

**COMPUTACIÓN GESTUAL:  
Sistema de  
reconocimiento de  
posturas en la conducción  
de automóviles**

GESTURAL COMPUTING: Posture recognition system in driving cars

COMPUTAÇÃO GESTUAL: sistema de reconhecimento de postura na condução de carro

**Samir Castaño Rivera<sup>1</sup>  
Daniel Salas Alvarez<sup>2</sup>  
Pedro Guevara Salgado<sup>3, 4</sup>**

**RESUMEN**

Este trabajo de investigación aborda los aspectos relacionados con el diseño y pruebas de un sistema para el reconocimiento de posturas del cuerpo, basado en el algoritmo Skeletal Tracking, la técnica Distorsión de Tiempo Dinámico (DTW) y las funcionalidades que ofrece la tecnología KINECT; como estrategia

---

<sup>1</sup> Magister en Software Libre por la Universitat Oberta de Catalunya – Universidad Autónoma de Bucaramanga. Ingeniero de Sistemas por la Universidad de la Costa CUC. Docente del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Córdoba – Colombia. Investigador del Grupo SOCRATES, Universidad de Córdoba. E-mail: [samircastano@yahoo.com](mailto:samircastano@yahoo.com).

<sup>2</sup> Maestría en Informática por la Universidad Industrial de Santander (UIS). Ingeniero de Sistemas por la Universidad Autónoma de Colombia. Docente del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Córdoba – Colombia. Investigador y líder del Grupo SOCRATES, Universidad de Córdoba. E-mail: [dajosalas@gmail.com](mailto:dajosalas@gmail.com).

<sup>3</sup> Magister en Software Libre por la Universitat Oberta de Catalunya – Universidad Autónoma de Bucaramanga. Ingeniero de Sistemas por la Universidad Autónoma del Caribe. Docente del programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Córdoba – Colombia. Investigador del Grupo SOCRATES, Universidad de Córdoba. E-mail: [pedrogsguevara@hotmail.com](mailto:pedrogsguevara@hotmail.com).

<sup>4</sup> Endereço de contato dos autores (por correio): Grupo Sócrates. Av. Haya de la Torre, s/n. Pabellón - Argentina

en la prevención de accidentes automovilísticos, ocasionados por estados de sueño y distracción en los conductores. Es importante resaltar que para desarrollar este sistema, se analizaron las funcionalidades y limitaciones que tenían otros sistemas de similar propósito, creados para detectar conductores en condiciones de sueño, fatiga o cansancio.

**PALABRAS CLAVE:** Tecnología KINECT; Reconocimiento de Posturas; Skeletal Tracking; Accidentes Automovilísticos, Computación Gestual.

#### **RESUMO**

Este trabajo de investigación aborda los aspectos relacionados con el diseño y pruebas de un sistema para el reconocimiento de posturas del cuerpo, basado en el algoritmo Skeletal Tracking, la técnica Distorsión de Tiempo Dinámico (DTW) y las funcionalidades que ofrece la tecnología KINECT; como estrategia en la prevención de accidentes automovilísticos, ocasionados por estados de sueño y distracción en los conductores. Es importante resaltar que para desarrollar este sistema, se analizaron las funcionalidades y limitaciones que tenían otros sistemas de similar propósito, creados para detectar conductores en condiciones de sueño, fatiga o cansancio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnología KINECT; Reconocimiento de Posturas; Skeletal Tracking; Accidentes Automovilísticos, Computación Gestual.

#### **ABSTRACT**

In this research we address aspects related to the design and tests of a system for recognizing body postures based on the Skeletal Tracking algorithm, the technique Dynamic Time Warping (DTW) and functionalities which offers KINECT technology; as a strategy in the prevention of automobile accidents, Caused by states of sleep and distraction in drivers. It is important to emphasize that to develop this system, the functionalities and limitations of other similar systems were analyzed, created to detect drivers in sleep conditions, fatigue or tiredness.



ISSN nº 2447-4266

Vol. 4, n. 3, maio. 2018

DOI: <https://doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2018v4n3p180>

**KEYWORDS:** KINECT Technology; Recognition of postures; Skeletal Tracking; Car accidents, Gestural Computing.

Recebido em: 30.11.2017. Aceito em: 20.02.2018. Publicado em: 29.04.2018.

## Introducción

Los accidentes de tránsito pueden presentarse en un sinnúmero de circunstancias y por causas asociadas a diferentes factores. El primer factor es el humano, que incluye causas como conducir bajo los efectos del alcohol, realizar maniobras imprudentes, conducir con cansancio o sueño, distraerse mientras se conduce y conducir en exceso de velocidad. Luego se tiene el factor mecánico que presenta causas como: vehículos en condiciones no adecuadas y mantenimiento inapropiado o por falta del mismo. El siguiente factor, es el climático conformado por causas como la niebla, la humedad y derrumbes. Por último, el factor estructural de las vías formado por causas como errores de señalización vial y carreteras en mal estado. Estudios recientes de la (Fundación CEA y la Seguridad Vial, 2014) muestran que entre el 80 y el 90% de los accidentes se encuentra implicado el factor humano. De este porcentaje hay tres fallos humanos que reúnen el 60%: alcohol, velocidad y distracciones.

