# ΕΞΟΡΥΞΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

## Εισαγωγή

## Εισαγωγή

Τεράστιος όγκος διαθέσιμων δεδομένων – χρειαζόμαστε μεθόδους για να τα αναλύσουμε

### Τι είναι η Εξόρυξη Δεδομένων

(με δυο λόγια)

Αποδοτικές τεχνικές για να αναλύσουμε πολύ μεγάλες συλλογές από δεδομένα και να εξάγουμε χρήσιμες πληροφορίες από αυτά



## Εισαγωγή

### Παραδείγματα Δεδομένων

Κυβερνητικά: IRS (εφορία), δημογραφικά δεδομένα, «ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ», …

Αρχεία κειμένου ( document data)

- Web ως συλλογή κειμένων: δισεκατομμύρια σελίδες
- Wikipedia: 4 εκατομμύρια λήμματα (που συνεχώς αυξάνονται)
- Online συλλογές επιστημονικών άρθρων

Μεγάλες εταιρίες

- WALMART: 20M συναλλαγές την ημέρα
- MOBIL: 100 TB γεωλογικά σύνολα δεδομένων
- AT&T 300 M κλήσεις την ημέρα
- Εταιρίες πιστωτικών κρατών

Επιστημονικά

- NASA, EOS project: 50 GB την ώρα

Δεδομένα για το περιβάλλον (για παράδειγμα)

http://www.ncdc.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php

- "a database of temperature, precipitation and pressure records managed by the National Climatic Data Center, Arizona State University and the Carbon Dioxide Information Analysis Center"
- "6000 temperature stations, 7500 precipitation stations, 2000 pressure stations"

## Παραδείγματα Δεδομένων

Παράδειγμα: γονιδιακές ακολουθίες genomic sequences
http://www.1000genomes.org/page.php
- Πλήρης ακολουθία για 1000 άτομα
- 310^9 nucleotides για κάθε άτομο → 310^12 nucleotides
- Στην πραγματικότητα ακόμα περισσότερα δεδομένα: ιατρικό ιστορικό ατόμων, γονίδια (gene expression data) κλο

Παράδειγμα: Διαδικτυακά δεδομένα
- Web: 50 δισεκατομμύρια σελίδες διασυνδεδεμένες
- Facebook: 400 εκατομμύρια χρήστες
- MySpace: 300 εκατομμύρια χρήστες
- Instant messenger: ~ 1 δισεκατομμύρια χρήστες
- Blogs: 250 εκατομμύρια blogs





## Εξόρυξη Δεδομένων (Ορισμός)

Πολύ μεγάλα σύνολα δεδομένων (data sets)

(1) η διαδικασία ανακάλυψης (discovery) προτύπων (patterns) που πριν δεν ήταν γνωστά, ισχύουν, είναι πιθανών χρήσιμα και είναι κατανοητά

(2) η ανάλυση τους για να βρούμε μη αναμενόμενες σχέσεις ανάμεσα στα δεδομένα καθώς και να τα συνοψίσουμε με νέους τρόπους που είναι κατανοητοί και χρήσιμοι στους χρήστες

## Γιατί Εξόρυξη Δεδομένων (από εμπορική πλευρά)

- Πολλά δεδομένα συγκεντρώνονται και εισάγονται σε αποθήκες δεδομένων ή είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο
  - Αγορές σε πολύ-καταστήματα/αλυσίδες
  - Συναλλαγές με τράπεζες/πιστωτικές κάρτες
  - Web, web logs
  - Network traffic
  - Κοινωνικά δίκτυα (emails, συστήματα δικτύωσης)



Σχεδιασμός καλύτερων συστημάτων

- Αποφυγή spam, αποδοτικότητα

Μεγάλος ανταγωνισμός

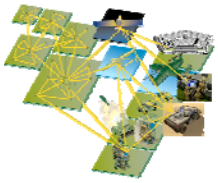
- Παροχή καλύτερων, προσωπικών υπηρεσιών σε κάποιο πεδίο (fraud detection, target marketing)

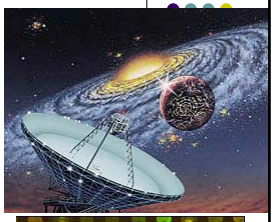


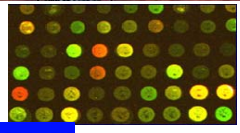


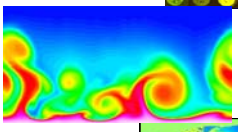
## Γιατί Εξόρυξη Δεδομένων (από επιστημονική πλευρά)

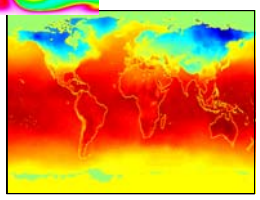
- Τα δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται σε τρομερές ταχύτητες (GB/hour)
  - Απομακρυσμένοι αισθητήρες (remote sensors) σε δορυφόρους
  - Τηλεσκόπια στον ουρανό
  - Microarrays που παράγουν γονιδιακά δεδομένα
  - Επιστημονικές προσομοιώσεις που παράγουν terabytes δεδομένων
- Η εξόρυξη δεδομένων μπορεί να βοηθήσει τους επιστήμονες
  - Στην κατηγοριοποίηση και την τμηματοποίηση των δεδομένων
  - Στη διατύπωση υποθέσεων











