

Cursul anterior

- Ce este învățarea automată
- Istoric
- Aplicații / Exemple

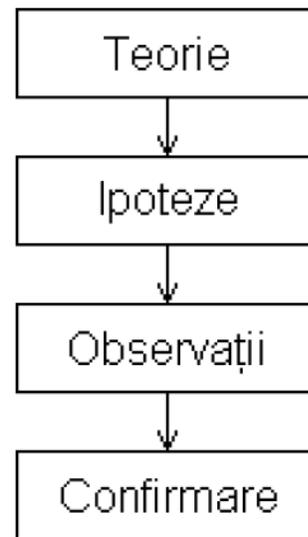
Învățarea automată

INTRODUCERE - CONTINUARE

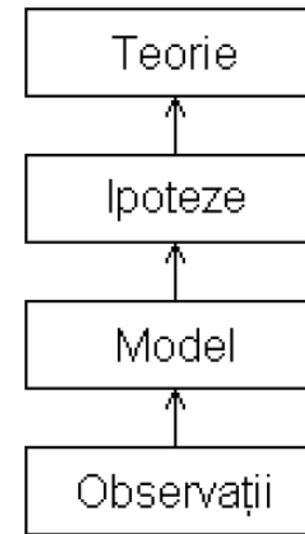
Filosofia învățării

Tipuri de raționament

- Raționament deductiv



- Raționament inductiv



Învățarea

Capacitatea de învățare este unul din cele mai importante componente ale comportamentului inteligent

Un sistem clasic specializat care nu învață:

- Realizează calcule numeroase pentru rezolvarea unei probleme
- Nu memorează soluția
- De fiecare dată, realizează aceeași secvență de calcule complexe

Învățarea

- ❑ Un program învață dacă își îmbunătățește performanțele la îndeplinirea unei sarcini pe baza experienței
- ❑ Învățarea denotă schimbările dintr-un sistem, astfel încât acesta să poată realiza:
 - ❑ aceeași sarcină, mai eficient
 - ❑ sarcini noi, posibil similare

Motivație

- ❑ Învățarea este esențială pentru mediile necunoscute
 - ❑ Nu se pot anticipa toate stările mediului
 - ❑ Proiectantul *nu poate* să îi dea agentului toate informațiile
- ❑ Învățarea este o alternativă la proiectarea explicită
 - ❑ Expune agentul la mediul real în loc să îi spună despre mediu
 - ❑ Proiectantul *nu dorește* să îi dea toate informațiile
- ❑ Învățarea automată: Își propune găsirea automată a unor modele interesante în date

Învățarea automată

Direcții principale

1. Clasificarea și regresia
2. Gruparea (clustering [clástering], clusterizare [clasterizáre])
3. Determinarea regulilor de asociere
4. Selecția trăsăturilor

1.1 Clasificarea

- ❑ Se dă o mulțime de antrenare: o mulțime de instanțe (vectori de antrenare, obiecte)
- ❑ Instanțele au atribute
- ❑ Fiecare instanță are atribute cu anumite valori
- ❑ De obicei, ultimul atribut este clasa

