



ERGO KINECT VISION

Gabriela Guadalupe Reyes Zárate^a, Ana Lilia Reyes Herrera^a, Ximena Leticia Jiménez Bermúdez^a, Rafael Ignacio Cabral Perdomo^a, Hugo Gustavo González Hernández^a, José Eduardo Villanueva Zacarías^a, Guillermo Arturo Hernández Tapia, Víctor Rodrigo Mercado García

^a Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Puebla., reyes.gabriela@itesm.mx, alreyes@itesm.mx, A00811595@itesm.mx icabral@itesm.mx, hgonz@itesm.mx, A01320891@itesm.mx, A01321776@itesm.mx, vrmercado@itesm.mx

RESUMEN

Ergo Kinect Visión es un sistema para las áreas de antropometría y ergonomía que tiene el objetivo de evaluar estaciones de trabajo en tiempo real. Si las dimensiones del lugar son las adecuadas en relación a las medidas de las personas, entonces el trabajador realizará sus tareas con las posturas corporales que mejoren su rendimiento de forma segura.

Ergo Kinect Vision realiza las mediciones antropométricas de las personas y mide los ángulos de inclinación de las partes del cuerpo relacionadas con el trabajo para identificar las posturas. Adicionalmente a través de una encuesta se identifica si el trabajador utiliza su fuerza para levantar objetos de algún peso así como la frecuencia de movimientos.

Este sistema contiene dos módulos diferentes. En el primero se encuentran las funciones encargadas de desplegar la información obtenida por el sensor de forma visual, es decir, mediante una imagen. Este módulo obtiene cuatro diferentes datos: Imágenes a color, Mapa de profundidad, Imagen infrarroja y Visualización gráfica de la representación del esqueleto.

El segundo módulo se encarga de obtener los ángulos existentes entre los puntos a partir de las coordenadas de los mismos. El sensor permite reconocer los elementos en la imagen con características de la forma humana y se identifica cada punto en el espacio frente al sensor. A partir de las coordenadas obtenidas es posible utilizar trigonometría para obtener los ángulos formados entre cada punto.

El área de visión computarizada realiza el procesamiento de imagen por medio de aplicación de filtros, transformaciones y conversiones de imágenes para obtener las medidas antropométricas de las personas.

Con el resultado obtenido se pueden diseñar nuevas estaciones de trabajo con los datos antropométricos o se pueden modificar las ya existentes que después de la evaluación ergonómica de las posturas de los trabajadores.

1. INTRODUCCIÓN

Ergo Kinect Vision surge de la necesidad de realizar medidas antropométricas de manera más precisa y en el menor tiempo posible utilizando la tecnología de visión computarizada, también fue diseñado para realizar la evaluación de estaciones de trabajo en tiempo real por medio de sensores Kinect y utilizando el método REBA (Rapid Entire Body Assessment).

2. TEORÍA

Ergonomía

La ergonomía se encarga del estudio de la interacción entre los seres humanos y otros elementos de los sistemas. El género, las medidas antropométricas, la edad, el estado de salud, la



experiencia y la capacitación son solo algunos factores que se deben tomar en cuenta en el diseño de estaciones para garantizar trabajo saludable. La aplicación de la ergonomía es una de las mejores maneras de evitar problemas de salud ocupacional.¹

Antropometría

El término antropometría proviene del griego anthropos (hombre) y metrikos (medida) y se refiere al estudio cuantitativo de las características físicas del hombre. El conocimiento de las dimensiones estáticas es básico para el diseño de los puestos de trabajo y permite establecer las distancias necesarias entre el cuerpo y lo que lo rodea.²

Importancia del diseño de estaciones de trabajo

El dolor es la forma de advertencia que tiene el cuerpo para decirnos que estamos haciendo un esfuerzo incorrecto.

Los problemas ergonómicos en el lugar de trabajo pueden ser resumidos como posturas incómodas, la realización de fuerzas excesivas y una extremada frecuencia en los movimientos, estos son los principales factores de riesgo en el desarrollo de trastornos músculo-esquelético relacionados con el trabajo (WMSD). Los mismos factores de riesgo que contribuyen a los WMSD también constituyen las barreras para el desempeño industrial.³

Evaluación de la estación de trabajo.

El Método REBA (Rapid Entire Body Assessment) permite analizar las posiciones adoptadas por posturas del tronco, cuello y miembros inferiores o superiores. Además define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza utilizada, el tipo de agarre o el tipo de actividad. En función de la puntuación REBA se consideran cinco posibles niveles de riesgo y estos conllevan un determinado nivel de acción que indica la urgencia de la intervención ergonómica.

Sensor Kinect

El Ergo Kinet Vision utiliza el sensor de movimientos Kinect para capturar las posiciones que va teniendo el cuerpo humano de la persona que está trabajando. Con la idea de obtener y procesarla de una manera más rápida y sencilla. Para esto, el SDK de Kinect nos permite conocer las coordenadas de cada movimiento representadas en un plano 3D, esto es (X, Y, Z), ver fig. 1.

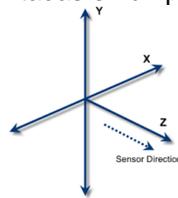


Fig. 1. Representación del sistema de coordenadas usado por el sensor Kinect

¹ (EN 614-1:2006+A1:2009 Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles., 2015)

² (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo., 2015)

³ (Ergonomía Industrial Práctica)



El SDK permite reconocer los elementos en la imagen con características de la forma humana. Una vez reconocidas las parte del cuerpo de una persona, el SDK identifica cada punto en el espacio frente al sensor. El SDK nos permite obtener diferentes vistas a partir de la cámara a color y los sensores infrarrojos, obteniendo la información relacionada al reconocimiento del esqueleto. Dicho esqueleto se descompone en puntos llamados “Joints” representados por puntos verdes dentro de la estructura del mismo esqueleto en color rojo, ver fig.2; que regularmente representan las articulaciones de una persona; puntos que nos interesa capturar porque a partir de ellos podemos ver los movimiento que realiza la persona y obtener los ángulos de cada uno de ellos; para analizar.

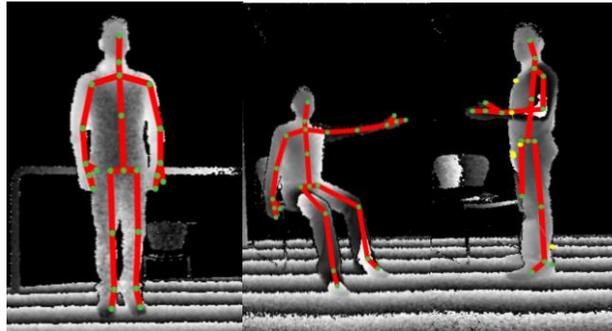


Fig. 2. El Sensor Kinect nos da una representación del cuerpo humano en forma de esqueleto y sus articulaciones son los puntos llamados “Joint” representados en color verde.

Dentro del módulo de vistas se encuentran las funciones encargadas de desplegar la información obtenida por el sensor de forma visual, es decir, mediante una imagen. Kinect nos permite obtener diferentes vistas dependiendo del tipo de “frame” que nos interese:

1. Imágenes a color: en este caso hacemos uso de la cámara RGB que incluye el sensor para obtener una imagen a color de lo que se encuentre frente al sensor.
2. Mapa de profundidad: hace uso de los sensores infrarrojos para obtener un mapa tridimensional del entorno frente al sensor, es decir, a partir de las diferentes distancias de cada punto emitido por el proyector IR es posible obtener una vista de profundidad.
3. Imagen infrarroja: hace uso de los sensores infrarrojos para obtener en una imagen el patrón de puntos o haces de luz emitidos por el proyector IR.
4. Visualización gráfica de la representación del esqueleto: el SDK de Kinect permite reconocer 25 puntos o “Joints” para realizar una representación del esqueleto humano. A partir de la obtención de coordenadas de cada “Joint” es posible generar puntos 2D que nos permiten visualizar en una imagen la posición de los mismos.

Módulo de cálculo de ángulos

Este módulo se encarga de obtener los ángulos existentes entre los puntos a partir de las coordenadas de los mismos. El SDK de Kinect nos da las coordenadas (X, Y, Z) de los vectores formados entre dos puntos “Joints” representadas en un plano 3D. Sabemos que un vector tiene un punto inicial y un punto final, magnitud y dirección. La magnitud es un valor no negativo. En este caso para la obtención de un ángulo entre dos puntos de articulación, sean los vectores a y b; utilizamos el producto punto de dos vectores:

Si $a = (a_1 + a_2 + a_3)$ y $b = (b_1 + b_2 + b_3)$, entonces el producto punto entre dos vectores está dado por:

$$a * b = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$$



El resultado obtenido no es un vector, es un número escalar.

Ya que el producto entre vectores puede tomarse como una representación geométrica en términos de un ángulo α entre los vectores a y b ; tenemos $a * b = |a||b| \cos \theta$; donde θ es el ángulo formado entre los vectores a y b ; ver fig. 3

$$\cos \theta = \frac{a * b}{|a||b|}$$

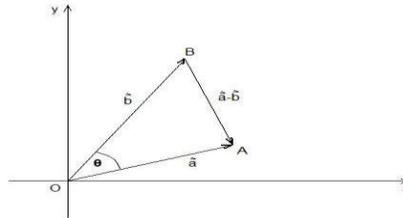


Fig. 3. Obtención del ángulo θ por medio del producto punto de los vectores a y b .

Por lo tanto, cada flexión que realice la persona lo capturamos con dos vectores a y b ; realizamos el cálculo del ángulo formado por los dos vectores y el resultado de cada ángulo lo almacenamos en una base de datos, para su posterior uso. Lo importante del uso del sensor de Kinect, es que la obtención de ángulos se realiza en forma simultánea cada vez que la persona se mueve de posición y nos da un resultado en tiempo real.

3. PARTE EXPERIMENTAL

ErgoKinectVision, a través del SDK de Kinect, obtiene las coordenadas de cada punto (Joint) a través de la infrarroja generada por el sensor. De esta manera es posible construir una representación gráfica, a través de puntos y líneas, del esqueleto de una persona. El software permite obtener diferentes vistas del entorno, esto nos permite observar cómo es que el sensor Kinect interpreta el entorno frente a él, además de permitirnos conocer su comportamiento en ambientes industriales. Ver fig. 4

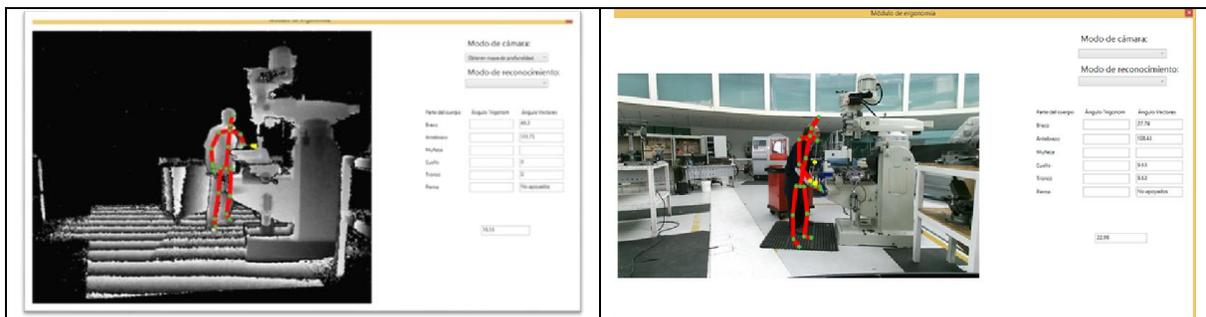


Fig. 4. Representación del esqueleto de la persona y vista a través de la cámara de color

Para esta prueba, se realizaron mediciones de los ángulos formados por diferentes extremidades de un operador, mientras este hacía uso de alguna máquina. Como se observa en la imagen



anterior, ErgoKinectVision despliega una serie de valores que representan los ángulos formados por ciertas partes del cuerpo que nos interesa estudiar. Una vez que se tienen las medidas de inclinaciones se aplica el método de evaluación.

Así mismo se hicieron mediciones de algunas medidas antropométricas como se puede ver en la siguiente figura

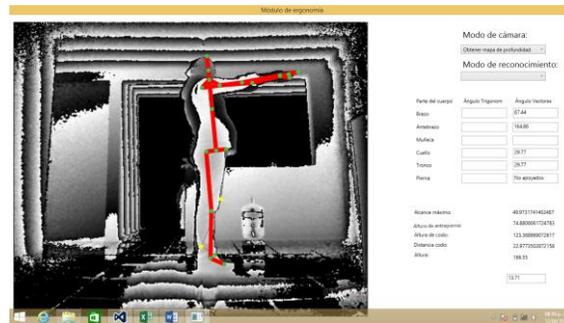


Fig. 5. Colocación de la persona para la toma de lecturas antropométricas

4. CONCLUSION

El desarrollo de este estudio presentado muestra que el software ErgoKinectVision y el sensor Kinect se puede utilizar en ambientes industriales. Estos dispositivos registran las posiciones del cuerpo en un muestreo que permitió observar el comportamiento del sensor en este tipo de ambientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. N 614-1:2006+A1:2009 Safety of machinery - Ergonomic design principles - Part 1: Terminology and general principles. (13 de Febrero de 2015). Obtenido de http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guidance-ergonomics_en.pdf
2. Ergonomía Industrial Práctica. (s.f.). Humantech.
3. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (13 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTE AntropometriaDP.pdf>
4. Niebel, B. W. (2009). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo.
5. Marsden, J.E.; Tromba, A.J. (2004). *Cálculo vectorial* (5ª edición). Pearson educación
6. Kinect for Windows SDK 2.0 (5 abril 2015) Obtenido de <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/>
7. Método REBA (10 abril 2015) obtenido de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba>