



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DETECTION OF THYROID NODULES THROUGH NEURAL NETWORKS AND PROCESSING OF ECHOGRAPHIC IMAGES

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Autores:

Alex Rubén Haro Fierro
Julio César Toalombo Toapaxi

Ing. Eddie Galarza , *Tutor*
Dra. Nancy Guerrón, *Co-Tutor*





THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND ITS APPLICATIONS



University of Cagliari, Cagliari, Italy July 1-4, 2020

The 20th International Conference on Computational Science and its Applications



[Springer International Publishing](#)



[Computers Open Access Journal](#)



[IEEE Italy Section](#)



GRS29 Central-North Italy Chapter

[Centre-North Italy Chapter IEEE GRSS](#)



[Italy Section of the Computer Society](#)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ECUADOR
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Agenda

- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Agenda

- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Introducción

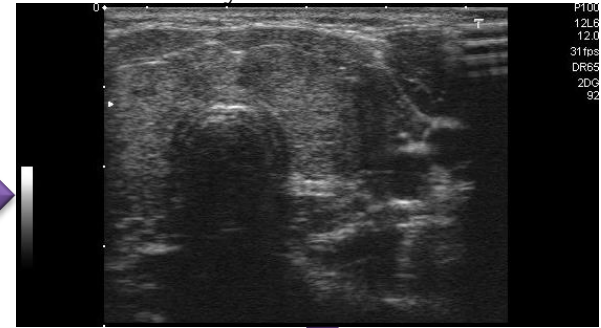
Diagnóstico



Detección



Obtención de la Imagen de Ecografía y su análisis.



Benigno
Maligno



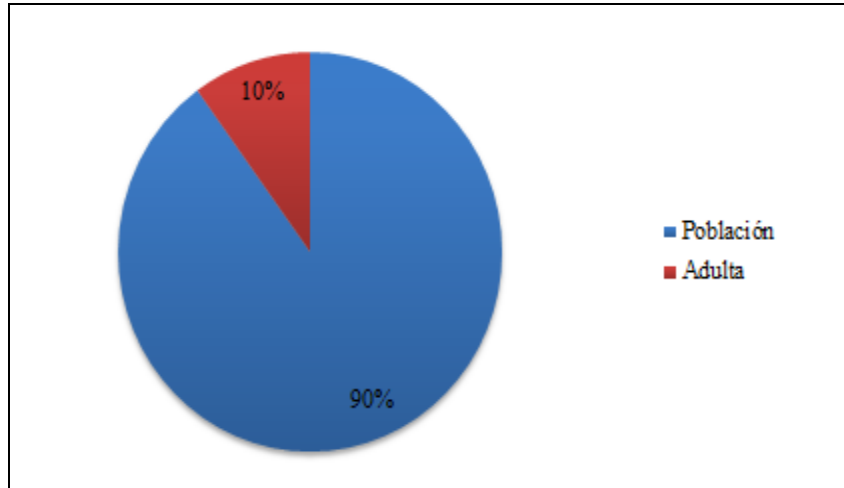
Resultados



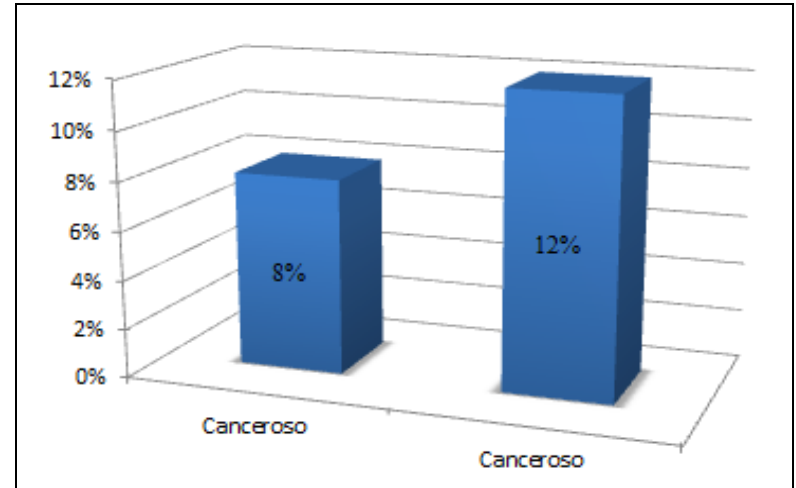
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Introducción

Personas Adultas a nivel Nacional con probabilidad de nódulos tiroideos



Del 10% de personas adultas



Introducción

PROBLEMÁTICA



Introducción

OBETIVO GENERAL

Desarrollar de un sistema para la detección de nódulos de tiroides mediante la utilización de redes neuronal y procesamiento de imágenes de ecografías.



```
101 if(contador==0):
102     a=1+int(rango(contador,max+1))
103     b=1
104     for i in a:
105         b.append(-1*(contador-1))
106     str_a=""
107     for i in b:
108         str_a+= " "
109     direccion=ficherostr_a
110     direccion+=a
111     direccion=fichero
112     str_b=fichero.split("/")
113     dir_img=str_b[1+int(str_b)-1]
114
115 # print(fichero)
116 # print(contador)
117 # print(dir_img)
118 # print(type(dir_img))
119
120 sub_label=ttk.Label(texto_direccion,font=(tipo_letra))
121 sub_label.place(x=Largo/5, y=45)
122
123 load = Image.open(f"{format(dir_img)}")
124 render = ImageTk.PhotoImage(load)
125 img = Label(render, image=render)
126 img.place(x=Largo/5+Largo/20, y=80)
127
128 predict(dir_img)
129
130
131
132 def predict(fila):
133     x = load_img(fila, target_size=(longitud, altura))
134     x = img_to_array(x)
135     x = np.expand_dims(x, axis=0)
136     array = conv_predict(x)
137     result = array[0]
138     answer = np.argmax(result)
139     if answer == 0:
140         predtitle = "con nódulos"
141     elif answer == 1:
```



Introducción

OBETIVO ESPECÍFICOS

Realizar una investigación de los tipos de nódulos tiroideos, sus formas y sus fases en el desarrollo.

