

Técnicas de Aprendizaje Automático (Machine Learning) en el Procesamiento de Señales Biomédicas TAAU

Información General

| | | | |
|--|--|--|---------------|
| Asignatura | Técnicas de Aprendizaje Automático (Machine Learning) en el procesamiento de señales biomédicas TAAU | | |
| Período Académico | 2018-1 | | |
| Tipo de Asignatura | Obligatoria <input type="checkbox"/> | Electiva <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Número de Créditos | 3 | Grupo | 1 |
| Horas de trabajo dirigido por profesor | 3 | Horas de trabajo Independiente | 6 |
| Prerrequisitos | Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas PSIM | | |
| Correquisitos | Ninguno | | |
| Horario | Clase Magistral | Martes | 14:30 – 16:00 |
| | | Viernes | 14:30 – 16:00 |

| | |
|---------------------|--|
| Profesor | Juan Manuel López López |
| Correo Electrónico | juan.lopezl@escuelaing.edu.co |
| Horario de Atención | Martes y jueves de 10:00 a 11:30 |
| Página web | |

Resumen y Propósitos de Formación del Curso

Las técnicas de aprendizaje automático son utilizadas ampliamente en la actualidad y se centran en que las máquinas (computadoras) sean capaces de aprender reglas de regresión y de clasificación, por sí mismas, sin que estas reglas sean descritas por parte del programador. Dichas técnicas están en muchos sistemas utilizados en la cotidianidad, desde reconocimiento de voz y de texto hasta detección de correos maliciosos. En el área de las señales biomédicas, las técnicas de aprendizaje automático encuentran especial aplicabilidad a través de sistemas para ayuda diagnóstica como segmentación de anomalías en imágenes médicas, sistemas de mejoramiento de calidad de vida como anticipación de crisis de epilepsia y otras áreas de investigación que incluyen la detección de intensidad de movimiento, identificación de rostros, identificación de pensamientos, entre otras.

A través de este curso, los estudiantes aprenderán las principales técnicas de aprendizaje automático. La primera parte del curso trata brevemente sobre el procesamiento de señales y la extracción de características. La segunda parte busca el acercamiento con técnicas de aprendizaje supervisado: redes neuronales artificiales y máquinas de soporte vectorial. Luego se discutirán técnicas de aprendizaje no supervisado que incluyen algoritmos de agrupamiento (clustering), reducción de dimensión y finalmente una introducción a boosting.

Temas

1. Introducción al aprendizaje de máquinas
2. Aprendizaje supervisado: Redes neuronales artificiales
3. Aprendizaje supervisado: Máquinas de soporte vectorial
4. Aprendizaje No Supervisado: Algoritmos de clústering
5. Boosting
6. Otros

Resultados de Aprendizaje Esperados (RAE)

- Poseer capacidad de comprensión, evaluación y síntesis de libros y artículos científicos de investigación en los idiomas español e inglés.
- Elaborar composiciones escritas sobre temas científicos de manera reflexiva y comprensible.
- Realizar presentaciones orales sobre temas científicos de manera reflexiva y comprensible.
- Brindar un tratamiento adecuado a la información y un uso adecuado del material registrado y patentado, entre otros aspectos.
- Tener habilidades para el trabajo en equipo y el trabajo individual.
- Analizar e interpretar el comportamiento físico de la materia y la energía, aplicando los principios que lo rigen para desarrollar soluciones en el área de la Ingeniería Biomédica.
- Tener destrezas experimentales, usando métodos adecuados de trabajo en el laboratorio y analizar los datos obtenidos.
- Resolver problemas, diseñar procesos y realizar experimentos propios de la Ingeniería Biomédica utilizando herramientas de la computación para el procesamiento, simulación y el cálculo numérico y simbólico.
- Analizar y diseñar circuitos eléctricos, electrónicos análogos, digitales y de sistemas básicos aplicados a la Ingeniería Biomédica.
- Procesar y realizar análisis de información biológica contenida en bases de datos mediante el uso de herramientas de la informática.
- Ser capaz de discriminar la información disponible y decidir con criterio la más apropiada para resolver problemas propios de la Ingeniería Biomédica.
- Formular preguntas sobre el estado actual de un tema del conocimiento, las situaciones y las problemáticas actuales que pueden tener respuesta desde la Ingeniería Biomédica, las cuales promuevan el análisis, la generación de hipótesis, la experimentación y la evaluación de los resultados.
- Desarrollar argumentaciones válidas y exponerlas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica identificando hipótesis y generando conclusiones.

Actividades de Aprendizaje

- Clases magistrales
- Desarrollo de ejercicios en clase
- Evaluaciones parciales y una evaluación final
- Lecturas de la temática a tratar, previas a las clases magistrales
- Lecturas de artículos científicos de interés para el área del aprendizaje automático

- Desarrollo de talleres prácticos e individuales
- Proyecto práctico de fin de curso

Actividades de Evaluación

La evaluación se realizará a través de los siguientes ítems, con sus respectivos porcentajes:

- Examen parcial 1 (17%)
- Examen parcial 2 (17%)
- Examen final (20%)
- Talleres (22.5%)
- Presentaciones (2.5%)
- Proyecto Final (15%)
- Quices (6%)
- Bonos (Sin porcentaje definido)

Exámenes: Las temáticas de las evaluaciones serán descritas con anterioridad a la fecha de presentación de las mismas. En los exámenes parciales y examen final, solamente serán tenidos en cuenta los procedimientos correctos. Una respuesta sin procedimiento o con un procedimiento ilegible será calificada con 0,0.

Talleres: Periódicamente se deberán presentar tareas en formato físico o en formato digital, según se indique. A través de estas tareas se aplicarán y profundizarán las temáticas de la clase. Su correcta presentación (organización, ortografía y redacción) será tomada en cuenta al momento de la calificación.

Proyecto final: Los estudiantes trabajarán en un proyecto aplicado utilizando sus conocimientos en ingeniería biomédica y en particular en aprendizaje automático. El proyecto tendrá tres fases: planeación, avance y entrega final. Se realizará una evaluación de cada fase.

Presentaciones: Los estudiantes deberán hacer presentaciones orales a toda la clase, relacionadas con la asignatura.

Quices: En algunas clases se darán espacios para que los estudiantes respondan preguntas o resuelven problemas relacionados con las temáticas vistas. Las respuestas podrán ser orales o por escrito.

Bonos: Son muy similares a los quices, pero su presentación es voluntaria. De responder correctamente, el estudiante obtendrá una bonificación en la calificación del tercio correspondiente. Los bonos aplican únicamente para los estudiantes que tienen una calificación superior a 3.2.

Asistencia

De acuerdo con lo establecido por los reglamentos estudiantiles de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y la Universidad del Rosario, es potestativo del profesor el llevar el registro de asistencia y afectar las calificaciones del estudiante de acuerdo a este criterio. Para el desarrollo de este curso, la asistencia a las clases no afectará las calificaciones y no será tomada en cuenta, excepto para las fechas en las que están programadas

las actividades de evaluación (presentación de prácticas de laboratorio, proyecto final, presentaciones, quices, talleres o exámenes parciales o examen final). Si el estudiante no puede asistir a la fecha programada para la evaluación, este deberá presentar la excusa correspondiente de acuerdo a lo establecido por los reglamentos.

Herramientas Computacionales

A lo largo del curso se utilizarán algunas herramientas computacionales, entre las que se encuentran MATLAB (Mathworks), LabView (National Instruments) y Python.

