



PROPUESTA PARA PROYECTO DE GRADO

TÍTULO: Análisis del procesamiento de imágenes médicas pulmonares para el diagnóstico y tratamiento del SDRA

MODALIDAD: Proyecto de investigación

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar un sistema que permita realizar pruebas hacia los candidatos de software y herramientas que realizan segmentación de imágenes médicas pulmonares

ESTUDIANTES

Cesar Alejandro Guayara Rodríguez

Documento	Celular	Teléfono fijo	Correo Javeriano
cc. 1015438560	316-529-6135	7319482	c_guayara@javeriana.edu.co

Erika Jennifer Harker Gutiérrez

Documento	Celular	Teléfono fijo	Correo Javeriano
cc. 1018471803	301-341-2386	7599794	eharker@javeriana.edu.co

Juan Manuel Sánchez Lozano

Documento	Celular	Teléfono fijo	Correo Javeriano
cc. 1013665691	314-471-2446	-	jsanchez.l@javeriana.edu.co

Juan Miguel Gómez Ganem

Documento	Celular	Teléfono fijo	Correo Javeriano
cc. 1020822419	304-574-9104	-	jm-gomez@javeriana.edu.co

Luis David Zárate Castillo

Documento	Celular	Teléfono fijo	Correo Javeriano
cc. 1014282537	304-382-3335	-	zarate.luis@javeriana.edu.co

DIRECTOR

Leonardo Flórez Valencia

Documento	Celular	Teléfono fijo	Correo Javeriano	Empresa donde trabaja y cargo
cc. -	314-893-2219	-	florez-l@javeriana.edu.co	Pontificia Universidad Javeriana; Profesor Departamento de Sistemas

Contenido

1 VISIÓN GLOBAL.....	3
1.1 ANTECEDENTES, PROBLEMA Y SOLUCIÓN PROPUESTA.....	3
1.1.1 Descripción de la problemática u oportunidad.....	3
1.1.2 Formulación del problema.....	5
1.1.3 Propuesta de solución.....	5
1.1.4 Justificación de la solución.....	5
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 ENTREGABLES, ESTÁNDARES UTILIZADOS Y JUSTIFICACIÓN.....	6
2 ANÁLISIS DE IMPACTO	7
2.1 IMPACTO A CORTO PLAZO	7
2.2 IMPACTO A MEDIADO PLAZO	7
2.3 IMPACTO A LARGO PLAZO	7
3 PROCESO	8
3.1 CONFIGURACIÓN E INVESTIGACIÓN	8
3.1.1 Método.....	8
3.1.2 Actividades.....	8
3.1.3 Resultados esperados.....	8
3.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y DISEÑO.....	8
3.2.1 Método.....	9
3.2.2 Actividades.....	9
3.2.3 Resultados esperados.....	9
3.3 DESARROLLO Y PLAN DE PRUEBAS	9
3.3.1 Método.....	9
3.3.2 Actividades.....	10
3.3.3 Resultados esperados.....	10
4 MARCO TEÓRICO	11
4.1 FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS RELEVANTES PARA EL PROYECTO.	11
4.1.1 Procesamiento de imágenes.....	11
4.1.2 Segmentación de imágenes	11
4.1.3 Algoritmos de segmentación	11
4.1.4 Imágenes médicas	12
4.1.5 Tomografía axial computarizada (TAC).....	12
4.1.6 Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda(SDRA)	12
4.2 TRABAJOS IMPORTANTES EN EL ÁREA	12

5 REFERENCIAS13

1 Visión global

1.1 Antecedentes, problema y solución propuesta

El SDRA es una enfermedad que se ha estudiado desde 1967, y entorno a la cual se han desarrollado diversos estudios, con el fin de mejorar su diagnóstico y tratamiento. El auge de la computación y posteriormente los avances alrededor del procesamiento de imágenes han sido de vital importancia para el manejo de esta enfermedad, sin embargo aún se carece de valoraciones rápidas, y más importante aún, precisas.

Por lo que se propone el desarrollar un sistema que permita evaluar los resultados generados por distintas herramientas y técnicas, utilizadas actualmente para el análisis y procesamiento de imágenes médicas. Esto con el fin de determinar las mejores alternativas que permitan construir, a futuro, una solución que brinde los resultados más claros y faciliten el realizar los dictámenes médicos para el tratamiento del SDRA.

