

REPOSITORIO DE IMÁGENES DE PLACAS Y PEATONES

MARÍA XIMENA WEISS MALDONADO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C.

2010

I

REPOSITORIO DE IMÁGENES DE PLACAS Y PEATONES

MARÍA XIMENA WEISS MALDONADO

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Electrónico

Directores

ALEJANDRO FORERO GUZMÁN

Ingeniero Electrónico M. Sc.

JULIAN QUIROGA

Ingeniero Electrónico M. Sc.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C.

2010

II

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RECTOR MAGNÍFICO:	P. JOAQUÍN SÁNCHEZ, S.J.
DECANO ACADÉMICO:	Ing. FRANCISCO J. REBOLLEDO
DECANO DEL MEDIO UNIVERSITARIO:	P. SERGIO BERNAL, S.J.
DIRECTOR DE CARRERA:	Ing. JUAN MANUEL CRUZ
DIRECTORES DEL TRABAJO DE GRADO:	Ing. ALEJANDRO FORERO Ing. JULIAN QUIROGA

NOTA DE ADVERTENCIA

“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de grado.

Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque los trabajos no contengan ataques o polémicas puramente personales.

Antes bien que se vea en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia.”

Artículo 23 de la resolución No. 13, del 6 de julio de 1946, por la cual se reglamenta lo concerniente a Tesis y Exámenes de Grado en la Pontificia Universidad Javeriana.

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, Noviembre de 2010.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A los ingenieros Alejandro Forero, Julián Quiroga, Francisco Calderón y Alejandro Mayorga, por estar siempre apoyándome y brindándome toda su ayuda.

A mis amigos, porque siempre estuvieron a mi lado para brindarme una voz de aliento.

A mis compañeros, que siempre me acompañaron brindándome su trabajo en equipo.

CONTENIDO

CONTENIDO	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	X
ANEXOS	XI
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 INGENIERÍA DE TRÁFICO [1], [3]	3
2.2 VISIÓN ARTIFICIAL [16], [21]	4
2.3 BIBLIOTECAS DE SOFTWARE.....	4
2.4 REPOSITORIO DE DATOS	5
2.5 ESTUDIO DE PLACAS Y PEATONES DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.....	6
2.6 FORMATOS.....	7
3 ESPECIFICACIONES.....	9
3.1 VIDEOS	9
3.2 CAPTURA DE VIDEO.....	13
3.3 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA.....	14
4 DESARROLLOS.....	16
4.1 PRE-PROCESAMIENTO.....	16
4.2 EXTRACCIÓN DE PLACAS	17
4.3 EXTRACCIÓN DE PEATONES	25
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	31
5.1 PLACAS.....	31
5.2 PEATONES.....	36
6 CONCLUSIONES	39
7 BIBLIOGRAFÍA	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de planos utilizados.....	10
Figura 2. Formación de Ángulos con respecto al eje Vertical.	12
Figura 3. Formación de Ángulos con respecto al eje Horizontal.	12
Figura 4. Uso de la escuadra para medir los ángulos que forma la cámara con los ejes vertical y horizontal.	12
Figura 5. Diagrama en bloques del sistema de selección manual de objetos de interés (Placas y Peatones).	14
Figura 6. Diagrama de la selección de imágenes del video (cont, identificador de las imágenes que se almacenan, cps, contador que va contando las imágenes que se cargan del video, X representa cada cuantos fotogramas el usuario desea guardar una imagen).	17
Figura 7. Diagrama en Bloques del tratamiento de cada imagen contenedora de placas.....	18
Figura 8. ROI seleccionada dentro de la imagen original, donde se encuentra la placa de interés...	19
Figura 9. Imagen de la ROI extraída y ampliada.	19
Figura 10. Puntos de la placa señalados en la ROI.	20
Figura 11. Imagen Original después de la detección manual de la placa.....	20
Figura 12. Máscara aplicada sobre la ROI original.....	20
Figura 13. Características de las placas detectadas.	21
Figura 14. Imágenes que resultantes después de la extracción manual de las placas.....	21
Figura 15. Consecución de imágenes de placas, provenientes de diferentes Imágenes Originales...	22
Figura 16. Imagen Original y su ROI ampliado, donde no se pueden identificar los caracteres de la placa.	23
Figura 17. Imágenes de placas, donde se observan menos de los 3 primeros caracteres que conforman la placa.	24
Figura 18. Imagen de placa con muy buena resolución, sin embargo, no se visualizan los caracteres en su totalidad.....	24
Figura 19. Imagen de placas, donde solo se observan caracteres de tipo numérico.....	24
Figura 20. Identificación de placas adicionales de los vehículos de servicio público en Colombia.	24
Figura 21. Diagrama en bloques del algoritmo para extracción de peatones.	25
Figura 22. Selección manual de la ROI.....	26
Figura 23. Selección de la ROI ampliada, conteniendo un grupo de peatones y un peatón, respectivamente.	26
Figura 24. Peatón seleccionado sobre la ROI.....	27

Figura 25. Caracterización de la imagen extraída e imagen original.	27
Figura 26. Imágenes resultantes del sistema de extracción de peatones.	28
Figura 27. Conjunto de peatones seleccionados con una ROI lo más ajustada posible.	28
Figura 28. Peatón seleccionado con una ROI lo más ajustada posible.	29
Figura 29. Imagen que contiene al peatón con el objeto, y la imagen de la una vez seleccionado únicamente el peatón.	29
Figura 30. Imagen donde no se puede identificar si es peatón o no.	29
Figura 31. Dificultad de identificación de caracteres por posición de la placa o elementos en la misma.	33
Figura 32. Deterioro de placas.	33
Figura 33. Placas con exceso o falta de luz.	33
Figura 34. Vista con una cantidad de luz normal y distancia de aprox. 4 metros entre el vehículo que lleva la cámara y la placa, donde se pueden identificar los caracteres de la placa.	34
Figura 35. Placas Sucias.	34
Figura 36. Sombras por parte del mismo vehículo.	34
Figura 37. Placas con bordes difíciles de definir.	35
Figura 38. Imágenes de placas que se encuentran relativamente cerca, sin embargo no se logra detallar el nombre de la ciudad.	35
Figura 39. Placas donde se logra detallar el nombre de la ciudad.	35
Figura 40. Falta de luminosidad en algunas partes de la escena.	37
Figura 41. Imagen donde no se puede determinar si es peatón o no lo que se observa.	37
Figura 42. Imagen que presenta peatones muy juntos impidiendo el correcto conteo.	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de excel de caracterización de videos.	31
Tabla 2. Resultado de Extracción de Placas.....	32
Tabla 3. Resultado de Extracción de Peatones.....	36

ANEXOS

ANEXO 1. Repositorio de Imágenes de Placas y Peatones 44

DVD Anexos

- Disco 1** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Peatones
09.08 PS3 (1) – 09.08 PS3 (17)
09.09 PS3 (1) – 09.09 PS3 (8)
- Disco 2** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Peatones
09.09 PS3 (9) – 09.09 PS3 (34)
09.09 PS3_2 (1)
- Disco 3** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Peatones
09.09 PS3_2 (2) – 09.09 PS3_2(8)
09.10 PS3 (1) – 09.10 PS3 (13)
09.26 PS3 (1) – 09.26 PS3 (7)
- Disco 4** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Peatones
09.26 PS3 (8)
09.26 Sony (1) – 09.26 Sony (3)
09.27 Sony (1) - 09.27 Sony (8)
09.27 Sony_2 (1) – 09.27 Sony_2 (13)
- Disco 5** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Peatones
09.27 Sony_2 (14) – 09.27 Sony_2 (15)
- Disco 6** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Placas
09.30 Sony (1) – 09.30 Sony (7)
10.03 Sony (1) – 10.03 Sony (3)
- Disco 7** REPOSITORIO
Grupo de Imágenes de Placas
10.03 Sony (4)

	10.06 Sony (1) – 10.06 Sony (5)
	10.08 Sony (1) – 10.08 Sony (2)
	10.10 Sony (1) – 10.10 Sony (4)
Disco 8	REPOSITORIO
	Grupo de Imágenes de Placas
	10.10 Sony (5) – 10.10 Sony (6)
	10.11 Sony (1) – 10.11 Sony (9)
Disco 9	REPOSITORIO
	Grupo de Imágenes de Placas
	10.13 Sony (1) – 10.13 Sony (14)
Disco 10	Informe final
	Artículo IEEE
	Código fuente
	Tabla de características de videos
	Resultado de extracción de placas
	Resultado de extracción de peatones

1 INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Tráfico, como énfasis de la Ingeniería Civil, ocupa un lugar muy importante en nuestra sociedad debido a que esta especialidad de la Ingeniería se ocupa de planificar, diseñar y controlar efectivamente el flujo vehicular y peatonal en calles y carreteras [1].

Hoy día las grandes ciudades enfrentan múltiples problemas de tráfico debido al creciente número de vehículos y personas, y al avance económico de las mismas ciudades; dentro de ellas, además de los pobladores originales, están los productores y consumidores que vienen de otros lugares, pues encuentran allí nuevas oportunidades, tanto laborales como de vida. Este crecimiento, sin ser negativo, causa caos, pues al aumentar el número tanto de personas como de vehículos, aumenta el riesgo de accidentes viales; no olvidemos además la contaminación que este crecimiento genera, contaminación que no solo afecta a unos pocos sino al mundo entero [2]. El aumento de población y parque automotor se ha venido dando de una manera creciente desde el año 2002 según [19].

Frente a este tipo de inconvenientes respecto al flujo vehicular y peatonal, existe la Ingeniería de Tráfico. Este tipo de ciencia requiere herramientas que de alguna manera simplifiquen el diseño de solución de problemas. Para esto ya existen herramientas que complementan este trabajo, como los son los sistemas de tráfico [3], [4].

Respecto al control de tráfico -la rama que se analiza en este trabajo-, la visión artificial ha sido útil en trabajos como: conteo automático de vehículos [5], detección de objetos y prevención de colisiones [6], detección [7] y seguimiento de peatones [8], control vehicular [9], conteo, identificación y clasificación de vehículos [10], reconocimiento de placas vehiculares [11], [12] identificación de transporte público, [13] y detección y seguimiento de vehículos [14].

La recopilación de datos, caracterizados y etiquetados, harían más eficaces y eficientes los futuros estudios de reconocimiento y conteo de objetos, peatones y placas vehiculares, así como también la estandarización de la visión artificial. Frente a esto vemos un caso [15] en el que se realiza una base de datos centrada en la mejora de fallas que se observaron previamente en otros trabajos al respecto.

Hasta el momento, los trabajos desarrollados en Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana no han contado con un repositorio propio de imágenes de placas y peatones, que pueda ser usada en el entrenamiento y evaluación de algoritmos, y aplicada a la detección de placas colombianas, detección de peatones en escenas y perspectivas de interés para los trabajos que se vienen desarrollando. En el proyecto [12] se menciona que uno de los inconvenientes, fue la adquisición de videos para realizar

la implementación del algoritmo, ya que se presentan múltiples variables que retrasan el proceso; por tal razón, lo que se busca en este proyecto es presentar un repositorio de imágenes de placas y peatones centrado en nuestro contexto, que permita realizar una evaluación y un entrenamiento de algoritmos centrados en identificación y seguimiento de placas y/o peatones. Lo anterior es una herramienta complementaria al trabajo de investigación del grupo de investigación SIRP de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual vienen trabajando en la adquisición automática de variables de tráfico usando la visión por computador.