Atribute

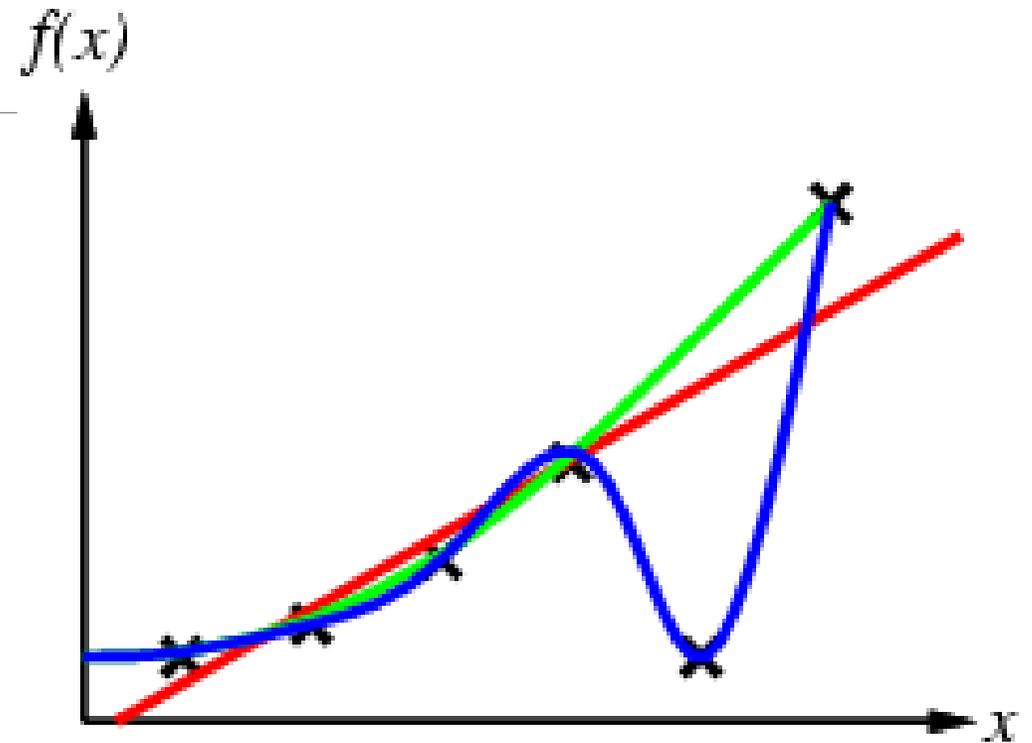
<i>Tid</i>	Refund	Marital Status	Taxable Income	Cheat
1	Yes	Single	125K	No
2	No	Married	100K	No
3	No	Single	70K	No
4	Yes	Married	120K	No
5	No	Divorced	95K	Yes
6	No	Married	60K	No
7	Yes	Divorced	220K	No
8	No	Single	85K	Yes
9	No	Married	75K	No
10	No	Single	90K	Yes

Instanțe

1.2 Regresia

Reprezintă aproximarea unei funcții

- Orice fel de funcție
- Doar ieșirea este continuă; unele intrări pot fi discrete sau nenumerice

