



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
DE INGENIERIA CIENCIAS SOCIALES Y
ADMINISTRATIVAS



IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DEL TIPO DE PIE EN ALUMNOS DE NUEVO INGRESO DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

No Registro: 20060649

INFORME TÉCNICO

DR. Eric Manuel Rosales Peña Alfaro

ENERO, 2007

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
Antecedentes.....	1
Proyecto.....	1
Métodos y Materiales.....	1
Metodología.....	1
RESULTADOS DEL MÉTODO	2
Método de la Ingeniería del Conocimiento	2
1. Adquisición del Conocimiento	2
2. Representación del Conocimiento.....	2
3. Validación.....	4
4. Inferencia y Explicación/Justificación	4
5. Sistema basado en Conocimiento para la Extracción Paramétrica de una pedigráfica.....	2
Resultados	3
Impacto.....	3
Referencias	4

RESUMEN

Este trabajo reporta los resultados obtenidos para el diseño de un sistema automático de determinación del tipo de pie plano en alumnos de nuevo ingreso del Instituto Politécnico Nacional. Comenta los antecedentes del proyecto así como las necesidades. El sistema correrá en dos modos, en línea para registrar las pedigrafías obtenidas de los alumnos y en lote para procesar las pedigrafías digitalizadas registradas. El procesamiento de éstas es llevado a cabo por medio de un proceso de imágenes en el cuál el objetivo primordial es extraer tres parámetros fundamentales en la determinación del tipo de pie. Al momento del reporte solo se había trabajado con muestras pedigráficas extraídas en el año 1999. el proceso sin embargo necesita refinarse debido a problemas con la calidad de alguna de las imágenes, por ello más re-implementación, experimentación y extracción de nuevas muestras es necesario.

INTRODUCCION

Antecedentes

En el año 1998, el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Dirección de Servicios Estudiantiles realizaba a los alumnos de nuevo ingreso tanto del nivel medio superior como del superior, un examen médico que incluía en la ficha médica un diagnóstico ortopédico, el cual consistía en sacar una impresión de la huella plantar, pedigrafía, de los alumnos aceptados con la finalidad de determinar que tipo de pie tenían y así recomendar tratamientos terapéuticos. El problema de la identificación no consistía en el proceso especializado que se seguía, sino en el volumen de pedigrafías a procesar: considerando que el número de alumnos aceptados en los dos niveles es aproximadamente de 35,000 entonces el número de pedigrafías a procesar manualmente es de alrededor 70,000. Esto hace que la tarea de diagnóstico sea tardada si no se cuenta con el personal disponible tanto en número como con los conocimientos especializados en ortopedia. Por lo anterior, se solicito a la UPIICSA realizar un estudio de factibilidad para el desarrollo de un proyecto que concluyera con un sistema de identificación del tipo de pie, el cual no pudo ser realizado.

Proyecto

En el año 2006, con el objetivo de terminar de manera formal el sistema de identificación automática del tipo de pie, se registro el proyecto correspondiente y como resultado de las consultas ante la Dirección de Servicios Estudiantiles se determinó cambiar el enfoque del proyecto de la siguiente manera: aplicar el diagnóstico ortopédico, primeramente a el universo de alumnos deportistas con la finalidad de determinar posibles tratamientos y posteriormente a los alumnos de las carreras que por el tipo de trabajo profesional necesitan pasar la mayor parte del tiempo parados o caminando.

Métodos y Materiales

Metodología

El proyecto fue desarrollado aplicando el método de la Ingeniería del Conocimiento el cuál consiste en las siguientes fases:

1. Adquisición del Conocimiento
2. Representación del Conocimiento
3. Validación
4. Inferencia, Explicación y Justificación

Materiales

Los materiales empleados en la presente investigación se enlistan a continuación:

1. Pedigráfo de cuaderno. Sirve para extraer las pedigrafías, huellas digitales de las plantas de los pies. Está constituido por dos secciones: (a) un marco con hoja de caucho o cojín de esponja que se entinta por un lado, para que por el otro lado se realice la presión del pie y (b) una hoja de papel revolución tamaño oficio.
2. Un millar de hojas papel revolución tamaño oficio para tener las pedigrafías
3. Scanner de cama para digitalizar las pedigrafías
4. El prototipo de software para la determinación del tipo de pie.

RESULTADOS DEL MÉTODO

Método de la Ingeniería del Conocimiento

1. Adquisición del Conocimiento

El problema de identificación del tipo de pie es factible de resolverse con técnicas de inteligencia artificial dado que existe un dominio de conocimiento claro, delimitado y específico que es usado por especialistas. Asimismo se tiene el contacto con un ortopedista, el Dr. Matus, para realizar el levantamiento de información procedimental a seguir para determinar el tipo de pie.

Elicitación del conocimiento

La determinación del tipo de pie, en base a la pedigrafía, depende de tres parámetros principales:

1. La distancia medial, definida como la distancia entre el arco medial y la recta resultado de unir el hueso metatarsiano I a la altura del punto plantar con el hueso calcáneo.
2. La distancia lateral, que resulta de medir la distancia entre el arco lateral y la recta que resulta de unir el hueso metatarsiano V a la altura del punto plantar con el hueso calcáneo por la parte externa.
3. La distancia transversal que resulta de medir la distancia entre el metatarsiano II y la recta que resulta de unir los metatarsianos I y V de manera transversal.

Estos parámetros se muestran en la figura siguiente.

Tabla 1 Parámetros para clasificar el tipo de pie

PARAMETROS	PIE NORMAL	PIE PLANO	PIE CAVO
Arco Longitudinal Lateral	5 mm.	Mayor a 5mm	Menor a 5 mm.
Arco Longitudinal Medial	15-18 mm.	Menor a 15mm.	Mayor a 18mm.
Arco Transversal	5mm.	Menor a 5mm.	Mayor a 5 mm.

Una primera validación de la extracción paramétrica y clasificación se hizo de forma manual para garantizar que los conceptos aprendidos son correctos.

2. Representación del Conocimiento

El problema de identificación del tipo de pie plano se puede separar en dos subproblemas:

- A. La extracción de los parámetros de la pedigrafía digitalizada
- B. La clasificación del tipo de pie

Se abordará la parte sencilla primeramente y después la parte compleja.

1. Clasificación del tipo de pie

Es obvio que una vez obtenidos los parámetros, el trabajo inteligente es buscar dentro el renglón de la tabla 1 en el cual los parámetros “encajen” o hagan match. Desde este punto de vista, se observa que la tarea principal de la clasificación es un asunto de búsqueda del estado estático paramétrico:

param(ACL,ACM,AT)

Donde:

- ACL es la distancia lateral o Arco Longitudinal Lateral
- ALM es la distancia medial o Arco Longitudinal Medial
- AT es la distancia transversal o Arco Transversal

En las reglas:

1. Si $ACL < 5$ y $18 < ALM$ y $AT > 5$ entonces se tiene un pie cavo
2. Si $ACL = 5$ y $15 \leq ALM \leq 18$ y $AT = 5$ entonces tenemos un pie normal
3. Si $ACL > 5$ y $ALM < 15$ y $AT < 5$ se tiene entonces un pie plano

Es así como se puede utilizar lógica de predicados con reglas de producción para este subproblema.

La validación del modelo se realizó nuevamente sobre 10 pares de pedigrafías digitalizadas y tomándose las medidas de manera manual para entonces ver que regla se activaba. Esta validación fue realizada en presencia del experto humano. Dándose el visto bueno a la validación.

2. Extracción paramétrica.

La extracción de las medidas de los diversos arcos longitudinales se puede realizar mediante el procesamiento de imágenes, de aquí que las pedigrafías sean digitalizadas para poder ser procesadas.

Para el procesamiento de las pedigrafías digitalizadas es importante diferencias primeramente entre el color del fondo y el color de la huella, para posteriormente separar el contorno de la huella y así permitir la extracción de las tres variables.

La determinación de los parámetros de forma manual se realiza ubicando en la pedigrafía los puntos metatarsianos base, los puntos extremos del talón o calcáneo y los puntos del arco. Se trazan las rectas AB y CD y se miden las distancias de los puntos C y F a las rectas AB y CD respectivamente para formar los arcos longitudinales medial y lateral respectivamente, los cuales se muestran en la figura 1. Para determinar el arco transversal se traza la recta AD, se localiza el centroide del segundo metatarsiano (dedo,

contado de la parte media hacia la lateral) y se forma un triángulo. Se localiza y traza la perpendicular a AD y que pase por el vértice del segundo dedo para posteriormente medir el arco transversal como se observa en la figura 1.

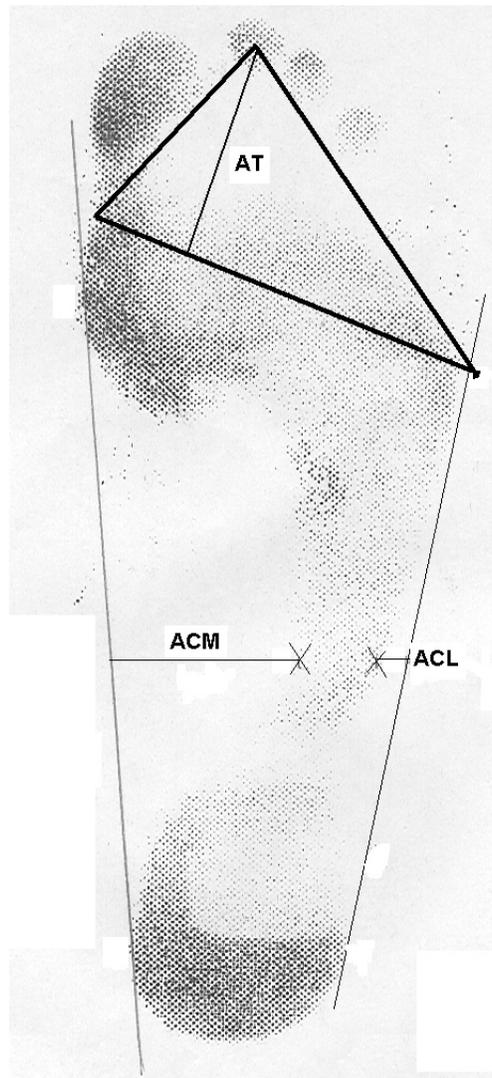


Figura 1 Parámetros para determinar el tipo de pie

3. Validación

Para validar este método se realizó la misma operación en un conjunto de pedigráficas, determinando los parámetros señalados con anterioridad.

La validación fue realizada en conjunto sobre 10 pares de huellas, de manera manual, determinando que el conocimiento adquirido es el correcto.

4. Inferencia y Explicación/Justificación

Para este caso particular no se necesita un mecanismo de inferencia ni tampoco formular explicaciones ni justificaciones dado que se trata de un proceso de obtención de medidas y comparación de las mismas contra los tipos de pie.

5. Sistema basado en Conocimiento para la Extracción Paramétrica de una pedigráfica

Una vez analizada la información y conocimientos adquiridos se paso a formular el modelo computacional para la extracción paramétrica. Formulándose el siguiente modelo:

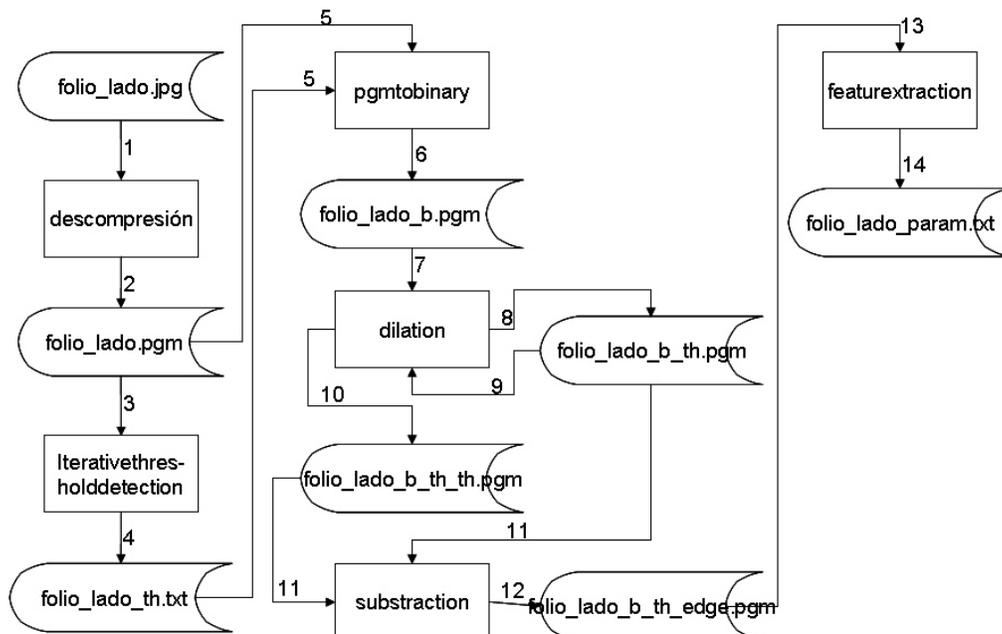


Figura 2 Flujo del procesamiento de una imagen

Los procesos críticos del procesamiento de imágenes son la detección iterativa del valor diferencial –flujo de 3 a 4–, y la extracción paramétrica –flujo de 13 a 4–. Los programas desarrollados fueron entonces los siguientes:

- iterativethresholddetection. Detecta el valor diferencial de manera iterativa.
- pgmtobinary: convierte una imagen en niveles de gris a binaria.
- dilation. Expande los valores de gris del objeto en relación a su fondo.
- substraction. Resta dos imágenes generando una tercera. El efecto de restar la imagen doblemente expandida genera una imagen con solo el contorno del objeto.
- featureextraction. Extrae los valores paramétricos para identificación del pie. Los deha en un archivo de texto para ser consultados o bien para ser cargados a una base de datos, en la cual estén contenidos todos los datos referentes al pie, identificándose cada uno de ellos con su folio y el lado (folio_l).

El programa de descompresión, fue bajado de la red para pruebas en ambientes Windows, ya que este proceso correrá bajo el ambiente Solaris, cuyo sistema

operativo es parecido a unix y éste ambiente trae incluidos los programas de compresión y descompresión.

Resultados

Al momento de escribir éste reporte se habían terminado las validaciones manuales del proceso de extracción paramétrica y de clasificación propiamente dicha, obteniéndose un 98% de efectividad. En cuanto al procesamiento de imágenes todavía se estaban realizando pruebas de confianza, pudiéndose reportar lo siguiente: Para armar el procesamiento de imágenes se realizaron pruebas individuales e integrales hasta el paso de la substracción de imágenes. De las pruebas individuales se siguen realizando. La prueba de validación funcional se muestra a continuación.

Se tomo un imagen muestra al azar: folio 00069 derecho, f00069d.jpg, y se paso por todos los procesos hasta la extracción paramétrica.

El valor diferencial de fondo-objeto resulto ser 172.9872.

El programa de extracción paramétrica calcula hasta el momento solo los valores de los arcos longitudinales lateral y medial, ACL y ALM; resultando para el pie derecho del folio 00069 (f00069d) 1.8mm y 49.8mm respectivamente. Cuando se compara con las reglas se puede observar que se tiene un pie cavo.

Tabla 2 Comparación reglas contra parámetros

1. Si $ACL < 5$ y $18 < ALM$ entonces se tiene un pie cavo	Cierto
2. Si $ACL = 5$ y $15 \leq ALM \leq 18$ entonces tenemos un pie normal	Falso
3. SI $ACL > 5$ y $ALM < 15$ se tiene entonces un pie plano	Falso

Se puede observar que el proceso es funcional, aunque todavía se encuentra en fase de pruebas integrales y de confianza, por lo que se seguirá probando e investigando con el proceso.

Impacto

Una vez terminado y validado el procesamiento de imágenes se debe proceder a realizar mayores experimentaciones tomando como muestras pedigrafías de estudiantes deportistas y de aquellas carreras cuya profesión les demanda estar la mayor parte del tiempo parados o caminando. Esto es con la finalidad de confirmar que el conocimiento del tipo de pie puede promover un mejor diagnóstico y tratamiento ortopédico oportuno.

Además el proceso está diseñado para ser empotrado con un sistema de administración de captura de imágenes, el cual mediante la captura masiva de pedigrafías y el solo dar un clic en alguna opción del menú se puede procesar más de una imagen, lo cual ahorraría tiempo de procesamiento al evitar tener a un operador enfrente de la computadora procesando imagen por imagen. Si se toma en cuenta que en un futuro, este sistema puede ser aplicado en la totalidad de estudiantes de nuevo ingreso del IPN,

se ve más claro que el ahorro de tiempo de procesamiento disminuye a solo digitalizar las pedigráficas y registrarlas en el sistema de captura.

Los siguientes pasos en ésta investigación son: continuar con los experimentos de carga y confianza, publicar los resultados parciales y finales en congresos y/o revistas especializadas. Asimismo, líneas de investigación a seguir serían el desarrollo de un sistema de identificación en línea y posteriormente el desarrollo de algún dispositivo en el cual se pare el individuo y que mediante alguna tecnología se digitalice en tiempo real la pedigráfica y por ende se determine el tipo de pie que tiene el individuo.

Como experiencia en el campo de investigación es ilustrativo señalar como la metodología de ingeniería del conocimiento puede ser aplicada a dominios de conocimiento comunes.

Referencias

1. Gamble, Felton O y Domínguez Mayoral, Rodrigo. Roetgenologia Clinica del Pie. 2da Ed. Robert E. Publishing Company. USA.
2. <http://www.footphysicians.com/espanol/pie-plano-flexible.htm>
3. <http://www.footphysicians.com/espanol/pie-plano-pediátrico.htm#5>
4. <http://www.traumazamora.org/ortoinfantil/cavozambo/cavozambo.htm>
5. http://www.footphysicians.com/espanol/charcot_sp.htm
6. <http://www.ortoweb.com/web/vista/index.php?modulo=diccionario&file=listado&inicial=p>
7. Sonka, Milan; Hlavac, Vaclav y Boyle, Roger. Image Processing, Analysis and Machine Vision. Chapman & Hall. Cambridge, UK. 1993.
8. Ballard, Dana H y Brown, Christopher M., Computer Vision. Prentice Hall. New Jersey, USA. 1982.
9. Parker, J.R., Algorithms for Image Processing and Computer Vision. John wiley & Sons. USA,1997.
10. Pajares, Gonzálo; de la Cruz, Jesús M.; et al. Imágenes Digitales: Procesamiento práctico con Java, Alfaomega Ra-Ma. México, 2004.