

Desarrollo de un programa para antropometría por medio de fotogrametría

Sonia Carolina Pérez Gallegos¹, Gabriel Ibarra Mejía¹, Gildardo Rivas Valles¹, Oscar Ruíz Chávez¹,
Natividad Nieto Saldaña¹, Ana Luz Portillo Hernandez¹, Ismael Canales Valdiviezo¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

Un estudio antropométrico requiere la toma de dimensiones corporales a muestras grandes de la población. El uso de "Técnicas Antropométricas Estandarizadas", requieren de la inversión de tiempo excesivo, mientras que el uso de técnicas computarizadas requiere de una inversión económica considerable. El presente proyecto de investigación consiste en desarrollar una técnica de mediciones antropométricas, por medio de imágenes, para ser analizadas con un software que utilice la fotogrametría, con la meta de disminuir el tiempo de toma de mediciones y el costo asociado por equipo. La presente investigación se desarrolla en tres fases. En la Fase I se desarrolla el software y la técnica de fotogrametría, para realizar mediciones antropométricas previamente seleccionadas, así como la validación y verificación del software, por medio de pruebas estadísticas. Una vez desarrollado el software, durante la Fase II se selecciona una muestra poblacional para llevar a cabo el estudio antropométrico utilizando la "Técnica Antropométrica Estandarizada" de Hertzberg H.T.E., y la técnica fotogramétrica propuesta, con el fin de obtener datos y comparar el tiempo que se lleva a realizar la medición en cada método y las posibles diferencias en las medidas obtenidas, en la Fase III, las medidas antropométricas realizadas con el software por medio de fotogrametría, se comparan con mediciones tomadas con métodos tradicionales, para poner a prueba la hipótesis. Como resultado se obtiene una reducción en cuanto a tiempo de un 53%, y en el costo es de un 97%, siendo la técnica fotogramétrica en la cual se obtiene menor tiempo y menor costo para la obtención de medidas antropométricas.

Palabras Clave: Antropometría, fotogrametría, software, marcadores reflectantes.

Introducción

En la actualidad el empleo de la antropometría se ha convertido en una función importante en el diseño debido a su aplicación dentro de los ámbitos industriales, tales como: el diseño industrial, la industria del vestido, la biomecánica, la ergonomía, la arquitectura, etc. (Norton, 1996). Sin embargo, para la toma de medidas antropométricas aún se utilizan

métodos tradicionales, los cuales suelen tener un procedimiento prolongado debido al requerimiento de obtener un gran número de mediciones a muestras grandes de la población. Tomando en cuenta además el que pudiera no existir un nivel alto de confiabilidad en las medidas antropométricas, debido a la variación producida por el factor humano y los

instrumentos utilizados. Por lo tanto, el uso de técnicas de medición tradicionales se convierte en un procedimiento que requiere de una gran inversión en cuanto a tiempo y con un posible efecto en el nivel de confiabilidad. La obtención de medidas de las diferentes dimensiones corporales físicas del cuerpo humano es parte importante para las empresas, ya que proporcionan el desarrollo de nuevos productos, adaptándolos a la anatomía de los usuarios, lo que permite una mayor comodidad, menor riesgo de accidentes y enfermedades profesionales (Couto, 1995).

La fotogrametría es una disciplina en continua evolución tecnológica y en constante adaptación a las necesidades del mercado. La fotogrametría ha supuesto avances sustantivos en calidad y eficiencia. A su vez, la fotogrametría digital potencia las herramientas matemáticas de la fotogrametría y del procesado digital de imágenes y permite que la técnica fotogramétrica sea más competitiva y abierta a la generación de todo tipo de productos, tanto en dos como en tres dimensiones. El ámbito de aplicación de la fotogrametría, deja de estar limitado al mundo de la cartografía y se amplía a otros campos y disciplinas, tales como la arquitectura, la arqueología, la conservación del patrimonio histórico-artístico, la conservación medioambiental, la preservación y gestión de los recursos naturales, la medición y el control industrial, etc. (Lesmes, 2007). La restauración o rehabilitación de edificios (Zapata, 2006) y como en el presente proyecto, la antropometría.