Específicamente los objetivos de este proyecto son:

- Definir las características de los objetos que conformarían el repositorio de imágenes, placas y peatones.
- Determinar las condiciones de captura de los videos que permitan la consecución de objetos de interés (placas y peatones) de acuerdo con las características definidas.
- Implementar un algoritmo que facilite extraer manualmente las placas y peatones a partir de una imagen.
- Almacenar las imágenes de los objetos segmentados y etiquetados, y sus respectivos descriptores.

Dentro del siguiente libro se realiza una explicación del proceso que se llevo para realizar el repositorio de imágenes de placas y peatones, y lograr los objetivos mencionados. En el capítulo 2 se mencionan los temas y términos que se estudian para lograr el desarrollo del proyecto de grado. Las especificaciones que fueron utilizadas para caracterizar este, se pueden observar en el capítulo 3. Junto con este estudio se realiza el desarrollo del proyecto, el cual se muestra detalladamente en el capítulo 4. Adicionalmente, se obtienen resultados que caracterizan el trabajo junto con su análisis, el cual se muestra en el capítulo 5. Y una vez obtenidos los resultados y analizados se podrán observar las conclusiones y análisis generales realizadas sobre el proyecto finalizado, en el capítulo 6.

2 MARCO TEÓRICO

Dentro del marco teórico se realizará una explicación de los temas que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del presente trabajo de grado.

2.1 Ingeniería de Tráfico [1], [3]

La Ingeniería de Tráfico es una de las ramas de la Ingeniería que se encarga de la planeación, diseño y desarrollo de estudios de vías, calles, autopistas, sus interconexiones, entre otras; estos estudios están ligados a trabajar con la eficiencia, seguridad y movilidad adecuada de peatones, vehículos privados y públicos, motos y bicicletas. La Ingeniería de tráfico identifica, evita y resuelve los posibles problemas que se puedan presentar en el sistema de transporte.

2.1.1 Variables a tener en cuenta en la Ingeniería de Tráfico

La Ingeniería de Tráfico, además de planificar, diseñar y desarrollar las vías por donde transitan vehículos y peatones, evalúa también las diferentes componentes que puedan llegar a afectar el completo desarrollo de cada uno de los proyectos que emprenda un Ingeniero en esta área.

A continuación, se presentan los principales componentes que se deben tener siempre en cuenta, en cada una de las decisiones que se tomen en la Ingeniería de Tráfico.

2.1.1.1 Vía

Se le llama vía o red vial, a toda aquella superficie terrestre, privada o pública, señalizada y bajo jurisdicción de las autoridades nacionales, por donde transitan peatones, vehículos o cualquier tipo de móvil [3].

Dentro de los tipos de vías tanto para peatones como para vehículos, existen: autopistas, semiautopistas, caminos de plazas rurales y urbanas, y construcciones viales secundarias como puentes peatonales y vehiculares, y rotondas entre otros.

2.1.1.2 Usuarios de la vía

Los usuarios de la vía son peatones, y conductores de diferentes tipos de vehículos. Sin embargo, para el caso particular de este proyecto, solo se hará mención de los vehículos y peatones, al ser nuestro objetivo principal.

Peatón se refiere a cualquier ser humano que sea incluido dentro del censo de la ciudad de interés, y de alguna u otra forma sea una persona que circula por la vía pública y que en un momento dado no conduce algún vehículo; los peatones se pueden subdividir también como niño, discapacitado, persona de la tercera edad y adultos.

Vehículo, sin incluir excepciones, son todos y cada uno de los aparatos artificiales que circulan por la vía pública, y funcionan gracias a la ayuda de los seres humanos. Los vehículos que se pueden encontrar como usuarios de la vía se pueden subdividir en: bicicletas, motos, vehículos de tracción animal, automóviles, camperos, buses, camiones; otra subdivisión podría ser vehículos públicos y privados. En particular, se trabajará con vehículos que tengan placas, que identifiquen nacionalmente al vehículo. En este trabajo se pueden identificar 3 diferentes colores de placas en Colombia, blancas, amarillas y azules.

2.2 Visión Artificial [16], [21]

Visión Artificial, también conocida como visión por computador, visión de máquina, visión de robot, visión computacional, análisis de imágenes o interpretación de escenas. La visión artificial es una técnica que permite realizar construcción de escenas tridimensionales, a partir de la información bidimensional que se tiene en el sistema.

2.3 Bibliotecas de Software

Cuando se habla de bibliotecas de software, se refiere al conjunto de funciones descritas en un lenguaje de programación específico, con el fin de permitir la agilidad del proceso que se quiere realizar. En el caso del presente trabajo de grado, se desea utilizar un procesamiento de visión artificial, pues se trabaja con imágenes y videos. En el trabajo de investigación del Grupo SIRP, la biblioteca de software utilizada es OpenCV [22], por lo tanto se utilizará esta.

Este software es un conjunto abierto de fuentes de bibliotecas para visión artificial con licencia BSD [23], desarrolladas por Intel. Las bibliotecas pueden ser utilizadas con un lenguaje C y C++, y pueden correr bajo sistemas operativos como Linux, Windows, y Mac OS X.

OpenCV fue diseñado para ser eficiente en trabajos con visión artificial y desarrollos en tiempo real. El principal objetivo de OpenCV es brindar a los usuarios una herramienta de interconexión con la visión artificial, fácil y sencilla de manejar, pero al mismo tiempo, sofisticada y avanzada para una excelente aplicación dentro del excelente mundo del procesamiento. Dentro de las librerías que contiene OpenCV, existen más de 500 funciones aplicativas: seguridad, medicina, inspección de productos, trabajo con

cámaras, visión, sonido y robótica, entre muchas otras más. Lo más importante de OpenCV, es que, a pesar de poseer información avanzada y sofisticada, está adaptado para no ser únicamente utilizado por científicos y especialistas en el tema, sino para ser utilizado por cualquier persona que llegue a necesitar un procesamiento de los tipos ya mencionados.

2.4 Repositorio de Datos

Dentro del desarrollo de algoritmos para estudios respecto a visión artificial, se deben crear conjuntos de datos para el entrenamiento y prueba de dichos algoritmos. Cuando se habla de datos, se refiere a todo el almacenamiento de videos e imágenes que contengan los objetos de interés.

Un ejemplo es el caso de [11], donde se toman una serie de videos que contienen vehículos en movimiento, pues el objetivo de dicho trabajo, era el de detectar estas placas en movimiento con un ángulo determinado de visión. El desarrollo de este trabajo de grado [11], necesitó, en su momento, un número considerable de videos; de alguna u otra manera, este proceso requiere de tiempo para la adquisición de videos.

Teniendo presente esta idea, se puede considerar la ayuda de un almacenamiento de datos pre-diseñado, para su utilización en futuros trabajos de investigación en el campo de la visión artificial. Esta ayuda ahorra tiempo y esfuerzo que se podrá invertir en lo que se considera, la investigación real.

Considerando todo lo anterior, se empieza a crear un almacenamiento de datos de detección de peatones [15] y objetos [25]. Los dos trabajos mencionados, se crearon teniendo en cuenta el tipo de necesidades que se presentaron al momento. A continuación se realizará una breve descripción de dos de estas bases de datos.

2.4.1 Trabajo con Peatones

Para la realización del trabajo de [15], se tuvieron en cuenta las necesidades que se presentaron en el momento, así como también, los diferentes estudios que se realizaron anteriormente, todo esto, para lograr conformar una base de datos con mucha más información y asequibilidad que las antes realizadas.

Para la realización del repositorio de [15] se obtuvieron videos con información detallada, tomados desde un vehículo en movimiento. Se tomaron imágenes de baja resolución y una densidad alta de peatones, de esta manera, implicando una mejora en la evaluación de las métricas.

Para nuestro estudio en particular, se tuvieron en cuenta propuestas como ésta que se acaba de presentar. No olvidemos que el proyecto con el que se está trabajando involucra, no solo escenas con peatones, sino también escenas tomadas dentro de un contexto particular y con una visión específica.

2.4.2 *Trabajo con Objetos*

En el proyecto [25], se pueden observar, además de trabajos de investigación, también un sin número de trabajos de implementación, donde el propósito en sí, ha sido demostrar el avance que se ha tenido respecto a las bases de datos de conjuntos de imágenes para entrenamiento de algoritmos.

Este trabajo [25] incluye la detección de 20 tipos de objetos, como: animales, vehículos y objetos para usos en lugares cerrados: botellas, sillas, mesas, televisores, entre otros. El fin del proyecto, es lograr un conjunto amplio de bases de datos, que evidencien la clasificación, detección y segmentación de objetos, siempre en un proceso más detallado, actualizado y mejorado.

Dentro de la información de entrenamiento que se brinda, este proyecto, cuenta con imágenes completamente trabajadas, que muestran los objetos de interés dentro de un cuadro delimitador¹ que resaltan su ubicación dentro de la imagen; en algunos casos, también se incluye el nombre con el que se conoce el objeto coloquialmente. Sin embargo, en otros casos, no sólo se muestra la imagen con el cuadro delimitador, ya que también se puede observar los objetos ya segmentados y documentados con características propias de ellos, creando así, breves descripciones de cada uno de los objetos.

2.5 Estudio de Placas y Peatones dentro del Departamento de Ingeniería Electrónica

2.5.1 *Detección de Peatones*

Ya se definió que uno de los componentes importantes a tener en cuenta, dentro del estudio de la Ingeniería de Tráfico, es el peatón. Dentro de [8] se hace una implementación para realizar un conteo y seguimiento de peatones automático. Para facilitar la puesta en marcha de este proyecto, se tuvieron en cuenta técnicas de visión artificial como: estimación de fondo, análisis de contornos, transformada de Hough² y flujo óptico.

¹ Conocido como bounding box en el software OpenCV

² Es un algoritmo empleado en reconocimiento de patrones en imágenes que permite encontrar ciertas formas dentro de una imagen, como líneas, círculos, etc. http://es.wikipedia.org/wiki/Transformada_de_Hough. Consultado el 18/10/2010.

2.5.2 *Detección de Placas*

Dentro del estudio de vehículos en el Departamento de Ingeniería Electrónica, de la Pontificia Universidad Javeriana, además de tener una investigación basada en detección de placas, también se han realizado proyectos de conteo automático de vehículos [5], sistemas de adquisición de parámetros de tráfico vehicular [26], sistemas de conteo, identificación y clasificación de vehículos en un peaje [10], identificación de vehículos de transporte público [13] y detección y seguimiento de vehículos automotores en video [14]. Por parte del estudio de detección de placas vehiculares, se han realizado investigaciones como: sistemas de reconocimiento y lectura de placas de vehículos en movimiento [12] y sistemas de visión artificial para la lectura de matrículas vehiculares en ambientes naturales [11].

En [11] el sistema utilizado acepta cambios de luminosidad en video analógico; los principales inconvenientes con las entradas de video, se localizan y clasifican en los posibles candidatos de placas.