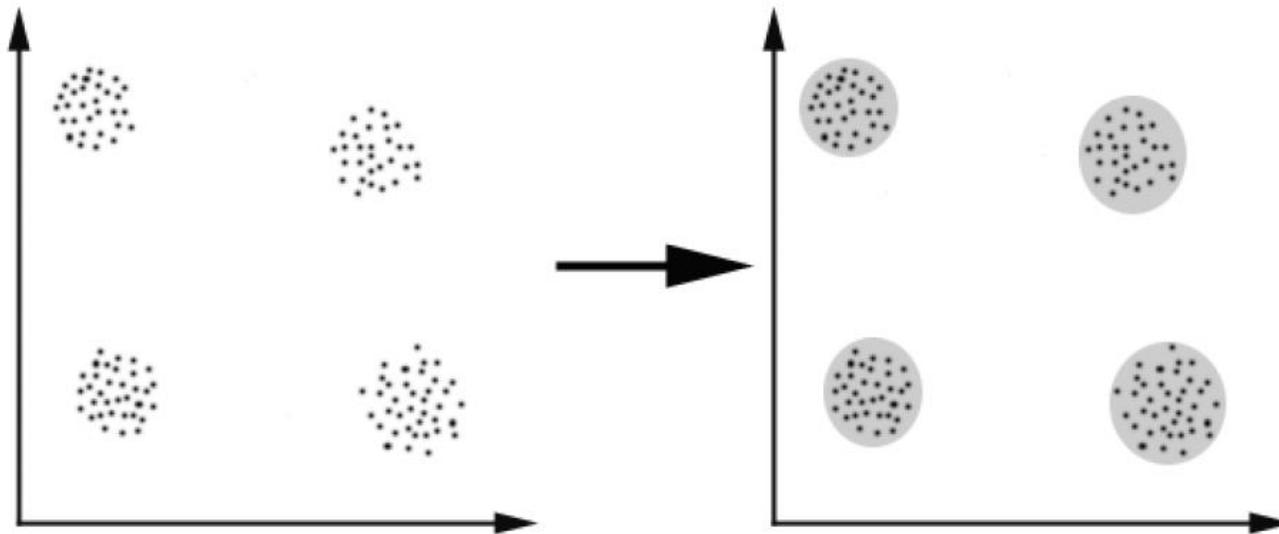


1. Clasificarea și regresia

- Aceeași idee de bază: învățarea unei relații între intrări (vectorul \mathbf{x}) și ieșire (y) din date
- Singura diferență între clasificare și regresie este tipul ieșirii: discret, respectiv continuu
- Clasificarea estimează o ieșire discretă, clasa
- Regresia estimează o funcție h astfel încât $h(\mathbf{x}) \approx y(\mathbf{x})$ cu o anumită precizie
- Pentru fiecare instanță de antrenare, valoarea dorită a ieșirii este dată \Rightarrow **învățare supervizată**

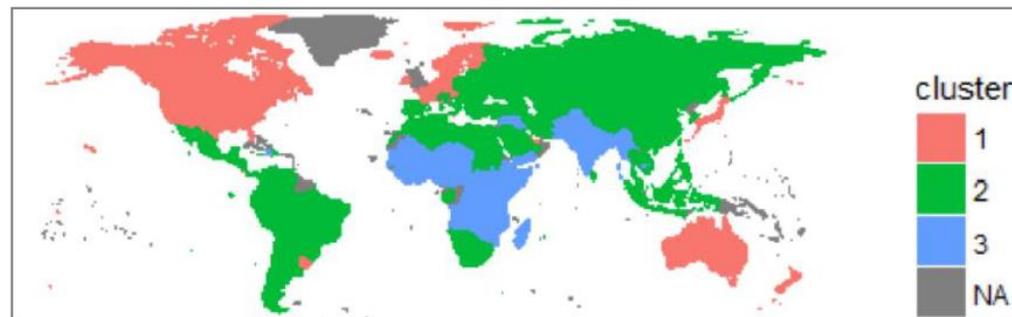
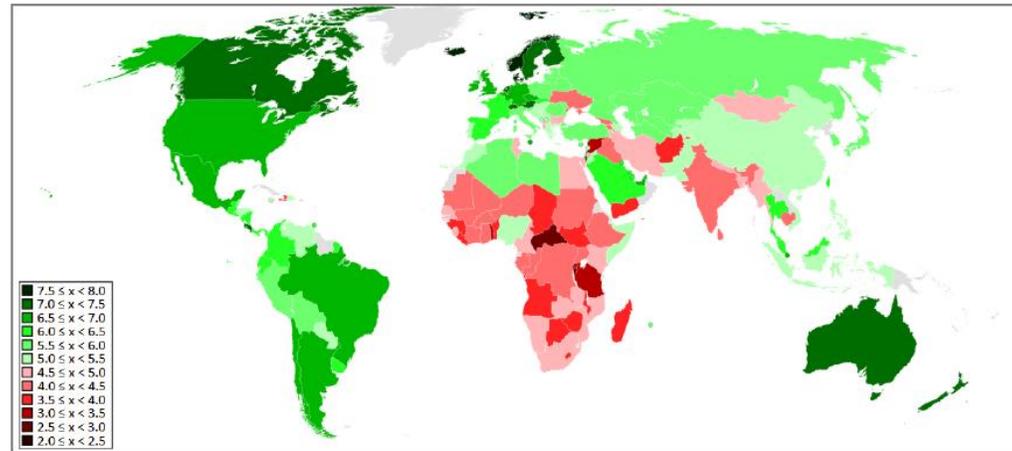
2. Gruparea (clusterizarea)

