



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA DETECCIÓN DE VEHÍCULOS ROBADOS EN MOVIMIENTO, EMPLEANDO TECNOLOGÍA BEAGLEBONE, POR MEDIO DE SOFTWARE LIBRE”.

Realizado por:

Garzón Canchignia Roberto Carlos
Pacheco Gavilánez Jonathan Alexander

Revisado por:

Director: Ing. Eddie Galarza



AGENDA

Objetivos e Hipótesis

Descripción de la Tarjeta Beaglebone Black

Descripción del Proyecto

Desarrollo del Algoritmo

Análisis de Resultados

Conclusiones y Recomendaciones



OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar e implementar un sistema para detección de vehículos robados en movimiento, empleando tecnología Beaglebone mediante software libre.

ESPECÍFICOS

- Instalar y calibrar una cámara para la adquisición de las señales de video en tiempo real, e implementar algoritmos para la detección de placas vehiculares en movimiento mediante software libre compatible con tecnología Beaglebone Black RevC.
- Detectar y extraer el código de la placa vehicular desde una señal de video obtenida en tiempo real.



OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

- Realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la detección.
- Comparar la información adquirida con una base de datos misma que contenga información de vehículos reportados.
- Diseñar un HMI para la presentación de la placa vehicular identificada por la cámara.

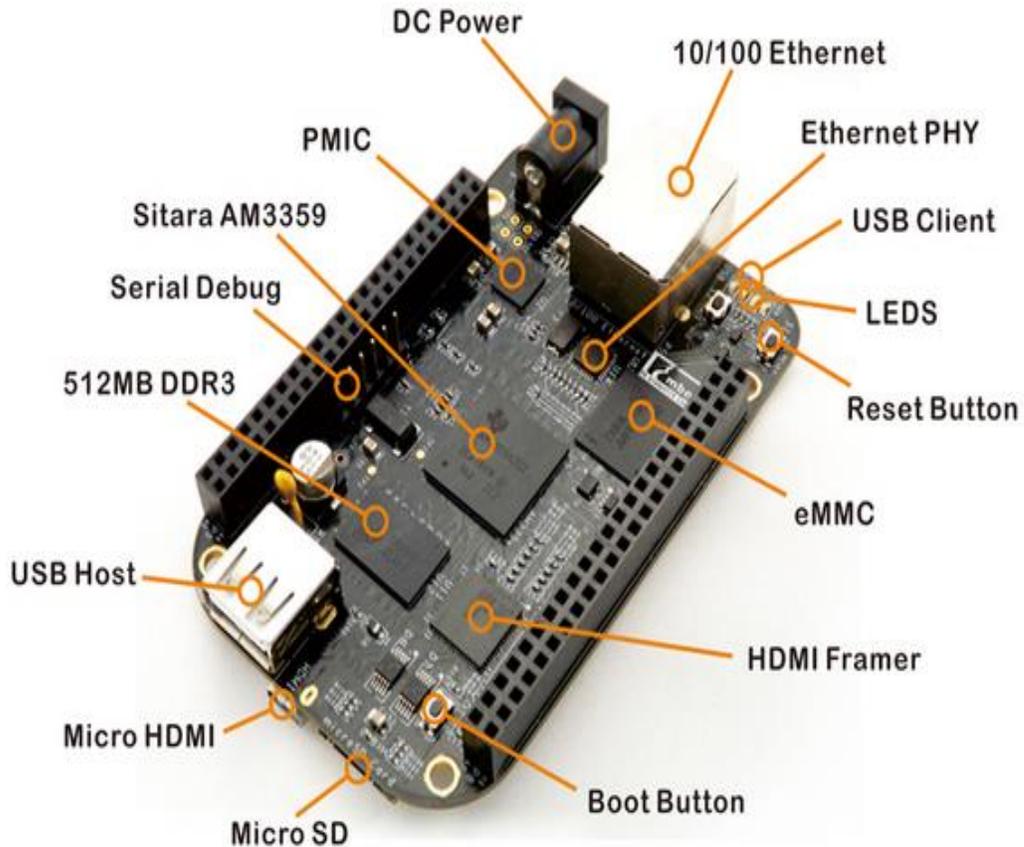


HIPÓTESIS

La implementación del sistema para detección de vehículos robados en movimiento, empleando tecnología Beaglebone por medio de software libre (OpenCV), permitirá identificar la placa vehicular de un automotor



TARJETA BEAGLEBONE BLACK



Diseñada para aplicaciones que trabajen directamente sobre el procesador.

Compatible con algunas distribuciones de Linux como Angstrom, Debian, Ubuntu, también con Android.

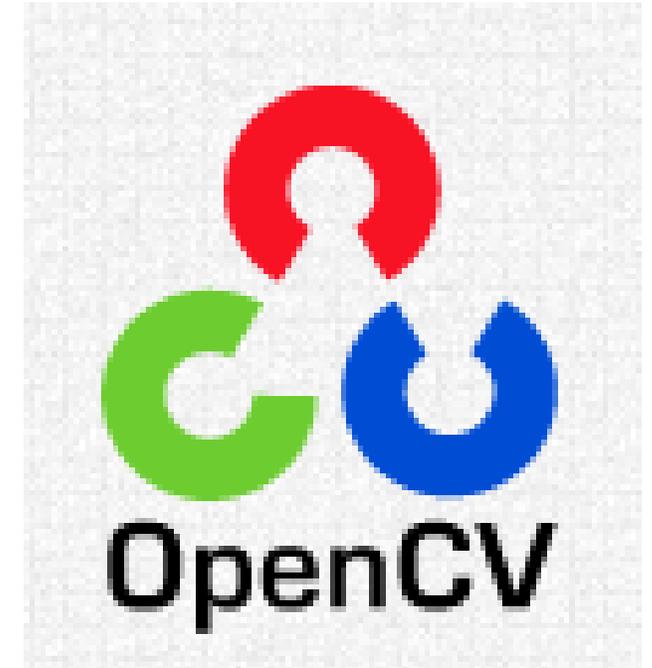
USB Client Port, USB Host Port, Ethernet, Micro HDMI



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OPENCV

- Es una biblioteca para C, C++, Python y Java, siendo compatible con Windows, Linux, Mac OS, iOS y Android.
- Da la posibilidad de realizar procesamiento de imágenes y visión por computador.
- OpenCV posee estructuras básicas para el procesamiento de imágenes.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- El presente proyecto de investigación tiene el propósito de diseñar e implementar un sistema de identificación de vehículos robados en movimiento en la calle Quijano Ordoñez junto al parque San Francisco de la ciudad de Latacunga, donde se analizará si el funcionamiento de la tarjeta Beaglebone Black RevC es el adecuado, como sistema operativo de procesamiento en conjunto con el lenguaje de programación python bajo la distribución de software libre.



