(Van 6,097 de 7,000 caracteres)

El comportamiento adaptable implica que los organismos humanos, no humanos y máquinas poseen mecanismos que les permiten detectar las propiedades estadísticas del entorno y predecir la ocurrencia de sucesos biológicamente importantes para ajustar su comportamiento a ellos (Bouzas, en prensa).

La psicología experimental y las ciencias de la computación (en especial, la inteligencia artificial) son dos disciplinas con una amplia región de intersección dado su interés en el estudio del comportamiento adaptable. No es de sorprender, entonces, que ambas disciplinas puedan enriquecerse mutuamente mediante una constante retroalimentación derivada de la aplicación de conceptos y metodologías de una a la otra.

Tanto en aprendizaje de máquinas como dentro de la psicología experimental, predominan dos estrategias: un análisis abstracto de los problemas de adaptación que enfrenta un sistema y la solución óptima a este, y el desarrollo de algoritmos que harían posible la instrumentación de estas soluciones óptimas (Marr, 1982). Un algoritmo dominante en la literatura, desarrollado de forma independiente en ambas áreas, es el de los modelos de refuerzo (Dayan y Nakahara , en prensa ; Sutton y Barto, 1998; Gershman y Daw, 2017).

En los últimos años, el modelo de refuerzo se ha integrado tanto en la investigación con robots móviles como en psicología experimental con el análisis del problema de adaptación en términos de soluciones probabilísticas bayesianas (Austerweil, Gershman y Griffiths, 2015; Thrun, Burgard, y Fox, 2005; Gershman, 2015), que pueden ser instrumentadas con algoritmos de refuerzo. Muchas de las tareas de alto nivel cognitivo que una persona puede realizar, como identificar relaciones causales, pueden considerarse como procesos en los que se requiere realizar alguna inferencia. Los modelos probabilísticos tienen la ventaja de aportar un marco teórico estructurado con la suficiente flexibilidad para manejar incertidumbre, de este modo, un gráfico probabilístico puede ser un modelo que explique de manera satisfactoria la forma en que una persona categoriza y hace inferencia sobre un objeto (Dayan y Nakahara, en prensa).

De forma similar, muchos de los problemas en robótica móvil han sido abordados desde un punto de vista probabilístico, por ejemplo, en la tarea de localización en robots. Sobre esto la inferencia bayesiana resulta de gran utilidad pues busca averiguar la probabilidad de que el robot se encuentre en una posición, dado un conjunto de lecturas de los sensores. Además, el ruido y las dinámicas no modeladas son fuente de señales aleatorias que en general hacen que un modelo determinístico sea insuficiente para que un robot móvil muestre autonomía. En tareas de reconocimiento y manipulación de objetos, por ejemplo, existen fuentes de incertidumbre que hacen necesario el uso de modelos probabilísticos que puedan manejar dicha incertidumbre. Por lo anterior, resulta de gran utilidad el estudio de modelos probabilísticos que puedan, por un lado, explicar procesos cognitivos en organismos, y por otro, aportar un marco teórico que permita el desarrollo de algoritmos que doten de mayor autonomía a robots.

Los modelos de refuerzo tienen como objetivo maximizar una señal numérica de refuerzo (Sutton y Barto, 1998) y están conformados por dos componentes: 1) una regla de actualización basada en la reducción de errores de predicción o regla delta (Bush y Mosteller, 1951; Dayan y Niv, 2008), que consiste en una media corrida exponencial donde cada nueva experiencia se pondera por un parámetro denominado tasa de aprendizaje; 2) una función de utilidad que integra las consecuencias para cada curso de acción.

A pesar de su simplicidad, el modelo de refuerzo ha sido útil en un amplio rango de problemas de aprendizaje tanto en máquinas (Sutton y Barto, 1998) como en organismos (Bouzas, 2017; Rescorla y Wagner, 1972). Sin embargo, entre sus limitaciones se destaca: 1) la dificultad que tiene para modelar la adaptación del comportamiento a entornos probabilísticos dinámicos; 2) dar cuenta de la adaptación a entornos donde las consecuencias están diferidas en el tiempo . Para resolver dichos problemas, se han propuesto dos variaciones del modelo original que permiten describir el comportamiento en estas circunstancias: 1) la inclusión de tasas de aprendizaje adaptativas (Nassar, 2010), o combinaciones de múltiples reglas delta (Willson et al., 2012) que permiten al sistema rastrear rápidamente el nuevo estado del entorno y 2) los modelos desarrollados en robótica de diferencias temporales (Sutton y Barto, 1998).

El trabajo a desarrollar en el presente proyecto consiste por una parte en la instrumentación en robots de servicio de algoritmos de refuerzo y probabilísticos desarrollados dentro de la psicología experimental y la inteligencia artificial, y de estudios que evalúan y extienden estos algoritmos al estudio del comportamiento humano y animal.

En 2016 comenzó la colaboración entre el Laboratorio del Comportamiento Adaptable de la Facultad de Psicología y el Laboratorio de Bio-Robótica de la Facultad de Ingeniería, con la apertura del proyecto PAPIME (PAPIME PE310016) intitulado “Desarrollo de herramientas virtuales para la enseñanza de ciencias cognoscitivas y del comportamiento”. En dicho proyecto, se desarrolló un conjunto de materiales (disponibles en <https://github.com/Lab25UNAM/PAPIME2016>) en torno a cuatro objetivos: 1) Facilitar la enseñanza y aprendizaje de los modelos matemáticos y estadísticos más relevantes en el estudio del aprendizaje y comportamiento adaptable; 2) Elaborar ejercicios y prácticas que se resuelvan en interacción con los materiales preparados; 3) Proporcionar a los estudiantes las herramientas y conocimientos en programación necesarios para que desarrollen sus propios códigos y 4) el desarrollo de robots móviles (Breitenberg, Valentino, 1986) que emulen comportamientos de orientación simples y algoritmos basados en modelos de refuerzo, (en particular, integradores con fuga). Dentro de los materiales preparados se destaca la construcción de Graficadores y Simuladores interactivos que describen los modelos matemáticos más importantes en el ámbito del aprendizaje y comportamiento adaptable (modelos de refuerzo, modelos de decisión perceptual, modelos de inferencia probabilística y psicofísica).