

ANEXO V. MEMORIA FINAL DE PROYECTOS. MODALIDADES 1, 2, 3 Y 4

CURSO ACADÉMICO 2018/2019

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

Adquisición de competencias en algoritmos multi-objetivo basados en el concepto de dominancia de Pareto para el diseño de redes neuronales artificiales. Aplicación a tareas reales de clasificación de patrones.

2. Código del Proyecto

2018-1-5016

3. Resumen del Proyecto

Dentro del Aprendizaje Automático o Machine Learning (ML), las metaheurísticas cobran especial interés para resolver problemas muy complejos en los que no necesariamente se necesita obtener la mejor solución posible, y, más concretamente, los Algoritmos Evolutivos Multi-Objetivo (MOEAs) son una de las herramientas más utilizadas cuando existen varios objetivos contrapuestos.

Por otro lado, las Redes Neuronales Artificiales (RNAs) son modelos computacionales basados en un gran conjunto de unidades neuronales simples (unidades con funciones de base matemáticas) de forma aproximadamente análoga al comportamiento observado en las neuronas biológicas, las cuales son capaces de aprender a partir de ejemplos.

Con este proyecto se refuerza la adquisición de competencias del alumnado en la asignatura: “Introducción a los Modelos Computacionales”, Especialidad en Computación, 4º curso, 1er cuatrimestre, Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Córdoba.

Se ha diseñado una práctica para combinar ambas metodologías, MOEAs + RNAs, que es lo que se conoce en investigación como Redes Neuronales Evolutivas Multiobjetivo para Aprendizaje Automático (MOEANNs). Esta metodología es frecuentemente utilizada por los Científicos de Datos en empresas tanto públicas como privadas, y encaja en el perfil que se está demandado actualmente entre los Ingenieros Informáticos.

Concretamente, el proyecto acomete la realización de sesiones prácticas en horas de laboratorio (con ordenador), reutilizando el software desarrollado por el equipo de trabajo para tareas de investigación, y adaptándolo como herramienta docente TIC, haciéndolo lo más pedagógica posible, para aplicarla en la resolución de problemas tipo benchmark y/o reales (finanzas, marketing, detección de enfermedades, etc). Para ello ha sido necesario, además de poner disponible el software para los alumnos, la creación de un guión o dossier para el seguimiento de las prácticas y la preparación de un conjunto de bases de datos adecuadas y de interés.

La introducción de este tipo herramienta docente permite facilitar el proceso de aprendizaje del alumnado, estimulando la motivación, y promueve un ambiente abierto de colaboración entre los estudiantes.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Pedro Antonio Gutiérrez Peña	Informática y A. N.	146

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
Manuel Dorado Moreno	Informática y A. N.	146	Terminando la tesis doctoral con el grupo de investigación AYRNA. Ex becario FPU del Dpto. de Informática y A. N.
César Hervás Martínez	Informática y A. N.	146	PDI
Antonio Manuel Gómez Orellana	Informática y A. N.	146	Graduado en Informática por la EPSC y contratado con cargo a proyecto en la UCO. Alumno Colaborador Honorario.
Miguel Díaz Lozano	Informática y A. N.	-	Externo. Graduado en Informática por la EPSC y antiguo contratado con cargo a proyecto.
David Sánchez Cruz	Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (Universidad de Córdoba)	-	Técnico TIC y creativo.
María Pérez Ortiz	Departamento de Ciencias de la Computación, University College London (Reino Unido)	-	Personal externo, antigua alumna de la EPSC y miembro del grupo AYRNA.
Iván Bonaque Muñoz	Informática y A. N.	-	Personal externo, Graduado en Informática por la EPSC.
Purificación Pulido Alcaide	Departamento de Comunicación y Educación de Universidad Loyola Andalucía (sede de Córdoba).	-	Personal externo, profesora Ayudante de investigación y colaboradora con el grupo AYRNA.
Mariano Carbonero Ruz	Departamento de Métodos Cuantitativos de Universidad Loyola Andalucía (sede de Córdoba).	-	Personal Externo: Profesor Titular de Universidad. Miembro del grupo AYRNA.

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:

1 Introducción

El aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas, del inglés, *Machine Learning* (ML), es un subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la Inteligencia Artificial (IA) cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender. De forma más concreta, se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejemplos. Es, por lo tanto, un proceso de inducción del conocimiento.

Dentro del ML, las Metaheurísticas cobran especial interés para resolver problemas muy complejos con un gran espacio de búsqueda de soluciones, en los que no necesariamente se necesita obtener la mejor solución posible. De forma más concreta, los Algoritmos Evolutivos Multi-Objetivo (MOEAs) [1] son una de las Metaheurísticas más utilizadas para el caso en el que existen múltiples objetivos a optimizar.

Por otro lado, las Redes Neuronales Artificiales (RNAs) [2] son modelos computacionales basados en un gran conjunto de unidades neuronales simples (unidades con funciones de base matemáticas), de forma aproximadamente análoga al comportamiento observado en las neuronas biológicas, las cuales son capaces de aprender a partir de ejemplos.

Existen diversos trabajos en los que se combinan MOEAs con Redes Neuronales Artificiales (RNAs) [3] para resolver tareas de aprendizaje en clasificación de patrones, pero no se imparte esta metodología en ninguna de las dos asignaturas del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Córdoba que se indican a continuación, donde se tratan ambos conceptos por separado.

Especialidad	Asignatura	Código	Créditos	Carácter	Conceptos
Computación, 3er curso, 2º cuatrimestre	Metaheurísticas	101425	6	Obligatorio	Algoritmos evolutivos
Computación, 4º curso, 1º cuatrimestre.	Introducción a los Modelos Computacionales	101428	6	Obligatorio	RNAs: Sigmoide, RBF, Producto

Los MOEAs cobran también especial interés en cuanto a su capacidad para resolver problemas que necesitan optimizar más de una función objetivo de manera simultánea, pero no hay herramientas a nivel docente que muestren con detalle cómo ocurre este proceso, más aún si la población de individuos que evoluciona el MOEA son modelos de RNAs.

Con este proyecto, se ha abordado la adquisición de competencias del alumnado en MOEAs para el diseño de modelos de RNAs. A esto se le conoce en la literatura especializada como Redes Neuronales Evolutivas para Aprendizaje Automático (MOEANNs). Específicamente, se han reforzado las competencias adquiridas por los alumnos en la asignatura de “Introducción a los Modelos Computacionales”, del Grado de Ingeniería Informática, especialidad Computación, 4º curso, 1º cuatrimestre. De esta forma, los conceptos aplicados mediante este proyecto son RNAs con unidades de base Sigmoide, RBF y Producto, ello como población de soluciones en MOEAs.

De una manera más concreta, en el proyecto se han preparado una serie de sesiones prácticas en tandas de 2 horas docentes de laboratorio con ordenador. Para llevar a cabo esta tarea, se ha

dispuesto la experiencia en este campo del ML del grupo de investigación AYRNA, del cual son miembros los participantes del proyecto, tanto internos a la UCO como externos, además de antiguos alumnos colaboradores. Indicar también que la mayoría de los participantes del grupo de investigación forman parte del mismo grupo docente (146) dentro de la Universidad de Córdoba. Además, los participantes externos proporcionaron bases de datos con las que aplicar los algoritmos desarrollados, potenciando también los vínculos de la UCO con otros centros docentes universitarios.

De esta manera, se ha reutilizado el software desarrollado en tareas de investigación, adaptándolo como herramienta TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) docente para redactar una práctica de la asignatura y se ha aplicado esta tecnología a la resolución de problemas tipo *benchmark* y/o reales.

Desde el punto de vista docente, la introducción de nuevas tecnologías en el aula permite la creación de nuevas herramientas docentes que facilitan el proceso de aprendizaje del alumnado, estimulan la motivación y proveen un ambiente abierto de colaboración entre los estudiantes. Uno de los aspectos más criticado por los egresados en las distintas titulaciones universitarias es que la formación recibida es muy teórica y fuertemente generalista [4], con lo que se hace esencial llevar los conocimientos teóricos y la investigación básica a la práctica [5]. Estos aspectos se ajustan a la línea de acción prioritaria e), establecidas en la modalidad I del Plan de Innovación y buenas Prácticas docentes (2018/2019), “transferencia del conocimiento teórico a la práctica”.

2 *Objetivos*

- 1) Adaptar un *software* de investigación para entrenamiento de redes neuronales evolutivas con algoritmos multiobjetivo como herramienta TIC docente (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en las prácticas de la siguiente asignatura:
 - “Introducción a los Modelos Computacionales”: Asignatura del primer cuatrimestre del cuarto curso del Grado en Ingeniería Informática, especialidad en Computación.
- 2) Reforzar las siguientes competencias de la asignatura:
 - CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
 - CTEC4: Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación.
 - CTEC5: Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes.
- 3) Llevar a la práctica los conocimientos teóricos y la investigación básica que el equipo de participantes del proyecto posee en cuanto a MOEAS y RNAS y su aplicación a problemas reales, repercutiendo en el desarrollo de aspectos prácticos del perfil profesional del alumnado.
- 4) Concienciar al alumnado de la necesidad de conocer la diversidad de técnicas de aprendizaje automático actuales, ya que es una parte de la inteligencia artificial que está experimentando un fuerte avance en cuanto a sus aplicaciones, las cuales demandan cada día más empresas de todo tipo del sector, encontrándose en estos momentos en un verdadero “boom”.

- 5) Enfrentar a los alumnos a la complejidad real de los problemas de Aprendizaje Automático, enfocado a su preparación como posibles Científicos de Datos.

3 Material y métodos

Los objetivos anteriormente mencionados se han llevado mediante la realización de las siguientes actividades cronológicas:

- 1) Adaptación de las herramientas que dispone el equipo de participantes del proyecto para la creación de una práctica mediante una herramienta TIC que combine los conceptos de MOEAs y RNAs.