Un factor determinante en los accidentes de tránsito, y que hace parte del objeto de estudio en este trabajo, es el cansancio e hipersomnia de los conductores. Un conductor fatigado presenta pérdida de atención, poca capacidad de reacción, pestañeo y sueño mientras conduce. Pestañear o dormirse durante mientras se maneja un vehículo, representa el trecho final de la fatiga que inicialmente se manifiesta con alteraciones cognitivas (Lertzman, Wali, & Kryger, 1995). En este sentido, los accidentes que ocurren en estas circunstancias, presentan un mayor número de pérdidas materiales o humanas; debido a que los conductores no realizan ninguna maniobra para evitar la colisión. Entre los diferentes estudios realizados sobre el sueño en los conductores, se encuentra el realizado por el Dr. Nicholas Moore, del Centro

Médico-Universitario de Burdeos; en donde se indica que tener sueño mientras se conduce, es casi tan peligroso como conducir en estado de embriaguez y se convierte en un riesgo alto de sufrir un accidente (Moore, Blazejewski, Girodet, Orriols, & Capelli, 2012).

Debido a los altos índices de accidentalidad, causados por factores como el sueño y la distracción durante la conducción de automóviles; se tiene como objetivo proveer una alternativa para el control y seguimiento del conductor, utilizando los aportes de la computación gestual. Para lograr este propósito se desarrolló un sistema de seguimiento de posturas asociadas al cuerpo, basado en las articulaciones superiores del torso, como mecanismo no invasivo dentro de un vehículo.

Cabe destacar la importancia de la computación basada en gestos como una de las tendencias para la intercomunicación entre persona-maquina, en donde se presenta al cuerpo humano como medio de interacción con distintos dispositivos electrónicos. Cada vez más los video juegos incorporan la tecnología basada en gestos para reconocer e interpretar patrones, reconocer movimientos del cuerpo y expresiones faciales, evidencia de esto son: Xbox Kinect y Nintendo Wii (Johnson, L., Adams, S., and Cummins, M, 2012).

Distintas tecnologías han impulsado el nacimiento de la computación basada en gestos, la Tecnología KINECT utilizada en este trabajo, es una tendencia que se ha propagado en sectores como el entretenimiento, la educación e investigación. Consta de en un sensor de profundidad, cámara RGB, sensor infrarrojo, entre otros componentes. Las funcionalidades de mayor relevancia de la tecnología KINECT se encuentra la capacidad de reconocimiento de articulaciones del cuerpo humano (Pterneas, 2014).

## **Aplicaciones y dispositivos que apoyan la seguridad vial**

A continuación se relacionan algunos dispositivos y aplicaciones que tienen como fin alertar a las personas que presentan algún tipo de distracción mientras conducen, su propósito es tratar de evitar accidentes. Estos sistemas funcionan con tecnologías diferentes, y difieren en la forma como se mide la distracción que el conductor experimenta.

La empresa automotriz Nissan creó un sistema de seguridad que evita conducir el vehículo a personas con altos niveles de alcohol, este viene equipado con un sistema de monitoreo facial, que cuenta con una cámara infrarroja situada al frente del conductor, la cual determina los reflejos de conductor basándose en los movimientos de sus ojos (Diariomotor, 2007). La casa automotriz sueca Volvo, también diseñó el sistema de seguridad Driver Alert Control, el cual alerta al conductor en caso de detectarle cansancio. El sistema monitorea los movimientos del conductor y se activa cuando su concentración disminuye, también se activa cuando el conductor permanece largo rato hablando por celular o si viaja con niños y estos lo van distraendo. Su alerta es sonora mediante un bit, o una invitación a tomar un descanso en el panel de cuadro de instrumentos (Ocio.net, 2007).

La Universidad Dartmouth desarrolló una aplicación, llamada CarSafe, la cual previene la distracción al conducir y evita que el conductor se duerma. El sistema utiliza la cámara frontal y trasera de los Smartphones. La cámara frontal analiza los gestos faciales del conductor y detecta las veces que cierra los ojos y las cabeceadas al volante para detectar el cansancio. La cámara trasera monitorea la carretera y detecta los cambios bruscos de velocidad, cambio de trayectoria, invasión de carril y la distancia entre vehículos (Velazco, 2012).

Investigadores Australianos de la empresa de neuromecánica Emotiv presentaron un prototipo de automóvil, que busca contribuir a la investigación en el campo de la seguridad vial. Posee sensores ubicados en la cabeza del conductor, analiza la frecuencia del parpadeo, la duración de la mirada hacia un punto preciso, inclinación del cuello y el nivel de actividad cerebral. Cuando el coche detecta la falta de atención, reduce la velocidad y luego vuelve a acelerar si sube la atención (EMOTIV, 2014).

La empresa alemana Continental desarrolló un sistema basado en control de gestos, en donde la detección de los gestos se centra en el volante del automóvil. La detección es posible gracias a un sensor que reconoce el movimiento de la mano precisión y lo convierte en acciones, el sensor está compuesto por un sistema de cámara 3D y un sensor de imagen 3D. Este sistema minimiza la distracción y aumenta la seguridad, puesto que los conductores no tienen que apartar las manos del volante para acceder a los instrumentos, solo con mover los dedos desde el volante pueden acceder a menús y contestar llamadas (Continental, 2017).

En el ámbito académico de Colombia, la Universidad de los Andes desarrolló una aplicación para la detección de condición de sueño basado en Android y bibliotecas Opencv, se trata de una aplicación para el SO Android, la cual identifica si una persona al frente de la cámara del Smartphone cierra los ojos por un período de tiempo considerable para determinar condición de sueño o no (Soto Valencia, Garzón Rey, & Segura Quijano, 2012).

## Metodología de desarrollo del Sistema

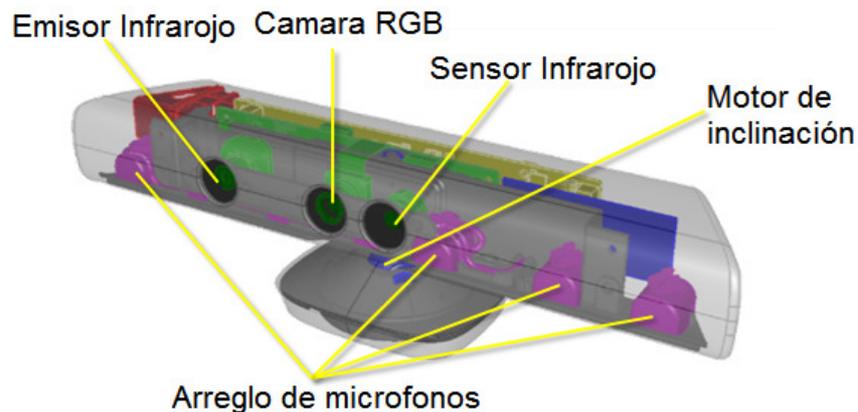
El sistema de clasificación y reconocimiento de posturas, se realizó en cuatro fases o pasos esenciales, los cuales se describen a continuación:

En la *primera fase* se determinaron las posturas comunes en los estados de sueño y distracción. Las posturas comunes al proceso de conducción en un automóvil se determinaron basándose en conductas anómalas tales como realizar una llamada telefónica, soltar el timón, descansar sobre el timón. Así mismo para efectos de seguimiento, fue necesario incorporar las conductas normales al manejar; todo ello con la finalidad de discriminar situaciones en donde el sistema pueda clasificar cuales posturas son adecuadas y cuáles no. El sistema estipulo tres categorías esenciales, en donde se radicó cada posible postura (Ver Tabla No. 1).

<b>Categoría</b>	<b>Postura</b>
Sueño	Descansar sobre el timón
Distracción	Soltar el timón Hablar por teléfono
Normal	Agarrar el timón

Tabla 1. Categoría de las posturas

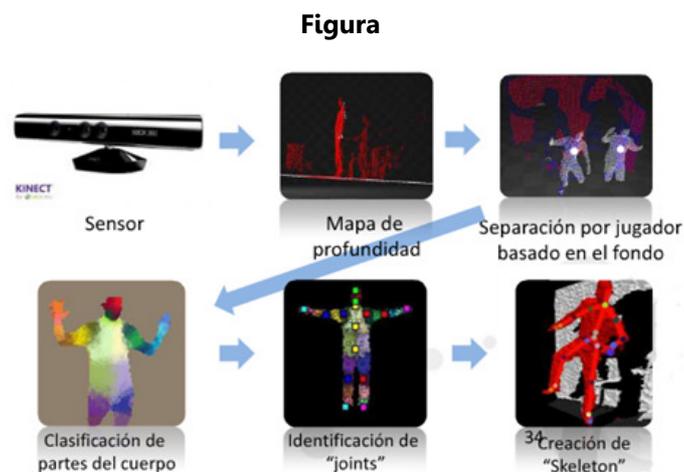
Seguidamente para la *segunda fase* se determinó el seguimiento de las articulaciones del cuerpo con base a la información obtenida del dispositivo Kinect V1, el cual consta de elementos particulares tales como son: una cámara infrarrojo, cámara RGB, cámara de profundidad, entre otros elementos (Ver Figura 1.).



**Figura 1. Dispositivo Kinect V1**

**Fuente: (Microsoft, s.f.)**

Como elemento esencial en el proceso de reconocimiento, se optó por utilizar la información obtenida a través del servicio Skeletal Tracking mediante la API Kinect versión 1.8, la cual permitió identificar un grupo de puntos conformados por las coordenadas X,Y,Z para cada uno. El proceso de reconocimiento del cuerpo contempló los siguientes pasos esenciales: primero inicia lanzando una secuencia de puntos, luego se elabora un mapa de profundidad utilizando los puntos detectados. Se reconoce el suelo y separa los objetos del fondo para realizar una búsqueda del cuerpo humano. Hace una clasificación de las partes del cuerpo a partir de los elementos detectados, se realiza la identificación de las articulaciones y se crea el esqueleto utilizando los puntos registrados (Ver Figura No. 2).



## 2. Pasos del Skeletal Tracking

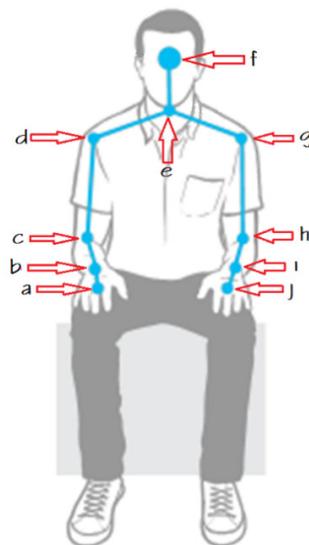
Fuente: (Microsoft, 2011)

Las articulaciones están definidas en una jerarquía, especificada de esta forma: la articulación de la cadera en el centro, extendiéndose a los pies, la cabeza y las manos. La posición de cada articulación está determinada por las coordenadas X, Y, Z; donde el eje X define la posición horizontal, el eje Y la posición vertical y el eje Z es la distancia desde el sensor.

Del conjunto de articulaciones ofrecidas por el Skeletal Tracking, se utilizaron únicamente las ubicadas desde el centro de cuerpo hasta la cabeza (Ver figura No. 3). Cada postura está compuesta por máximo 10 puntos y mínimo 5. Estos datos representan cada una de las articulaciones o puntos del cuerpo, usadas para identificar una postura. Los datos de estos puntos corresponden a la coordenada en el plano o en la imagen, en los tres ejes (X, Y,

Z). Las articulaciones o partes del cuerpo utilizadas que representa una postura son las siguientes:

- a) Hand right (Mano derecha)
- b) Wrist right (Muñeca derecha)
- c) Elbow right (Codo derecho)
- d) Shoulder right (Hombro derecho)
- e) Shoulder Center (Hombro Central)
- f) Head (Cabeza)
- g) Shoulder left (Hombro izquierdo)
- h) Elbow left (Codo Izquierdo)
- i) Wrist left (Muñeca Izquierda)
- j) Hand left (Mano izquierda)



**Figura 3. Articulaciones utilizadas**

**Fuente: (Abrego, 2012)**

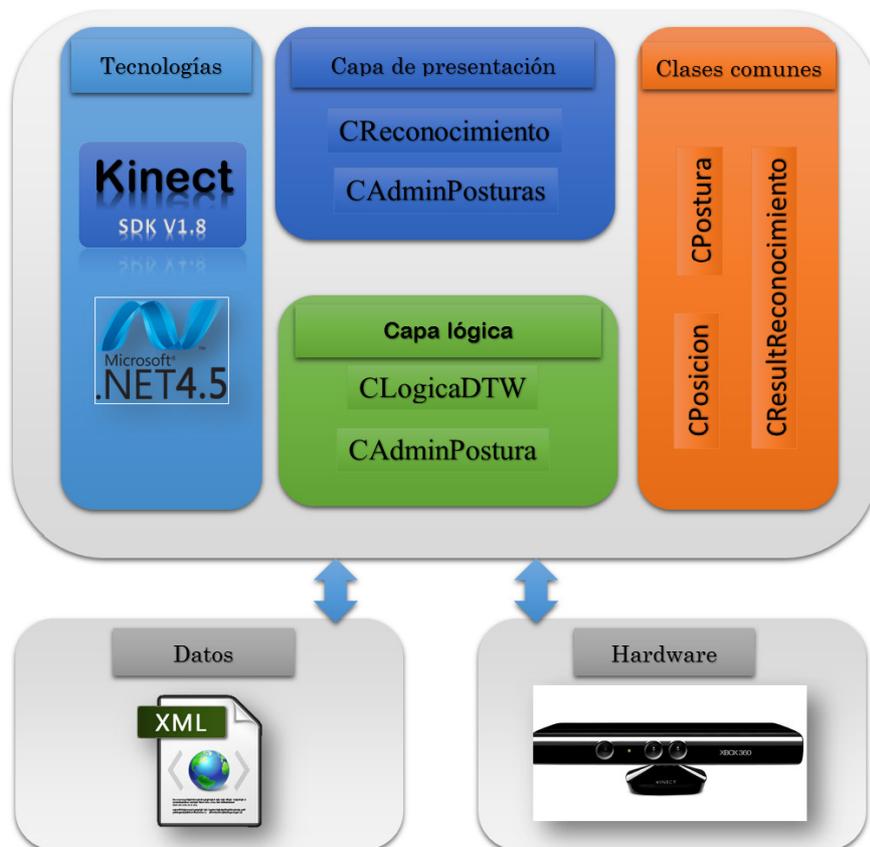
En la *tercera fase* para desarrollar el algoritmo de reconocimiento, que permitía determinar los niveles de sueño, cansancio o distracción que pueda presentar una persona mientras conduce, se utilizó un clasificador de posturas basado en la técnica Distorsión de Tiempo Dinámica (DTW). Este algoritmo tiene su origen en el reconocimiento de voz, pero posteriormente se descubrieron sus cualidades en reconocimiento de patrones. DTW se ha usado exitosamente en aplicaciones para el reconocimiento de palabras, debido a que solo requiere de una referencia para cada palabra a reconocer. En esencia, DTW es un esquema de ajuste de características que consigue alinear temporalmente conjuntos de características de test y referencia mediante programación dinámica (Faúndez Zanuy, 2000).

El algoritmo DTW permite realizar un alineamiento óptimo entre dos secuencias de vectores de distinta longitud mediante programación dinámica. En este caso los vectores representan la información de la postura capturada (PC) en el momento y una de las posturas almacenadas (PA) en el sistema. De dicho alineamiento se obtiene una medida de distancia entre los dos patrones temporales. Es decir, DTW permite calcular la distancia o diferencia que hay entre una postura y otra con la que se compara. Dependiendo de esa distancia se decide si ambas posturas son o no iguales, de esta forma se determina, dependiendo de la categoría (Normal, Sueño, Distracción) si la postura que adopto el conductor es la correcta para conducir o no. Esa distancia se calcula de forma iterativa entre cada una de las posturas almacenadas en el archivo y la postura capturada.