1.1.1 Descripción de la problemática u oportunidad

La principal función del sistema respiratorio es el intercambio de gases entre el ambiente y la sangre, donde la sangre recupera el oxígeno del ambiente a través de los alvéolos pulmonares que se encuentran en el pulmón, convirtiendo a este en el órgano principal en este sistema, y elimina el dióxido de carbono que es el desecho de los procesos metabólicos del cuerpo [1].

Algunos de procesos de las afecciones del sistema respiratorio pueden afectar las propiedades elásticas del tejido pulmonar o modificar la función muscular de la caja torácica o el diafragma, bloqueando las vías respiratorias o los vasos sanguíneos. En los peores casos, estas afecciones pueden alterar los procesos del sistema nervioso central que controla la respiración [2]. Estos cambios en el pulmón afectan negativamente o interrumpe el intercambio normal de gases, generando niveles bajos de oxígeno en la sangre (hipoxemia) y, en consecuencia, insuficiencia en otros sistemas de órganos.[2] [3]

Entre las afecciones respiratorias se encuentra el síndrome de dificultad respiratoria aguda SDRA, el cual genera un proceso edema pulmonar no hidrostático, que es el resultado de un desequilibrio entre las fuerzas que ocasionan la entrada de líquido en los alvéolos y los mecanismos para retirarlo, e hipoxemia [4]. Esto conlleva una alta morbilidad la cual aumenta bruscamente durante la epidemia de agentes infecciosos, y mortalidad (entre 30 y 50%), además de tener altos costos financieros. [5] [6]

Uno de los problemas para diagnosticar a tiempo el SDRA es que la enfermedad se presenta entre 24 a 48 horas de que se produce la lesión o el edema en los pulmones, sin embargo, puede tardar 4 o 5 días en presentar síntomas. Esto causa que el tratamiento se deba realizar en una unidad de cuidados intensivos. Por otro lado, una vez se presenta el SDRA, el paciente es más propenso a enfermedades respiratorias, como neumonía. Esto causa que el tratamiento no sea solo sobre el SDRA sino también sobre las enfermedades subyacentes, aumentando la mortalidad de pacientes que tiene la enfermedad. [5]

Aunque el SDRA es una enfermedad que se ha documentado desde 1967, fue definida formalmente en 1994 por la Conferencia del Consenso Americano-Europeo (AECC por sus siglas en inglés). Sin embargo, esto generó diversas discusiones sobre el tema generando

problemas al momento de diagnosticar la enfermedad. En 2011, un panel de expertos desarrolló la Definición de Berlín, centrándose en la viabilidad, fiabilidad, validez, y evaluación objetiva de su desempeño [3]. En esta definición se incluyeron variables como tiempo de inicio, grado de hipoxemia, origen del edema, y anormalidades radiológicas. En la Tabla 1 se muestra el resumen de los nuevos criterios establecidos por la definición de Berlín.

Tabla 1: Nuevas variables incluidas en la definición de Berlín para el SDRA. Tomado de “Nueva definición de Berlín de Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo” escrito por el Dr. Francisco Arancibia Hernández

NUEVA DEFINICIÓN DE BERLÍN DE SÍNDROME DE DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO	
Tiempo de Inicio	Inicio dentro de 1 semana de conocida la injuria (daño o lesión) clínica o nuevo o deterioro de los síntomas respiratorios
Imagen torácica	Opacidades bilaterales -no explicable por derrame, atelectasia pulmonar lobar o pulmonar, o nódulos
Origen del edema	Falla respiratoria no explicable completamente por una insuficiencia cardíaca o la sobrecarga de líquidos. Necesita evaluación objetiva (ej. Ecocardiograma) para excluir edema hidrostático si no hay factor de riesgo presente.