- Are ca scop găsirea unor grupuri astfel încât instanțele din același grup să fie mai asemănătoare între ele decât cu instanțele altor grupuri
- De obicei, este **nesupervizată**



2. Gruparea (clusterizarea)

Ex: World happiness report



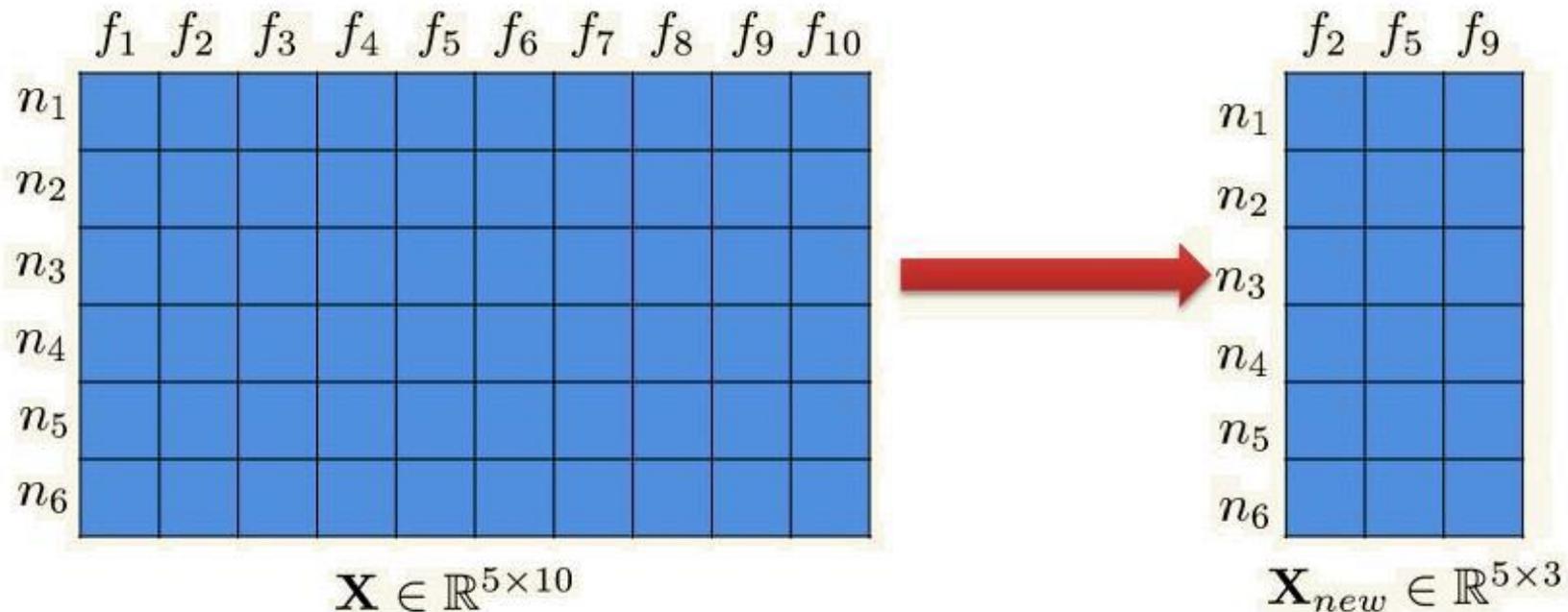
3. Reguli de asociere

- ❑ Regulile de asociere identifică relații interesante între date tranzacționale aparent neînrudite
- ❑ Exemplu: analiza coșului de cumpărături



4. Selecția trăsăturilor

- Reprezintă determinarea unei submulțimi de attribute relevante din mulțimea de antrenare
- De obicei, este utilizată înainte de aplicarea unor algoritmi de clasificare sau regresie
- Prin scăderea dimensionalității, problemele pot deveni mai ușor de rezolvat



Învățarea automată

Direcții principale

1. Clasificarea și regresia
2. Gruparea (clustering [clástering], clusterizare [clasterizáre])
3. Determinarea regulilor de asociere
4. Selecția trăsăturilor

Tipuri de invatare automata

Invățare supervizată

- Învăță să prezică o ieșire atunci când se da o intrare.

