



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“SISTEMA DE VIGILANCIA AL CONDUCTOR VEHICULAR BASADO EN TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL E IMPLEMENTADO EN UN SMARTPHONE PARA LA DETECCIÓN Y ALERTA DE SOMNOLENCIA”.

Realizado por:
Fabricio Daniel Egas Cunalata

Director: Ing. Eddie Galarza



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Según numerosos estudios la somnolencia se encuentra relacionada con miles de accidentes de tránsito cada año, estos tipos de accidentes tiene aproximadamente un 50% más de probabilidades de causar la muerte o lesiones graves, ya que tienden a ser impactos a alta velocidad debido a que el conductor que ha quedado dormido y no puede frenar o desviarse para evitar o reducir el impacto.
- Es tan común este causal que muchas marcas de autos han optado por desarrollar sistemas avanzados de asistencia al conductor (SAAC) con el fin de detectar la somnolencia y alertar automáticamente al conductor. Sin embargo, esto aumenta su costo y resultan ser inaccesibles para la mayoría de la población.



OBJETIVOS

GENERAL

- Implementar un sistema de vigilancia al conductor vehicular basado en técnicas de visión artificial e implementado en un smartphone para la detección y alerta de somnolencia.

ESPECÍFICOS

- Investigar artículos relacionados con la detección de somnolencia en los conductores.
- Investigar los síntomas de somnolencia en conductores de vehículos.



HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de vigilancia al conductor vehicular basado en técnicas de visión artificial e implementado en un smartphone permitirá la detección y alerta de somnolencia.



SOMNOLENCIA Y SUS EFECTOS

La somnolencia es un estado fisiológico con una inclinación a quedarse dormido.

Entre los efectos de encontrarse somnoliento tenemos:

- Disminución de la vigilia
- Disminución del tiempo de reacción
- Disminución de la coordinación psicomotora
- Disminución del procesamiento de información

Para el conductor el efecto principal es la retirada progresiva de la atención en las demandas de la carretera, tráfico y señalización, lo que causa un bajo rendimiento de conducción provocando accidentes.



SIGNOS FISIOLÓGICOS

- La mayoría de personas que presentan somnolencia presentan los siguientes signos:
- Frotarse los ojos
- Bostezos
- Inclinación de la cabeza
- Distracciones
- Aumento del tiempo en que los ojos se encuentran cerrados mientras parpadea



SOFTWARE DE PROCESAMIENTO



Mobile Vision API

Providing on-device vision for applications



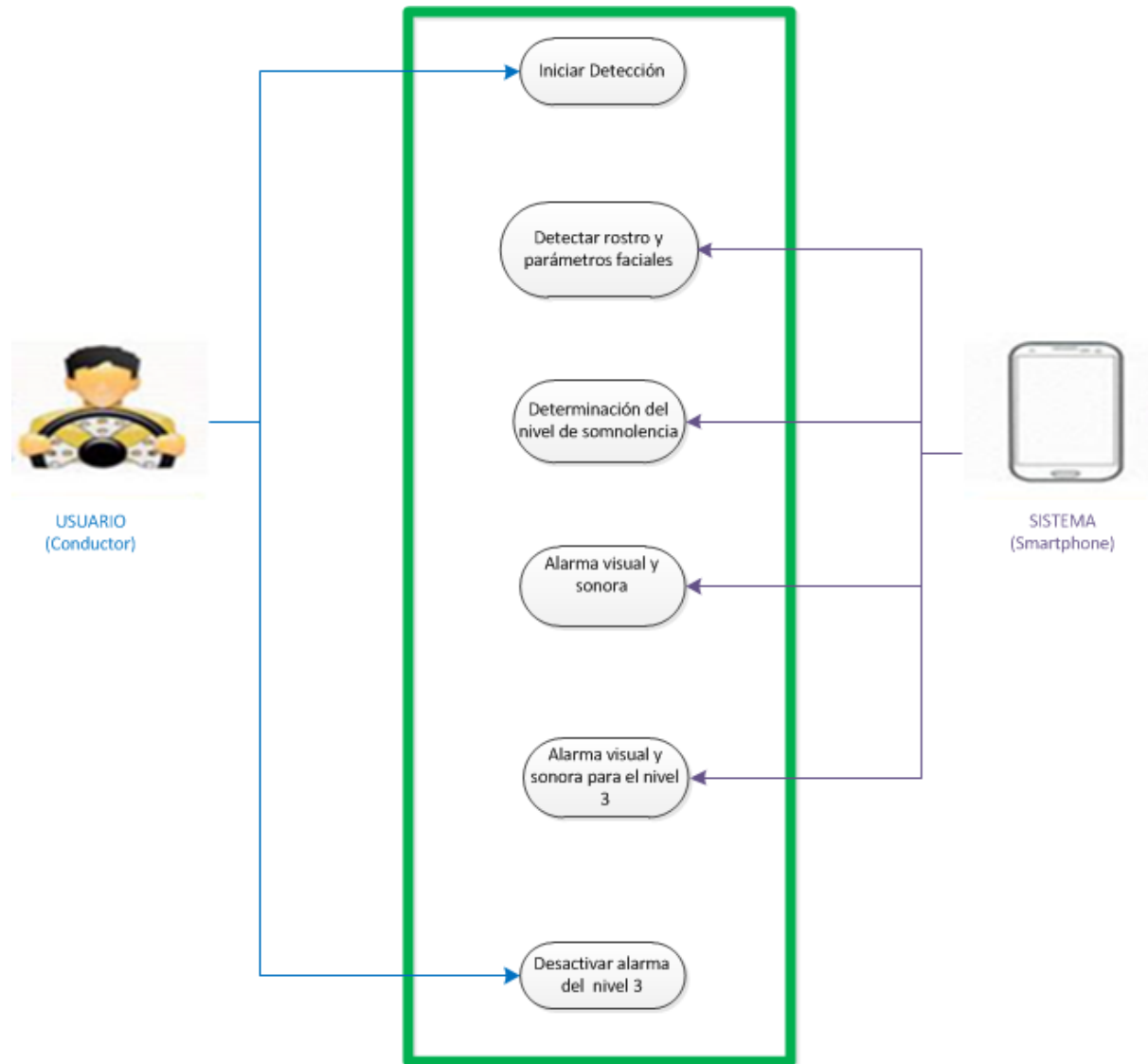
- Software libre (no se cubre gastos por licencia)
- Entorno de desarrollo integrado oficial para la creación de aplicaciones Android
- Provee un emulador para poder realizar pruebas sin tener un dispositivo físico conectado en nuestro ordenador.
- Algoritmos creados tomando en cuenta las limitaciones de los dispositivos móviles
- Fue creado y optimizado por la misma empresa que android



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA



DIAGRAMA DE CASO DE USO



LIMITACIONES DEL SISTEMA

- Iluminación diurna
- Posición del smartphone

La posición del teléfono dentro del vehículo debe ser la adecuada para que funcione de manera correcta, el dispositivo debe ser colocado al frente del rostro del conductor por debajo de la línea de vista (aproximadamente 20 grados) y a una distancia aproximada del largo de los brazos



LIMITACIONES DEL SISTEMA

Smartphone

- Sistema operativo: Android 4.1 o superior que incluya Google Play Store.
- Cámara frontal de 2 Megapíxeles.
- Espacio disponible de 15 MB en memoria para instalar la aplicación
- Acceso a internet la primera vez que se instale la aplicación, esto para que se descargue los recursos de la librería de visión.



