

Software de Mediciones Ortopédicas Ortomedic

Jorge Iván Castañeda Ing. de Sistemas* Efraín Patiño Blandón. Esp. Sistemas, MSc NTI^{c**}, Juan Manuel Herrera MD Ortopedista***

*Ingeniería de Sistemas, ** Ingeniería de Sistemas ***Postgrado Ortopedia, Universidad El Bosque.

Resumen— El presente artículo explica el proyecto de investigación del grupo GIIMUB de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad El Bosque, cuyo objetivo fue el diseño y la implementación del programa ORTOMEDIC, concebido como una aplicación, a través de la cual se facilitó y brindó apoyo, no sólo a los médicos ortopedistas, sino también a la relación existente entre la ingeniería de sistemas y la medicina.

ORTOMEDIC facilitó al médico ortopedista, llevar a cabo el procedimiento de la toma de las medidas antropométricas, en pacientes con enfermedades o malformaciones en sus extremidades inferiores, y generó resultados confiables que facilitaron la elaboración de diagnósticos más acertados a la hora de impartir tratamientos ortopédicos.

Palabras Claves— Informática Médica, Mediciones, Medidas Antropométricas.

Abstract — The present article is centered in the development and implementation of ORTOMEDIC which is conceived as a computer program, to offer support not only to the orthopedist doctors, but also to the existing relationship between computer information systems and medicine.

ORTOMEDIC facilitates the orthopedist doctor to carry out the procedure of the taking those anthropometric measures, in patients with diseases or malformations in its lower limbs, and generates reliable results to elaborate improved diagnoses at the time of distributing orthopedics treatments.

Keywords: Medical Computer Information Systems, Measurements, Anthropometric Measures.

realización de tratamientos ortopédicos a los que deba ser sometido el paciente. Una de las ventajas de este software es que genera las medidas antropométricas exactas de los pies de los pacientes, creando gran comodidad en los mismos, a la hora de usar sus tratamientos ortopédicos.

Este software fue una gran contribución en el área de la salud, en el caso particular de las personas que poseen problemas ortopédicos. Este proyecto fue un estudio realizado para crear el fomento y el interés por la investigación en el área de informática médica, de la Universidad El Bosque. Con este tipo de aplicaciones, se proyecta la construcción del conocimiento entre la Facultad de Ingeniería de Sistemas y Las Ciencias de la Salud, para solucionar problemas Ortopédicos de la sociedad colombiana.

II ENFERMEDADES ORTOPÉDICAS EN LAS EXTREMIDADES INFERIORES

A continuación se hará una breve descripción de las enfermedades ortopédicas más frecuentes que sufren las personas en sus extremidades inferiores:

A. Introducción al Pie

El pie es un complejo modelo de ingeniería que es regido por los conceptos de biomateriales o materiales vivos, tensiones elásticas por medio de sus ligamentos estructurales, fuerzas gravitatorias y antigravitatorias, y los diferentes movimientos [1].

I. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta los problemas morfológicos con los que cuentan los pacientes que poseen enfermedades ortopédicas, se diseñó y desarrolló un software llamado ORTOMEDIC, que permite al ortopedista, tomar las medidas ortopédicas de sus pacientes, a partir de fotografías que luego serán capturadas y analizadas, facilitando de esta forma la

B. Pie Plano

Es la deformación en la cual el arco interno del pie ha disminuido su altura o desaparecido completamente. Ésto es un defecto congénito extremadamente raro, que se va conformando después de los 4 años y es generado por un desequilibrio entre la magnitud de la carga del peso corporal y la resistencia muscular ligamentosa del pie [2].

C. Hallux Valgus

El Hallux Valgus es una desviación del primer dedo del pie, fuera de la línea media, acompañado además de una protuberancia en la articulación metatarso-falángica; esta deformidad comúnmente se llama "Juanete". Generalmente se presenta en adolescentes; los casos más frecuentes se encuentran en el sexo femenino y, usualmente, existen antecedentes familiares con igual alteración [2].

D. Pie Zambo

El resultado de la deformación congénita del pie, caracterizada porque el paciente posee cuatro deformidades simultáneas: equino, varo, aducto y cavo, las cuales toman el nombre de "pie zambo". Se define como pie zambo aquel que presenta algún grado de deformidad en la estructura arquitectónica de su esqueleto [2].