DESARROLLO DEL ALGORITMO

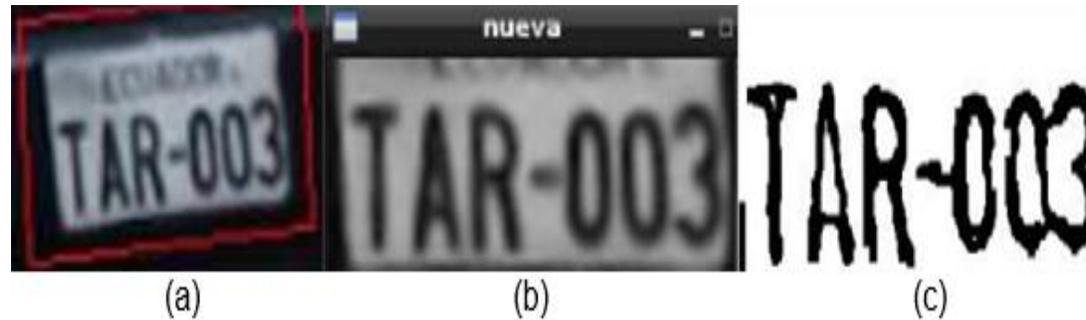
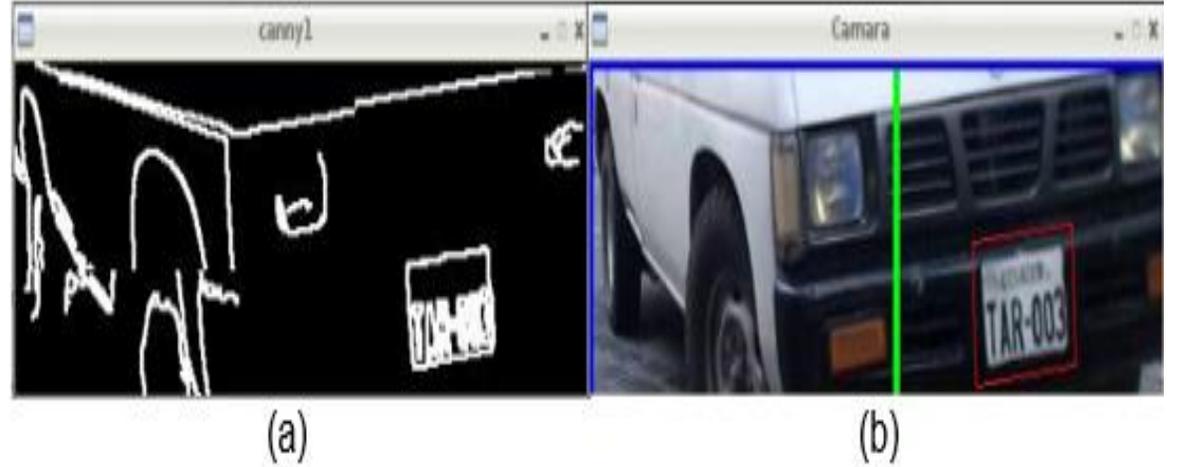
El algoritmo se divide en cuatro partes fundamentales:

- Ubicación de la placa en una región de interés.
- Extracción y corrección del ángulo de la placa.
- Reconocimiento óptico de caracteres (OCR) con Tesseract.
- Búsqueda de la placa dentro de una base de datos.



DESARROLLO DEL ALGORITMO

ADQUISICIÓN, EXTRACCIÓN, CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE LA PLACA



DESARROLLO DEL ALGORITMO

VALIDACIÓN DE CARACTERES, BASE DE DATOS, INTERFAZ GRÁFICA

```
betorc@debian: ~  
Archivo Editar Pestañas Ayuda  
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)  
mysql> select * from placas;  
+-----+-----+-----+-----+  
| placa          | marca          | color      | propietario    |  
+-----+-----+-----+-----+  
| TBD-7443       | MAZDA          | BLANCO     | JUAN VEGA      |  
| POG-209        | CHEVROLET     | VINO       | PATRICIO VARGAS|  
| PVI-907        | CHEVROLET     | PLOMO      | GUSTAVO GAVILANEZ|  
| PXX-372        | VOLKSWAGEN    | PLOMO      | DAVID PACHECO  |  
| PPG-219        | NISSAN        | AZUL       | OSWALDO PACHECO|  
| TDP-131        | KIA           | VINO       | KEVIN BEDON    |  
| PBO-6430       | NISSAN        | ROJO       | MARIO PACHECO  |  
| GOK-545        | FORD          | DORADO     | JORGE GARZON   |  
| PYN-526        | CHEVROLET     | PLOMO      | DANNY HERRERA  |  
| POI-214        | SKODA         | BLANCO     | SEBASTIAN PANCHI|  
| XBW-289        | TOYOTA        | ROJO       | FRANCISCO PANCHI|  
| POJ-626        | NISSAN        | PLOMO      | ITALO ROSERO   |  
| XBB-1060       | CHEVROLET     | NEGRO      | JONATHAN PACHECO|  
| XBU-326        | CHEVROLET     | VINO       | GALO CHACON    |  
+-----+-----+-----+-----+
```