FACTORES VISUALES USADOS PARA LA DETECCIÓN DE SOMNOLENCIA

De los factores visuales que indican somnolencia en este proyecto se va a analizar los siguientes:

De los movimientos de la cabeza

- Distracción
- Asentimiento de la Cabeza

De la expresión facial

- Bostezo

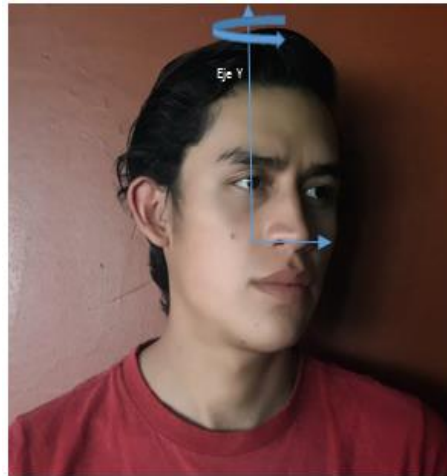
Del análisis acular

- PERCLOS (Porcentaje de tiempo en el que los ojos se encuentran cerrados)
- Microsueño



DISTRACCIÓN

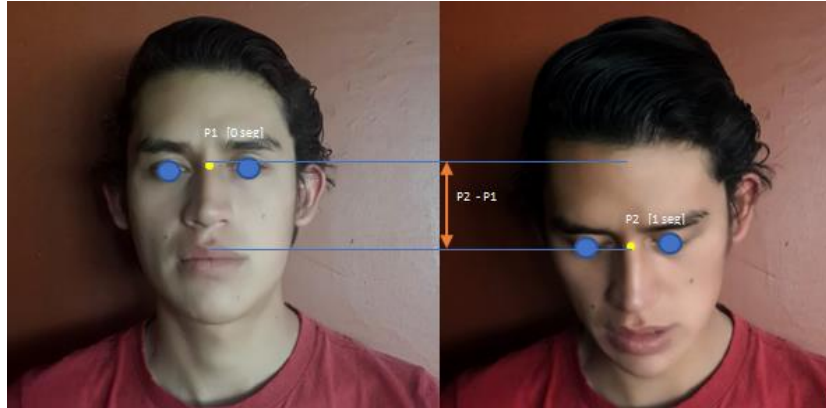
- En el estado de somnolencia, la atención del conductor disminuye y empieza a distraerse fácilmente. La distracción se presenta con la particularidad de que el conductor deja de enfocar su atención en la carretera y comienza a mirar hacia otros lados .



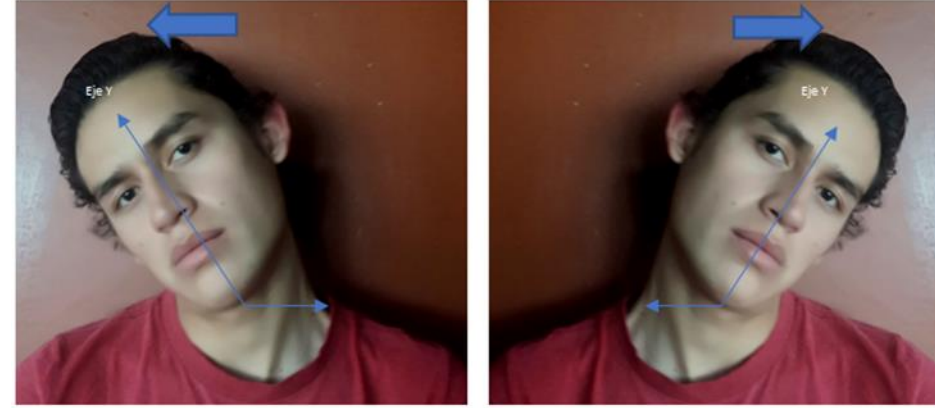
ASENTIMIENTO DE LA CABEZA

- Cuando un conductor se encuentra somnoliento algunos de los músculos del cuerpo comienzan a relajarse, lo que causa asentimiento de la cabeza, en un conductor somnoliento el asentimiento de la cabeza se presenta como un movimiento abrupto de la cabeza hacia abajo o hacia alguno de los lados.