En [12] el sistema se preocupa por localizar objetos que concuerden con una descripción previamente realizada, de una placa dentro de un cuadro de video, y más específicamente, de placas colombianas. Luego que se detectan los objetos de interés, se segmentan y se efectúan los reconocimientos de caracteres de la placa; este sistema fue probado bajo diferentes cambios de condiciones, mostrando, finalmente, resultados aceptables.

2.6 **Formatos**

En el presente trabajo de grado, se utilizan diferentes formatos tanto de video como de imagen. Por lo que a continuación se explica brevemente los formatos utilizados.

2.6.1 *Formato de Imagen*

El formato utilizado para trabajar las imágenes fue BMP. Es un formato estándar de Windows que admite modos de color RGB, color indexado, escala de grises y mapa de bits, con una profundidad de hasta 32 bits por canal en la imagen, en imágenes de 4 y 8 bits, evitando la pérdida de información. Este formato puede crear archivos pesados, sin embargo, la ventaja que presenta sobre otros formatos, es la facilidad de lectura sobre cualquier programa que maneje imagen [31].

2.6.2 *Formato de Video*

Antes de conocer los formatos, se mencionarán primero que significan las clases de formato de video.

2.6.2.1 Códec [30]

Conocido como codificador-decodificador. Es capaz de transformar un archivo con un flujo de datos, mediante un desarrollo de software o hardware. Puede funcionar como ente de almacenamiento o cifrado, manipulando la información para guardarla y recuperarla cuando se desee.

Los códec pueden ser con compresión o sin compresión. Los códec sin comprimir, son los menos conocidos, pero son los que pueden ofrecer la mejor calidad posible, pues no sufren ningún tipo de cambio. También existen los de compresión en donde encontramos a DV, MPEG, DIVX [32], dependiendo de la necesidad que se presente. Para el presente proyecto, se escogió MPEG, pues entre sus muchas ventajas, la que más nos interesa mantener es, la poca degradación que tiene con la imagen, a pesar de no crear archivos pequeños.

Siempre se recomienda que no se realicen bastantes codificaciones de los datos, pues esto genera daños en la calidad de la información. Así mismo se sabe que este tipo de codificación no es útil para almacenar o transmitir sin ser encapsulada. Por esta razón existen los formatos de archivo de video.

2.6.2.2 Formatos de archivo de video

Estos formatos de archivo de video son los que permiten la encapsulación de la codificación que se le ha realizado a la información obtenida. Algunos de estos formatos son: .mpg, .avi, .mov, .mp4, .rm, .ogg, .mkv o .tta [30]. En el presente proyecto se utilizarán .mpg y .avi, para la toma de videos.

3 ESPECIFICACIONES

3.1 Videos

Dentro de la formación del repositorio de imágenes de extracción de placas y peatones, se requiere tener un conjunto de videos caracterizados, así que para cada video se tuvieron en cuenta una serie de especificaciones que se muestran a continuación:

Nombre, hora, fecha, duración, ubicación toma del video, descripción del entorno, tipo de plano, cámara utilizada, ángulo de la cámara con respecto al eje vertical y eje horizontal, altura con respecto al suelo donde se encuentre ubicada la cámara, posición de la cámara (fija o móvil), condición climática, cuadros por segundo (fps), minutos secuenciales* (excepciones), número de videos generados* (excepciones), tipo de formato de la imagen: tanto códec como formato contenedor, zoom de la cámara y la resolución con la que se filmaron fue de 640 x 480 píxeles en general para todos los videos.

Nombre: Cada uno de los videos se nombró de manera tal que sea fácilmente identificado. Un ejemplo es 09.08 PS3 (1). Indicando 09 como el mes, 08 el día, PS3 la cámara utilizada, (#) número con el cual se conoce el video de la serie, en caso tal que se hayan tomado varios videos el mismo día y con la misma cámara.

Hora: Indica la hora y minutos, de inicio de la toma del video.

Fecha: Se indica el día, mes y año, de la fecha de toma del video.

Duración: Aquí se coloca un tiempo aproximado de lo que duró el video, teniendo en cuenta: horas, minutos y segundos.

Ubicación toma del video: Aquí se especifica el lugar donde se tomó el video, y se hace mención del nivel de altura, ejemplo: segundo piso, tercer piso, etc.; para el caso de peatones. Mientras que para el caso de videos con vehículos, se hace mención de la velocidad promedio que lleva el vehículo que transporta la cámara y las intersecciones principales de origen y destino del recorrido que hizo el vehículo.

Descripción del entorno: Se hace la descripción de la dirección que llevan los peatones o carros, dependiendo del caso; en general lo que se puede observar en el entorno. Para el caso de los videos de vehículos, se menciona un promedio de la velocidad que llevan los vehículos que se encuentran alrededor del vehículo que lleva la cámara embarcada.

Tipo de Plano: Dentro de la toma de videos se tuvieron en cuenta tres tipos diferentes de planos con los que se logra la clasificación de la vista que tiene la cámara, lo que se refiere a la forma en que se filman los personajes o la acción. Los planos son los que se mencionan a continuación: plano normal es cuando la cámara se encuentra al mismo nivel del personaje o de la zona donde ocurre la acción. Plano picado se refiere a la diferencia de altura diagonal vertical superior que tiene la cámara con respecto al área donde ocurre la acción. Plano cenital es cuando la posición de la cámara se encuentra a una altura completa vertical superior [27]. Los planos significan la ubicación de la acción con respecto a la cámara. La anterior explicación de planos se muestra en la **Figura 1**, donde las líneas indican la dirección hacia donde se debe inclinar la cámara dependiendo del plano que se desee utilizar.

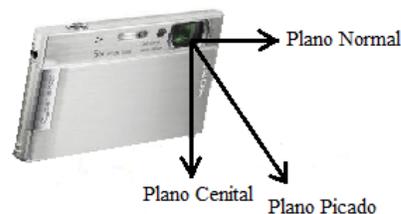


Figura 1. Tipos de planos utilizados.

Cámara Utilizada: En este trabajo de grado se utilizaron dos diferentes cámaras. Para el caso de tomas de videos de peatones, se hizo uso de las dos cámaras que se citan a continuación, mientras que para videos de vehículos, se usó únicamente la cámara Sony DSC T100. A continuación se describe brevemente cada una de las cámaras:

Sony PlayStation (PS3) [28]:

Esta cámara fue escogida por la alta frecuencia de fotogramas por segundo que puede alcanzar, aunque solo posee una opción de zoom. Para el uso de esta cámara es necesario el uso del computador, y de la herramienta OpenCV, pues es una cámara web, permitiendo ajustar el número de fotogramas por segundo a tomar. Para este caso se escogieron dos opciones, 30 y 40 fotogramas por segundo, con ayuda de un algoritmo realizado en [22] en la herramienta OpenCV.

Sony DSC T 100 [29]:

Se escogió por el lente que posee que logra un contraste y un color que produzcan imágenes brillantes y nítidas; contiene un procesador Bionz para una calidad de imagen mejorada y un funcionamiento a alta

velocidad. La velocidad de obturador³ automático tiene un rango de $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{1000}$ fracciones de segundo. Esta cámara proporciona diferentes tamaños de imagen en movimiento MPEG VX: fino, estándar y bajo. Para el presente trabajo de grado se tienen en cuenta los dos primeros. MPEG VX fino, es el tipo de resolución VGA (640x480) de alta calidad, tomando 30 fotogramas por segundo. MPEG VX estándar, tiene una resolución VGA (640x480) de una calidad estándar, tomando 16,6 fotogramas por segundo. Esta cámara al ser independiente del computador, su funcionamiento, no requiere del uso en conjunto con el computador, como si ocurría, con la cámara Sony PlayStation.

Ángulo de la cámara con respecto al eje vertical y eje horizontal: Las descripciones que se explican a continuación, se aplicaron para ambas cámaras, tanto para la Sony PlayStation (PS3), como para la Sony DSC T100 y se tuvieron en cuenta los tipos de planos explicados anteriormente.

De igual forma, se tuvieron en cuenta dos diferentes variaciones que pueden tener los ángulos que forma la cámara con respecto a la posición en la que se encuentre. Estas variaciones pueden ocurrir en el eje vertical como se observa en la **Figura 2** y el eje horizontal se visualiza en la **Figura 3**.

Estos ángulos tienen una variación que depende del usuario, quien determina el mejor ángulo a elegir según la escena donde se encuentre. Sin embargo, estos ángulos no definen el tipo de plano, pues este es el que define la ubicación de la acción en la escena.

³ La velocidad de obturación, también llamada tiempo de exposición, es el periodo de tiempo durante el cual está abierto el obturador de una cámara fotográfica. Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Velocidad_de_obturaci%C3%B3n. Consultado el 21/10/2010.

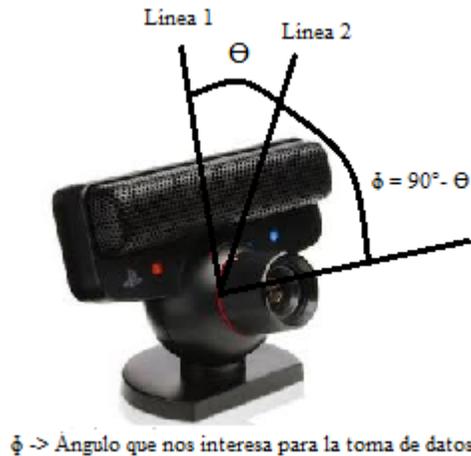


Figura 2. Formación de Ángulos con respecto al eje Vertical.

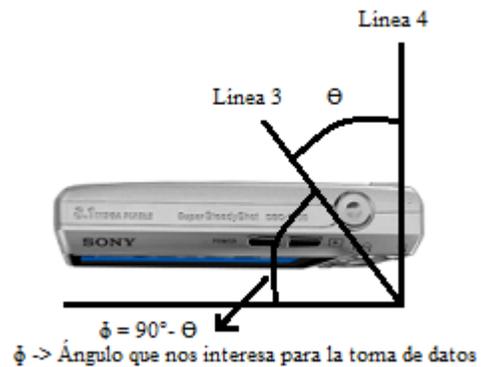


Figura 3. Formación de Ángulos con respecto al eje Horizontal.

Y la forma como se miden estos ángulos se logra, con el uso de una escuadra, como se muestra en la **Figura 4** y luego se utiliza el transportador para medir los ángulos de interés.

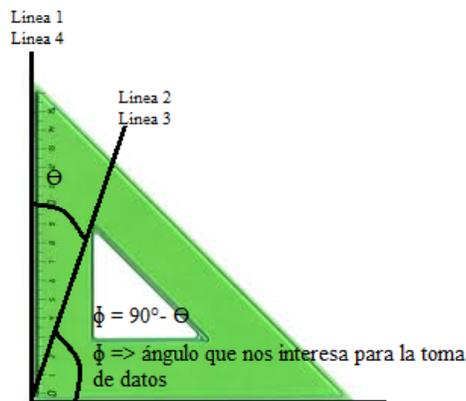


Figura 4. Uso de la escuadra para medir los ángulos que forma la cámara con los ejes vertical y horizontal.

Altura con respecto al suelo donde se encuentre ubicada la cámara: Se realiza la medición de la altura a la que se encuentra ubicada la cámara. Esta medida será medida en metros.

