

CI5438. Inteligencia Artificial II
Clase 2: Introducción al Aprendizaje
Cap 1 Mitchell
Adaptado de las láminas de Mitchell

Ivette C. Martínez

Universidad Simón Bolívar

24 de septiembre de 2008

Por qué Aprendizaje de máquinas

- Progresos recientes en algoritmos y teoría de la computación.
- Flujo creciente de datos en línea.
- Poder de cómputo disponible.
- Industria en ciernes.

Tres nichos para el aprendizaje de máquinas:

- : Minería de Datos: Usar datos históricos para mejorar la toma de decisiones.
 - registros médicos → conocimiento médico.
- : Aplicaciones de software que no podemos programar a mano.
 - conductor autónomo. - reconocimiento de voz
- Programas que se auto configuran
 - Lectores de noticias que aprenden de los intereses de los usuarios.

Tarea Típica de Minería de Datos

Data:

<i>Patient103</i> time=1	→	<i>Patient103</i> time=2	...	→	<i>Patient103</i> time=n
Age: 23		Age: 23			Age: 23
FirstPregnancy: no		FirstPregnancy: no			FirstPregnancy: no
Anemia: no		Anemia: no			Anemia: no
Diabetes: no		Diabetes: YES			Diabetes: no
PreviousPrematureBirth: no		PreviousPrematureBirth: no			PreviousPrematureBirth: no
Ultrasound: ?		Ultrasound: abnormal			Ultrasound: ?
Elective C-Section: ?		Elective C-Section: no			Elective C-Section: no
Emergency C-Section: ?		Emergency C-Section: ?			Emergency C-Section: Yes
...	

Dados:

- 9714 registros de pacientes, cada uno describiendo embarazos y partos.
- Cada registro contiene 215 rasgos.

Aprender a Predecir:

- Pacientes de alto riesgo para la realización de cesáreas de emergencia.

Data:

<i>Patient103</i> time=1	→	<i>Patient103</i> time=2	...	→	<i>Patient103</i> time=n
Age: 23		Age: 23			Age: 23
FirstPregnancy: no		FirstPregnancy: no			FirstPregnancy: no
Anemia: no		Anemia: no			Anemia: no
Diabete: no		Diabete: YES			Diabete: no
PreviousPrematureBirth: no		PreviousPrematureBirth: no			PreviousPrematureBirth: no
Ultrasound: ?		Ultrasound: abnormal			Ultrasound: ?
Elective C-Section: ?		Elective C-Section: no			Elective C-Section: no
Emergency C-Section: ?		Emergency C-Section: ?			Emergency C-Section: Yes
...	

Una de las 18 reglas aprendidas:

If No previous vaginal delivery, and
Abnormal 2nd Trimester Ultrasound, and
Malpresentation at admission
Then Probability of Emergency C-Section is 0.6

Over training data: $26/41 = .63$,

Over test data: $12/20 = .60$

Data:

<i>Customer103: (time=t0)</i>	<i>Customer103: (time=t1)</i>	...	<i>Customer103: (time=tn)</i>
Years of credit: 9	Years of credit: 9		Years of credit: 9
Loan balance: \$2,400	Loan balance: \$3,250		Loan balance: \$4,500
Income: \$52k	Income: ?		Income: ?
Own House: Yes	Own House: Yes		Own House: Yes
Other delinquent accts: 2	Other delinquent accts: 2		Other delinquent accts: 3
Max billing cycles late: 3	Max billing cycles late: 4		Max billing cycles late: 6
Profitable customer?: ?	Profitable customer?: ?		Profitable customer?: No
...