Lograr la identificación de los nódulos de tiroides a partir de un tamaño de 4mm.

Comparar los resultados obtenidos por las dos herramientas propicias para el desarrollo del proyecto.

Implementar el sistema y realizar pruebas apropiadas para determinación de posibles mejoras.



Introducción

HIPÓTESIS

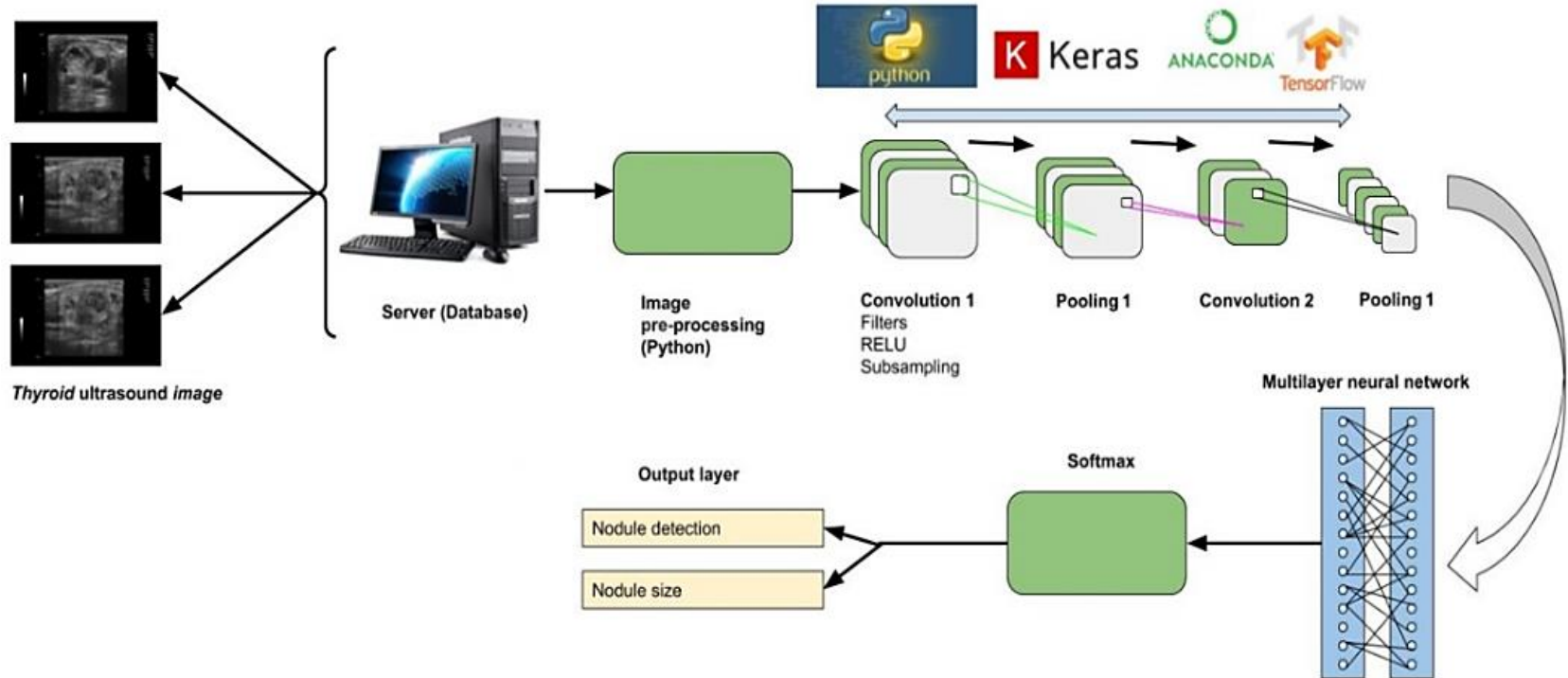
Mediante el uso de técnicas de redes neuronales y el procesamiento digital de imágenes, se detectará de manera eficiente de nódulos tiroideos con personal especializado y no especializado en el área, teniendo un mayor margen de detección anticipada para futuros tratamientos.

Agenda

- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Material es y Métodos



Agenda

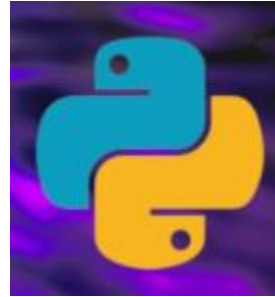
- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Propuesta de Implementación

