

Αναγνώριση Προτύπων Νευρωνικά Δίκτυα

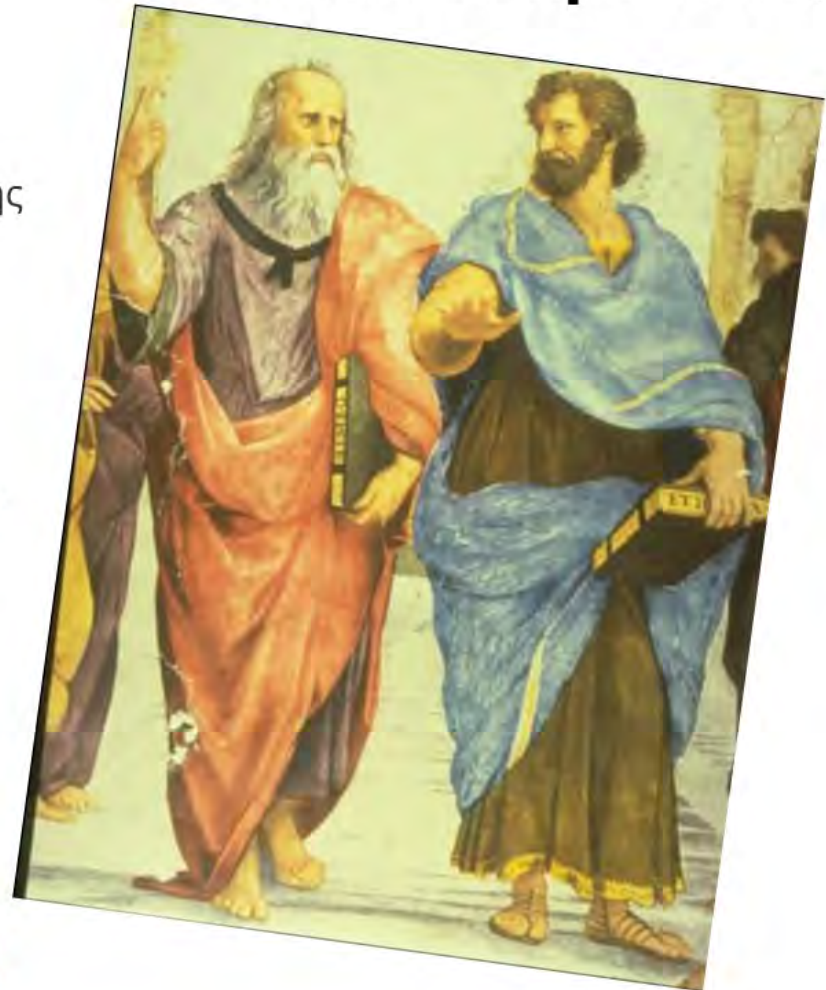
Pattern Recognition
Neural Networks

τι είναι πρότυπο;

- Οτιδήποτε
 - αντικείμενο, διαδικασία, γεγονός
 - μπορεί να ξεχωρίσει/ταυτοποιηθεί/ονομαστεί
 - μοναδικό «όνομα»
- Δημιουργία «προτύπων» στα έμβια όντα
 - βασική δυνατότητα επιβίωσης
 - πυρήνας της αφαιρετικής σκέψης και φιλοσοφίας

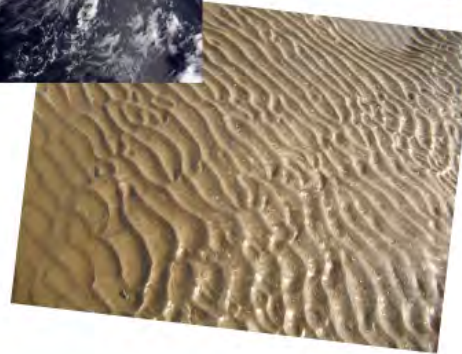
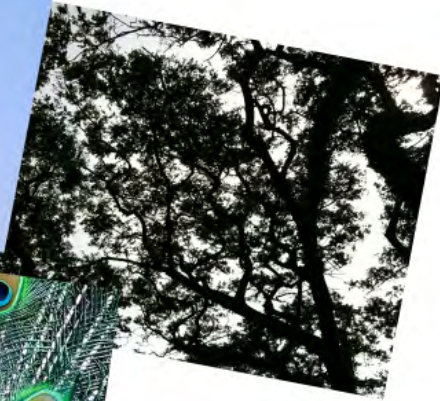
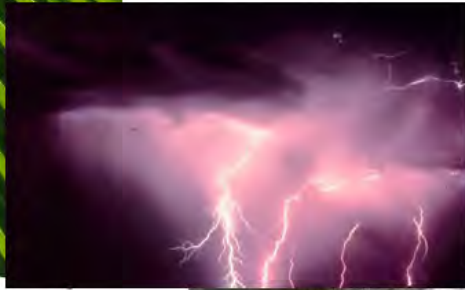
τι είναι πρότυπο;

- Πλάτων, «ο μύθος του σπηλαίου», 7ο κεφάλαιο της «Πολιτείας» (380 π.Χ.)
 - Μια αναλογία της ανθρώπινης αντίληψης
 - Η αντίληψη του κόσμου γύρω μας αποτελείται από ανακλάσεις του εξωτερικού κόσμου μέσα μας – «πρότυπα»
 - Η αντίληψη αποτελεί συνθετική διαδικασία στον εγκέφαλο βάσει των αισθητηριακών πληροφοριών



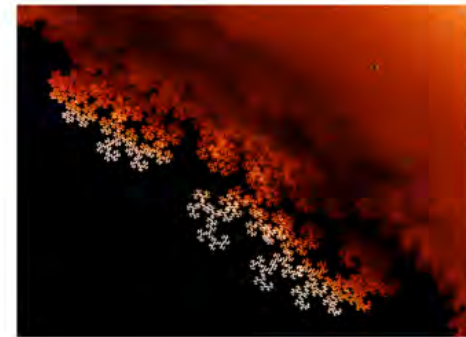
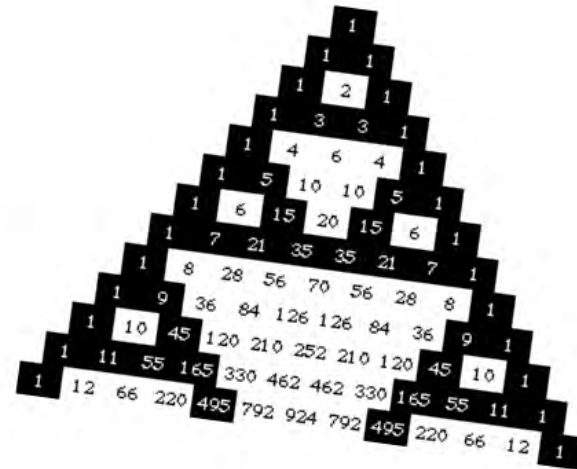
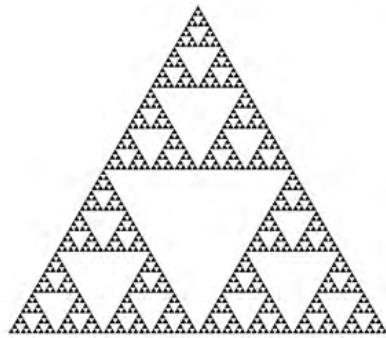
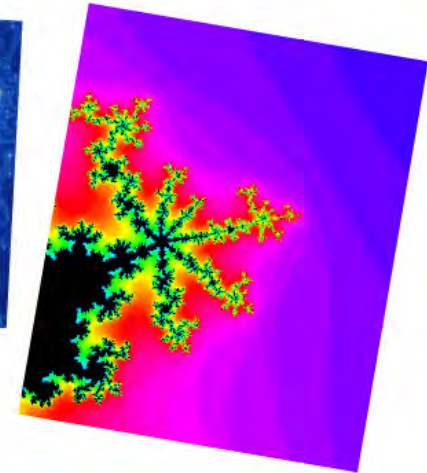
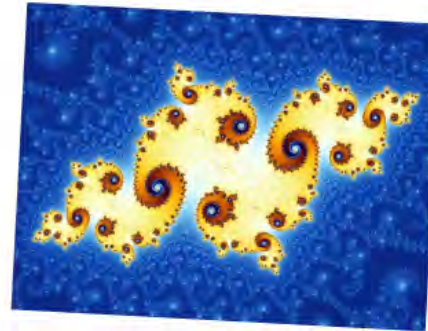
Ραφαέλ (1508-11): Ο Πλάτωνας και ο Αριστοτέλης συνομιλούν στην αγορά της Αθήνας

που βρίσκουμε πρότυπα;



που βρίσκουμε πρότυπα;

$$\begin{aligned}
 &1 \cdot 1 \\
 &11 \cdot 11 \\
 &111 \cdot 111 \\
 &1,111 \cdot 1,111 \\
 &11,111 \cdot 11,111 \\
 &111,111 \cdot 111,111 \\
 &1,111,111 \cdot 1,111,111 \\
 &11,111,111 \cdot 11,111,111 \\
 &111,111,111 \cdot 111,111,111
 \end{aligned}
 =
 \begin{aligned}
 &1 \\
 &121 \\
 &12,321 \\
 &1,234,321 \\
 &123,454,321 \\
 &12,345,654,321 \\
 &1,234,567,654,321 \\
 &123,456,787,654,321 \\
 &12,345,678,987,654,321
 \end{aligned}$$



κύρια «λειτουργία» μας;

- Alex Proyas, "Knowing", 2009



ακόμη δεν το πιστεύετε;

According to a research study at Cambridge University, it doesn't matter in what order the letters in a word are, the only important thing is that the first and last letter be in the right place. The rest can be a total mess and you can still read it without problem. This is because the human mind does not read every letter by itself, but the word as a whole.

