VATICINIO SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO A PARTIR DE ÁRBOLES DE DECISIÓN

Daniel Arango Universidad Eafit Colombia darangoh@eafit.edu.co	Jean Paul Cano Universidad Eafit Colombia jpcanog1@eafit.edu.co	Miguel Correa Universidad Eafit Colombia macorream@eafit.edu.co	Mauricio Toro Universidad Eafit Colombia mtorobe@eafit.edu.co

Para cada versión de este informe: 1. Detalle todo el texto en rojo. 2. Ajustar los espacios entre las palabras y los párrafos. 3. Cambiar el color de todos los textos a negro.

Texto rojo = Comentarios

Texto negro = Contribución de Miguel y Mauricio

Texto en verde = Completar para el 1er entregable

Texto en azul = Completar para el 2º entregable

Texto en violeta = Completar para el tercer entregable

RESUMEN

El problema que se solucionará a lo largo del semestre será la incidencia de los distintos factores socioeconómicos de los estudiantes en los resultados de la prueba Saber Pro, ver si existe algún tipo de relación entre los distintos factores en el entorno de los estudiantes y el rendimiento de ellos en la prueba Saber Pro. La importancia de este problema recae en que nos permitirá ver si existe algún factor que impida un rendimiento óptimo en lo que a las pruebas Saber Pro corresponde y examinar si se pueden generar recomendaciones para los estudiantes y así poder generar un éxito académico mayor. Algunos de los problemas que se podrían rondar alrededor de esta problemática sería encontrar una brecha entre gente de estrato socioeconómico bajo y alto o entre gente literata y personas que prescinden de dicha actividad.

¿Cuál es el algoritmo propuesto? ¿Qué resultados obtuvieron? ¿Cuáles son las conclusiones de este trabajo? El resumen debe tener como máximo **200 palabras**. (*En este semestre, usted debe resumir aquí los tiempos de ejecución, el consumo de memoria, la exactitud, la precisión y la sensibilidad*)

Palabras clave

Árboles de decisión, aprendizaje automático, éxito académico, predicción de los resultados de los exámenes

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo tratará de establecer una relación coherente y lógica entre las condiciones en las que se encuentra un estudiante, refiriéndose a lo socioeconómico, y el rendimiento que este desempeña en pruebas estatales como lo son las pruebas Saber Pro. Todo esto con la motivación de analizar si realmente inciden condiciones sociales y económicas en lo que respecta a lo académico, para así poder desarrollar medidas y planes de apoyo académico para lograr aumentar el desempeño de ciertos estudiantes.

1.1. Problema

El problema que nos concierne tiene un impacto demasiado relevante en regiones como América Latina, ya que de ser demostrada una tendencia que desfavorezca a las personas de menores recursos se podría decir que existiría una desigualdad en el rendimiento de las poblaciones más vulnerables ante las mejores establecidas tanto socialmente como económicamente, lo que se traduciría para una región como Latinoamérica, donde hay una diferencia socioeconómica tan palpable y notoria, que habría que tomar en consideración implementar planes para mejor el rendimiento académico de las poblaciones más vulnerables.

1.2 Solución

En este trabajo, nos centramos en los árboles de decisión porque proporcionan una gran explicabilidad (¡falta *una* cita *para este argumento!*). Evitamos los métodos de caja negra como las redes neuronales, las máquinas de soporte vectorial y los bosques aleatorios porque carecen de explicabilidad (¡Falta *una* cita para *este argumento!*).

Explique, brevemente, su solución al problema *(En este semestre, la solución es una implementación de un algoritmo de árbol de decisión para predecir el éxito académico. ¿Qué algoritmo elegiste? ¿Por qué?)*

1.3 Estructura del artículo

En lo que sigue, en la sección 2, presentamos el trabajo relacionado con el problema. Más adelante, en la sección 3, presentamos los conjuntos de datos y métodos utilizados en esta investigación. En la sección 4, presentamos el diseño del algoritmo. Después, en la sección 5, presentamos los resultados. Finalmente, en la sección 6, discutimos los resultados y proponemos algunas direcciones de trabajo futuras.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

2.1 Predicción del rendimiento dentro de las carreras de computación.

Con este se está haciendo un estudio recogiendo los datos referidos al historial previo del rendimiento académico de los estudiantes de carreras de computación. Con estos datos se planea predecir el rendimiento académico del curso actual respecto a rendimientos pasados.

https://www.researchgate.net/profile/Alfredo_Barrientos/publication/333582116_Prediccion_del_Rendimiento_Academico_en_carreras_de_Computacion_utilizando_Arboles_de_Decision/links/5cf5549a299bf1fb18560ccb/Prediccion-del-Rendimiento-Academico-en-carreras-de-Computacion-utilizando-Arboles-de-Decision.pdf