Asentimiento frontal



Asentimiento lateral



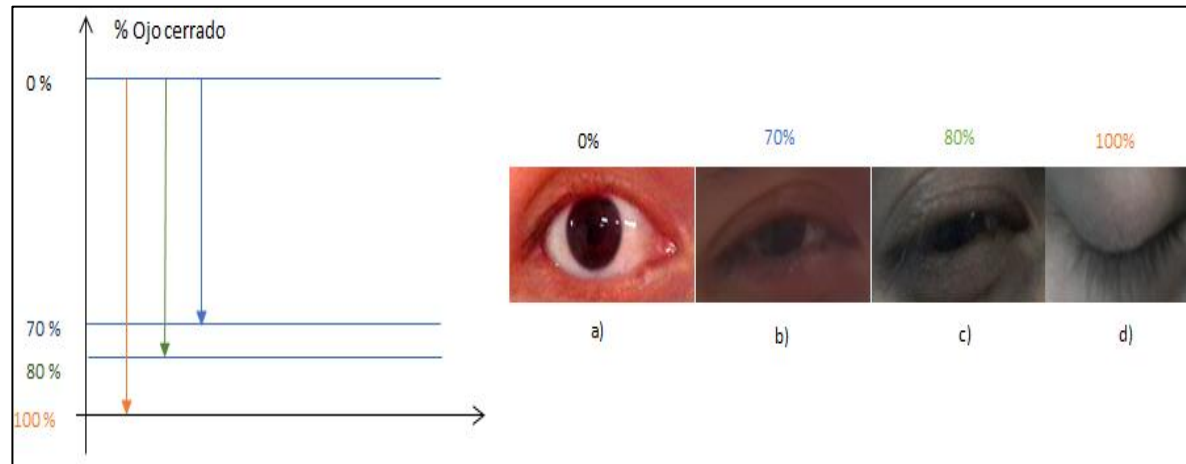
BOSTEZO

- El estado de bostezo puede ser detectado midiendo la apertura de la boca. Cuando una persona bosteza, la apertura de su boca aumenta una cantidad específica. Comparando el aumento de la apertura con un valor de referencia se puede determinar si el conductor ha bostezado.



PERCLOS

- Uno de los índices más usados para calcular el nivel de somnolencia es PERCLOS (PERcentage of the time Eyelids are CLOSed), que mide el porcentaje de tiempo que los ojos de una persona se encuentran cerrados.
- Según un estudio realizado por Walter Wierwille y sus colegas consideran que PERCLOS está entre las más prometedoras medidas de alerta en tiempo real para sistemas de detección de somnolencia en vehículos.



MICROSUEÑO

- El microsueño es un episodio temporal no intencional de pérdida de atención asociado con eventos como el asentimiento de la cabeza y el cierre prolongado de los párpados que puede ocurrir cuando una persona esta fatigada pero tratando de permanecer despierta para realizar una tarea monótona.