**Ποια γονίδια σχετίζονται με κάποια αρρώστια, ποια είναι η συσχέτιση μεταξύ ακραίων καιρικών συνθηκών και της υπερθέρμανσης του πλανήτη**

## Τι είναι η Εξόρυξη Δεδομένων

### Είδη/Τεχνικές Εξόρυξης Δεδομένων (συνοπτικά)

- **Ομαδοποίηση (συσταδοποίηση) – clustering**

χωρίζουμε τα δεδομένα σε ομάδες από «όμοια» σύνολα

- **Κανόνες συσχέτισης (Association rule mining)**

βρίσκουμε συσχετίσεις ανάμεσα στα δεδομένα, πχ ποια δεδομένα εμφανίζονται συχνά μαζί σε συναλλαγές

- **Κατηγοριοποίηση (Classification)**

κατηγοριοποιούμε τα δεδομένα τοποθετώντας τα σε μια (ή περισσότερες) από έναν αριθμό από δοσμένες κατηγορίες

**Είδη με βάση τα δεδομένα στα οποία γίνεται η εξόρυξη**



## Οι «ρίζες» της Εξόρυξης Δεδομένων


Πρέπει να αντιμετωπίσει:

- Το τεράστιο μέγεθος των δεδομένων
- Το μεγάλο αριθμό διαστάσεων
- Την μη ομοιογενή και την κατανεμημένη φύση των δεδομένων

Η προσέγγιση στο μάθημα θα είναι σε αλγορίθμους/δομές και μεγάλα σύνολα δεδομένων – από την πλευρά των συστημάτων λογισμικού

# Φιλοσοφίες

- Βάσεις δεδομένων: έμφαση σε πολύ μεγάλης κλίμακας (εκτός κύριας μνήμης) δεδομένων
- ΤΝ (μηχανική μάθηση): έμφαση σε περίπλοκες μεθόδους, λίγα δεδομένα
- Στατιστική: έμφαση σε μοντέλα



## Μοντέλα vs. Αναλυτική Επεξεργασία

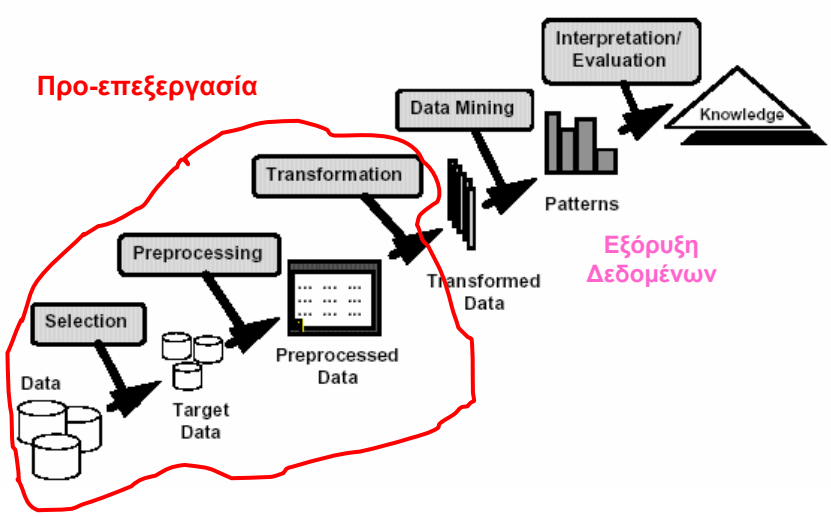
- Από τη πλευρά των βάσεων δεδομένων, η εξόρυξη δεδομένων είναι μια ακραία μορφή αναλυτικής επεξεργασίας – ερωτήσεις (queries) που εξετάζουν πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων.
  - Το αποτέλεσμα είναι η απάντηση της ερώτησης.
- Από τη πλευρά της στατιστικής, η εξόρυξη δεδομένων είναι η επαγωγή (inference) ενός μοντέλου.
  - Το αποτέλεσμα είναι οι παράμετροι του μοντέλου.

## (Πολύ Απλουστευμένο) Παράδειγμα

- Δοθέντος ενός δισεκατομμυρίου αριθμών, από τη πλευρά των βάσεων δεδομένων θα υπολογίζαμε πχ τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση.
- Από τη πλευρά της στατιστικής θα προσπαθούσε να ταιριάξει (fit) τα δισεκατομμύρια σημεία στην καλύτερη Gaussian κατανομή και να καταγράψει τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση *αυτής της κατανομής.*



## Ανακάλυψη Γνώσης (Knowledge Discovery)



## Ανακάλυψη Γνώσης (Knowledge Discovery)

ΠΡΟ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

- Data Cleaning – Καθαρισμός Δεδομένων
- Data Integration – Ενοποίηση Δεδομένων
- Data Transformation – Μετασχηματισμοί Δεδομένων

ΕΞΟΡΥΞΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ



## Προ-επεξεργασία δεδομένων - Καθαρισμός

Τα δεδομένα στο πραγματικό κόσμο είναι «βρώμικα»

- Ελλειπή - incomplete: μπορεί να *λείπουν* κάποιες τιμές γνωρισμάτων (να μην καταγράφηκαν, να *καταγράφηκαν λανθασμένα* λόγω μη συνεννόησης ή λανθασμένης λειτουργίας), να λείπουν κάποια *ενδιαφέροντα γνωρίσματα* (που να μην θεωρήθηκαν σημαντικά ή να μην ήταν διαθέσιμα), ή να περιέχουν μόνο συναθροιστικά (aggregate) δεδομένα
  - Συμπλήρωση των γνωρισμάτων και τιμών που λείπουν
- Με θόρυβο - noisy: περιέχουν λάθη ή outliers (περιθωριακές τιμές - τιμές που διαφέρουν πολύ από την πλειοψηφία)
  - Εύρεση των περιθωριακών τιμών και απομάκρυνση θορύβου
- Ασυνεπή - inconsistent: περιέχουν ασυνέπειες, διπλότιμα
  - Διόρθωση ασυνεπών τιμών

## Προ-επεξεργασία δεδομένων

Επιλογή Δεδομένων και Γνωρισμάτων και εφαρμογή κατάλληλων Μετασχηματισμών

- Συνάθροιση – Aggregation: συνδυασμούς δεδομένων από πολλές πηγές
- Sampling – δειγματοληψία: χρήση αντιπροσωπευτικού δείγματος των δεδομένων για βελτίωση της απόδοσης
- Dimensionality reduction – μείωση διαστάσεων - Κατάρα της διάστασης (curse of dimensionality)

Πολλές τεχνικές για την ανάλυση δεδομένων γίνονται δυσκολότερες με την αύξηση της διάστασης των δεδομένων (αυξάνει εκθετικά η πολυπλοκότητα ή τα δεδομένα γίνονται πολύ αραιά)

Τεχνικές της γραμμικής άλγεβρας (SVD, PCA)

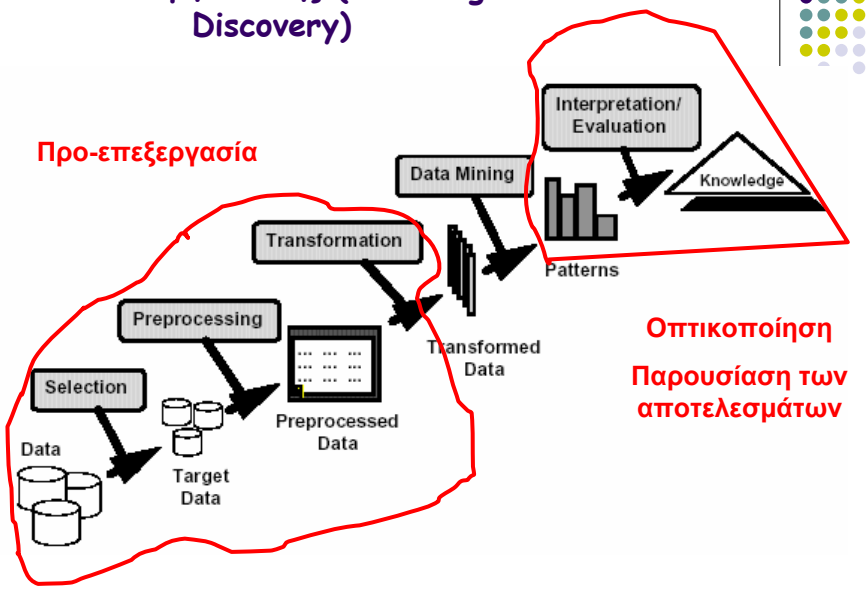
Απεικόνιση σε άλλο χώρο με μικρότερο αριθμό διαστάσεων



## Προ-επεξεργασία δεδομένων

- Discretization (μετασχηματιμός σε μια διακριτή τιμή) ή binarization (μετασχηματισμός σε δυαδική τιμή)
- Variable transformation – μετασχηματισμοί των τιμών των μεταβλητών
  - Πχ Κανονικοποίηση

# Ανακάλυψη Γνώσης (Knowledge Discovery)






## Διαδικαστικά Ι

**Ιστοσελίδα**

http://www.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/dm

**Βιβλία (στα Ελληνικά)**

- Μ. Βαζιργιάννης και Μ. Χαλκίδη, Εξόρυξη Γνώσης από Βάσεις Δεδομένων. Τυποθήτω, Νοέμβριος 2003
- **P.-N. Tan, M. Steinbach and V. Kumar, Introduction to Data Mining Addison Wesley, 2006, Β. Βερύκιος και Σ. Σουραβλάς, Εκδόσεις Τζιόλα (2010).**
- M. H. Dunham, Data Mining, Εισαγωγικά και Προηγμένα Θέματα Εξόρυξης Γνώσης από Δεδομένα. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Β. Βερύκιος και Γ. Θεοδωρίδης. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2004.

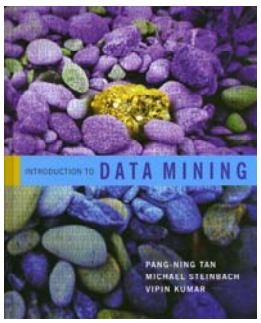
Ένα νέο βιβλίο **διαθέσιμο στο διαδίκτυο**:

- Anand Rajaraman and Jeff Ullman. Mining of Massive Datasets



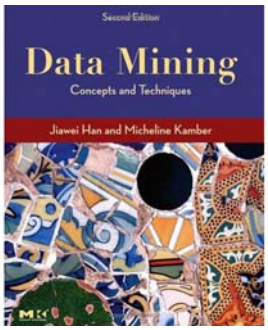
## Διαδικαστικά ΙΙ

2 «κλασικά» βιβλία στα αγγλικά




P.-N. Tan, M. Steinbach and V. Kumar, Introduction to Data Mining, Addison Wesley, 2006

J. Han and M. Kamber. Data Mining: Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann, 2006




**Αρκεί το υλικό στις διαφάνειες**

## Διαδικαστικά III

- 3 σύνολα ασκήσεων (κάποιες θεωρητικές και προγραμματιστικές ασκήσεις) – 50% *ή 100%*
- Τελικό διαγώνισμα *(πιθανό)* – *50%*

http://www.kdnuggets.com/



## Εξόρυξη Δεδομένων

### Πως χρησιμοποιείται

1. Κατανόηση του προβλήματος
2. Χρήση τεχνικών εξόρυξης δεδομένων για να πάρουμε πληροφορία από τα δεδομένα
3. Χρήση αυτής της πληροφορίας
4. Μέτρηση των αποτελεσμάτων

## Είδη/Μέθοδοι για Εξόρυξη Δεδομένων

(συνοπτικά)

1. Ταξινόμηση - Classification: εκμάθηση μια συνάρτησης – κατασκευή ενός μοντέλου που απεικονίζει ένα στοιχείο σε μια από ένα σύνολο από προκαθορισμένες κλάσεις
2. Συσταδοποίηση - Clustering: εύρεση ενός συνόλου από ομάδες με όμοια στοιχεία
3. Εύρεση Συχνών Προτύπων, Εξαρτήσεων και Συσχετίσεων – Dependencies and associations: εύρεση σημαντικών/συχνών εξαρτήσεων μεταξύ γνωρισμάτων
5. Συνοψίσεις - Summarization: εύρεση μιας συνοπτικής περιγραφής του συνόλου δεδομένων ή ενός υποσυνόλου του
6. 'Αλλα



## Κατηγορίες Εξόρυξης Δεδομένων

**Descriptive Methods - Περιγραφικοί Μέθοδοι**

Στόχος να βρεθούν κατανοητά πρότυπα που περιγράφουν τα δεδομένα – τις ιδιότητες τους

**Predictive Methods – Μέθοδοι πρόβλεψης**

Χρήση κάποιων μεταβλητών για να προβλέψουν άγνωστες ή μελλοντικές τιμές κάποιων άλλων μεταβλητών

## Είδη/Μέθοδοι για Εξόρυξη Δεδομένων

- Κατηγοριοποίηση [Predictive]
- Συσταδοποίηση [Descriptive]
- Εύρεση Κανόνων Συσχέτισης [Descriptive]

- Sequential Pattern Discovery [Descriptive]
- Regression – Συνοψίσεις [Predictive]
  ένα συνοπτικό μοντέλο για τα δεδομένα (πχ μια συνάρτηση)
- Deviation/Anomaly Detection [Predictive]
  outlier analysis (στατιστικοί έλεγχοι για σπάνια σημεία),
  evolution analysis (πχ ανάλυση χρονοσειρών – πχ μετοχές) κλπ



## Κατηγοροποίηση Ι

### Ορισμός

- Δοθέντος ενός συνόλου από εγγραφές (**σύνολο εκπαίδευσης - training set** )
  - Κάθε εγγραφή έχει ένα σύνολο από γνωρίσματα, ένα από αυτά είναι η κλάση (ή κατηγορία)
- Εύρεση ενός **μοντέλου** για το γνώρισμα της κλάσης ως συνάρτηση της τιμής των άλλων γνωρισμάτων.
- Στόχος: να αναθέτει σε εγγραφές που δεν έχουμε δει μια κλάση με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια
  - Για να χαρακτηρίσουμε την ακρίβεια του μοντέλου χρησιμοποιούμε ένα **σύνολο ελέγχου** (**test set**)
  - Συνήθως, το δοθέν σύνολο δεδομένο χωρίζεται σε ένα σύνολο εκπαίδευσης και σε ένα σύνολο ελέγχου – το πρώτο χρησιμοποιείται για την κατασκευή του μοντέλου και το δεύτερο για τον έλεγχο του

