



**CIENCIAS
E INGENIERÍA
CAYETANO**

Algoritmo para la Optimización de Análisis en Ecografías Mamarias para la Detección Temprana del Cáncer de Mama en Entornos con Recursos Limitados

Autores:

Alessandra Aldave Javier

Valeria Zavaleta Jave

LIMA - PERÚ 2024

Problemática

El cáncer de mama es una enfermedad caracterizada por el crecimiento descontrolado de células cancerosas en la los conductos galactóforos o en los lobulillos productores de leche en el seno, formando tumores que, de no tratarse, pueden extenderse a otras partes del cuerpo y ser potencialmente mortales.

En su etapa inicial, el cáncer no es letal y puede detectarse en fases tempranas. Sin embargo, si las células cancerosas invaden el tejido mamario circundante, pueden formar nódulos o engrosamientos, proceso conocido como invasión. En etapas más avanzadas, los cánceres invasivos tienen la capacidad de propagarse a los ganglios linfáticos cercanos u otros órganos, un proceso conocido como metástasis [1].

Una de las características preocupantes de esta enfermedad es que en su etapa inicial, la mayoría de las personas no experimentan síntomas evidentes, lo que resalta la importancia de la detección precoz. Esta detección temprana puede marcar la diferencia en el pronóstico y el tratamiento efectivo del cáncer de mama.

Los síntomas del cáncer de mama pueden variar ampliamente, especialmente en las etapas más avanzadas de la enfermedad. Es fundamental estar atentos a cualquier cambio en los senos, como la aparición de bultos, cambios en la forma o textura de la piel, secreción del pezón u otros síntomas inusuales, y consultar a un médico ante cualquier preocupación.

El cáncer de mama se ha convertido en una de las mayores preocupaciones de salud para las mujeres a nivel mundial. En el año 2022, se diagnosticaron 2.3 millones de casos en mujeres en todo el mundo, con aproximadamente 670,000 defunciones atribuidas a esta enfermedad [1]. Sorprendentemente, la mitad de estos casos ocurren en mujeres que no presentan ningún factor de riesgo identificable más allá de ser mujeres y tener más de 40 años. Además, el cáncer de mama fue la forma más común de cáncer en 157 de los 185 países considerados ese año, evidenciando su alta prevalencia a nivel mundial.

Existen varios factores que pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de mama, como el envejecimiento, la obesidad, el consumo excesivo de alcohol, antecedentes familiares de la enfermedad, exposición previa a radiación, tabaquismo y terapia hormonal después de la menopausia.

En el contexto peruano, se enfrentan desafíos similares en la lucha contra el cáncer de mama. Durante las últimas dos décadas, se ha observado un preocupante aumento en la incidencia de esta enfermedad en el país, lo que ha generado una mayor atención en la detección temprana y el tratamiento oportuno [2] . En el transcurso de los primeros ocho meses del 2023, el cáncer de mama afectó a 2,044 mujeres en el Perú. Esta neoplasia maligna se posiciona como la segunda más común en el país, afectando a mujeres a partir de los 35 años[3].

Aunque las tasas de mortalidad han experimentado una ligera disminución gracias a los avances en el diagnóstico y tratamiento, el cáncer de mama continúa siendo una de las principales causas de muerte por cáncer entre las mujeres peruanas.

Este tipo de cáncer puede impactar a mujeres de todas las edades, pero su incidencia aumenta significativamente a medida que envejecen. En promedio, la edad de diagnóstico en Perú se sitúa alrededor de los 50 años [2] .

Según el boletín epidemiológico de la Oficina de Inteligencia e Información Sanitaria de la Gerencia Central de Prestaciones de Salud de EsSalud, la mayoría de los casos de cáncer de mama fueron detectados en centros médicos ubicados en Lima y Callao, con un total de 1,072 casos. Le siguieron los centros médicos de Lambayeque (180), Arequipa (167) y La Libertad (148) [3].

A pesar de los esfuerzos, la falta de un diagnóstico oportuno y medidas preventivas efectivas contra el cáncer de mama sigue siendo una realidad en el Perú. Esto se atribuye, en parte, a la inequidad en los criterios de tamizaje establecidos en los sistemas de salud, así como a la escasa cultura preventiva y a la centralización de equipos de mamografía en Lima.

Según datos de la Dirección de Prevención y Control de Cáncer del Ministerio de Salud (Minsa), recopilados hasta el 2022 por La República, en los hospitales de dicha entidad solo hay disponibles 49 mamógrafos, de los cuales solo 31 están en funcionamiento. Esto resulta preocupante si se considera que, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en promedio hay un mamógrafo por cada millón de habitantes en el país, que actualmente supera los 33 millones[4].

Además, estos mamógrafos operativos no se distribuyen de manera equitativa en todas las regiones del país; es decir, solo algunas cuentan con estos equipos cruciales para la detección del cáncer de mama. La falta de diagnóstico se agrava por la ausencia de suficientes profesionales capacitados en el manejo de estas máquinas esenciales para el diagnóstico de la enfermedad.