SOFTWARE

- Python 2 o 3.7 ó superior
 - SPYDER IDE
 - Keras
- TensorFlow
 - JupyterLab



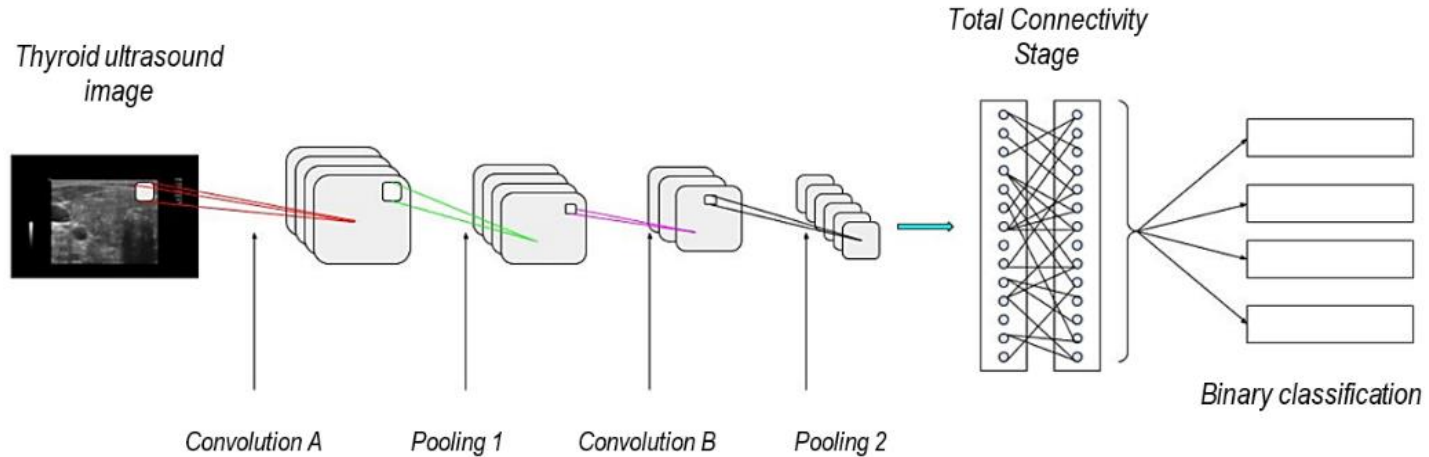
DATASET

- 500 imágenes



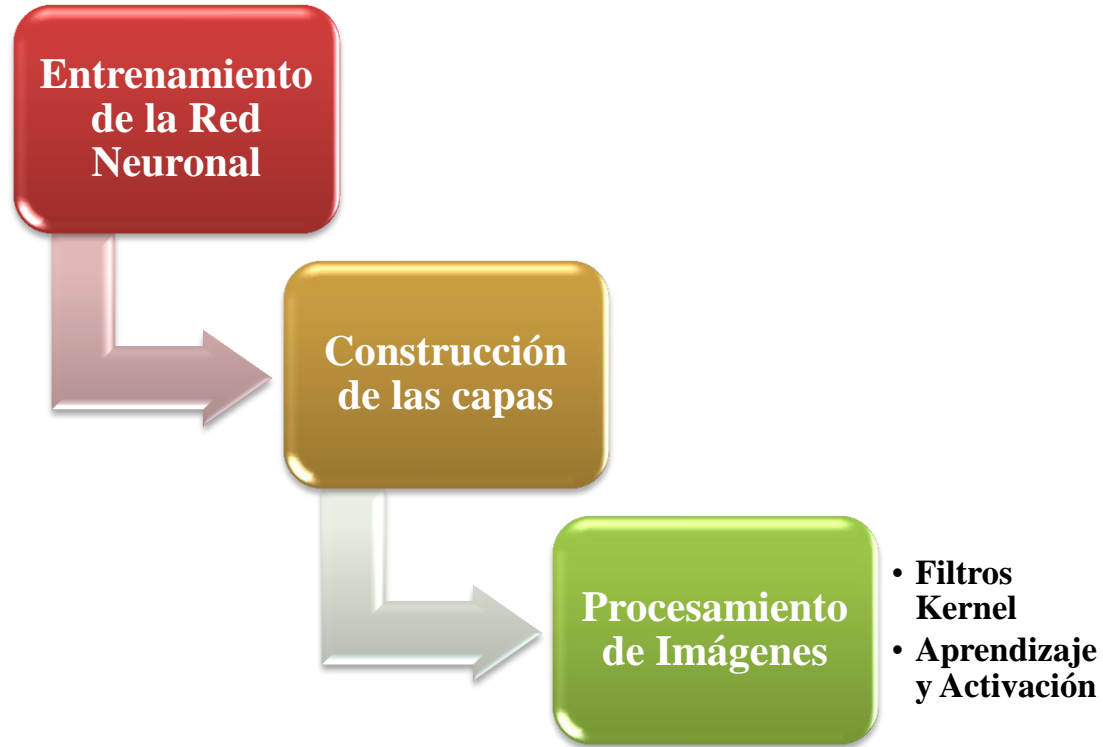
Propuesta de Implementación

DESARROLLO DE LA RED NEURONAL



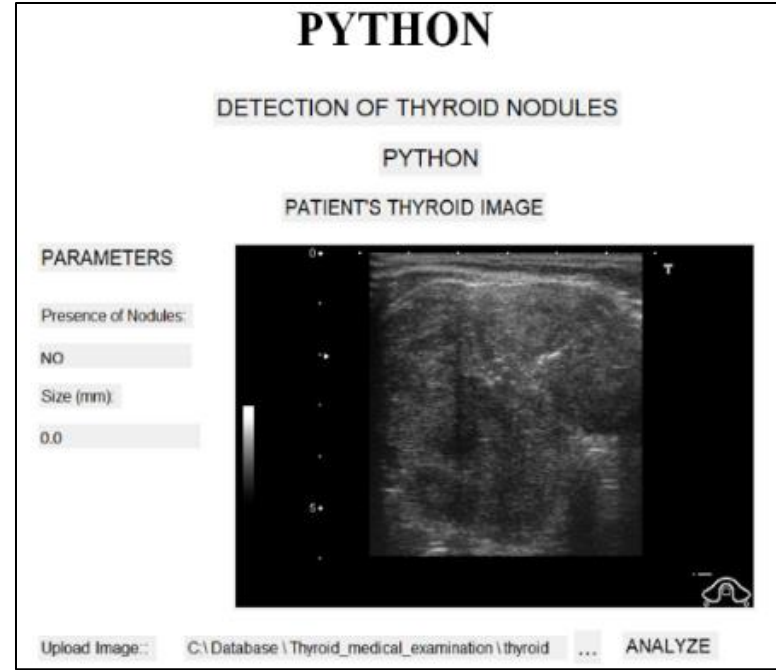
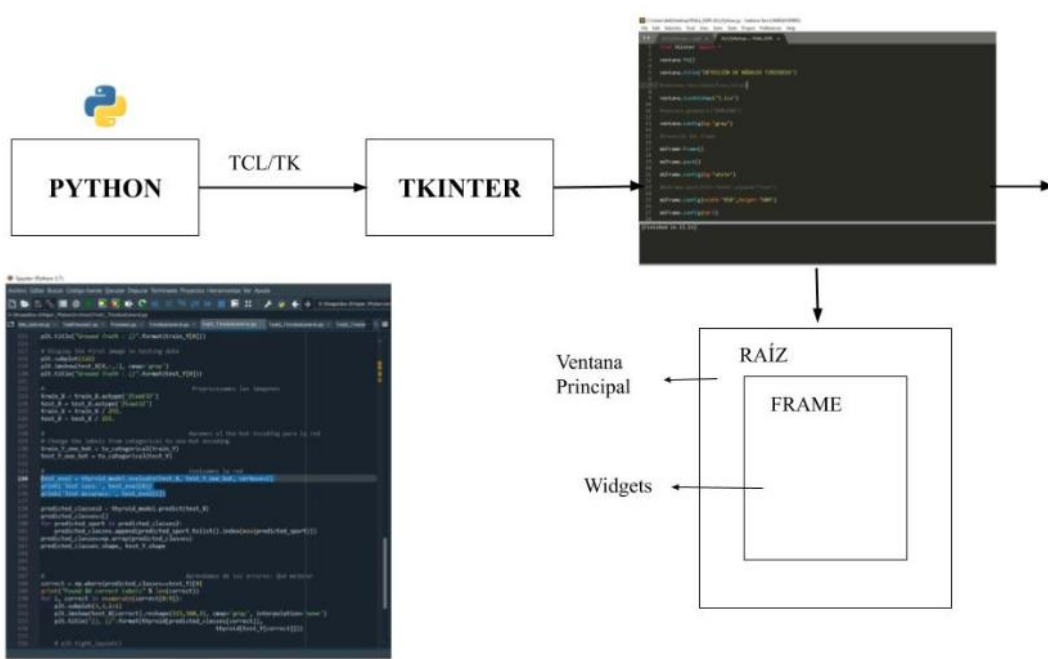
Red Neuronal Convolutacional (CNN)

Propuesta de Implementación



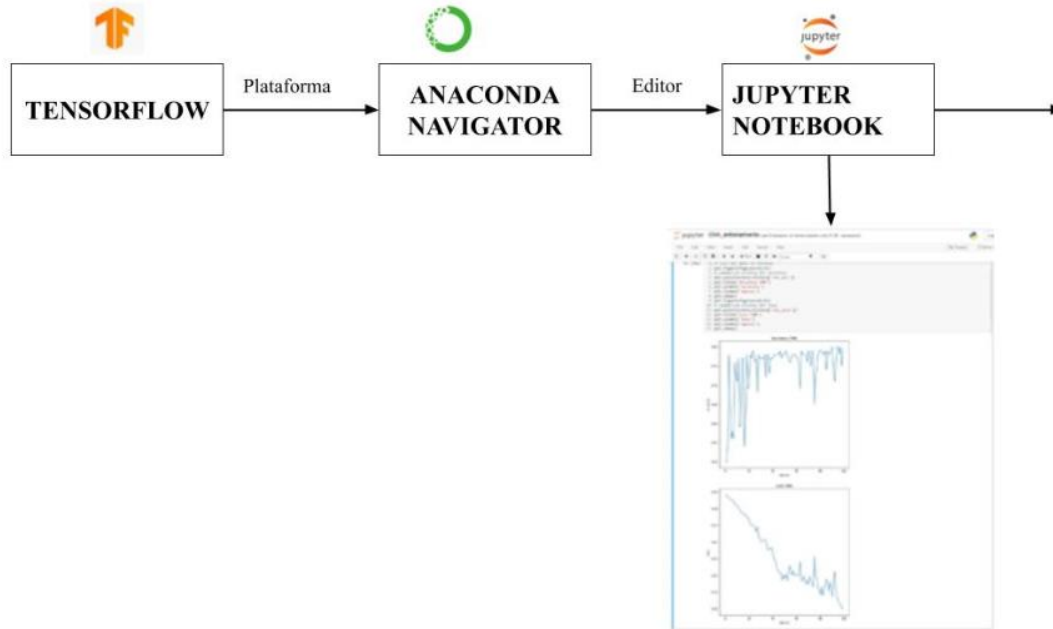
Propuesta de Implementación

DESARROLLO DE LA INTERFAZ EN PYTHON



Propuesta de Implementación

DESARROLLO DE LA INTERFAZ EN TENSORFLOW



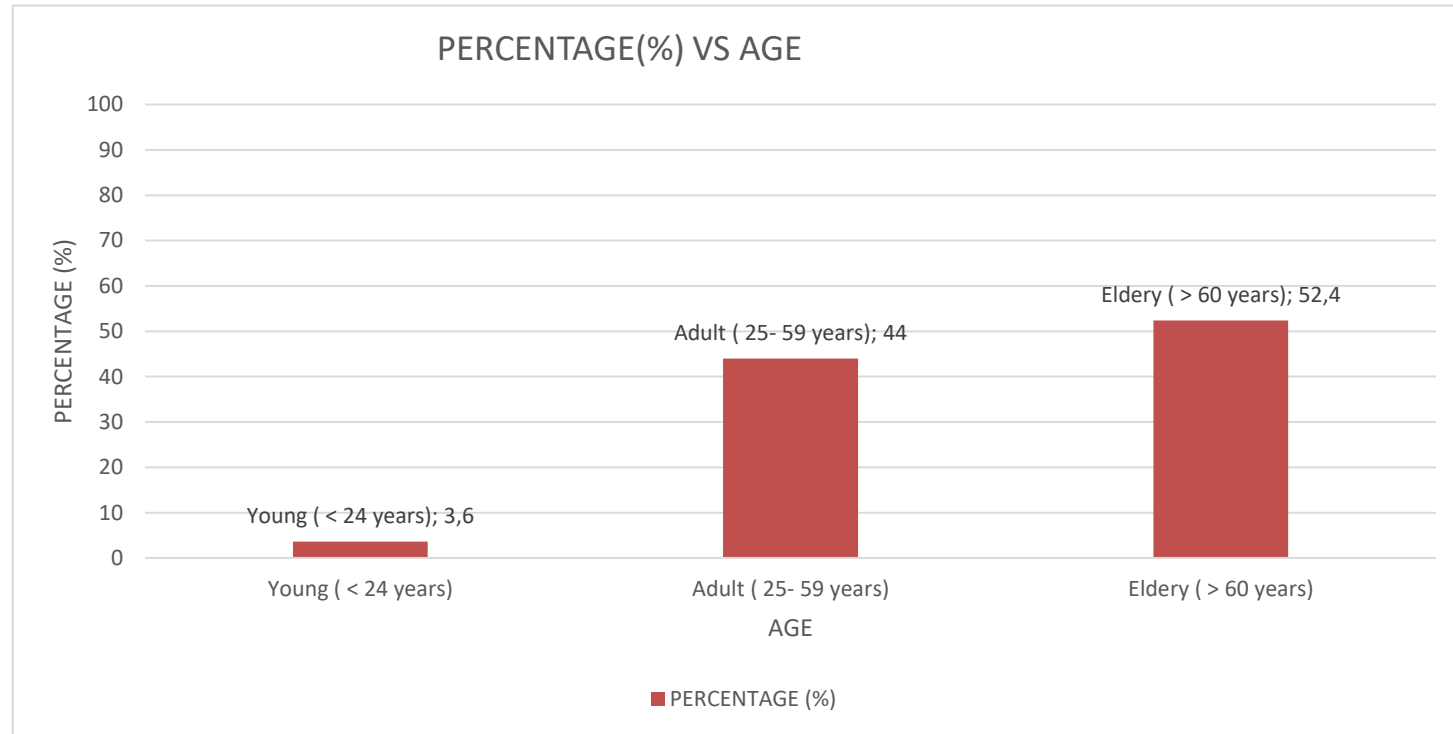
Agenda

- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Resultados Experimentales

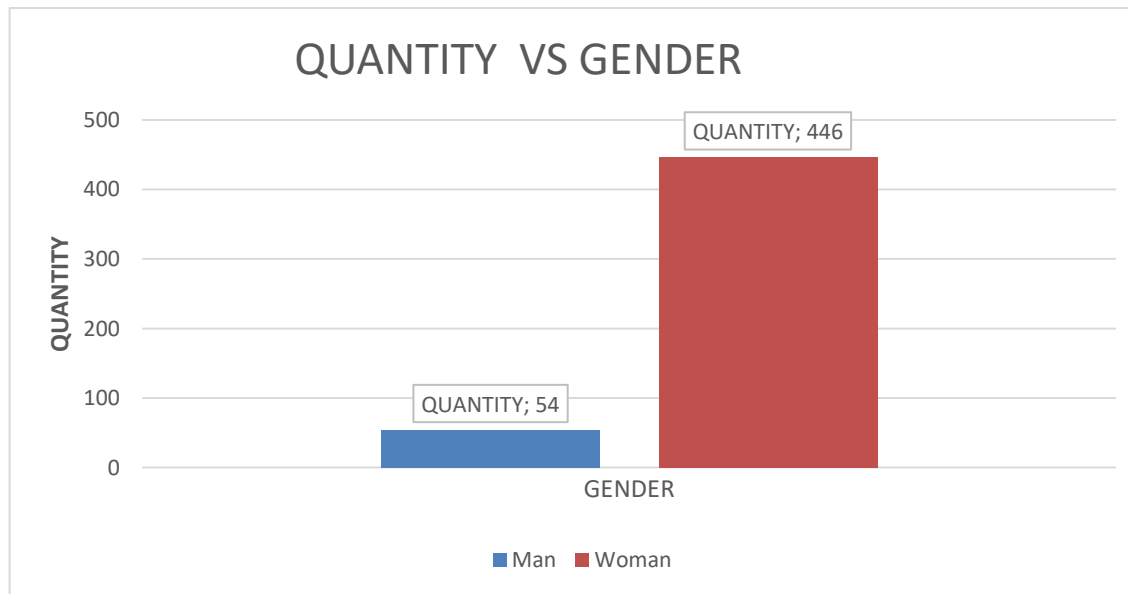
Porcentaje de presencia de nódulos tiroideos según el rango de edad.



Resultados Experimentales

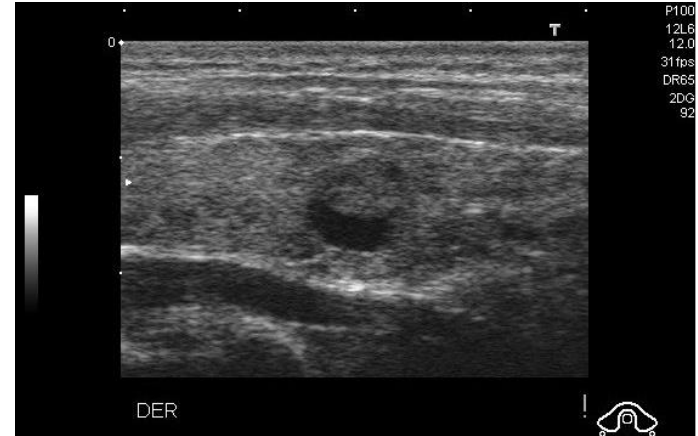
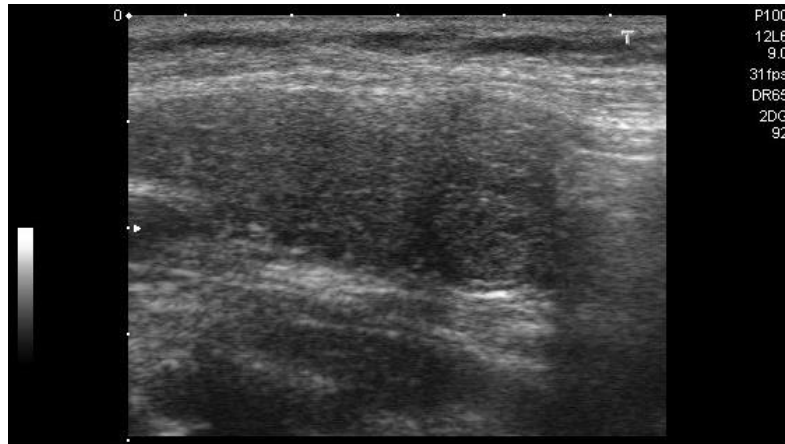
Porcentaje de presencia de nódulos tiroideos según género.

La presencia de los nódulos tiroideos en la mujer con un 89,2% y en el hombre con el 10,8%.



Resultados Experimentales

Sólo hay dos tipos de nódulos tiroideos que las personas pueden tener: malignos y benignos. El tamaño de un nódulo indica su grado de peligrosidad, siendo 10mm el más deseable para un tratamiento temprano. Para la determinación de sus fases, se consideran tres parámetros: tamaño (T), propagación a los nódulos (N) y propagación a otros órganos cercanos (M).



Resultados Experimentales

Detección de varios nódulos tiroideos en cada programa informático (Python y TensorFlow).

TEST 1

PYTHON

DETECTION OF THYROID NODULES

PYTHON

PATIENT'S THYROID IMAGE

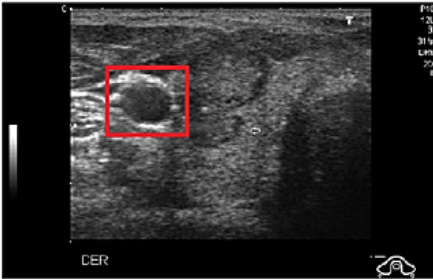
PARAMETERS

Presence of Nodules:

YES

Size (mm):

7.40



Upload Image: C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid ... ANALYZE

Detailed description: This screenshot shows the Python-based detection interface. It features a central ultrasound image of a thyroid nodule, which is highlighted with a red square bounding box. To the left of the image, there is a 'PARAMETERS' section with two input fields: 'Presence of Nodules' set to 'YES' and 'Size (mm)' set to '7.40'. Above the image, the text 'DETECTION OF THYROID NODULES' and 'PYTHON' are displayed. Below the image, the text 'PATIENT'S THYROID IMAGE' is visible. At the bottom, there is an 'Upload Image' field containing the file path 'C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid' and an 'ANALYZE' button.

TEST 1

TENSORFLOW

DETECTION OF THYROID NODULES

TENSORFLOW

Upload Image: C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid ...

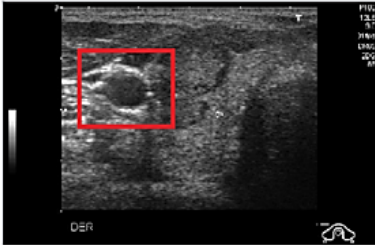
PATIENT'S THYROID IMAGE

ANALYZE

PARAMETERS

Presence of Nodules: YES

Size (mm): 7.53



Detailed description: This screenshot shows the TensorFlow-based detection interface. It features a central ultrasound image of a thyroid nodule, highlighted with a red square bounding box. Above the image, the text 'DETECTION OF THYROID NODULES' and 'TENSORFLOW' are displayed. Below the image, the text 'PATIENT'S THYROID IMAGE' is visible. At the top, there is an 'Upload Image' field with the file path 'C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid' and a button with three dots. Below the image, there is an 'ANALYZE' button. At the bottom, there is a 'PARAMETERS' section with two input fields: 'Presence of Nodules' set to 'YES' and 'Size (mm)' set to '7.53'.

Resultados Experimentales

TEST 2

DETECTION OF THYROID NODULES

PYTHON

PATIENT'S THYROID IMAGE

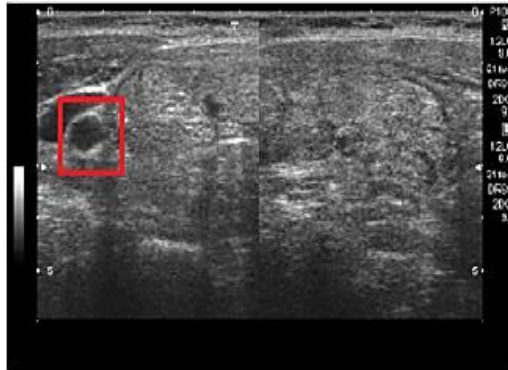
PARAMETERS

Presence of Nodules:

YES

Size (mm):

4.03



Upload Image:: C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid ... ANALYZE

TEST 2

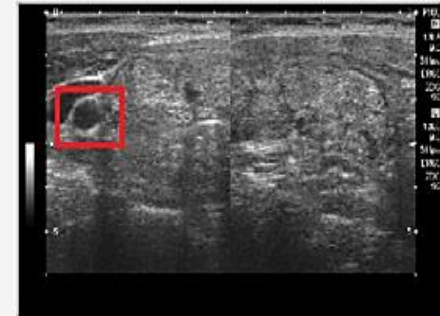
DETECTION OF THYROID NODULES

TENSORFLOW

Upload Image:

C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid ...

