



ESTIMACIÓN DEL PESO DE PERSONAS MEDIANTE DE SU APARIENCIA VISUAL

C. J. Camacho-Bello^a, J. J. Báez-Rojas^a, A. Padilla-Vivanco^b,

^a Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México,
joel_camacho@inaoep.mx, jjbaezr@inaoep.mx

^b Universidad Politécnica de Tulancingo, Hidalgo, México,
apadilla@upt.edu.mx.

RESUMEN

El peso es un rasgo biométrico que ha sido estudiado en el área médico y criminalista. También, se considera a menudo como un indicador de su aspecto físico y en muchos casos de su condición de salud. Durante las emergencias médicas, medir el peso de un paciente puede ser difícil, debido a la imposibilidad de que se mueva o también, por alguna discapacidad. A menudo, para calcular el peso de las personas en estas situaciones son a través de una estimación visual por una persona calificada. Obviamente, una estimación visual no puede proporcionar la precisión de una báscula, en algunos casos una estimación más precisa puede hacer la diferencia, como en la administración de anestesia antes de una cirugía. Nuestro trabajo explora una nueva manera de estimar el peso de una persona mediante imágenes procedentes de un sensor de profundidad. La idea principal es expandir la imagen en polinomios ortogonales de Hahn, los coeficientes de dichos polinomios nos brindan información de las características antropométricas que son capaces de estimar el peso de una persona. Para probar el método propuesto, se calcula el peso de una persona con distintas vestimentas.

1. INTRODUCCIÓN

Durante siglos se han utilizado dos metodologías diferentes para medir el peso de un objeto: la balanza y la báscula. Mientras que el primero mide la fuerza de gravedad que ejerce sobre el objeto, el segundo compara el objeto desconocido con el de una masa estándar conocida. Existen una variedad de casos prácticos en las que tener el peso de una persona es extremadamente útil. Desafortunadamente en muchas de estas situaciones, ninguna de las técnicas mencionadas puede ser adaptada.

El peso de una persona se considera a menudo como un indicador de su aspecto físico y, en muchos casos, de sus condiciones de salud. También, puede ser una herramienta considerable en la ciencia criminalística, junto con otras biometrías; como la altura o el color de los ojos. El peso puede ser una parte primordial para la descripción de un fugitivo [1] y puede ser calculado de forma inmediata a través de una imagen digital. Por otra parte, la estimación del peso nunca se ha explorado completamente por la comunidad de biometrías. El peso es todavía una característica difícil de ser extraída visualmente y no existe un algoritmo básico para calcular el peso de personas mediante imágenes digitales.

Velardo y Dugelay [2] demuestran que es factible estimar la masa o el peso de una persona por medio de análisis biométrico a través de técnicas de visión por computadora con porcentajes de error razonables. En el método de Velardo utiliza 7 medidas antropométricas (altura, la longitud superior de la pierna y su circunferencia, la longitud del brazo superior y su circunferencia, circunferencia de cintura y pantorrilla) para estimar la masa del cuerpo por medio de varios métodos de regresión lineal. La principal limitante de trabajo es que los descriptores son calculados de forma manual por sujetos que marcan las medidas



antropométricas. En este trabajo se presenta un enfoque holístico para la estimación del peso de las personas mediante los momentos de Hahn que pueden ser estimado en tiempo real. El trabajo está organizado de la siguiente manera: en la Sec. 2 se da una breve introducción de los momentos ortogonales. La estimación del peso de las personas mediante momentos de Hahn es presentada en la Sec. 3. En la Sec. 4 se presenta un análisis experimental del método propuesto. Finalmente, algunas conclusiones son presentadas en la Sec. 5.

2. MOMENTOS CARTESIANOS DE HAHN

Los momentos de Hahn fueron introducidos por primera vez por Zhu et al.[3]. El kernel de los momentos de Hahn consiste en dos funciones separables, que está dado por

$$P_{nm}(x, y) = \tilde{h}_n^{(a,b)}(x; N) \tilde{h}_m^{(a,b)}(y; N), \quad (1)$$

donde n y m son enteros. Además, cumple con la condición de ortogonalidad en el dominio discreto,

$$\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N P_{nm}(x, y) P_{kl}(x, y) = \delta_{nk} \delta_{ml}, \quad (2)$$

donde $\delta_{nk} \delta_{ml}$ son los símbolos de Kronecker. Por lo tanto, la función $\tilde{h}_n^{(a,b)}(x; N)$ es ortogonal en el dominio discreto,

$$\sum_{x=1}^N \tilde{h}_n^{(a,b)}(x; N) \tilde{h}_k^{(a,b)}(x; N) = \delta_{nk}. \quad (3)$$

En la teoría de los polinomios ortogonales, los n -ésimos polinomios de Hahn son definidos usando la función hipergeométrica como,

$$h_n^{(a,b)}(x; N) = \frac{(-1)^n (b+1)_n (N-n)_n}{n!} \times {}_3F_2(-n, -x, n+1+a+b, b+1, 1, 1-N; 1) \quad (4)$$

donde $(u)_k$ es el símbolo de Pochhammer definido como,

$$(u)_k = u(u+1) \cdots (u+k-1) = \frac{\Gamma(u+k)}{\Gamma(u)} \quad (5)$$

y ${}_3F_2(\cdot)$ es la función hipergeométrica generalizada dada por

$${}_3F_2(a_1, a_2, a_3; b_1, b_2; x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(a_1)_k (a_2)_k (a_3)_k}{(b_1)_k (b_2)_k} \frac{x^k}{k!}. \quad (6)$$

Los polinomios $h_n^{(a,b)}$ satisface la relación de ortogonal de la forma,

$$\sum_{x=0}^N h_n^{(a,b)}(x; N) h_m^{(a,b)}(x; N) w(x) = d_n^2 \delta_{nm}, \quad (7)$$

donde δ_{nm} es el símbolo de Kronecker, $w(x)$ es la función de peso y d_n^2 denota la norma de los polinomios definidas como



$$w(x) = \frac{\Gamma(N+a-x)\Gamma(b+1+x)}{\Gamma(N-x)\Gamma(x+1)}, \quad (8)$$

$$d_n^2 = \frac{\Gamma(a+n+1)\Gamma(b+n+1)(a+b+n+1)_N}{(a+b+2n+1)n!(N-n-1)!}. \quad (9)$$

Los polinomios ortogonales normalizados se pueden obtenerse mediante el factor de peso y la norma dada por

$$\tilde{h}_n^{(a,b)}(x; N) = h_n^{(a,b)}(x; N) \sqrt{\frac{w(x)}{d_n^2}}. \quad (10)$$

En el sistema de coordenadas cartesianas, una función imagen $f(x, y)$ puede ser descompuesta en la superposición de momentos ortogonales mediante la siguiente expresión,

$$f(x, y) = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} \tilde{h}_n^{(a,b)}(x; N) \tilde{h}_m^{(a,n)}(y; N) A_{nm}, \quad (11)$$

donde A_{nm} , son los coeficientes de la descomposición y llamados momentos de Hahn, estos se pueden calcular de la siguiente manera,

$$H_{nm} = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} \tilde{h}_n^{(a,b)}(x; N) \tilde{h}_m^{(a,n)}(y; N) f(x, y). \quad (12)$$

Los momentos tiene la propiedad de obtener las características de una imagen. En general, los momentos de bajo orden representa la forma del objeto, mientras que los momentos de alto orden representan los detalles del objeto [4].

3. ESTIMACIÓN DEL PESO DE UNA PERSONA

Con el fin de estudiar la viabilidad de la estimación del peso, se propone un enfoque holístico, el cual opera directamente en una imagen digital, sin asumir ningún modelo en específico. Dicho de otro modo, todas las características antropométricas se analizan en conjunto y no a través de las partes que las componen. La idea está basada en expandir una imagen digital que contenga la silueta de la persona en los polinomios de Hahn, los coeficientes de dichos polinomios nos brindan información global de las medidas antropométricas de la persona. Suponemos que cada descriptor o combinación de descriptores pueden estimar el peso de la persona. Tomando en cuenta que los descriptores son linealmente independiente, se puede crear un modelo basado en una ecuación lineal con múltiples variables, que está dada por

$$y_p = \alpha_1 H_1^p + \alpha_2 H_2^p + \dots + \alpha_l H_l^p + \varepsilon_p \quad \forall p = 1, \dots, P, \quad (13)$$

donde y_p es el peso de la persona p , H_l^p son los momentos de la imagen, α_l son los coeficientes obtenidos mediante una regresión lineal múltiple y ε_p es el error del ajuste. A continuación, se presentará el resultado de nuestro análisis experimental.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Con el fin de estimar el peso de una persona de forma automática creamos un sistema que utiliza el sensor Kinect que nos proporciona información del volumen del sujeto de muestra. Se tomaron 10 imágenes con diferentes vestimentas de una persona para entrenar el algoritmo y cinco para validarlo, como se muestran en la Fig. 1.