En el presente proyecto de investigación se pretende desarrollar un sistema asistido por computadora para obtener medidas de diversas dimensiones antropométricas utilizando la fotogrametría con la finalidad de disminuir el tiempo requerido en obtener datos de muestras poblacionales grandes y a un bajo costo. Durante el proyecto se desarrollará un software que permita el análisis de fotogramas digitales para la obtención confiable de diferentes dimensiones antropométricas en dos planos dimensionales en un tiempo menor al que llevaría utilizando un antropómetro rígido, en cuando al menos una muestra pequeña de la población con la posibilidad de ampliar a una muestra poblacional mayor.

La técnica a desarrollar, se basa en un sistema asistido por computadora para la obtención de la medida de las diferentes dimensiones antropométricas utilizando el enfoque de la fotogrametría, desarrollando un software que analice estas dimensiones en forma automática, de alta confiabilidad y rapidez.

Planteamiento del problema

Los métodos existentes para las mediciones antropométricas actuales son costosos, y el procedimiento clásico requiere de la inversión de tiempo excesivo, además que es necesario obtener medidas a una muestra grande de la población para obtener datos confiables. Por tal motivo se requiere del uso de metodologías para la recolección de datos antropométricos, los cuales se obtengan en un corto tiempo a un costo accesible, para la obtención de datos

representativos de una población con alta diversidad étnica y cultural.

Debido a que en Ciudad Juárez existe una muy variada población, tanto nacional como extranjera, es difícil manejar medidas antropométricas estándares. Por lo cual se pretende estudiar, bases de datos antropométricos publicados para la población mexicana. Por tal motivo se requiere de un software que utilice fotogrametría para analizar medidas antropométricas, a un costo accesible y la rapidez para la obtención de datos representativos de una población con alta diversidad étnica y cultural.

Objetivo general

Desarrollar una técnica para obtener medidas antropométricas, a través de imágenes, desarrollando un software para análisis por medio de fotogrametría.

Objetivos particulares

- Desarrollo del software de procesamiento de imágenes por medio de fotogrametría.
- Desarrollar la técnica de fotogrametría.
- Validar la técnica desarrollada utilizando métodos estadísticos.
- Comparar las dimensiones obtenidas con la técnica desarrollada contra las dimensiones obtenida con la técnica tradicional.
- Comparar el tiempo de medición de la técnica desarrollada con el tiempo de medición de la técnica tradicional.

Hipótesis

La técnica propuesta se realiza con la finalidad de reducir el tiempo de mediciones antropométricas.

En una población de 30 sujetos de estudio, se realizan mediciones antropométricas con antropómetro rígido, utilizando la "Técnica Antropométrica Estandarizada" de Hertzberg H.T.E y mediciones antropométricas con el software que utiliza fotogrametría, utilizando el método propuesto. Obteniendo las mediciones con ambos métodos, se toma el tiempo que lleva tomar las mediciones antropométricas. En este caso la Hipótesis nula y la Alterna son las siguientes:

H_0 : Las dimensiones obtenidas con la técnica desarrollada no son diferentes a las dimensiones obtenidas con la técnica tradicional

H_1 : Las dimensiones obtenidas con la técnica desarrollada son diferentes a las dimensiones obtenidas con la técnica tradicional:

$$H_0: D1 = D2$$

$$H_1: D1 \neq D2$$

H_0 : La toma de medidas antropométricas utilizando la técnica fotogramétrica son igual en tiempo a las medidas antropométricas realizadas con antropómetro rígido.

H_1 : Las medidas antropométricas tomadas con método fotogramétrico son menor en tiempo a las medidas antropométricas realizadas con antropómetro rígido.

$$H_0 : T1 = T2$$

$$H_1 : T1 > T2$$

Justificación

Las técnicas antropométricas que se realizan con instrumentos de medición, necesitan de tiempo excesivo para la de obtención de información y son poco confiables, debido a que se toman varias medidas a un gran número de personas. Un estudio antropométrico tiene un costo aproximado de 162 mil pesos (sin incluir equipo, valor aprox. 20 mil pesos) para 1200 personas. En los últimos años se han desarrollado técnicas antropométricas por medio de escáner, con las cuales se obtienen medias confiables, sin embargo el equipo que se utiliza es poco accesible debido al costo (costo aproximado de 30,000-80,000 dólares) y para realizar las mediciones con escáner se requiere de un espacio bastante amplio para poder colocar el equipo. Debido a lo anterior, se consideró desarrollar una técnica para la toma de medidas antropométricas por medio imágenes, para ser analizadas con un software que utilice fotogrametría, que reduzca el tiempo de la toma de medidas, de bajo costo y con la que se obtengan datos confiables en la toma de medidas antropométricas.

Durante incontables generaciones los hombres se han dedicado a observar y medir las características físicas del cuerpo humano.

La antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, para alcanzar a conocer estas dimensiones del cuerpo, se recurre a la estadística, determinando aquellos valores que son considerados como promedio en el hombre. Tomando en cuenta lo anterior, no todas las personas se ajustarán sus parámetros, a los tomados como modelo, apareciendo medidas que sobrepasan o quedan por debajo de los valores promedio determinados con anterioridad, estos valores que no corresponden con los valores promedio no deben ser tenidos en cuenta. Desde el punto de vista ergonómico es necesario determinar patrones que afecten al mayor número posible de personas, carecería de sentido tomar como normal una medida que se supone englobaría al 60% de la población, en este sentido estaríamos considerando normales al 60% y anormales al resto. Desde el punto de vista del diseño ergonómico carecería este razonamiento de fundamento.

La fotografía consiste en una vista frontal de la cara, similar a una foto de pasaporte, sin rotación de la cabeza y una expresión facial natural. Una regla métrica utilizada para la calibración se coloca al lado de la imagen. Esta técnica de antropometría por medio de fotografías, no tienen ninguna escala o rejilla incluida y permite el análisis sin escala usando el iris como referencia. Esto hace que sea posible llevar a cabo mediciones de tamaño natural en una vista frontal de una fotografía. Para las estructuras faciales fuera del plano coronal del iris se calculó la corrección de factor lineal necesario para compensar las diferentes distancias de la cámara. Este método

permite evaluar de forma retrospectiva preoperatoria y postoperatoria la anatomía en una amplia variedad de materiales

fotográficos preexistentes. (Juliette P. Driessena, 2011).

Marco Teórico

Durante incontables generaciones los hombres se han dedicado a observar y medir las características físicas del cuerpo humano. La antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, para alcanzar a conocer estas dimensiones del cuerpo, se recurre a la estadística, determinando aquellos valores que son considerados como promedio en el hombre. Tomando en cuenta lo anterior, no todas las personas se ajustarán sus parámetros, a los tomados como modelo, apareciendo medidas que sobrepasan o quedan por debajo de los valores promedio

determinados con anterioridad, estos valores que no corresponden con los valores promedio no deben ser tenidos en cuenta. Desde el punto de vista ergonómico es necesario determinar patrones que afecten al mayor número posible de personas, carecería de sentido tomar como normal una medida que se supone englobaría al 60% de la población, en este sentido estaríamos considerando normales al 60 % y anormales al resto. Desde el punto de vista del diseño ergonómico carecería este razonamiento de fundamento.

Metodología

En la actualidad para realizar mediciones antropométricas se utilizan técnicas estandarizadas; entre las cuales se encuentran las técnicas de Hertzberg H.T.E, y de la I.S.A.K. (International Society for the advancement of the Kinanthropometry, por sus siglas en inglés), que es la Sociedad Internacional para el desarrollo de la Cineantropometría. Para llevar a cabo un estudio de dimensiones corporales se necesitan muestras grandes de la población, además de la inversión excesiva en tiempo. Por tal motivo se decide la obtención de medidas antropométricas, así como su validación y su comparación de tiempo con técnicas tradicionales. Se desarrolló un

método donde se combina la técnica fotogramétrica agregando un software. Para poder llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se divide en tres fases:

- Fase I: Desarrollo del software y la técnica de mediciones antropométricas, para ser analizadas por medio de fotogrametría.
- Fase II: Se toman mediciones antropométricas con la “Técnica Antropométrica Estandarizada” de Hertzberg H.T.E, también se obtienen mediciones con la técnicas desarrollada, se utiliza el software para el procesamiento de imágenes y poder

realizar las mediciones antropométricas, se toman tiempos de ambos métodos, para la obtención de resultados.

- Fase III: Se comparan con mediciones tomadas con métodos tradicionales, para poner a prueba la hipótesis.

En la Fase I el programa comienza haciendo un barrido, pixel por pixel sobre la imagen, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo con el fin de detectar cualquier pixel que cambie de color, para así continuar detectando los pixeles a su alrededor, es decir los pixeles próximos que continúen teniendo el mismo color del pixel detectado, para así obtener las coordenadas necesarias para encontrar el centro de el objeto de diferente color. Obteniendo el centro del primer objeto que es el marcador, se procede a detectar todos los marcadores que se encuentran en la imagen, realizando el proceso antes mencionado con el fin de detectar el centro de todos los objetos que se encuentran en la imagen para así, poder continuar con la medición de la distancia del centro de un objeto al centro del siguiente objeto. Como el barrido de pixeles se realiza de izquierda a derecha y de arriba a abajo, los objetos se detectan en la misma dirección, es decir se detecta primero el objeto que se encuentre más arriba y más a la izquierda de la imagen. El programa continúa haciendo la medición del centro de un objeto al centro del siguiente objeto, arrojando así la medición en pixeles de la

distancia entre los puntos, se obtiene la conversión de pixeles a milímetros ya que las medidas antropométricas son tomadas en milímetros.

Para la fase II, se realizan medidas antropométricas con la técnica de Hertzberg y con la técnica fotogramétrica, para obtener las medidas antropométricas, se le informó a los sujetos de estudio un día antes de su medición, con el fin de que acudieran a la hora y lugar citado.

Las mediciones antropométricas se realizaron en el Laboratorio de Ergonomía de la UACJ, se prepararon con anterioridad los instrumentos de medición; antropómetro, vernier del equipo antropométrico, carta de consentimiento informado, cedula antropométrica, lápiz para anotar las dimensiones, *webcam*, marcadores reflectantes, tela negra, traje de licra negro, así como el espacio para realizar la toma de medidas.

Equipos e Instrumentos

Los equipos que se mencionan a continuación se utilizaron para realizar mediciones antropométricas. Antropómetro, vernier del equipo antropométrico, cedula antropométrica, carta de consentimiento Informado, Webcam Perfect Choice PC-320425, traje negro de licra, la tela negra de popelina 3x3, marcadores reflectantes y software MATLAB.

Resultados

Para obtener las medidas con las técnicas se informó a los sujetos de estudio un día antes

de su medición, con el fin de que acudieran el día y la hora citados para obtener sus

medidas antropométricas. Se hicieron las medidas antropométricas con ambos métodos con el fin de obtener datos y tiempos para hacer el análisis estadístico. Se

realizó una prueba T pareada de 2 muestras para comparar los instrumentos de medición, se obtuvieron los datos que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Comparación de instrumentos de medición

Comparacion de instrumentos de medición

Variable	Medición Técnica Hertbergz	Medición Técnica fotogramétrica	Medición Técnica Hertbergz	Medición Técnica fotogramétrica	Medición Técnica Hertbergz	Medición Técnica fotogramétrica
	Media		Desviación Estándar		P	
Estatura Total	1746.9	1755.47	50.82	50.9	0.00	
Anchura máxima cuerpo	451.57	454.2	17.63	19.11	0.118	
Altura ojos	1635.73	1645.8	48	52.89	0.013	
Altura hombro	1453.8	1453.5	46.7	45.13	0.855	
Altura codo flexionado	1105.67	1107.53	40.38	42.18	0.263	
Codo punta del dedo	482.9	462.2	22.4	87.2	0.171	

Se procede a realizar una prueba T de 2 muestras con los datos que se muestran en la Tabla 4, para obtener la diferencia entre las medidas de los tiempos que lleva realizar mediciones antropométricas con ambas técnicas. En la Figura 1, se observa para las mediciones con técnica tradicional una mediana de 1.98, mostrando 2 valores atípicos grandes, Los bigotes superior se extiende hasta 2.2 y el bigotes inferior llega a 1.79, los datos se acercan más al tercer

cuartil por lo tanto se puede decir que los datos presentan una asimetría hacia la izquierda. Para la técnica fotogramétrica se muestra una mediana de 1.22, acercándose más hacia el primer cuartil, el bigotes inferior llega a 1.69 y el bigotes inferior es llega a 0.90. Mostrando esto, que la técnica tradicional con fotogrametría es menor en tiempo de mediciones comparada a la técnica tradicional.