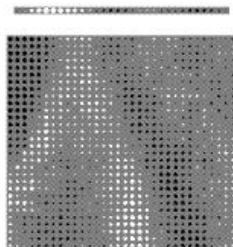
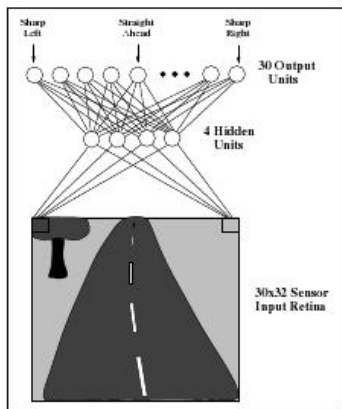
Reglas aprendidas a partir de datos sintéticos:

If Other-Delinquent-Accounts > 2, and
Number-Delinquent-Billing-Cycles > 1
Then Profitable-Customer? = No
[Deny Credit Card application]

If Other-Delinquent-Accounts = 0, and
(Income > \$30k) OR (Years-of-Credit > 3)
Then Profitable-Customer? = Yes
[Accept Credit Card application]

ALVINN [Pomerleau] drives 70 mph on highways





Software que se autoconfigura

The screenshot shows a web browser window with the following elements:

- Browser Interface:** Menu bar (File, Edit, View, Go, Bookmarks, Options, Directory, Window, Help), toolbar with icons for Back, Forward, Home, Reload, Stop, Print, and Stop, and a Netsite address bar containing `http://www.wisewire.com/ShowWire.asp?VineID=`.
- Navigation:** A row of buttons: "What's New?", "What's Cool?", "Destinations", "Net Search", "People", "Software".
- Advertisement:** A banner for "WiseWire.com" with the headline "How chained are you?" and a sub-headline "Click here to take the dependency quiz".
- Community Rating:** A section showing "Community rating: 9.3 out of 10" and a "URL: http://www.winespectator.com/Wine/Spectator/homepage".
- Main Content:**
 - RIEDEL:** "The world's finest wine glasses."
 - Wine Spectator:** "THE MOST COMPREHENSIVE WINE WEB SITE IN THE WORLD".
 - Welcome to the Windy City:** A paragraph about Chicago, mentioning "current issue", "fabled Midwestern understatement", "According to our first annual Readers' Choice Awards, Chicago chef Charlie Trotter is the best chef currently working in the United States, and his eponymous restaurant is the best restaurant. But the rest of the city is also delivering exciting dining experiences. You can pick up a list of award-winning restaurants on this site, though for full details, plus stories on hotels and wine bars, saloons and cigar bars, architecture, auctions, shopping and five of the city's premier residents, you'll have to check the October 15 issue."
 - Image:** An illustration of wine glasses and bottles.
 - Right Sidebar:** A vertical menu with links: "In the Current Issue Chicago", "Dinner & Te...", "SELECTIO...", "Sign In", "Daily Report", "Wine Search", "Wine Menu", "Travel", "Eating", "Wine Forum", "Wine Library", "Weekly Poll", "Stock Quote", "Events".
- Footer:** A small status bar at the bottom left showing "939: read (date)".

Hacia donde se dirige el A.M.

Hoy: Punta del iceberg

- Algoritmos de primera generación: redes neurales, árboles de decisión, regresión ...
- Aplicado sobre bases de datos “bien-formateadas”.
- Industria en ciernes

Oportunidades para el mañana: gran impacto

- Aprendizaje a partir de datos provenientes de medios diversas.
- Aprendizaje a partir de múltiples bases de datos internas, mas la web y newsfeeds.
- Aprendizaje mediante experimentación activa.
- Aprender decisiones en lugar de predicciones.
- Aprendizaje acumulativo y “perpétuo”.

- Inteligencia Artificial
- Métodos Bayesianos
- Teoría de Complejidad computacional
- Teoría de Control
- Teoría de Información
- Filosofía
- Psicología y neurobiología
- Estadística
- ...

Qué es el Problema de Aprendizaje

Aprendizaje = Mejorar con la experiencia en alguna tarea-

- Mejorar sobre una tarea T .
- con respecto a una medida de performance P .
- Basado en la experiencia E .

Ejemplo: Aprender a jugar damas

- T : Jugar Damas
- P : % de juegos ganados en un torneo mundial
- E : jugar consigo mismo

Aprendiendo a jugar damas

- T : Jugar Damas
- P : % de juegos ganados en un torneo mundial
- Cuál experiencia?
- Qué debe ser aprendido exactamente?
- Cómo debe esto ser representado?
- Cúal algoritmo específico usar para aprenderlo?