Posición de la cámara (fija o móvil): Acá se hace mención a la filmación del video. Por ejemplo, para el caso de peatones, la cámara se ubica de una manera fija, ya que tomará videos desde una misma ubicación, y la superficie donde se encuentra no se moverá; por el contrario de los videos de vehículos, donde la cámara se encuentra en constante movimiento, pues se encuentra en el interior de un vehículo. Puede que la cámara como tal no esté en movimiento, pero el vehículo donde se encuentra si, a lo cual se le llama cámara móvil.

Condición Climática: Se realiza una pequeña descripción de la condición del clima, no solamente incluyendo estados como: nublado, soleado, etc., pues nos encontramos en una ciudad donde puede variar de un momento a otro el clima. Así que se hacen descripciones tales como: soleado con un poco de llovizna, nublado y bastante oscuro, etc.

Fotogramas por segundo (fps): Aquí se especifica la cantidad de fotogramas por segundo que la cámara toma en ese video. Pues puede cambiar según la cámara o la calidad utilizada.

Minutos Secuenciales: Esta especificación solo se usa para el caso de los videos tomados con la cámara Sony PlayStation PS3. Como se mencionaba anteriormente, esta cámara hace uso de un algoritmo con el cual toma los videos, al algoritmo se le ha especificado que corte el video cada tres minutos, pero manteniendo la secuencia. Así que los minutos secuenciales se refiere a los 3 minutos seleccionados.

Número de videos generados: Se refiere al número de videos que se generaron de 3 minutos en cada secuencia de video.

Tipo de formato de Imagen: Se menciona el tipo de códec utilizado y el formato contenedor, según lo mencionado en el numeral 2.8.

Zoom: Se especifica el zoom con el que se hizo la toma de video. Sin embargo, cuando se uso la cámara Sony PlayStation, no se utilizó ningún zoom.

3.2 Captura de Video

Dentro del desarrollo de este trabajo de grado se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones de captura de video, que facilitan la identificación, segmentación y extracción de los objetos de interés:

- Peatones:
 - Buena luminosidad del espacio.
 - Los planos con los que se trabaja son picado y cenital.
 - Se deben tener en cuenta ambientes donde se encuentren altas y bajas cantidades de peatones.
 - Se utilizarán dos cámaras.
 - Después de varias tomas de video se encontró que con las dos cámaras se logran buenas tomas de peatones, pues no hay ningún tipo de elemento que se encuentre entre la cámara y el paso de peatones, lo cual si sucedía con los vehículos.

- Dentro del grupo de investigación SIRP se ha venido trabajando con la cámara PlayStation, por lo que se escogió esta como la primera opción para las tomas de video. Sin embargo, en los ambientes donde no se contaba con una fuente de poder cercana al lugar de la toma de video, se utilizó la cámara Sony DSC T100.
- Placas:
 - Los videos se grabaran desde el interior de un vehículo en movimiento; esto quiere decir que si hay lluvia no se pueden tomar los videos, porque las gotas de agua sobre el panorámico causarían ruido en el video.
 - El plano normal, es el utilizado para las tomas de estos videos.
 - La cámara con la que se trabajará es la Sony DSC T100.
 - Después de realizar varias pruebas de video, se encontró que al tomar videos con la cámara Sony PlayStation, no se logra tener una buena nitidez de imagen, lo cual no permite el buen trabajo con las imágenes.
 - El horario en el que se toman los videos será en el día, en horarios donde se encuentre la luz natural.

3.3 Especificaciones Generales del Sistema

Para el presente trabajo de grado se desarrolló un sistema con el que se pueda seleccionar manualmente los objetos de interés, que para este caso son las placas y los peatones presentes en una imagen. En la **Figura 5** se presenta el diagrama en bloques general del sistema.

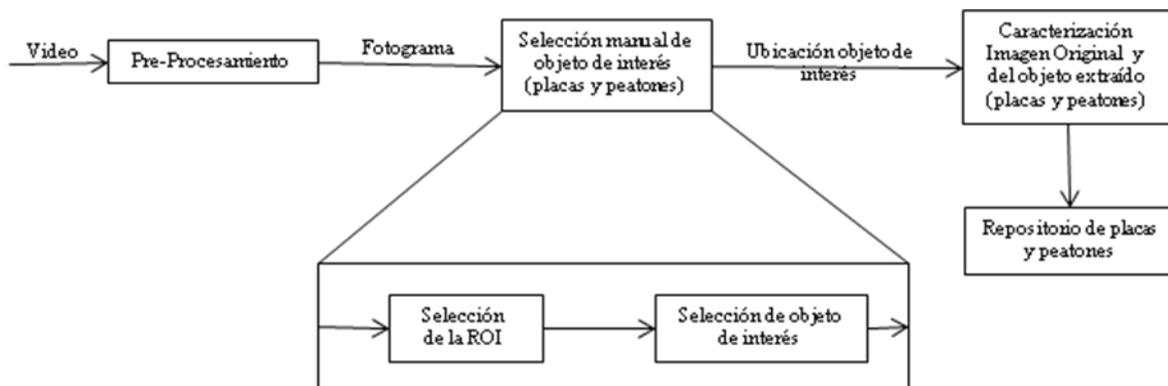


Figura 5. Diagrama en bloques del sistema de selección manual de objetos de interés (Placas y Peatones).

3.3.1 Pre-Procesamiento

Este bloque es el encargado de recibir el video que se ha caracterizado, y seleccionar solo un conjunto cuadros de videos que lo conforman. Para el caso de las imágenes de las que se extraerán placas, se

seleccionarán imágenes cada medio segundo para no perder una suma de datos muy alta, pues los vehículos se desplazan a altas velocidades. Y para el caso de las imágenes de las que se extraen peatones, son seleccionadas las imágenes cada segundo, teniendo en cuenta que la velocidad con la que se desplazan los peatones es considerablemente baja.

3.3.2 Selección Manual de Objetos de Interés

En este bloque se toman los cuadros de video seleccionados por el sistema, y el usuario realizará la tarea de selección de los objetos de interés correspondientes a cada caso. Sin embargo, para realizar la tarea de selección de los objetos, primero se selecciona y extrae la ROI (región de interés) donde se encuentra(n) el(los) objeto(s) de interés, y allí el usuario ubica el(los) objeto(s) de interés, según corresponda.

3.3.3 Caracterización Imagen Original y del objeto extraído

La tarea de este bloque es tomar la ubicación de el(los) objeto(s) de interés y seleccionarlos en el cuadro de imagen y en la ROI. Para que una vez sea ubicada la posición las imágenes se puedan caracterizar, permitiendo al usuario observar el conjunto de resultados obtenidos.

4 DESARROLLOS

A continuación se realiza una descripción detallada de cada uno de los bloques que conforman el funcionamiento del sistema.

4.1 Pre-Procesamiento

Una vez se ha realizado la filmación del video, se sabe que si se trabajase con todas las imágenes del video, las cuales serían en promedio 29 fotogramas por segundo aproximadamente, la similitud entre las imágenes sería muy alta al igual que la cantidad de información a procesar, lo cual no sería eficiente. Así que se trabaja con las imágenes que se obtienen cada determinado tiempo, dependiendo del caso, si son videos con placas o con peatones.

Para los videos de donde se extraen placas, las imágenes que se seleccionan son las que se encuentran cada medio segundo, esto quiere decir, que si por segundo se tienen 30 fotogramas, se escogerá el quinceavo fotograma y se guardará dentro de un archivo. Y para los de videos que se utilizan para extraer peatones, se tomarán las imágenes cada segundo, lo que significa que si por segundo se tienen 20 fotogramas, se escogerá el veinteavo fotograma y se almacenará en un archivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se implementa un algoritmo, que facilite la escogencia de las imágenes con las que se trabaja, el funcionamiento de este se puede observar en la **Figura 6**, donde el número de fotogramas que será escogido se representa como X , el contador con el que se identificarán las imágenes que se almacenan se nombra $cont$ y cps como el contador de fotogramas que han transcurrido del video.

Primero se tiene la lectura del video de interés. La lectura, se refiere al procesamiento del video, fotograma por fotograma, cuando no haya más imágenes, porque el ciclo que recorre el video no encuentra más imágenes consecutivas, se saldrá automáticamente del programa. Se inicia un contador ($cont = 1$) que irá como identificador de cada cuadro de imagen que se va a almacenar, así mismo se inicia un contador que se llama cps , este es el encargado de ir contando la cantidad de fotogramas que se van cargando en el programa. Cuando el cps sea múltiplo de X , se ingresará y se cargará la imagen, identificándose con el $cont$ y aumentando el $cont$ en 1. Si cps no es múltiplo de X , simplemente aumenta cps en 1 y volverá al proceso de carga de imagen. Según el ciclo que se creo, el video original se irá mostrando en un cuadro, y al mismo tiempo se podrán observar las imágenes que se están guardando del video en otra ventana, esto sucederá hasta que el video cargado finalice.

Como nuestros objetos de interés son dos diferentes, los siguientes bloques serán explicados de dos maneras como extracción de placas y extracción de peatones, respectivamente.

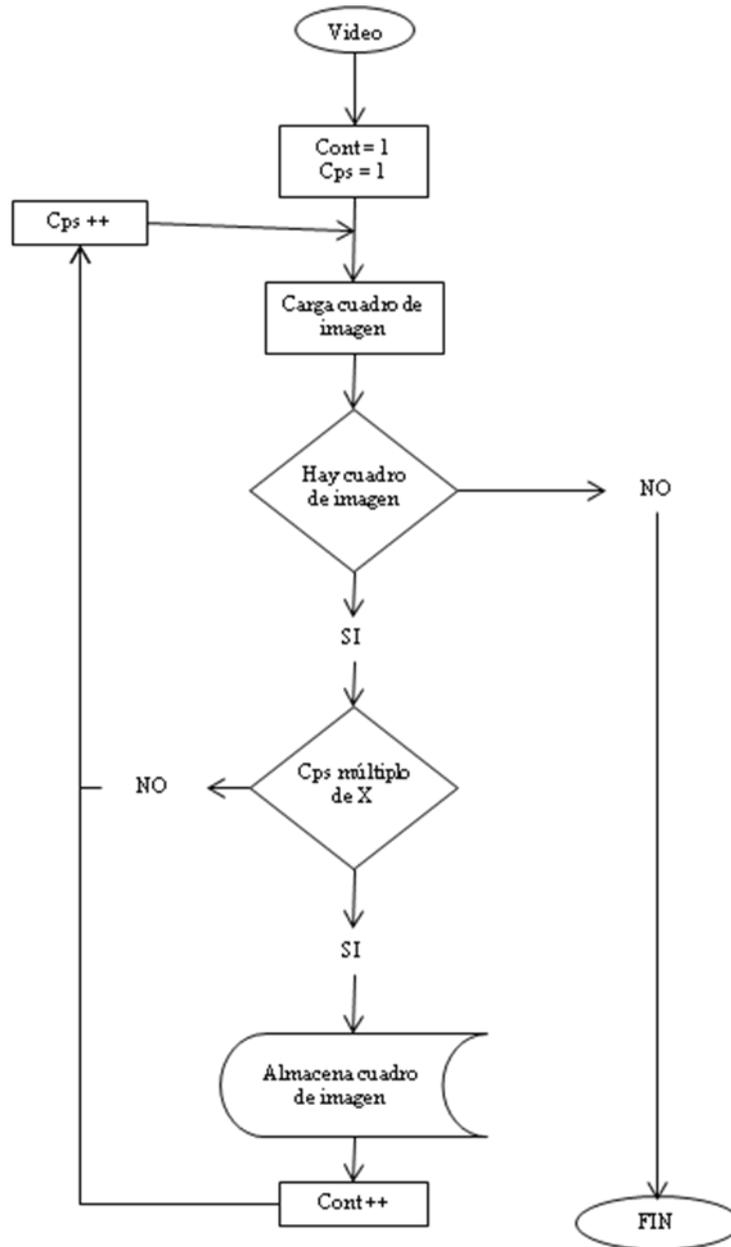


Figura 6. Diagrama de la selección de imágenes del video (cont, identificador de las imágenes que se almacenan, cps, contador que va contando las imágenes que se cargan del video, X representa cada cuantos fotogramas el usuario desea guardar una imagen).