Cada día se diagnostican 19 casos nuevos de cáncer de mama en el país, lo que equivale a aproximadamente 6,860 personas al año afectadas por esta enfermedad. Es evidente que no solo se necesitan más dispositivos, sino también un esfuerzo considerable en capacitar a profesionales para utilizar estos equipos de manera efectiva. Hasta el momento, se desconoce la cantidad exacta de estos dispositivos disponibles en todo el Perú[4].

Un diagnóstico oportuno del cáncer de mama podría tener un impacto significativo en la tasa de supervivencia. Según la Sociedad Americana Contra El Cáncer, que utiliza datos del Programa de Vigilancia, Epidemiología y Resultados Finales (SEER) del Instituto Nacional del Cáncer (NCI), se proporcionan estadísticas de supervivencia para diferentes etapas del cáncer de mama.

La base de datos SEER registra tasas relativas de supervivencia a 5 años [5] para el cáncer de mama en los Estados Unidos, clasificando los casos en tres categorías: localizado, regional y distante.

- En casos localizados, donde no hay signos de propagación fuera del seno, la tasa relativa de supervivencia a 5 años es del 99%.

- En casos regionales, donde el cáncer se ha propagado hacia estructuras o ganglios linfáticos cercanos, la tasa relativa de supervivencia a 5 años es del 86%.
- En casos distantes, donde el cáncer se ha extendido a partes distantes del cuerpo como los pulmones, el hígado o los huesos, la tasa relativa de supervivencia a 5 años disminuye significativamente al 30%.

Estos datos, basados en mujeres diagnosticadas entre 2012 y 2018, destacan la importancia de la detección temprana y el tratamiento adecuado para mejorar las probabilidades de supervivencia en pacientes con cáncer de mama.

Materiales y Métodos

El presente proyecto busca construir un modelo de Deep Learning de bajo costo computacional sin sacrificar el *accuracy* utilizando técnicas de Ensemble para poder identificar los frames característicos de videos de ultrasonido pertenecientes a cáncer de mama maligno o a cáncer de mama benigno. El objetivo de utilizar este alcance es poder realizar un posterior despliegue del modelo en un sistema embebido de NVIDIA que permita conseguir una rápida clasificación de vídeos de ultrasonido.

- A. Base de datos:** Se utilizará la base de datos Miccai 2022 BUV Dataset, que contiene 188 vídeos de ecografías mamarias adquiridos con los ecógrafos LOGIQ-E9 y PHILIPS TIS L9-3, de los cuales 113 son de lesiones malignas y 75 de lesiones benignas. Los videos están etiquetados con rectángulos que delimitan las lesiones mamarias y fueron clasificados por dos patólogos con ocho años de experiencia.
- B. Preprocesamiento de Videos**
 - a. Análisis exploratorio de la data
 - b. Normalizar valores de píxeles
 - c. Data augmentation
- C. Diseño del Algoritmo**
 - a. Modelo de EfficientNet B3+B3 Ensemble

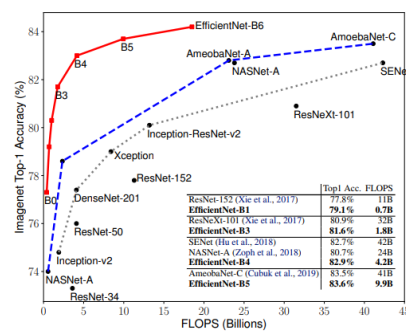
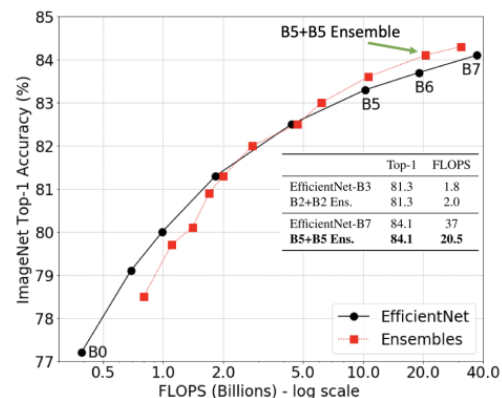


Figure 5. FLOPS vs. ImageNet Accuracy – Similar to Figure 1 except it compares FLOPS rather than model size.



D. Clasificación y Detección

- E. Evaluación del modelo:** Cálculo de métricas de Precisión Promedio (AP), AP50, y AP75 para evaluar la precisión del modelo en la detección de lesiones mamarias.

Alcances

Está orientado específicamente a ecografías mamarias en mujeres peruanas a partir de los 40 años, un grupo demográfico en el que el riesgo de cáncer de mama es considerable. Este algoritmo permitirá un diagnóstico temprano y preciso del cáncer de mama, lo cual es crucial para mejorar los índices de supervivencia de las pacientes. Al automatizar la selección del frame más adecuado para el análisis, se reducirá significativamente la carga de trabajo de los radiólogos, permitiendo que se concentren en casos más complejos y mejorando la eficiencia del proceso diagnóstico. Además, este avance tecnológico facilitará el acceso a herramientas de diagnóstico avanzadas en regiones con recursos limitados, como Perú, donde la disponibilidad de mamógrafos es baja.

Resultados Esperados

El desarrollo del algoritmo está dirigido a la optimización del análisis de ecografías mamarias en mujeres peruanas a partir de los 40 años. Este proyecto busca implementar un sistema que, al introducirle un video de una ecografía mamaria, identifique y seleccione el mejor frame para el análisis de cáncer de mama.

Impacto

El impacto de este proyecto en la salud pública será considerable, ya que un aumento en la tasa de detección temprana del cáncer de mama puede llevar a un mejor manejo y tratamiento de la enfermedad, mejorando los resultados de salud pública. Al disminuir la dependencia de mamografías costosas y optimizar el uso de ecografías, se reducirán los costos en el sistema de salud, permitiendo una mejor asignación de recursos. Esto también promoverá una mayor equidad en el acceso a servicios de salud de calidad, especialmente en áreas con escasos recursos. Además, el proyecto contribuirá al campo de la inteligencia artificial aplicada a la medicina, abriendo la puerta a nuevas aplicaciones y mejoras en otros ámbitos del diagnóstico por imágenes. En resumen, este desarrollo no solo beneficiará a las pacientes y a los profesionales de la salud, sino que también tendrá un impacto positivo en el sistema de salud en su conjunto.

Falta hablar del tratamiento, enfocado en por que es importante prevenir: ej; que no t saquene el seno

Adicionales:

El tratamiento se basa en las características de la paciente, el tipo de cáncer y su propagación. El tratamiento consiste en una combinación de cirugía, radioterapia y medicación.[WHO]

Las estimaciones mundiales revelan grandes desigualdades en la carga de morbilidad por cáncer de mama en función del grado de desarrollo humano. Por ejemplo, en países con un índice de desarrollo humano (IDH) muy alto se diagnosticará cáncer de mama a una de cada 12 mujeres en el curso de su vida, y una de cada 71 mujeres morirá por esa enfermedad.

En cambio, en países con un bajo IDH, si bien se diagnostica cáncer de mama a una de cada 27 mujeres en el curso de su vida, una de cada 48 morirá por esa enfermedad.

Los antecedentes familiares de cáncer de mama aumentan el riesgo de padecerlo, pero la mayoría de las mujeres a las que se les diagnostica cáncer de mama no tienen antecedentes familiares conocidos de la enfermedad. La falta de antecedentes familiares conocidos no necesariamente significa que una mujer esté menos expuesta a padecer cáncer de mama.

Algunas mutaciones genéticas hereditarias de alta penetrancia aumentan considerablemente el riesgo de cáncer de mama, las más dominantes de las cuales son las mutaciones en los genes BRCA1, BRCA2 y PALB2. Las mujeres a las que se les detectan mutaciones en esos genes importantes pueden plantearse la posibilidad de optar por estrategias de reducción del riesgo, entre ellas la extirpación quirúrgica de ambos senos o un tratamiento quimioproláctico.

<https://larepublica.pe/sociedad/2022/10/25/cancer-en-el-peru-69-mil-casos-nuevos-cada-ano-ministerio-de-salud-tratamiento-cancer-de-cuello-uterino-cancer-de-mama-prostata-presupuesto-2023>

[1] World, “Cáncer de mama,” Who.int, Mar. 13, 2024. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer#:~:text=En%202022%2C%20en%20todo%20el,mayores%20entre%20las%20mujeres%20adultas> (accessed May 08, 2024).

[2] Autor Marketing, “Estadísticas del cáncer de mama en Perú en los últimos 20 años - Suiza Lab,” Suiza Lab, Oct. 14, 2023. <https://www.suizalab.com/estadisticas-del-cancer-de-mama-en-peru-en-los-ultimos-20-anos/> (accessed May 08, 2024).

[3] Bibiana Guardamino Soto, “Cáncer de mama en el Perú: 2.044 mujeres fueron diagnosticadas con esta enfermedad en lo que va del 2023,” infobae, Oct. 18, 2023. <https://www.infobae.com/peru/2023/10/18/cancer-de-mama-en-el-peru-2044-mujeres-fueron-diagnosticadas-con-esta-enfermedad-en-lo-que-va-del-2023/> (accessed May 08, 2024).

[4] A. Ortega, “En el Perú, el Minsa solo tiene un mamógrafo operativo por cada millón de habitantes,” Larepublica.pe, Oct. 20, 2022. <https://larepublica.pe/sociedad/2022/10/19/cancer-de-mama-en-el-peru-el-minsa-solo-tiene->

[1-mamografo-operativo-por-cada-millon-de-habitantes-dia-internacional-de-lucha-contra-el-cancer-de-mama](#) (accessed May 08, 2024).

[5] “Tasas de supervivencia del cáncer de seno,” *Cancer.org*, 2021. <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-seno/compression-de-un-diagnostico-de-cancer-de-seno/tasas-de-supervivencia-del-cancer-de-seno.html> (accessed May 08, 2024).

[6] Twimg.com, 2024. <https://pbs.twimg.com/media/F81Gfv8WQAAQJD1.jpg> (accessed May 08, 2024).

<https://pbs.twimg.com/media/F81Gfv8WQAAQJD1.jpg>