2.2 Árboles de decisión para predecir el rendimiento en la educación médica superior.
Este artículo trata de un estudio universitario para detectar estudiantes con alto riesgo de fracaso académico basado en sus desempeños en distintas pruebas.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412004000300002

3.3 La automatización de la predicción del rendimiento académico.
Este artículo trata de la minería de datos en los estudiantes del IPN (puedes cambiar esto último por "estudiantes de una universidad") en la realización de un modelo de predicción en su rendimiento.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672018000100246&script=sci_arttext

3.4 Técnicas de Minería de Datos para la Predicción del Rendimiento Académico
Este artículo trata de la comparación de técnicas de aprendizaje mediante la minería de datos para realizar predicciones en el rendimiento académico de los estudiantes.

https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7352939

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se explica cómo se recopilaron y procesaron los datos y, después, cómo se consideraron diferentes alternativas de solución para elegir un algoritmo de árbol de decisión.

3.1 Recopilación y procesamiento de datos

Obtuvimos datos del *Instituto Colombiano de Fomento de la Educación Superior* (ICFES), que están disponibles en línea en ftp.icfes.gov.co. Estos datos incluyen resultados anonimizados de Saber 11 y Saber Pro. Se obtuvieron los resultados de Saber 11 de todos los gradudados de escuelas secundarias colombianas, de 2008 a 2014, y los resultados de Saber Pro de todos los graduados de pregrados colombianos, de 2012 a 2018. Hubo 864.000 registros para Saber 11 y 430.000 para Saber Pro. Tanto Saber 11 como Saber Pro, incluyeron, no sólo las puntuaciones sino también datos socioeconómicos de los estudiantes, recogidos por el ICFES, antes de la prueba.

En el siguiente paso, ambos conjuntos de datos se fusionaron usando el identificador único asignado a cada estudiante. Por lo tanto, se creó un nuevo conjunto de datos que incluía a los estudiantes que hicieron ambos exámenes estandarizados. El tamaño de este nuevo conjunto de datos es de 212.010 estudiantes. Después, la variable predictora binaria se definió de la siguiente manera: ¿El puntaje del estudiante en el Saber Pro es mayor que el promedio nacional del período en que presentó el examen?

Se descubrió que los conjuntos de datos no estaban equilibrados. Había 95.741 estudiantes por encima de la media y 101.332 por debajo de la media. Realizamos un submuestreo para equilibrar el conjunto de datos en una proporción de 50%-50%. Después del submuestreo, el conjunto final de datos tenía 191.412 estudiantes.

Por último, para analizar la eficiencia y las tasas de aprendizaje de nuestra implementación, creamos al azar subconjuntos del conjunto de datos principal, como se muestra en la Tabla 1. Cada conjunto de datos se dividió en un 70% para entrenamiento y un 30% para validación. Los conjuntos de datos están disponibles en https://github.com/mauriciotoro/ST0245-Eafit/tree/master/proyecto/datasets .

	Conjunto de datos 1	Conjunto de datos 2	Conjunto de datos 3	Conjunto de datos 4	Conjunto de datos 5
Entrenamiento	15,000	45,000	75,000	105,000	135,000
Validación	5,000	15,000	25,000	35,000	45,000

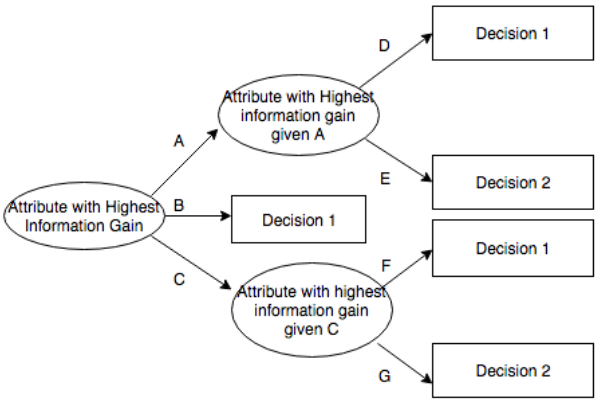
Tabla 1. Número de estudiantes en cada conjunto de datos utilizados para el entrenamiento y la validación.

3.2 Alternativas de algoritmos de árbol de decisión

En lo que sigue, presentamos diferentes algoritmos usados para construir automáticamente un árbol de decisión binario.