4.2 Extracción de Placas

En la **Figura 7** se observa un diagrama en bloques del algoritmo implementado para realizar la extracción de placas, donde se hace referencia a los bloques que se presentaron en la **Figura 5**.

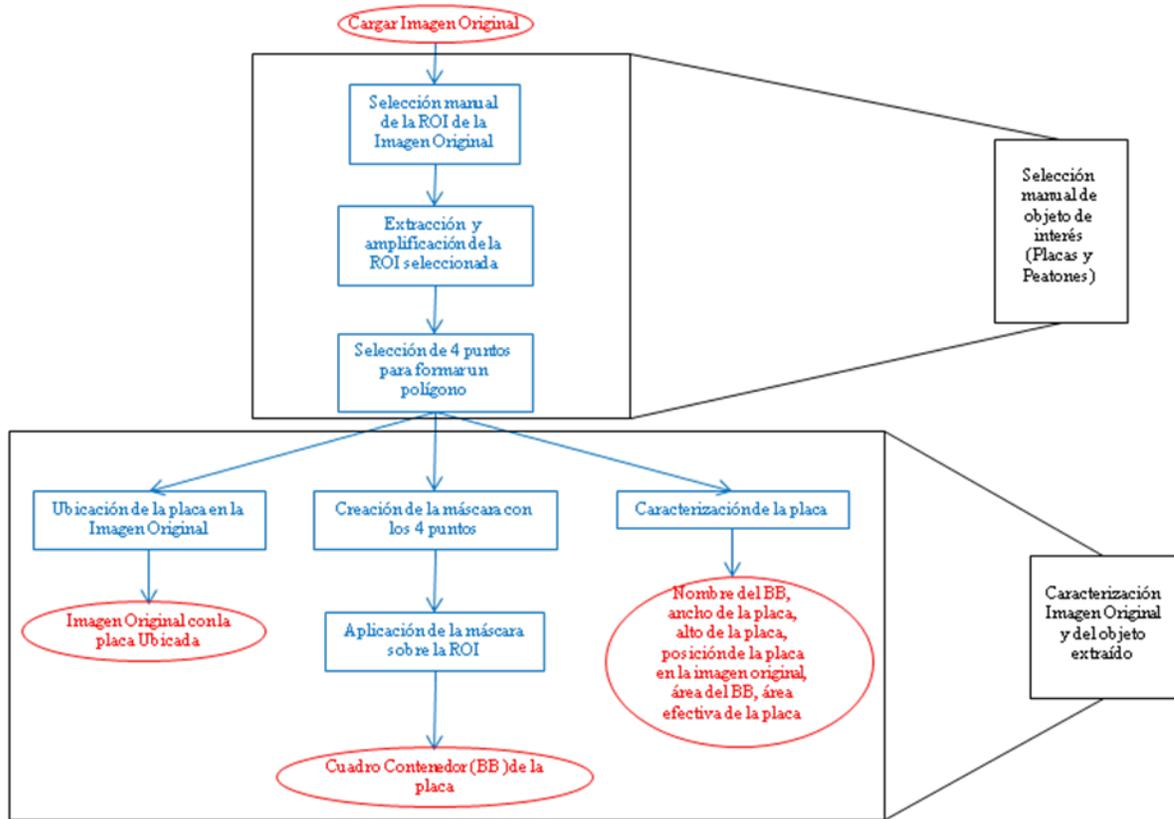


Figura 7. Diagrama en Bloques del tratamiento de cada imagen contenedora de placas.

4.2.1 Selección manual de placas

Para este algoritmo se realiza un ciclo que lea consecutivamente las imágenes, trabajándolas una a una. Se carga la imagen que se va a tratar. Se selecciona la región de interés (ROI) manualmente, con ayuda del mouse, en este caso, donde se encuentra la placa. Un ejemplo de cómo realizarlo se observa en la **Figura 8**. Las líneas delimitadoras de la ROI sirven como guía, pero no se guardarán como parte de la imagen original.



Figura 8. ROI seleccionada dentro de la imagen original, donde se encuentra la placa de interés.

Tras la selección manual, la imagen de la ROI se amplifica el doble del ancho y el doble del alto de la original; esto se hizo con el fin de lograr una buena definición de los puntos que hacen el contorno de la placa. En la **Figura 9** se observa la ampliación de la ROI.



Figura 9. Imagen de la ROI extraída y ampliada.

Tan pronto se despliega esta imagen de la ROI ampliada, se empieza a trabajar sobre ella, con el fin de ubicar la placa. Para determinar la ubicación de la placa se estableció usar la selección de cuatro puntos, teniendo en cuenta que no necesariamente forman un rectángulo, pues dependiendo de la orientación de la placa pueden formar un paralelogramo o trapecio. Estos puntos deberán seleccionarse con ayuda del mouse en sentido contrario a las manecillas del reloj. En la **Figura 10** se observa un ejemplo de los puntos seleccionados.



Figura 10. Puntos de la placa señalados en la ROI.

4.2.2 Caracterización de Imagen Original y del objeto extraído

Tan pronto sea seleccionado el cuarto punto en la ROI, el algoritmo formará un polígono usando esos cuatro puntos. El polígono formado por estos puntos, no será mostrado en la ROI, pero si en la imagen original, como se observa en la **Figura 11**.



Figura 11. Imagen Original después de la detección manual de la placa.

De igual manera, con estos cuatro puntos se creará una máscara, con la extracción del polígono que forma la placa, que luego será aplicada sobre la ROI de tamaño original. Esto creará un cuadro contenedor (Bounding Box “BB”) de la placa, como se observa en la **Figura 12**.

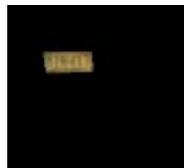


Figura 12. Máscara aplicada sobre la ROI original.

Adicionalmente, el polígono formado, con estos cuatro puntos, será caracterizado; hallando su ancho, alto, ubicación dentro de la imagen original, área del Bounding Box y área efectiva del polígono en pixeles. Un ejemplo se observa en la **Figura 13**, donde se describen los datos que representan las imágenes de la **Figura 14**.

```

ROI SELECCIONADA
PLACA UBICADA
Caracteristicas 09.30Sony6<118>Placa102
Ancho: 32
Alto: 14
Ubicacion: 36 190
Area Bounding Box: 448
Area Efectiva: 369
ROI SELECCIONADA
PLACA UBICADA
Caracteristicas 09.30Sony6<118>Placa103
Ancho: 34
Alto: 17
Ubicacion: 329 154
Area Bounding Box: 578
Area Efectiva: 490
    
```

Figura 13. Características de las placas detectadas.

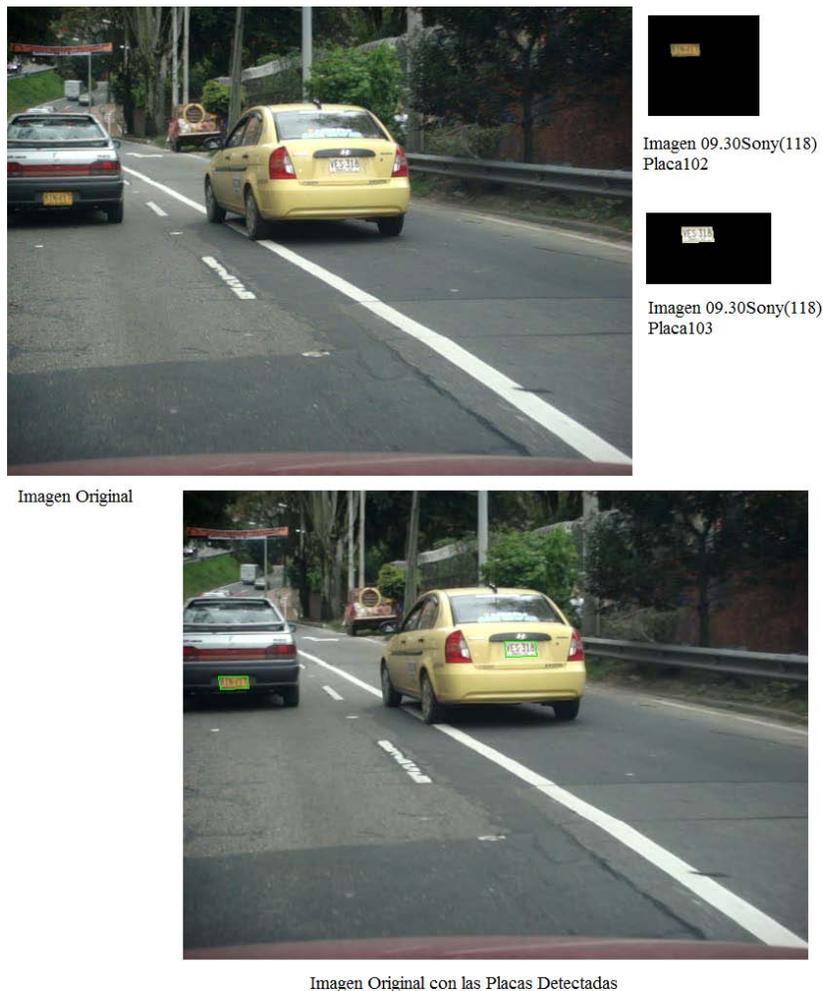


Figura 14. Imágenes que resultantes después de la extracción manual de las placas.

Todo el procedimiento anteriormente explicado se podrá seguir repitiendo hasta que el usuario decida cambiar de imagen, utilizando el teclado y finalizará tan pronto la secuencia de imágenes se acabe.

Cabe mencionar que anterior a este desarrollo del algoritmo de extracción de placas, el usuario debe tener en cuenta criterios que hacen los datos y la información, eficientes. Los criterios que se mencionan a continuación son única y exclusivamente realizados para que el usuario los tenga en cuenta antes de correr el algoritmo de extracción de placas.

4.2.3 Criterios a tener en cuenta para la escogencia de imágenes con las que se va a trabajar

Al realizarse un proceso, como es el de filmar desde el interior de un vehículo en movimiento, los videos tendrán imágenes repetidas durante largos periodos de tiempo, bien sea por los semáforos de la vía o porque el vehículo desde el cual se toman los videos, va detrás de otro durante un tiempo. Lo cual implica información repetida, que nos aportara datos al trabajo. Este dato se obtuvo tras un tratamiento realizado sobre 4 videos, con 375 imágenes.

