

Arquitectura de Inteligencia Artificial para detectar patrones en documentos escaneados

Intelligence architecture to detect patterns in scanned documents

Laura C. Díaz Dávila^{1,2}, Juan G. Corvalán², Carina M. Papini²,
Cristian E. Morilla^{1,2}, Facundo Nieto^{1,2}, Matías N. Sosa^{1,2}

1 Universidad Nacional de Córdoba,
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Córdoba, Argentina
laura.diaz@unc.edu.ar
{cristian.morilla, facundonieto, mnsosa}@mi.unc.edu.ar

2 Universidad de Buenos Aires,
Laboratorio de Innovación e Inteligencia Artificial,
Buenos Aires, Argentina
{carinapapini, jcorvalan}@ialab.com.ar

Resumen. La Inteligencia Artificial¹ (en adelante IA) puede ser útil para aumentar la eficiencia en el abordaje de los casos que los Poderes Judiciales deben resolver. Sin embargo, los sistemas judiciales en países de Latinoamérica cuentan con ciertos desafíos para la aplicación de sistemas de IA que deben ser superados si se desea aprovechar los beneficios de la automatización inteligente. Los documentos, a lo largo de su ciclo de vida, suelen estar sujetos a escaneos, impresiones y retrabajos en ambos sentidos. En esta presentación se propone una forma alternativa a la de los reconocedores ópticos de caracteres (OCR)², basada en IA aplicada a la detección de patrones

¹ Para mayor comprensión, relevamos definiciones de inteligencia artificial provenientes de organismos internacionales, Universidades de prestigio y otras que se han presentado en Conferencias. Téngase en cuenta que las arquitecturas de inteligencia artificial hacen referencia al modo en que los sistemas basados en sus técnicas se encuentran formados. Por ejemplo, la arquitectura de una red neuronal convolucional de la que hablaremos posteriormente explica cómo se organizan los elementos que la conforman durante su funcionamiento.

A modo de ejemplo: la Organización de Naciones Unidas (ONU) define la IA como una constelación de procesos y tecnologías que permiten que las computadoras complementen o reemplacen tareas específicas que de otro modo serían ejecutadas por seres humanos, como tomar decisiones y resolver problemas. Ver Resolución N° 73/348 de la Asamblea General de la ONU, disponible en: <https://undocs.org/es/A/73/348>

² El OCR (Optical Character Recognition) es un tipo de software de reconocimiento de texto que saca de una imagen el texto que contiene y lo transforma en cadenas de caracteres para guardarlos en un formato que se pueda utilizar en edición de texto. Ver más en

en imágenes, que puede contribuir a paliar las dificultades mencionadas; no sólo en el ámbito del caso de estudio aplicado, sino en muy diversos dominios de sistemas de gestión de documentos públicos en la región.

Palabras claves. inteligencia artificial, imágenes, sistema judicial, automatización.

Abstract. Artificial Intelligence (AI hereinafter) can be useful to increase efficiency in dealing with cases that the Judiciary must resolve. However, judicial systems in Latin American countries have certain challenges for the application of AI systems that must be overcome if the benefits of intelligent automation are to be exploited. Documents, throughout their life cycle, are often subject to scanning, printing and reworking in both directions.

In this paper we propose an alternative way to OCR, based on AI applied to image pattern detection, which can contribute to alleviate the difficulties mentioned above, not only in the applied case study, but also in many different domains of public document management systems in the region.

Keywords. artificial intelligence, images, judicial system, automation

1 Introducción

Los países de América Latina experimentan una creciente demanda para mejorar su capacidad en la prestación de servicios gubernamentales. Algunos ya comenzaron el camino hacia la incorporación de soluciones digitales.

En los Poderes Judiciales, las tecnologías ofrecen una mejora en las prácticas actuales y además, la oportunidad de crear nuevas prácticas que cambien la forma en la que las administraciones de justicia prestan servicios [1]. Sin embargo, se enfrentan grandes desafíos a la hora de implementarlas.

Los organismos internacionales ponen énfasis en la necesidad de implementar tecnologías adaptadas a la realidad de los organismos públicos para aumentar la eficiencia en la prestación del servicio de Justicia [2].

El Banco Interamericano de Desarrollo, destaca la necesidad de alentar a los países a la incorporación de esas tecnologías en sus sistemas judiciales, así como a considerar las consecuencias legales, institucionales y culturales de su uso [3].

El Banco de Desarrollo de América Latina manifiesta que la introducción de la IA a partir de una adecuada gobernanza de datos, tiene el potencial de optimizar los tiempos de la Justicia y mitigar los daños colaterales, aumentar la eficiencia de los demás poderes y organismos vinculados al Poder Judicial, en la medida en que

Universidad de Sevilla, ¿Qué es el OCR (Reconocimiento óptico de caracteres), disponible en:

https://www.upo.es/biblioteca/servicios/inst_equip/lab/materialesapoyo/manuales_hardware/e_scanner_ps5000c/pagina_16.htm

permite alcanzar el objetivo de tratar de una manera más imparcial y equitativa los asuntos de los administrados [4].