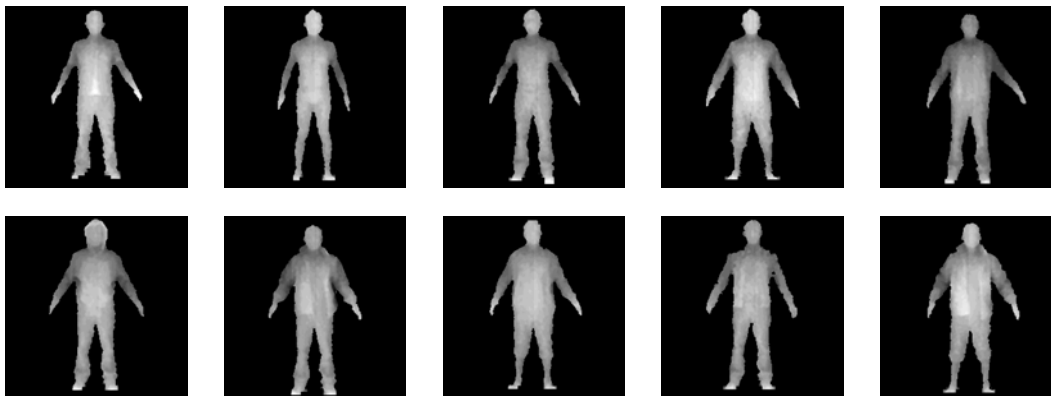


Figura 1. Imágenes de entrenamiento.

Los coeficientes α_i de la Ec. 13 son obtenidos mediante una regresión lineal múltiple de los momentos de Hahn de las imágenes de entrenamiento con respecto al peso de la persona. El peso del sujeto de muestra está dado por,

$$\begin{aligned} \text{Peso} = & 0.0038H_{0,0} - 0.0015H_{0,1} + 0.0055H_{0,2} + 0.0039H_{0,5} + 0.0011H_{0,6} \\ & + 0.0042H_{0,9} + 0.0115H_{0,12} + 0.0057H_{0,17} + 0.0038H_{1,1} - 0.0007H_{6,0} \\ & - 0.0134H_{6,1} - 0.0010H_{10,0} - 0.0022H_{12,6} + 0.0040H_{20,0}. \end{aligned} \quad (14)$$

Como se pueden observar en la Ec. 14., predominan los momentos de orden cero, los cuales están relacionados con la información global de la imagen. Por otra parte, los momentos que no aportan información para el cálculo del peso son cancelados en el ajuste. La efectividad del algoritmo es determinada por el error porcentual de peso de la persona con distintas vestimentas. En la Fig. 2 se muestran los errores obtenidos de 5 vestimentas diferentes.

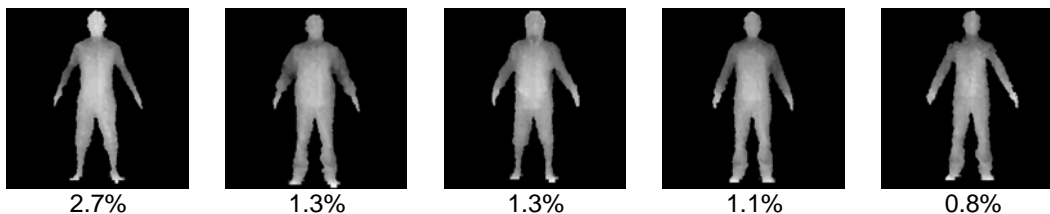


Figura 2. Imágenes de prueba y su error porcentual de la estimación.

El error promedio obtenido de las imágenes de prueba es del 1.44%. Aunque es un error relativamente bajo en comparación con otras propuestas [2], se pueden mejorar los resultados utilizando muestras que no lleven puesto, ni chamarras o suéteres.



5. CONCLUSIONES

Se presenta un método para estimar el peso del cuerpo humano que explota las características globales antropométricas, conocidas por estar relacionados con la apariencia humana y se correlaciona con el peso. Un análisis de regresión múltiple confirmó la idoneidad de estas características para estimar el peso, cuando se combinan linealmente. El modelo se probó para una persona con distintas vestimentas. El análisis experimental muestra que los momentos de Hahn, son invariantes a la vestimenta para un solo individuo.

Creemos que el método propuesto servirá como base para nuevos enfoques y los resultados presentados pueden contribuir a nuevos estudios en muchos sectores de investigación; desde el análisis criminalista en sistemas de video vigilancia hasta la biometría para la investigación médica.

BIBLIOGRAFÍA

1. K. Krishan, "Establishing correlation of footprints with body weight-forensic aspects," *Forensic Science International*, Vol. 179,1, 2008, pp. 63 – 69.
2. C. Velardo and J. L. Dugelay, "Weight estimation from visual body appearance," in *BTAS 2010*, Washington, 2010, pp. 1–6.
3. H. Zhu, H. Shu, J. Zhou, L. Luo, and J. L. Coatrieux, "Image analysis by discrete orthogonal dual Hahn moments," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 28,13, 2007, pp. 1688-1704.
4. A. Padilla-Vivanco, G. Urcid-Serrano, F. Granados-Agustín, and A. Cornejo-Rodríguez, "Comparative analysis of pattern reconstruction using orthogonal moments. *Optical Engineering*," Vol. 46,1, 2007, pp. 017002-017002.