PATIENT'S THYROID IMAGE



ANALYZE

PARAMETERS

Presence of Nodules:

YES

Size (mm):

4.19



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Resultados Experimentales

TEST 3

DETECTION OF THYROID NODULES

PYTHON

PATIENT'S THYROID IMAGE

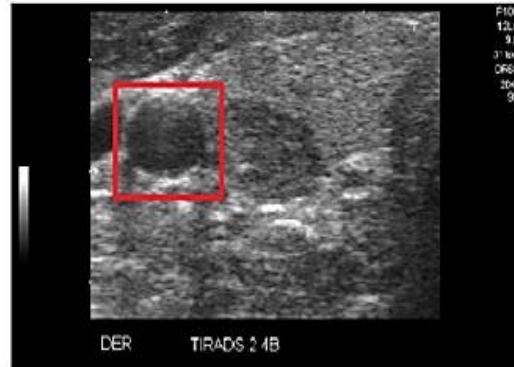
PARAMETERS

Presence of Nodules:

YES

Size (mm):

13.5



TEST 3

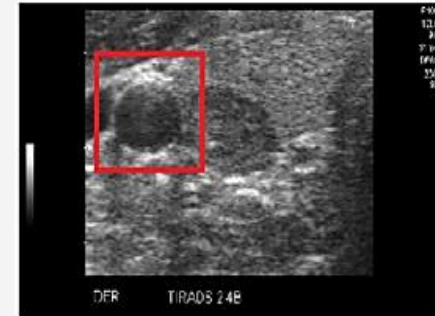
DETECTION OF THYROID NODULES

TENSORFLOW

Upload Image:

C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid

PATIENT'S THYROID IMAGE



ANALYZE

PARAMETERS

Presence of Nodules:

YES

Size (mm):

14.01

Upload Image::

C:\Database\Thyroid_medical_examination\thyroid



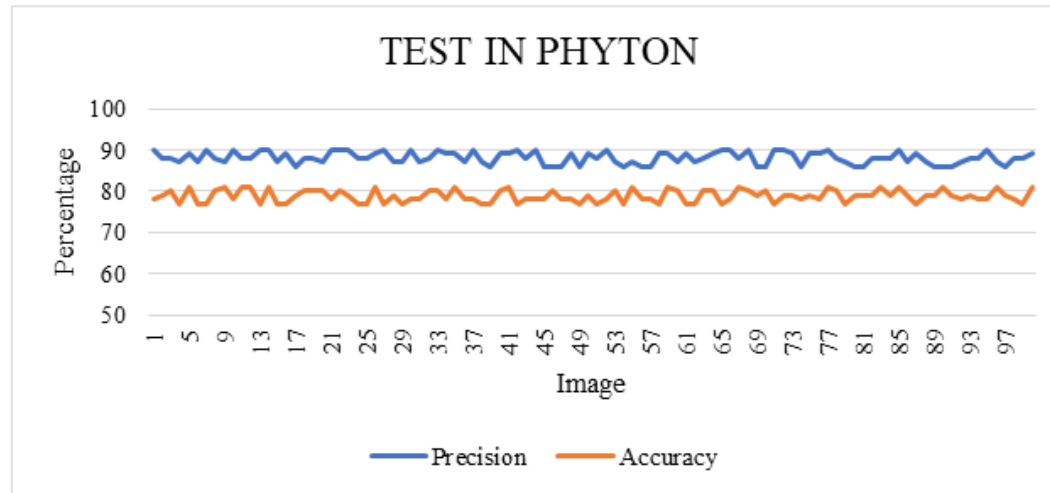
ANALYZE



Resultados Experimentales

Test Python

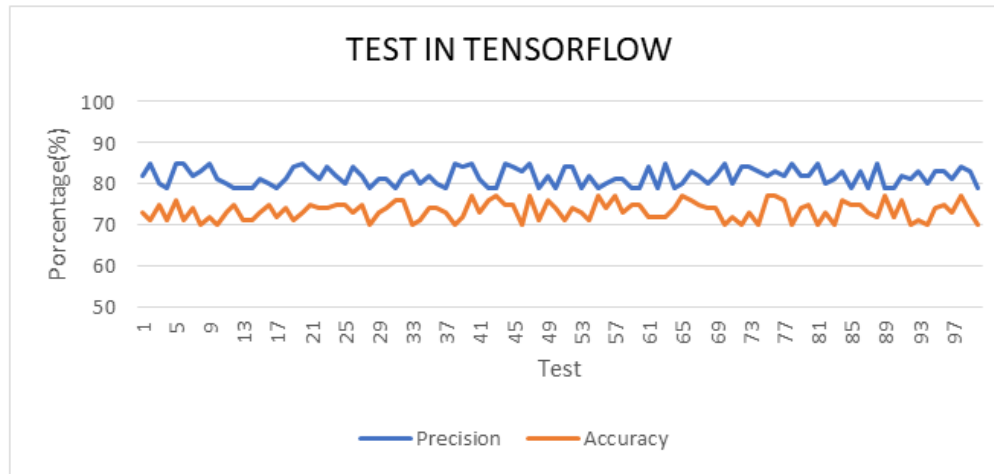
La Figura muestra un gráfico de los datos obtenidos, en el que el sistema alcanza una precisión media del 90% y una exactitud media del 81%. En base a esto, el sistema demuestra su fiabilidad para ser usado como una herramienta complementaria para determinar un diagnóstico.



Resultados Experimentales

Test TensorFlow

En TensorFlow muestra una precisión media del 85% y una exactitud media del 77%. Con estos porcentajes el sistema se convierte en una herramienta aceptable para la utilización. Sin embargo, para aplicarlo se requiere un mayor porcentaje de precisión y exactitud.



Resultados Experimentales

Análisis

Para obtener una validez interna, se debe analizar la sensibilidad (SENS), la especificidad (ESP) y una validez externa correspondiente al valor predictivo positivo (PPV) y al valor predictivo negativo (NPV).

		Enfermedad		Total
		Presente	Ausente	
Prueba Test Diagnóstico	Positiva	TP	FP	VP+FP
	Negativa	FN	TN	FN+VN
TOTAL		VP+FN	FP+VN	n

Validez Interna

$$\text{SENS} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} * 100\%$$

$$\text{ESP} = \frac{\text{TN}}{\text{TN} + \text{FP}} * 100\%$$

TP: True Positive
TN: True Negative
FP: False Positive
FN: False Negative

Validez Externa

$$\text{PPV} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} * 100\%$$

$$\text{NPV} = \frac{\text{TN}}{\text{TN} + \text{FN}} * 100\%$$

Resultados Experimentales

Análisis en Python

Para el conjunto de pruebas efectuadas (100 imágenes) la herramienta de Python arrojó los siguientes resultados como se muestra en la tabla:

Results	Presence	Absence	Total
True Positive	50	4	54
True Negative	2	44	46
Total	52	48	100



Resultados Experimentales

$$SENS = \frac{TP}{TP + FN} * 100\%$$

$$SENS = \frac{50}{50 + 2} * 100\%$$

$$SENS = 96.15\%$$

$$ESP = \frac{TN}{TN + FP} * 100\%$$

$$ESP = \frac{44}{44 + 4} * 100\%$$

$$ESP = 91.67\%$$

$$PPV = \frac{TP}{TP + FP} * 100\%$$

$$PPV = \frac{50}{50 + 4} * 100\%$$

$$PPV = 92.59\%$$

$$NPV = \frac{TN}{TN + FN} * 100\%$$

$$NPV = \frac{44}{44 + 2} * 100\%$$

$$NPV = 95.65\%$$



Resultados Experimentales

En base a los cálculos obtenidos cabe recalcar que la herramienta de Python tiene la capacidad de detectar los nódulos tiroideos del 96.15% y la capacidad para clasificar correctamente a los pacientes que no presentan los nódulos tiroideos es del 91.67%. También es importante mencionar que la probabilidad de que un paciente con resultados positivos tenga la patología es del 92.59% y la probabilidad de no contener la patología cuando el resultado de la prueba es negativo es del 95.65%.

Resultados Experimentales

Análisis en TensorFlow

Results	Presence	Absence	Total
True Positive	49	6	55
True Negative	3	42	45
Total	52	48	100

En TensorFlow tiene un 94,23% de SENS para detectar nódulos tiroideos. Además, tiene un 87,50% de SENS para clasificar correctamente a los pacientes que no tienen nódulos. Su PPV es del 89,09% y el NPV es del 93,33%.

Resultados Experimentales

Los cálculos obtenidos se puede mencionar que TensorFlow tiene la capacidad de detectar los nódulos tiroideos del 94.23% y la capacidad para clasificar correctamente a los pacientes que no presentan los nódulos tiroideos es del 87.50%. La probabilidad de que un paciente con resultados positivos tenga la patología es del 89.09% y la probabilidad de no contener la patología cuando el resultado de la prueba es negativo es del 93.33%.

Agenda

- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Conclusiones

De acuerdo a la investigación realizada, dentro del diagnóstico de los nódulos tiroideos, la fase patológica consiste en el análisis del tejido extraído y la fase clínica consiste en la realización de un examen médico y un estudio de imagen. El sistema ha sido diseñado para poder identificar nódulos de hasta 4 mm de tamaño, estos pueden ser malignos o benignos. Los antecedentes que pueden conducir a un nódulo maligno son: el rápido crecimiento del nódulo, el cambio repentino y reciente de la voz, la dificultad para tragar o respirar, la palpación del nódulo como una masa dura o el agrandamiento de los nódulos del cuello.

Conclusiones

Las mujeres son más propensas a tener esta patología en comparación con los hombres esto se debe a causa de dos factores importantes: 1) alteraciones hormonales y 2) deficiencia de yodo en la dieta diaria. De manera similar, se ha identificado que los adultos mayores tienen una mayor incidencia de sufrir estos problemas hormonales.



Conclusiones

Python es la herramienta de programación que ofrece una mayor fiabilidad, con una sensibilidad del 96,15% y una especificidad del 91,67%. TensorFlow presenta valores bajos con un 94,23% de sensibilidad y 87,50% de especificidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la aplicación se desarrolló con sólo 500 imágenes, 100 de ellas destinadas a pruebas de esta investigación, por lo que si la CNN se entrena con una base de datos más grande, el resultado puede variar. El objetivo de esta investigación no es establecer un diagnóstico directo en los pacientes, sino proporcionar una herramienta útil para que los especialistas puedan determinar con mayor certeza la presencia de nódulos tiroideos y además proporcionar información aproximada sobre su tamaño.

Agenda

- 1 **Introducción**
- 2 **Materiales y Métodos**
- 3 **Propuesta de Implementación**
- 4 **Resultados Experimentales**
- 5 **Conclusiones**
- 6 **Trabajos Futuros**



Trabajos Futuros

La herramienta TensorFlow que utilizan CNN requieren una inmensa base de datos para mejorar su entrenamiento y proporcionar resultados de mayor calidad. Por eso los autores de este documento establecen este particular como una propuesta de trabajo futuro. Además, se podría implementar un mayor número de filtros, ya que en el desarrollo de esta investigación se evidenció una notable mejora al aumentarlos. Otra mejora que debe incorporarse es la detección del número de nódulos presentes en la ecografía. Para ello, se debería mejorar el procesamiento de las imágenes.

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la aprobación del proyecto de investigación titulado: "Redes neuronales para la detección de nódulos de tiroides mediante procesamiento de imágenes de ecografías" por apoyar el desarrollo de este trabajo.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

DETECTION OF THYROID NODULES THROUGH NEURAL NETWORKS AND PROCESSING OF ECHOGRAPHIC IMAGES

TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD ARTICULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

Alex Rubén Haro Fierro

arharo@espe.edu.ec

Julio César Toalombo Toapaxi

jctoalombo@espe.edu.ec