Un ejemplo del inconveniente explicado se puede observar en la **Figura 15**, donde se muestran los datos similares de 4 imágenes de placas extraídas.



Figura 15. Consecución de imágenes de placas, provenientes de diferentes Imágenes Originales.

Luego de encontrar este inconveniente, se decidió el siguiente criterio:

- Cada vez que se encuentren imágenes repetidas y que de alguna manera no aporten información al trabajo de detección de placas, se eliminarán, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - No se eliminarán:

- Imágenes que contengan la misma placa de la imagen anterior, pero que hayan tenido cambios de luz o posición significativas.
- Las imágenes que no contengan placas, esto con el fin de mostrar que no se ha realizado detección alguna.
- Se eliminarán:
 - Imágenes repetidas que sean consecutivas.

4.2.4 Criterio para selección de placas

En el proceso de extracción manual de placas, el usuario debe tener presente una serie de de criterios que le permiten decidir que placas extraer. Estos criterios se pueden generalizar para el uso futuro del algoritmo y se mencionan a continuación junto con el ejemplo.

- Las placas donde no se puedan identificar al menos los caracteres de tipo alfabético, no son seleccionadas. Bien sea por que la placa está borrosa, así como se observa en el ejemplo de la **Figura 16**, donde se presenta la imagen original y la ROI seleccionada con la placa que no puede ser identificada. Porque la placa se encuentra cortada lateralmente, tal y como se muestra en los ejemplos de la **Figura 17**, donde se pueden visualizar perfectamente los caracteres, sin embargo, no se observa toda la placa. O porque está cortada a la mitad, así como se observa en la **Figura 18** donde se tiene una placa con muy buena resolución, pero no se pueden identificar claramente los caracteres.

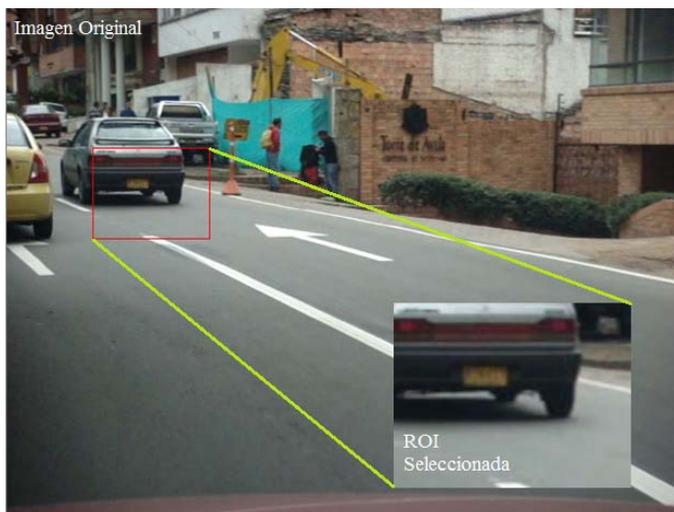


Figura 16. Imagen Original y su ROI ampliado, donde no se pueden identificar los caracteres de la placa.



Figura 17. Imágenes de placas, donde se observan menos de los 3 primeros caracteres que conforman la placa.



Figura 18. Imagen de placa con muy buena resolución, sin embargo, no se visualizan los caracteres en su totalidad.

- Las placas donde únicamente se puedan identificar los caracteres que involucren números, no serán seleccionadas. Los ejemplos presentes en la **Figura 19**, muestran la manera en que se pueden visualizar caracteres de tipo numérico, pero que no brindan información valiosa.



Figura 19. Imagen de placas, donde solo se observan caracteres de tipo numérico.

- En Colombia los vehículos de uso público, además de tener la placa que los identifica en la parte delantera y trasera, también la tienen pintada lateralmente. En la **Figura 20** se pueden observar algunos ejemplos.



Figura 20. Identificación de placas adicionales de los vehículos de servicio público en Colombia.

Para obtener resultados generalizados en un futuro, se aconseja que el usuario tenga presentes estos criterios, que harán la toma de datos efectiva y comparable con los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo.

4.3 Extracción de Peatones

En la **Figura 21** se observa un diagrama en bloques del algoritmo implementado para realizar la extracción de peatones, donde se hace referencia a los bloques que se presentaron en la **Figura 5**.

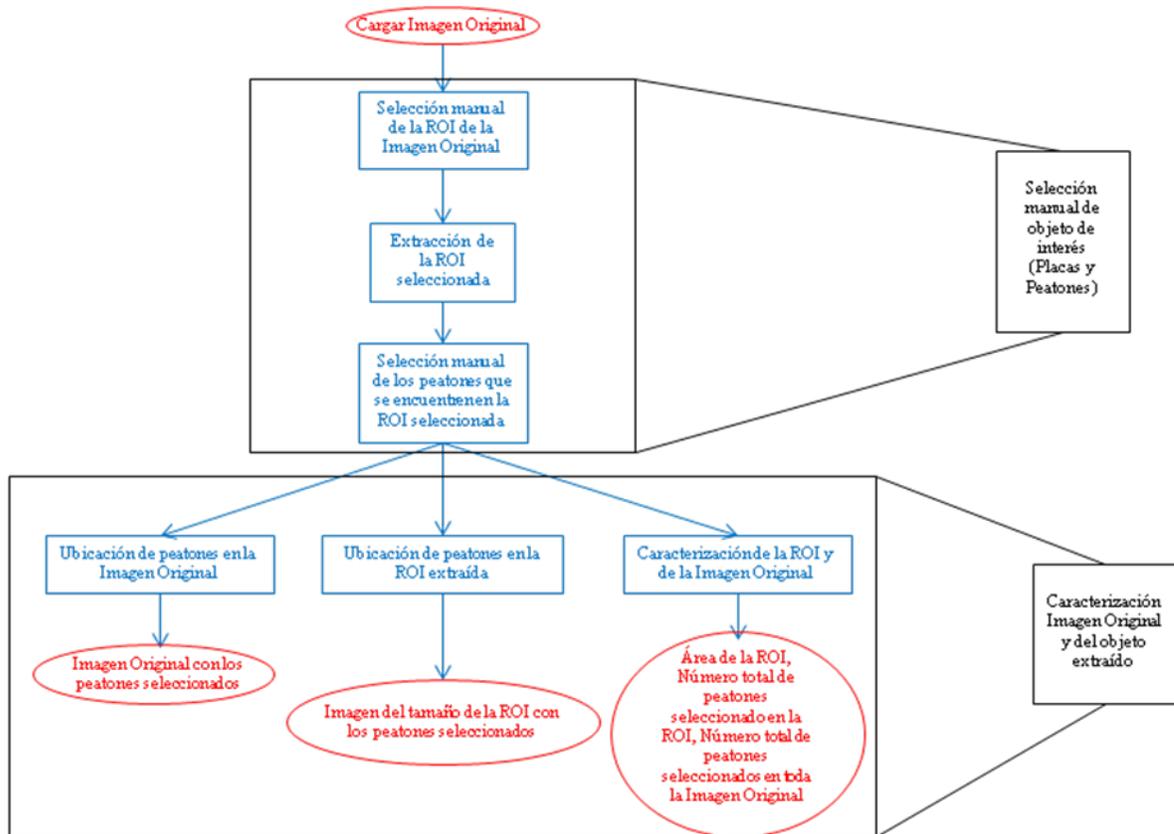


Figura 21. Diagrama en bloques del algoritmo para extracción de peatones.

4.3.1 Selección Manual de Peatones

Se ha creado un ciclo con el que se va recorriendo todo el conjunto de imágenes de interés, trabajando con ellas, una a una. Tan pronto sea cargada la imagen con la que se va a trabajar, el usuario selecciona, con ayuda del mouse, la ROI donde se encuentran los peatones de interés, así como se observa en el ejemplo de la **Figura 22**, donde la selección es mostrada sobre la imagen ROI original de color rojo formando un rectángulo.



Figura 22. Selección manual de la ROI.

En algunos casos la ROI seleccionada puede ser muy pequeña y difícil de observar por el usuario. Así que se decidió que las imágenes que tengan un ancho menor a 110 píxeles serán amplificadas a lo alto y a lo ancho por un factor. Este factor es el contador que se tiene dentro de un ciclo, que evalúa el ancho de la ROI. El factor aumenta hasta que el ancho de la ROI sea mayor o igual a 110 píxeles.

En la **Figura 23** se pueden observar dos ejemplos de selecciones de ROI amplificadas, la primera imagen para un conjunto de peatones y la segunda para un solo peatón.



Figura 23. Selección de la ROI ampliada, conteniendo un grupo de peatones y un peatón, respectivamente.

Luego, se puede empezar a señalar cada uno de los peatones sobre la imagen de la ROI, así como se ha realizado en el ejemplo de la **Figura 24**, donde se observa en la primera imagen la selección de un grupo de peatones dentro de la misma ROI y en la segunda imagen la selección de un único peatón.

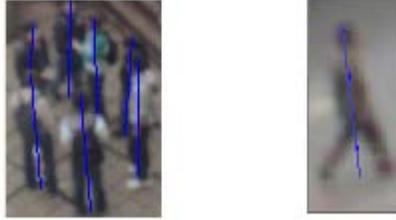


Figura 24. Peatón seleccionado sobre la ROI.

4.3.2 Caracterización de Imagen Original y del objeto extraído

Cada vez que la ROI es seleccionada se halla el área de esta y a medida que se seleccionan los peatones dentro de ella, se contabiliza el número de peatones presentes en la ROI. Una vez finalizada la selección total de peatones presentes en el fotograma de entrada, se muestra y almacena el conteo total de peatones seleccionados en la imagen. En la **Figura 25** se observa la caracterización que se le realiza a las imágenes de la **Figura 26**, donde se encuentra todo el conjunto de imágenes que se obtienen una vez finalizada la selección de los peatones en todo el fotograma original.

```
ROI SELECCIONADA
Area de la ROI: 3416
PEATON SELECCIONADO
PEATON SELECCIONADO
No. de personas en la region: 2
ROI SELECCIONADA
Area de la ROI: 2640
PEATON SELECCIONADO
No. de personas en la region: 1
ROI SELECCIONADA
Area de la ROI: 5840
PEATON SELECCIONADO
PEATON SELECCIONADO
No. de personas en la region: 2
ROI SELECCIONADA
Area de la ROI: 2080
PEATON SELECCIONADO
No. de personas en la region: 1
ROI SELECCIONADA
Area de la ROI: 4841
PEATON SELECCIONADO
No. de personas en la region: 1
No. de personas en la imagen: 7
```

Figura 25. Caracterización de la imagen extraída e imagen original.



Figura 26. Imágenes resultantes del sistema de extracción de peatones.

4.3.3 Criterios para selección de peatones

Las ROIs que el usuario puede seleccionar, pueden contener uno o varios peatones. Para la selección de la ROI y la extracción de los peatones se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Si se encuentra un grupo grande de peatones donde no se puedan observar separaciones entre ellos, la ROI que los seleccione debe contener a todo el grupo y ser lo más ajustada posible a los peatones, sin dejar a ninguno de los peatones cortado o por fuera, tal y como se muestra en el ejemplo de la **Figura 27**.



Figura 27. Conjunto de peatones seleccionados con una ROI lo más ajustada posible.

- En caso tal que se encuentre un único peatón que pueda ser seleccionado solo, se realiza su selección con un recuadro angosto, haciendo lo posible porque se seleccione únicamente al peatón de interés. Así como se observa en el ejemplo de la **Figura 28**.



Figura 28. Peatón seleccionado con una ROI lo más ajustada posible.

- En algunos casos se pueden presentar elementos en conjunto con el peatón. Como el objetivo principal son los peatones, entonces no se tendrán en cuenta aquellos que no hagan parte del peatón, al momento de seleccionar la ROI. Esto quiere decir que si en una imagen se encuentra algún objeto más grande, en tamaño, que el peatón, se podrá cortar dicho objeto. Un ejemplo de esto, se observa en el ejemplo de la **Figura 29**, donde se muestra la imagen que contiene al peatón con el objeto, y la imagen de la ROI una vez seleccionado únicamente el peatón.

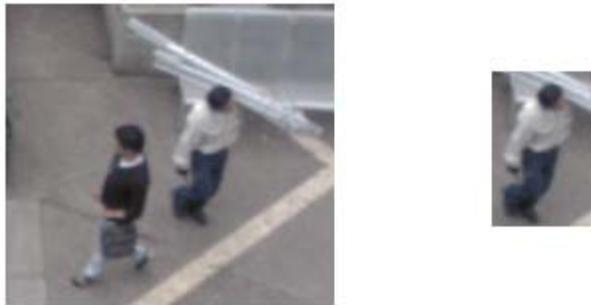


Figura 29. Imagen que contiene al peatón con el objeto, y la imagen de la una vez seleccionado únicamente el peatón.

- Cuando se encuentren imágenes donde no se pueda definir correctamente si es o no un peatón, este caso no se tiene en cuenta para ser contado como peatón. En la **Figura 30** se observa un ejemplo donde se intuye que es el cabello de una persona, sin embargo no se sabe con exactitud, por lo tanto no es seleccionado.



Figura 30. Imagen donde no se puede identificar si es peatón o no.

Para la selección de peatones se tienen en cuenta estos criterios. Que para un futuro se aconseja que el usuario también los tenga presentes al momento de iniciar la selección manual de peatones para obtener resultados comparables con los que se muestran en el presente trabajo de grado.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente trabajo de grado se realizó la extracción y caracterización de placas y peatones. Para cada uno de los objetos se realizó un tratamiento especial, así que los resultados se mostrarán separados en placas y peatones.

Las características de los videos se muestran respectivamente en cuadros de Excel, así como se presenta en la **Tabla 1**, donde se puede observar un ejemplo de caracterización. Está tabla esta dividida en dos por temas de comodidad.

Nombre	Hora	Fecha	Duración	Ubicación toma de video	Descripción entorno	Tipo de Plano	Cámara Utilizada
09.08 PS3 (1-17).avi	12:03:00 p.m.	08/09/2010	00:48:45	Tercer piso Biblioteca PUI	Escaleras al frente de la biblioteca de la PUI. El video se tomo desde el tercer piso de la biblioteca, permitiendo la visibilidad de las escaleras del frente de la biblioteca y de las personas que transitan por el anden de la carrera 7a sentido sur-norte. Las personas caminan en todos los sentidos, ya que allí mismo que da la entrada de la biblioteca lo cual permito un flujo normal de peatones.	Picado	Sony PlayStation®Eye (P83)

Ángulo de la cámara con respecto al eje vertical/horizontal	Altura del suelo (mt)	Cámara Fija		Condición Climática	FPS	Minutos secuenciales	Número de videos generados	Formato de Imagen		Zoom
		SI	NO					Códec	Formato Contenedor	
78°/0°	11,5	x		Nublado, llovizna. Esta bastante opaco.	40	3	17	MPEG	AVI	x 2.0

Tabla 1. Tabla de excel de caracterización de videos.

5.1 Placas

El resultado de la extracción manual de placas se puede observar en su totalidad en los archivos que conforman el repositorio.

- A partir de los datos resultantes de la extracción manual de las placas, se obtuvo el siguiente conjunto de datos como se describe en la **Tabla 2**.

Duración del total de todos los videos	Imágenes sacadas de los videos	Imágenes utilizadas para seleccionar placas	Total de placas extraídas	Total de placas reales	Total de placas laterales (pintadas)
1:59:47	14379	7264	6704	6540	164

Tabla 2. Resultado de Extracción de Placas.

Aquí se puede observar que de las imágenes totales sacadas del video, solamente se utilizó el 50,52% de ellas para extraer placas. Esto quiere decir que muchas de las imágenes fueron eliminadas acorde a los criterios que se mencionaron en las especificaciones, esto con el fin de minimizar la información repetida. Con este resultado se podría decir que en realidad se utilizaron 7264 imágenes para extraer placas, obteniendo un total de 6704 imágenes de placas caracterizadas, sin olvidar que 6540 de estas son placas reales, y 164 son placas pintadas en la parte lateral de vehículos de servicio público.

- Al ser una selección manual de placas, se sabe que el usuario deber ser el que seleccione las placas que se van a extraer. Así que las placas que se escogen deben tener claridad ante la vista del usuario, esto puede implicar que para cada persona sean diferentes. Sin embargo, existieron casos que dificultaban la visibilidad o definición de los caracteres de la placa, a continuación se presentan algunos ejemplos:

La posición en el vehículo u objetos del mismo que dificulta la identificación de caracteres, así como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Dificultad de identificación de caracteres por posición de la placa o elementos en la misma.

El deterioro de las placas, así como se muestra en los ejemplos de la **Figura 32**.



Figura 32. Deterioro de placas.

Exceso de luz, o falta de ella, algunos ejemplos de ambos casos, se muestran en la **Figura 33**.



Figura 33. Placas con exceso o falta de luz.

Al tener demasiada o muy poca luz, disminuye la distancia, a la que puede ser identificada la placa, teniendo como resultado placas capturadas a un metro o máximo dos. Cuando se tienen condiciones favorables de luz, la distancia aumenta a tres o cuatro metros de distancia de la cámara, un ejemplo de una placa (seleccionada con un recuadro rojo) que se encuentra a un distancia aproximada de cuatros metros y con una luz media, se muestra a continuación en la **Figura 34**.



Figura 34. Vista con una cantidad de luz normal y distancia de aprox. 4 metros entre el vehículo que lleva la cámara y la placa, donde se pueden identificar los caracteres de la placa.

Placas sucias, a continuación en la **Figura 35** se observan algunos ejemplos.



Figura 35. Placas Sucias.

Sombras causadas por los propios vehículos, algunos ejemplos se observan en la **Figura 36**.



Figura 36. Sombras por parte del mismo vehículo.

En otros casos si se detallan los caracteres que posee la placa, pero no el borde de ella, ocasionando una difícil definición de la placa. En la **Figura 37** se pueden observar algunos ejemplos de esto.



Figura 37. Placas con bordes difíciles de definir.

- Dentro de los videos e imágenes pueden llegar a ocurrir cambios abruptos de imagen, pues el vehículo donde se encuentra la cámara recorre vías que poseen huecos o desniveles.
- Se sabe que las placas poseen el nombre de la ciudad de donde está registrado el vehículo, en la parte inferior de ellas, debajo de los caracteres. Sin embargo, en los únicos casos en los que se logra la identificación de la ciudad, es cuando el vehículo que transporta la cámara está demasiado cerca a la placa, máximo a 1 metro de distancia. En la **Figura 38** se pueden observar ejemplos donde la cámara se encuentra relativamente cerca, sin embargo, no se alcanza a detallar con exactitud el nombre de la ciudad.



Figura 38. Imágenes de placas que se encuentran relativamente cerca, sin embargo no se logra detallar el nombre de la ciudad.

Contrario a los ejemplos de la **Figura 39**, donde se puede detallar el nombre de la ciudad dentro de la placa.



Figura 39. Placas donde se logra detallar el nombre de la ciudad.

- La gran ventaja que se encontró con la selección manual, es que se pueden abarcar una serie de casos de ubicación de placas, que tal vez un sistema automático no podría lograr, pues el ojo humano puede llegar a diferenciar múltiples circunstancias. Pues se utiliza la experiencia en el conocimiento de las placas, permitiendo que donde un sistema automático no logre encontrar una placa, una personas si pueda identificarla. Por ejemplo, si se encuentra una placa donde no se pueda visualizar correctamente los caracteres del nombre de la ciudad, la persona es capaz de identificar la ciudad con solo identificar la primera y la última letra, adicionalmente, si una placa se encuentra bastante deteriorada, la persona es capaz de identificar la forma. Esta ventaja logra que se tenga un conjunto de imágenes bastante amplio y exacto, para utilizar en futuros entrenamientos de algoritmos de detección de placas y peatones.

5.2 Peatones

Una vez realizada la extracción de peatones, se obtuvieron los resultados que se observan en la **Tabla 3**, donde se muestra la duración total de los videos filmados, las imágenes seleccionadas del video, las imágenes utilizadas para seleccionar peatones y la totalidad de peatones extraídos de las imágenes que se utilizaron.

Duración del total de videos de peatones	Imágenes sacadas de los videos	Imágenes utilizadas para seleccionar peatones	Total de peatones extraídos
05:15:18	18839	1009	7663

Tabla 3. Resultado de Extracción de Peatones.

Dentro de la selección manual de peatones se presentan una serie de inconvenientes que impiden el reconocimiento del peatón. A continuación se presentan una serie de inconvenientes que dificultan la identificación de peatones junto con su ejemplo y que por lo tanto no serán seleccionados los peatones en estos casos.

- Falta de luminosidad en algunas partes de la escena que se está filmando, así como se muestra en el ejemplo de la **Figura 40**, donde se puede deducir que existen tres peatones, sin embargo la silueta de los mismos no es bien definida, sobretodo la del peatón de la mitad.



Figura 40. Falta de luminosidad en algunas partes de la escena.

- Bastante distancia entre la cámara y el lugar por donde va pasando el peatón, así como se puede ver en la **Figura 41**, donde es difícil definir si es un peatón o no. Para este caso se sabe que es un peatón por el cambio continuo que se observo de las imágenes, de lo contrario, no se podría deducir que es un peatón.



Figura 41. Imagen donde no se puede determinar si es peatón o no lo que se observa.

- Los peatones transitan por caminos estrechos que al momento de la selección manual, no permiten deducir con facilidad el número de peatones presentes, tal y como se observa en el ejemplo de la **Figura 42**, donde se observa un número indeterminado de peatones de cuerpo completo, sin embargo hay muchas cabezas que se entrecruzan impidiendo el conteo.



Figura 42. Imagen que presenta peatones muy juntos impidiendo el correcto conteo.

- La selección manual de peatones permite una muy buena extracción y caracterización de peatones, pues el algoritmo se implementa para que el usuario sea el encargado de seleccionar los peatones, y el hecho de que lo realice una persona significa que se pueden tener en cuenta casos donde el ojo humano puede identificar con facilidad la ubicación de un peatón, dentro de un grupo bastante grande de personas. A comparación de un programa de procesamiento automático que tal vez pasaría por alto pequeñas diferencias entre los peatones.