Esta tarea se ha llevado a cabo por los componentes del equipo pertenecientes al grupo 146 y los alumnos/becarios del grupo AYRNA.

- 2) Decidir y crear uno o varios conjuntos de datos de tipo benchmark y/o reales a los que poder aplicar la práctica.

Esta tarea se ha llevado a cabo por los componentes del equipo pertenecientes al grupo 146 y los componentes externos que también forman parte de grupo AYRNA.

- 3) Prueba y testeo del *software* antes de aplicarlo en clases de laboratorio con ordenador.

Esta tarea se ha llevado a cabo por los componentes del equipo pertenecientes al grupo 146, los alumnos/becarios del grupo AYRNA y los componentes externos.

- 4) Redacción de una práctica para la asignatura de Introducción a los Modelos Computacionales, y ponerla a disposición del alumnado en la plataforma Moodle de la Universidad de Córdoba.

Esta tarea se ha llevado a cabo por los componentes del equipo pertenecientes al grupo docente 146.

- 5) Redacción de una memoria final con los resultados y conclusiones obtenidos con la realización de este proyecto, en caso de que se otorgase el mismo a los participantes.

Esta tarea se ha llevado a cabo por los componentes del equipo pertenecientes al grupo docente 146.

3.1 Presupuesto para el proyecto

Ninguno, se han usado los recursos materiales y de software de los que dispone el equipo de trabajo.

4 Resultados obtenidos

Tras la finalización del proyecto docente se han obtenido los siguientes resultados:

- El alumnado dispone de una práctica en la que se aplican técnicas actuales para resolver problemas de aprendizaje automático reales, enfrentándose a los retos que supone el tratamiento de datos y la creación de modelos.
- Esta práctica permite reforzar las competencias de la asignatura de Introducción a los Modelos Computacionales con tecnologías usadas en el campo de la investigación y que se están demandando mucho en el mercado laboral.
- La práctica acerca al alumnado las tareas que debe realizar lo que hoy se denomina “Científico de Datos”, puesto profesional que se está solicitando en todo tipo de empresas y organismos públicos y privados.
- La práctica materializa los conocimientos teóricos explicados a los alumnos en teoría.
- También refuerza los conceptos que adquieren los alumnos durante la carrera sobre Redes Neuronales y de Algoritmos Evolutivos, haciendo uso de la combinación de ambas metodologías, aplicadas en una de las prácticas de la asignatura “Introducción a los modelos computacionales”.

5 Observaciones y comentarios

De manera general, la experiencia ha sido más que satisfactoria, ya que la práctica afianza mejor los conceptos teóricos cuando se aplican a problemas reales, en este caso mediante una herramienta específica para ello. El grado de interés de estas técnicas en los alumnos es sido muy alto y algunos han pedido al profesorado implicado en el proyecto realizar su TFG sobre Aprendizaje Automático.

Creemos que los conocimientos que adquieren los alumnos sobre Aprendizaje Automático y sobre el uso de la aplicación informática desarrollada les serán muy útiles en su trabajo, ya que actualmente hay muchísimas empresas que requieren el uso de estas técnicas para resolver problemas que difícilmente se pueden solucionar con otras metodologías. La práctica refuerza los conocimientos teóricos, tarea difícil debido a la complejidad de las herramientas actuales disponibles en la red.

A nuestro parecer, este tipo de proyectos de innovación docente mejoran de manera notable la capacidad del alumnado para enfrentarse a un problema real cuando terminen su titulación. En este sentido, el aplicar técnicas actuales que el equipo de participantes del proyecto usa en su investigación permite darles la motivación y capacidad para el aprendizaje y reciclaje continuo de conocimientos a los que tienen que someterse los Ingenieros en Informática.

Con respecto al esfuerzo del equipo de trabajo hay que reseñar que ha sido elevado, ya que ha habido que adaptar al nivel del alumnado todo el material científico. Se espera incorporar la práctica a la asignatura en cursos académicos futuros.

6 Relación de evidencias que se anexan a la memoria

- Guión de las sesiones prácticas.
- Tutorial de uso de la parte multi-objetivo de NNEP.
- Bases de datos utilizadas.

Bibliografía

- [1] C.A. Coello, G.B. Lamont, and D.A.V. Veldhuizen. "Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems". Genetic and Evolutionary Computation. Springer, 2007.
- [2] C.M. Bishop. "Neural Networks for Pattern Recognition". Oxford University Press, 1995.
- [3] J. C. Fernández, F. J. Martínez-Estudillo, C. Hervás-Martínez y P. A. Gutiérrez. "Sensitivity Versus Accuracy in Multiclass Problems Using Memetic Pareto Evolutionary Neural Networks", IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 21, pp. 750-770. 2010
- [4] Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). "Los procesos de inserción laboral de los titulados universitarios en España. Factores de facilitación y de obstaculización". Madrid, 2009.
- [5] Freddy Rojas Velásquez . "Enfoques sobre el aprendizaje humano". Pág. 1, 2001.