A pesar de los desafíos que se deben enfrentar al interior de los Poderes Judiciales, UNESCO expresa que avanza la exploración de su uso [5].

Sumado a ello, obsérvese que el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 16 espera que los Estados alcancen “Paz, Justicia e Instituciones sólidas”. La Organización de Naciones Unidas (ONU) señala el gran potencial que poseen estas tecnologías para acelerar el progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible [6].

Uno de los temas a los que los Poderes Judiciales deben abocarse al resolver las causas que llegan a sus estrados, se relaciona con la violencia contra las mujeres y las personas integrantes de su grupo familiar. La Organización de Estados Americanos (OEA) destaca la obligación que surge de la Convención Belem Do Pará para los Estados que deben actuar con debida diligencia para prevenir, investigar y sancionar todas las formas de violencia basada en el género contra las mujeres, niñas y adolescentes, por todos los medios apropiados y sin dilaciones indebidas [7].

En este contexto, consideramos que los sistemas basados en IA pueden ser una herramienta de valor para el abordaje de las denuncias por violencia contra las mujeres por los Poderes Judiciales, que permitirán aumentar la eficiencia y dar respuestas más rápidas ante una problemática vinculada a los derechos humanos.

En este trabajo presentamos los ensayos que desarrollamos en base a datos proporcionados por el Poder Judicial de un país de la región que actualmente está en proceso de digitalización. Sus heterogeneidades culturales y tecnológicas, dan cuenta de una variopinta realidad en sus prácticas procesales: algunas divisiones político administrativas del Estado emplean sistemas informáticos interoperables, mientras que otras aún no. El resultado de esta realidad materializa desafíos en el desarrollo de la propuesta que aquí describimos y que proponemos implementar.

A partir de los datos suministrados, trabajamos en el desarrollo de un sistema que emplea técnicas basadas en IA para detectar con mayor rapidez aquellos casos de violencia de género cuyo riesgo asociado es alto para las mujeres víctimas.

2 Contexto Mundial

El uso de un sistema basado en IA que aumente la eficiencia en la gestión de los casos de violencia contra las mujeres y las personas integrantes de su grupo familiar se constituye como una prioridad si se observa la preocupante situación que están viviendo las mujeres víctimas de violencia de género tanto en los países de Latinoamérica como en otros países del mundo.

Organismos internacionales se encuentran trabajando en pos de generar conciencia al interior de los Estados a fin de implementar políticas eficientes y efectivas para erradicar la violencia contra las mujeres.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y ONU Mujeres, un tercio de las mujeres es víctima de violencia física o sexual desde que es muy joven. Alrededor de 736 millones de mujeres sufrieron este flagelo a manos de una pareja o por otras personas y una de cada cuatro jóvenes de entre 15 y 24 años que tuvo alguna relación íntima lo habrá padecido al llegar a los 25. Lo más alarmante es que el fenómeno no ha retrocedido en los últimos diez años y, peor aún, se ha exacerbado durante los confinamientos ordenados por la pandemia de COVID-19 [8].

3 Contexto en América Latina y el Caribe

El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) señala que, en América Latina y el Caribe (ALC), la inseguridad y la violencia se posicionaron como dos de los principales problemas y preocupaciones que aquejan a la sociedad y a grupos vulnerables [9].

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aporta que la violencia contra las mujeres (VCM) tiene graves consecuencias para las mujeres y sus infancias, desde lesiones físicas o problemas psicológicos a desenlaces fatales [10].

En el 2020 al menos 4.091 mujeres fueron víctimas de femicidio en América Latina y el Caribe según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [11]. Manifiesta su preocupación por la persistencia de la violencia por razones de género contra las mujeres y las niñas de la región. La violencia de género ocurre de forma sistemática en nuestra región. Afecta a mujeres y niñas de todas las edades y sucede en todos los espacios. Destaca que la gran cantidad de denuncias en líneas remotas y de forma presencial exige fortalecer la acción pública con aumento de recursos fiscales y medidas que garanticen la atención integral en servicios sociales y acceso a la justicia a través de canales activos y expeditos [12].

Desde la ONU se sostiene que: Latinoamérica y el Caribe se enfrentan a un enorme desafío ante la persistente violencia contra las mujeres, que costó la vida al menos a 1.831 de ellas en 2016, alerta un nuevo informe regional elaborado por el PNUD y ONU Mujeres.

La directora regional adjunta de ONU Mujeres para las Américas y el Caribe, Lara Blanco, dijo que las tasas de femicidio en esas zonas «son las más altas» [13].

En este escenario, aprovechamos las funcionalidades de las técnicas de IA que describiremos a continuación para proponer su aplicación al abordaje de los casos de violencia contra las mujeres y las personas integrantes de su grupo familiar.

4 Convocatoria y formación del equipo

Durante el año 2021, un país de la región³ convocó al Laboratorio de Innovación e Inteligencia Artificial de la Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires (en adelante UBA IALAB)⁴ a fin de que utilice su experiencia en desarrollo de sistemas de inteligencia artificial para determinar las posibilidades de aumento en la eficiencia en el abordaje de casos de violencia de género por el Poder Judicial.

A fin de realizar este proyecto, el Director de UBA IALAB, Juan Gustavo Corvalán convocó a la Doctora Laura Cecilia Díaz Dávila quien se desempeña como Profesora e investigadora de Inteligencia Artificial en la Universidad de Córdoba y como investigadora experta en inteligencia artificial de UBA IALAB por designación, a fin de que lidere el equipo de ML el cual se formó con miembros del referido Laboratorio y con alumnos de la Universidad Nacional de Córdoba que se encontraban haciendo su práctica profesionalizante y se mostraban interesados por adquirir experiencia en aprendizaje automático (machine learning)⁵ aplicables a su área de estudio.

Realizamos el desarrollo que aquí compartimos a partir de la investigación que llevamos adelante entre los meses de diciembre de 2021 y febrero de 2022.

5 Situación del sistema judicial del caso de estudio

Durante el año 2021, trabajamos en pos de lograr una propuesta de solución basada en IA que permita lograr la clasificación y detección inteligente automatizada de documentos para el Poder Judicial de un país de América Latina.

Al comenzar el proyecto, realizamos un relevamiento respecto del estado de situación.

Según estimación de un sistema que utilizaban al interior del Poder Judicial, en un lapso de tres años registraron un crecimiento superior al mil por ciento (1148%) respecto al ingreso de nuevas causas en materia de violencia familiar.

Las divisiones administrativas del país cuentan con distintos niveles de digitalización. Por ejemplo, una de ellas tiene incorporado un sistema que interopera entre dos organismos, otra de las divisiones posee un sistema para generar la

³ Por cuestiones de confidencialidad no es posible revelar el país.

⁴ Ver más sobre UBA IALAB en: <https://ialab.com.ar/>

⁵ El aprendizaje automático (ML) es el subapartado de la IA que se centra en desarrollar sistemas que aprenden, o mejoran el rendimiento, en función de los datos que consumen. IA es un término amplio que se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana. El aprendizaje automático y la IA suelen nombrarse juntos, y los términos a veces se usan indistintamente, pero no significan lo mismo. Un aspecto importante que hay que destacar es que, aunque todo aprendizaje automático es IA, no toda la IA es aprendizaje automático. Ver más en: <https://www.oracle.com/ar/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/>

denuncia de manera digital pero que no interoperan y varias implementan sistemas independientes que les permiten escanear las denuncias para enviarlas. En general, en las reuniones preliminares que realizamos con la finalidad de comprender el problema para construir una propuesta de solución basada en IA, las personas del Poder Judicial explicaron que realizan las actuaciones procesales de manera completamente manual.

A diario, los jueces reciben expedientes que contienen denuncias de violencia contra las mujeres y las personas integrantes de su núcleo familiar.

Cada expediente cuenta con un formulario preformado para facilitar la estimación del nivel de riesgo de la víctima de violencia, basado en una ley nacional. Contiene esencialmente una serie de preguntas de diferente importancia y ponderación, a partir de las cuales, se calcula el nivel de riesgo que es especialmente importante en los casos de violencia de género. Este documento se imprime y se escanea junto con el resto de la denuncia luego de completarse a mano. La valoración del riesgo permite establecer un orden de prioridades de las distintas causas, comenzando por las más severas, conforme lo expresan los actores involucrados en estos procesos.

Los jueces deben destinar su tiempo de trabajo para revisar cada expediente, ordenarlos y atenderlos.

En este contexto, se requiere un sistema que asista a las personas juezas en la detección del tipo de riesgo asociado a la denuncia, para determinar el nivel de prioridad en el abordaje de los casos.

El uso de la tecnología que aquí proponemos permitiría aumentar la eficiencia ya que se constituye como un asistente inteligente que haría posible determinar el riesgo automáticamente de modo que podría ser usado en un sistema que ordene los expedientes, los clasifique y exponga para que el juez pueda decidir aquellos a los cuales debe asignarles prioridad en la resolución.

6 Los expedientes

Los expedientes cuentan con un número variable de hojas, entre veinte y ochenta -en términos generales-, la calidad no es uniforme, el formato depende de la región y el año. En cada expediente deben incluir el formulario de estimación del riesgo, declaraciones verbales, escritos manuscritos y escritos digitales escaneados posteriormente. En ciertos casos se acompaña también un informe.

Aclaremos en esta instancia que los expedientes que el Poder Judicial nos suministró para el ensayo fueron heterogéneos tanto en su estado de conservación, calidad de digitalización como en contenido ya que algunos presentaron más piezas procesales que otros.

El formulario de estimación del riesgo contiene una serie de preguntas ponderadas. Dependiendo de las respuestas que da la persona víctima de violencia de género, se obtiene un puntaje que determina el tipo de riesgo en el que la persona se encuentra: riesgo leve, moderado o severo. Una de las divisiones político administrativa del país, presenta un tipo de riesgo más: *severo extremo*.

El formato de este formulario también varía entre las diversas zonas del país; se detectaron cuatro formas diferentes en total. Además, dispone de un espacio destinado a seleccionar el nivel de riesgo (haciendo una marca visible), en base a la suma ponderada resultante de la estimación. El formato de la plantilla para hacer la selección también varía, existen cuatro diferentes.

7 Propuesta Metodológica

La tecnología de OCR es la forma más natural utilizada en problemas relacionados a la digitalización de textos en documentos escaneados. Se especializa en el reconocimiento de caracteres en una imagen, especialmente de aquellos de génesis digital, sin embargo su precisión en texto manuscrito suele ser muy baja.

Para el problema propuesto, la elección de esta tecnología implicaría necesariamente el uso de técnicas de procesamiento de lenguaje natural para alcanzar el objetivo de detectar el nivel de riesgo en los expedientes.

No es posible, con el nivel de avance actual, leer en el documento la marca manuscrita que determina la severidad del riesgo, o el número manuscrito que resulta de sumar las ponderaciones⁶ del formulario de estimación del riesgo.

En síntesis, consideramos que el uso de OCR dificulta el aprovechamiento de la información de fuente manuscrita proveniente del formulario de estimación del riesgo.

La propuesta que desarrollamos contempló el tratamiento del texto basado en Inteligencia artificial aplicada a imágenes, a través del uso de modelos de Redes Neuronales Convolucionales (CNN)⁷, que pertenecen a la familia de las Redes Neuronales Profundas (DL)⁸, con aprendizaje supervisado y además, algoritmos

⁶ La ponderación es un proceso mediante el cual se atribuyen distintos pesos a distintos valores. Esto se utiliza cuando el conjunto de datos a analizar tiene un valor respecto a los demás datos.

Ver más en: <https://economipedia.com/definiciones/ponderacion.html>

En el caso descrito, se asignan distintos valores a ciertas acciones que sufre la persona víctima de violencia que realiza la denuncia. La suma de esos valores arroja un resultado que determinaría el nivel de riesgo en el que se encuentra.

⁷ Una red neuronal convolucional también conocida como CNN es una clase de redes neuronales que se especializa en el procesamiento de imágenes digitales, inspirada en el funcionamiento del proceso de visión de los mamíferos. Ver más en Redes neuronales convolucionales, explicadas, Oracle, disponible en: <https://blogs.oracle.com/ai-and-datascience/post/convolutional-neural-networks-explained>

⁸ El aprendizaje profundo es un subgrupo del aprendizaje automático que permite que las computadoras resuelvan de complejidad elevada. La arquitectura de los modelos de

arquitecturas complejas de DL, pre entrenados para la detección de objetos, más específicamente, YOLO (*You Only Look Once*).

YOLO⁹ es un algoritmo¹⁰ transfer learning¹¹ open-source de IA, con una arquitectura de CNN muy potente para el fin previsto. Si bien este algoritmo se especializa en la detección de objetos, su elección para la resolución del problema abordado consistió en una estrategia basada en la experiencia y el conocimiento previos, que en función de la calidad de los resultados y de los costos de su incorporación, podría concebirse como una alternativa para este y otros problemas, susceptibles de enfocar su resolución a través del tratamiento de imágenes.

En la **Figura 1** mostramos el diseño del proceso completo, que incorpora estas tecnologías para la resolución del problema.

aprendizaje profundo se destacan por tener un número elevado de capas de neuronas, característica que les confiere el nombre de profundo, inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano. Un modelo de aprendizaje profundo una vez entrenado es capaz de clasificar y/o detectar imágenes en forma correcta. Ver más en:

<https://www.oracle.com/ar/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-deep-learning/>

Ver ejemplo de aprendizaje profundo en:

<https://www.technologyreview.es/s/3479/aprendizaje-profundo>

⁹ You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.”, es una publicación liderada por el investigador Joseph Redmon. Propuso un sistema de detección de objetos mediante aprendizaje profundo (deep learning) basado en una única red neuronal que en lugar de extraer las características primero, posteriormente encontrar regiones, y por último clasificarlas, se hacen todos estos procesos de una única pasada. YOLO fue la primera red neuronal de detección de objetos capaz de operar sobre un video en tiempo real. De hecho, es capaz de procesar hasta 60 frames en un segundo, lo que fue un avance espectacular en su momento.

Esta información fue tomada de CEUPE, Módulo Inteligencia Artificial. Se trata de bibliografía aportada en la Maestría en Inteligencia Artificial de la Universidad CEUPE que se encuentra cursando el director de UBA IALAB.

¹⁰ Un algoritmo informático es un conjunto de instrucciones definidas, ordenadas y acotadas para resolver un problema que luego se traduce a un lenguaje de programación para que sea ejecutado por un computador. A partir de un estado e información iniciales, se siguen una serie de pasos ordenados para llegar a la solución de una situación. Ver más en: <https://profile.es/blog/que-es-un-algoritmo-informatico/>

¹¹ El aprendizaje por transferencia es un método de aprendizaje automático en el que se reutiliza un modelo previamente entrenado como punto de partida para un modelo en una nueva tarea. En pocas palabras, el modelo entrenado se optimiza el proceso de entrenamiento de la segunda tarea. Se puede lograr un rendimiento significativamente mayor que el entrenamiento con solo una pequeña cantidad de datos. Ver más en: <https://www.v7labs.com/blog/transfer-learning-guide#h1>

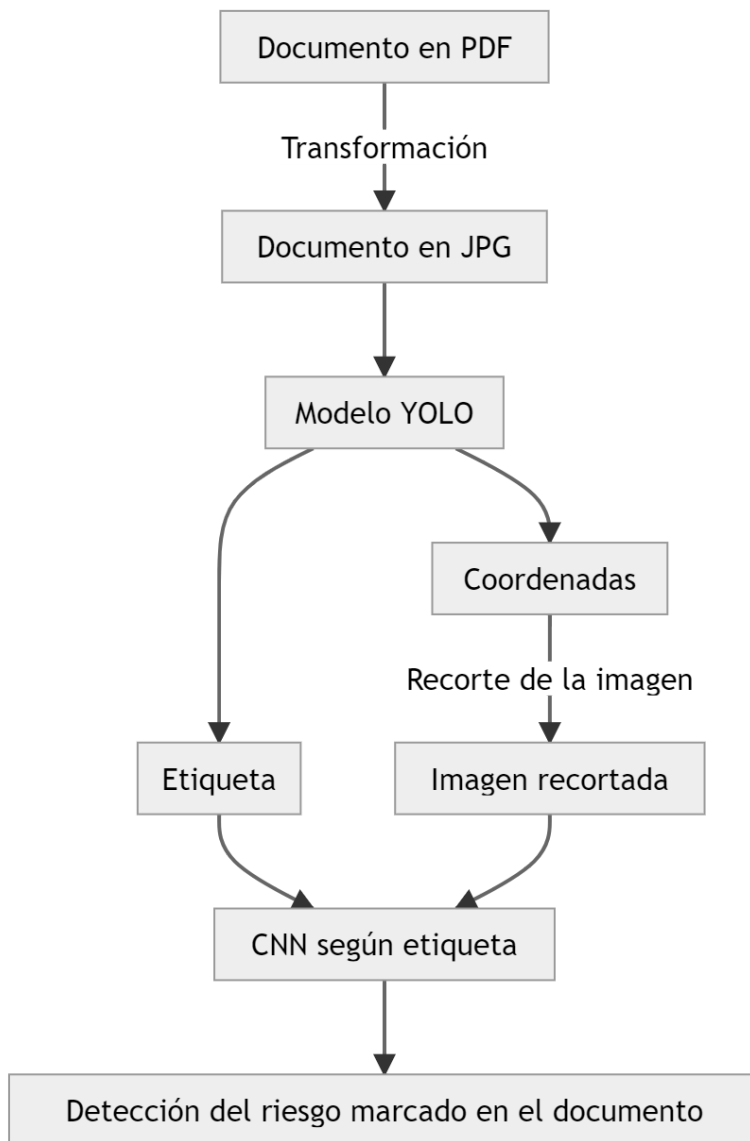


Figura 1. Sistema para obtener el riesgo marcado en un documento escaneado.

7.1 Etiquetado y dataset

Los procesos de preparación de los datos a suministrar a los algoritmos inteligentes, modelos de redes neuronales, consisten esencialmente en una fase de organización y un etiquetado, para este caso de forma manual, basado en los tipos de documentos.

En este trabajo necesitamos realizar previamente una conversión a formato de imagen de los documentos escaneados en formato pdf.

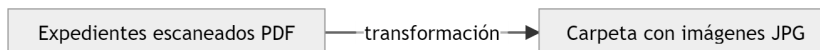


Figura 2. Transformación de los datos para trabajarlos como imágenes.

Contamos con alrededor de 1800 documentos para analizar, correspondientes a distintas partes del país.

Luego, de la carpeta de imágenes (una para cada documento) etiquetamos los objetos con estas categorías. Estos objetos únicamente aparecen en el formulario de estimación del riesgo, además de contener la información esencial que se buscaba.

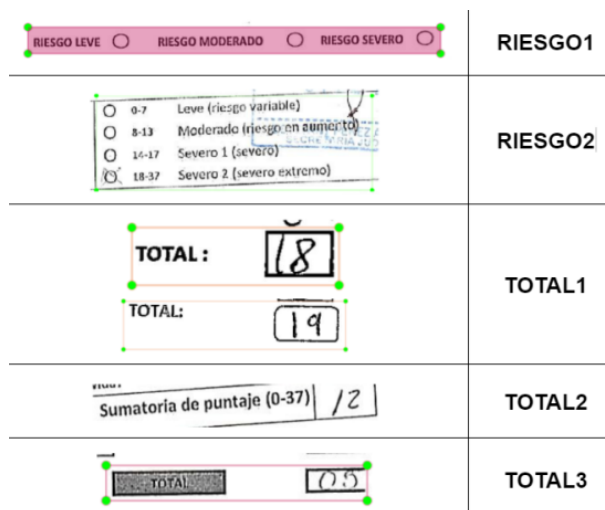


Figura 3. Etiquetas para la detección de objetos en las fichas de estimación de riesgos.

Así los datos satisficieron los requerimientos específicos del algoritmo YOLO, que hacen referencia a la imagen y a sus coordenadas en un archivo de texto homónimo al de la imagen.

Inicialmente definimos los patrones visuales a etiquetar. En base a los mismos, realizamos pruebas de concepto con un dataset reducido, resultando exitosas. Luego proseguimos con un etiquetado de mayor volumen.

7.2 Procesamiento con YOLO

Una característica importante del algoritmo es que devuelve dos datos de interés: dónde se encuentra el objeto en la imagen y a qué etiqueta pertenece (además de informar la probabilidad de pertenencia a esa clase).

Es importante observar que el sistema que proponemos no “decidirá” si la situación de la persona denunciante es severa o no, sino que detectará a través del análisis de imágenes por Machine Learning la marca realizada por la persona a cargo de completar el formulario de estimación del riesgo. Es en este formulario donde se decide cuál es la severidad de la causa.

Para una primera aproximación, trabajamos únicamente con las etiquetas RIESGO1 y RIESGO2, que hacen referencia a las dos formas diferentes en la que el riesgo puede ser marcado y clasificado según el formulario de estimación de riesgo (ver **Figura 3**).

El sistema que diseñamos siguió trabajando en función de la información devuelta por el modelo YOLO. Para cada tipo de riesgo hicimos dos procedimientos diferentes, más precisamente, hicimos dos modelos de redes convolucionales, denominadas CNN (*Convolutional Neural Network*), las cuales fueron las encargadas de identificar finalmente cuál es el riesgo marcado en el expediente.

7.3 Redes convolucionales

Las dos formas de marcar el riesgo (RIESGO1 y RIESGO2, ver **Figura 3**), definieron la necesidad de entrenar dos redes convolucionales. Para ello, reutilizamos el etiquetado para YOLO, y a través de código logramos recortar y armar un dataset nuevo para cada tipo de riesgo.

Identificamos casos en los que se contaban con pocos ejemplos de la categoría, para ellos aplicamos la técnica de *data augmentation* (aumento de datos). Data augmentation es la generación artificial de datos por medio de perturbaciones en los datos originales. Permite mejorar tanto en tamaño como en diversidad al conjunto de datos de entrenamiento. En visión computacional, esta técnica es un estándar de regularización, y también una estrategia para mejorar la performance y combatir el sobreajuste en CNNs [14].

Realizamos pruebas con diferentes arquitecturas analizando los resultados. Finalmente elegimos una arquitectura simple compuesta por tres capas convolucionales, seguidas por una de dropout¹² y una capa densa como capa de output.

7.4 La Transformada de Hough

Una alternativa al uso de las redes convolucionales es usar la Transformada de Hough. La transformada de Hough es una técnica para la detección de cualquier forma parametrizada y representada en una forma matemática conveniente. Es útil para encontrar formas geométricas como por ejemplo, las elipses. Esta técnica nos permitió, a través de su funcionalidad, identificar los círculos donde se marcan el tipo de riesgo, y luego saber cuál se marcó sabiendo el orden de los círculos a través de sus coordenadas.

¹² Dropout o abandono ofrece un método de regularización muy eficaz desde el punto de vista computacional y muy económico para [reducir el sobreajuste y mejorar el error de generalización](https://machinelearningmastery.com/dropout-for-regularizing-deep-neural-networks/) en redes neuronales profundas de todo tipo. Ver más en: <https://machinelearningmastery.com/dropout-for-regularizing-deep-neural-networks/>

Conocimos el círculo marcado a partir un conteo de píxeles blancos dentro del círculo detectado y luego compararlo entre los tres o cuatro círculos detectados según el tipo de formulario. Aquel que tuvo la menor cantidad de círculos blancos es el que fue marcado a través de esta técnica.

Para un buen funcionamiento de esta técnica fue necesario binarizar la imagen, es decir, que todos los píxeles sean o blancos o negros.

Hicimos distintas pruebas y obtuvimos buenos resultados, si bien evidenciamos que es muy sensible a la calidad de la imagen. Si surgen partes sombreadas, puede que un círculo cuente menos píxeles blancos simplemente por la sombra y no por la marca. Además, un parámetro importante de la transformada es el radio del círculo a buscar. Este no puede ser para cualquier radio puesto que también existen letras que contienen formas circulares dentro. El problema es que el dispositivo utilizado para escanear se aleje o se acerque, produciendo distintos radios en el círculo de forma impredecible.

8 Resultados

Comparamos las dos soluciones propuestas: utilizando CNN, y utilizando visión por computadora, más precisamente, la transformada de Hough. Determinamos la exactitud (en la bibliografía anglosajona se refiere como “Accuracy”) en base al cálculo de la cantidad de respuestas que el modelo predice bien respecto del total de las respuestas. Por ejemplo, si un conjunto de cuatro expedientes fue de tipo SEVERO, LEVE, SEVERO, MODERADO, y el modelo clasificó respectivamente a los expedientes como SEVERO, LEVE, LEVE, MODERADO, el modelo acertó a $\frac{3}{4}$ de los expedientes. Esto es, 75% de exactitud.

Nos parece importante destacar que los modelos de Machine Learning utilizan ciertos datos durante el proceso de entrenamiento que luego no son usados para el cálculo de su desempeño, es decir de su exactitud. Esta métrica se determina enfrentándolo a casos que nunca se le habían proporcionado antes.

Los resultados que alcanzamos con CNN tuvieron una exactitud ligeramente superior al 96%, logrado con sólo 200 imágenes por categoría. Los que obtuvimos con la transformada de Hough fueron del 95% para un tipo de casos, y del 87% para el otro.

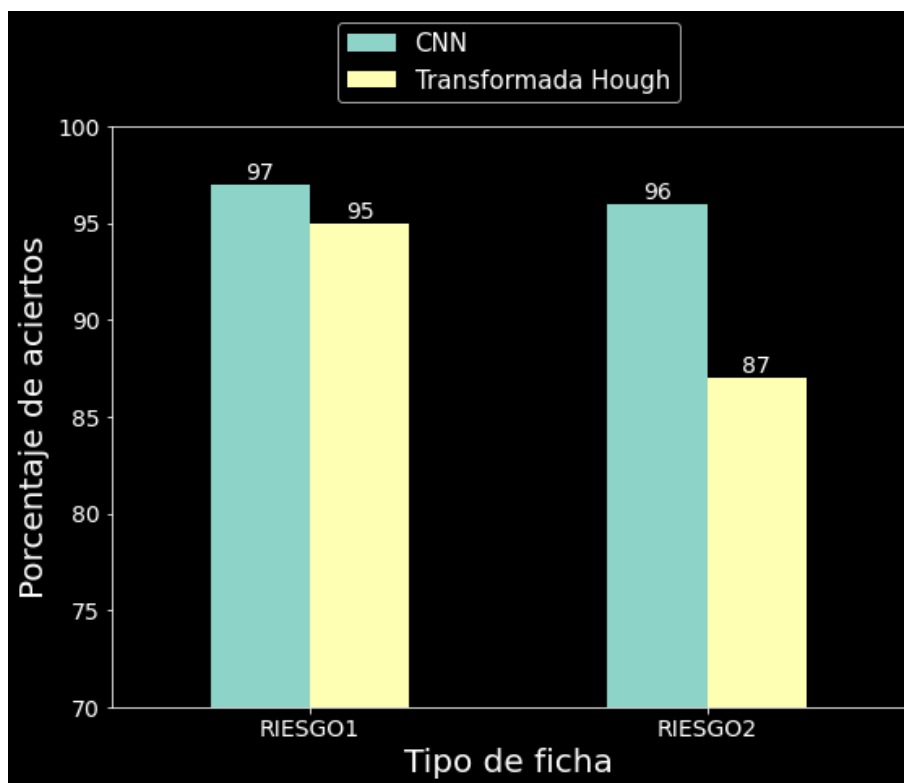


Figura 4. Precisión de las dos técnicas para cada tipo de ficha de estimación de riesgos.

En el interior de los Poderes Judiciales que se dedican a la resolución de casos de violencia de género estos resultados tienen la potencialidad de aumentar la eficiencia en el trabajo cotidiano debido a que las personas juezas podrían tener una ágil observación del tipo de riesgo lo cual evita que deban perder tiempo en la búsqueda manual. Los expedientes tienen una gran cantidad de páginas y los documentos asociados se encuentran desordenados en muchos casos, lo cual obstaculiza el rápido abordaje que deben dar los jueces a casos vinculados a los derechos humanos de las mujeres.

9 Conclusiones

Logramos un sistema capaz de identificar elementos claves dentro de un documento escaneado. Consideramos que esto es de importante interés para solucionar diversos problemas de características similares, como por ejemplo los sistemas hospitalarios de la región, que diariamente conviven con estos documentos digitalizados, u otros sistemas gubernamentales.

La propuesta que presentamos tiene el potencial, además, de constituirse en una herramienta adecuada para mejorar la eficiencia y la efectividad de los sistemas en procesos de transición mientras se avanza hacia la digitalización completa.

También se posiciona como una estrategia alternativa al uso del OCR para resolver este tipo de problemas, con excelentes resultados.