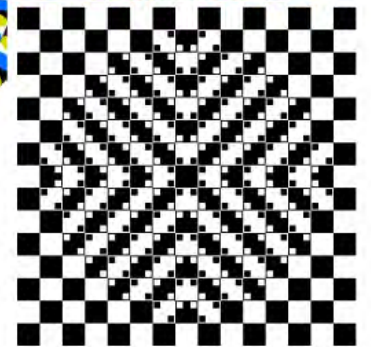
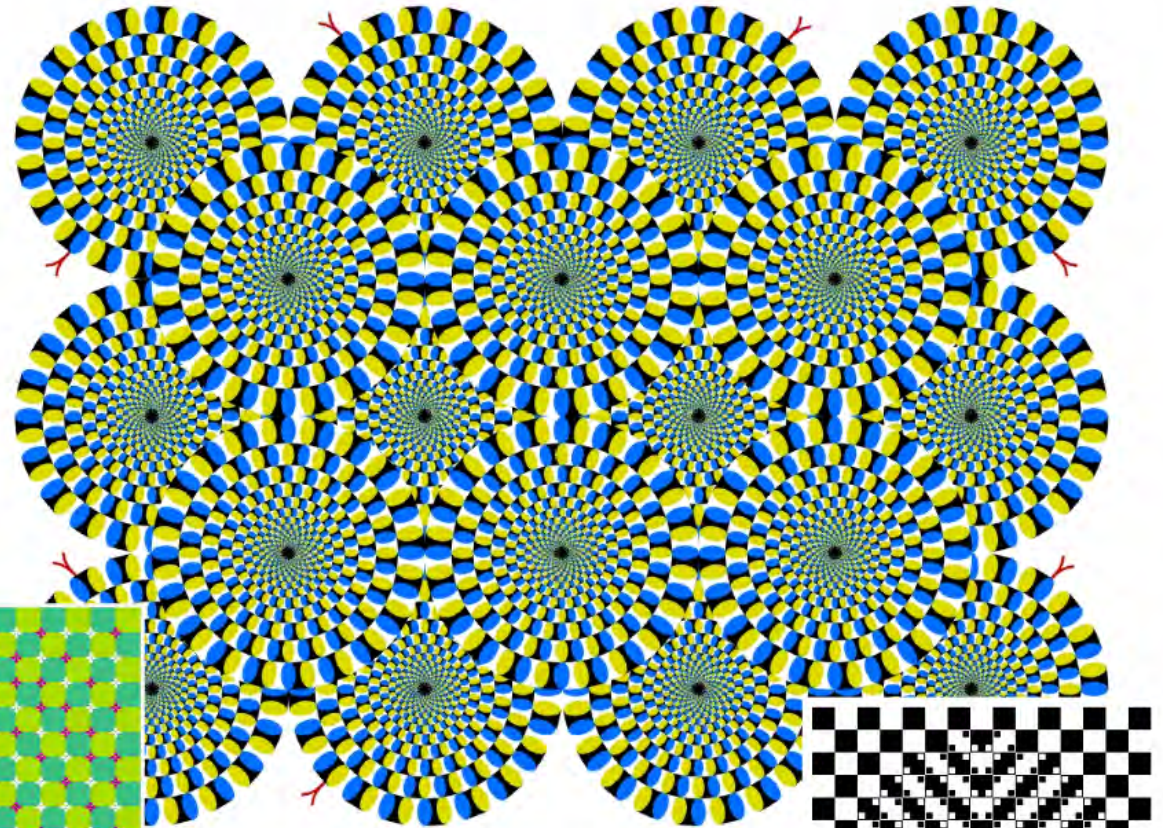
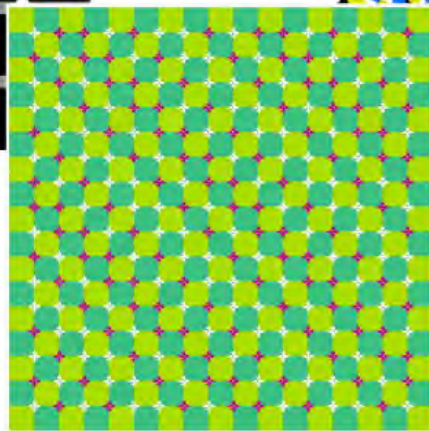
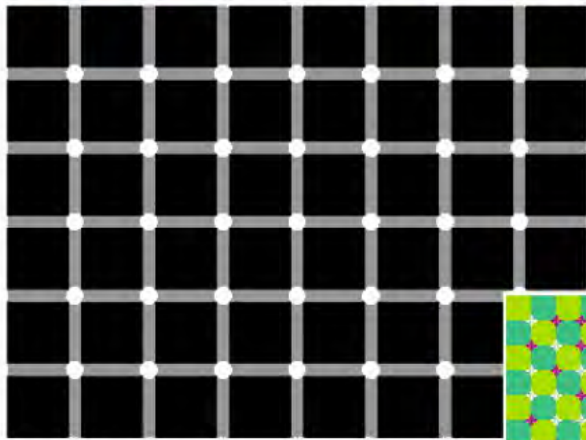
ΣΩΜΦΥΝΑ ΜΕ ΕΝΡΕΥΑ ΠΟΥ ΕΝΓΙΕ ΣΤΟ ΠΗΝΑΣΤΠΕΜΙΙΟ ΤΟΥ ΣΜΑΒΡΙΔΓΕ, ΔΕΝ ΕΕΧΙ ΣΜΗΑΙΣΑ Η ΣΡΕΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΟΙΠΑ ΕΝΙΝΤΜΦΑΖΟΑΙ ΤΑ ΓΑΜΜΡΤΑΑ ΣΕ ΜΙΑ ΛΞΗΗ. ΤΟ ΜΝΟΟ ΣΜΗΝΤΑΚΙΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΩΡΤΟ ΚΑΙ ΤΟ ΤΕΤΥΛΕΑΙΟ ΓΑΜΜΡΑ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΗ ΣΣΤΩΗ ΘΣΕΗ. ΑΤΥΟ ΣΥΑΙΜΒΝΕΙ ΕΕΙΠΔΗ Ο ΑΘΙΝΝΡΩΠΟΣ ΕΓΚΦΑΛΕΟΣ ΔΕ ΔΒΑΖΙΑΕΙ ΤΗ ΛΞΗΗ ΑΤΥΗ ΚΑΑΘΥΤΗ ΑΛΛΑ ΣΑΝ ΣΝΟΛΥΟ.

ΕΥΝΤΠΣΙΑΩΚΟ Ε;



μπορούμε να αναγνωρίσουμε πρότυπα σωστά;

ΚΙΤΡΙΝΟ ΜΠΛΕ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
ΜΑΥΡΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΠΡΑΣΙΝΟ
ΒΙΟΛΕΤΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΟΚΚΙΝΟ
ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΥΡΟ
ΜΠΛΕ ΚΟΚΚΙΝΟ ΒΙΟΛΕΤΙ
ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΠΛΕ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ

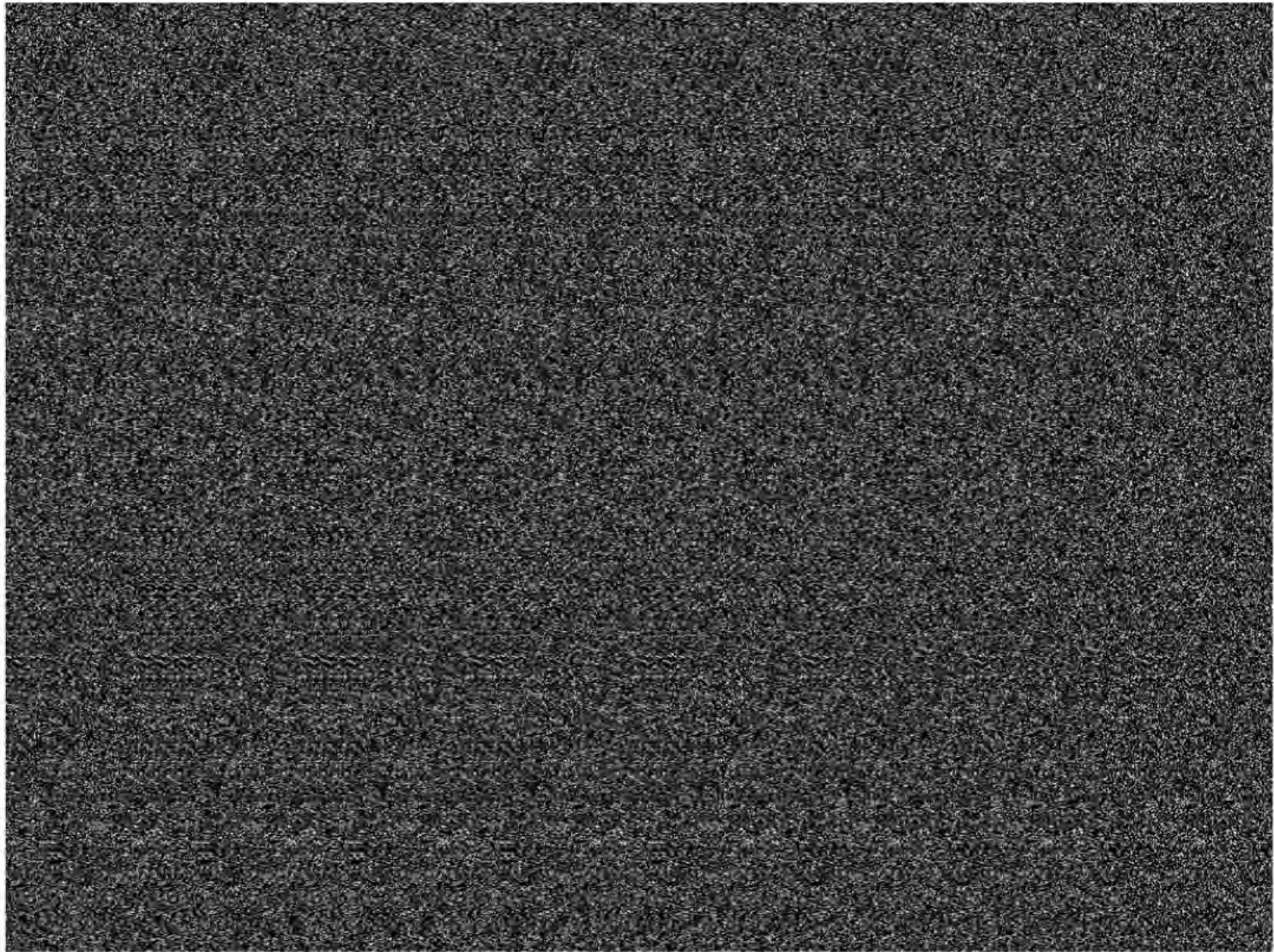


μπορούμε να αναγνωρίσουμε πρότυπα σωστά;

