

Introducción al Aprendizaje de Máquina I

Fabio A. González Ph.D.

Depto. de Ing. de Sistemas e Industrial
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

8 de febrero de 2007

Contenido

- 1 **Introducción**
 - Deep Blue
 - Darpa Grand Challenge

- 2 **Aprendizaje de Máquina**
 - Qué es Aprendizaje?
 - Definición de Problemas de Aprendizaje
 - Diseño de Sistema de Aprendizaje

Dos Hitos en el Desarrollo de la Inteligencia Artificial

- **Mayo de 1997:** Deep Blue vence a Kasparov
- **Octubre de 2005:** Stanley gana el Darpa Grand Challenge

El Match

May 11th, 1997

Computer won world champion of chess

(Deep Blue)

(Garry Kasparov)



(Reuters = Kyodo News)

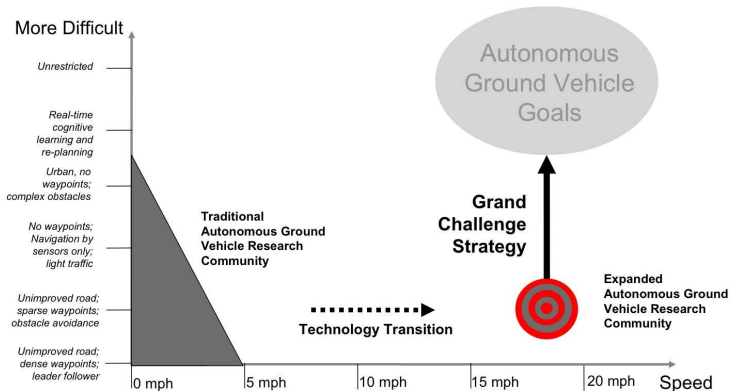
Deep Blue

- Primera máquina en vencer un campeón mundial de ajedrez en una partida (1996) y en un match (1997)
- Computador paralelo de 30 nodos (RS/6000) más 480 chips especializados para ajedrez
- Evaluaba 200,000,000 posiciones por segundo
- Podía evaluar hasta una profundidad de 12 jugadas
- Algoritmo alpha-beta muy especializado, biblioteca de aperturas y finales

Darpa Grand Challenge: Objetivo

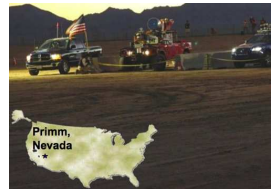


DARPA Grand Challenge



Darpa Grand Challenge: Sucesos

- 2004: recorrer 140 millas en el desierto en menos de 10 horas.
- Premio de US\$1 millón
- Ningún equipo terminó. El mejor ubicado recorrió sólo 8 millas.
- 2005: recorrer 132 millas en el desierto en menos de 10 horas
- Premio de US\$2 millones
- Arrancaron 23 equipos, terminaron 5
- El ganador (Stanley de la U de Stanford) lo hizo en 6h 53m (~20mph)



Darpa Grand Challenge 2005



The Course

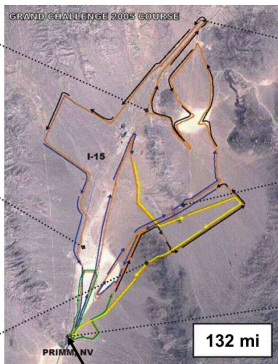
Narrow Underpass



Lake Beds



Rough Roads



Start/Finish

Long Tunnels



Narrow Gates

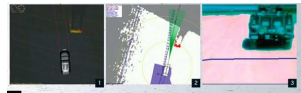


Close Obstacles



El Ganador: Stanley

- 6 procesadores pentium (2 manejo, 1 visión, 1 captura datos, 2 backup)
- GPS
- 5 unidades de láser para medida y detección del espacio circundante
- Guiado inercial (3 giroscopios y 3 acelerómetros)
- Cámara de video
- Técnicas de robótica probabilística basada en algoritmos de aprendizaje



Cómo Aprende Stanley?

- El vehículo es manejado por un humano en diferentes condiciones de terreno
- El sistema recolecta información de todos los sensores
- Esta información es usado para entrenar un modelo que discrimina zonas segura de inseguras (obstáculos)
- Sólo 15 minutos de entrenamiento
- Redujo los falsos positivos de 1:8 a 1:50.000

Aprendizaje

de acuerdo con Wikipedia:

El aprendizaje es el proceso de adquirir conocimiento, habilidades, actitudes o valores, a través del estudio, la experiencia o la enseñanza; dicho proceso origina un cambio persistente, medible y específico en el comportamiento de un individuo y, según algunas teorías, hace que el mismo formule un constructo mental nuevo o que revise uno previo.

Aprendizaje de Máquina (1)

"Find a bug in a program, and fix it, and the program will work today. Show the program how to find and fix a bug, and the program will work forever."

Oliver G. Selfridge, AI's Greatest Trends and Controversies

Aprendizaje de Máquina (2)

Programar sistemas que aprendan:

Sistemas capaces de optimizar un criterio de desempeño usando datos de ejemplo o experiencia pasada.