Es de anotar que para todo el proceso de reconocimiento se tiene un orden de los puntos que hacen parte de la postura. Es decir, cada postura, tanto

la capturada como la almacenada, tienen el mismo orden. Este orden es el que se muestra en la figura 3. Esto se hace debido a que cada postura es considerada una serie y estas deben tener un orden específico.

Finalmente en la *cuarta fase* para desarrollar la aplicación se especifican los requisitos funcionales del sistema que permiten registrar, administrar y reconocer las posturas. Se realiza el diseño y define la arquitectura con los componentes que conforman el sistema para posteriormente pasar a la programación.



**Figura 4. Arquitectura del sistema**

**Fuente: Elaboración Propia**

El desarrollo del software se basó totalmente en el modelo de Programación Orientado a Objetos, se realizó el diseño e implementación de clases bajo el lenguaje de programación C# buscando aprovechar al máximo las potencialidades del lenguaje. Se emplearon conceptos avanzados de programación, entre los que se destaca el polimorfismo, el tratamiento de delegados, implementación de clases abstractas, uso de propiedades, propiedades abstractas y virtuales entre otros. En términos de las API utilizadas la aplicación se basó en la arquitectura .NET versión 4.5 y el SDK de Kinect v1.8 para Windows. En relación al dispositivo de captura de datos se empleó la primera versión del dispositivo Kinect.

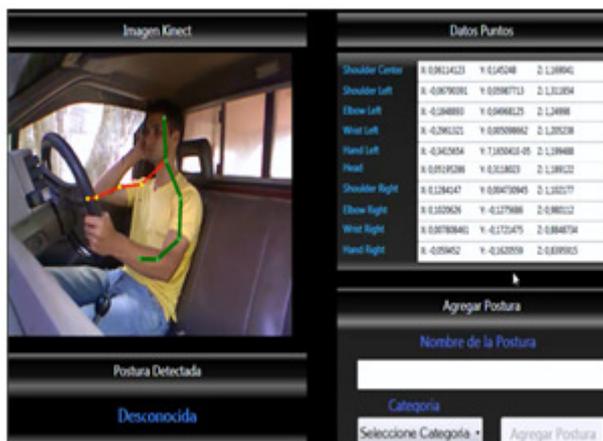
En la construcción de la aplicación se desarrollaron un conjunto de clases separadas bajo de tres modelos: el *Modelo de Datos*, contiene las clases que representan los datos básicos para la información de una determinada postura. El *Modelo de Vista*, que asociadas las clases para la presentación de los datos y el *Modelo Lógico*, son las clases que representan la técnica de clasificación de posturas, la generación de archivos XML y la administración de cada una de las posturas.

### **Pruebas con el sistema de reconocimiento de posturas**

El reconocimiento de posturas es el trabajo conjunto del sensor Kinect y un algoritmo basado en DTW, sus características permiten identificar posturas relacionadas con un comportamiento inapropiado (Sueño y Distracción). Se desarrolló una primera aplicación para este fin; se evalúa su desempeño en el reconocimiento y almacenamiento de las posturas. Se realizaron pruebas iniciales de funcionamiento, en las que se verifica la visualización de la cámara, el dibujado y seguimiento de la parte superior del esqueleto, el

almacenamiento e identificación de una postura y como se desempeña en bajos niveles de iluminación. Igualmente se trabaja en diferentes entornos de distintas marcas de vehículos con diferentes especificaciones

El sensor Kinect está ubicado a una distancia aproximada de 65 centímetros del punto más cercano (mano derecha). A esta distancia se logran detectar todas las articulaciones (cabeza, cuello, hombros y brazos), utilizadas por el algoritmo; cuando se genera el esqueleto, las articulaciones reconocidas se dibujan con un punto de color verde claro y los huesos son trazados de una articulación a otro con una línea verde más oscura (Ver Figura No. 5).

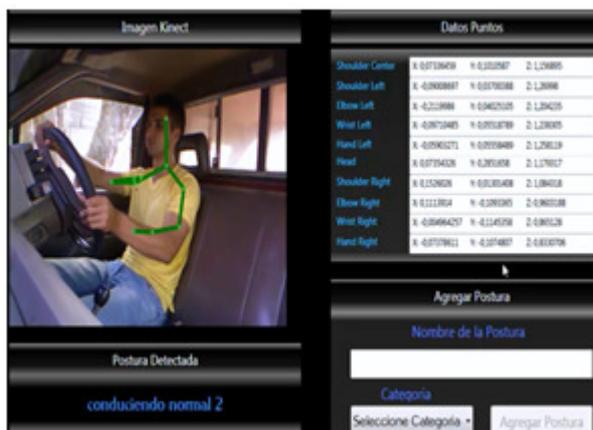


**Figura 5. Articulaciones no detectadas**

**Fuente: Elaboración Propia**

Aquellas articulaciones que no están visibles al sensor tendrán una posición estimada, serán dibujadas con un punto de color amarillo y los huesos por una línea de color rojo (Ver Figura No. 5). El software hace un seguimiento de la persona en tiempo real, obteniendo la posición de cada articulación

mediante las componentes X, Y, Z. El seguimiento realizado por la aplicación ordena en el espacio las articulaciones y huesos según la postura adoptada. En la tabla de la derecha se detalla la información de las diferentes articulaciones, su posición en el plano X, Y; y la distancia al sensor en el eje Z. Aquellas partes no visibles al sensor, dificultan el reconocimiento, puesto que la extremidades generadas no siguen al cuerpo de la persona indicando una postura errónea.



