
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

1. Nombre de la actividad curricular: Sistemas Inteligentes

2. Año Académico: 2020

3. Docente: Dr. Ernesto C. Martínez

4. Fundamentación

La capacidad de aprender como rasgo distintivo del diseño y construcción de una pieza de software permite automatizar la realización de tareas complejas sin necesidad de incluir la lógica de actuación de manera explícita en el sistema. Por el contrario, el sistema debe ser capaz de transformar una meta, objetivo o requerimiento a satisfacer en una política de actuación. Para desplegar un comportamiento inteligente, el sistema incorpora en su diseño una máquina de aprendizaje automático que le permite transformar la experiencia en conocimiento (política de actuación), un modelo del entorno que le permite predecir y sobre esta base adaptarse permanentemente al entorno que le influye y sobre el que actúa. En muchas ocasiones el entorno está compuesto por otros agentes que dinámicamente cambian sus políticas de actuación y con ello modifican la del propio agente. El curso comienza discutiendo el rol de una máquina de aprendizaje en el diseño y programación de sistemas inteligentes. A continuación, se presenta el paradigma del aprendizaje supervisado a partir de ejemplos "correctos". Luego, el aprendizaje por refuerzos y su integración con representaciones profundas. Para abordar el tema del ajuste autónomos de los hiperparámetros de los algoritmos se presenta la optimización Bayesiana. Finalmente, como una síntesis integradora del curso, se presentarán conceptos introductorios de los sistemas cognitivos.

5. Objetivos

General:

El objetivo general del curso es proporcionar una visión acabada junto con las herramientas imprescindibles para diseño y construcción de sistemas inteligentes que permitan automatizar tareas complejas con niveles de efectividad y eficiencia comparables a las de las personas que hoy realizan tales tareas.

Específicos:

- Formular con claridad el problema de diseño de una máquina de aprendizaje usando distintos tipos de enfoques (supervisado, refuerzos, etc.) que integren la experimentación real o simulada con modelos del entorno para incorporar algún grado de inteligencia en un sistema de información.
- Aplicar las distintas técnicas de construcción de una máquina de aprendizaje en el marco de una arquitectura cognitiva,
- Evaluar analíticamente las ventajas y debilidades de diseños alternativos para la máquina de aprendizaje desde el punto de vista de la generación y re-uso del conocimiento,
- Comprender la problemática de análisis y síntesis de la inteligencia para actuar desde la perspectiva de los agentes cognitivos.

- Desarrollar y evaluar nuevos algoritmos de aprendizaje por refuerzos integrando distintos tipos de abstracciones (temporales, relacionales, modales, etc.) con representaciones de aproximación funcional de un continuo de estados y de acciones.

6. Contenidos

Módulo 1 – Inteligencia, predicción y aprendizaje

¿Qué es la inteligencia? ¿Cuál es el rol del aprendizaje? Test de Turing. Medidas de inteligencia. Principios de inteligencia artificial universal. El paradigma del agente situado. Incertidumbre del entorno. Aprendizaje por prueba y error. Estados, acciones y políticas. Estados escondidos. Percepción, predicción y acción. El cerebro como una máquina de predicción. Error de predicción y aprendizaje. Inferencia activa. El negocio de predecir. Superinteligencia.

Módulo 2 – Aprendizaje supervisado: clasificación y regresión

Aprendizaje con ejemplos correctos. El problema de clasificación con ejemplos etiquetados. Múltiples clases. Clasificador de Bayes. Clasificación de una única clase de interés. Discriminación lineal. Máquinas de soporte vectorial. Máquinas de núcleos (Kernel Machines). Clustering. El problema de regresión. Selección de modelos y generalización. Dimensiones de un sistema inteligente para aprendizaje supervisado. El problema de sobreajuste. Validación cruzada.

Modulo 3 – Aprendizaje por refuerzos (Reinforcement learning)

Aprendizaje en problemas con Bandidos. Aprendizaje asociativo. Bandidos contextuales. Dilema explotación-exploración. La función de recompensa. Riesgos, beneficios y necesidad de la exploración. Feedback evaluativo. Aprendizaje y planificación. La función de valor Q. La política óptima. Acumulación de experiencia. Función de recompensa. La función de valor. El algoritmo Q-learning. El negocio de aprender.

Modulo 4 – Generalización y aprendizaje profundo (Deep Learning)

Aproximación funcional. Generalización de la función de valor y de la política. Redes neuronales. Jerarquías internas de representación. Interpretaciones semánticas. Procesos Gaussianos. Aprendizaje por refuerzos con representaciones profundas.

Modulo 5 – Meta-aprendizaje y optimización Bayesiana.

Ajuste automático de los hiper-parámetros de los algoritmos par aprendizaje automático. Algoritmos autónomos de aprendizaje computacional. Aprendizaje de la estructura de representaciones Deep e interpretaciones semánticas.

Modulo 6 – Sistemas cognitivos

Sistemas cognitivos. Características de los entornos, tareas y agentes. Autonomía. El rol de la memoria en el aprendizaje. Sensores y actuadores. Aprendizaje por imitación: el problema inverso del aprendizaje por refuerzos. Identificación de la función de recompensa y de las preferencias de otros agentes. El negocio de adaptarse y evolucionar. Aplicaciones a sistemas de recomendación.

7. Metodología de Enseñanza y Formación práctica

El curso se llevará a cabo en 10 Módulos de 6 horas reloj cada uno. En cada módulo se presentarán conceptos básicos y en un marco interactivo de aprendizaje activo se discutirán casos de estudio y desarrollarán trabajos prácticos que involucran programación en Matlab y Pythoh. 4 horas del curso se dedicarán a las evaluaciones presenciales de teorías y conceptos. Los conceptos, metodologías y algoritmos se profundizarán usando Casos de Estudio utilizando artículos recientes de revistas internacionales. Algunos casos como el auto autónomo, robot de experimentación y el problema de (re)Scheduling se usarán en proyectos integradores de los conocimientos del curso para conformar una línea argumental sustentada en aplicaciones de interés práctico.

8. Carga horaria total

Carga horaria teórica	Carga horaria práctica	Carga horaria total
40 horas	20 horas	60 horas

9. Modalidad de Evaluación

Se asignarán a los alumnos 4 (cuatro) trabajos prácticos sobre los temas más importantes del curso, que los alumnos deberán resolver individualmente y entregar sus resultados para su evaluación. Los trabajos prácticos se entregarán a los alumnos durante el cursado y en clase se discutirán las distintas alternativas para resolver la situación planteada. El curso se evaluará por medio de los 4 (cuatro) trabajos prácticos asignados y un examen escrito final individual de tipo opciones múltiples. El mismo constará de 50 ejercicios y un tiempo total de realización de 70 minutos.

10. Requisitos de aprobación y promoción

Para la aprobación del curso los alumnos deberán obtener una ponderación mínima del 70 % en cada una de las instancias de evaluación. La calificación se expresará en escala numérica de cero (0) a diez (10) sin decimales. Para la promoción se requerirá la norma mínima de siete (7) en el examen final (Ordenanza N° 1313).

11. Infraestructura y equipamiento

Las clases utilizarán diapositivas que los alumnos deberán dispondrán con anterioridad para su seguimiento en forma presencial o remota. Cada alumno deberá disponer de una PC o Notebook.

12. Bibliografía

Agrawal, A.; Gans, J.; Goldfarb, A. *Prediction Machines – The simple economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press (2018).

Alpaydin, E. *Introduction to Machine Learning*. 3rd Edition. MIT Press, Cambridge MA (2014).

Goodfellow, I., Y. Bengio and A. Courville. *Deep Learning*, MIT Press, Cambridge MA (2016).

Graesser, L., Keng, W. L. *Foundations of Deep Reinforcement Learning*, Addison-Wesley Professional (2019).

Mohri, M., Rostamizadeh, A. and A. Talwalkar. *Foundations of Machine Learning*, 2nd Edition, MIT Press, Cambridge MA (2018).

Sutton R. S. and A. G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, MIT Press, Cambridge MA (2018).