Invățarea nesupervizata

- Descopera o reprezentare internă a datelor.

Invățarea cu intarire

- Învăță să selecteze o acțiune pentru a maximiza un profit.

2 tipuri de învățare supervizată

Fiecare caz/exemplu de antrenare constă dintr-o pereche formata dintr-o intrare (x) și o ieșire/țintă (t).

Regresie: ieșirea/ținta este un număr real sau un vector întreg de numere reale.

- Prețul unui produs peste 6 luni.
- Temperatura mâine la prânz.

Clasificare: ieșirea țintă este o etichetă de clasă.

- Cel mai simplu caz este o alegere între 1 și 0.
- Putem avea, de asemenea, mai multe etichete alternative.
- Ex: supraviețuit/mort, cifre 0-9, clasa de cancer pentru un eșantion de țesut

Terminologie in invatarea supervizata

Input: X – vector de p componente (intrări, regresor, caracteristici, variabile independente)

Output: Y – datele de ieşire (variabila dependentă, răspuns, ţintă)

Variabilă cantitativă (ex, vârsta, înălţimea, preţ, venit, etc) vs. variabilă calitativă (genul unei persoane, diagnostic de cancer, etc)

În problemele de regresie Y este o variabile cantitativă (ex: preţ, tensiunea arterială, etc.)

În problemele de clasificare Y ia valori într-o mulţime finită

Datele de antrenare sunt de forma (x_1, t_1) , (x_2, t_2) , ..., (x_n, t_n) . Acestea sunt observaţii (exemple, instanţe) ale unor măsurători.

Cum functioneaza invatarea supervizata?

Incepem prin a alege un model

$$y = f(\mathbf{x}; \mathbf{W})$$

- Acest model f este un mod prin care parametrii W sunt ajustati astfel incat fiecare intarea x este mapata intr-o iesire y .

Invatarea înseamnă ajustarea parametrilor W pentru a reduce discrepanța pentru fiecare caz de antrenare dintre ieșirea țintă, t , și output-ul y produs de model.

Pentru regresie, ca masura a acestei discrepante se foloseste:

Pentru clasificarea există alte măsuri care sunt în general mai sensibile și lucrează, de asemenea, mai bine (acuratetea).

$$\frac{1}{2}(y - t)^2$$

Obiective ale invatarii supervizate

Pe baza datelor de antrenare, se dorește atingerea următoarelor obiective:

- Predicția corectă pe date de test noi (date care nu apar în datele de antrenare)
- Determinarea input-urilor care influențează output-urile, și înțelegerea modului în care se realizează această influență
- Determinarea calității acestor predicții și inferențe

Exemple: probleme de clasificare vs. regresie, predicție vs. inferență

S-au colectat un set de date de la celele mai mari 500 de companii din USA. Pentru fiecare companie s-a înregistrat: profitul, numărul de angajați, domeniul de activitate și salariul directorului. Ne interesează să aflăm care sunt factorii care determină salariul directorului.

O companie dorește să lanseze un nou product și încearcă să știe dacă va fi un succes sau un eșec. Se colectează informații despre 20 de produse similare care au fost deja lansate. Pentru fiecare produs se știe dacă a fost un succes sau eșec, prețul, bugetul campaniei de marketing, și alte 10 variabile.

Decrieți 3 aplicații reale în care clasificarea ar fi utilă. Descrieți variabila răspuns cât și predictorii. La fel pentru regresie.

Tipuri de invatare automata

Invățare supervizată

- Învăță să prezică o ieșire atunci când se da o intrare.

Invățarea nesupervizata

- Descopera o reprezentare internă a datelor.

Invățarea cu intarire

- Învăță să selecteze o acțiune pentru a maximiza un profit.