El código fuente que se encuentra en el Disco 10, además de contener los proyectos con los que se trabajó en OpenCV, también contiene un texto donde se muestra el manual de manejo de los algoritmos. Este manual es simplemente para mostrarle al usuario las tareas que debe realizar para correr el algoritmo de manera correcta.

Los DVDs anexos nombrados como repositorios contienen un archivo ReadMePlacas.txt o ReadMePeatones.txt, respectivamente y los resultados detallados de la **Tabla 2** y **Tabla 3**, pues allí se hace referencia a los detalles que contiene cada una de las carpetas y las especificaciones de las imágenes que se utilizaron por video, para extraer objetos. De esta manera se puede saber en detalle con que se cuenta, y las imágenes con las que se puede trabajar más adelante para sacar el mismo tipo de información.

Los DVDs de los videos, además de contener estos, también contienen una tabla de características de los videos, en la **Tabla 1** se puede observar un ejemplo de la forma de caracterización de cada uno de los videos; las **Tabla 2** y **Tabla 3** detalladas y un archivo llamado ReadMe.txt que explica lo que contiene cada uno de los DVDs.

6 CONCLUSIONES

El propósito final del repositorio de imágenes de placas y peatones realizado, es continuar con el estudio de adquisición de variables de tráfico, adelantado por el grupo de investigación SIRP del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana. A partir de los resultados y los análisis que se realizaron se logran llegar a los aportes, que se hicieron al desarrollar este trabajo, los cuales se mencionan a continuación.

Al realizarse un trabajo que tenga en cuenta características como, largos períodos de video en filmaciones, tomas de vehículos con una cámara en movimiento, filmación de peatones con cámara fija y vista cenital, se logra tener un conjunto de datos de placas amplio y variado. Estos datos son fundamentales para realizar trabajos futuros que requieran conjuntos de entrenamiento y validación para los algoritmos que se desarrollen. Adicionalmente, se entregan unos videos que pueden servir de materia prima para el estudio de variables de tráfico, como señales de tránsito, vehículos y peatones, entre otros, desde la perspectiva de una cámara embarcada.

En cuanto a la selección manual de placas y peatones, permite tener en cuenta objetos que tal vez con un algoritmo que funcione automáticamente no se podrían detectar. Además, se obtienen conjuntos de datos, de placas y peatones tan variados como el usuario humano es capaz de extraer. De esta forma se aprovecha la robustez humana para compensar ante la variación que generan los cambios en la iluminación, el movimiento y la velocidad que puedan tener los objetos en la escena. Adicionalmente, para reducir la varianza que podrían tener los diferentes operadores humanos que realicen la selección de los objetos de interés, se definen una metodología que guía al operador humano en la segmentación y posterior extracción de las regiones de interés para el caso de placas y peatones. Todo esto se hace para obtener un sistema que permita proporcionar datos que alimenten el repositorio que con este trabajo se inició y garantizar que estos datos sigan siendo comparables entre si.

Por otra parte dentro del trabajo realizado, para el caso de peatones la altura desde el lugar donde estaba la cámara hasta el plano donde se encontraban los peatones, es una de las variables que más afecta, pues con los videos que fueron tomados desde una distancia mayor a 10 metros, los peatones eran seleccionados porque el usuario era capaz de reconocer el tipo de características de las personas, más no porque realmente se pudiera detallar al peatón. Mientras que los videos que fueron tomados a cortas distancias, tiene un mejor detalle tanto del cuerpo como del rostro del peatón, permitiendo una fácil identificación.

Y para el caso de la extracción de placas, se observó que existen dos factores que afectan en la identificación de las placas. El primero de ellos, es la velocidad tanto del vehículo donde se encuentra la cámara, como de los vehículos externos. Cuando la velocidad del vehículo que transporta la cámara es mayor a 20 Km/h se dificulta la visibilidad de las placas, bien sea que los vehículos externos vayan a velocidades altas o bajas. El segundo factor, bien sea por poca o demasiada luz, el problema es la saturación del sensor (mucha luz), que impide tener detalle para distinguir los caracteres, o la falta de contraste (poca luz) que también impide distinguir los caracteres. Ambos casos se dan por el cambio de las condiciones de iluminación entre la imagen en general y la región de interés, las placas en este caso.

También en cuanto al repositorio de placas se debe reconocer que la mayoría de las muestras son de carros particulares o de servicio público. Otras placas, como las diplomáticas y demás, no cuentan aún con suficiente representación.

Finalmente, las herramientas metodológicas y de software desarrolladas en este proyecto, además de ser utilizadas para la selección manual de placas y peatones, puede ser usadas para seleccionar y extraer otras diferentes variables presentes en videos, que al ser extraídas manualmente permiten la generación de repositorios, indispensables para el entrenamiento supervisado de algoritmos y para la realización de pruebas.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arizona Department of Transportation. Internet: <http://www.azdot.gov/highways/traffic/trafeng.asp> consultado el 12/10/2010.
- [2] Tráfico Vehicular. Internet: <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no70/CNS07004.pdf> Abril - Junio 2003.
- [3] S. Navarro. *Apuntes de ingeniería de tráfico*. Septiembre 28, 2010.
- [4] US Department of Transportation, Traffic Detector Handbook, Georgetown Pike, VA: Federal Highway Administration, 2006.
- [5] F. Calderón. G. Urrego. *Conteo Automático de Vehículos*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. Bogotá D.C., 2008.
- [6] Br. L. Miguelangel, Br. G. Hector. *Sistema Automático de Detección de Objetos y Prevención de Colisiones en un Vehículo Eléctrico*.
- [7] C. Hilario, J. M. Collado, J. M. Armingol, A. de la Escalera. *Detección de peatones para vehículos inteligentes basada en modelos de contornos activos y visión estéreo*.
- [8] C. García, N. Romero, J. Quiroga. *Detección y Seguimiento de personas en un cruce peatonal*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. XIV Simposio de tratamiento de señales, imágenes y visión artificial – STSIVA 2009.
- [9] G. Andrade Miranda, J. López, P. Chávez. *Sistema de control vehicular utilizando reconocimiento óptico de caracteres*.
- [10] J. M. Quintero, P. A. Quintero y J. Quiroga. *Sistema de Conteo, Identificación y Clasificación de Vehículos en un Peaje*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica, XIV Simposio de tratamiento de señales, imágenes y visión artificial – STSIVA 2009.
- [11] I. Vergara. *Sistema de visión artificial para el reconocimiento de vehículos en detección de placas*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. Noviembre 2009.
- [12] V. Mahecha, *Sistema de Reconocimiento y Lectura de Placas de Vehículos en Movimiento*. Trabajo de grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería, Bogotá, 2008.
- [13] N. Vega, J. Quiroga. *Identificación de vehículos de transporte público utilizando visión por computador*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. Junio 2010.
- [14] D. A. Insuasti, J. Quiroga, A. Forero. *Detección y Seguimiento de Vehículos Automotores en Video*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. XIII Simposio de Tratamiento de Señales, Imágenes y Visión Artificial. STSIVA 2008.
- [15] P. Dollár, C. Wojek, B. Shiele, P. Perona. *Pedestrian Detection: A Benchmark*.

- [16] D. Mery. *Visión Artificial*. Departamento de Ingeniería Informática. Universidad Santiago de Chile. Santiago de Chile. 9 de enero de 2002.
- [17] A. Collazos. *Detección de objetos Abandonados*. Internet: <http://objetosabandonados.blogspot.com/>. Mayo 22 de 2008. Consultado 12/10/2010.
- [18] D. Mora, A. Paéz, J. Quiroga. *Detección de objetos móviles en una escena utilizando flujo óptico*. Trabajo de Grado, Departamento de Ingeniería Electrónica. XIV Simposio de tratamiento de señales, imágenes y visión artificial – STSIVA 2009.
- [19] A. L. Flechas. *Primera Jornada Internacional sobre Observatorio de la Movilidad Urbana*. Comparación España y Colombia. 2006. P. 49.
- [20] Banco Mundial. *Indicadores del Desarrollo Mundial*. Internet: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL> consultado el 12/10/2010.
- [21] J. Molleda. *Técnicas de visión por computador para la reconstrucción en tiempo real de la forma 3D de productos laminados*. Tesis Doctoral, Departamento de Informática. Universidad de Oviedo. Julio de 2008.
- [22] Grupo SIRP Pontificia Universidad Javeriana. Departamento de Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Javeriana. Internet: <http://opencvjaveriana.wikispaces.com/>. Consultado el 04/10/2010.
- [23] Creative Commons. Internet: http://creativecommons.org/licenses/BSD/deed.es_CO. Consultado el 18/10/2010.
- [24] G. Bradski. A. Kaehler. *Learning OpenCV*. Estados Unidos: O'Reilly, Septiembre, 2008. 571 p.
- [25] *Visual Object Classes Challenge 2009 (VOC2009)*. Internet: <http://pascallin.ecs.soton.ac.uk/challenges/VOC/voc2009/>. Consultado el 18/10/2010.
- [26] F. Calderón. *Sistema de Adquisición de Parámetros de Tráfico Vehicular*. Tesis Magistral, Departamento de Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., 2010.
- [27] DEL ÁLAMO RANCAÑO, Isabel. *Angulaciones*. Internet: <http://www.slideshare.net/isabeldelalamo/angulaciones>. Consultado el 04/10/2010.
- [28] FABRICANTE PLAY STATION. Internet: <http://es.playstation.com/ps3/peripherals/detail/item78899/PlayStation%C2%AEEye/>. Consultado el 04/10/2010.
- [29] FABRICANTE SONY. Internet: <http://www.sony.es/product/dsc-t-series/dsc-t100#pageType=Overview>. Consultado el 04/10/2010.
- [30] Vídeo. Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADdeo>. Consultado el 21/10/2010.

- [31] Formato de Imagen. *BMP*. Internet:
http://help.adobe.com/es_ES/Photoshop/10.0/help.html?content=WSfd1234e1c4b69f30ea53e41001031ab64-7751.html. Consultado el 21/10/2010.
- [32] Tipos de Codificación y Formatos de vídeo. *Codecs*. Internet:
<http://www.terra.es/tecnologia/articulo/html/tec10772.htm>. Consultado el 21/10/2010.

ANEXO 1. Repositorio de Imágenes de Placas y Peatones

Dentro de cada uno de los discos de REPOSITORIO se podrá identificar el nombre de grupos de imágenes bien sea de placas o peatones, según el nombre, el disco contendrá carpetas con los siguientes archivos, respectivamente:

- **PLACAS:**

Tabla de Excel con los resultados obtenidos.

Las carpetas correspondientes a cada uno de los videos tomados contienen:

- Las imágenes originales que se utilizaron para extraer placas.
- Las imágenes originales con las placas seleccionadas, en caso tal de que en la imagen se hayan encontrado placas.
- Las imágenes de las placas extraídas.
- La tabla con la caracterización de cada una de las placas extraídas.

- **PEATONES:**

Tabla de Excel con los resultados obtenidos

Las carpetas correspondientes a cada uno de los videos tomados contienen:

- Las imágenes originales.
- Las imágenes originales con las ROI seleccionadas y los peatones dentro de las ROI.
- Las imágenes de las ROI extraídas con los peatones contenidos en ellas.
- La tabla con la caracterización de cada una de las RIO extraídas.