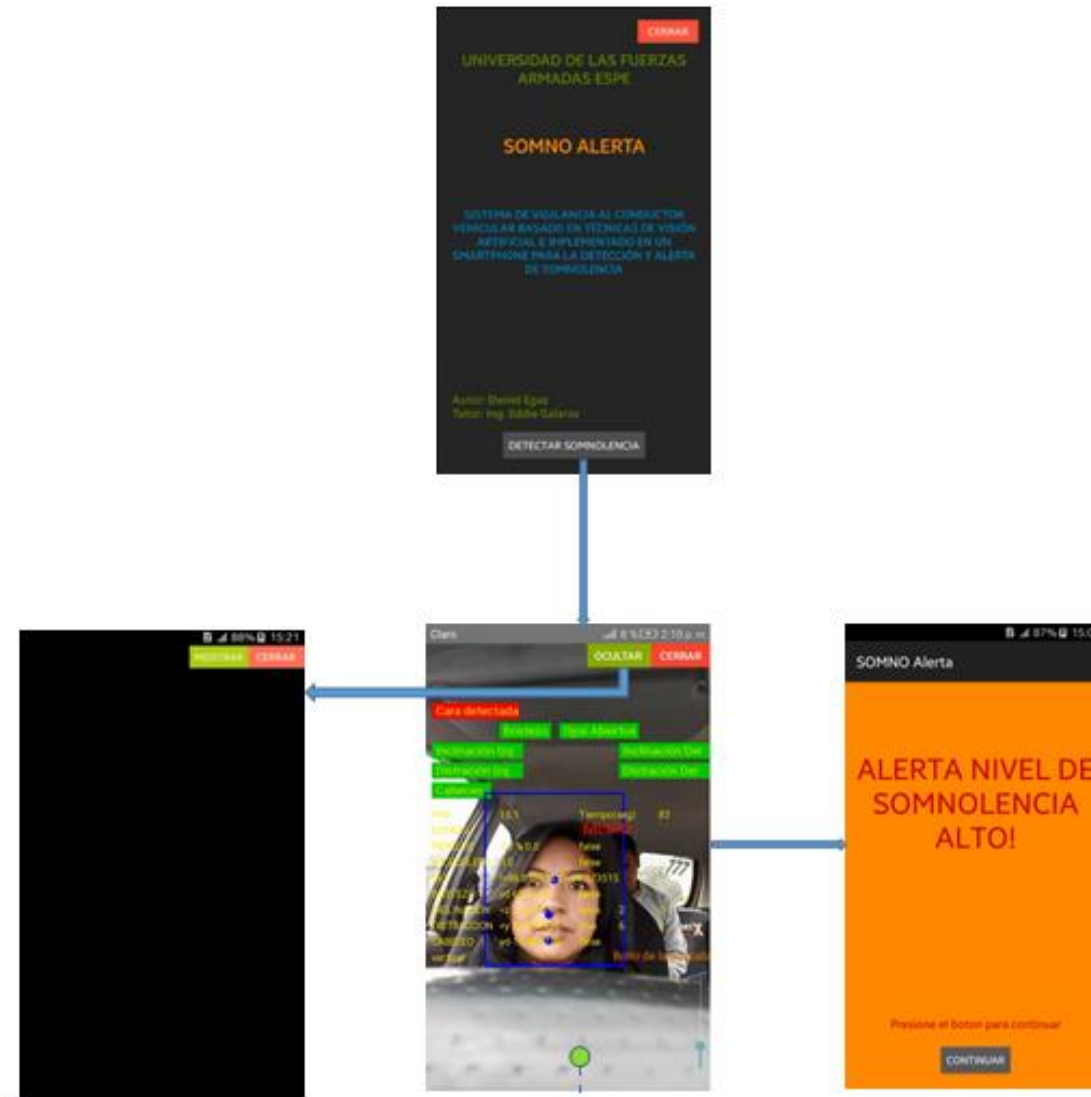


NIVELES DE SOMNOLENCIA DE ACUERDO A LOS INDICADORES VISUALES

Nivel	Indicadores visuales
Despierto	No presencia de indicadores de somnolencia.
Somnolencia ligera	Presencia de asentimientos de la cabeza, distracción o bostezo.
Somnolencia media	Perclos80 o microsueño.
Somnolencia alta	Cierre de los ojos mayor a 2 segundos.