Constituye un hallazgo significativo la incorporación de estas tecnologías basadas en DL para generar un impacto significativo en la mejora de la calidad de vida de las personas, a la vez que se desarrolla en un marco de consideraciones éticas y reglamentarias internacionales. El sistema inteligente no toma decisiones, sino que identifica la severidad del riesgo que una persona ya determinó y lo pone accesible a las personas que deben tomar medidas en ese sentido, con una exactitud y rapidez que de otro modo no hubiese podido efectuarse. Y, lo hace con control humano.

Si bien, actualmente no se encuentra en uso, consideramos que estas herramientas pueden colaborar en pos de aumentar la eficiencia en el sector de Justicia de los países de la región y, principalmente como asistentes de las personas juezas en la detección de los casos vinculados con ciertos criterios que requieren un abordaje prioritario, como lo es la violencia contra las mujeres y las personas integrantes de su grupo familiar. No contamos con resultados de su impacto en la Justicia y en los derechos humanos dado el desarrollo que no alcanzó a desplegarse ni a implementarse. Sin embargo, los resultados de las pruebas de laboratorio nos permiten presumir que constituiría una mejora significativa para asistir a la persona jueza en su tarea cotidiana al abordar casos de violencia de género.

Se espera que diseño y desarrollo que proponemos para este sistema inteligente constituyan un disparador para otros Poderes Judiciales, así como a otras dependencias públicas que abordan casos de impacto en los derechos humanos de las personas.

Actualmente, desde nuestro equipo, nos abocamos a un desarrollo que emplea soluciones basadas en esta propuesta para mejorar el desempeño del tratamiento de causas en materia de derecho tributario.

Referencias

1. A. Cordella and F. Cotinio, “Tecnologías digitales para mejorar los sistemas de Justicia, Banco Interamericano de Desarrollo”, abril de 2020, p. 11.
2. “Cómo la automatización y la inteligencia artificial cambiarán el empleo en el sector público”, *CAF*, 2022. [Online]. Available: <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2022/05/como-la-automatizacion-y-la-inteligencia-artificial-cambiaran-el-empleo-en-el-sector-publico/>
3. A. Cordella and F. Cotinio, “Tecnologías digitales para mejorar los sistemas de Justicia, Banco Interamericano de Desarrollo”, abril de 2020, p. 12.
4. E. Le Fevre Cervini, “¿Podrá la inteligencia artificial mejorar la administración de Justicia?”, *CAF*, 19 de agosto de 2021. [Online]. Available: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/08/podra-la-inteligencia-artificial-mejorar-la-administracion-de-la-justicia/>
5. “Inteligencia Artificial y Estado de Derecho: fortalecimiento de capacidades para los sistemas judiciales”, *UNESCO*, 2021. [Online]. Available: <https://es.unesco.org/artificial-intelligence/mooc-judges>
6. “La Inteligencia Artificial como herramienta para acelerar el progreso de los ODS”, *Naciones Unidas*, 2017. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/10/la-inteligencia-artificial-como-herramienta-para-acelerar-el-progreso-de-los-ods/>
7. “Estándares y recomendaciones Violencia y discriminación contra mujeres, niñas y adolescentes”, Anexo 1, p. 25, *Comisión Interamericana de Derechos Humanos*. [Online]. Available: <https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/violencia-discriminacion-mujeres-anexo-1-es.pdf>
8. V. Panjwani, "Una de cada tres mujeres en el mundo sufre violencia física o sexual desde que es muy joven", *Noticias ONU*, 2021. [Online]. Available: <https://news.un.org/es/story/2021/03/1489292>
9. I. Arvay, "¿Cómo fortalecer a los Estados para prevenir la violencia contra mujeres y niñas?", *CAF*, 2021. [Online]. Available: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/12/como-fortalecer-a-los-estados-para-prevenir-la-violencia-contra-mujeres-y-ninas/>
10. “Violencia Contra la Mujer”, *BID*, *mejorando vidas*. [Online]. Available: <https://www.iadb.org/es/gender-and-diversity/violencia-contra-la-mujer>
11. “Al menos 4091 mujeres fueron víctimas de feminicidio en 2020 en América Latina y el Caribe, pese a la mayor visibilidad y condena social”, *CEPAL*, 2021. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-al-menos-4091-mujeres-fueron-victimas-feminicidio-2020-america-latina-caribe-pese>
12. “Preocupa la persistencia de la violencia contra las mujeres y las niñas en la región y su máxima expresión, el feminicidio o femicidio”, *CEPAL*, 2020. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-preocupa-la-persistencia-la-violencia-mujeres-ninas-la-region-su-maxima-expresion>
13. EFE, “América Latina y Caribe ante enorme desafío por persistente violencia hacia mujeres”, *Agencia EFE*, 2017. [Online]. Available: <https://www.efe.com/efe/america/sociedad/america-latina-y-caribe-ante-enorme-desafio-por-persistente-violencia-hacia-mujeres/20000013-3447005>
14. V. Franspg, "Generación de datos artificiales (Data Augmentation)", *franspg*, 2022. [Online]. Available: <https://franspg.wordpress.com/2020/01/27/generacion-de-datos-artificiales-data-augmentation/>.