En base a esta definición, una de las técnicas de diagnóstico es a través de imágenes médicas como una radiografía de tórax, la cual muestra qué partes de los pulmones se encuentran comprometidas o contiene líquidos a causa del edema, además de mostrar si los vasos sanguíneos del corazón se ven afectados y están provocando una hemorragia [8]. También es utilizado la tomografía computarizada (TC) de tórax la cual muestra diferentes vistas y ángulos del pulmón y el corazón brindando información más detallada sobre la estructura de estos órganos y las áreas afectadas [2] [3]. El TC de tórax teóricamente permite cuantificar la aireación del pulmón y, por lo tanto, clasificar a los pacientes como potencialmente respondedores o no a altos niveles de presión positiva al final de la espiración (PEEP por sus siglas en inglés), el cual es una técnica mecánica que se utiliza al ventilar a un paciente inconsciente donde se aplica una cantidad de presión en los pulmones al final de cada respiración. Desafortunadamente, esto requiere una larga y monótona segmentación pulmonar manual, que es incompatible con el manejo de emergencia de los pacientes. [6]

Para disminuir la dificultad y el tiempo de diagnóstico a través de imágenes médicas para el SDRA la Universidad de Lyon en colaboración con la Universidad De Los Andes y la Pontificia Universidad Javeriana desde 2015 están desarrollando un proyecto titulado “Cuantificación de la aireación pulmonar en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) de imágenes de TC” (Título original: “Quantification de l'aération pulmonaire chez les patients avec le syndrome de détresse respiratoire aigüe (SDRA) à partir d'images scanner”) con el objetivo de “desarrollar y validar algoritmos rápidos automatizados y herramientas de software inteligente para evaluar la respuesta del paciente a la ventilación y ayudar a la

decisión del médico en función de las imágenes de CT. Donde, los métodos propuestos deben cuantificar con precisión el estrés, la tensión y el reclutamiento (reapertura de los alvéolos colapsados) e identificar las regiones en las que se produce una distensión o un reclutamiento excesivos.” [9] [6]

1.1.2 Formulación del problema

Con lo mencionado en la sección anterior, se evidencia que el SDRA (Síndrome de Dificultad de Respiración Aguda), se evidencia que en la actualidad, no existe un tratamiento específico para el SDRA, sino que se intenta cumplir dos objetivos: primero, tratar cualquier problema médico que produjo la lesión pulmonar y, segundo, asistir la respiración del paciente (normalmente con un respirador) hasta que los pulmones sanen. La mayoría de las personas con el SDRA son tratadas en la unidad de cuidados intensivos (UCI) o en la unidad de cuidados críticos (UCC) de un hospital. [10]

El tiempo que se tiene para poder brindar un diagnóstico es muy importante debido a que el tratamiento del SDRA, depende mucho del correcto tratamiento que reciba el paciente. Actualmente existen diferentes herramientas para poder procesar las imágenes médicas tomadas de los pulmones del paciente, pero se tienen algunas limitaciones con ellas y resulta un poco complejo poder brindar un buen diagnóstico.

1.1.3 Propuesta de solución

Se busca brindar ayuda a un estudio actual de la Universidad de Lyon en Francia, por medio de la evaluación y prueba de diferentes programas de código abierto para la segmentación de imágenes. Esto se planea lograr haciendo una descripción y valoración de las características y funcionalidades que proveen algunas herramientas, para así desarrollar un sistema que las integre, generando así una interfaz que facilite el uso de estas y que brinde variedad en los algoritmos necesarios para obtener resultados con información relevante.

1.1.4 Justificación de la solución

El estudio que se encuentra en desarrollo desde hace tres años y carece de ayuda suficiente. El objetivo final de este estudio es el de lograr crear un programa que apoye a los médicos en el tratamiento del SDRA. Para lograrlo, necesitan segmentar las imágenes provistas para dicho tratamiento. El desconocimiento o falta de decisión para seguir con el estudio se debe a que no se ha desarrollado un estudio acerca de cuál de los programas disponibles actualmente para la segmentación de imágenes médicas se adecua de mejor para lograr llegar a dicha solución. Adicionalmente, no se sabe si existe uno que se adecue lo suficientemente bien en su estado actual como para ser usado. Hacer esta valoración acerca de posibles programas de segmentación podría permitirle al estudio pasar a su siguiente fase.

1.2 Descripción general del proyecto

El proyecto se basa en el análisis de las distintas herramientas y sus técnicas implementadas para el análisis y procesamiento de imágenes médicas. Específicamente la investigación se centrará en el procesamiento de imágenes pulmonares, con el fin de que los modelos que se generen por medio de las distintas herramientas brinden resultados que muestren más información y de esta manera permitan apoyar los diagnósticos entorno al SDRA.

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema que integre distintas herramientas de procesamiento de imágenes médicas que cumplan algoritmos de segmentación y que brinde información relevante para la toma de decisiones en los diagnósticos y tratamiento del SDRA.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar una investigación de las herramientas de procesamiento de imágenes médicas actualmente en el mercado.
- Clasificar las herramientas según su metodología y proceso.
- Especificar los requerimientos técnicos y de usuario necesarios para la integración, interfaces, comunicación, y de priorización de las diferentes herramientas.
- Diseñar una arquitectura para un sistema de integración de las herramientas de segmentación de imágenes médicas.
- Desarrollar una interfaz que permita la integración de las herramientas halladas en la investigación.
- Realizar pruebas sobre el sistema para validar los requerimientos técnicos y de usuario especificados anteriormente.

1.3 Entregables, estándares utilizados y justificación

Entregable	Estándares asociados	Justificación
SPMP		
Lista de herramientas que se seleccionaron para integrar en la solución		Muestra la información relevante de cada una de las herramientas evaluadas y seleccionadas con el fin de presentar aspectos técnicos y de procesamiento de imágenes
SRS	IEEE 830-1998	
SDD	ISO/IEC 42010 Descripción de arquitectura IEEE 1016-2009 Descripción del diseño	
Prototipo	ISO/9126 Estándar de calidad del software	
Manual de usuario	IEEE 1063-2001 Documentación para el usuario	
Documentación de pruebas	IEEE 829-2008 Documentación de pruebas	
Memoria del proyecto		

2 Análisis de impacto

2.1 Impacto a corto plazo

El primer beneficiado con la realización del proyecto será el estudio que se realiza actualmente a manos de la Universidad de Lyon en Francia en torno al SDRA, brindando la posibilidad de que el estudio avance con mayor rapidez, al poseer una herramienta que genere variedad de resultados y permita analizar fácilmente cada uno de estos, aportando información relevante al estudio.

2.2 Impacto a mediano plazo

Se espera que el prototipo sea una base para futuros proyectos esto con el fin de brindar oportunidades de mejora sobre el proyecto o como también bases para nuevos proyectos sobre computación gráfica y procesamiento de imágenes.

2.3 Impacto a largo plazo

Ser un sistema de apoyo en tiempo real, asequible y de prioridad, para el tratamiento y diagnóstico del SDRA. Con el apoyo al estudio o la posible continuación del proyecto por parte de nuevos estudiantes, se espera que la herramienta final apoye a los especialistas a la hora de tratar a un paciente con este síndrome, facilitando el diagnóstico y posiblemente salvando la vida de muchos pacientes.

3 Proceso

El proceso para la realización del proyecto se dividió en 3 fases, cada fase busca cumplir uno o varios de los objetivos específicos del proyecto. A muy alto nivel cada fase busca identificar las herramientas a integrar, definir el modo de integración y finalmente desarrollar un prototipo en el que se incorporen por lo menos dos de las herramientas seleccionadas.

3.1 Configuración e investigación

En esta fase se busca realizar una indagación sobre las principales herramientas para la segmentación de imágenes médicas que lideran actualmente el mercado, esto con el fin de tener una lista de opciones sobre la cual se pueda realizar comparaciones con respecto a su usabilidad, su interoperabilidad, su asequibilidad y a los algoritmos implementados por cada herramienta.

3.1.1 Método

En cuanto al proceso para realizar dicha investigación, se seguirá un método comparativo teniendo una matriz de utilidades, que faciliten la comparación y la clasificación de las herramientas según las características expresadas anteriormente.

3.1.2 Actividades

1. Búsqueda de las herramientas
2. Clasificación
3. Configuración
 - a. Manipulación
 - b. Análisis de resultados
 - c. Replanteamiento

3.1.3 Resultados esperados

Se espera al final de esta fase tener la lista de herramientas clasificadas por las características previamente expuestas, así como también tener un conocimiento sobre el manejo de estas, familiaridad con los algoritmos implementados y un entendimiento base para planear la forma en que se integrarán al sistema a desarrollar.

3.2 Análisis de requerimientos y diseño

En esta fase se plantea diseñar y analizar los requerimientos con los cuales el sistema deberá contar, ya sea su infraestructura, lenguaje, interfaz, UX y UI. Teniendo en cuenta los recursos con los cuales el usuario final contará, y como seria la manera mas optima y facil tal que el usuario pueda interactuar con el sistema, todo esto basándonos en los resultados previos de la investigación, y de esta manera determinar que herramientas específicas se usarán, y cómo se usarán.

3.2.1 Método

Por medio de la ingeniería de requerimientos, planteamos seguir el proceso de desarrollo de software para con base en la investigación previa determinar requerimientos, y casos de uso del sistema desarrollar, planeamos usar Scrum para agilizar este proceso, y poder contar con fases (sprints), para poder tener un crecimiento iterativo y ágil.

3.2.2 Actividades

1. Análisis de requerimientos
2. Diseño de la infraestructura
3. Diseño de la integración sobre el modelo de negocio y controlador
4. Diseño UX y UI
5. Determinar sobre las herramientas investigadas, cuales se van a usar, justificando la razón de cuales si y cuales no.

3.2.3 Resultados esperados

Se espera tener el documento SRS detallando los requerimientos y casos de uso del sistema, los cuales detallarán y especificara cada aspecto que el sistema deberá cumplir. Además de la debida clasificación y elección de las herramientas de software para el procesamiento de imágenes que se usarán.

Una especificación sobre los datos de entrada (imágenes médicas) y sobre los datos de salida que proporcionarán ayuda en el diagnóstico del SDRA.

Además los diseños de negocio e infraestructura del sistema a implementar, así como las interfaces UX y UI.

3.3 Desarrollo y plan de pruebas

En esta fase se comenzará con el desarrollo del sistema especificado en la fase anterior, teniendo en cuenta todos los requerimientos de sistema, software, y usuario. Se desarrollará un plan de pruebas específico para el desarrollo del sistema el cual se llevará a la par del desarrollo del sistema mismo. Además también habrá un plan de pruebas que se irá aplicando desde la fase 1 del proceso de desarrollo.

3.3.1 Método

Por medio de Scrum, planeamos desarrollar este sistema a través de Sprints en una metodología ágil que nos permita tener control iterativo sobre el desarrollo mismo. El grupo de trabajo se distribuirá en roles los cuales cada uno deberá estar a cargo de un aspecto específico del desarrollo.

- Gerente: Encargado de hacer seguimiento al proceso de desarrollo y del cumplimiento de las metas
- Desarrollador Front end: Encargado del desarrollo de la interfaz de usuario
- Desarrollador Back end: Encargado del desarrollo de la lógica de negocio
- Lider de Pruebas: Encargado del diseño e implementación de las pruebas

- Lider de Infraestructura: Encargado del soporte sobre cual el sistema correrá, la escalabilidad y rendimiento del mismo

3.3.2 Actividades

1. Desarrollo de infraestructura
2. Desarrollo del sistema de integración con las herramientas seleccionadas a utilizar
3. Desarrollo del sistema que integrará las diferentes herramientas por medio de un API
4. Desarrollo de la interfaz de usuario para poder utilizar el API desarrollada para integrar las distintas herramientas.
5. Desarrollo del plan de pruebas

3.3.3 Resultados esperados

Se espera tener un sistema prototipo que integre por lo menos dos de las herramientas seleccionadas, y sea capaz de que a partir de una imagen base (TAC) procese la imagen hacia las herramientas, para que estas finalmente retornen una nueva imagen resultado con mayores datos, y de esta forma facilitar el análisis sobre los pulmones del paciente, como por ejemplo un mayor detalle sobre las dimensiones actuales del pulmón.

4 Marco teórico

4.1 Fundamentos y conceptos relevantes para el proyecto.

4.1.1 Procesamiento de imágenes

El objetivo principal del procesamiento de imágenes es mejorar el aspecto de las imágenes con el fin de facilitar la búsqueda de información dentro de esta y denotar detalles relevantes para el observador [11].

En este contexto, una imagen, que representa la salida, es construida a partir de señales provenientes de distintos objetos, que son la entrada del proceso. Así, las imágenes se pueden clasificar de diferentes maneras, por ejemplo, de acuerdo con la radiación o campo utilizado, la propiedad que se investiga o si las imágenes se forman directa o indirectamente. [12]

Por otro lado, el procesamiento de imágenes tiene diferentes procesos que realiza sobre la imagen para lograr sus objetivos. Entre estos se encuentra el filtrado digital, el cual consiste en resaltar o identificar características específicas en una imagen eliminando el ruido que se encuentre en esta [13]. También existe la reconstrucción de imágenes, que tiene como objetivo que un objeto se puede reproducir exactamente a partir de un conjunto de sus proyecciones tomadas desde diversos ángulos [14]. Sin embargo, el de principal proceso en este proyecto es la segmentación de imágenes, la cual permite delimitar y destacar regiones con características específicas [15].

4.1.2 Segmentación de imágenes

La Segmentación es la técnica de tratamiento digital de imágenes que permite extraer información de los objetos a partir de unas escenas dadas y plasmar esta información en un sistema estructurado, que en muchas ocasiones consta de una única estructura. [16]

4.1.3 Algoritmos de segmentación

La segmentación de imágenes médicas se clasifica en tres generaciones, cada una representando un nuevo nivel de desarrollo algorítmico. Los métodos de procesamiento más antiguos y de menor nivel ocupan la primera generación. El segundo se compone de algoritmos que utilizan modelos de imagen, métodos de optimización y modelos de incertidumbre, y el tercero se caracteriza por algoritmos que son capaces de incorporar conocimiento. Estas generaciones indican progreso hacia una imagen médica totalmente automática [17].

A su vez, los métodos de segmentación automática se clasifican como supervisados o no supervisados. La segmentación supervisada requiere la interacción del operador durante todo el proceso de segmentación, mientras que los métodos no supervisados generalmente requieren la participación del operador solo después de que se complete la segmentación. Se prefieren los métodos no supervisados para garantizar un resultado reproducible; sin embargo, la interacción del operador todavía es necesaria para la corrección de errores en el caso de un resultado inadecuado [17].

4.1.4 Imágenes médicas

El objetivo de todas las modalidades de imagen médica es visualizar los órganos internos del cuerpo de una manera no invasiva [14]. Por ejemplo, estos sistemas de imágenes toman señales de entrada que surgen de varias propiedades del cuerpo de un paciente, como su atenuación de rayos X o la reflexión de ultrasonido. Las imágenes resultantes pueden ser continuas, es decir, analógicas o discretas, es decir, digitales; el primero puede convertirse en el segundo por digitalización. El desafío es obtener una imagen de salida que sea una representación precisa de la señal de entrada, y luego analizarla y extraer la mayor cantidad posible de información de diagnóstico de la imagen [11].

4.1.5 Tomografía axial computarizada (TAC)

Técnica radiológica que se sustenta en la obtención de imágenes por planos, basada en la emisión de rayos X y un algoritmo computarizado para reconstruir la imagen [17].

4.1.6 Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA)

Un proceso edema pulmonar no hidrostático, que es el resultado de un desequilibrio entre las fuerzas que ocasionan la entrada de líquido en los alvéolos y los mecanismos para retirarlo, e hipoxemia [4].

4.2 Trabajos importantes en el área

“Evaluation of open-source software for the lung segmentation” Realizado en 2016. En este estudio se hace una evaluación a un grupo de piezas de software usadas en la segmentación y procesamiento de imágenes pulmonares, las cuales se encuentran bajo licencias Open-Source. Para hacer dicha evaluación se tuvieron en cuenta cuatro atributos: funcionalidad, usabilidad, calidad de la segmentación y exportación. A cada uno de estos atributos se les asignó cierto valor y una justificación de dicho valor. Para la prueba de cada una de las piezas se usó un set de datos original de 1219 cortes y 616 MB en imágenes, pero para tener una mayor fluidez y prevenir errores se acortó el set de datos a 59 cortes y 61 MB en imágenes. A partir de los resultados presentados por los autores se realizó un ranking el cual está encabezado por el software “Pulmonary Toolkit”, seguido de “ITK-Snap”, “MITK”, “3D Slicer” y “TurtleSeg” en la última posición. Finalmente, presentan una explicación del porque quedó el ranking tal como está y nos invitan a realizar pruebas similares puesto que, como se dijo anteriormente, las piezas son Open-Source [19].

“Computed tomography findings from patients with ARDS due to Influenza A (H1N1) virus-associated pneumonia” Realizado en 2010. En este estudio se muestra las características analizadas en la tomografía para generar los parámetros de segmentación para la detección del SDRA. Entre estas características se identifica los parámetros de la superficie del pulmón, así como el tamaño y la forma dentro de unos intervalos especificados por la asociación médica americana en la definición de Berlín. [20]

5 Referencias

- [1] Inkling, Pulmonary Physiology by Michael G. Levitzky | eBook on Inkling, 8.a ed. McGraw-Hill, 2013.
- [2] Handbook of Medical Imaging. Vol 2. Medical Image Processing and Analysis. .
- [3] American Medical Association, «Acute Respiratory Distress Syndrome, The Berlin Definition», JAMA, vol. 307, n.o 23, jun. 2012.
- [4] L. Pappas y G. Filippatos, «Congestión pulmonar en la insuficiencia cardiaca aguda: de la hemodinámica a la lesión pulmonar y la disfunción de la barrera alveolocapilar», Rev. Esp. Cardiol., vol. 64, n.o 09, pp. 735-738, sep. 2011.
- [5] G. R. Bernard et al., «The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination», Am. J. Respir. Crit. Care Med., vol. 149, n.o 3 Pt 1, pp. 818-824, mar. 1994.
- [6] «Quantification de l'aération pulmonaire chez les patients avec le syndrome de détresse respiratoire aigüe (SDRA), à partir d'images scanner | CREATIS». [En línea]. Disponible en: <https://www.creatis.insa-lyon.fr/site7/en/node/44954>. [Accedido: 28-ago-2018].
- [7] F. Arancibia, «Nueva definición de Berlín de Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo», Rev. Chil. Med. Intensiva, vol. 27, n.o 1, pp. 35-40, 2012.
- [8] T. M. Deserno, Biomedical Image Processing. Springer Science & Business Media, 2011.
- [9] «Quantification of pulmonary aeration in CT images of patients with acute respiratory-distress syndrome», Develop and validate automated fast algorithms and smart software tools to assess the patient's response to ventilation and assist physician's decision based on CT images. Namely, the proposed methods should accurately quantify stress, strain and recruitment (reopening of collapsed alveoli), and identify the regions where either over-distension or recruitment occur. [En línea]. Disponible en: <https://www.creatis.insa-lyon.fr/site7/fr/node/46602>. [Accedido: 28-ago-2018].
- [10] American Thoracic Society, «¿Qué es el Síndrome de dificultad respiratoria aguda?», SERIE DE INFORMACIÓN AL PACIENTE. [En línea]. Disponible en: <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/acute-respiratory-distress-syndrome-ards.pdf>.
- [11] S. E. Umbaugh, Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing. CRC Press, 2005.
- [12] G. Dougherty, Digital image processing for medical applications. California, United State of America: Cambridge University Press, 2009.
- [13] Y. Alvarez Germade, E. Morales, y O. Rodriguez Ramirez, «FILTRADO DIGITAL EN EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EMPLEANDO MATLAB», 2010.
- [14] G. Kontaxakis, J. J. Vaquero López, y A. Santos, «Reconstrucción de imagen en tomografía por emisión de positrones», 2002.

- [15] A. Mansoor et al., «Segmentation and Image Analysis of Abnormal Lungs at CT: Current Approaches, Challenges, and Future Trends», *RadioGraphics*, vol. 35, n.o 4, pp. 1056-1076, jul. 2015.
- [16] C. Arenal, «SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS». [En línea]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11854/fichero/Volumen+1%252FCapitulo+3.pdf>.
- [17] D. J. Withey y Z. J. Koles, *Medical Image Segmentation: Methods and Software*. .
- [18] «¿Qué es tomografía axial computarizada?» [En línea]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tomografia-axial-computarizada>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [19] A. Alnaser, B. Gong, y K. Moeller, «Evaluation of open-source software for the lung segmentation», *Curr. Dir. Biomed. Eng.*, vol. 2, n.o 1, pp. 515–518, 2016.
- [20] C. Grieser et al., «Computed tomography findings from patients with ARDS due to Influenza A (H1N1) virus-associated pneumonia», *Eur. J. Radiol.*, vol. 81, n.o 2, pp. 389-394, feb. 2012.