E. Pie Cavo

Es una deformidad caracterizada por el excesivo aumento de la bóveda plantar, con una desviación del retropié formando la patología varo o valgo. Hay muchas causas que pueden provocar un Pie Cavo, y que las más frecuentes, son las enfermedades de tipo neurológico (Polio; Ataxia de Friedrich, Parálisis Cerebral; etc.), pero cuando se descartan dichas posibilidades patológicas en un paciente, queda llamado *Pie Cavo Esencial o Idiopático*, que es aquel que presenta un aumento de la bóveda plantar sin que se encuentre una causa que lo justifique [3].

F. Pie Equino

En esta patología el talón está separado del suelo es decir que el paciente anda sobre sus dedos o sea que aplica el peso sobre las cabezas de los metatarsianos. La deformidad se encuentra en la articulación tibiotarsiana y el pie se dispone en extensión completa, la articulación mediotarsiana es bastante normal. El arco longitudinal se encuentra aumentado, pero el antepié está ensanchado debido a que las cabezas de los metatarsianos se separan a consecuencia de la carga,

esta enfermedad es más acentuada en los casos paralíticos debido a la laxitud del pie, no solamente en la articulación tibiotarsiana, sino también en la mediotarsiana, con lo que el arco aumenta en altura más tarde se producen los dedos en forma de garra [4].

G. Pie Varo

Esta patología se caracteriza porque el talón mira hacia dentro y también se dirige hacia dentro [5].

H. Pie Valgo

En esta patología el talón mira hacia fuera y también se dirige hacia fuera [5].

I. Pie Adducto

Se presenta cuando el antepié se desvía hacia dentro generando de esta forma una concavidad plantar [5].

J. Pie Abducto

Se presenta cuando el antepié se desvía hacia fuera mostrando convexidad en el pie [5].

K. Pie Supinado

En este caso, la planta del pie mira hacia dentro [5].

L. Pie Pronado

Esta patología se presenta cuando la planta del pie mira hacia fuera [5].

La mayor dificultad que poseen estas personas, es la de encontrar una horma de zapatos adecuada a las medidas antropométricas de sus pies.

Antes de la creación de ORTOMEDIC el médico tomaba las medidas antropométricas de forma manual, por medio de un calibrador vernier, siendo éste un procedimiento bastante dispendioso. Dentro de las medidas anteriormente nombradas se destacan: Longitud total del pie (Ver Fig.1), longitud del talón al juanete (Ver Fig.2), anchura máxima horizontal, (Ver Fig.3), altura bimalleolar (Ver Fig.4) anchura del talón (Ver Fig.5), Imagen Plantar del pie (Ver Fig.6), entre otras. Después de haber tomado estas medidas, el médico diagnostica al paciente el tratamiento más acertado.



Fig.1. Longitud Total del Pie.



Fig.2. Longitud Talón Juanete.



Fig.3. Achura Horizontal Máxima del Pie.



Fig.4. Anchura Bimaleolar.

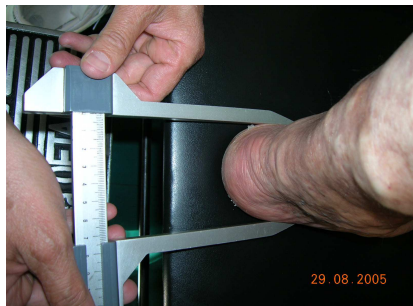


Fig.5. Achura Talón.



Fig.6. Longitud Talón Juanete.

Cabe anotar que el instrumento de medición debe estar perfectamente calibrado, de lo contrario se presentarán errores a la hora de realizar la toma de las medidas.

Para solucionar este problema se creó ORTOMEDIC (Software de Mediciones Ortopédicas) que facilitó al médico el análisis antropométrico de sus pacientes, ya que esta aplicación cuenta con su respectivo software y hardware. El hardware, es un podógrafo que posee cámaras Web las cuales toman las fotos digitales de las extremidades inferiores del paciente que posea malformaciones ortopédicas, y el software, es una aplicación desarrollada en MATLAB y Visual Fox Pro 6.0; esta aplicación se encarga de subir automáticamente las fotos tomadas por el podógrafo, para que el médico tome las medidas antropométricas de forma efectiva e impartir el diagnóstico del tratamiento a sus pacientes.

III PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE ORTOMEDIC

Actualmente en la Universidad El Bosque se encuentra una tesis de ortopedia llamada ORTOFOOT la cual genera medidas sobre radiografías para realizar el análisis de tobillo y pies de los pacientes, esta tesis fue desarrollada por Alex Ángel y por Jeimmy Forero estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

Esta tesis es utilizada por el Doctor Juan Manuel Herrera quien fue el asesor temático de ORTOMEDIC.

El inicio de ORTOMEDIC, surgió después de una reunión con el doctor Herrera, donde se estableció la necesidad de crear una herramienta que facilitara la toma de las medidas antropométricas a pacientes con malformaciones en sus extremidades inferiores. En esta reunión el doctor sugirió que ORTOMEDIC fuera atado a ORTHOFOOT. El doctor realizó esta sugerencia para poder tener un software de mediciones ortopédicas más completo y eficiente.

A. Tecnologías Involucradas

Después de realizar estudios sobre los programas más adecuados para poder realizar la solución al problema propuesto por el doctor Herrera, se llegó a la conclusión de realizar el desarrollo de ORTOMEDIC. Utilizando Visual FoxPro y MATLAB 7.0.

Visual FoxPro se implementó para poder cumplir la sugerencia propuesta por el doctor Herrera, ya que ORTHOFOOT maneja este programa para realizar la captura de la los datos pertinentes para cada paciente. También se tuvo en cuenta este programa por ser uno de los gestores de bases de datos más rápido y flexible del mercado, altamente integrado en el Sistema Operativo Windows. Como cualquier otra aplicación Windows estándar, Visual FoxPro posee barras de herramientas, ayuda sensible al contexto, múltiples fuentes y acceso a bibliotecas. Visual FoxPro, se puede acceder virtualmente a cualquier fuente de datos cuya dirección se pueda hacer a través de ODBC (Open Database Connectivity). Este estándar, definido como Conectividad Abierta de Bases de Datos, permite abrir y consultar diversas bases de datos a través de un conjunto de controladores, utilizando SQL como lenguaje de consulta [6].

Para la implementación de la toma de las medidas de ORTOMEDIC se utilizó MATLAB 7.0 ya que este programa maneja el procesamiento de imágenes y fórmulas matemáticas muy completas, realiza cálculos numéricos con *vectores* y *matrices* y puede también trabajar con números escalares, tanto reales como complejos, con cadenas de caracteres y con otras estructuras de información más complejas [7].

- **Diseño Lógico:** En esta parte se definieron las características fundamentales para el desarrollo de la aplicación.
- **Diseño Funcional:** En él se establecieron las características funcionales para las cuales está desarrollada la aplicación.

A continuación se mostrarán las arquitecturas de hardware, software y el modelo entidad relación de ORTOMEDIC. (Ver Fig 7 ,8 y 9).

• **Arquitectura de Hardware**

El la Fig 7 se muestra que el proyecto no requiere de muchos componentes de hardware para su visualización y ejecución; únicamente el podoscopio o plataforma para la toma de fotografías de las extremidades inferiores de los pacientes, una cámara Web para capturar la fotografía de la extremidad inferior del paciente y un computador que será utilizado por el usuario, para realizar la ejecución y el análisis de las medidas antropométricas del pie.

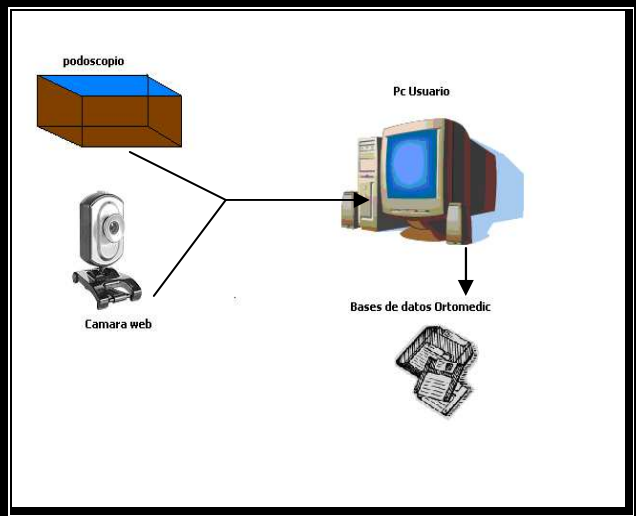


Fig 7. Arquitectura de Hardware.

• **Arquitectura de software**

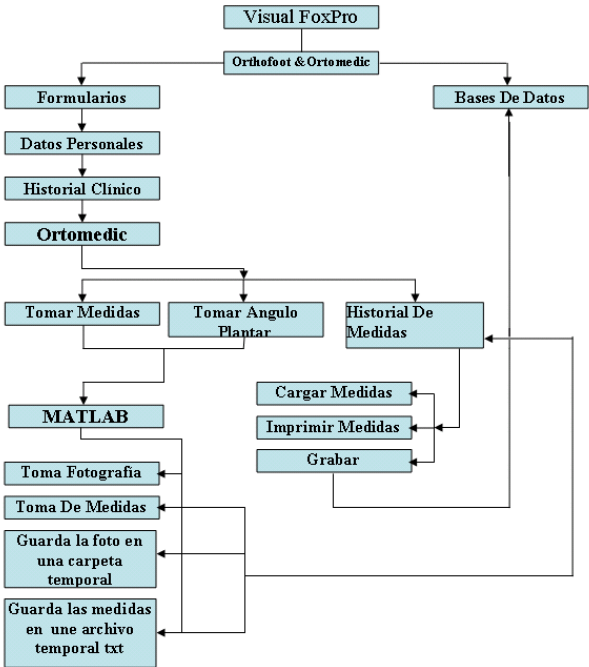


Fig 8. Arquitectura de Software.

• **Modelo Entidad Relación**

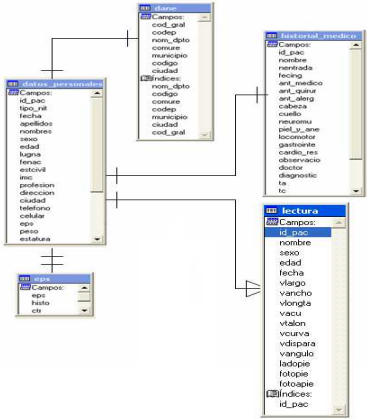


Fig 9. Modelo Entidad Relación.

B. Metodología de Desarrollo

La implementación de ORTOMEDIC se desarrolló a partir de la identificación de los requerimientos exigidos por el médico ortopedista. De igual manera, se hizo una investigación exhaustiva de los temas relacionados.

Para cumplir el requerimiento exigido por el medico, de unir ORTOFOOT y ORTOMEDIC, se estableció el desarrollo de la aplicación en Visual FoxPro. Así mismo, con el fin de obtener un excelente manejo de imágenes y medias, se utilizó MATLAB para el desarrollo de la GUI de la toma de medidas.

Posteriormente, se empezaron a desarrollar por separado las programas que integran la GUI. Se implementó el código para la captura de la imagen desde la aplicación y el código para guardar la imagen tomada al paciente. El siguiente paso a seguir fue el diseño e implementación en FoxPro del formulario para ver medidas antropométricas, el cual carga las medidas tomadas en MATLAB que están en el txt y las pasa a Visual FoxPro.

Por último se diseñó e implementó en Fox Pro el formulario consultar medidas, que permite consultar por fecha las medidas y las fotos tomadas a un determinado paciente.

C. Descripción del Software de Mediciones Ortopédicas ORTOMEDIC



Fig.11. Pantalla Principal de Ortomedic.

En la Fig 11 se puede apreciar la interfase del programa, donde se ilustra el menú principal para la toma de las medidas antropométricas, del cual se despliegan las siguientes opciones:

- Medidas Antropométricas.
- Medir Ángulo Plantar.
- Ver Medidas Antropométricas.

- Consultar Medidas.

1) Medias Antropométricas



Fig.12. Medidas Antropométricas.

La fig 12 muestra la interfase diseñada para tomar y guardar las fotografías y las medidas antropométricas de los pacientes que posean enfermedades en sus extremidades inferiores.

2) Angulo Plantar

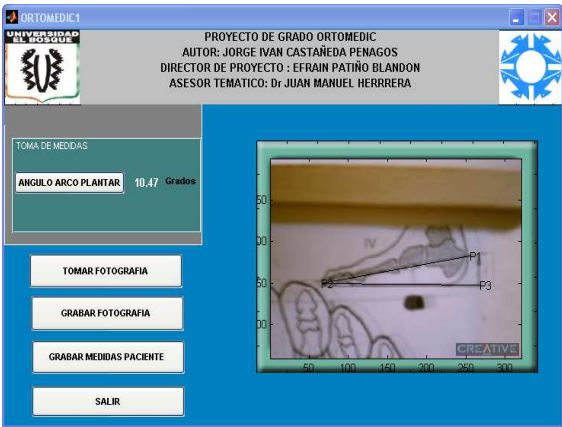


Fig.13. Angulo Plantar.

En la Fig 13 se aprecia la interfase diseñada para tomar y guardar las fotografías y las medidas del ángulo plantar de los pacientes que posean enfermedades en sus extremidades inferiores.

3) Medidas Antropométricas



Fig14. Ver Medidas Antropométricas.

En la Fig 14 se muestra la pantalla en la que se cargan al sistema las medidas y las fotografías tomadas en las fig 12 Y 13. En la parte inferior de esta figura aparecen dos botones, los cuales muestran las fotografías tomadas anteriormente. En esta figura también se podrán imprimir las fotografías y las medidas antropométricas tomadas a un paciente en particular.

4) Consultar Medidas



Fig.15. Consultar Medidas.

En la pantalla que aparece en la fig 15 se podrán realizar consultas de las medidas antropométricas y las fotos tomadas a los pacientes. En la parte superior izquierda se mostrará el historial clínico y el nombre del paciente. Para realizar una consulta se debe colocar el número de la historia clínica del paciente (Documento de Identidad). Las flechas que se encuentran en la parte inferior derecha sirven para cambiar la fecha en la cual fueron tomadas las fotografías; en la parte superior derecha aparece el botón. El botón imprimir permitirá la impresión de las medidas y las fotos del paciente que fue consultado en el sistema.

D. Metodología de Evaluación o Validación

V. RESULTADOS

VI. CONCLUSIONES

El software permite la agilización de la toma de las medidas antropométricas, agregando fiabilidad y efectividad a la hora de la toma de las mismas.

Al tomar las medidas sobre fotos digitales se redujeron los procedimientos manuales realizados por el ortopedista, aumentando significativamente la exactitud de las medidas y agregando efectividad a la hora de la toma de estas medidas.

Se pudo observar en las pruebas realizadas, que el software desarrollado es muy fiable en comparación con los procedimientos efectuados en la actualidad, en este mismo orden de ideas se afirma que la relación hombre – máquina alcanzada, posibilita un modo eficiente de uso,

Se cumplió el objetivo general ya que el software mostró gran efectividad en las pruebas realizadas. Generando gran conformidad al los médicos que lo probaron.

Con la realización de este proyecto, se puede observar que la Ingeniería de Sistemas es tal vez la ciencia que mejor se integra con otros campos profesionales e industriales, incluyendo el área de la salud.

REFERENCIAS

[5] A Dimeglio (2005), Libro De Ortopedia Infantil [version Electronica] Extraido el 14 de marzo de 2006 de la pagina <http://www.traumazamora.org>

[7] García J. (2004), Aprenda Matlab como si estuviera en primero. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid, Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales. [Versión PDF]

[2] Juan Fortune Haverbelck, Jaime Paulos Arenas Facultad de Medicina Pontificia Universidad de Chile (1999), Manual de Ortopedia Y traumatología : Chile

[1] Jesús Ambrosiani Fernández (2004) Departamento De Anatomia y embriología Universidad De Sevilla [Versión Electrónica] Extraido el 14 de marzo de 2006. de www.cienciaydeporte.net

[3] Terry Canale Mosby (1992) Tratado de ortopedia Pediátrica (2Edicion p.23-30),USA)

[4] .Wale (2001) Masajes y ejercicios de recuperación en afecciones médicas quirúrgicas St. Thomas' Hospital USA

[6] Whil Hentzen (2000) Biulding Visual FoxPro 6.0 Aplications (pp 5-8) Editorial Hentzenwerke publishing

JORGE IVÁN CASTAÑEDA PENAGOS

Ing. de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque y miembro del grupo de investigación de informática médica GIIMUB.

email:

jorgecastaneda@sistemasunbosque.edu.co