**Figura 6. Articulaciones detectadas**

**Fuente: Elaboración Propia**

Antes de identificar una postura es necesario almacenarla, así se obtiene un patrón que se relacionara con posiciones del cuerpo similares. Almacenar una postura supone que la persona se ubique previamente en una postura referente a comportamientos inapropiados durante el manejo de un vehículo. Ejemplo: Llevar el brazo derecho hacia la oreja indicara que se está hablando por celular; pero esa posición si aún no ha sido almacenada, puede provocar una identificación errónea. En el momento que un conductor tome esa postura se indica la categoría (normal, sueño o distracción), y se le asigna un nombre

para almacenarla, inmediatamente la postura es identificada como hablado por celular.

Se verifico el funcionamiento del algoritmo en un ambiente con poca iluminación, el mejor escenario para esta prueba se tiene al realizarla durante la noche. El sensor utiliza un haz de luz infrarroja para generar el mapa de profundidad, así que no dependerá de la luz del entorno, debido a que posee su propia fuente luminosa, con la cual consigue detectar y seguir a una persona (Ver figura No. 7).



**Figura 7. Pruebas de Reconocimiento**

**Fuente: Elaboración Propia**

Al momento de realizar las pruebas y guardar las posturas se tuvieron en cuenta criterios como: La estatura de la persona y contextura de la persona. Esto con el fin de tener diferentes patrones, dado que la estatura de los conductores varía, y se podrían presentar errores de reconocimiento si se guarda una postura de una persona mucho más alta y que al momento de conducir, la persona sea más pequeña.

Al evaluar el funcionamiento del primer software, se presentaron algunas fallas, como la dificultad para obtener la posición del brazo derecho cuando no está visible al sensor, en la figura No. 8 se observa la ubicación estimada de la extremidad generada (línea roja), se encuentra desplazada por encima de la posición del brazo derecho de la persona, pero también podría estar localizada en cualquier otro lugar, generando un sin número de posturas similares (Ver figura No. 8), situación que se presenta porque el sensor para hacer un seguimiento preciso, necesita que las articulaciones del cuerpo estén dentro del campo de visión del sensor y aquellas a las cuales se han de rastrear no deben quedar ocultas por ningún otro objeto. Si esto no se cumple se produce una falla en la detección y estimación de su ubicación, entonces resulta en un reconocimiento incorrecto de la postura.



**Figura 8. Posturas similares**

**Fuente: Elaboración Propia**

Las pruebas iniciales permitieron detectar fallas en el reconocimiento, durante su funcionamiento se observó que aquellas posturas similares tienen un patrón similar, como el esqueleto dibujado en las imágenes anteriores, en donde el brazo derecho, el hombro, el cuello y la cabeza mantienen una misma posición, estas fallas en el funcionamiento del algoritmo de reconocimiento se solucionaron con la forma de almacenar una postura. La postura está

compuesta por un conjunto de articulaciones o puntos que corresponden a partes del cuerpo y permiten realizar seguimiento.

La elección de los puntos que se guardaran como patrón para la comparación, en posturas donde algunos no son visibles, se hace eligiendo qué lado del esqueleto debe ser guardado, al considerar tres conjuntos de puntos (lado derecho, ambos lados y lado izquierdo) que solo incluya en el patrón los puntos en seguimiento, para facilitar la elección de un patrón para posturas similares. La distinción de tres conjuntos de puntos en el algoritmo, resultó en un reconocimiento más preciso, debido a que se tiene un patrón para una postura y todas sus semejantes. En el software se incluye una nueva función en el área para agregar posturas, además de asignar un nombre y una categoría, se debe indicar el conjunto de puntos (Ver figura No. 9).



**Figura 9. Nuevas opciones para agregar posturas**

**Fuente: Elaboración Propia**

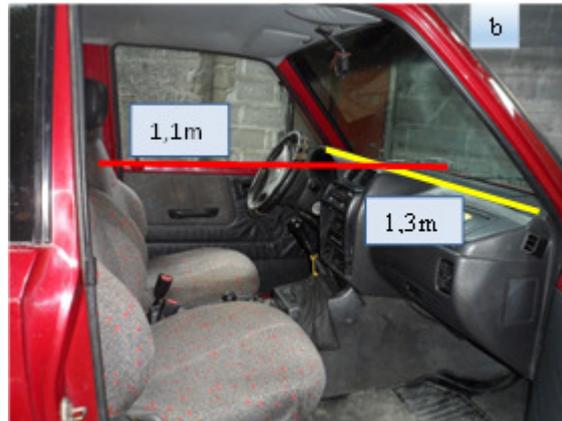
Los puntos que se guardan para cada selección son los siguientes (Ver figura No. 3): Para el lado derecho se guarda la información de: a, b, c, d, e, f.

Para ambos lados se guarda la información de: a, b, c, d, e, f, g, h, i y j. Para el lado izquierdo se guarda la información de: a, b, c, d, e, f.

En el área de administración de posturas, el software permite visualizar todas las que han sido guardadas y poder verificarlas, muestra toda la información relacionada, una captura, el nombre, la categoría y las componentes de cada punto. Si alguna de las posturas ya no se necesita basta con hacer clic en el botón eliminar postura para borrarla de la lista.

Las pruebas fueron realizadas en diferentes vehículos, desde pequeños automóviles a camionetas, se observó mayor dificultad para utilizar el sensor Kinect en vehículos pequeños debido a su pequeña cabina, donde la distancia entre el sensor y la persona era muy corta, también se dificultaba posicionar el sensor de tal forma que estuviesen visibles las partes superiores del cuerpo. En vehículos de mayor tamaño sucedía todo lo contrario, sus cabinas amplias proporcionaban más lugares donde ubicar el sensor, era posible obtener una posición donde la distancia era óptima para visualizar y hacer seguimiento de las partes del cuerpo de interés.

La primera prueba se hace en un vehículo marca Chevrolet, línea Vitara, modelo 1998, antes de ubicar los dispositivos se toman las medidas de la cabina (Ver figura No. 10), esta tiene 1,1 metros de largo (esta medida se toma desde el punto más bajo del vidrio delantero o parabrisas a la distancia máxima a la que se puede ubicar el asiento del conductor) y 1,3 metros de ancho (medida desde la puerta del conductor a la puerta del pasajero).



**Figura 10. Vehículo de prueba y dimensiones de la cabina**

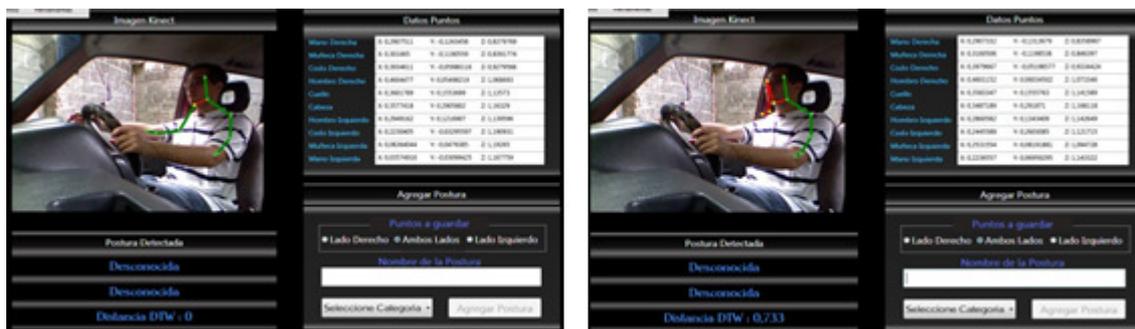
**Fuente: Elaboración Propia**

Inicialmente se ubican los elementos en su posición, el sensor Kinect sobre el panel, la computadora sobre el asiento y una persona en postura normal. Se ubica Kinect sobre el panel, a una distancia de 64 centímetros del punto más cercano (mano derecha).

Desde el aplicativo se observa el reconocimiento realizado a 65 centímetros, los puntos más cercanos a Kinect se ubican en una posición errónea, la mano y la muñeca tanto derecha como la izquierda se ubican en el codo. La distancia calculada por el sensor es de 83 centímetros, este valor está por encima del real, esto se debe a que la posición es mucho menor a la recomendada para la utilizar el sensor. Su valor DTW es de 0, porque aún no tiene una postura almacenada para realizar la operación de identificación.

La postura normal de conducción para las pruebas es almacenada indicando que se guarden ambos lados, es decir, todos los puntos; posee un

valor DTW de cero, en ambas figuras el brazo izquierdo es ubicado en posiciones diferentes, la identificación se hace en pocos segundos y se espera su nombre en la interfaz, pero la postura no es reconocida y produce un valor DTW de 0,733. Esta situación se esperaba que se presentase por los problemas descritos en las pruebas iniciales (Ver Figura No. 11).



**Figura 11. Agregar postura con todos los puntos y su reconocimiento a 65 centímetros**

**Fuente: Elaboración Propia**

Como se mostró en la prueba anterior, existe dificultad en el sensor Kinect para determinar la posición del brazo izquierdo, se decide entonces guardar la postura para los puntos del lado derecho. Una vez guardada aparece el nombre de la postura identificada como normal, su valor DTW es 0,261 y se intenta con una postura diferente, con la mano derecha sobre la oreja, en la interfaz se observa que el nombre de la postura ha cambiado a desconocida con un valor de 1,074.

En una siguiente prueba se procede a ubicar el sensor Kinect es a 80 centímetros del punto más cercano y a 14 centímetros por encima de la posición inicial. Sin guardar la postura para la nueva ubicación, el valor DTW

resulta ser muy grande con un valor de 30.19, es decir que el algoritmo no encuentra una similitud dentro del valor asignado al hacer la comparación de la postura visualizada y el patrón. Pero al guardar la postura para la distancia de 80 centímetros, se obtiene el reconocimiento y aparece el nombre de la postura que se había guardado anteriormente (normal a 80 cm) en la interfaz. Aquí el valor DTW ha bajado de 30.19 a 0.102 quedando clara la mayor similitud entre el patrón y la postura visualizada en el momento.

Luego se realizó otra prueba ubicando el sensor a 40 centímetros del punto más cercano y a 95 centímetros de la cabeza del conductor. La distancia escogida para esta prueba está muy por debajo de la recomendada para el uso de Kinect que es de 80 centímetros como distancia mínima, las posibles lecturas pueden ser "usuario no detectado", donde no se reconoce ninguno de los puntos o un reconocimiento erróneo, el cual logra reconocer los puntos pero la ubicación determinada es incorrecta.

### **Consideraciones finales**

Los resultados de las pruebas indicaron que la mejor posición para ubicar el sensor Kinect en el reconocimiento de vehículos, con una cabina con dimensiones de 1,1 metros de largo (esta medida se toma desde el punto más bajo del parabrisas) y 1,3 metros de ancho (medida desde la puerta del conductor a la puerta del pasajero), es a 80 centímetros del punto más cercano, debido al reconocimiento completo de todos los puntos.

Se presentó una notable mejora en el reconocimiento de posturas, cuando solo se tienen en cuenta los puntos que se reconocen completamente.

A partir de estas pruebas se puede inferir que en cabinas más amplias la ubicación del sensor podría estar a una distancia más aproximada a la recomendada para los puntos más cercanos y esto produciría un reconocimiento más preciso de cada una de las partes del cuerpo.

En cuanto a la ubicación del sensor Kinect, se determinó que se presentó un mejor desempeño tanto en la visualización de las partes del cuerpo como en el reconocimiento del algoritmo, a distancias entre los 65 y 80 centímetros del punto más cercano (mano derecha) y por encima de los brazos. El proceso de reconocimiento implica uno de los elementos de mayor relevancia dentro del sistema, es por esto que el número de datos de entrenamiento para cada tipo de postura (Sueño, Distracción y Normal), juega un papel importante dentro del proceso de clasificación.

## Referencias

Abrego, Maleny. **SABIAS QUE KINECT PARA WINDOWS PUEDE ESCUCHAR Y PUEDE VERTE?**. 2012. Disponible en: <<https://msexpertos.wordpress.com/2012/10/23/sabias-que-kinect-para-windows-puede-escuchar-y-puede-verte/>>. Acceso en: 1 de jul. 2017.

Continental. **Gesture Control**. 2017. Disponible en: <<https://www.continental-automotive.com/en-gl/Passenger-Cars/Interior/Comfort-Security/Driver-Status/Gesture-Control>> Acceso en: 25 de jul. 2017.

Diariomotor. **Nissan presenta un prototipo con sistemas anti conductores alcohólicos**. 2007. Disponible en: <<http://www.diariomotor.com/2007/08/04/nissan-presenta-un-prototipo-con-sistemas-anti-conductores-alcoholicos/>>. Acceso en: 2 de jul. 2017.

Fundación CEA y la Seguridad Vial. **Las distracciones al volante y los accidentes de tráfico.** 2014. Disponible en: <<http://www.seguridad-vial.net/conductor/seguridad-en-la-circulacion/45-las-distracciones>> Acceso en: 2 de jul. 2017.

EMOTIV. **RAC: Mind over motor.** 2014. Disponible en: <<https://www.emotiv.com/press/rac-mind-over-motor/>> Acceso en: 16 de jul. 2017.

Faúndez Zanuy, Marcos. **Tratamiento digital de voz e imagen y aplicación a la multimedia.** 1ª ed. Marcombo. 2000.

Lertzman, M.; Wali, S.; & Kryger, R. **Sleep apnea a risk factor for poor driving.** Can Med Assoc J (153), p. 1063-68. 1995

Johnson, L., Adams, S., and Cummins, M. **The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition.** Austin, Texas: The New Media Consortium. 2012.

Microsoft. **Reto SDK Kinect: Reconocer gestos con Skeletal tracking.** 2011. Disponible en: <<https://blogs.msdn.microsoft.com/esmsdn/2011/08/22/reto-sdk-kinect-reconocer-gestos-con-skeletal-tracking/>> Acceso en: 17 de jul. 2017.

Microsoft. **Kinect for Windows Sensor Components and Specifications.** Disponible en: <<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131033.aspx>> Acceso en: 17 de jul. 2017.

Moore, N.; Blazejewski, S.; Girodet, P. O.; Orriols, L.; & Capelli, A. **Factors Associated With Serious Traffic Crashes: A Prospective Study in Southwest France.** JAMA Internal Medicine, p. 1039-1041. 2012.

ocio.net. Nuevos sistemas de seguridad de Volvo: Volvo Collision Warning. 2007. Disponible en: <<https://www.ocio.net/tecnologia/nuevos-sistemas-de-seguridad-de-volvo-volvo-driver-alert-control/>> Acceso en: 15 de jul. 2017.



ISSN nº 2447-4266

Vol. 4, n. 3, maio. 2018

DOI: <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n3p180>

Pterneas, Vangos. **KINECT FOR WINDOWS VERSION 2: OVERVIEW**. 2014. Disponible en: <<http://pterneas.com/2014/02/08/kinect-for-windows-version-2-overview/>> 18 de jul. 2017.

Soto Valencia, J. M.; Garzón Rey, J. M.; & Segura Quijano, F. **Aplicación para detección de condición de sueño basado en android y bibliotecas opencv**. Tesis, Universidad De Los Andes, Bogotá. 2012.

Vázquez, P. R. **Epidemiología del tránsito**. Tesis para optar por el título de Magíster en Epidemiología, Universidad de la República Oriental del Uruguay. 1993.

Velasco, J. **CarSafe: una aplicación Android para evitar accidentes**. 2012. Disponible en: <<https://hipertextual.com/2012/09/carsafe-app-prevencion-accidentes>> 17 de jul. 2017.