

Desarrollo de herramientas virtuales para la enseñanza de ciencias cognitivas y del comportamiento

Proyecto PAPIME
PE310016 ; 2016-2017

Informe de avances

Laboratorio 25

Dr. Arturo Bouzas Riaño

Estudiantes colaboradores:

(Facultad de Psicología)

Adriana Felisa Chávez De la Peña

Alfonso Medina Velázquez

José Luis Baroja Manzano

Jesús Manuel Villareal Ulloa

Stéphane Lejars Clorio

Uriel Omar González Bravo

Yuznhio Sierra Casiano

(Facultad de Ingeniería)

Edgar Vázquez Silva

Marco Antonio Negrete Villanueva

Estado del proyecto:

En esta primer fase del proyecto, nos hemos concentrado en la elaboración del contenido didáctico propuesto como parte del proyecto PAPIME inscrito por el Dr. Arturo Bouzas Riaño, para el desarrollo de herramientas virtuales que faciliten la enseñanza de los modelos matemáticos y computacionales más relevantes en el devenir de las Ciencias Cognitivas y del Comportamiento.

El material preparado consiste en una serie de Prácticas o Capítulos que desarrollan de manera individual los principales modelos matemáticos en la Psicología. Cada capítulo está compuesto por una breve introducción teórica al modelo, un par de ejercicios con códigos para su resolución, graficadores que ilustren el comportamiento del modelo y, de ser pertinente, un simulador de datos que muestre la relación entre los supuestos del modelo y los datos a esperar.

Para facilitar el entendimiento de los modelos matemáticos y computacionales incluidos en el proyecto, se decidió añadir una sección introductoria (cuya consulta sería opcional) compuesta por capítulos que expliquen los conceptos matemáticos más elementales para el entendimiento de las ecuaciones planteadas por los modelos psicológicos. La idea es que cualquier concepto matemático aplicado a los modelos psicológicos presentados, sea explicado a detalle en esta sección.

Contenido a desarrollar y avances

A continuación se presenta una lista de los capítulos que se piensa incluir en el proyecto, así como de los principales elementos a desarrollar en cada uno.

Además, se hace mención del avance obtenido en el desarrollo de cada capítulo, señalando con negritas aquellos que ya se están construyendo y especificando el estado actual del desarrollo de los mismos.

Cabe mencionar también que la lista presentada a continuación puede modificarse tanto en el número como en el orden de los elementos incluidos. Los temas contemplados hasta el momento obedecen estrictamente a las necesidades planteadas por el programa curricular de las asignaturas de Aprendizaje y Conducta Adaptativa I y II.

El material desarrollado hasta el momento se encuentra disponible en un Repositorio público de GitHub (Enlace disponible bajo petición). Se tiene planeado probar los materiales preparados en la impartición de los cursos de Aprendizaje y Conducta Adaptativa I y II, impartidos durante los semestres 2017-1 y 2017-2.

PARTE I: Conceptos matemáticos

1. Funciones

- Funciones lineales:

$$f(x) = mx + b$$

m: pendiente; b: intercepto

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

- Funciones de potencia:

$$f(x) = x^n$$

n: Constante a la que se eleva la variable x.

- Funciones polinomiales:

- Funcionas cuadráticas:

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

- Funciones cúbicas

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

- Funciones de potencia negativa:

$$f(x) = x^{-3} = \frac{1}{x^3}$$

- Funciones de potencia fraccional

$$f(x) = x^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{x}$$

- Funciones racionales:

$$f(x) = \frac{x^n(x+a)}{(x+b)(x-c)}$$

- Funciones exponenciales:

$$f(x) = n^x$$

n: Constante elevada a la variable x

- Funciones logarítmicas:

$$f(x) = \log_n(x)$$

2. Ecuaciones de distancia

- Distancia Euclidiana en Espacios bidimensionales

$$d_E(P_1, P_2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

d_E : Distancia Euclidiana; P_1, P_2 : Puntos cuya distancia en el espacio se calcula.

- Distancia Euclidiana en Espacio Euclídeo

$$d_E(A, B) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2}$$

$$d_E(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}$$

3. Ecuaciones en diferencia

$$a_{t+1} = k (B - a_t)$$

4. Integrales y derivadas

- Integrales

$$\int_a^b f(x) dx$$

- Derivadas

$$\frac{dy}{dx} = nx^{n-1}$$

5. Elementos de teoría de la Probabilidad

- Axiomas de la probabilidad

6. Teorema de Bayes

- Conceptos básicos de probabilidad

- Probabilidad

- Probabilidad condicional

$$p(A|B) = \frac{p(A \cap B)}{p(B)}$$

- Probabilidad conjunta

$$p(A \cap B) = p(A) \cdot p(B|A)$$

- Probabilidad marginal

- Ecuación de Bayes

$$p(A|B) = \frac{p(B|A) \cdot p(A)}{p(B)}$$

Este es el capítulo más completo hasta el momento. Incluye una introducción teórica a los elementos básicos de probabilidad y al teorema de Bayes, dos ejercicios con el código en R y Python para su resolución y un Graficador para ilustrar la relación entre los componentes de la Ecuación y el resultado obtenido.

7. Estimadores: Máxima verosimilitud y valores esperados.

PARTE II: Modelos en Psicología

- **Modelo del Integrador**

$$V_{t+1} = \alpha V + (1 - \alpha)R$$

α : Ventana temporal; R: Refuerzo obtenido; V: Valor de la respuesta.

Ya se cuenta con los códigos de simulación de datos que representen el aumento gradual de la fuerza asociativa de una respuesta tras el refuerzo aleatorio de la misma. Falta desarrollar el material teórico y ejercicios que guíen la interacción de los estudiantes con el código.

- **Rescorla & Wagner**

$$\Delta V = \alpha\beta\left(\lambda - \sum V\right)$$

ΔV : Cambio en el valor del EC; α : Saliencia del EC

β : Importancia del EI; λ : Máximo aprendizaje dado el EI; $\sum V$: Valor total del EC.

Al igual que con los Modelos de integrador, ya se cuenta con el código para la simulación de datos en el incremento de la fuerza asociativa entre un Estímulo Condicionado y un Estímulo Incondicionado dadas las restricciones hipotéticamente planteadas por el experimentador (estudiante). Falta desarrollar el material teórico y los ejercicios.

- **Psicofísica**

- Fracción de Weber

$$c = \frac{\Delta \phi}{\phi}$$

- Fechner

$$\psi = k * \log \phi$$

ψ : Sensación; ϕ : Intensidad del estímulo; k : Constante.

- Ley de Poder de Stevens

$$\psi = k * \phi^a$$

ψ : Sensación; ϕ : Intensidad del estímulo; k : Constante.

a: Exponente

Este sería el segundo capítulo en quedar completamente listo. Actualmente sigue manteniendo su cualidad de 'Borrador', en tanto que falta afinar algunos detalles en la redacción y presentación de los códigos.

- **Teoría de Detección de Señales**

- Descripción del modelo
- Parámetros:
 - d' - Discriminabilidad
 - k - Criterio de elección
 - β - Sesgo
 - c - Sesgo

Ya se tiene cubierta la exposición de los supuestos centrales de la Teoría de Detección de Señales, y se han desarrollado un par de graficadores para ilustrar el papel del criterio de elección y cómo afectan las tasas de hits y falsas alarmas a la estimación paramétrica. No obstante, falta desarrollar de manera formal la naturaleza de los parámetros de la teoría.

- **Ley de Igualación**

- Ley de Igualación

$$\frac{B_1}{B_1 + B_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

B: Conductas u opciones de respuesta; R: Reforzadores disponibles.

- Ley generalizada de Igualación

$$\frac{B_1}{B_2} = b \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^s$$

b: Sesgo; s: Sensibilidad.

Este capítulo ya tiene la presentación teórica de las ecuaciones correspondientes a la Ley de Igualación y la Ley generalizada, con un par de ejemplos. Sin embargo, falta desarrollar el código y los graficadores.

- **Inferencia Bayesiana**

- La mente como un sistema Bayesiano.
- Estimación Paramétrica bayesiana
 - MAP y MLE con un ejemplo con Distribuciones Binomiales
- Comparación de modelos
 - Factor de Bayes

- **Descuento Temporal**

- Modelo exponencial

$$v = Ae^{-D*K}$$

v: Valor subjetivo; A: Magnitud de la recompensa; D: Demora; K: Sensibilidad temporal.

- Modelo hiperbólico

$$v = \frac{A}{1 + KD}$$

v: Valor subjetivo; A: Magnitud de la recompensa; D: Demora; K: Sensibilidad temporal.

- Modelo hiperboloide

$$v = \frac{A}{(1 + KD)^s}$$

v: Valor subjetivo; A: Magnitud de la recompensa; D: Demora; K: Sensibilidad temporal; s: Relaciona la percepción de la magnitud con el valor subjetivo.