Programación de actividades por sesión

| Semana | Clase | Descripción | Trabajo Independiente del Estudiante | Tema | Recursos de Apoyo |
|-------------------|-------|---|--|--|---|
| 1. Ene 15 - 19 | 1 | Introducción – Conceptos básicos: ajuste polinomial, generalización y complejidad | Lectura de material y referencias del tema – Elaboración taller 1 – consulta de material adicional para poner en práctica lo aprendido | 1. Introducción | - 2. Cap 1 – 4 - 7. Cap 1 - 3 |
| | 2 | Probabilidad | | | |
| 2. Ene 22 - 26 | 3 | Distribuciones – Publicación Taller 1 | | | |
| | 4 | Modelos lineales de Regresión | | | |
| 3. Ene 29 - Feb 2 | 5 | Modelos lineales de clasificación– Publicación Taller 1 | Lectura de material y referencias del tema – Elaboración taller 2 | 2. Redes Neuronales Artificiales (RNA) | - 6. Cap 1 – 4 - 7. Cap 4 - 2. Cap 5 - 5. Cap 30 |
| | 6 | Introducción RNA – Perceptrón - Quiz 1 (3%) | | | |
| 4. Feb 5 - 9 | 7 | Discriminante de Fisher y mínimos cuadrados – Perceptrón | | | |
| | 8 | Perceptrón Multinivel - Retropropagación - (Entrega Taller 1 – 10 %) | | | |
| 5. Feb 12 - 16 | 9 | Revisión de Tema | | | |
| | | Examen Parcial 1 (17%) | | | |
| 6. Feb 19 - 23 | 10 | Método del Momentum y Heurísticas – Publicación Taller 2 | | | |
| | 11 | Matriz Hessiana y métodos de poda | | | |
| 7. Feb 26 - Mar 2 | 12 | Introducción a máquinas de soporte vectorial MSV | Lectura de material y referencias del tema – Elaboración taller 2 | 3. Máquinas de Soporte Vectorial (MSV) | - 6. Cap 6 - 8. Cap 7 - 12 - 2. Cap 6 - 9. Cap 1 y 2 |
| | 13 | Hiperplano óptimo | | | |

| | | | | | |
|--------------------|--|--|--|---------------|---|
| 8. Mar 5 - 9 | 14 | MSV para regresión | | | |
| | 15 | Arboles de Decisión - (Entrega Taller 2 – 10%) | | | |
| 9. Mar 12 - 16 | Semana del Cerebro BAW 2018 – Neurociencia y Música | | | | |
| 10. Mar 19 - 23 | 18 | Introducción a Agrupamiento | Lectura de material y referencias del tema | 4. Clústering | - 3. Cap 6 - 2. Cap 9 - 5. Cap 5 |
| | 19 | Agrupamiento 2– Quiz 2 (3%) | | | |
| 13. Mar 26 - 30 | Semana de Receso | | | | |
| 11. Abr 2 - 6 | | Examen Parcial 2 (17%) | Lectura de material – Propuesta de proyecto final | 5. Boosting | - 2. Cap 14 - Artículos científicos escogidos para este tema |
| | 20 | Introducción a Boosting | | | |
| 12. Abr 9 - 13 | 21 | AdaBoost - Ejemplo reconocimiento de rostros Viola – Jones | | | |
| | 22 | Entrega propuesta Proyecto Final | | | |
| 14. Abr 16 - 20 | 23 | Presentaciones Temas Seleccionados (2.5%) | Lectura de material y referencias del tema – Entrega de proyecto final | 6. Otros | 7. Cap 13 Artículos y textos escogidos para temas de interés |
| | 24 | Presentaciones Temas Seleccionados (2.5%) | | | |
| 15. Abr 23 - 27 | 25 | Aprendizaje por Refuerzo – Publicación Taller 3 | | | |
| | 26 | Aprendizaje por Refuerzo | | | |
| 16. Abr 30 - May 4 | 27 | Introducción deep learning | | | |
| | 28 | Deep learning | | | |
| 17. May 7 - 11 | 29 | Deep learning | | | |
| | 30 | Deep learning - Entrega Taller 3 (2.5%) | | | |
| 18. May 14 - 18 | Examen Final (20%) – Entrega Proyecto Final (15%) | | | | |