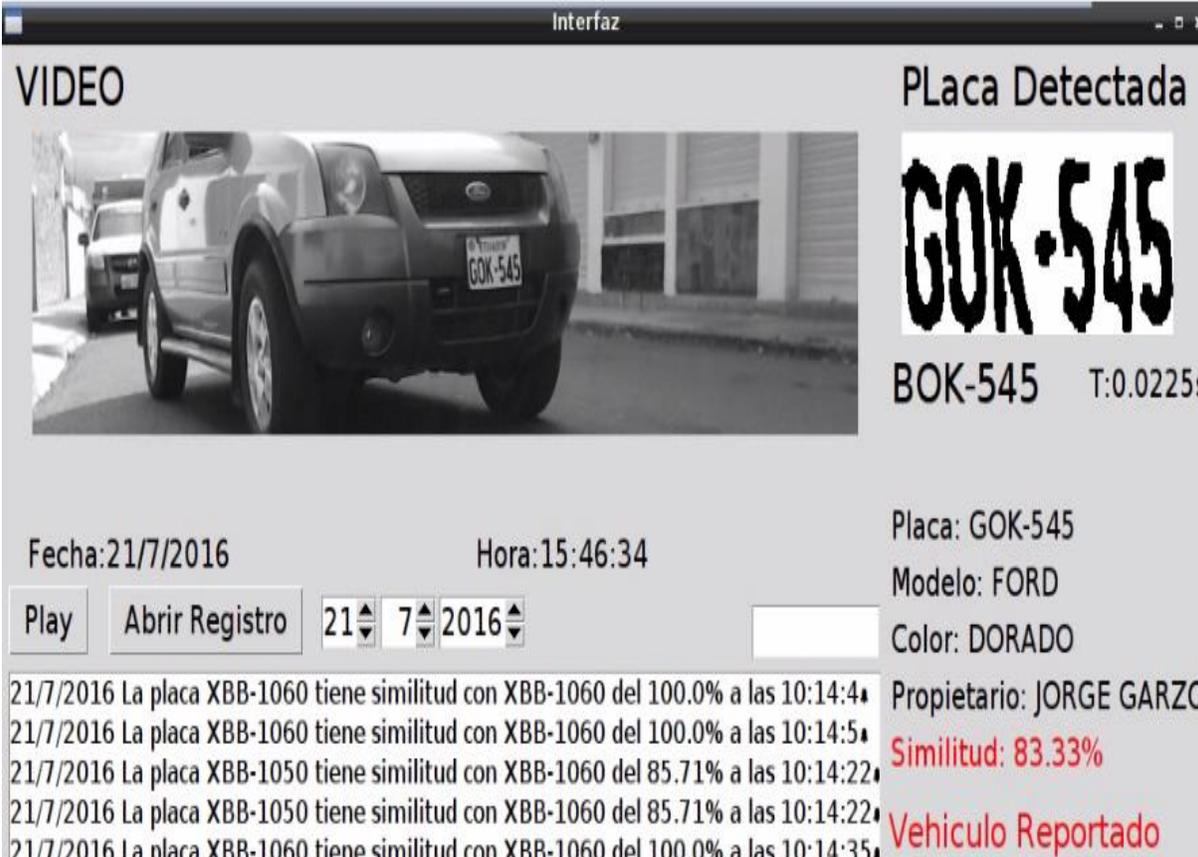
DESARROLLO DEL ALGORITMO

VALIDACIÓN DE CARACTERES, INTERFAZ GRÁFICA

```
debian@beaglebone:~$ sudo su
root@beaglebone:/home/debian# cd Desktop
root@beaglebone:/home/debian/Desktop# python tesis.py
Tesseract Open Source OCR Engine v3.02 with Leptonica
I AEC-0123 e
Xlib: extension "RANDR" missing on display ":10.0".
█
```



```
root@beaglebone:/home/debian/Desktop# python placa.py
Placa Inicial: I AEC-0123 e
Elimina simbolos: IAEC0123E
Validar Letras: AEC
Validar Numeros: 0123
Resultado: AEC-0123
```



Interfaz

VIDEO

PLaca Detectada

GOK-545

BOK-545 T:0.0225s

Fecha:21/7/2016 Hora:15:46:34

Play Abrir Registro 21 7 2016

21/7/2016 La placa XBB-1060 tiene similitud con XBB-1060 del 100.0% a las 10:14:4

21/7/2016 La placa XBB-1060 tiene similitud con XBB-1060 del 100.0% a las 10:14:5

21/7/2016 La placa XBB-1050 tiene similitud con XBB-1060 del 85.71% a las 10:14:22

21/7/2016 La placa XBB-1050 tiene similitud con XBB-1060 del 85.71% a las 10:14:22

21/7/2016 La placa XBB-1060 tiene similitud con XBB-1060 del 100.0% a las 10:14:35

Placa: GOK-545

Modelo: FORD

Color: DORADO

Propietario: JORGE GARZO

Similitud: 83.33%

Vehiculo Reportado



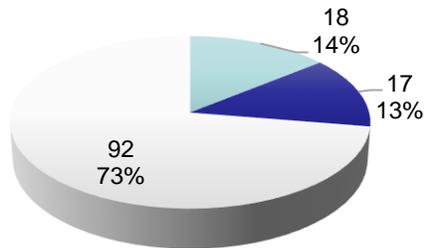
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Prueba Día Uno Beaglebone Black RevC

8:00am a 8:30am

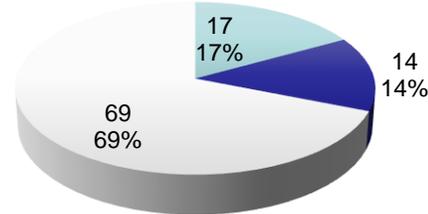
Reconocimiento
Placas Vehiculares
día 1
8:00am - 8:30am



- Vehículos procesados sin error
- Vehículos Procesados con Reconocimiento erróneo
- Vehículos no Procesados

12:00pm a 12:30pm

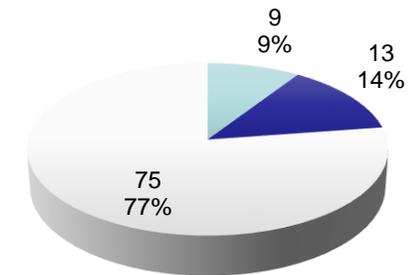
Reconocimiento
Placas Vehiculares
día 1
12:00pm - 12:30pm



- Vehículos procesados sin error
- Vehículos Procesados con Reconocimiento erróneo
- Vehículos no Procesados

6:00pm a 6:30pm

Reconocimiento
Placas Vehiculares
día 1
6:00pm - 6:30pm



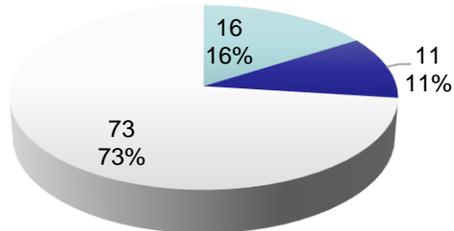
- Vehículos procesados sin error
- Vehículos Procesados con Reconocimiento erróneo
- Vehículos no Procesados

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Prueba Día Dos Beaglebone Black RevC

8:00am a 8:30am

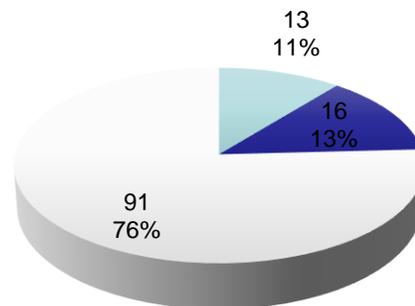
Reconocimiento
Placas Vehiculares día
2
8:00am - 8:30am



- Vehículos procesado sin error
- Vehículos procesados con reconocimiento erróneo
- Vehículos no procesados

12:00pm a 12:30pm

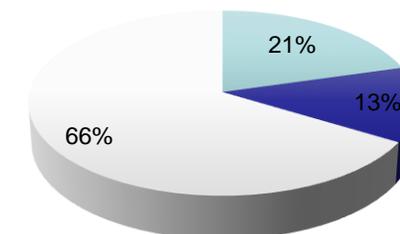
Reconocimiento Placas
Vehiculares día 2
12:00pm - 12:30pm