Tipos de Experiencia de Entrenamiento

- Directa o indirecta?
- Tutor o no?

Un problema: Es la experiencia del entrenamiento representativa del desempeño objetivo?

Escoger la Función Objetivo

- $ChooseMove : Board \rightarrow Move ??$
- $V : Board \rightarrow R??$
- ...

Definición posible de la Función Objetivo V

- Si b es un estado final que es ganar, entonces $V(b) = 100$
- Si b es un estado final que es perder, entonces $V(b) = -100$
- Si b es un estado final que es empate, entonces $V(b) = 0$
- Si b no es un estado final en el juego, entonces $V(b) = V(b')$, donde b' es el mejor estado final que puede ser alcanzado comenzando en b y jugando optimamente hasta el final del juego.

Esta definición proporciona valores correctos pero no es operacional.

Escoger una Representación para la Función Objetivo

- Colección de reglas?
- Red Neural?
- Función Polinomial de rasgos del tablero?
- ...

Una representación para la Función Objetivo

$$w_0 + w_1 \cdot bp(b) + w_2 \cdot rp(b) + w_3 \cdot bk(b) + w_4 \cdot rk(b) + w_5 \cdot bt(b) + w_6 \cdot rt(b)$$

- $bp(b)$: Número de piezas negras en el tablero b .
- $rp(b)$: Número de piezas rojas en el tablero b .
- $bk(b)$: Número de reyes negros en el tablero b .
- $rk(b)$: Número de reyes rojos en el tablero b .
- $bt(b)$: Número de piezas rojas amenazadas por negras en el tablero b .
- $rt(b)$: Número de piezas negras amenazadas por rojas en el tablero b .

Obteniendo los Ejemplos de Entrenamiento

- $V(b)$: La función objetivo
- $\hat{V}(b)$: La función aprendida
- $V_{train}(b)$: El valor de entrenamiento

Una regla para estimar los valores en entrenamiento:

$$V_{train}(b) \leftarrow \hat{V}(Successor(b))$$

Escoger la Regla de Entonación de Pesos

Regla de actualización de mínimos cuadrados (LMS):

Do repeatedly:

- Select a training example b at random

1. Compute $error(b)$:

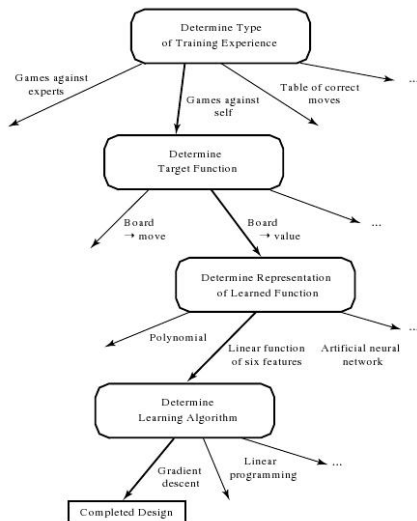
$$error(b) = V_{train}(b) - \hat{V}(b)$$

2. For each board feature f_i , update weight w_i :

$$w_i \leftarrow w_i + c \cdot f_i \cdot error(b)$$

c is some small constant, say 0.1, to moderate the rate of learning

Decisiones de Diseño



Algunos problema en el Aprendizaje de Máquinas

- Qué algoritmos pueden aproximar bien funciones (y cuándo)?
- Cómo el número de ejemplos de entrenamiento influencia la precisión?
- Cómo la complejidad de la representación de hipótesis impacta la precisión?
- Cómo los datos ruidosos afectan la precisión?
- Cuáles son los límites teóricos de “lo aprendible”?
- Cómo puede ayudar el conocimiento previo?
- Qué indicios podemos obtener de sistemas biológicos que aprenden?
- Cómo pueden los sistemas alterar sus propias representaciones?