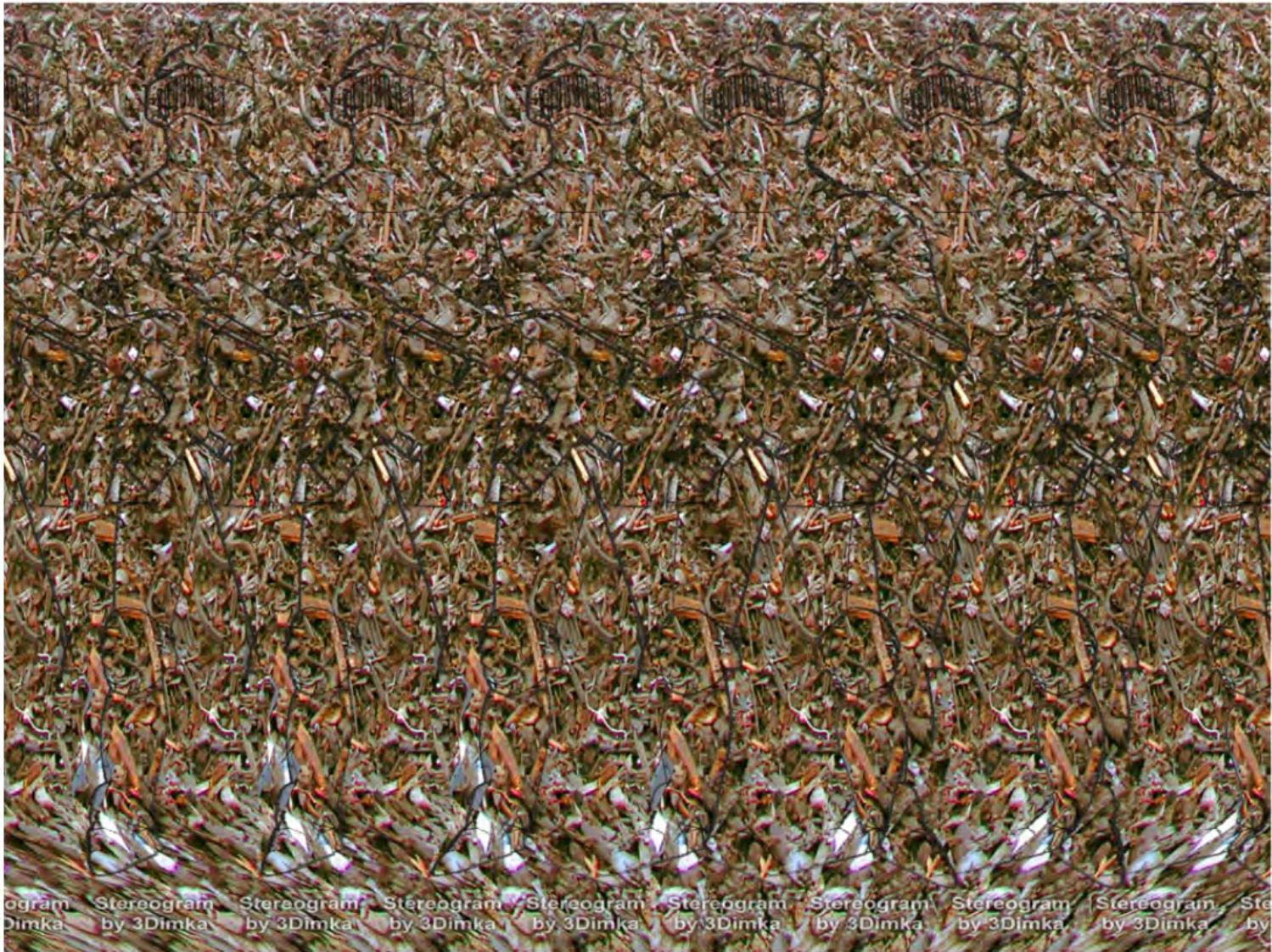
	0	25	50	75	100
ok	14159265358979323846264338327950288419716939937510	5820974944592307816406286	2089986280348253421170679		
	98336733624406566430860213949463952247371907021798	6094370277053921717629317	6752384674818467669405132		
	38095257201065485863278865936153381827968230301952	0353018529689957736225994	1389124972177528347913151		
	32116534498720275596023648066549911988183479775356	6369807426542527862551818	4175746728909777727938000		
	94657640789512694683882525957098258226205224894077	2671947826848260147699090	2640136394437455305068203		
	150760694794518945960945532879710893145669136867	2287489405601015033086179	2868092087476091782493858		
	567945208095465502222160108192014209376213785595	6638937787083039069792077	3467221825625996615014215		
	67111369902658516198115010701651511685171437657618	3515565088490998985998238	7345528331635507647918535		
	66557309234714035785375340882065310989652691862056	4769312570586356620185581	0072936065987648611791045		
	93897131117804397828384750330319889151402870808599	0480109412147221317947647	7726224142548545403321571		
5k	5695162085964575021631598193195167153812974167729	4786724229246543668009806	7692823828068996400482435		
	945612717134078330336254222773944075382437205835	3114771199260638133467768	7969597030983391307710987		
	2901618766193740616342522577194291229919306455377	9914037340432875262888963	9958794757291746426357455		
	4611996533581538420568533862188725233402830871123	2827892125077126294632295	6398989893582116745627010		
	4460477122315095054973742562600404037781986835938	1465741268049256487985561	4537234786733039046883834		
	3776700961207151249140430272538807882363414334623	5189757664521641376796903	1495019108575984423919862		
	57710284027998066365825488926488035456610172967026	6407655904290994568150652	6530537182941270336931378		
	34080053559849175417381883999148978867626551658276	5848358845314277568790029	0951702835297163445621296		
	95889706953653494060340226654437558900456328822505	4525564056448246515187547	1196218443965825337543885		
	55105008019086996033027474787081081754501193071412	2339086639383395294257869	0507643100638351983438934		
10k	56672279661988578279454881582437751874454551296563	4434803966420557982936804	3522027709842942325330225		
	02739007497297363549645305886606410611964961627734	4951827369558822075735517	6651589855190986665393549		
	38315912568989295196427287577948910272534366941532	3610045373048819855170659	4121735246258954873016760		
	26691783525870785951298344173951510537885534573742	6085902908176515578039059	4640873506123226112009373		
	6435495561868964112282140753102633104241048967835	2858829024367090488711819	0909494533144218287661810		
	739125188550103100333032511174915869174502714943	3151558854039221640972291	0112903552181576282328318		
	47254703185861399199968262824727064333622217892390	3176085428943733935618891	6512504244040089527198378		
	522093570628384648528514903073320791996882851718	3953669134522244470804592	3966028171565515656661113		
	815374099114399879825989109911712018283025848112	3890119682214294576675807	1865380650648702613389282		
	5829486291388709189580898320123011843034012849511	6203534280144127617285830	2435598300320420245120728		
15k	442685327387311193143747732187587993348152522857	4526379628961269157235798	6620573408375766873884266		
	7772370045180841942704872740680359605998390548985	7235467456423905858502167	1903139526294455439131663		
	3066988317583110011311000043193903108014378433415	1370924353013677631084913	5161564226984750743032971		
	60298416692234897115090819271865849287704039564	8127810217991321741630581	055459880130048456086551		
	226448209102335447232302000063518899133082889108	4555711266039650343978962	782500161101532321501965		
	6777432242768091323654494853667680000018626248547	3055861598999140170769838	548318875014293890895068		
	64644119185682770045742434340216722764455893301277	8158686952506949936461017	568506016714535435684801		
	9006664080631407775725705630729400492940302420498	41656547973767054855804458	65720227637840465215985		
	33005386216347988509469547200479523112015043293226	6282727632177908840087861	14802214753765781058197022		
	165426169685867883726095877456761825072759929508931	8052187292461086763995891	16145855058397274209809097		

π





stereograms.-



ogram
Dimka

Stereogram
by 3Dimka

Stereogram
by 3Dimka

Stereogram
by 3Dimka

Stereogram
by 3Dimka

Stereogram
by 3Dimka

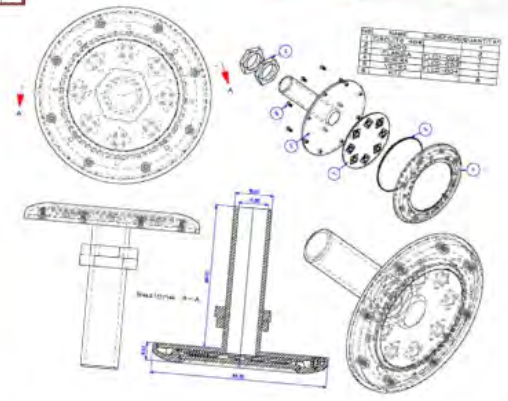
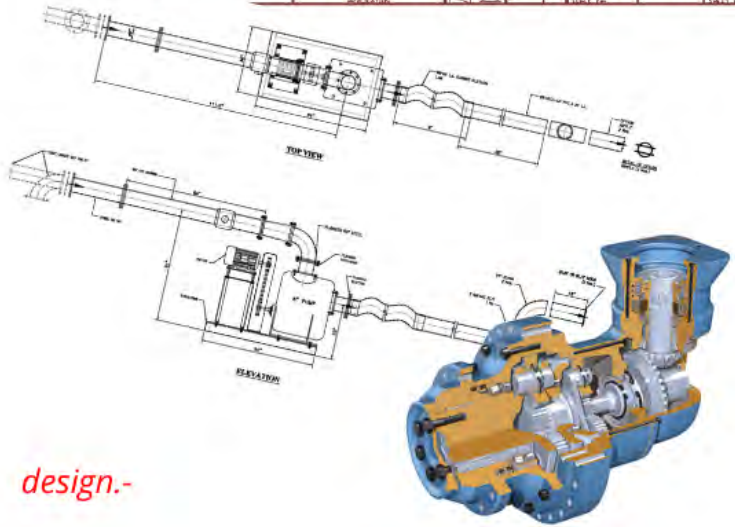
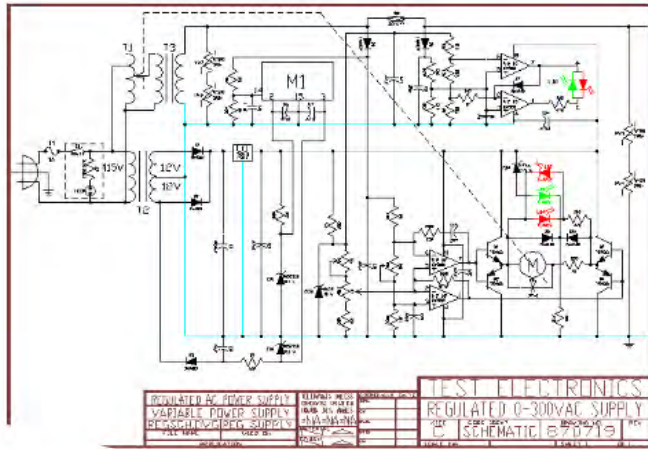
Stereogram
by 3Dimka