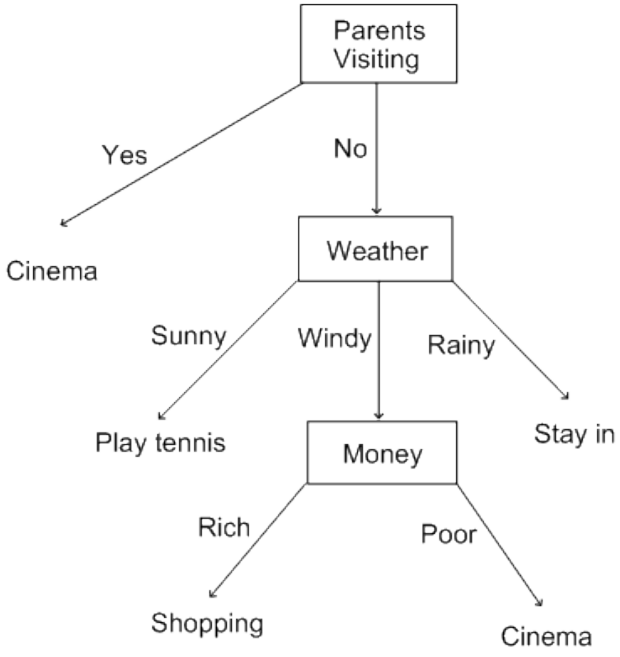
3.2.1 ID3

Este algoritmo sirve para crear árboles de decisiones a partir de conjuntos de datos. Lo que hace el algoritmo es pasar por todos los atributos del conjunto midiendo su entropía o la información que puede ganar a partir de ese atributo. Luego selecciona aquel atributo que genere la menor entropía o cause la mayor ganancia de información para repetir el proceso de forma recursiva con todos los atributos que no hayan sido usados. El algoritmo para cuando ya no hay datos para leer. No parece un algoritmo complicado.



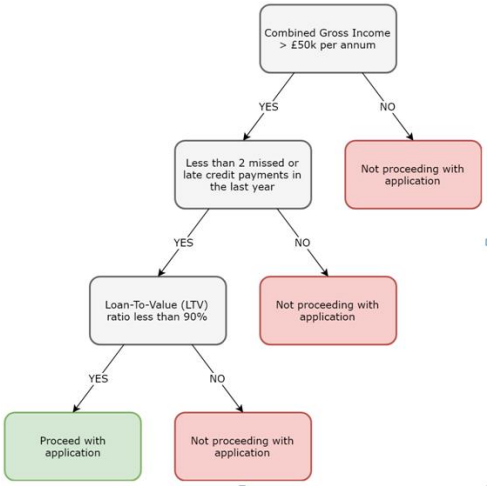
3.2.2 C4.5

El algoritmo C4.5 es el sucesor del algoritmo ID3, tiene un funcionamiento casi idéntico, con la única diferencia de que el C4.5 además de formar árboles de decisiones, también sirve para clasificar datos, volviéndose así en un algoritmo más bien estadístico. Su funcionamiento se ve de un nivel de complejidad similar al del ID3.



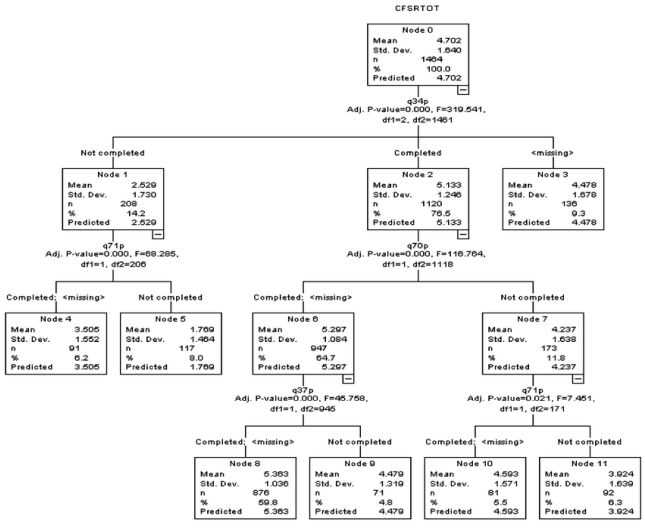
3.2.3 CART

Este algoritmo es usado para llegar a un objetivo dentro de un árbol de decisiones. Por lo que prueba cada una de las ramas de un árbol de decisiones, avanzando y devolviéndose en el proceso hasta llegar al objetivo base. Es un algoritmo de una complejidad sencilla.



3.2.4 CHAID

Este es un método que permite reconocer la relación entre dos variables y busca maximizar esa relación entre las variables mediante el uso de predictores que va generando de manera recursiva. Nos parece que es de una complejidad bastante avanzada.



4. DISEÑO DE LOS ALGORITMOS

En lo que sigue, explicamos la estructura de los datos y los algoritmos utilizados en este trabajo. La implementación del algoritmo y la estructura de datos se encuentra disponible en Github[1].

4.1 Estructura de los datos

Explique la estructura de datos utilizada para hacer la predicción y haga una figura que la explique. No utilice imágenes de Internet. *(En este semestre, la estructura de datos es un árbol de decisión binario)*

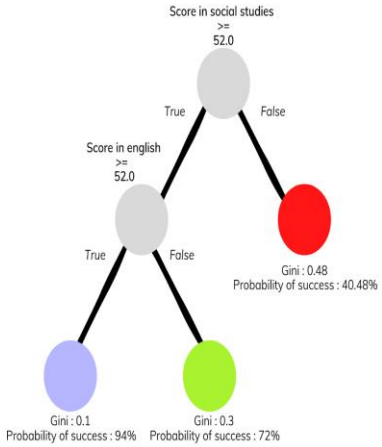


Figura 1: Un árbol de decisión binario para predecir Saber Pro basado en los resultados de Saber 11. Los nodos violetas representan a aquellos con una alta probabilidad de éxito, los verdes con una probabilidad media y los rojos con una baja probabilidad de éxito.

4.2 Algoritmos

Explica el diseño del algoritmo para resolver el problema y haz una figura. No uses figuras de Internet, haz las tuyas propias. *(En este semestre, un algoritmo debe ser un algoritmo para entrenar un algoritmo de árbol de decisión como ID3, C4.5, CART y el segundo algoritmo debe ser un algoritmo para clasificar los nuevos datos utilizando dicho árbol).*

4.2.1 Entrenamiento del modelo

Explique, brevemente, cómo entrenó a la modelo: Esto equivale a explicar cómo su algoritmo construye automáticamente un árbol de decisión binario.

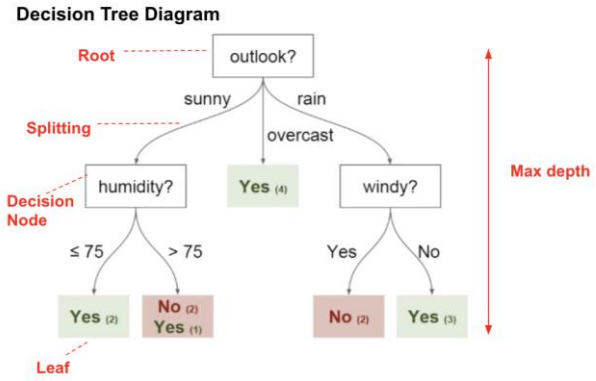


Figura 2: Entrenamiento de un árbol de decisión binario usando *(En este semestre, uno podría ser CART, ID3, C4.5... por favor, elija)*. En este ejemplo, mostramos un modelo para predecir si se debe jugar al golf o no, según el clima.

4.2.2 Algoritmo de prueba

Explique, brevemente, cómo probó el modelo: Esto equivale a explicar cómo su algoritmo clasifica los nuevos datos después de que se construya el árbol.

4.3 Análisis de la complejidad de los algoritmos

Explique en sus propias palabras el análisis para el peor caso usando la notación O. ¿Cómo calculó tales complejidades.

Algoritmo	La complejidad del tiempo
Entrenar el árbol de decisión	O(N2*M2)
Validar el árbol de decisión	O(N3*M*2N)

Tabla 2: Complejidad temporal de los algoritmos de entrenamiento y prueba. *(Por favor, explique qué significan N y M en este problema.)*

Algoritmo	Complejidad de memoria
Entrenar el árbol de decisión	O(N*M*2N)
Validar el árbol de decisión	O(1)

Tabla 3: Complejidad de memoria de los algoritmos de entrenamiento y prueba. *(Por favor, explique qué significan N y M en este problema.)*

4.4 Criterios de diseño del algoritmo

[1]http://www.github.com/ ????????? /proyecto/

Explica por qué el algoritmo fue diseñado de esa manera. Use un criterio objetivo. Los criterios objetivos se basan en la eficiencia, que se mide en términos de tiempo y consumo de memoria. Ejemplos de criterios no objetivos son: "Estaba enfermo", "fue la primera estructura de datos que encontré en Internet", "lo hice el último día antes del plazo", etc. Recuerde: Este es el 40% de la calificación del proyecto.

5. RESULTADOS

5.1 Evaluación del modelo

En esta sección, presentamos algunas métricas para evaluar el modelo. La precisión es la relación entre el número de predicciones correctas y el número total de datos de entrada. Precisión. es la proporción de estudiantes exitosos identificados correctamente por el modelo y estudiantes exitosos identificados por el modelo. Por último, Sensibilidad es la proporción de estudiantes exitosos identificados correctamente por el modelo y estudiantes exitosos en el conjunto de datos.

5.1.1 Evaluación del modelo en entrenamiento

A continuación presentamos las métricas de evaluación de los conjuntos de datos de entrenamiento en la Tabla 3.

	Conjunto de datos 1	***Conjunto de datos 2***	***...Conjunto de datos n***
Exactitud	0.7	0.75	0.9
Precisión	0.7	0.75	0.9
Sensibilidad	0.7	0.75	0.9

Tabla 3. Evaluación del modelo con los conjuntos de datos de entrenamiento.

5.1.2 Evaluación de los conjuntos de datos de validación

A continuación presentamos las métricas de evaluación para los conjuntos de datos de validación en la Tabla 4.

	Conjunto de datos 1	***Conjunto de datos 2***	***...Conjunto de datos n***
Exactitud	0.5	0.55	0.7
Precisión	0.5	0.55	0.7
Sensibilidad	0.5	0.55	0.8

Tabla 4. Evaluación del modelo con los conjuntos de datos de validación.

5.2 Tiempos de ejecución

Calcular el tiempo de ejecución de cada conjunto de datos en Github. Medir el tiempo de ejecución 100 veces, para cada conjunto de datos, e informar del tiempo medio de ejecución para cada conjunto de datos.

	Conjunto de datos 1	***Conjunto de datos 2***	***...Conjunto de datos n***
Tiempo de entrenamiento	10.2 s	20.4 s	5.1 s
Tiempo de validación	1.1 s	1.3 s	3.3 s

Tabla 5: Tiempo de ejecución del algoritmo *(Por favor, escriba el nombre del algoritmo, C4.5, ID3)* para diferentes conjuntos de datos.

5.3 Consumo de memoria

Presentamos el consumo de memoria del árbol de decisión binario, para diferentes conjuntos de datos, en la Tabla 6.

	Conjunto de datos 1	***Conjunto de datos 2***	***...Conjunto de datos n***
Consumo de memoria	10 MB	20 MB	5 MB

Tabla 6: Consumo de memoria del árbol de decisión binario para diferentes conjuntos de datos.

Para medir el consumo de memoria, debería usar un generador de perfiles (*profiler*). Uno muy bueno para Java es VisualVM, desarrollado por Oracle, http://docs.oracle.com/javase/7/docs/technotes/guides/visualvm/profiler.html. Para Python, use C-profiler.

6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Explique los resultados obtenidos. ¿Son la precisión, exactitud y sensibilidad apropiadas para este problema? ¿El modelo está sobreajustado? ¿Es el consumo de memoria y el consumo de tiempo sib apropiados? *(En este semestre, de acuerdo con los resultados, ¿se puede aplicar esto para dar becas o para ayudar a los estudiantes con baja probabilidad de éxito? ¿Para qué es mejor?)*

6.1 Trabajos futuros

Respuesta, ¿qué le gustaría mejorar en el futuro? ¿Cómo le gustaría mejorar su algoritmo y su implementación? ¿Qué hay de usar un bosque aleatorio?

AGRADECIMIENTOS

Identifique el tipo de agradecimiento que quiere escribir: Para una persona o para una institución. Considere las siguientes pautas: 1. El nombre del profesor no se menciona porque es un autor. 2. No debe mencionar sitios web de

autores de artículos que no haya contactado. 3. Debe mencionar estudiantes y profesores de otros cursos que le hayan ayudado.

Como ejemplo: Esta investigación fue apoyada parcialmente por [Nombre de la Fundación, Donante].

Agradecemos la asistencia con [técnica particular, metodología] a [nombre apellido, cargo, nombre de la institución] por los comentarios que mejoraron enormemente el manuscrito.

REFERENCIAS

La referencias se hacen con el formato de referencias de la ACM. Lea las directrices de ACM en http://bit.ly/2pZnE5g

A modo de ejemplo, consideremos estas dos referencias:

1.Adobe Acrobat Reader 7, Asegúrate de que el texto de las secciones de referencia es está alíneado a la derecha y no justificado. http://www.adobe.com/products/acrobat/.

2. Fischer, G. y Nakakoji, K. Amplificando la creatividad de los diseñadores con entornos de diseño orientados al dominio. en Dartnall, T. ed. Artificial Intelligence and Creativity: An Interdisciplinary Approach, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994, 343-364.