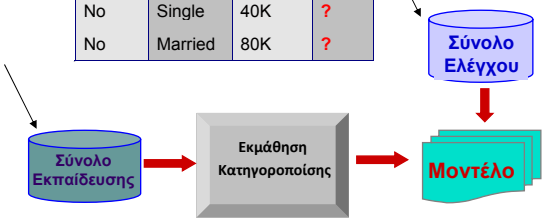
## Παράδειγμα

Γνωρίσματα

ΚΛΑΣΗ

| Tid | HomeOwner | Marital Status | Taxable Income | Cheat |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Yes | Single | 125K | No |
| 2 | No | Married | 100K | No |
| 3 | No | Single | 70K | No |
| 4 | Yes | Married | 120K | No |
| 5 | No | Divorced | 95K | Yes |
| 6 | No | Married | 60K | No |
| 7 | Yes | Divorced | 220K | No |
| 8 | No | Single | 85K | Yes |
| 9 | No | Married | 75K | No |
| 10 | No | Single | 90K | Yes |

| HomeOwner | Marital Status | Taxable Income | Cheat |
|---|---|---|---|
| No | Single | 75K | ? |
| Yes | Married | 50K | ? |
| No | Married | 150K | ? |
| Yes | Divorced | 90K | ? |
| No | Single | 40K | ? |
| No | Married | 80K | ? |




*Πως μοιάζει το μοντέλο;*

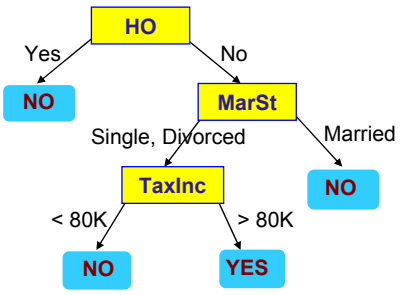




## Παράδειγμα Μοντέλου: Δέντρο Απόφασης – Decision tree

ΚΛΑΣΗ

| Tid | Home Owner | Marital Status | Taxable Income | Default |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Yes | Single | 125K | No |
| 2 | No | Married | 100K | No |
| 3 | No | Single | 70K | No |
| 4 | Yes | Married | 120K | No |
| 5 | No | Divorced | 95K | Yes |
| 6 | No | Married | 60K | No |
| 7 | Yes | Divorced | 220K | No |
| 8 | No | Single | 85K | Yes |
| 9 | No | Married | 75K | No |
| 10 | No | Single | 90K | Yes |



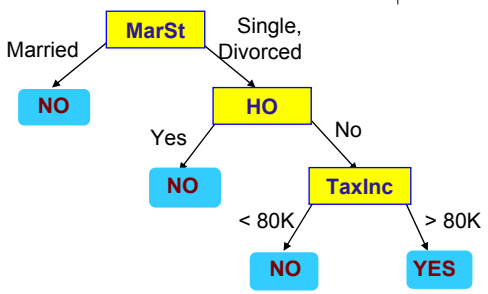

**Σύνολο Εκπαίδευσης**

**Μοντέλο: Δέντρο Απόφασης**

## Κατηγοροποίηση IV

| Tid | Home Owner | Marital Status | Taxable Income | Default |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Yes | Single | 125K | No |
| 2 | No | Married | 100K | No |
| 3 | No | Single | 70K | No |
| 4 | Yes | Married | 120K | No |
| 5 | No | Divorced | 95K | Yes |
| 6 | No | Married | 60K | No |
| 7 | Yes | Divorced | 220K | No |
| 8 | No | Single | 85K | Yes |
| 9 | No | Married | 75K | No |
| 10 | No | Single | 90K | Yes |

ΚΛΑΣΗ




**Για τα ίδια δεδομένα μπορεί να υπάρχουν παραπάνω από ένα δέντρα απόφασης (μοντέλα)**



## Κατηγοριοποίηση V

Regression analysis – ανάλυση παλινδρόμισης: στατιστική εκμάθηση μια συνάρτησης που απεικονίζει ένα στοιχείο σε μια πραγματική τιμή, χρήση για αριθμητικές προβλέψεις

Ανάλυση σχετικότητας (relevance analysis): ποια γνωρίσματα επηρεάζουν την ταξινόμηση

Άλλα είδη μοντέλων πλην των Δέντρων Απόφασης, νευρωνικά δίκτυα, κ-ποιο κοντινοί γείτονες, support vector machines κλπ

- *Στο μάθημα θα δούμε μόνο τα δέντρα απόφασης (αναλυτικά) + δομές για κοντινότερους γείτονες (πιθανόν)*

## Κατηγοροποίηση: Εφαρμογή 1

Direct Marketing

Στόχος: Μείωση των ταχυδρομικών εξόδων για την αποστολή διαφημιστικών με τη στοχοποίηση *targeting* του συνόλου των πελατών που είναι πιο πιθανόν να αγοράσουν ένα κινητό τηλέφωνο

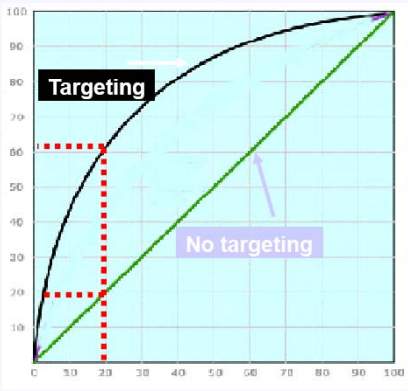
Προσέγγιση:

Χρησιμοποίηση των δεδομένων από ένα *παρόμοιο προϊόν* που βγήκε στην αγορά πρόσφατα

Για αυτό το προϊόν ξέρουμε ποιοι αποφάσισαν να το αγοράσουν και ποιοι όχι -> γνώρισμα της κλάσης {buy, don't buy}.

