

Aplicación móvil detector de fracturas en radiografías de manos

Trabajo Terminal No. 2020-B061

Alumnos: *Martínez Hernández Brandon, Huerta Fascio Oscar Daniel.

Directores: Ing. Rodríguez Sarabia Tania, López Rojas Ariel.

e-mail: brandonmartinez005@gmail.com

Resumen – En este trabajo terminal se realizará una aplicación móvil híbrida que analizará imágenes provenientes radiografías de manos, esto quiere decir que el usuario podrá cargar en la aplicación imágenes que haya capturado de sus radiografías y/o cargar las radiografías digitales que se pueden solicitar a su clínica. La aplicación servirá para facilitar la detección de posibles fracturas dentro de la mano.

Palabras clave – análisis de imágenes, radiografías, reconocimiento de patrones, aplicación móvil híbrida, red neuronal

1. Introducción.

En México se han registrado 236,505 casos de lesiones en manos en los últimos 3 años (85,223 en 2017, 86,248 en 2018 y 65,034 en 2019), todo dentro de cifras oficiales dadas por el Sistema de Información de la Secretaría de Salud. [1]

Lo que se busca hacer en este trabajo terminal es ayudar a los técnicos radiólogos y/o usuarios que deseen obtener otra lectura sobre los estudios realizados, ya que en ocasiones con las grandes cantidades de estudios que se requieren analizar no se logra obtener una lectura correcta del estudio (errores de percepción). [4]

Los errores de percepción representan el 31,25 % de los casos, es la categoría de error más frecuente. Dentro de este encontramos:

- Error reiterativo: Si un radiólogo falla en detectar una lesión, la probabilidad de que un segundo radiólogo también falle se aumenta. Ocurre porque se lee el informe de los estudios previos lo que produce que el análisis del estudio actual se haga en forma sesgada y parcial. Otra posible explicación la da la psicología: que muestra cómo la percepción está influenciada por el deseo de conformar un consenso. De este tipo de error se aprende: se debe analizar el estudio antes de leer el informe radiológico previo.
- Ausencia de datos clínicos: El reconocimiento de una lesión está influenciado por el grado de sospecha. Esta es la explicación del buen desempeño de los ortopedistas y los tecnólogos en la detección de lesiones óseas.
- Banco de memoria inadecuado: La experiencia del observador influye en la apreciación. Lo percibido como significativo por el observador está, en parte, construido desde la memoria. El radiólogo, en su formación, debe memorizar la imagen normal para poder detectar lo anormal.
- Satisfacción de la búsqueda: Una vez se encuentra un hallazgo positivo hay una fuerte tendencia a suspender la búsqueda; se sabe que la percepción de cualquier imagen particular está limitada por la presencia de todas las otras imágenes en el campo visual. Se han descrito 3 posibles razones por las cuales se suspende la inspección visual. Primera: el observador ha encontrado una anomalía clara y siente que ha logrado su objetivo. Segunda: la atención se enfoca en la anomalía sospechada o en un órgano específico orientado por los datos previos y se desatiende la observación de los otros órganos. Tercera: la atención se enfoca donde anatómicamente se sospecha la lesión y se desatienden las otras áreas. Se olvida que la radiografía tiene un centro y cuatro esquinas. El no mantener un patrón de búsqueda, lleva a un detrimento en la pesquisa diagnóstica. La satisfacción de búsqueda también se altera en los estudios con medio de contraste, argumento a favor de tomar siempre imágenes simples. Adherirse al orden visual, ser disciplinado en la búsqueda y preguntarse, ¿qué otros hallazgos hay? son las herramientas para combatir la satisfacción de búsqueda.
- No manipular el contraste de la imagen, modificando el nivel y ancho de ventana; o ante una placa radiográfica, utilizar la opción de revisarla con luz amarilla como complemento a la visualización en el negatoscopio, para ver las zonas más oscuras. El no hacerlo puede ser causa de error de percepción. Los monitores de lectura tienen la opción de cambiar dichos factores en las modalidades de tomografía y resonancia. Se debe hacer uso de todas las herramientas para mejorar el desempeño visual. [4]