Stereogram
by 3Dimka

Stereogram
by 3Dimka

Ste
by

φτιάχνουμε πρότυπα;



design.-

φτιάχνουμε πρότυπα;



<http://icd.teiser.gr/>



George Pavlidis

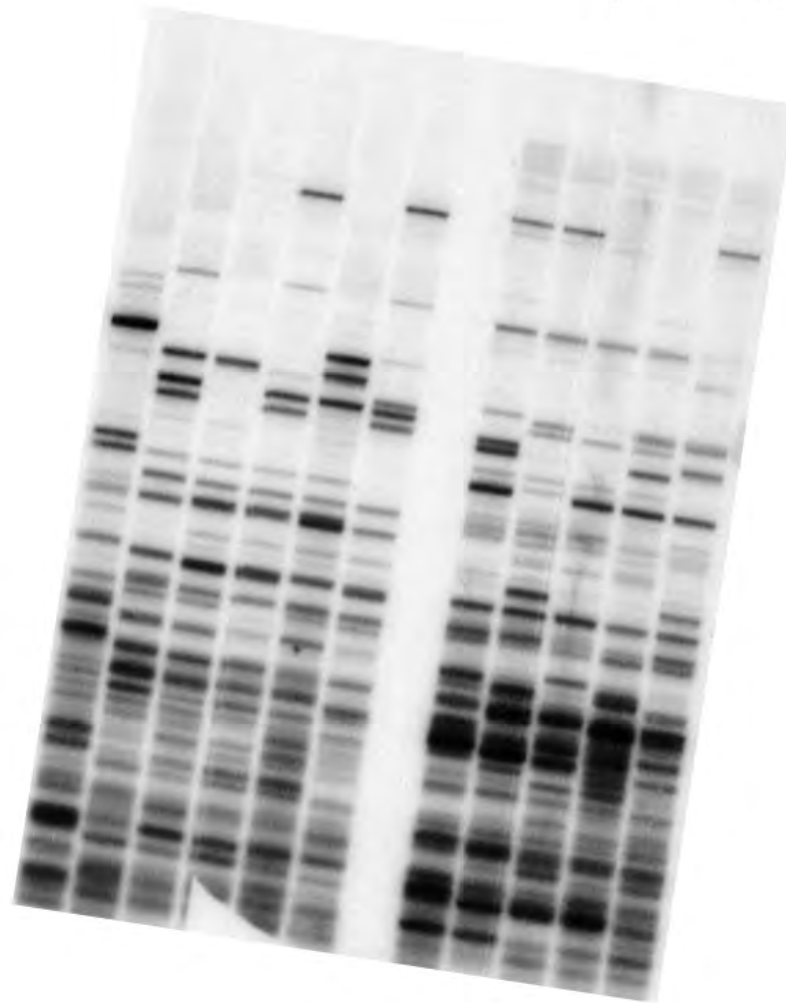


<http://sepdek.net>



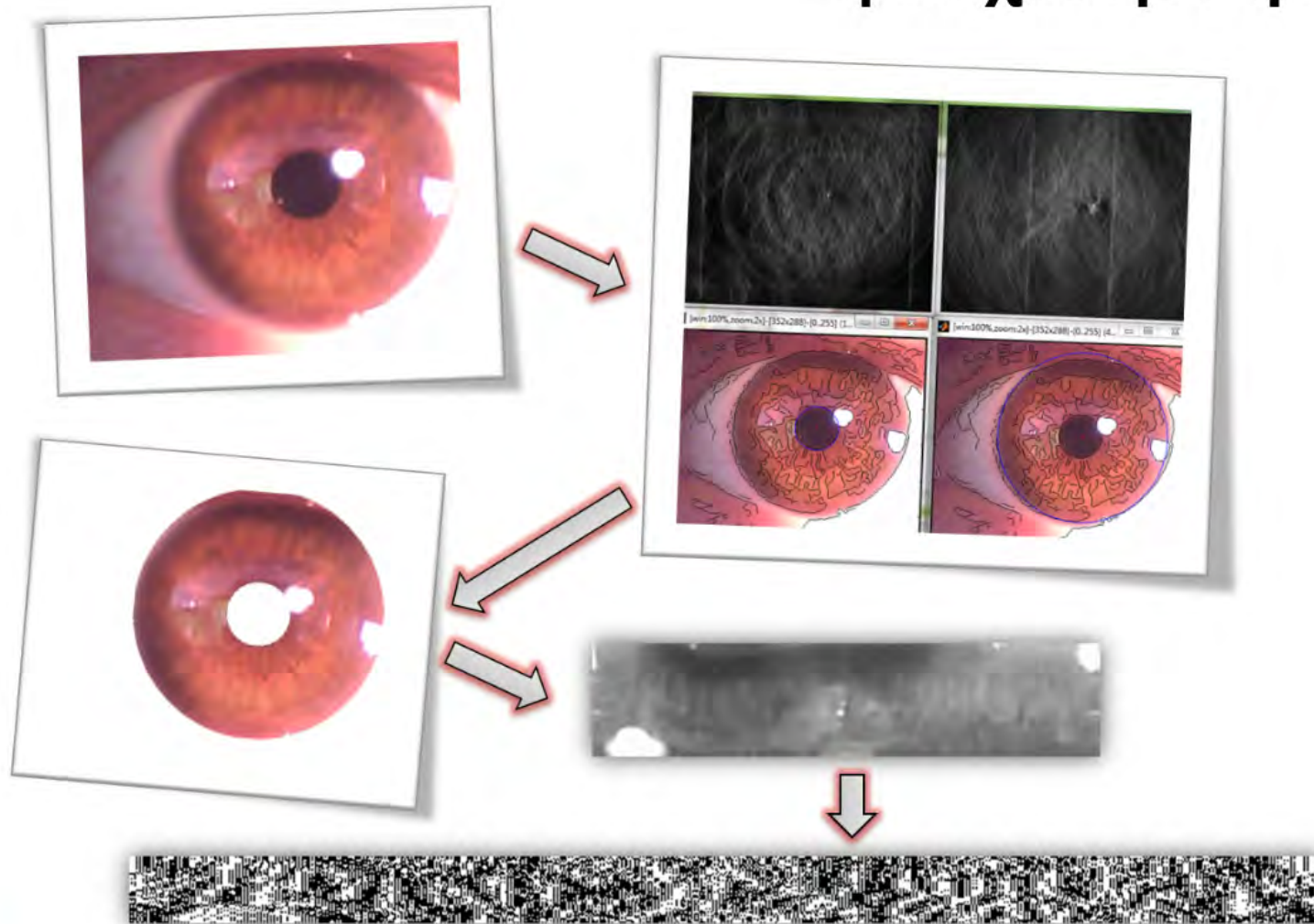
X-codes.-

φτιάχνουμε πρότυπα;



DNA (PCR).-

φτιάχνουμε πρότυπα;



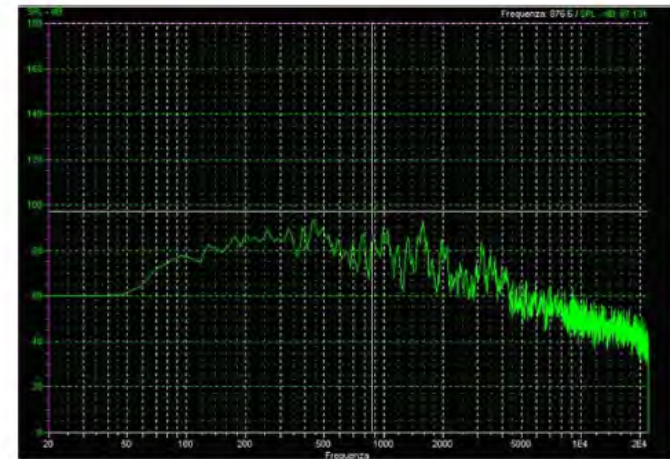
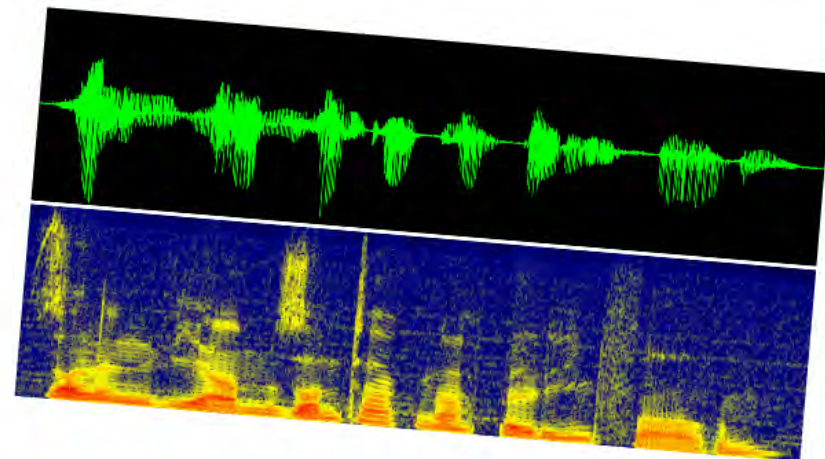
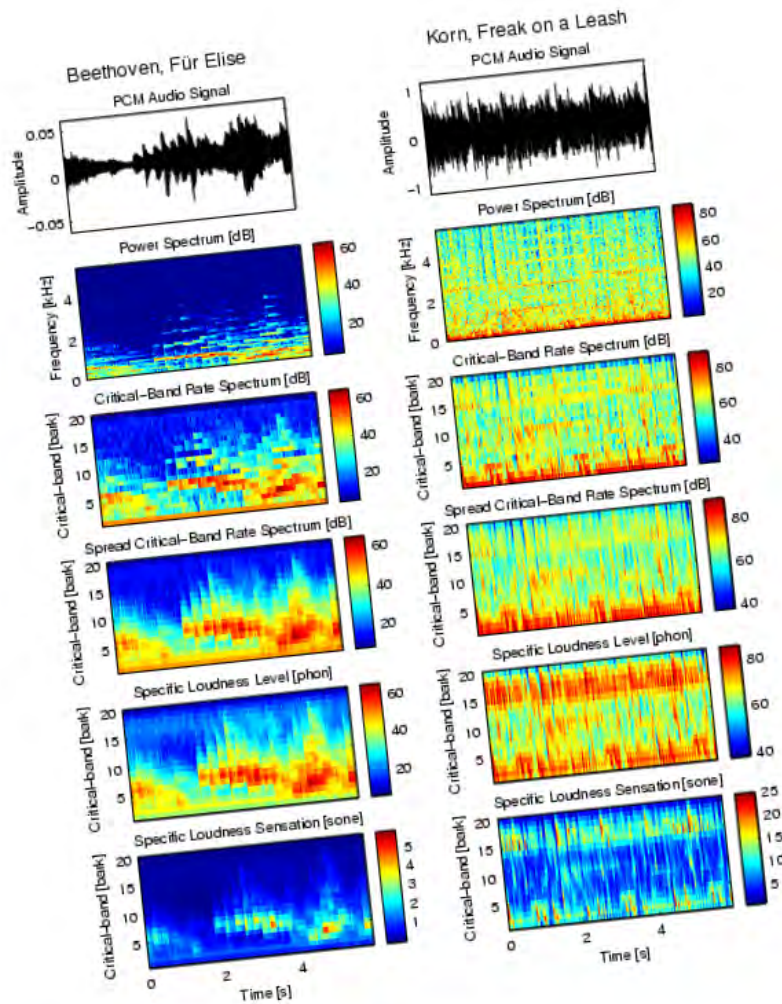
iris.-

φτιάχνουμε πρότυπα;



finger.-

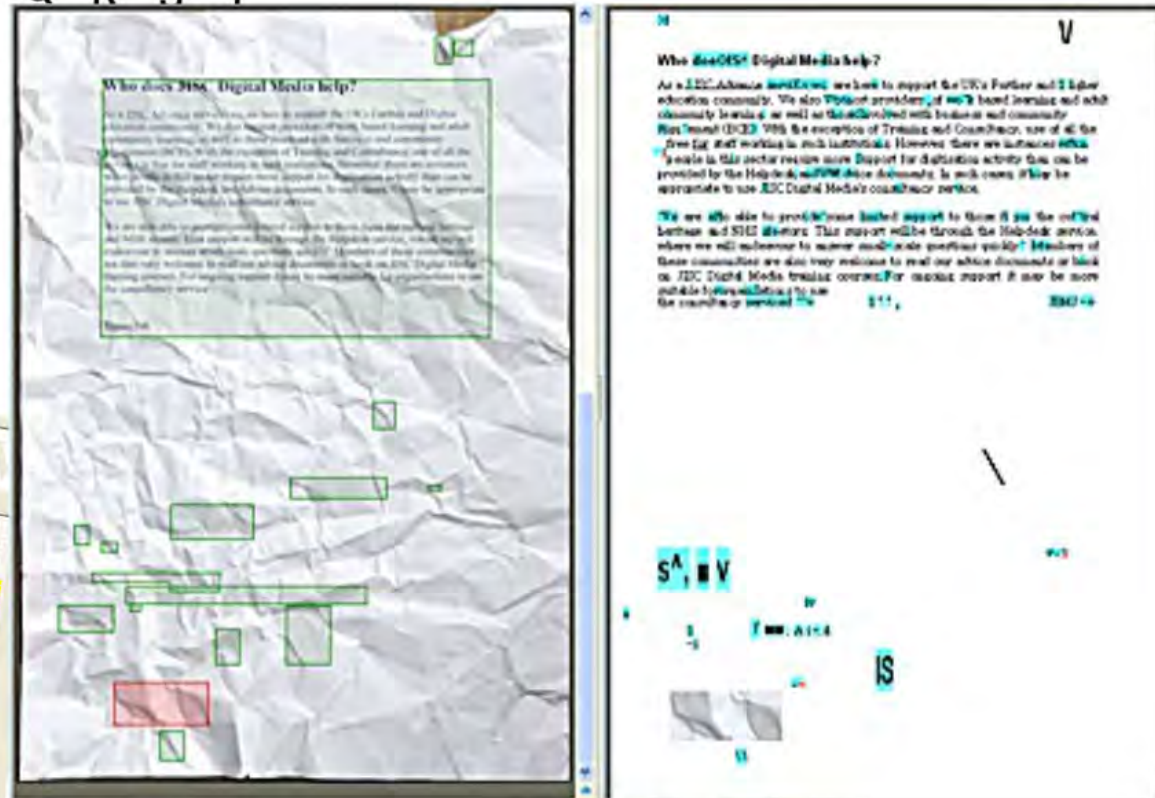
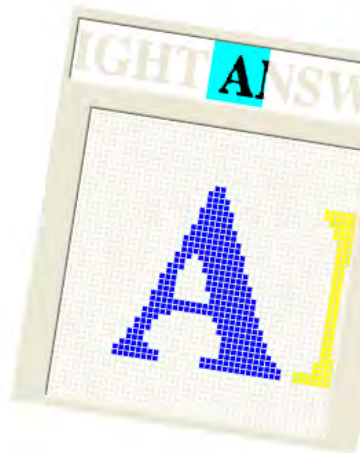
φτιάχνουμε πρότυπα;



Sound/voice.-

φτιάχνουμε πρότυπα;

A B C D E F G H I J
K L M N O P Q R S T
U V W X Y Z
e f g h i j
o p q r s t
y z 0 1 2 3
8 9 @ # \$ %



text.-

φτιάχνουμε πρότυπα;

Write these characters on the Left side of the writing area

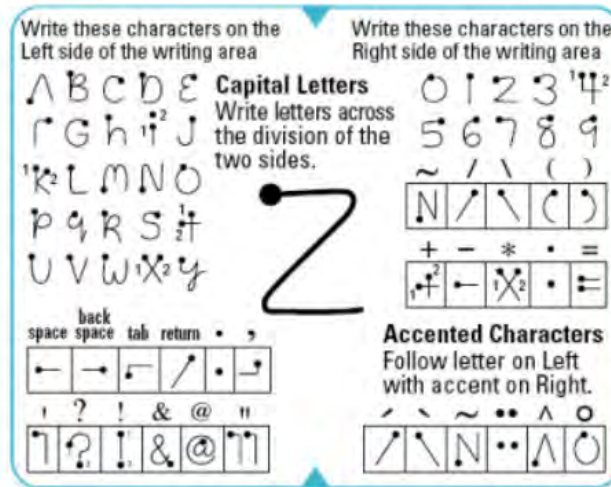
Write these characters on the Right side of the writing area

Capital Letters
Write letters across the division of the two sides.

0 1 2 3 4²
5 6 7 8 9
~ / \ ()
+ - * · =
·² - 1 X² · =

Accented Characters
Follow letter on Left with accent on Right.

← → ↵ ↶ ↷
! ? ! & @ #
! ? ! & @ #



Notes finger Done

Today Apr 24 4:32 PM

finger|

finger

한글 ABC 123

123 space return



Recognition Training

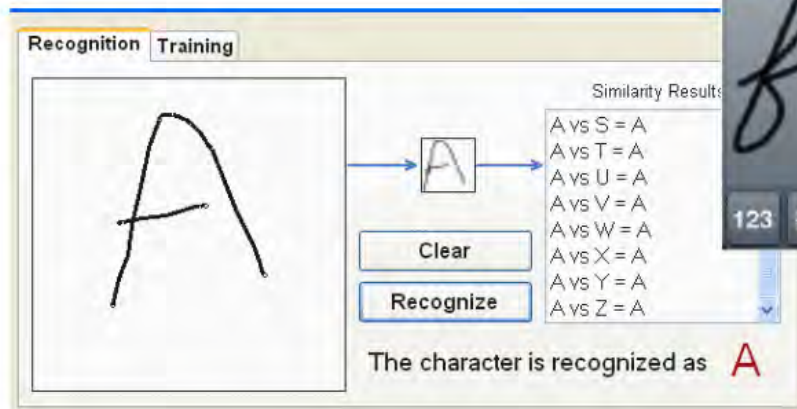
A

Clear Recognize

Similarity Results

- A vs S = A
- A vs T = A
- A vs U = A
- A vs V = A
- A vs W = A
- A vs X = A
- A vs Y = A
- A vs Z = A

The character is recognized as A



handwriting.-

ακόμη και για να νικούμε τη μηχανή.-

Match the Characters in the Picture Help

To start resetting your password, type your e-mail address and the characters shown in the picture below. [Why?](#)

E-mail address:

Picture:  ⌂ ↻

The picture contains 6 characters.

Characters:

clear pretense

Type the two words:

↻ ⌂ ↻

no CAPTCHA
stop spam.
read books.

R*35 Skater

Type the two words:

↻ ⌂ ↻

no CAPTCHA
stop spam.
read books.

oblivent noticeable

Type the two words:

↻ ⌂ ↻

no CAPTCHA
stop spam.
read books.

Security Check

Enter **both** words below, separated by a space.
Can't read the words below? Try different words or an audio captcha.

79th **slipper**

Text in the box:

What's This?