Συλλογή ποικίλων δημογραφικών δεδομένων κλπ για αυτούς τους πελάτες

Χρήση αυτής της πληροφορίας ως τα γνωρίσματα για την εκμάθηση ενός μοντέλου ταξινόμησης.






## Κατηγοροποίηση: Εφαρμογή 2

Fraud Detection – Αναγνώριση Απάτης σε Πιστωτικές Κάρτες

Στόχος: Να βρούμε ποιες συναλλαγές μιας πιστωτικής κάρτας δεν είναι από τον ιδιοκτήτη της

Προσέγγιση:

Χρησιμοποίηση των *δεδομένων από προηγούμενες συναλλαγές* με αυτήν την κάρτα και πληροφορίες για τον κάτοχο της (τι αγοράζει, πότε, από πού, πόσο συχνά πληρώνει)

Χαρακτηρισμός κάθε προηγούμενης συναλλαγής ως απάτη ή όχι -> γνώρισμα της κλάσης {fraud, fair}.

Χρήση αυτής της πληροφορίας ως τα γνωρίσματα για την εκμάθηση ενός μοντέλου ταξινόμησης.

Χρήση του μοντέλου για τον χαρακτηρισμό μελλοντικών συναλλαγών

Customer Attrition

Στόχος: Να εκτιμήσουμε να ένας πελάτης θα προτιμήσει μια ανταγωνιστική εταιρεία

Προσέγγιση:

Χρησιμοποίηση των δεδομένων από παλιές και νέες συναλλαγές πελατών (πόσο συχνά τηλεφωνούν, που πότε, την οικονομική του κατάσταση, την οικογενειακή του κατάσταση κλπ)

Χαρακτηρισμός κάθε πελάτη ως πιστού ή όχι -> γνώρισμα της κλάσης {loyal, disloyal}.

Χρήση αυτής της πληροφορίας ως τα γνωρίσματα για την εκμάθηση ενός μοντέλου ταξινόμησης.

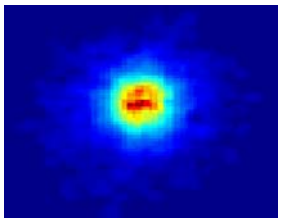




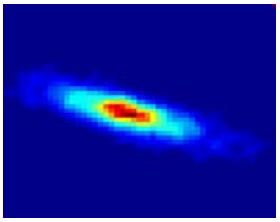
Courtesy: http://aps.umn.edu

## Ταξινόμηση Γαλαξιών

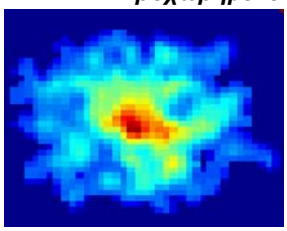
***Αρχικό***



***Ενδιάμεσο***



***Προχωρημένο***



**Κλάση:**
- **Στάδιο δημιουργίας**

**Γνωρίσματα:**
- **Χαρακτηριστικά της εικόνας,**
- **Χαρακτηριστικά του κυμάτων φωτός που ελήφθησαν, κλπ.**

**Μέγεθος Δεδομένων:**
- **72 εκατ. άστρα, 20 εκατ. γαλαξίες**
- **Object Catalog: 9 GB**
- **Image Database: 150 GB**

## Ορισμός

- Δοθέντων
  - Ενός συνόλου από σημεία που το καθένα έχει κάποια γνωρίσματα
  - Μιας μέτρηση **ομοιότητας** μεταξύ τους
- Εύρεση **συστάδων** (**clusters**) τέτοιων ώστε:
  - Τα σημεία σε μία συστάδα είναι πιο όμοια μεταξύ τους
  - Τα σημεία σε διαφορετικές συστάδες είναι λιγότερα όμοια μεταξύ τους

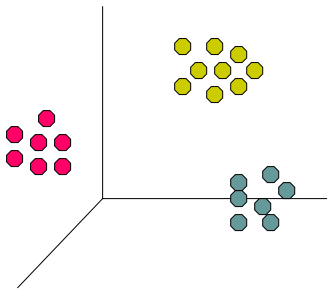
Σε αντίθεση με την ταξινόμηση, οι συστάδες δεν είναι γνωστές από πριν



## Παράδειγμα

**Οι αποστάσεις μέσα στη συστάδα ελαχιστοποιούνται**

**Οι αποστάσεις ανάμεσα στις συστάδες μεγιστοποιούνται**



- 3-διάστατα σημεία, ευκλείδεια απόσταση

## Συσταδοποίηση: Εφαρμογή 1

Market Segmentation

Στόχος: Χωρισμός των καταναλωτών σε ομάδες έτσι ώστε τα μέλη κάθε ομάδας να είναι ο στόχος για μια συγκεκριμένη πολιτική marketing

Προσέγγιση:

- Συγκέντρωση διαφορετικών γνωρισμάτων για τους καταναλωτές
- Ορισμός *«ομοιότητας»* ανάμεσα στους πελάτες
- Δημιουργία ομάδων με όμοιους πελάτες
- Μέτρηση της ποιότητας της ομαδοποίησης (πχ παρατηρώντας τις αγοραστικές συνήθειες στην ίδια ομάδα και ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες)