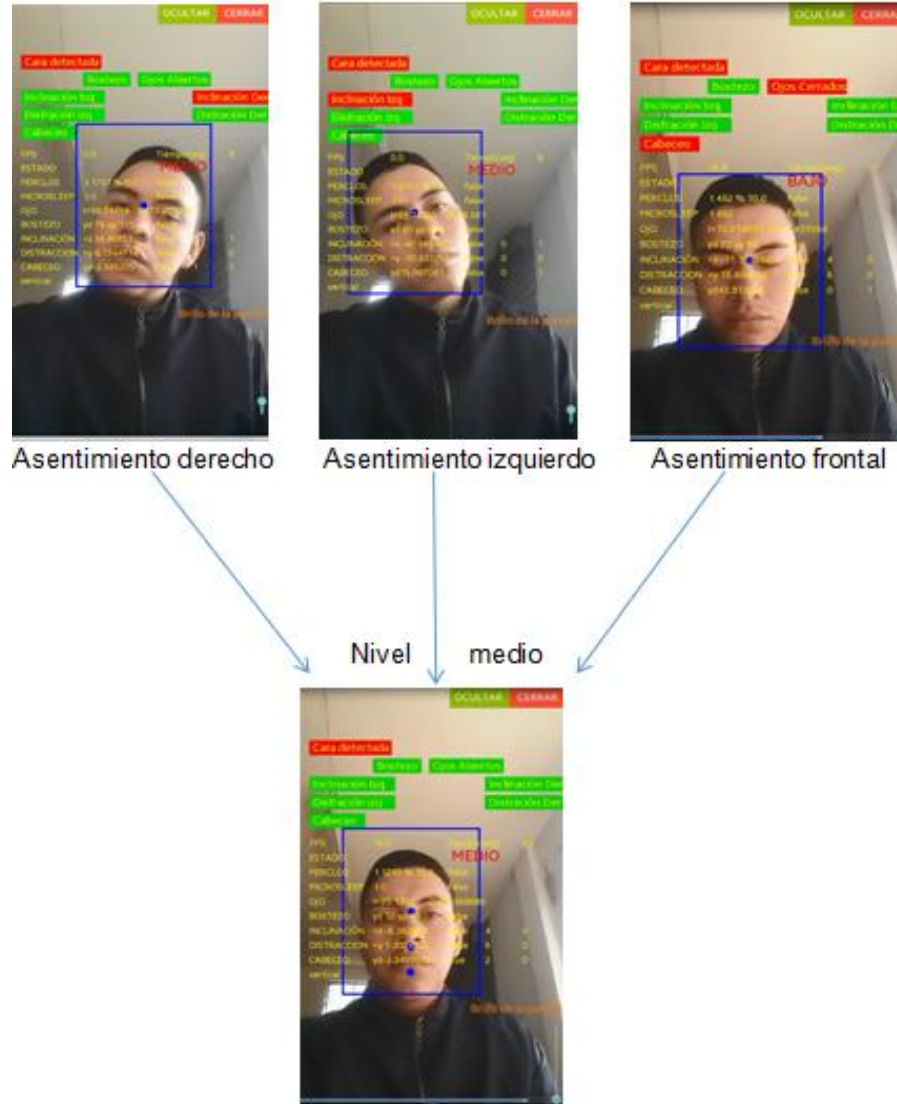
INTERFACE GRÁFICA



ACTIVACIÓN DEL NIVEL BAJO



ACTIVACIÓN DEL NIVEL MEDIO



ACTIVACIÓN DEL NIVEL ALTO



Microsueño

PERCLOS



Nivel Alto



PRUEBAS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Para la realización de las pruebas se van a utilizar 20 conductores, 10 hombres y 10 mujeres, donde cada uno es acompañado por un “copiloto” que dirige los eventos controlados de somnolencia solo cuando las condiciones externas en la carretera y alrededor del vehículo son seguras (por ejemplo, el copiloto ordena al conductor que cierre por unos segundos los ojos cuando la carretera se preste para un movimiento rectilíneo, no existe presencia de vehículos en un amplio tramo y no se visualice peatones).