γιατί;

- Παντού «βλέπουμε» πρότυπα
- Όταν δε βλέπουμε πρότυπα
 - Ψάχνουμε να τα βρούμε με διάφορους τρόπους
 - Καθοδηγούμενοι από την ανάγκη
 - για επιβίωση
 - για εξέλιξη
 - (βελτίωση πιθανοτήτων επιβίωσης;)
 - δημιουργία μηχανών που θα το κάνουν για εμάς
 - μαθαίνοντας πώς το κάνουμε εμείς...
 - με κριτήριο τη δική μας θεώρηση για τον κόσμο
 - για δική μας ευκολία
 - για δική μας ασφάλεια
 - για αύξηση παραγωγικότητας
 - για βελτίωση συνθηκών εργασίας



αναγνώριση προτύπων.-

- Επιστημονικός κλάδος που ασχολείται με
 - εύρεση μεθόδων ταξινόμησης προτύπων (classification)
 - σε κατηγορίες ή κλάσεις ή τάξεις (classes)
- Σύνολο όμοιων προτύπων ορίζει μια σύλληψη ή ιδέα (concept)



Συμβάντα των συλλήψεων των γραμμάτων Β, Δ

αναγνώριση προτύπων.-

- Διαδικασία που περιλαμβάνει



ορισμοί από βιβλιογραφία.-

- Duda & Hart
 - “Η απόδοση σε ένα αντικείμενο ή γεγονός σε μία από πολλές προκαθορισμένες κατηγορίες”
- Fukunaga
 - “Πρόβλημα εκτίμησης συναρτήσεων πυκνότητας σε χώρο πολλών διαστάσεων και διαίρεσης του χώρου σε περιοχές κατηγοριών ή κλάσεων”
- Ripley
 - “Δεδομένων δειγμάτων σύνθετων σημάτων και των σωστών περί αυτών αποφάσεων, λήψη αυτόματων αποφάσεων για μια ακολουθία δειγμάτων στο μέλλον”
- Schalkoff
 - “Η επιστήμη που ασχολείται με την περιγραφή ή ταξινόμηση (αναγνώριση) μετρήσεων”
- Schürmann
 - “Η διαδικασία απόδοσης ονομάτων σε παρατηρήσεις”
- Morse
 - Η αναγνώριση προτύπων ασχολείται με την απάντηση στο ερώτημα “Τι είναι αυτό;”

παραδείγματα εφαρμογών.-

Problem Domain	Application	Input Pattern	Pattern Classes
Document image analysis	Optical character recognition	Document image	Characters, words
Document classification	Internet search	Text document	Semantic categories
Document classification	Junk mail filtering	Email	Junk/non-junk
Multimedia database retrieval	Internet search	Video clip	Video genres
Speech recognition	Telephone directory assistance	Speech waveform	Spoken words
Natural language processing	Information extraction	Sentences	Parts of speech
Biometric recognition	Personal identification	Face, iris, fingerprint	Authorized users for access control
Medical	Computer aided diagnosis	Microscopic image	Cancerous/healthy cell
Military	Automatic target recognition	Optical or infrared image	Target type
Industrial automation	Printed circuit board inspection	Intensity or range image	Defective/non-defective product
Industrial automation	Fruit sorting	Images taken on a conveyor belt	Grade of quality
Remote sensing	Forecasting crop yield	Multispectral image	Land use categories
Bioinformatics	Sequence analysis	DNA sequence	Known types of genes
Data mining	Searching for meaningful patterns	Points in multidimensional space	Compact and well-separated clusters

σύστημα αναγνώρισης προτύπων.-

- Σύστημα αναγνώρισης προτύπων
 - Ταξινομητής (classifier)
 - Επιτελεί δύο κύριες εργασίες
 - Εκπαίδευση (training)
 - προσδιορίζονται κλάσεις ή συγκεντρώσεις των προτύπων
 - ρυθμίζονται παράμετροι του συστήματος ταξινόμησης
 - ώστε να είναι ικανό να ταξινομήσει πρότυπα σε σωστές κλάσεις
 - Ταξινόμηση (classification)
 - Με την ταξινόμηση αποδίδεται ένα πρότυπο σε μία κλάση ή σε μία συγκέντρωση

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΕΝΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΤΗ.-

- Πρότυπα παρουσιάζονται ως «ιδεατά»
 - Σύνολο εκπαίδευσης (training set)
 - Μέθοδοι εκπαίδευσης
 - Εκπαίδευση με επόπτη (supervised learning)
 - γνωστή η κλάση για κάθε πρότυπο του συνόλου εκπαίδευσης
 - επιδιώκεται ο προσδιορισμός των κλάσεων
 - Εκπαίδευση χωρίς επόπτη (unsupervised learning)
 - δεν είναι γνωστή η κλάση για κάθε πρότυπο του συνόλου εκπαίδευσης
 - αναζητούνται οι συγκεντρώσεις των προτύπων – ομαδοποίηση (clustering)

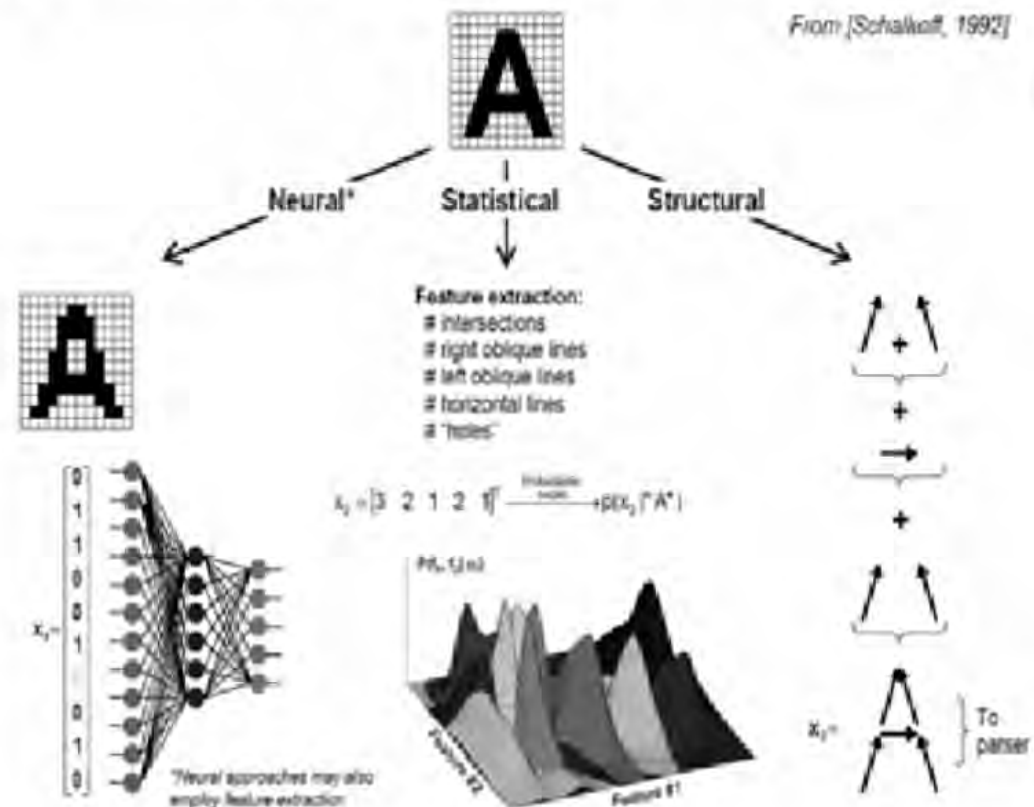
Βασικές προσεγγίσεις.-

- Στατιστική
 - Η ταξινόμηση βασίζεται στα στατιστικά χαρακτηριστικά των προτύπων ή των κλάσεων
- Δομική ή Συντακτική
 - Η ταξινόμηση βασίζεται σε εκτίμηση δομικής ομοιότητας μεταξύ προτύπων με χρήση «γραμματικής»
- Νευρωνικά δίκτυα (neural nets)*
 - Η ταξινόμηση βασίζεται στην απόκριση ενός δικτύου μονάδων επεξεργασίας (νευρώνες) σε μια διέγερση (πρότυπο)
 - Σημαντικά πλεονεκτήματα
 - Ελάχιστες απαιτήσεις πρότερης γνώσης
 - Ικανοποιητική απόδοση για κάθε σύνθετο πρόβλημα

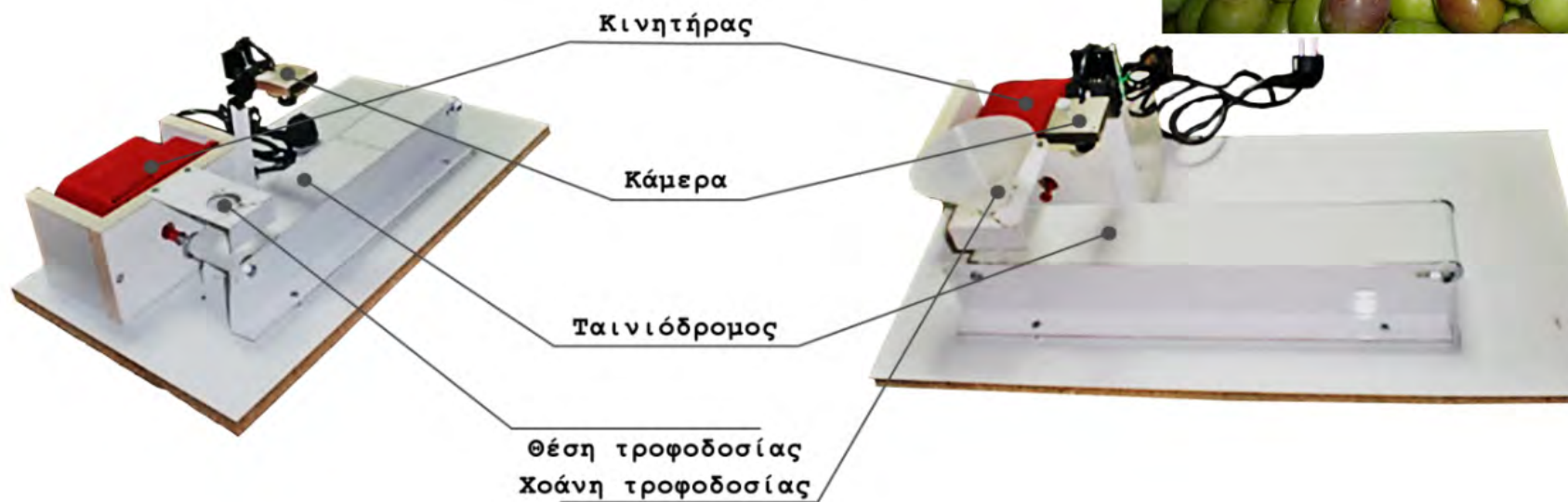
* Επίσης Artificial Neural Networks (ANN)

Βασικές προσεγγίσεις.-

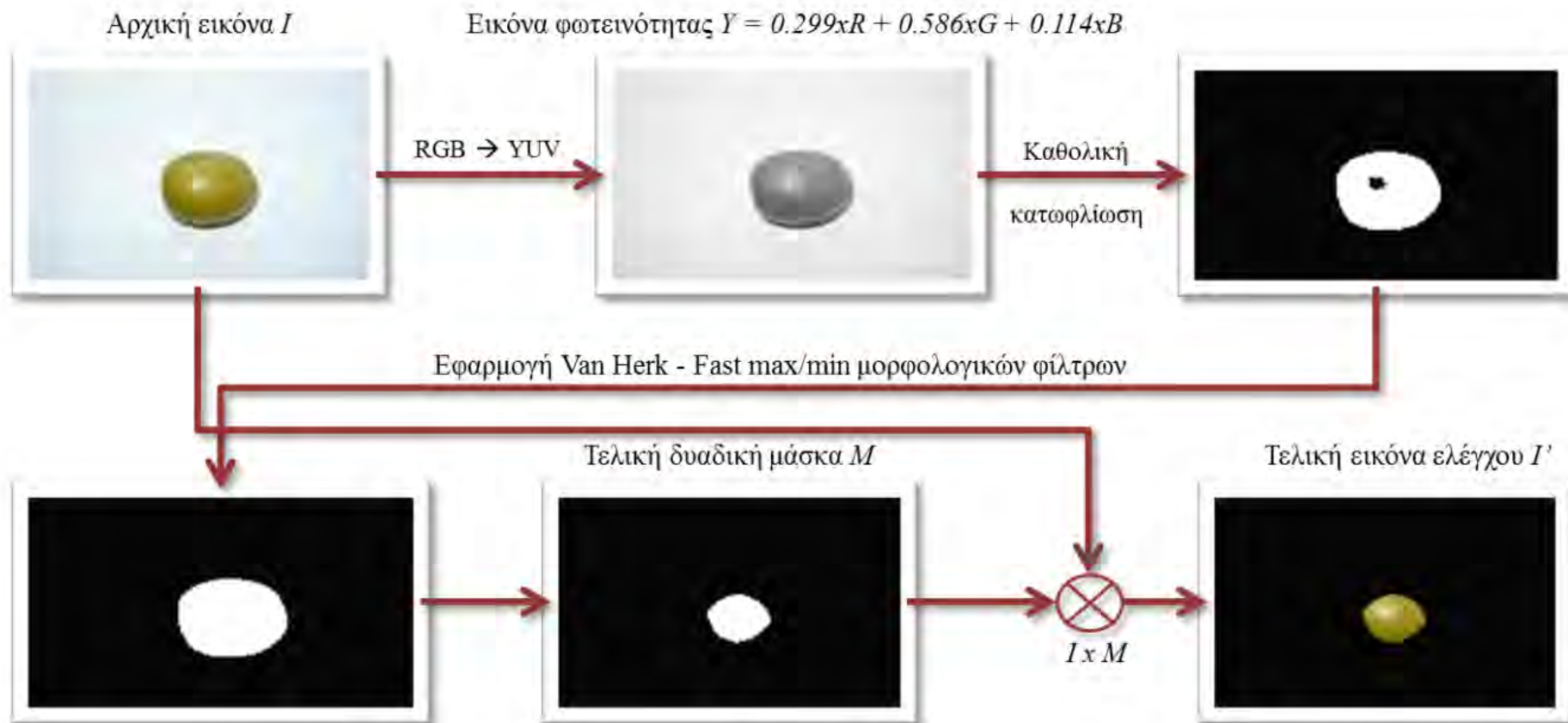
- Επιλογή προσέγγισης ανάλογα με τη φύση του προβλήματος



παράδειγμα-χρωματοδιαλογή ελιάς.-

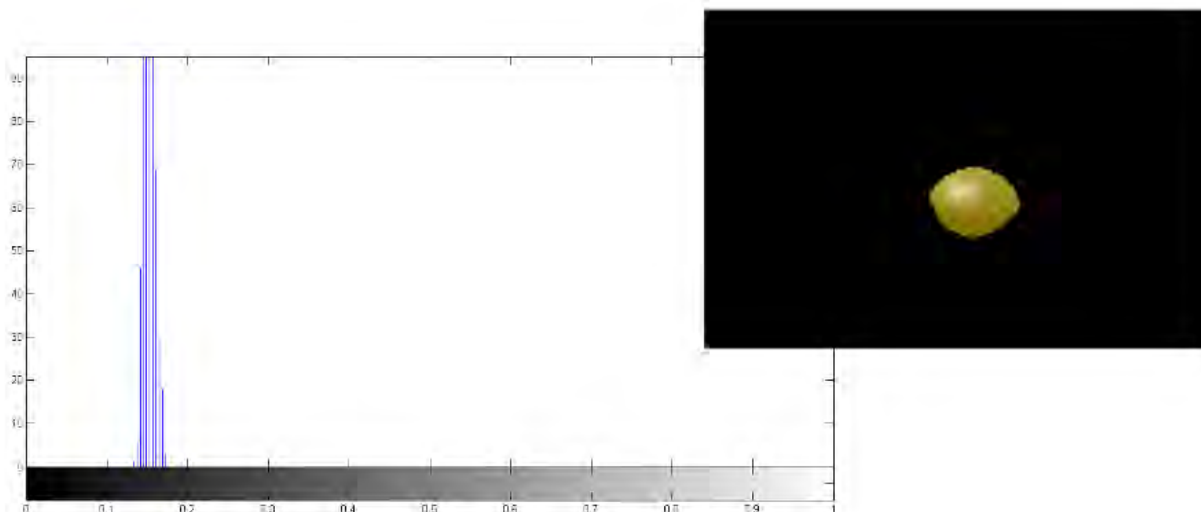
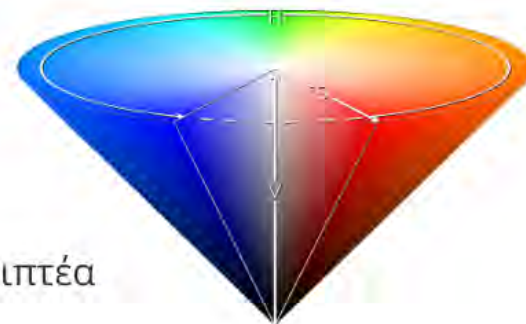


παράδειγμα-χρωματοδιαλογή ελιάς.-

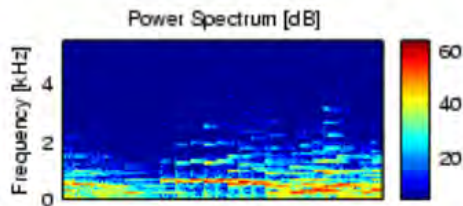
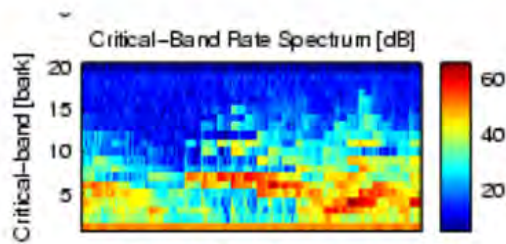
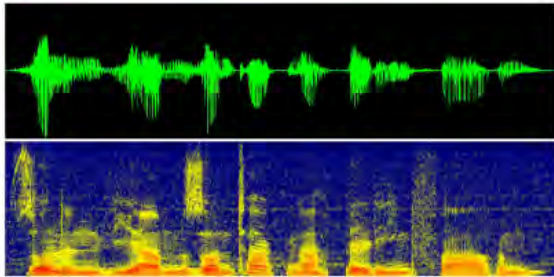


παράδειγμα-χρωματοδιαλογή ελιάς.-

- Αποδοχή ή απόρριψη
 - Έλεγχος χρωματικότητας στο χρωματικό χώρο HSV
 - Μελέτη εύρους τιμών απόχρωσης Hue (H)
 - [0.06, 0.1) αποδεκτή ελιά καφέ χρώματος
 - [0.1, 0.3] αποδεκτή ελιά πράσινου χρώματος
 - Σε κάθε άλλη περίπτωση η ελιά χαρακτηρίζεται απορριπτέα



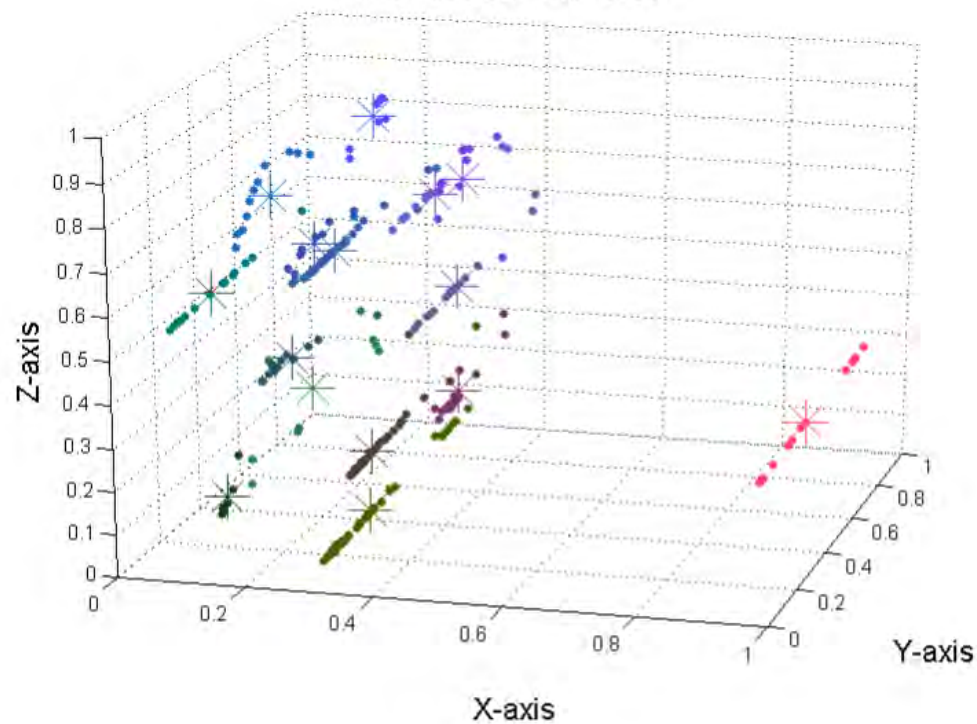
παράδειγμα-γαλαξίες της μουσικής.-



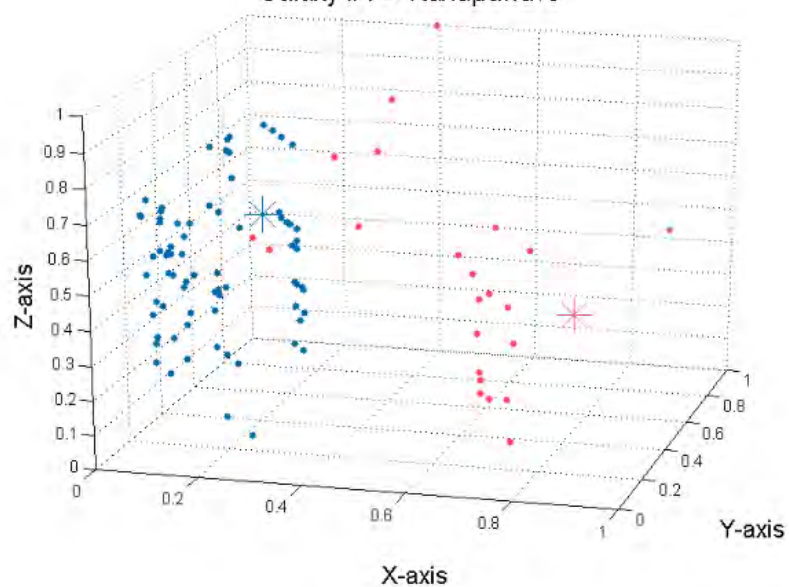
Τίτλος	Είδος	Χαρακτηριστικό είδους	Δείγμα	Μέτρο	Ρυθμός	Βεβαιότητα
Αυτά τα μάτια τα γλυκά	Συρτό	115 1419 204 8122 1 3 108 4726 1 -11 0 1 0 -0 0 0 0 -0 0 0 0 1 171 120 0 2 4 72 79 1 -1 1811	http://195.251.3.13/audio_thumbnails/CETI.EPM.SYR.BHM.009.010.sample.wav	2/4	46.68	81.00
Η Σταυρούλα	Συρτό	111 6068 202 27143 1 3 97 7420 1 -16 2 1 0 -0 0 0 0 -0 0 0 0 1 43 200 0 6 4 70 81 4 1 1329	http://195.251.3.13/audio_thumbnails/CETI.EPM.SYR.BHM.009.011.sample.wav	2/4	86.13	50.00
Να'χα νεράντζι	Συρτό	134 1534 258 11735 1 2 113 3371 1 -10 1 1 0 -0 0 0 0 -0 0 0 0 1 150 171 0 2 4 52 62 2 -9 1109	http://195.251.3.13/audio_thumbnails/CETI.EPM.SYR.BHM.009.012.sample.wav	2/4	80.75	66.00

παράδειγμα-γαλαξίες της μουσικής.-

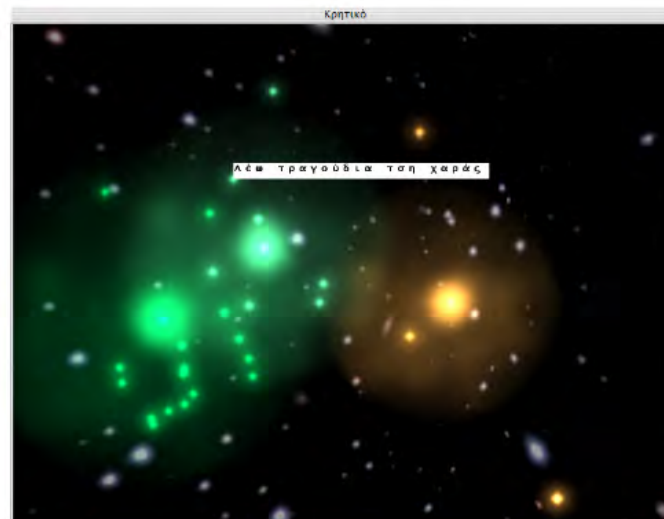
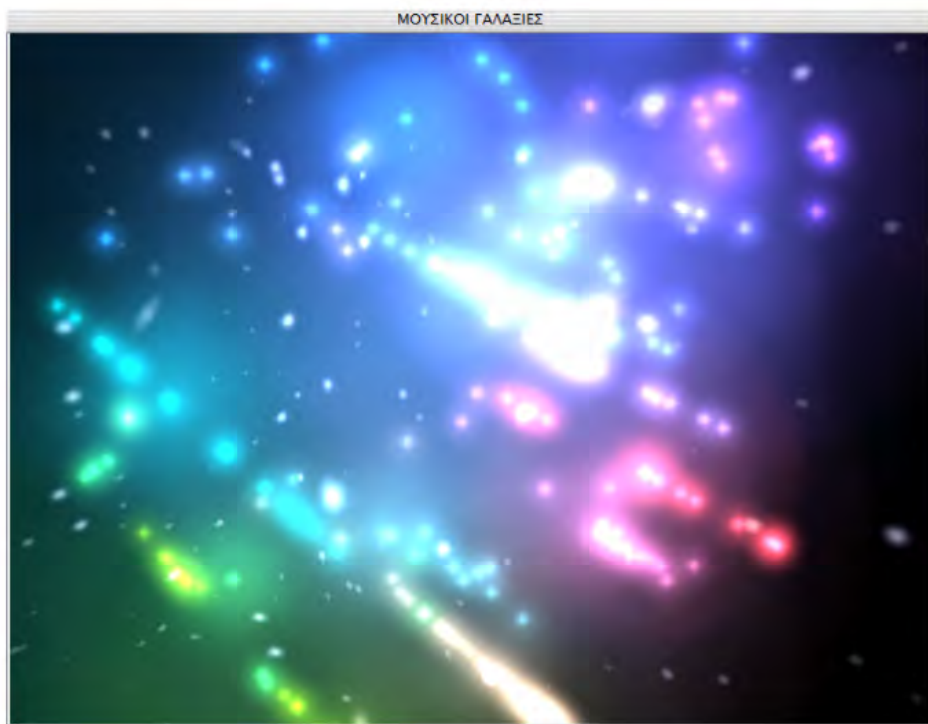
The Musical Universe



Galaxy #1 -- Καλαματιανό

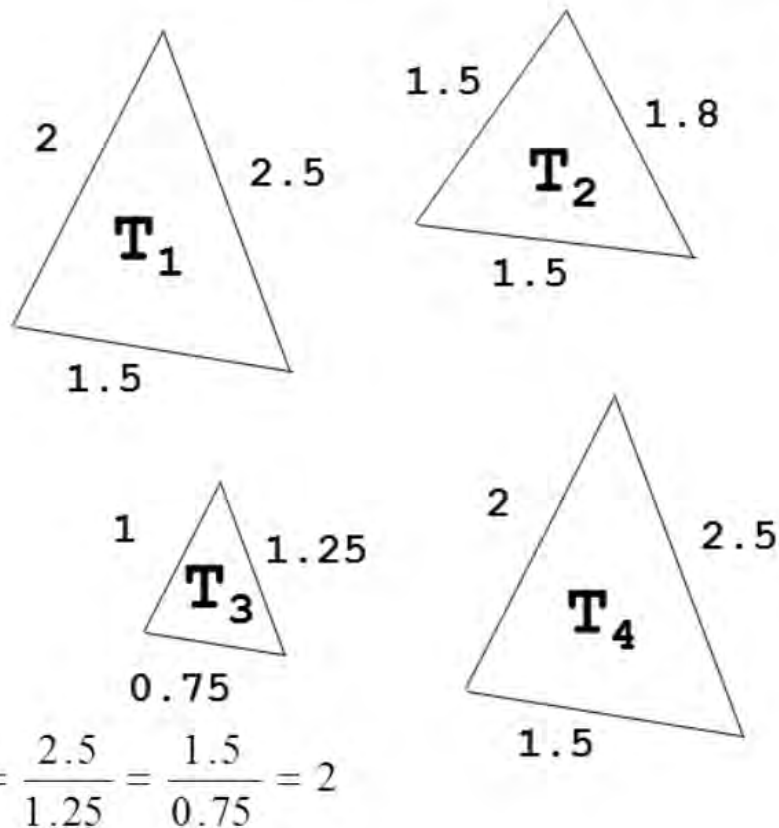


παράδειγμα-γαλαξίες της μουσικής.-



περί ομοιότητας και ισότητας.-

- Από τον κόσμο των τριγώνων
 - Όμοια: σταθερή αναλογία πλευρών



Χώρος των χαρακτηριστικών: τα μήκη των πλευρών

T1: (2 , 2.5 , 1.5)

T2: (1.5 , 1.8 , 1.5)

T3: (1 , 1.25 , 0.75)

T4: (2 , 2.5 , 1.5)

$$D_E(T_1, T_2) = \sqrt{(2 - 1.5)^2 + (2.5 - 1.8)^2 + (1.5 - 1.5)^2} = 0.86$$

$$D_E(T_1, T_3) = \sqrt{(2 - 1)^2 + (2.5 - 1.25)^2 + (1.5 - 0.75)^2} = 1.77$$

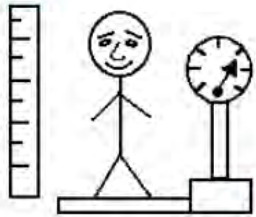
$$D_E(T_1, T_4) = \sqrt{(2 - 2)^2 + (2.5 - 2.5)^2 + (1.5 - 1.5)^2} = 0$$

$$\cos(\theta_{12}) = \frac{2 \cdot 1.5 + 2.5 \cdot 1.8 + 1.5 \cdot 1.5}{\sqrt{2^2 + 2.5^2 + 1.5^2} \cdot \sqrt{1.5^2 + 1.8^2 + 1.5^2}} = 0.99$$

$$\cos(\theta_{13}) = \frac{2 \cdot 1 + 2.5 \cdot 1.25 + 1.5 \cdot 0.75}{\sqrt{2^2 + 2.5^2 + 1.5^2} \cdot \sqrt{1^2 + 1.25^2 + 0.75^2}} = 1$$

το πρόβλημα ύψους-βάρους.-

ύψος



βάρος

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \mathbf{x}$$

$$\mathbf{x}_1 = \begin{bmatrix} 185 \\ 85 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{x}_6 = \begin{bmatrix} 175 \\ 112 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{x}_3 = \begin{bmatrix} 182 \\ 115 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{x}_{14} = \begin{bmatrix} 143 \\ 80 \end{bmatrix}$$

Π (πρότυπο)	Υ (ύψος σε εκ.)	Β (βάρος σε κιλά)
Π1	185	85
Π2	185	82
Π3	182	115
Π4	180	80
Π5	178	78
Π6	175	112
Π7	171	114
Π8	160	58
Π9	160	55
Π10	155	62
Π11	150	85
Π12	150	82
Π13	145	84
Π14	143	80