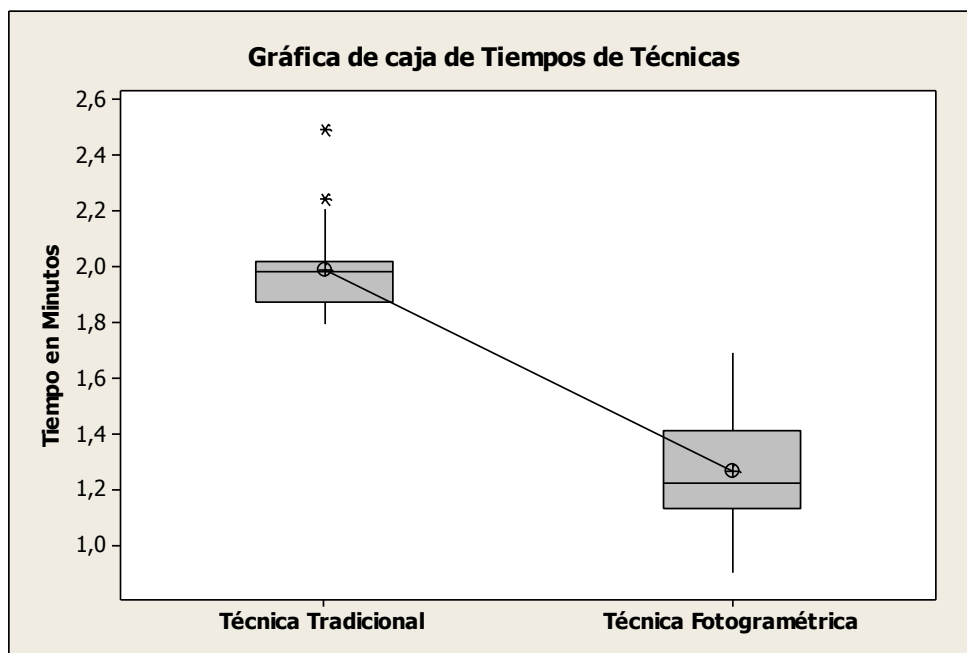


Figura 1. Cajas de tiempos

El tamaño de las muestras siendo $N=30$, la media de muestras para el M. Tradicional es de 7.41, con una desviación estándar de 1.21. La media para el M. Fotogramétrico es de 3,624, las desviaciones estándar 0.701. El intervalo de confianza de 95% es de (-4,300;

-3,272) en el cual no está incluido el cero por lo tanto se puede deducir que existe diferencia entre ambos métodos. La estadística de prueba es de $-14,8$, con un valor de $p = 0.000$ y 46 grados de libertad.

Conclusiones

En la Fase III, con el fin de obtener el tiempo que se tardaba en obtener mediciones antropométricas, se tomaron medidas a 30 sujetos de estudios de sexo masculino, para lo cual se utilizó la "Técnica Antropométrica Estandarizada" y la técnica fotogramétrica propuesta. Se obtuvo una disminución del 53% en cuanto a tiempo, siendo el método fotogramétrico el que necesita menor tiempo para realizar las mediciones antropométricas. Dado que al realizar las pruebas estadísticas se obtuvo un valor de $p = 0.001$ se puede concluir que existe

suficiente evidencia para rechazar la H_0 , la cual es:

- H_0 : Las medias antropométricas tomadas con técnica fotogramétrica son iguales en tiempo a las medidas antropométricas realizadas con antropómetro rígido.

Entonces podemos concluir que existe suficiente evidencia para decir que las mediciones antropométricas tomadas con método fotogramétrico son menor en tiempo a las mediciones antropométricas realizadas

con antropómetro rígido. Se estimó una disminución del 97% en cuanto al costo, de instrumentos de medición y del estudio antropométrico, siendo el método fotogramétrico el que necesita menor inversión económica para la obtención de medidas antropométricas.

Cabe señalar que para complementar las medidas mediante esta técnica, es necesario un marco de referencia, el cual es la conversión de píxeles a milímetros, ya que una fotografía por sí sola no permite obtener información.

Referencias

Couto, H. d. (1995). Ergonomía Aplicada al Trabajo.

Iida, I. (2005). Ergonomía procesos y Producción.

Iida, I., & Wierzbicki, H. A. (1973). Ergonomía Notas de Aulas.

Juliette P. Driessena, H. V. (2011). New insights into facial anthropometry in digital photographs using iris.

Lesmes, J. D. (2007). Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano.

Norton, K. (1996). Anthropometric: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses C.

Zapata, C. P. (2006). Aplicaciones de la fotogrametría convergente en la restauración y rehabilitación de edificios.