- Vehículos procesado sin error
- Vehículos procesados con reconocimiento erróneo
- Vehículos no procesados

6:00pm a 6:30pm

Reconocimiento
Placas Vehiculares día
2
6:00pm - 6:30pm



- Vehículos procesado sin error
- Vehículos procesados con reconocimiento erróneo
- Vehículos no procesados

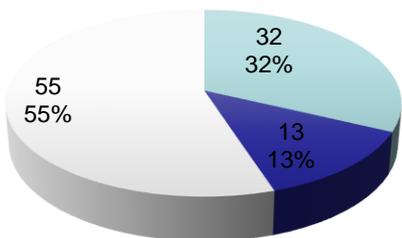


ANÁLISIS DE RESULTADOS

Prueba Día Tres Computador

8:00am a 8:30am

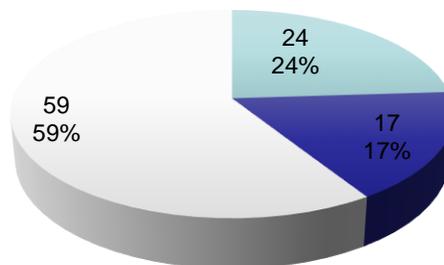
Reconocimiento
Placas
Vehiculares día 3
8:00am - 8:30am



- Vehículos procesados sin error
- Vehículos Procesados con Reconocimiento erróneo
- Vehículos no Procesados

12:00pm a 12:30pm

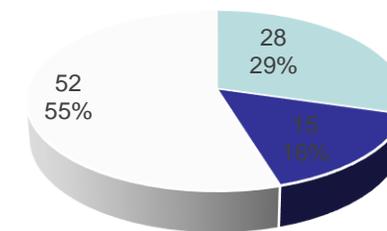
Reconocimiento
Placas Vehiculares
día 3
12:00pm - 12:30pm



- Vehículos procesados sin error
- Vehículos Procesados con Reconocimiento erróneo
- Vehículos no Procesados

6:00pm a 6:30pm

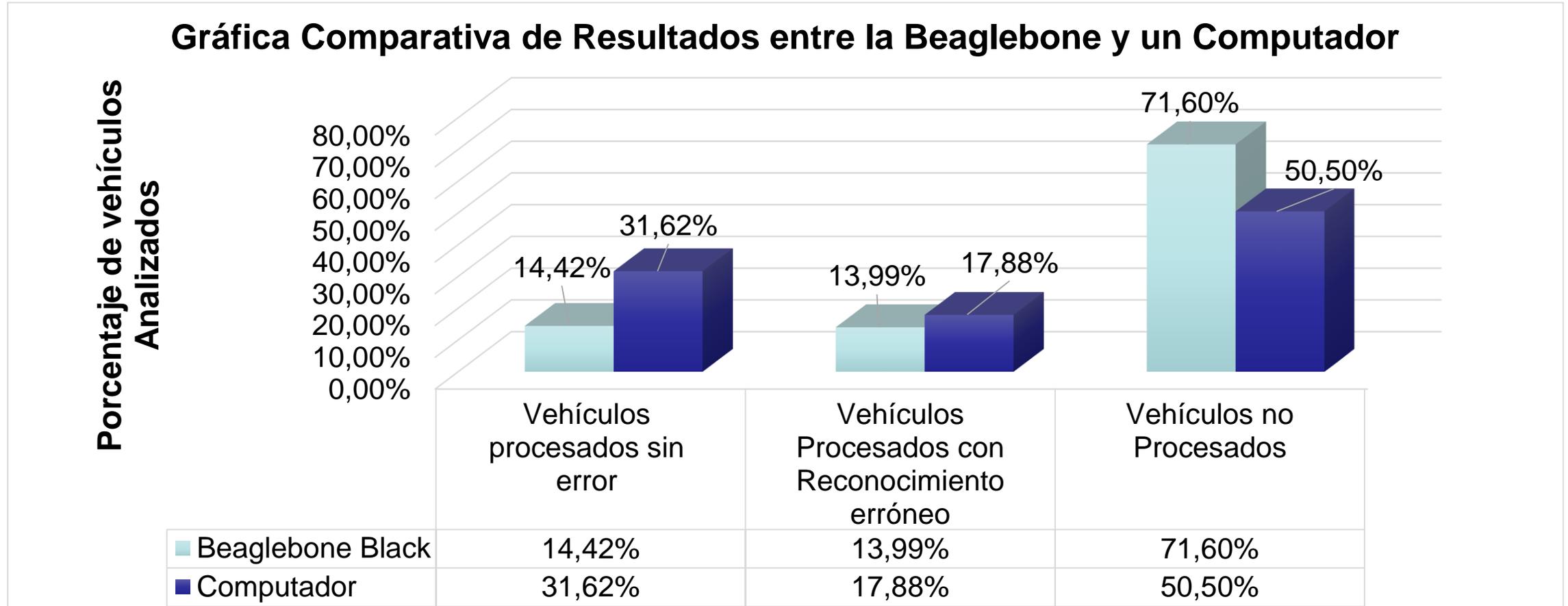
Reconocimiento
Placas
Vehiculares día 3
5:00pm - 5:30pm



- Vehículos procesados sin error
- Vehículos Procesados con Reconocimiento erróneo
- Vehículos no Procesados

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Comparativa de Resultados entre la Beaglebone y un Computador



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tiempo de Procesamiento entre la Beaglebone y un Computador

Resolución de la imagen	Beaglebone Black		Computador	
	FPS	Tiempo de procesamiento	FPS	Tiempo de procesamiento
360	8	0,1223	35	0,02875
480	8	0,1230	27	0,03650
720	3	0,3447	24	0,04093
1080	2	0,4671	20	0,05888



ANÁLISIS DE RESULTADOS

VEHÍCULO N° 3		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA		
PROPIETARIO: GUSTAVO GAVILÁNEZ		
PLACA: PVI-907		
<p>VIDEO</p> <p>Placa Detectada PVI-907 PVI-907 T:0.4957s</p> <p>Fecha: 21/7/2016 Hora: 10:19:29</p> <p>Placa: PVI-907 Modelo: CHEVROLET Color: PLOMO Propietario: GUSTAVO GA Similitud: 100.0% Vehículo Reportado</p> <p>21/7/2016 La placa XBB-1060 tiene similitud con XBB-1060 del 100.0% a las 10:14:35 21/7/2016 La placa XBB-1060 tiene similitud con XBB-1060 del 100.0% a las 10:14:36 21/7/2016 La placa XBB-1060 tiene similitud con XBB-1060 del 100.0% a las 10:14:36 21/7/2016 La placa PVI-90 tiene similitud con PVI-907 del 83.33% a las 10:16:30 21/7/2016 La placa PVI-907 tiene similitud con PVI-907 del 83.33% a las 10:16:37</p>		
ESPECIFICACIONES	BEAGLEBONE BLACK	COMPUTADOR PORTÁTIL
Altura de la cámara	70cm	70cm
Tiempo de procesamiento	2.942s	0.495s
Placa reconocida	SI	SI
Caracteres reconocidos	6	6
Porcentaje de reconocimiento de caracteres	100%	100%
Velocidad máxima del vehículo	10 km/h	30 km/h
Observaciones	Ninguna	Ninguna

VEHÍCULO N° 10		
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA		
PROPIETARIO: SEBASTIAN PANCHI		
PLACA: PYN-526		
<p>VIDEO</p> <p>Placa Detectada P01-214 VAR-314 T:0.0179s</p> <p>Fecha: 21/7/2016 Hora: 16:47:33</p> <p>Placa: --- Modelo: --- Color: --- Propietario: --- Porcentaje: ---</p>		
ESPECIFICACIONES	BEAGLEBONE BLACK	COMPUTADOR PORTÁTIL
Altura de la cámara	70cm	70cm
Tiempo de procesamiento	---	0.017s
Placa reconocida	NO	SI
Caracteres reconocidos	0	2
Porcentaje de reconocimiento de caracteres	0%	33.34%
Velocidad máxima del vehículo	10 km/h	15 km/h
Observaciones	No se reconoció la placa vehicular	Mala extracción de caracteres de la imagen