Bibliografía

1. Bell, Jason. *Machine Learning: Hands-on for Developers and Technical Professionals*. Indianapolis, IN: John Wiley and Sons, 2014.
2. Bishop, Christopher M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Information Science and Statistics. New York: Springer, 2006.
3. Bow, Sing-Tze. *Pattern Recognition and Image Preprocessing*. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc, 2002.
4. Cleophas, Ton J. M., and Aeilko H. Zwinderman. *Machine Learning in Medicine*. Dordrecht ; New York: Springer, 2013.
5. Devroye, Luc, László Györfi, and Gábor Lugosi. *A Probabilistic Theory of Pattern Recognition*. New York: Springer, 1996.
6. Haykin, Simon. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Delhi: Pearson Education, 1999.
7. Mitchell, Tom M. *Machine Learning*. McGraw-Hill Series in Computer Science. New York: McGraw-Hill, 1997.
8. Schölkopf, Bernhard, and Alexander J. Smola. *Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and beyond*. Adaptive Computation and Machine Learning. Cambridge, Mass: MIT Press, 2002.
9. Wang, Lipo, ed. *Support Vector Machines: Theory and Applications*. Studies in Fuzziness and Soft Computing, v. 177. Berlin: Springer, 2005.

Bibliografía Complementaria

1. Akansu, Ali N., and Richard A. Haddad. *Multiresolution Signal Decomposition: Transforms, Subbands, and Wavelets*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2001..
2. Ebersole, John S., Nordli, Douglas R., and Husain, Aatif M. *Current Practice of Clinical Electroencephalography*. 4th ed. Wolters Kluwer, 2004.
3. Mallat, S. G. *A Wavelet Tour of Signal Processing: The Sparse Way*. 3rd ed. Amsterdam; Boston: Elsevier/Academic Press, 2009.
4. Mellers, John D. C. "Epilepsy." In *Lishman's Organic Psychiatry*, edited by Anthony S. David, Simon Fleminger, Michael D. Kopelman, Simon Lovestone, and John D. C. Mellers, 309–95. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2009. <http://doi.wiley.com/10.1002/9781444316803.ch6>.
5. Suzuki, Kenji. *Computational Intelligence in Biomedical Imaging*. New York: Springer, 2013.
6. Theis, Fabian J., and Anke Meyer-Bäse. *Biomedical Signal Analysis: Contemporary Methods and Applications*. Cambridge, Mass: MIT Press, 2010.

Notas Importantes

- Desde el principio del curso, los estudiantes conocen las temáticas a tratar y los libros de texto que se utilizarán. De esta forma, los estudiantes deben preparar las temáticas de la clase con anticipación para que el tiempo se puede aprovechar mejor. Durante las clases, se complementará la información de los textos guías, se resolverán las dudas y se rectificarán errores.
- El estudiante deberá ser capaz de comprender y analizar textos y artículos científicos en inglés y en español.
- Las situaciones consideradas como fraude o plagio conllevarán a la respectiva apertura del proceso disciplinario, siguiendo los lineamientos del reglamento estudiantil vigente.
- No se tolerarán comportamientos irrespetuosos. El espacio de clase es netamente académico, libre de pensamiento político o religioso y no tienen cabida comentarios sexistas, homofóbicos, racistas o de

cualquier otro carácter discriminatorio. De presentarse estos casos, se procederá a aplicar con toda severidad el reglamento disciplinario.

- El uso de la herramienta “Campus Virtual” (Moodle) es obligatorio. A través de esta herramienta se publicarán talleres, y se recibirán algunos documentos como soluciones de talleres, quices o exámenes.
- Los foros del Campus Virtual son espacios de participación académica y por lo tanto se deben seguir las mismas normas básicas de respeto que en el salón de clases. En los foros está prohibido publicar soluciones de talleres o de cualquier otra actividad de evaluación.
- Los talleres se deben presentar de forma individual, a menos que se especifique lo contrario.
- La ortografía y la buena redacción son factores que se tendrán en cuenta al momento de calificar cualquier entrega escrita
- Está prohibido consumir alimentos dentro de los salones de clases y laboratorios.
- El uso de equipos celulares está prohibido dentro de los salones de clase y en los laboratorios.
- Si el estudiante necesita realizar una consulta con el profesor y los horarios de atención no le son convenientes, puede agendar una cita en otro horario, a través del correo electrónico.