Toda esta información se debe registrar en el informe radiológico que debe llegar al médico tratante, como meta final y necesaria de nuestro proceso de informe (Figura 1):

Algoritmo del proceso diagnóstico realizado por el radiólogo al informar un examen. Comienza con los antecedentes clínicos y exámenes previos del paciente. Se busca la presencia de alteraciones, luego se pregunta si existe otra alteración. Posteriormente se clasifica como normal o anormal y se propone una causa probable que queda registrada en el informe radiológico. La información debe llegar al médico tratante como última etapa y como responsabilidad del radiólogo. En las cajas en gris se encuentra el tipo de error en las distintas fases. [5]

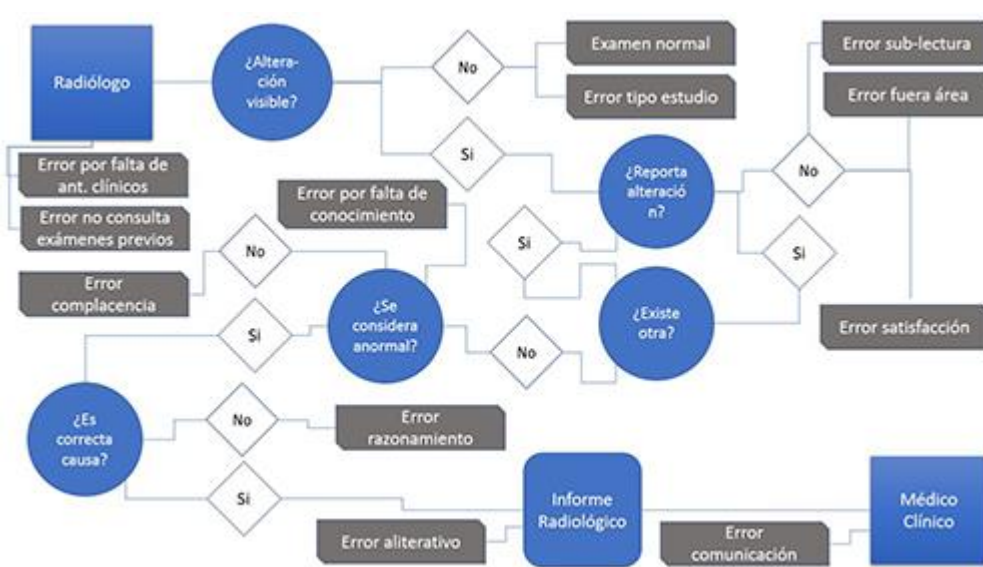


Figura 1: Tipos de errores

Las aplicaciones similares existentes se muestran en la siguiente tabla:

Software	Características	Precio en el mercado
NUBIX	Permite administrar, almacenar e interpretar sus estudios. Automatiza el proceso de interpretación y transmisión de sus estudios desde cualquier lugar en cualquier momento. [2]	1,875 MXN / MES
A k Space-Odissey	Una app que ayuda a los usuarios a entender algunos de los conceptos y variaciones en MRI. Su plataforma interactiva permite aplicar filtros de paso alto y bajo, un filtro de dispersión y artefactos de movimiento. [3]	Gratuito

2. Objetivos

General

Desarrollar una aplicación móvil híbrida que, mediante el análisis de imágenes y reconocimiento de patrones aplicado a imágenes de radiografías de manos, que son capturadas por el usuario a partir de la cámara de su smartphone y/o cargar su

formato digital que pueden solicitar a las clínicas en las que se elaboraron los estudios. A partir de lo anterior la aplicación identificará posibles fracturas, facilitando al usuario final una interpretación de los estudios realizados.

Particulares

- Desarrollar una aplicación móvil híbrida para la recolección de las imágenes de las radiografías.
- Implementar el análisis y procesamiento de imágenes que son ingresadas a la aplicación. Apoyándose en un servicio de computación en la nube.
- El procesamiento debe ser capaz de identificar una fractura presente dentro de la radiografía ingresada.

3.- Justificación

El cerebro humano comete errores; la experiencia del radiólogo influye en la apreciación de los estudios. Los errores de percepción, que pueden estar influidos por múltiples variables. Por la misma razón que no es posible esperar la perfección en el desempeño médico, no es posible garantizar buenos resultados en el diagnóstico de todos los pacientes. El radiólogo, en su formación, debe memorizar la imagen normal para poder detectar lo anormal dentro del estudio.

Por lo que la aplicación surge como otra alternativa de opinión para la detección de fracturas dentro de las radiografías de manos. Además, si un radiólogo falla en detectar una lesión, la probabilidad de que un segundo radiólogo también falle se aumenta. Ocurre porque se lee el informe de los estudios previos lo que produce que el análisis del estudio actual se haga en forma sesgada y parcial. Otra posible explicación la da la psicología: que muestra cómo la percepción está influenciada por el deseo de conformar un consenso. De este tipo de error se aprende: se debe analizar el estudio antes de leer el informe radiológico previo.[4]

Contamos con nuevos procesos y nuevas técnicas, pero también con nuevos artefactos y falsas imágenes, donde muchas veces sólo la dedicación, el estudio y la experiencia permiten establecer cuando la imagen representa una verdadera alteración. Una pregunta interesante es ¿qué cabida tienen los computadores y la inteligencia artificial en el diagnóstico radiológico? Si consideramos que la principal causa del error es perceptual y que, aunque podemos tratar de trabajar en factores asociados, sabemos que es imposible eliminarlos, sin duda los computadores tendrán un rol fundamental en nuestro trabajo. Incluso cuando los computadores sean capaces de detectar diferencias a partir de patrones de imágenes normales, pasará algún tiempo en el que la opinión del radiólogo todavía sea necesaria.

En este escenario, se hace necesario trabajar en estrategias que ayuden a disminuir los errores. [5]

4. Productos o Resultados esperados

Para que la aplicación funcione correctamente inicialmente se debe entrenar una red neuronal con la cual el sistema identificará los distintos problemas que pueda presentar la mano.

Al tener las imágenes de las radiografías se tendrá que hacer el procesamiento de estas para poder generar una interpretación de mejor manera.

Junto con el procesamiento de la imagen se espera generar la interpretación debida de la radiografía para así detectar una posible fractura dentro de la mano. Teniendo un banco de imágenes seleccionado, obtenido de las plataformas Kaggle y MURA.

Como reporte final, la aplicación mostrara si la imagen analizada contiene una fractura o no posee alguna. En el caso de que la aplicación detecte una fractura se mostrara en que parte se encuentra.

En la Figura 2 se muestra de manera general el funcionamiento de nuestro sistema.

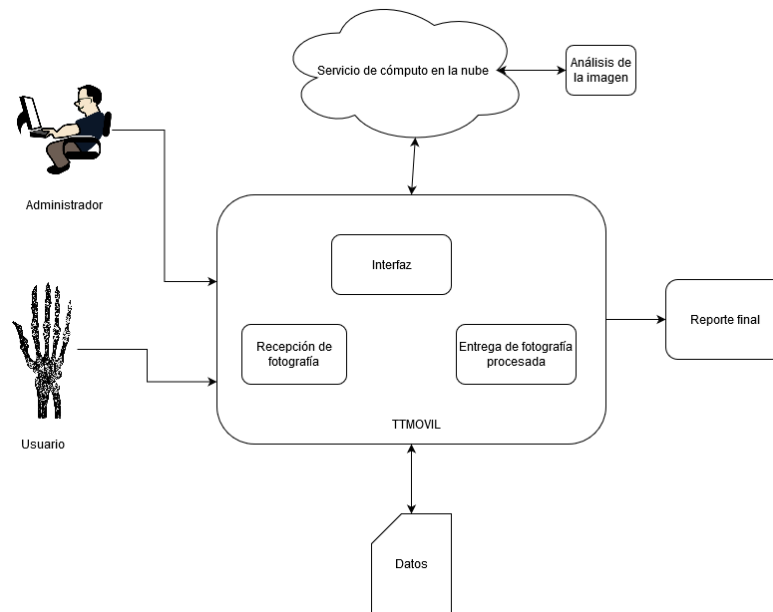


Figura 2. Diagrama de TTMOVIL

Productos Esperados

1. Red neuronal entrenada para la detección de una fractura
2. Aplicación móvil híbrida para la recepción de fotografías de radiografías de manos
3. Documentación técnica del sistema.
4. Manual de usuario.
5. Manual técnico.
6. Artículo de divulgación

5. Metodología

El Modelo en Espiral presenta una metodología viable a utilizar en el desarrollo del proyecto pues este modelo es iterativo, lo que permite agregar funcionalidades en cada iteración y permite iniciar a partir de la planificación; se determinan los objetivos y el alcance del ciclo que comienza. Con ello se nos permite planear dos iteraciones para el trabajo terminal 1 y dos para el trabajo terminal 2. Siendo las dos primeras iteraciones para el trabajo terminal 1 se tiene planeado el análisis, diseño del sistema, pruebas a la red neuronal, esto acompañado de la investigación sobre las posibles fracturas en las manos. Para el trabajo terminal 2 se plantea la implementación, pruebas completas del sistema, así como una evaluación del sistema.

Con la aplicación de este modelo en el proyecto se pretende implementar las fases anteriormente presentadas, donde se requerirá el apoyo de un radiólogo como personal especializado para proporcionar los conocimientos y bases con las cuales las imágenes recolectadas serán analizadas y clasificadas, proporcionando confiabilidad en la clasificación del padecimiento.

6. Cronograma

Nombre del alumno: Martínez Hernández Brandon TT No.: 2020-B061

Título del TT: Sistema móvil detector de fracturas en radiografías de manos.

	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
PLANIFICACIÓN																																												
Investigación lesiones comunes																																												
Entrevista con especialista																																												
Investigación de tecnologías																																												
Análisis de requisitos																																												
ANÁLISIS DE RIESGO																																												
Análisis de riesgos																																												
Diseño de interfaces																																												
Diseño de procesamiento de la imagen																																												
Diseño de red neuronal																																												
IMPLEMENTACIÓN																																												
Pruebas básicas de red neuronal																																												
Implementación de análisis de imágenes																																												
EVALUACIÓN																																												
Evaluación TT1																																												
Retroalimentación																																												
REFINAMIENTO DE SISTEMA																																												
Análisis de riesgos																																												
Correcciones del sistema																																												
Realización de pruebas																																												
Implementación sistemas completo																																												
Generación del reporte técnico																																												
Generación del manual de usuario																																												
Evaluación TT2																																												

Nombre del alumno: Huerta Fascio Oscar Daniel TT No.: 2020-B061
Título del TT: Sistema móvil detector de fracturas en radiografías de manos.

	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
PLANIFICACIÓN																																												
Investigación lesiones comunes																																												
Entrevista con especialista																																												
Investigación de tecnologías																																												
Análisis de requisitos																																												
ANÁLISIS DE RIESGO																																												
Análisis de riesgos																																												
Diseño de interfaces																																												
Diseño de procesamiento de la imagen																																												
Diseño de red neuronal																																												
IMPLEMENTACIÓN																																												
Pruebas básicas de red neuronal																																												
Implementación de análisis de imágenes																																												
EVALUACIÓN																																												
Evaluación TT1																																												
Retroalimentación																																												
REFINAMIENTO DE SISTEMA																																												
Análisis de riesgos																																												
Correcciones del sistema																																												
Realización de pruebas																																												
Implementación sistemas completo																																												
Generación del reporte técnico																																												
Generación del manual de usuario																																												
Evaluación TT2																																												

7. Referencias

- [1] Sistema de Información de la Secretaría de Salud. *Datos en salud: Lesiones*. Recuperado de:
<http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/>
- [2] NUBIX. [Online]. [Fecha de consulta: 19 de febrero de 2020]. Disponible en:
<https://nubix.cloud/index.html#hospitales>
- [3] A k-Space Odyssey. [Online]. [Fecha de Consulta: 6 de febrero de 2020]. Disponible en:
<https://apps.apple.com/nl/app/k-space/id1180053143?l=en>
- [4] Carlos Mario González Vásquez. (2016). ERRORES EN RADIOLOGÍA: NUEVA CLASIFICACIÓN. Revista colombiana de radiología, 27(1), 4407-16
- [5] Marcelo Gálvez M., Carlos Montoya M. (2017). Error en el informe radiológico: La paradoja del elefante en la habitación y otros tropiezos. Revista chilena de radiología, 23.

Alumnos y Directores

Martínez Hernández Brandon. - Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas computacionales en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), Especialidad en Sistemas Computacionales, Boleta: 2016630237, Tel. 5572227628, email: brandonmartinez005@gmail.com

CARÁCTER: CONFIDENCIAL
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Firma: _____

Huerta Fascio Oscar Daniel. - Alumno de la carrera Ingeniería en Sistemas computacionales en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), Especialidad en Sistemas Computacionales, Boleta: 2016630465, Tel. 5566969216, email: oscar dhf@gmail.com

Firma: _____

Ing. Tania Rodríguez Sarabia. - Docente de la carrera Ingeniería en Sistemas computacionales en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), Jefa del departamento del departamento de Capital Humano, Tel. 57296000 EXT 52072, email: tsarabiar@gmail.com


Firma: _____

Ariel López Rojas. - Docente de la carrera Ingeniería en Sistemas computacionales en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), Tel. 57296000 EXT 52032, email: arilopez@ipn.mx

Firma: _____

Acuses

Correo enviado a directora



Brandon Martinez <brandonmartinez005@gmail.com>
para Tania, oscardhf

17:52 (hace 1 hora)

★ ↩ ⋮

Buenas tardes profesora, espero que se encuentre bien.
Disculpe la molestarla de nuevo. Este correo es para solicitar nuevamente que sea nuestra directora para el Trabajo Terminal I con No. 2020-B061, que lleva por nombre "Aplicación móvil detector de fracturas en radiografías de manos".
Junto a esto solicitar su opinión respecto a una posible alta como segundo director al profesor Ariel López Rojas. Así como notificar la incorporación del compañero Oscar Daniel Huerta Fascio al Trabajo Terminal .

De nuevo una disculpa por la molestia, que tenga una excelente semana.


Esperando una respuesta a este correo para conocer su postura respecto a las situaciones antes mencionadas. De antemano muchas gracias por su atención.

Atte: Martínez Hernández Brandon y Huerta Fascio Oscar Daniel.

Anexo el protocolo con los cronogramas actualizados con respecto a los ciclos en curso.



Acuse de acuerdo Director: Tania Rodríguez Sarabia.



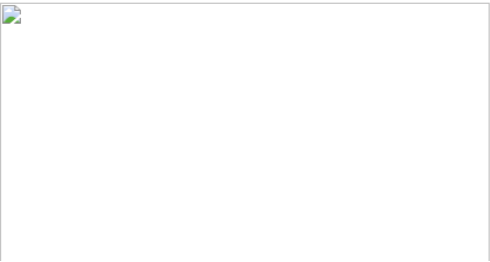
Tania Rodríguez Sarabia
para mí


18:14 (hace 45 minutos)

☆ ↩ ⋮

Claro que si con gusto de igual contemplar al profesor ariel, que necesitan que los apoye?

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.





Tania Rodríguez Sarabia
para mí

18:29 (hace 30 minutos)

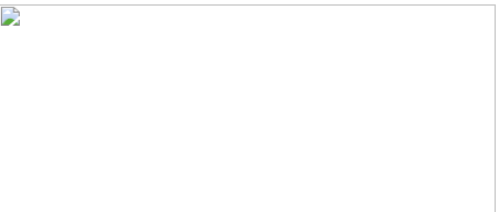
☆ ↩ ⋮

Buenas noches

Confirmo de recibido y apruebo el protocolo mandado para el TT 2020-B061

quedo a sus ordenes

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.



Correo enviado al profesor Ariel López Rojas



Brandon Martinez <brandonmartinez005@gmail.com>
para ALR ▾

mar, 31 ago. 16:15 (hace 1 día) ★ ↩ ⋮

Buenas tardes profesor, espero que se encuentre bien.
Me comunico nuevamente para solicitar nuevamente que sea nuestro director de TT.
Nuestros nombres son Huerta Fascio Oscar Daniel y Martínez Hernández Brandon. Siendo que desde hace varios periodos le solicitamos ser el director, pero por razones escolares y personales no se logró iniciar el proceso. Antes nos recomendó inscribir el protocolo en primera instancia con la profesora Rodríguez Sarabia Tania y posteriormente integrarlo.
Lo que queremos saber es si, ¿podría apoyarnos como director nuevamente?.
Ya tenemos el protocolo aprobado por los sinodales. Faltaría comentarle a la profesora y sinodales la activación del TT así como la posibilidad de integrarlo como director en la caso que acepte nuevamente.
De antemano muchas gracias por su atención profesor, le mando un saludo.

Anexo el protocolo que tenemos al momento.



Respuesta del profesor Ariel López Rojas



ALR ARIEL-ESCOM-IPN
para mí ▾

17:29 (hace 1 hora) ☆ ↩ ⋮

Muy buenas tardes

Me da gusto saber de Uds., y que por fin han inscrito el protocolo. Por supuesto que los puedo ayudar. Sólo sería que le comenten a la Mtra. Tania. Para realizar el alta es atender el formato de la CATT:

<https://www.escom.ipn.mx/docs/escomunidad/catt/solicitudModificacionTT.pdf>

Con el acuse de Vo.Bo. de su directora y de los sinodales es más que suficiente.
Quedo atento a sus observaciones.

Saludos y que tengan muy buen inicio de mes.
=)

...

Correo enviado a alumnos



Brandon Martinez <brandonmartinez005@gmail.com>
para Tania, oscar dhf ▾

17:52 (hace 1 hora) ★ ↩ ⋮

Buenas tardes profesora, espero que se encuentre bien.
Disculpe la molestia de nuevo. Este correo es para solicitar nuevamente que sea nuestra directora para el Trabajo Terminal I con No. 2020-B061, que lleva por nombre "Aplicación móvil detector de fracturas en radiografías de manos".
Junto a esto solicitar su opinión respecto a una posible alta como segundo director al profesor Ariel López Rojas. Así como notificar la incorporación del compañero Oscar Daniel Huerta Fascio al Trabajo Terminal .

De nuevo una disculpa por la molestia, que tenga una excelente semana.

Esperando una respuesta a este correo para conocer su postura respecto a las situaciones antes mencionadas. De antemano muchas gracias por su atención.

Atte: Martínez Hernández Brandon y Huerta Fascio Oscar Daniel.

Anexo el protocolo con los cronogramas actualizados con respecto a los ciclos en curso.



Respuesta alumno Oscar Daniel Huerta Fascio

[illegible]

Respuesta alumno Brandon Martínez Hernández

Brandon Martinez... 10:01 p. m.
para mí ▾

Acuso de recibido,

Saludos