## Συσταδοποίηση: Εφαρμογή 2

**Συσταδοποίηση Εγγράφων**

Στόχος: Εύρεση ομάδων από έγγραφα που είναι όμοια μεταξύ τους με βάση τους σημαντικούς όρους που εμφανίζονται σε αυτά

Προσέγγιση: Εύρεση για κάθε έγγραφο των όρων που εμφανίζονται συχνά σε αυτό.
Μέτρηση ομοιότητας με βάση τη συχνότητα των διαφορετικών όρων, Χρήση της για τη δημιουργία συστάδων

Όφελος: Μέθοδοι Ανάκτησης Πληροφορία (Information Retrieval) μπορεί να χρησιμοποιήσουν τις συστάδες για να συσχετίσουν έναν καινούργιο έγγραφο ή έναν όρο αναζήτησης με τα έγγραφα κάθε συστάδας

## Συσταδοποίηση: Εφαρμογή 2

Σημεία: 3204 Άρθρα των Los Angeles Times.
Μέτρηση Ομοιότητας: Πόσες κοινές λέξεις έχουν

| *Category* | *Total Articles* | *Correctly Placed* |
|---|---|---|
| ***Financial*** | 555 | 364 |
| ***Foreign*** | 341 | 260 |
| ***National*** | 273 | 36 |
| ***Metro*** | 943 | 746 |
| ***Sports*** | 738 | 573 |
| ***Entertainment*** | 354 | 278 |



## Συσταδοποίηση

Στο μάθημα

Θα δούμε ενδιαφέροντες τρόπους να ορίσουμε ομοιότητα/απόσταση και τους θεμελιώδεις αλγορίθμους συσταδοποίησης

## Ορισμός (συχνών στοιχειοσυνόλων)

- Δοθέντος
  - Ενός συνόλου από εγγραφές που η κάθε μία έχει έναν αριθμό από στοιχεία από κάποιο δοσμένο σύνολο
- Εύρεση **κανόνων εξάρτησης** που προβλέπουν την παρουσία ενός στοιχείου με βάση την παρουσία άλλων στοιχείων

| *TID* | *Items* |
|---|---|
| 1 | Bread, Coke, Milk |
| 2 | Beer, Bread |
| 3 | Beer, Coke, Diaper, Milk |
| 4 | Beer, Bread, Diaper, Milk |
| 5 | Coke, Diaper, Milk |

Κανόνες που βρέθηκαν:
**{Milk} --> {Coke}**
**{Diaper, Milk} --> {Beer}**





Για marketing και προώθηση πωλήσεων:

Έστω ότι ο κανόνας που ανακαλύφθηκε είναι ο:
{Bagels, … } --> {Potato Chips}

Potato Chips στα δεξιά του κανόνα => Τι πρέπει να γίνει για να αυξηθούν οι πωλήσεις.

Bagels στα αριστερά => Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθεί ποια προϊόντα θα επηρεαστούν αν πχ ένα μαγαζί σταματήσει να τα πουλάει.

Bagels στα αριστερά and Potato chips στα δεξιά => Ποια προϊόντα πρέπει να πουληθούν μαζί με Bagels για την προώθηση των Potato chips!

## Κανόνες Συσχέτισης: Εφαρμογή 2

Πως θα φτιάξουμε τα ράφια στα super-markets!

«γνωστός» κανόνας --

Αν ο καταναλωτής αγοράσει πάνες, πολύ πιθανών να αγοράσει και μπύρα!

Στις ΗΠΑ, Πέμπτη και Σάββατο, άντρες που αγοράζουν πάνες αγοράζουν και μπύρα



## Εύρεση Ακολουθιακών Προτύπων

Ακολουθιακές εξαρτήσεις: μας ενδιαφέρει *η σειρά* εμφάνισης των στοιχείων (γεγονότων)

### Παραδείγματα

- Ακολουθία από προσπελάσεις σελίδων στο διαδίκτυο
- Ακολουθία στο δανεισμό βιβλίων από μια βιβλιοθήκη
- Ακολουθία πακέτων που οδήγησαν σε επίθεση σε κάποιον υπολογιστή
- Σε χωρικά δεδομένα, πχ δεδομένα από την κίνηση ενός αυτοκινήτου

## Κανόνες Συσχέτισης

Στο μάθημα

Θα μελετήσουμε ένα διάσημο αλγόριθμο τον
a-priori

Και έναν ενδιαφέρον αλγόριθμο (FPGrowth) βασισμένο σε tries

*Και πιθανών την εφαρμογή του a-priori σε γραφήματα*



## Web mining

Διάφορες τεχνικές (πχ ομαδοποίηση, ταξινόμηση) και

Διαφορετικά δεδομένα

- Δομή ιστοσελίδων (συνδέσεις)
- Web logs
- ανάλυση κοινοτήτων στο web

Στο μάθημα θα δούμε κάποια γενικά στοιχεία και δυο διάσημους αλγόριθμους πίσω από τις μηχανές αναζήτησης (PageRank,HITS)

## Εκτίμηση σημασίας

- Ένας μεγάλος κίνδυνος είναι η «εύρεση» προτύπων που δεν έχουν νόημα
- Στη στατιστική καλείται Bonferroni's principle
  - Αν ψάξεις κάτι πολύ γενικό σε πάρα πολλά δεδομένα θα το βρεις!



## Παραδείγματα της αρχής του Bonferroni's

1. (στο online βιβλίο) αν κοιτάξουμε πολύ ασαφής συνδέσεις θα καταλήξουμε σε λάθος αποτελέσματα – ένα παράδειγμα αναζήτησης τρομοκρατών!
2. The Rhine Paradox (το παράδοξο του Rhine)

## Rhine Paradox I

- Ο Joseph Rhine ήταν ένας παρα-ψυχολόγος στη δεκαετία του 1950 που ανάπτυξε τη θεωρία ότι κάποια άτομα έχουν υπερφυσικές ικανότητες - Extra-Sensory Perception (ESP).
- Σχεδίασε ένα είδος πειράματος στο οποίο ζήτησε από τους ανθρώπους που συμμετείχαν σε αυτό να μαντέψουν το χρώμα μιας κρυμμένης κάρτας– κόκκινη ή μπλε.
- Ανακάλυψε ότι περίπου 1 στους 1000 είχαν ESP – βρήκαν σωστά τα χρώματα και από τις 10 κάρτες!



## Rhine Paradox II

- Είπε σε αυτούς τους ανθρώπους ότι είχαν ESP και τους κάλεσε για ένα ακόμα ίδιο πείραμα
- … ανακάλυψε ότι όλοι έχασαν το ESP.
- Ποιο ήταν το συμπέρασμά του;

## Rhine Paradox III

- Συμπέρανε ότι δεν πρέπει να λες στους ανθρώπους ότι έχουν ESP, γιατί αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χάνουν αυτήν την ικανότητα



## Εκτίμηση ενδιαφέροντος

Χαρακτηρισμό του «ενδιαφέροντος» ενός προτύπου:

(1) Εύκολα κατανοητό

(2) Να ισχύει σε δεδομένα ελέγχου ή σε νέα δεδομένα με κάποιο βαθμό βεβαιότητας

(3) Πιθανών χρήσιμο

(4) Νέα πληροφορία

Υπάρχουν υποκειμενικά (αναμενόμενα και μη αναμενόμενα) και αντικειμενικά κριτήρια – Κάποιες τιμές κατωφλίου

Πληρότητα (όλα τα ενδιαφέροντα πρότυπα)

Βελτιστοποίηση (μόνο τα ενδιαφέροντα πρότυπα)

## Η γενική εικόνα

- Εκμάθηση του πεδίου εφαρμογής
  - Σχετική προηγούμενη γνώση και τους στόχους της εφαρμογής
- Δημιουργία του συνόλου δεδομένων: data selection
- Καθαρισμός και προ-επεξεργασία των δεδομένων: (έως και 60% της συνολικής προσπάθειας)
- Ελάττωση δεδομένων και μετασχηματισμοί
  - Χρήσιμα χαρακτηριστικά, ελάττωση διαστάσεων κλπ
- Επιλογή **λειτουργίας** εξόρυξης δεδομένων
  - πχ, συσταδοποίηση, ταξινόμηση, κλπ
- Επιλογή του **αλγορίθμου** εξόρυξης δεδομένων
- Εξόρυξη Δεδομένων: αναζήτηση προτύπων ενδιαφέροντος
- Εκτίμηση προτύπων και αναπαράσταση γνώσης
  - οπτικοποίηση, μετασχηματισμοί, απομάκρυνση περιττών προτύπων, κλπ
- Χρήση της γνώσης



## Εξόρυξη Δεδομένων

Οι 10 καλύτεροι αλγόριθμοι ΕΔ (ICDM 2006)

**#1: C4.5 (61 votes) – ταξινόμηση (δέντρο απόφασης)**

**#2: K-Means (60 votes) - συσταδοποίηση**

**#3: SVM (58 votes) – ταξινόμηση (support vector machine)**

**#4: Apriori (52 votes) – κανόνες συσχέτισης**

**#5: EM (48 votes) – στατιστική, συσταδοποίηση (expectation maximization)**

**#6: PageRank (46 votes) – ιστοσελίδες**

**#7: AdaBoost (45 votes) – μετα-ταξινομητής**

**#7: kNN (45 votes) – συσταδοποίηση (κοντινότερος γείτονας)**

**#7: Naive Bayes (45 votes) – στατιστική, ταξινόμηση**

**#10: CART (34 votes) – ταξινόμηση (δέντρο απόφασης)**

ΣΥΝΟΨΗ: Τι θα καλύψουμε στο μάθημα

- Συσταδοποίηση (clustering)
- Κανόνες Συσχέτισης
- Κατηγοριοποίηση (δέντρα απόφασης) – κοντινότερο γείτονα (ομοιότητα)
- Παγκόσμιο Ιστό
  - HITS, PageRank
- MapReduce (πιθανών)
- Συστήματα Συστάσεων (πιθανών)





**ΜΑΘΗΜΑ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ**

**Συσταδοποίηση**