Problemas de Aprendizaje

Se dice que un programa *aprende* de una experiencia E con respecto a una clase de tareas T y medida de desempeño P , si su desempeño en las tareas en T , de acuerdo con la medida P , mejora con la experiencia E .

Ejemplos (1)

Aprender a jugar damas:

- **Tarea T:** jugar damas
- **Medida de desempeño P:** porcentaje de juegos ganados contra oponentes
- **Experiencia de entrenamiento E:** jugar partidas de práctica contra si mismo

Ejemplos (2)

Aprender a reconocer escritura manuscrita:

- **Tarea T**: reconocer y clasificar palabras manuscritas en imágenes
- **Medida de desempeño P**: porcentaje de palabras correctamente clasificadas
- **Experiencia de entrenamiento E**: una base de datos de palabras manuscritas clasificadas

Ejemplos (3)

Entrenar un robot conductor:

- **Tarea T**: manejar en una autopista usando sensores de visión
- **Medida de desempeño P**: distancia promedio recorrida antes de cometer un error
- **Experiencia de entrenamiento E**: una secuencia de imágenes y comandos de dirección registrados mientras se observa un conductor humano

Pasos

- Escoger la experiencia de entrenamiento
- Escoger la función objetivo
- Escoger la representación de la función objetivo
- Escoger un algoritmo para aprender la función objetivo
- Diseño final

Experiencia de Entrenamiento

- Retroalimentación directa o indirecta
- Grado de control sobre la secuencia de ejemplos de entrenamiento
- Representatividad de la distribución de ejemplos de entrenamiento

Aprender a jugar damas:

- **Tarea T**: jugar damas
- **Medida de desempeño P**: porcentaje de juegos ganados contra oponentes
- **Experiencia de entrenamiento E**: jugar partidas de práctica contra si mismo

Función Objetivo

- Qué tipo de conocimiento se va a aprender?
- Cómo será usado este conocimiento por el sistema?
- Opción 1: selección de movimientos

$$\textit{ChooseMove} : B \rightarrow M$$

B : tableros, M : movimientos

- Opción 2: función de evaluación

$$V : B \rightarrow \mathbb{R}$$

Representación de la Función Objetivo

- Dada la función objetivo V , se debe escoger una representación de la función \hat{V} a ser aprendida
- $\hat{V}(b) = w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 + w_6x_6$
- x_i : características del tablero
- w_j : pesos relativos de la características

Aprendizaje la Función Objetivo (1)

- Conjunto de entrenamiento:

$$\langle b_i, V_{train}(b_i) \rangle \quad i = 1, \dots, n$$

- Estimación de valores de entrenamiento:

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

- Error de entrenamiento:

$$E = \sum_{i=1}^n (V_{train}(b) - V'(b))^2$$

Aprendizaje la Función Objetivo (2)

- Minimizar E usando Mínimos Cuadrados (LMS)

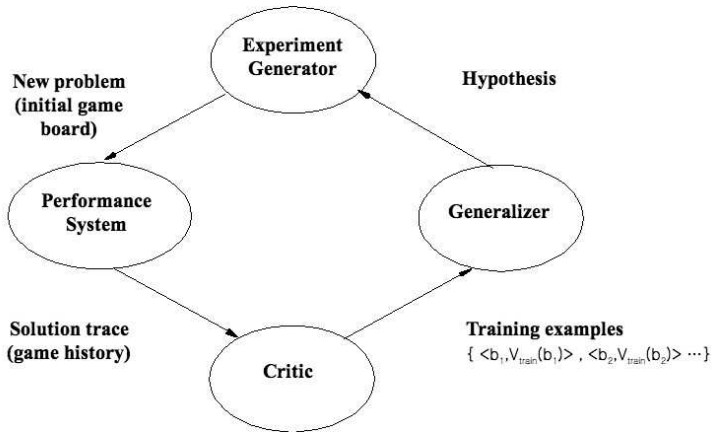
LMS

Para cada ejemplo $\langle b, V_{train}(b) \rangle$:

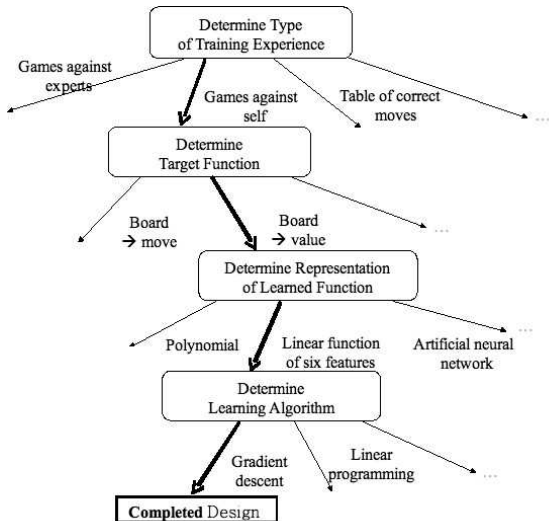
- Use los pesos actuales para calcular $V'(b)$
- Para cada peso w_i , actualícelo con:

$$w_i \leftarrow w_i + \eta(V_{train}(b) - V'(b))x_i$$

Diseño final



Opciones de Diseño





Mitchell, T. M. 1997 Machine Learning. 1st. McGraw-Hill
Higher Education. (Chapter 1)