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA

- El presente trabajo de tesis se ha alcanzado los siguientes resultados que permiten verificar la hipótesis planteada empleando el método estadístico Chi-Cuadrado:
- $H_0 =$ ¿No se puede identificar la placa vehicular de un automotor empleando tecnología Beaglebone?
- $H_1 =$ ¿Si se puede identificar la placa vehicular de un automotor empleando tecnología Beaglebone?



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA

$$[\chi^2]_p=0,583973258 < [\chi^2]_t=0.59915,$$

- Al analizar los datos obtenidos y compararlos con los criterios anteriormente mencionados se puede concluir que no se puede identificar la placa vehicular de un automotor empleando tecnología Beaglebone.



CONCLUSIONES

- La tarjeta Beaglebone Black no es adecuada para aplicaciones que empleen visión artificial, en donde los procesos requieran una gran cantidad de procesamiento de información como se puede apreciar en el proyecto desarrollado, en el cual el tiempo de respuesta es muy grande para los objetivos planteados, además existen pocas cámaras que son compatibles con la tarjeta, debido a sus limitados recursos de memoria y procesamiento.
- El algoritmo desarrollado para la detección de vehículos robados en movimiento cumple con el requerimiento del dispositivo, siempre y cuando no exista gran afluencia vehicular debido al tiempo de procesamiento que le toma al sistema en procesar la información, de no ser así, el sistema pierde información cuando esta es procesada.



CONCLUSIONES

- El consumo de memoria al ejecutar una aplicación en la tarjeta Beaglebone Black, es muy elevado en relación a la capacidad total de memoria RAM disponible en el dispositivo, tal es el caso que solo en el arranque del sistema operativo de la tarjeta utiliza cerca del 70% (366MB) de la memoria, dejando un valor no superior a los 130MB a disposición del usuario, cabe mencionar que al emplear algoritmos que procesen una alta tasa de información la tarjeta tiende a saturar su memoria rápidamente ocasionado pérdidas de información y retrasos en su tiempo de ejecución.
- El uso prolongado de la tarjeta Beaglebone Black en conjunto con el algoritmo de detección de vehículos, produce un sobrecalentamiento en el hardware, ya que el sistema emplea todos sus recursos de memoria y procesamiento, provocando de esta manera un colapso de su sistema operativo obligándolo a suspender su funcionamiento en su totalidad.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de un computador, pero de no ser posible y requerirse de una tarjeta como la Beaglebone Black, se deberá utilizar una tarjeta micro SD mayor a 4Gb de almacenamiento, con una velocidad de 10MB/S para que la tarjeta Beaglebone Black pueda aprovechar la máxima velocidad de transferencia de datos mejorando su rendimiento.
- Se recomienda verificar la compatibilidad de la cámara con el sistema operativo Debian, pues no toda cámara presenta una adecuada relación con el sistema operativo impidiendo una conexión exitosa entre la cámara y la tarjeta Beaglebone Black.



RECOMENDACIONES

- Utilizar dispositivos periféricos de entrada (mouse y teclado inalámbrico) para evitar la aglomeración de varios puertos de entrada en la tarjeta, ya que solo dispone de una entrada USB, por tal motivo para emplear varios dispositivos se requiere emplear un HUB-USB para dicha conexión, presentado de esta manera un mayor consumo de energía que en algunos casos no alcanza a abastecer a todos los dispositivos.
- Para evitar daños en la tarjeta Beaglebone Black no es recomendable desconectar la fuente de alimentación directamente, sino más bien pulsar el botón de reseteo y esperar a que las luces led del dispositivo se apaguen siendo este el momento idóneo para desconectar la fuente de alimentación.



GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA