Pagina 6

El presente capitulo tiene como propósito presentar al lector algunas investigaciones y conceptos relacionados con Inteligencia Artificial (IA), específicamente Machine Learning y en salud particularmente de ACV Isquémico, conceptos claves para esta investigación.

La organización del capítulo se encuentra de la siguiente manera, inicialmente, veremos Marchine Learnig y sus técnicas clásicas, pues consideramos estas podrían ser la respuesta a nuestra problemática junto a Deep Learning, posteriormente nos enfocaremos en algunos términos de salud que nos ayudaran a resolver y entender de mejor forma la raíz del problema.

Pagina 10

**Técnicas de Clasificación**

Para que nuestro modelo de Machine Learning funcione, debemos categorizar los datos de entrada y salida, reconociendo atributos del elemento a clasificar y utilizando el conocimiento adquirido durante el entrenamiento del algoritmo para asignar un valor a la variable objetivo de dicho elemento.

Pagina 12

**Ventajas y Desventajas**

Principalmente las ventajas de esta técnica de Machine Learning es su bajo costo computacional y simple interpretación de resultados.

Pagina 15

**Ventajas y Desventajas**

Las principales desventajas de esta técnica radican en si el número de observaciones es menor que el número de características, no se debe utilizar la regresión logística; de lo contrario, puede provocar un sobreajuste y la difícil obtención de relaciones complejas. Además de los algoritmos más potentes y compactos, como lo son las redes neuronales, las cuales pueden superar fácilmente este algoritmo.

Pagina 17

**2.2.10. Recurrent Neural Networks (Redes Neuronales Recurrentes)**

Aunque no será parte de las técnicas para analizar los datos, es importante que conozcamos esta técnica.

\doublespacing

\chapter{TRABAJOS RELACIONADOS}

\spacing{1.5}

\lettrine[lines=4, slope=0.2em, findent=0.2em, nindent=0.6em]{E}{l} análisis del estado del Arte contempla una revisión bibliográfica, contextualizando los avances en la investigación acerca de la Inteligencia Artificial y el área de salud. Se agrupará en dos tipos: la primera es sobre programas o métodos de prevención de Accidentes Cerebros Vasculares y la segunda sobre las investigaciones que se han realizado, considerando diferentes variables del problema con Machine Learning.\\

\par Los avances en los hospitales en los países desarrollados han permitido la implementación de la IA en sus sistemas, pero con esto nacen nuevos desafíos \cite{Nagendran2020}, Google es uno de los partidarios en algoritmos con IA que aprenda a partir de la experiencia desde 0 a partir del del Machine Learning, pero en la actualidad el problema es procesar grandes volúmenes de información o a veces los datos pueden estar incompletos debido a la incompatibilidad de los sistemas en que se registran, también la presión de entregar una investigación o producto sin prolijidad y beneficio real para las personas.\\

\par Con el aumento de las tecnologías en el campo medico y avance de las técnicas de Machine Learning, se ha desarrollado un interés por el mundo científico para predecir algún proceso anticipado o secuela después de un ACV. Investigadores en el 2019 \cite{Heo2019}, realizaron estudio utilizando Random Forest, Redes Neuronales y Regresión Logística para la predicción de prognosis de un paciente de ACV Isquémico tres meses después del evento inicial. Los autores deseaban predecir la mortalidad a los 3 años luego de salir de la rehabilitación con un algoritmo basado en Arboles de decisión. El mejor modelo fue Random Forest con la implementación del minority oversampling technique, el cual logró un AUC de 0.928 \cite{Scrutinio2020}. Yu et al. \cite{Yu2020} usaron técnicas de Machine Learning considerando el Árbol de Decisión, siendo el objetivo clasificar la severidad del Accidente Cerebro Vascular Isquémico. El árbol se construyó con 13 variables de 18 propuestas y los datos usados son los del National Institutes of Health Stroke Scale con personas mayores a 65 años. Con esta técnica se logró tener un accuracy del 91.11\%. prediciendo el nivel de discapacidad, si poseía discapacidad o no, la información recogida de las primeras 24 horas en el hospital luego de 90 días \cite{Xie2018}. Los predictores incluían información de exámenes de escáner, demografía e información clínica de los pacientes.\\

\par Con la herramienta de las imágenes nace la posibilidad de generar algoritmos para un método más actualizado de la detección de esta enfermedad y futura prevención, ya que existen variadas técnicas \cite{Wintermark2013} como la RM con DWI para la evaluación de presencia y extensión de isquemia posterior y la CTA y DSA para la trombosis de la arteria. Siguiendo con la investigación en imágenes en un estudio en Estados Unidos \cite{Garcia2019} se analizaron 610.000 casos y 185.000 son recurrentes en el 2019, además los signos y síntomas producen lesiones visibles para la imagenología, se pudo llegar a que el manejo médico y prevención secundaria es vital para que el proceso sea exitoso. Tomando en cuenta los beneficios y riesgos para tomar un tipo de terapia especifica y oportuna, es importante educar a la comunidad para reconocer algunos síntomas del ACV y así poder acudir al centro médico más cercano. Finalmente, esta enfermedad llegará a ser un 6,2\% para los países desarrollados, con estos datos mencionados es importante crear un algoritmo para la atención basado en experiencias internacionales como nacionales \cite{Garcia2019} y es igual de importante crear un modelo que nos permita predecir esas secuelas o futuros problemas en el tratamiento para llevar a cabo una prevención exitosa evitando la recurrencia.\\

\par En los diseños la IA puede generar estudios de Aprendizaje Profundo como, estudio de revisión sistemática del diseño, estándares de informes y afirmaciones de los estudios de aprendizaje profundo \cite{Pang2017}, el objetivo siempre es que el modelo con el Aprendizaje Profundo sea efectivo y eficaz, pero se debe ayudar con médicos expertos, ellos evalúan los diagnósticos mediante imágenes y contrastan los resultados obtenidos con los de la IA, teniendo en cuenta que esta investigación cuenta con una gran fuente de datos como Ensayos controlados, datos Medline y ensayos que la Organización Mundial de la Salud poseía desde el 2010 hasta el 2019, en ellos se encontraron registros aleatorios de aprendizaje profundo con bajo nivel de sesgo. En síntesis, la información que es emitida por los modelos de aprendizaje profundo, de igual forma es manipulada por los expertos, que este caso son los médicos, ya que los algoritmos \cite{Nagendran2020} son experimentales y aunque son pioneros, no pueden dejar en total confianza al algoritmo para que determine un diagnóstico más certero.\\

\par Las redes de datos convolucionales demostraron en Corea que el uso de ellas es una herramienta que predice con precisión los cuidados intensivos en servicios médicos (Kang et al., 2020), asumiendo que el modelo predictivo, basado en Deep Learning, es superior a las otras herramientas de predicción y puntuaciones convencionales \cite{Bioetica2022}. Cabe destacar, que el algoritmo de aprendizaje es muy eficiente por la cantidad de capas que puede poseer el modelo, puesto que entre más capas mayor puede ser el aprendizaje. Pese a las evidencias que demuestran de la efectividad y el desempeño del modelo, pueda ser mejor al del humano, existe un miedo por la implementación en los sistemas de salud, lo que puede provocar que el crecimiento del Deep Learning, perezca de una base amplia para su desarrollo \cite{Nagendran2020}.\\

\par En el área de la implementación de un modelo con CNN, encontramos el trabajo de Chunjiao Dong , Chunfu Shao,1,2 Juan Li, and Zhihua Xiong del 2018, que desarrolla específicamente la predicción sobre los accidentes de tránsito \cite{shao2018improved}. Ellos demuestran una técnica novedosa con un modelo de regresión multivariable, que presenta la relación entre lo examinado y los accidentes de tránsitos. Como resultados el módulo identifica las variables de entrada y representaciones de características de salida, aunque se haya reducido su magnitud, se conserva la información original. Además, el modelo propuesto explica mejor los problemas de heterogeneidad en predicción de accidentes de tráfico y puede ser aplicado a casos similares.\\

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[scale=0.55]{img/Marco Teorico/predicción.PNG}

\caption{Resultados de la predicción de choque de accidentes}

\end{figure}

\par En este caso el modelo propuesto en contraste con el SVM en la categoría choque con daños menores es significativo (29.961\% versus 61.350\%), así es como la predicción medida por el RMSD se puede mejorar un 84,58\% y un 158,27\% en comparación con el modelo de aprendizaje profundo sin la capa de regresión y el modelo SVM.\\

esta sección se debería profundizar más ...quizás hacer un análisis al final con un resumen de los trabajos (año publicación, título ..técnica empleada)... y recortar lo que dice Tabla 6 y hacer la tabla manualmente