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

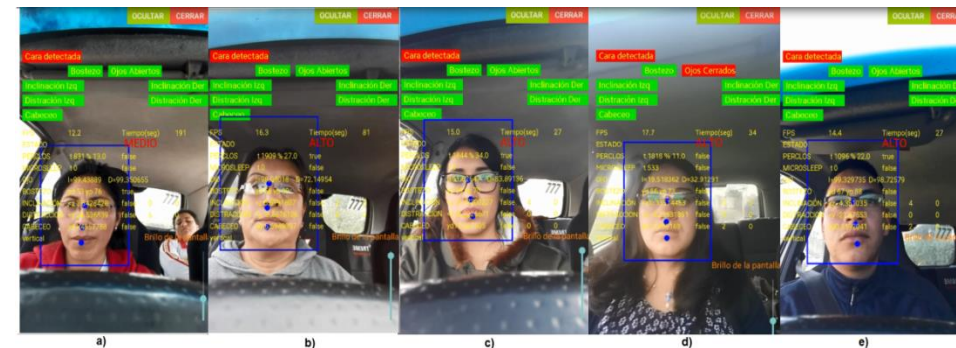
	Bostezo	Cabeceo	Dis. derecha	Dis. izquierda	Inc. derecha	Inc. izquierda	Parpadeo
1	10	9	10	10	10	9	9
2	8	10	9	9	10	9	10
3	6	9	8	10	9	9	10
4	8	10	7	9	10	10	10
5	8	10	10	10	9	8	10
6	10	9	8	10	10	10	10
7	9	9	8	8	8	10	10
8	8	9	8	9	9	8	10
9	5	9	9	10	10	10	10
10	10	10	10	10	9	9	9
11	10	8	10	10	10	10	10
12	8	10	9	8	10	10	10
13	9	10	10	10	9	10	10
14	7	10	9	10	9	6	10
15	9	10	10	10	10	9	9
16	10	10	10	10	10	10	10
17	8	10	10	10	10	10	10
18	8	6	10	10	10	9	10
19	5	10	9	10	10	8	10
20	10	6	10	10	8	7	10
%	83	92	92	96,5	95	90,5	98,5



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO – USO DE LENTES

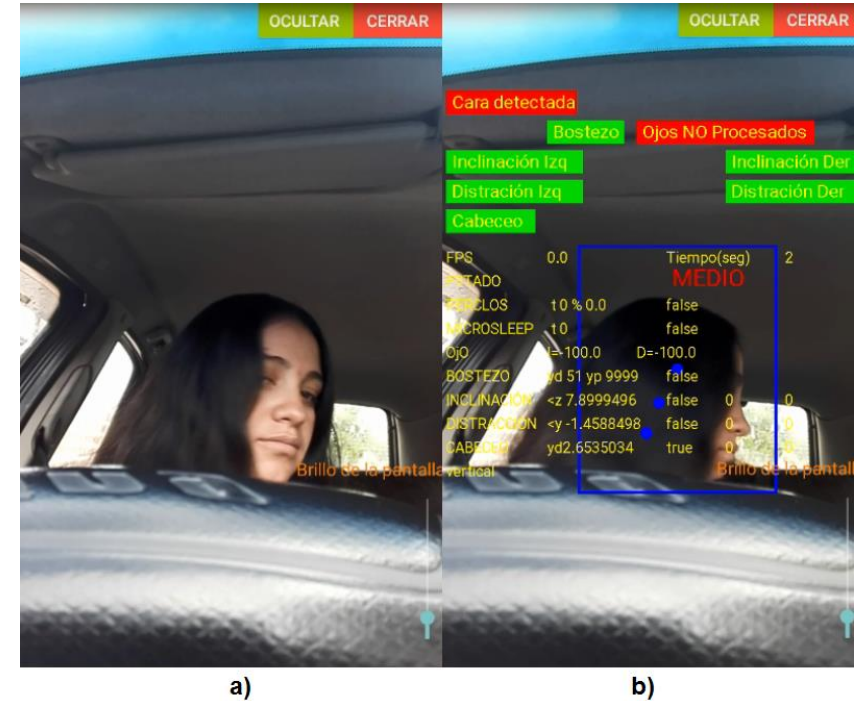
✚✚

	Bos.	Cabeceo	Dis. derecha	Dis. izquierda	Inc. derecha	Inc. izquierda	Parpadeo
1 b)	10	9	10	10	10	9	9
2 a)	8	10	9	9	10	9	10
3	6	9	8	10	9	9	10
4	8	10	7	9	10	10	10
5 d)	8	10	10	10	9	8	10
6	10	9	8	10	10	10	10
7	9	9	8	8	8	10	10
8	8	9	8	9	9	8	10
9	5	9	9	10	10	10	10
10 e)	10	10	10	10	9	9	9
11	10	8	10	10	10	10	10
12	8	10	9	8	10	10	10
13	9	10	10	10	9	10	10
14	7	10	9	10	9	6	10
15 c)	9	10	10	10	10	9	9
16	10	10	10	10	10	10	10
17	8	10	10	10	10	10	10
18	8	6	10	10	10	9	10
19	5	10	9	10	10	8	10
20	10	6	10	10	8	7	10



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO – USO DE LENTES

Conductor	Bostezo	Cabeceo	Dis. Der.	Dis. izq.	Inc. Der.	Inc. izq.	Parpadeo
mejillas descubiertas	8	10	10	10	9	8	10
mejillas cubiertas	10	10	0	1	8	10	10



COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

- Una vez finalizado el proyecto de investigación y realizado las pruebas necesarias para evaluar la eficiencia de la detección de somnolencia se obtuvo un 92.5% de acierto en la detección de los indicadores de somnolencia con un error del 7.5%, En la revisión sobre las investigaciones relacionadas con el tema, se tiene que los sistemas de detección de somnolencia desarrollados tienen una eficiencia de alrededor del 80% con un error de alrededor del 20 %, de acuerdo a estos datos, se comprueba la hipótesis habiendo desarrollado un sistema con una eficiencia por encima de la del promedio y con un menor porcentaje de error.

EVENTOS	NÚMERO DE ACIERTOS
BOSTEZO	83
ASENTIMIENTO FRONTAL	92
ASENTIMIENTO DERECHO	95
ASENTIMIENTO IZQUIERDO	90,5
DISTRACCIÓN DERECHO	92
DISTRACCIÓN IZQUIERDO	96,5
PARAPDEO	98,5
% TOTAL DE DETECCIÓN	92,5



CONCLUSIONES

- El sistema de “vigilancia al conductor vehicular basado en técnicas de visión artificial e implementado en un smartphone ”, permite la eficiente detección de los indicadores que se presentan en la somnolencia;
- El aumento de las características de procesamiento en los smartphone hizo posible que se desarrolle una aplicación de visión artificial, capaz de detectar el rostro e indicadores visuales presentes en una persona que padece de somnolencia como son: bostezo, movimientos de la cabeza y el estado de los ojos.
- PERCLOS es una medida del estado de somnolencia ampliamente investigado y experimentado desde hace décadas, que permite determinar con un alto valor de precisión la presencia de somnolencia, la implementación de esta medida en nuestro sistema hace este sea muy robusto y preciso.



CONCLUSIONES

- Existen 3 métodos para la detección de somnolencia, entre ellos el método de detección por medio de indicadores visuales. La implementación de este método en el sistema, permitió desarrollar un sistema no intrusivo que no interfiere en el desempeño cotidiano de conducción.
- La implementación de un botón para que se oculte la pantalla de procesamiento de la imagen permite que el conductor no se distraiga mirando su smartphone mientras conduce.



CONCLUSIONES

- Los síntomas que presentan las personas durante la transición entre despierta y dormida van apareciendo conforme aumenta la intensidad de la somnolencia, a una mayor intensidad de somnolencia mayor es la pérdida de concentración y capacidad de reacción por parte del conductor.
- La implementación de 3 niveles de somnolencia permite que el sistema alerte al conductor sobre su estado no necesariamente en un nivel crítico donde posiblemente se tenga repercusiones graves, sino en niveles tempranos donde la somnolencia recién está apareciendo.



RECOMENDACIONES

- Para el correcto funcionamiento, el sistema requiere la descarga de recursos de la librería de visión, por lo tanto, la primera vez que el usuario instale la aplicación debe tener acceso a internet, si es exitosa la descarga el sistema enmarca el rostro detectado del conductor.
- La posición del smartphome debe ser al frente del rostro del rostro del conductor y por debajo de la línea de vista, esto con el fin de evitar que el dispositivo impida la correcta visualización de la carretera



RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se verifique el nivel de volumen del smartphone, de ser posible se ajuste en lo más alto, esto para que los niveles de alerta sonora surjan efecto en el conductor.
- Se recomienda que una vez inicializado el sistema, se oculte la pantalla donde se procesa la imagen mediante el botón “ocultar”, esto con el fin de evitar posibles distracciones por parte del conductor.



GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA