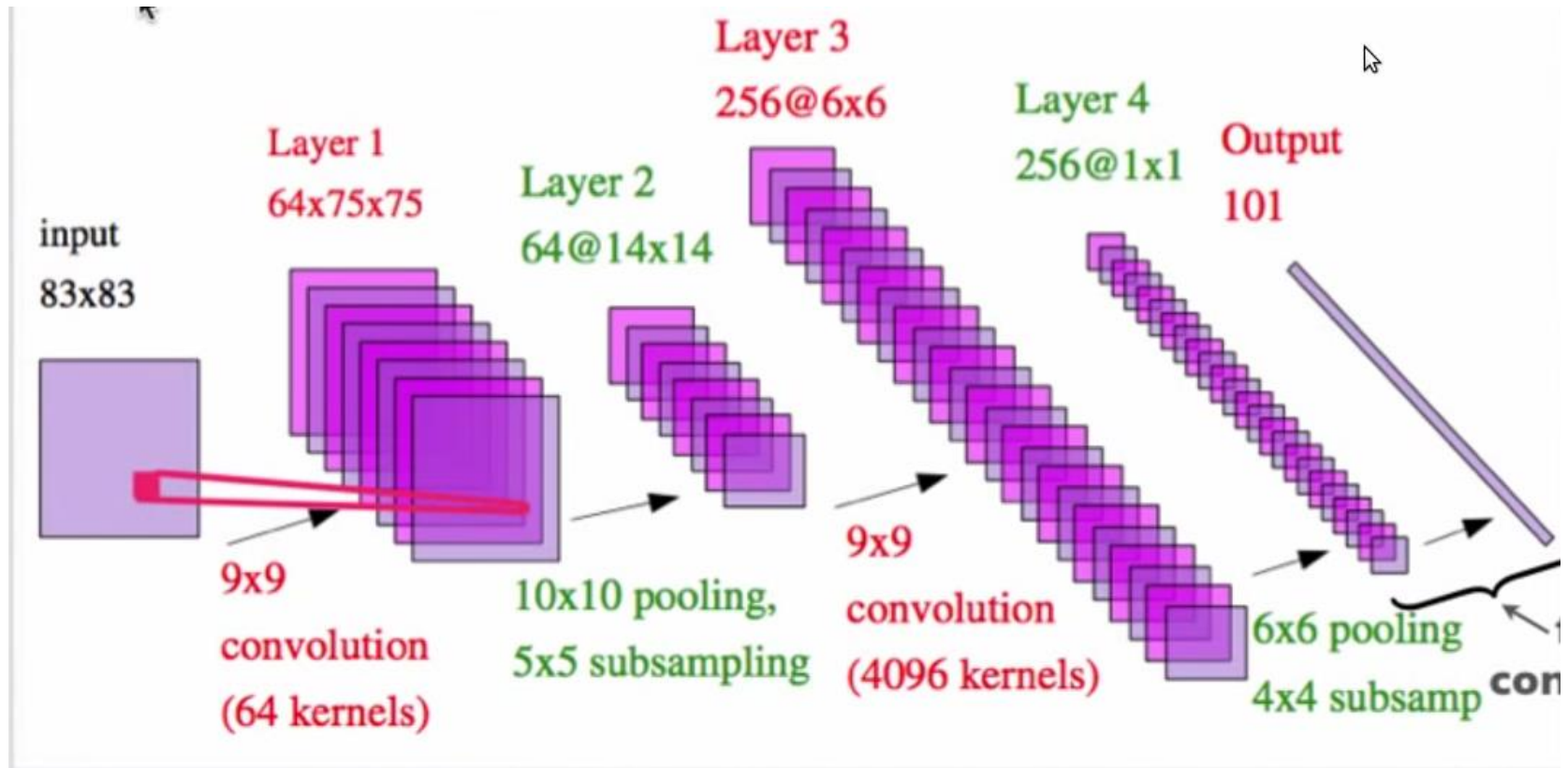
\mathcal{X}_i

Ինչպես են աշխատում

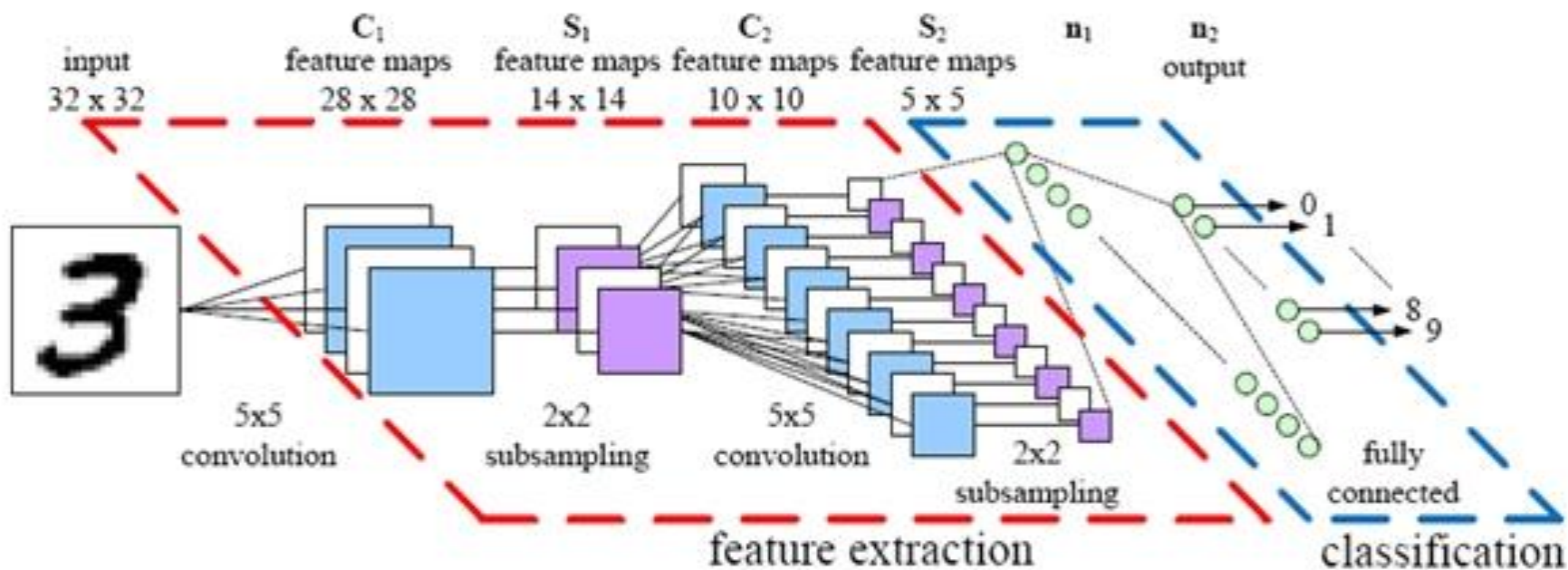
- Convolutional layer



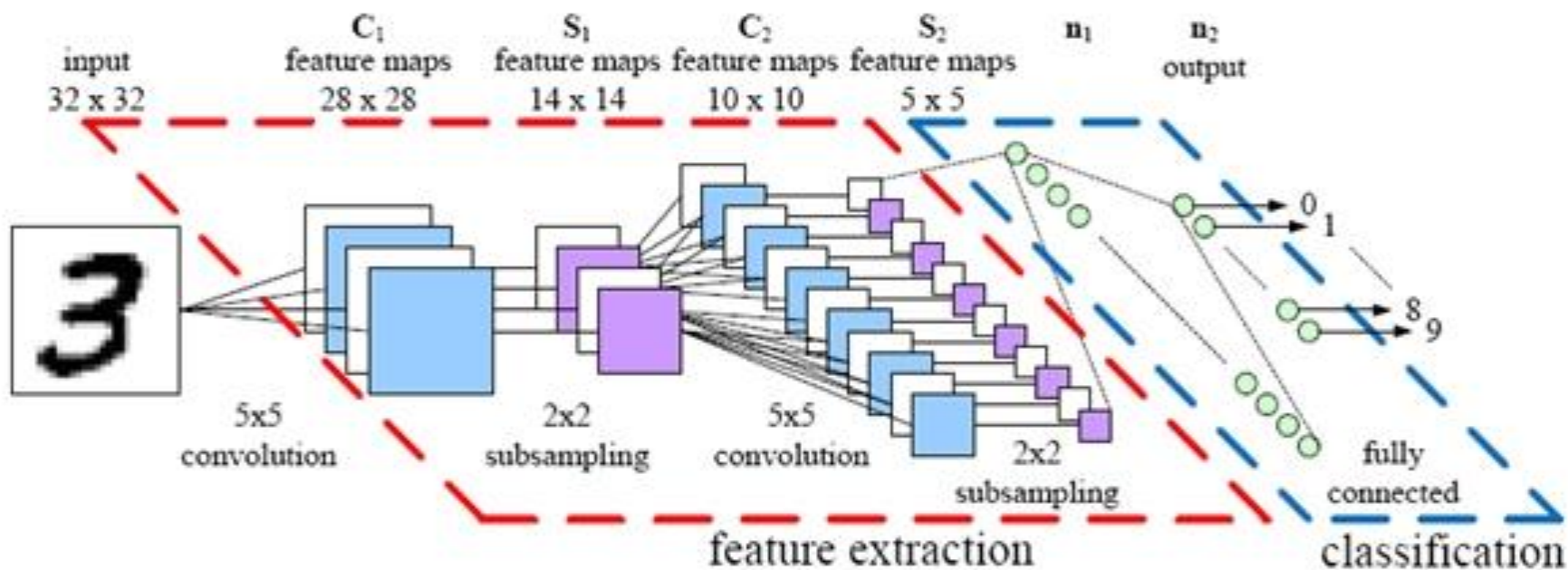
Բազմաշերտ ցանցեր. LeNet



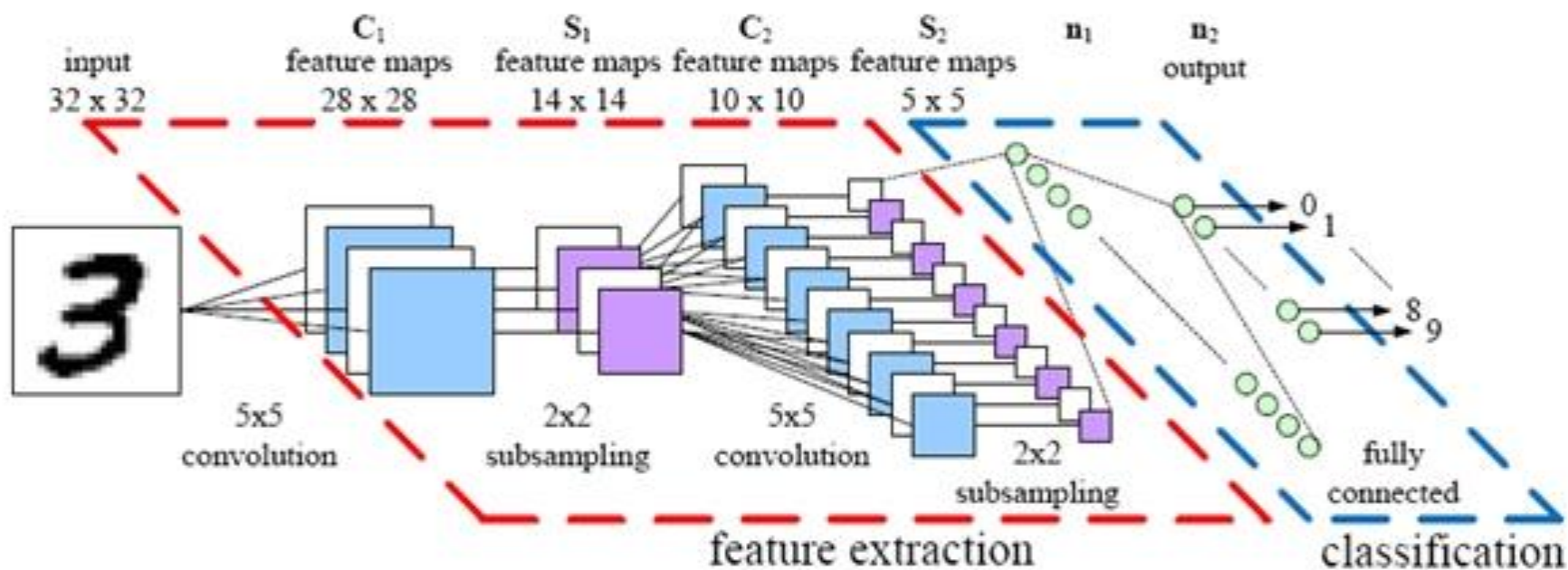
Ինչպես են սովորում



Ինչպես են սովորում



Ինչպես են սովորում

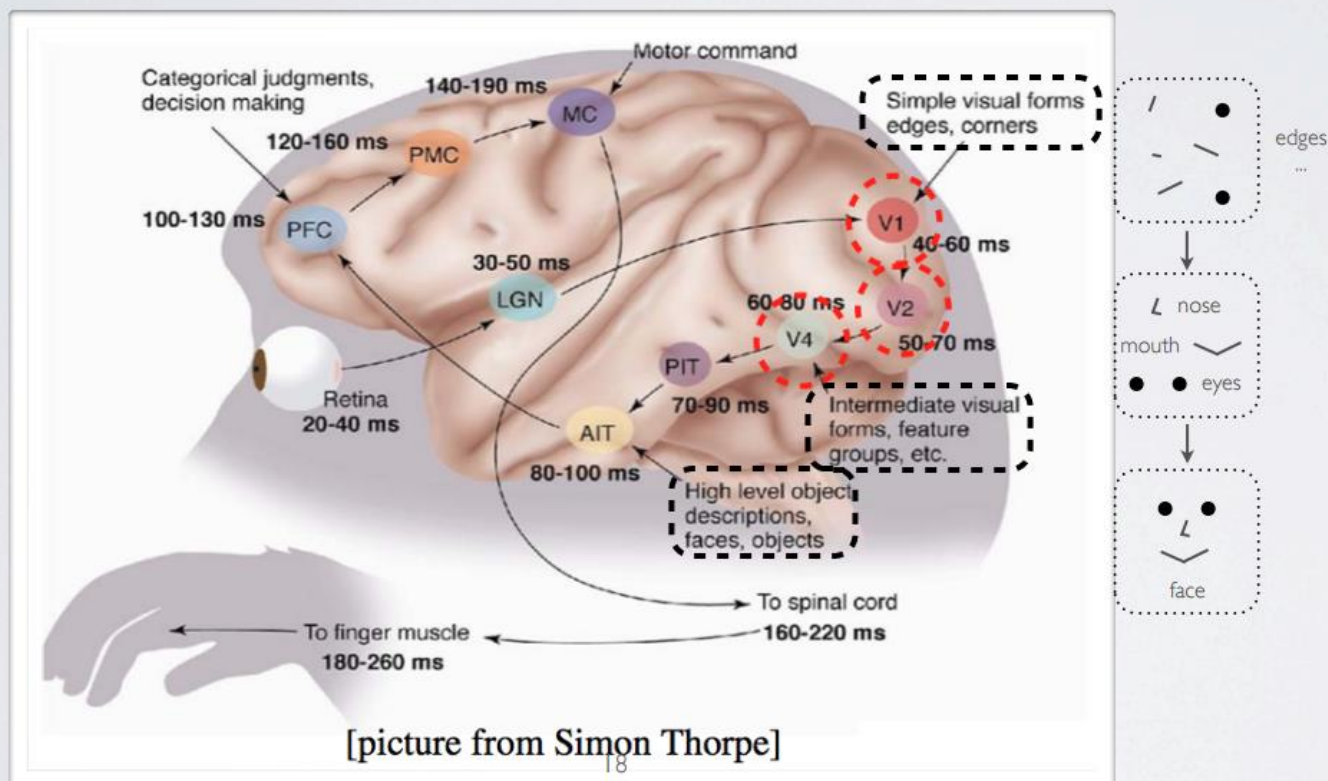


Արժեքները փոփոխում ենք այնպես, որ
հավանականությունը աճի

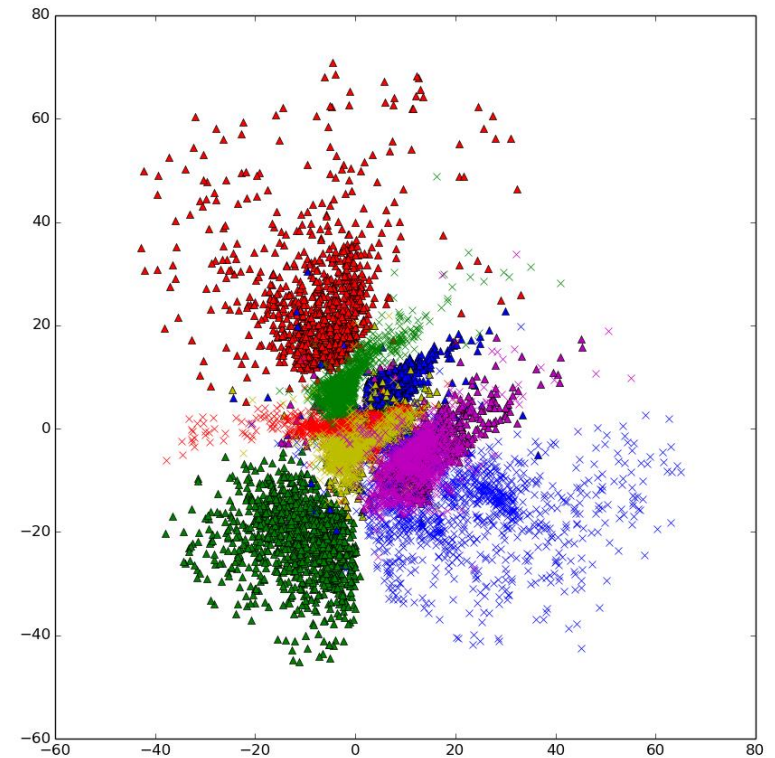
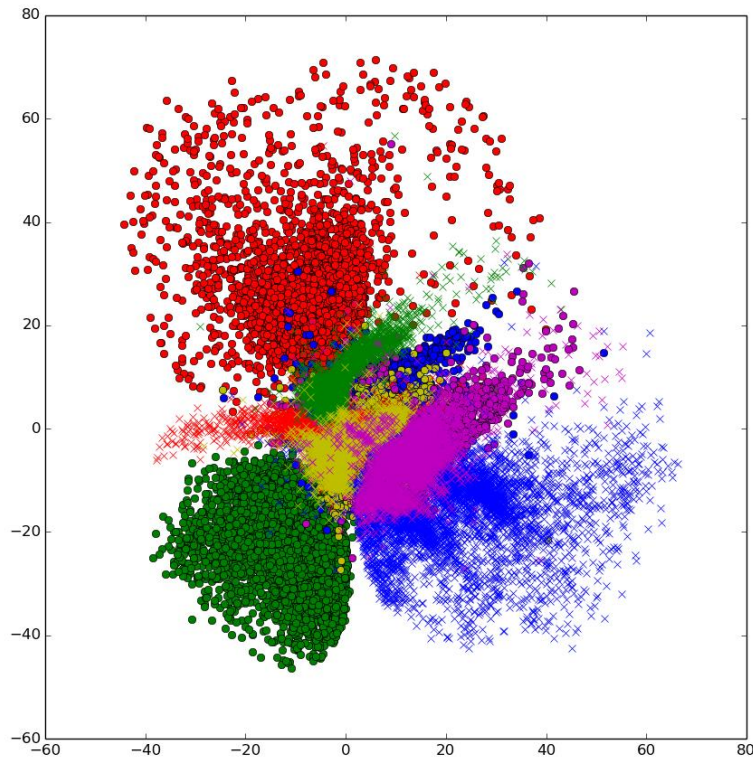
Կենսաբանական Նեյրոններ

NEURAL NETWORK

Topics: parallel with the visual cortex



Ոչ միայն դասակարգում և ոչ միայն supervised



Autoencoder on MNIST dataset

Շաքարախտային ռետինոպատիայի ախտորոշում

- <http://kaggle.com/c/diabetic-retinopathy-detection>



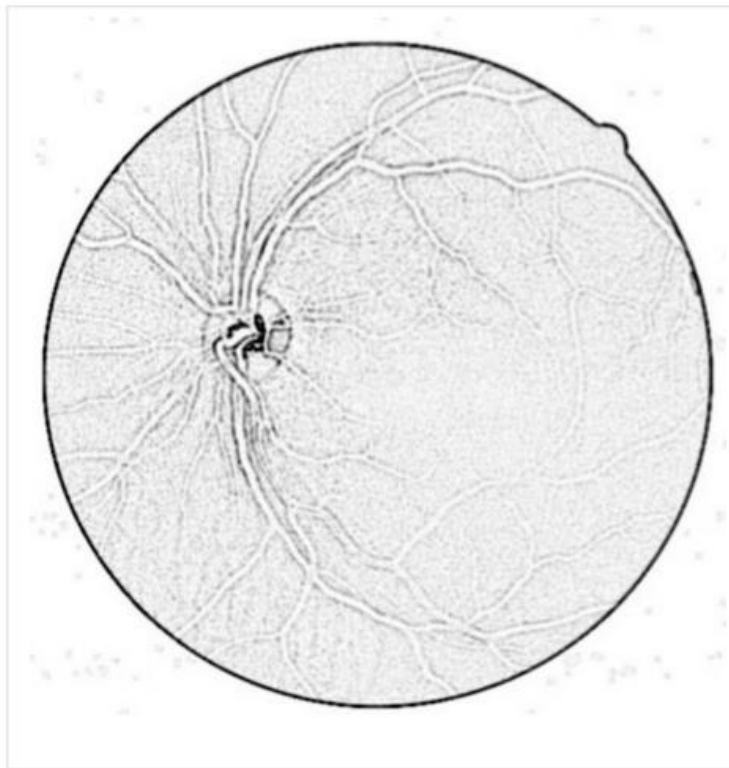
Healthy eye: level 0



Severe state: level 4

Շաքարախտային ռետինոպատիայի ախտորոշում

- Նախնական մշակում



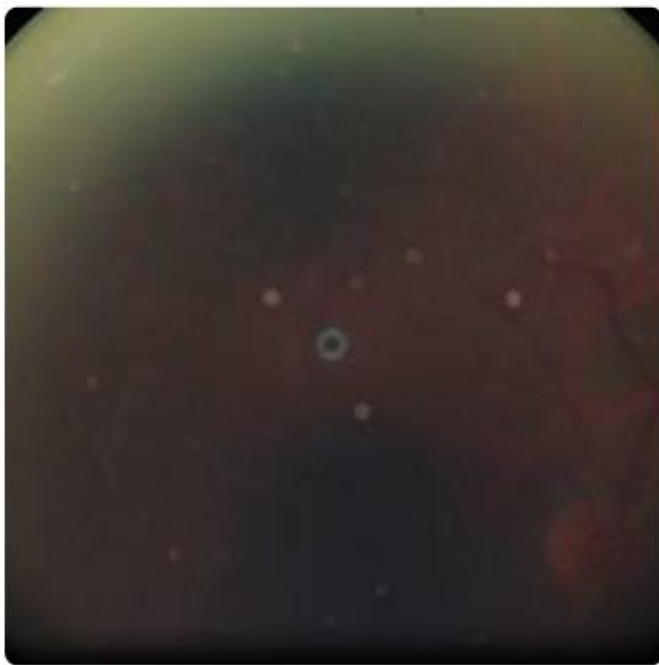
Preprocessed image (*edge*) level 0



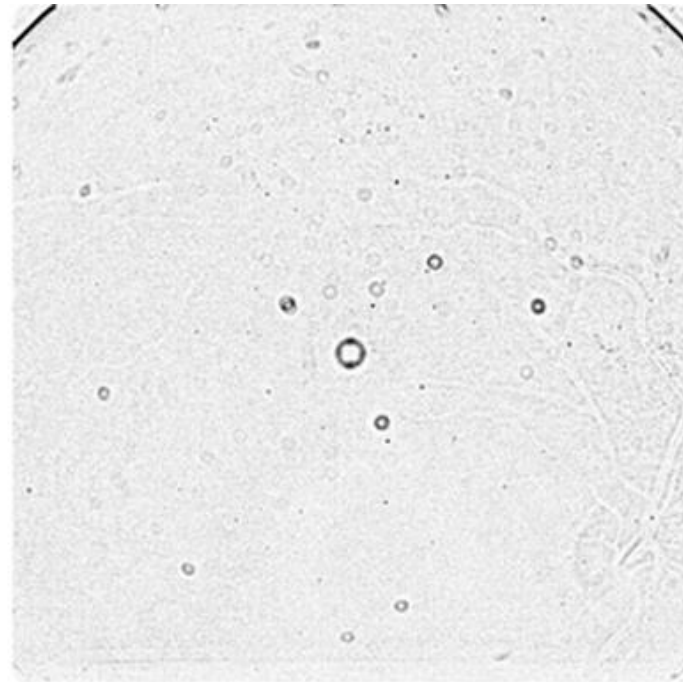
Preprocessed image (*edge*) level 3

Շաքարախտային ռետինոպատիայի ախտորոշում

- Նախնական մշակում



Original images of healthy eyes



Preprocessed versions edge recognized as level
4

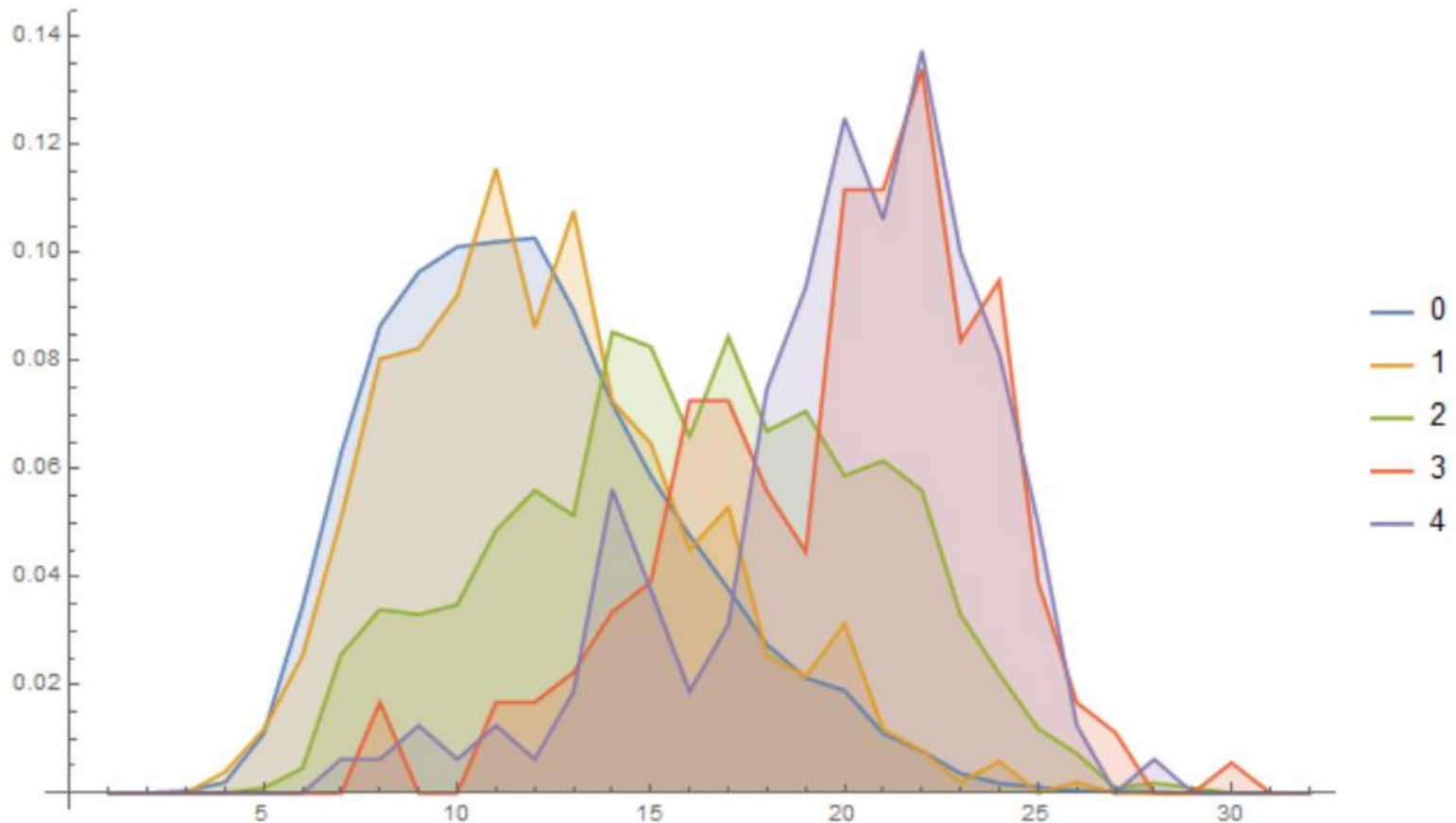
Շաքարախտային ռետինոպատիայի ախտորոշում

- Ցանցի կառուցվածքը
- 11 շերտ

Nr	Type	Batches	Channels	Width	Height	Kernel size / stride
0	Input	20	1	512	512	
1	Conv	20	40	506	506	7x7 / 1
2	ReLU	20	40	506	506	
3	MaxPool	20	40	253	253	3x3 / 2
4	Conv	20	40	249	249	5x5 / 1
5	ReLU	20	40	249	249	
6	MaxPool	20	40	124	124	3x3 / 2
7	Conv	20	40	120	120	5x5 / 1
8	ReLU	20	40	120	120	
9	MaxPool	20	40	60	60	3x3 / 2
10	Conv	20	40	56	56	5x5 / 1
11	ReLU	20	40	56	56	
12	MaxPool	20	40	14	14	4x4 / 4
13	Fully connected	20	256			
14	ReLU	20	256			
15	Dropout	20	256			
16	Fully connected	20	256			
17	ReLU	20	256			
18	Dropout	20	256			
19	Fully connected	20	1			
20	Euclidean Loss	1	1			

Շաքարախտային ռետինոպատիայի ախտորոշում

- Արդյունքները. . .



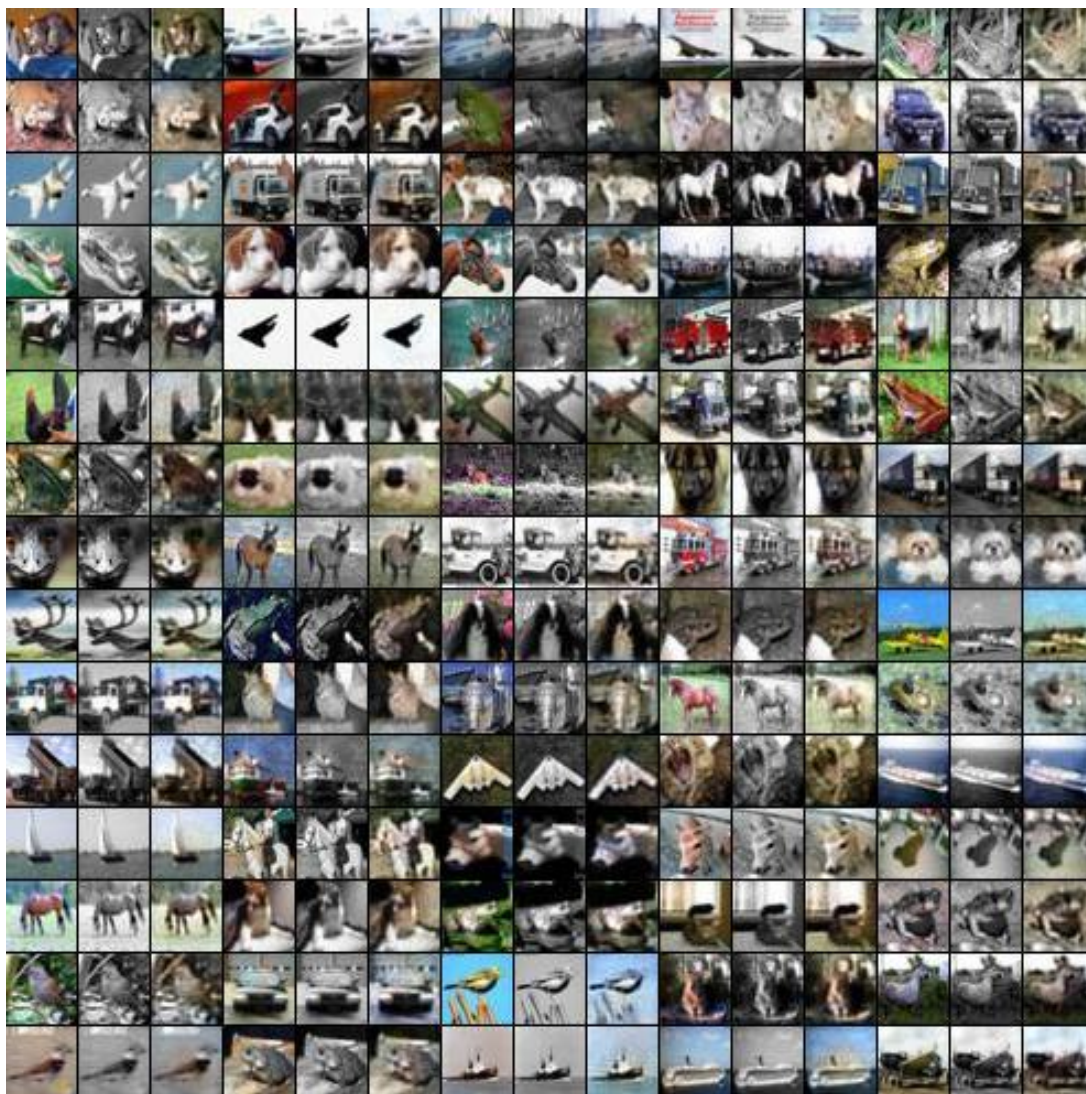
Շաքարախտային ռետինոպատիայի ախտորոշում

- Բոլոր մանրամասները.

<http://yerevann.github.io/2015/08/17/diabetic-retinopathy-detection-contest-what-we-did-wrong/>

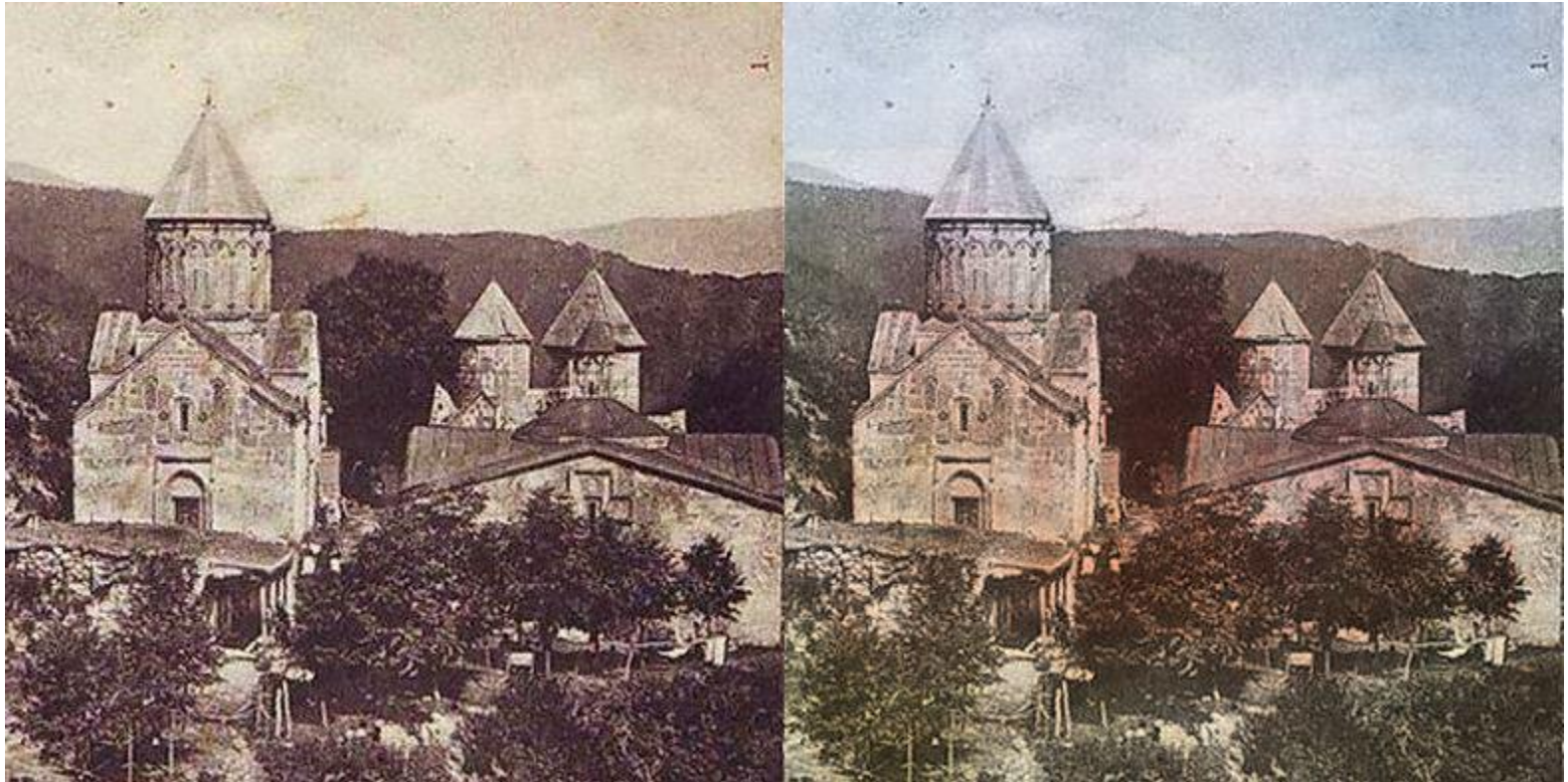
80	—	Florian Muellerklein	0.50395	9	Mon, 27 Jul 2015 18:54:01
81	↑2	azk	0.50122	18	Mon, 04 May 2015 05:12:28 (-2.8d)
82	↑5	YerevaNN  <ul style="list-style-type: none">• Hrant Khachatrian• Narek Hovsepyan• Tigran Galstyan• Hrayr Harutyunyan• Mahnerak	0.50039	38	Mon, 27 Jul 2015 18:40:31 (-29.5h)
83	↑6	[UvA.nl] BSc AI 2nd year Project 	0.49230	6	Thu, 25 Jun 2015 12:03:33
84	↓2	BlueCoconut	0.49196	7	Mon, 27 Jul 2015 01:13:57

Լուսանկարների գունավորում



Լուսանկարների գունավորում

- Հաղարծինը 1913 թվականին



Կետերի «դեմքի ճանաչում»

- <https://www.kaggle.com/c/noaa-right-whale-recognition> մինչև հունվարի 7-ը



Ինչպես սովորել

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL6Xpj9I5qXYEcOhn7TqghAJ6NAPrNmUBH> by Hugo Larochelle

2

ARTIFICIAL NEURON

Topics: connection weights, bias, activation function

- Neuron pre-activation (or input activation):
$$a(\mathbf{x}) = b + \sum_i w_i x_i = b + \mathbf{w}^\top \underline{\mathbf{x}}$$
- Neuron (output) activation
$$h(\mathbf{x}) = g(a(\mathbf{x})) = g(b + \sum_i w_i x_i)$$
- \mathbf{w} are the connection weights
- b is the neuron bias
- $g(\cdot)$ is called the activation function

```
graph BT; x1((x1)) -- w1 --> out(( )); x2[...] -- ... --> out; xd((xd)) -- wd --> out; bias((1)) -- b --> out; style out fill:none,stroke-dasharray: 5 5; style out stroke:#f00,stroke-width:2px;
```

Ինչպես սովորել

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL6Xpj9I5qXYEcOhn7TqghAJ6NAPrNmUBH> by Hugo Larochelle

http://info.usherbrooke.ca/hlarochelle/cours/ift725_A2013/contenu.html - սլայդեր, հոդվածների հղումներ...

Note that Hugo Larochelle (formerly a PhD with me and a post-doc with Hinton) has great videos on deep learning – **Yoshua Bengio**

Hugo Larochelle's nice, but fairly [advanced class on Machine Learning](#) (Neural Nets included). – **Andrej Karpathy**

Ինչպես սովորել մաթ. անալիզ

Մի քանի փոփոխականից ֆունկցիայի գրադիենտ. . .

3

BACKPROPAGATION


Topics: backpropagation algorithm

- This assumes a forward propagation has been made before
 - compute output gradient (before activation)
$$\nabla_{\mathbf{a}^{(L+1)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y \Leftarrow -(\mathbf{e}(y) - \mathbf{f}(\mathbf{x}))$$
 - for k from $L+1$ to 1

- compute gradients of hidden layer parameter
$$\nabla_{\mathbf{W}^{(k)}} - \log f(\mathbf{x})_y \Leftarrow (\nabla_{\mathbf{a}^{(k)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y) \mathbf{h}^{(k-1)}(\mathbf{x})^\top$$
$$\nabla_{\mathbf{b}^{(k)}} - \log f(\mathbf{x})_y \Leftarrow \nabla_{\mathbf{a}^{(k)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y$$

- compute gradient of hidden layer below
$$\nabla_{\mathbf{h}^{(k-1)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y \Leftarrow \mathbf{W}^{(k)\top} (\nabla_{\mathbf{a}^{(k)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y)$$

- compute gradient of hidden layer below (before activation)
$$\nabla_{\mathbf{a}^{(k-1)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y \Leftarrow (\nabla_{\mathbf{h}^{(k-1)}(\mathbf{x})} - \log f(\mathbf{x})_y) \odot [\dots, g'(a^{(k-1)}(\mathbf{x})_j), \dots]$$



Ծրագրեր

- Caffe <http://caffe.berkeleyvision.org/>
- Theano (Python) <http://deeplearning.net/software/theano/>
- PyBrain <http://pybrain.org/>
- Torch7 <http://torch.ch/> Lua լեզվով
 - Օգտագործում են Google-ում, Facebook-ում. . .
- ConvNetJS (by Karpathy)
<http://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/>

- Demo on MNIST:

```
layer_defs.push({type: 'input',
out_sx:24, out_sy:24, out_depth:1});
layer_defs.push({type: 'conv', sx:5,
filters:8, stride:1, pad:2,
activation: 'relu'});
layer_defs.push({type: 'pool', sx:2,
stride:2});
layer_defs.push({type: 'conv', sx:5,
filters:16, stride:1, pad:2,
activation: 'relu'});
layer_defs.push({type: 'pool', sx:3,
stride:3});
layer_defs.push({type: 'softmax',
num_classes:10});
```



Այլ դասընթացներ

1. Udacity: Intro to machine learning
 - <https://www.udacity.com/course/ud120>
2. Coursera: Stanford: Machine learning (by Andrew Ng !)
 - <https://www.coursera.org/course/ml>
3. Coursera: Stanford: Neural networks for machine learning (by Geoffrey Hinton !)
 - <https://www.coursera.org/course/neuralnets>

Այլ դասընթացներ

4. Hacker's guide (by Karpathy)

- Ծրագրավորողի տեսանկյունից
- <http://karpathy.github.io/neuralnets/>
- Ռուսերեն թարգմանություն.
<http://habrahabr.ru/company/paysto/blog/244723/>

5. Convolutional Neural Networks for Visual Recognition (by Karpathy et al.)

- <http://vision.stanford.edu/teaching/cs231n/>

6. Курс «Машинное обучение» (Yandex)

- http://shad.yandex.ru/lectures/machine_learning.xml

Այլ դասընթացներ

7. <http://www.computervisiontalks.com/>
տասնյակ դասընթացներ ամենատարբեր
ոլորվածություններով
 - Reinforcement learning
<http://www.machinelearningtalks.com/tag/rl-course/>
 - Recommendation systems
<http://www.computervisiontalks.com/machine-learning-for-recommender-systems-with-alexandros-karatzoglou/>
 - Recurrent networks
<http://www.computervisiontalks.com/automated-image-captioning-with-convnets-and-recurrent-nets-andrej-karpathy/>

Հնորհակալութիւն

