



REVISTA + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 12, N.º 36, Septiembre-Diciembre 2024



EDICIÓN ESPECIAL POR EL



Facultad de
Ingeniería

FANDANGO CIENTÍFICO

En Veracruz... también hacemos ciencia



INTELIGENCIA ARTIFICIAL E INGENIERÍA BIOMÉDICA

LEONEL ADÁN ROSAS CASTILLO¹

La ingeniería biomédica es una ciencia multidisciplinar que tiene como objetivo utilizar recursos de ciencias básicas y tecnología en favor de la salud humana. Esta definición es ambigua al mismo tiempo que interesante, ya que el ingeniero biomédico hace uso de todo lo que esté al alcance de su mano, bajo un marco de ética, con la única intención de asistir, rehabilitar y mejorar la vida humana. El gran compendio de herramientas de tecnología comprende otros campos de la ingeniería, tales como la programación, mecánica, electrónica, entre otros, por lo que el abanico de opciones y ramas de esta ciencia es inmenso. La única directriz de esta ingeniería es ser trascendente en la medicina.

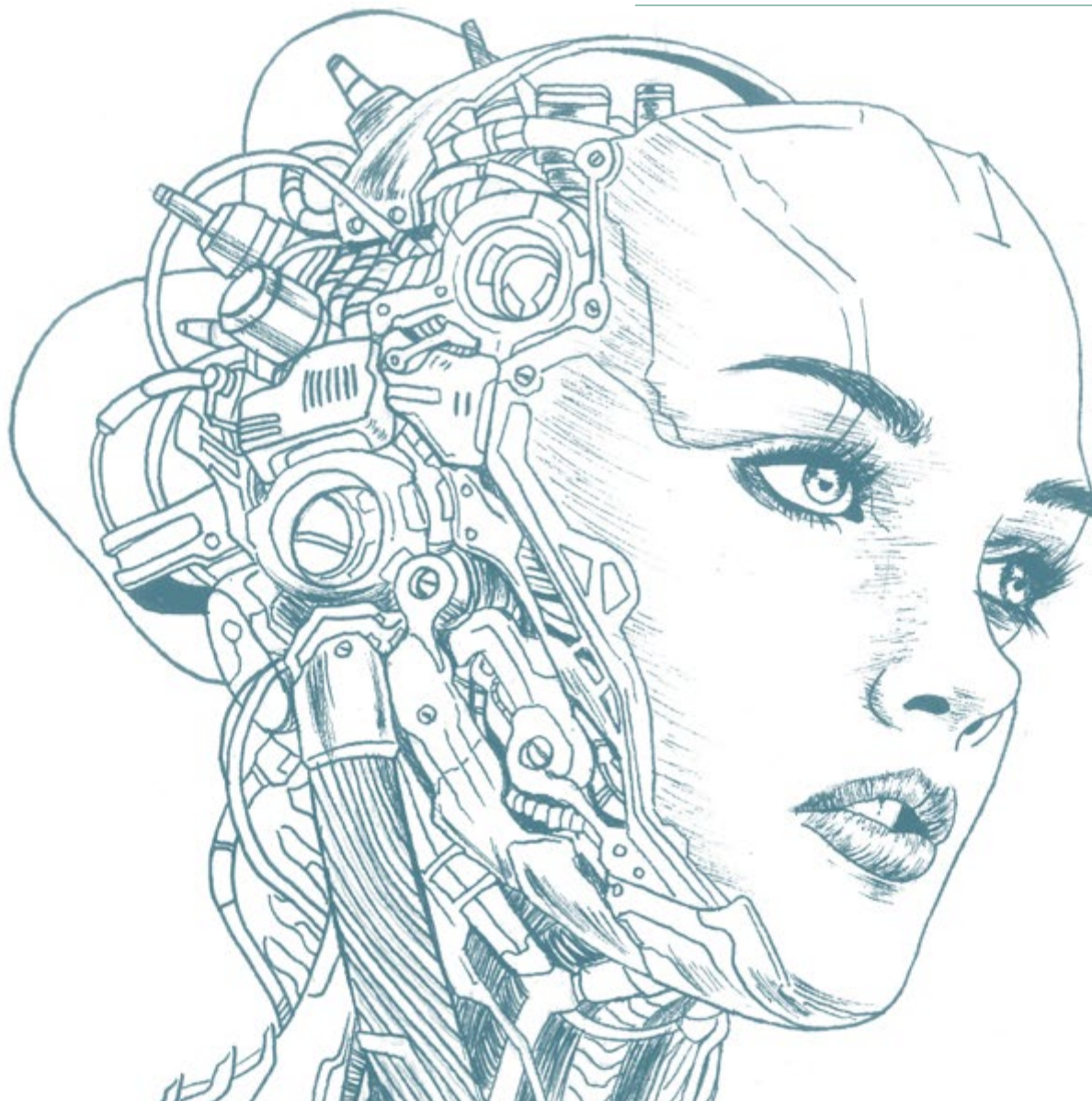
Existe un sector que combina estadística, probabilidad, programación y manejo de información, con metas tales como clasificar datos, encontrar patrones o tendencias, y relacionar fenómenos; esta ciencia es conocida como inteligencia artificial (IA). La gran ventaja de los métodos de la IA sobre otros métodos computacionales-matemáticos es que sus sistemas aprenden comportamientos, tendencias y patrones directamente de los datos, por lo que el nivel de abstracción al plantear la solución de un problema es significativo. Los ejemplos van

desde predecir el resultado de la competencia de 100 metros planos en los Juegos Olímpicos según el rendimiento anual del atleta, hasta predecir cuáles van a ser los mejores meses para cosechar en Veracruz, dado el estado del clima y el nivel del agua en los últimos 5 años. Sería difícil pensar que esta ciencia, con presencia en la academia y la industria por más de 40 años, no se use en el campo biomédico, cuando una prioridad en la vida es la búsqueda de la salud y el rol del ingeniero biomédico en la sociedad es cuidar la salud humana desde su trinchera. En este escrito se expone una de las bases de esta ciencia aplicada a la ingeniería biomédica.

¿Cómo aplicar IA a la ingeniería biomédica?

El teorema de Bayes es una de las grandes bases de la IA. Esta regla establece qué tan probable es que un suceso ocurra, conociendo únicamente información acerca de este suceso relacionado a otro suceso. Su expresión matemática se muestra en la ecuación 1 y se puede interpretar como cuál es la probabilidad de que un evento llamado A suceda, siempre y cuando suceda un evento llamado B. Esa expresión contiene otros términos y,

¹ Profesor de tiempo completo de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Universidad Anáhuac Veracruz, Campus Xalapa.



“...como biomédico, la virtud más grande que se tiene es medir de manera directa o indirecta la mayoría de los fenómenos fisiológicos, ya que es crucial como ingenieros contar con datos numéricos y descriptivos de un proceso biológico”.





“...La gran ventaja de los métodos de la IA sobre otros métodos computacionales-matemáticos, es que sus sistemas aprenden comportamientos, tendencias y patrones, directamente de los datos, por lo que el nivel de abstracción al plantear la solución de un problema es significativo”.

curiosamente, uno de ellos es contrario a lo que se busca, es decir, cuál es la probabilidad de que un evento llamado B suceda, siempre y cuando suceda un evento llamado A. Los otros dos términos se traducen en cuáles son las probabilidades de que sucedan el evento A y el evento B, de forma individual.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)}$$

Ecuación 1. Teorema de Bayes

Esta fórmula, un tanto enredada, se usa como fundamento en muchos modelos de IA para determinar cuál es el resultado más probable de un fenómeno, siempre y cuando exista una gran cantidad de datos que describan dichos eventos. En términos de ingeniería biomédica, se necesitan muchas señales bioeléctricas, datos clínicos y/o estudios de imagen, para poder predecir o clasificar un suceso o condición específica.

Por otro lado, como biomédico, la virtud más grande que se tiene es medir de manera directa o indirecta la mayoría de los fenómenos fisiológicos, ya que como ingenieros es crucial contar con datos numéricos y descriptivos de un proceso biológico, con el fin de procesar estos datos con herramientas bien conocidas, por ejemplo, la geometría. Ahora, se plantea una situación en la que se mide el tamaño y forma de células extraídas de 6 biopsias (extracción de una muestra de tejido o de células del cuerpo para su análisis en laboratorio) en mamas. La figura 1 expone gráficas de puntos de las distintas biopsias, cada punto es la medición del tamaño contra la simetría de cada célula. Siendo así, ¿qué beneficio podríamos obtener de medir el tamaño y forma de una célula extraída de la mama? El conjunto de datos

hospitalarios que contiene la información, conoce además cuál es el diagnóstico de cada célula para ese experimento según la opinión de un experto médico patólogo. Es decir, se sabe de cada célula si es cancerígena o no, marcándola como naranja si es cancerígena. En una pequeña reflexión se puede notar que etiquetar célula a célula una muestra es una labor titánica, y es ahí donde el ingeniero biomédico encuentra una forma de asistir al diagnóstico.

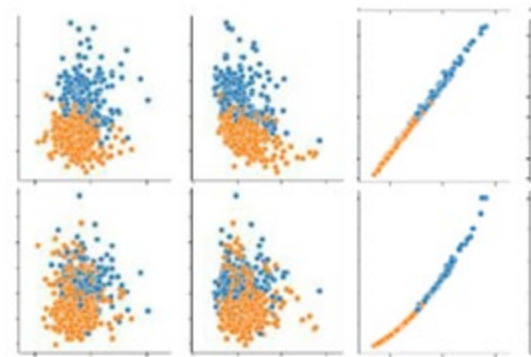


Fig. 1. Ejemplos de seis gráficas de puntos sobre el comportamiento de una variable contra otra variable. Gráfica realizada por el autor.

En la misma figura 1 es posible diferenciar las características de células sanas y enfermas, incluso imaginar la frontera que las separa, pero si observamos con más cuidado, puede notarse que en ciertos casos este ejercicio se complica, dado que existen características de células de un tipo en medio de cúmulos del otro tipo, es decir, puntos azules dentro de puntos naranjas y viceversa. Planteando esta tarea como un objetivo que necesita ser automatizado para ahorrar tiempo a los patólogos y pacientes, se piensa un procedimiento que sea capaz de encontrar la frontera de separación entre dos etiquetas (cáncer o sana). Este sistema o modelo matemático, está dado por las



distribuciones estadísticas previas y posteriores estimadas utilizando el teorema de Bayes... lo cual suena complejo y complicado, entonces se prefiere abordar este problema en cómo encontrar la forma geométrica que logre diferenciar las dos clases en esa gráfica.

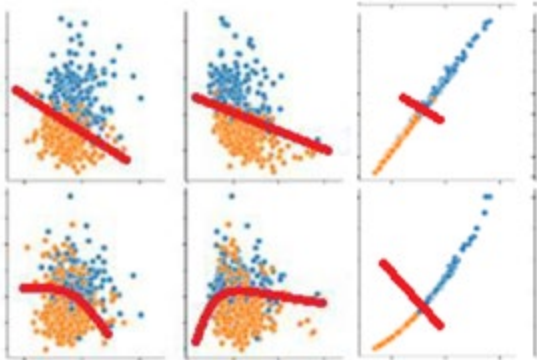


Fig. 2. Ejemplos de seis gráficas de puntos sobre el comportamiento de una variable contra otra variable, después de ser separadas por una frontera al encontrar un patrón. Gráfica realizada por el autor.

La figura 2 muestra los puntos graficados en la figura 1, además de funciones matemáticas que logran separar las dos clases. Seguramente para el lector, la forma en la que fue planteada la solución de cada caso carece de precisión, ya que existen puntos del lado de un color en

el otro. Esto asienta un reto cotidiano en la IA, el hecho de lograr un modelo matemático con un porcentaje de error aceptable, ya que es en extremo difícil e improbable construir un modelo con el 100% de efectividad, por lo que el paradigma de trabajo es fijar una meta de precisión y a partir de ello construir un modelo que cumpla este objetivo; por ejemplo, intentar el planteamiento de un sistema con el 95% de precisión.

Una vez terminada la tarea de modelación, resta aplicar esta frontera a nuevos datos adquiridos, para los cuales no conozcamos si son sanos o no. Así, se cierra la idea de que los modelos de IA pueden predecir o aseverar la naturaleza de fenómenos en un protocolo guiado por los mismos datos.

Conclusiones

Hay distintos puntos de vista para abordar problemas de IA, tal como el visto anteriormente, la forma más práctica de tomarlo es transformar este problema de clasificación dada la probabilidad en un problema de búsqueda de parámetros que forman líneas o parábolas. Esta idea tan simple e ingenua logra ser el precedente de grandes sistemas computacionales enfocados en biomédica. Algunos ejemplos del alcance de esta ciencia son: localización de tumores malignos, gestión inteligente de equipo médico hospitalario, evaluación del estado de pulmones después de COVID-19, control mental de silla de ruedas, formulación de tejidos sintéticos para el cuerpo humano, genética, comunicación humano-computador con lenguaje coloquial, entre muchos otros. Es de suma importancia conocer el fundamento de esta ciencia; el uso actual es indiscriminado y, en muchos casos, los autores no son conscientes de sus implicaciones y consecuencias, sobre todo en aplicaciones que implican la salud, como es el caso de la ingeniería biomédica.

Referencias

- Lecun, Y. et al. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278–2324. doi:10.1109/5.726791.
- Lundervold, A.S., & Lundervold, A. (2019). An overview of deep learning in medical imaging focusing on MRI. *Zeitschrift für Medizinische Physik*, 29(2), 102–127. doi:10.1016/j.zemedi.2018.11.002.