Análisis

Artificial

El trabajo “**Intelligence versus clinicians: systematic review of design, reporting standards, and claims of deep learning studies” del año 2020, utilizó el Deep Learning con Redes Neuronales Convolucionales (35),** tuvo como objetivo examinar sistemáticamente el diseño, los estándares de informes, el riesgo de sesgo y las afirmaciones de los estudios que comparan el rendimiento de los algoritmos de aprendizaje profundo de diagnóstico para imágenes médicas con el de médicos expertos. La investigación evalúo mediante estándares consolidados de informes de ensayo para estudios aleatoriosinforme transparente de un modelo de predicción multivariable para pronóstico o diagnóstico individual para estudios no aleatorios, registros de ensayos aleatorios y estudios no aleatorios que comparan el rendimiento en imágenes médicas con un grupo contemporáneo de uno o más médicos expertos. Estos estudios seleccionados tenían como objetivo utilizar imágenes médicas para predecir el riesgo absoluto de enfermedad existente o la clasificación en grupos de diagnóstico (p. ej., enfermedad o no enfermedad). El estudio concluyó que hay una escasez de estudios prospectivos de Deep Learning y ensayos aleatorios en el campo de las imágenes médicas. La mayoría de los ensayos no aleatorios no fueron prospectivos, tuvieron un alto riesgo de sesgo y se desviaron de los estándares de información existentes. La mayoría de los estudios carecen de disponibilidad y código de datos, y los grupos de comparación humanos suelen ser pequeños. Otros estudios deberían reducir el riesgo de sesgo, mejorar la importancia clínica en el mundo real, mejorar los informes y la transparencia y corregir conclusiones moderadas.

El trabajo “**Machine Learning–based model for prediction of outcomes in acute stroke” del año 2019 (36), utilizó Random Forest, Redes Neuronales y Regresión Logística** para la predicción de prognosis de un paciente de ACV Isquémico tres meses después del evento inicial. El objetivo de este trabajo era buscar el mejor algoritmo para la problemática planteada.  
El estudio demostró que los algoritmos de Machine Learning, en particular la Red Neuronal Profunda, pueden mejorar la predicción de resultados a largo plazo para pacientes con accidente cerebrovascular isquémico.

En “**Machine learning to predict mortality after rehabilitation among patients with severe stroke” del año 2020 (37), utilizó Regresión Logistica y Random Forest con y sin implementación SMOTE (técnica estadística de sobremuestreo de minorías sintéticas para aumentar el número de casos de un conjunto de datos de forma equilibrada)** para predecir la mortalidad después de la rehabilitación entre pacientes con accidente cerebrovascular grave. El objetivo de este estudio era doble: evaluar el rendimiento relativo de los algoritmos basados ​​en ML, con o sin la aplicación SMOTE, para predecir la mortalidad a largo plazo en pacientes con accidente cerebrovascular con discapacidad grave y comparar el rendimiento de los algoritmos de ML con el de un modelo de regresión logística estándar.  
El estudio demostró que los algoritmos de Machine Learning superaron al modelo Logístico estándar, para predecir la mortalidad a los 3 años, además después de la implementación de SMOTE, los algoritmos de ML exhibieron un rendimiento general excelente, superando a los algoritmos sin la aplicación SMOTE, si bien las diferencias fueron pequeñas, el algoritmo RF exhibió el mejor rendimiento entre los algoritmos SMOTE.

La investigación “**An elderly health monitoring system using machine learning and in-depth analysis techniques on the nihss stroke scale” del año 2020 (38), utilizo Random Forest, Decision Tree, Regresion Logistica y Red Neuronal Artificial**, propone un nuevo sistema de predicción y análisis en profundidad de la gravedad del accidente cerebrovascular en personas mayores de 65 años basado en la escala de accidentes cerebrovasculares de los Institutos Nacionales de Salud (NIHSS) y el mejor algoritmo de Machine Learning que es aplicable a la escala. Como conclusiones el sistema clasifica y analiza de forma automática la gravedad de la apoplejía en cuatro clases que se utilizaron como clasificación, utilizando las funciones NIHSS recopiladas en tiempo real. También el sistema proporciona a los pacientes y sus familias información de alarma sobre la gravedad del accidente cerebrovascular en tiempo real, para que los pacientes puedan recibir visitas al centro médico y atención de emergencia. Con Decision Tree se realizó un análisis semántico con reglas adicionales destalladas.

En “**Use of gradient boosting machine learning to predict patient outcome in acute ischemic stroke on the basis of imaging, demographic, and clinical information” del año 2018 (39) utilizó Decision Tree con aumento de gradiente (GBM) y refuerzo de gradiente extremo (XGB)**. El objetivo de este estudio fue integrar biomarcadores comunes de ACV utilizando métodos de Machine Learning y predecir el resultado de la recuperación del paciente a los 90 días. El estudio concluyo que los GBM basados ​​en Decision Tree pueden predecir el resultado de la recuperación de los pacientes con ACV al ingreso con un AUC alto. Dividir los grupos de pacientes sobre la base de la recanalización y la no recanalización puede ayudar potencialmente con el proceso de decisión del tratamiento.

El trabajo “Imaging recommendations for acute stroke and transient ischemic attack patients: A joint statement by the american society of neuroradiology, the american college of radiology, and the society of neurointerventional surgery” del año 2013, utilizo NCCT que es una técnica estándar de diagnóstico por imágenes aceptada para la exclusión de hemorragia intracraneal y se ha incorporado en los criterios de inclusión en ensayos clínicos aleatorizados, llevando a su uso generalizado continuado en imágenes de ACV agudos. Como resumen en pacientes con accidente cerebrovascular agudo que son candidatos para trombólisis IV, se recomiendan imágenes de NCCT para excluir hemorragia intracraneal y determinar la extensión de los cambios isquémicos, además los resultados concordantes de al menos 2 técnicas de imagen no invasivas se pueden usar para determinar la elegibilidad del tratamiento para los procedimientos de revascularización.

En **“Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque cerebrovascular isquémico agudo” (29) del año 2019**, tuvo como objetivo de esta revisión es presentar una actualización sobre los métodos diagnósticos actuales y las distintas terapias disponibles según sea el caso de cada paciente, para el ACV isquémico agudo, con un enfoque clínico práctico, ordenado y aplicable al escenario actual de salud en Colombia. Como conclusión, los pacientes que son candidatos a un tipo de terapia especifica post ACV deben regirse con algunos criterios como escala de Ranking, NIHSS, entre otros, que señala el algoritmo de árbol de decisiones y es importante contar con políticas en salud pública enfocadas en educar a la comunidad en reconocer de manera oportuna los síntomas de un ACV para acudir rápidamente a un centro médico.

El **trabajo “A novel end-to-end classifier using domain transferred deep convolutional neural networks for biomedical images” (22) del año 2017, aplica el método de la Redes Neuronales Convolucionales del Deep Learning**. El objetivo es la clasificación de imágenes biomédicas y la identificación de enfermedades a partir de ellas. En el estudio, se propuso un clasificador de extremo a extremo altamente confiable y preciso para todo tipo de imágenes biomédicas a través del Deep learning y el aprendizaje por transferencia. Como conclusión, el clasificador de extremo a extremo automatizado basado en un modelo con Redes Neuronales Convolucionales es altamente confiable y preciso que ha sido confirmado por varios conjuntos de datos de imágenes biomédicas públicas.

En el trabajo **“Desafios bioéticos do uso da inteligência artificial em hospitais” (40) del año 2022**, plantea un análisis de los desafíos de la IA en los hospitales. El objetivo es la identificación de desafíos en el desarrollo de sistemas dotados de IA (fase prehospitalaria) y en la implementación y formación de equipos de salud (fase hospitalaria). Como conclusión final, La literatura presentó numerosas posibilidades para el uso de la IA en el área de la salud, destacando su uso en el soporte hospitalario y sopesando las ventajas y desafíos.

La investigación **“An improved Deep learning model for traffic crash prediction” (41) del año 2018, utilizo Deep Learning con un modelo binomial negativo multivariable (MVNB)**. En este estudio, se propone un modelo de Deep Learning mejorado para explorar las complejas interacciones entre las carreteras, el tráfico, los elementos ambientales y los accidentes de tráfico. Como conclusión, el modelo propuesto que incluye la capa de regresión MVNB en el módulo de ajuste fino supervisado puede explicar mejor los patrones de distribución diferencial en los accidentes de tráfico según la gravedad de las lesiones y proporciona mejores predicciones de accidentes de tráfico.

Los trabajos más citados y precisos en el área de la salud y otros campos dentro de la IA se atribuyen al Deep Leaning, la utilidad y precisión de este modelo es en gran medida funcional y hace confirmar hallazgos con características de vital importancia. Dentro de las técnicas clásicas la literatura nos hace referencia a las Artificial Neural Networks, Logistic Regression, Decision Tree, Random Forest y Naïve Bayes.

En salud las escalas que miden en que estado se encuentra el paciente juegan un rol importante para una atención primaria de rápida atención, es por eso que la literatura señala a la escala NIHSS como una de las más importante para seguir avanzando en el algoritmo de atención en caso de un ACV.