Invatarea nesupervizata

Nu există variabile de ieșire, doar un set de predictor (caracteristici) măsurate pe un eșantion de date

Obiectivul nu este clar: găsirea eșantioanelor care au un comportament similar, găsirea caracteristicilor care au un comportament similar, găsirea combinațiilor liniare de caracteristici care au cea mai mare variație

Dificil de estimat care este performanța

Diferit de învățarea supervizată, dar este folosită ca și un pas de pre-procesare înainte aplicării învățării supervizate

Notiuni matematice preliminare

Elemente de algebră matricială

Matricea este un set ordonat de scalari indexați de o pereche de indici: $\mathbf{A} = (a_{kl})$, $\mathbf{B} = (b_{lm})$.

Produsul matrice-vector:

Fie o matrice $\mathbf{A} = (a_{kl})$, $k = 1, 2, \dots, p$; $l = 1, 2, \dots, q$, și 4 vectori: $\mathbf{b} = (b_k)$, $\mathbf{c} = (c_l)$, $\mathbf{d} = (d_l)$, $\mathbf{e} = (e_k)$.

Se pot defini operațiile: $\mathbf{c} = \mathbf{b}^T \mathbf{A}$, $\mathbf{e} = \mathbf{A} \mathbf{d}$

Transformări liniare. Produsul matrice-vector poate fi considerat ca o transformare a unui vector \mathbf{x} într-un vector \mathbf{y} cu ajutorul matricei \mathbf{A} :

O matrice poate fi reprezentată ca un tablou bidimensional de numere:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{1q} \\ \vdots & & \vdots \\ \alpha_{p1} & \dots & \alpha_{pq} \end{bmatrix}$$

Matrice simetrică. Dacă $\mathbf{A} = \mathbf{A}^T$ matricea \mathbf{A} se numește simetrică.

Matrice diagonală. Dacă sunt diferite de zero doar elementele diagonalei principale, matricea se numește diagonală.

Matrice unitate. Este o matrice diagonală cu toate elementele diagonale egale cu 1.

Transpusa unei matrice. Dacă se schimbă liniile în coloane se obține o nouă matrice numită transpusa matricei originale:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \dots & \alpha_{p1} \\ \vdots & & \vdots \\ \alpha_{1q} & \dots & \alpha_{pq} \end{bmatrix}$$

Proprietăți ale operațiilor cu matrice

- (1) $I A = A I = A$ (I = matrice unitate)
- (2) $(AB) C = A (BC)$
- (3) $A (B+C) = AB+AC$
- (4) $(A^T)^T = A$
- (5) $(A+B)^T = A^T + B^T$
- (6) $(AB)^T = B^T A^T$

Valori proprii și vectori proprii. Fie A o matrice pătrată $n \times n$ și considerăm ecuația:

Soluțiile acestei ecuații se numesc vectori proprii ai matricei A , iar valorile λ corespunzătoare, valori proprii.

$$\mathbf{Ax} = \lambda \mathbf{x}$$

Matrice idempotentă: $P^2 = P \ (\Rightarrow P^n = P)$

Matrice pozitiv definite și pozitiv semidefinite:

Dacă A este o matrice pătrată și dacă $\forall x \in \mathbb{R}^n$, avem:

$x^T A x > 0$ matricea A este pozitiv definită

$x^T A x \geq 0$ matricea A este pozitiv semidefinită

Expresia $x^T A x$ este o formă quadratică (pătratică) în x .

Matrice hermitică - o matrice identică cu complex conjugata transpusei.

Inversa unei matrice (pătrate) $A A^{-1} = I$. O matrice care admite inversa se numește nesingulară.

Mulțime de proprietăți ale matricilor se găsesc în cartea: Matrix CookBook disponibilă gratis pe internet.

Elemente de algebră matricială

The Matrix Cookbook:

http://www2.imm.dtu.dk/pubdb/views/edoc_download.php/3274/pdf/imm3274.pdf