

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción



Tutorial de Funcionamiento del SICOFVE y SIVIT

Programa de Infraestructura Resiliente y Movilidad Sostenible

Desarrollado por:
Carlos Cerdas Mora

Profesor a Cargo:
Dr. Irving Pizarro Marchena

13 de diciembre de 2024

Índice

1. Introducción	2
1.1. Requisitos Mínimos	2
2. Ambiente General	3
3. Tutorial de Uso del Sistema SICOFVE	3
3.1. Iniciar Análisis:	5
3.2. Agregar Cámara:	5
3.3. Eliminar Cámara:	6
3.4. Video tutoriales	9
4. Tutorial de Uso de Sistema SIVIT	10
4.1. Video tutorial	12
5. Sistema de Autocalibración	12
5.1. Apriltags	12
5.2. Pasos para autocalibración	13
6. ¿Cómo reportar un error?	14

1. Introducción

Este documento consta de una guía de uso y detalle del funcionamiento completo de las herramientas de software desarrolladas tanto de SICOFE como SIVIT. Los sistemas funcionan por separado pero ambos están conectados, esto con el propósito de dividir en bloques y mantener un alto rendimiento de las funcionalidades.

Cabe aclarar que estos paquetes de software están en desarrollo, por ende son propensos a errores de funcionamiento y de corrida. Por lo que se solicita que en el caso de que exista un bug, se registre de la manera indicada.

A su vez se le invita al usuario final que si tiene recomendaciones de diseño, de funcionamiento o de rendimiento, nos lo haga saber de la mejor forma para adaptarlo a las necesidades que se generan.

1.1. Requisitos Mínimos

Se detallan las especificaciones mínimas para el funcionamiento correcto del Sistema de Conteo y Clasificación de Flujo Vehicular y Peatonal con Inteligencia Artificial (SICOFE).

Especificaciones mínimas de video:

- Resolución mínima de video: 1280p x 720p
- Velocidad mínima de cuadros por segundo (preferible): 30 fps
- Formato: Cualquier formato estándar de video (.mp4, .mov, .mkv, etc)

Especificaciones mínimas de la cámara:

- Posición de la cámara: Se desea una posición fija, perpendicular a la vía de tránsito, con visión sin obstáculos a la vía de tránsito y las aceras.
- Altura: Es conveniente que se ubique 2 metros superior a los vehículos livianos que transitan por la ruta.
- Ángulo de visión: Ángulo negativo de mínimo 20 grados, con la idea de que enfoque el desplazamiento de los transeúntes.
- Capacidad de grabación continua.
- Capacidad de almacenamiento continuo.

Especificaciones mínimas computacionales:

- Memoria RAM: 8 GB.

- GPU: 4 GB NVIDIA.
- CPU: i3 o i5 o su equivalente.
- Espacio disponible: + 100 GB

2. Ambiente General

En esta sección se detalla una visualización general del sistema a nivel de bloques, esto con el fin de que el usuario se relacione con cada una de sus partes y logre comprender la forma de funcionamiento de registro, conteo y visualización del tránsito vehicular y peatonal.

La Fig.1 muestra los bloques generales de funcionamiento para los sistemas y cada uno depende del otro, por lo que es importante que todos funcionen en conjunto.

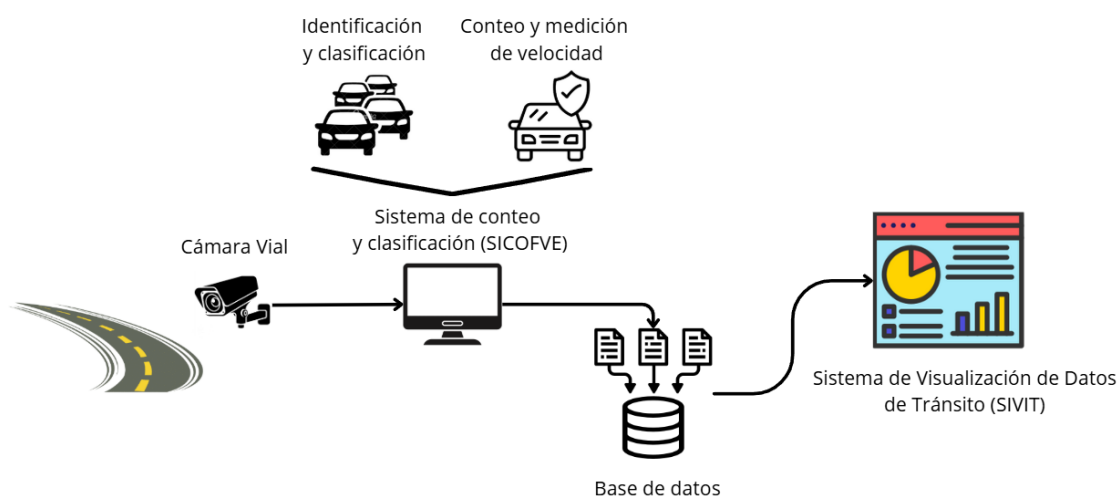


Figura 1: Diagrama de Bloques del Sistema de Conteo y Clasificación y el Sistema de Visualización

3. Tutorial de Uso del Sistema SICOFVE

Este tutorial demostrará la funcionalidad del sistema completo, con todos sus "features" como un ejemplo previo para después el usuario lo logre adaptar a sus necesidades.

Cabe resaltar que los siguientes pasos se podrán ejecutar si ya se encuentra preinstalado las aplicaciones dentro de la computadora a utilizar.

Tutorial de funcionamiento:

1. Ubique en el escritorio y ejecute, el widget del programa instalado. Ver Fig. 2

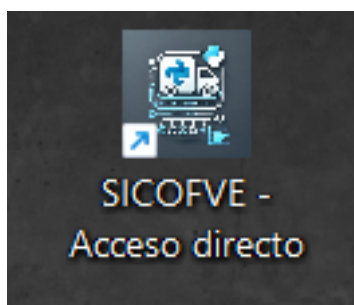


Figura 2: Widget del sistema en escritorio

2. Verifique que al abrir el SICOFVE no se muestre en pantalla ninguna alerta ni error. La pantalla principal debe de mostrarse similar a la Fig. 3.

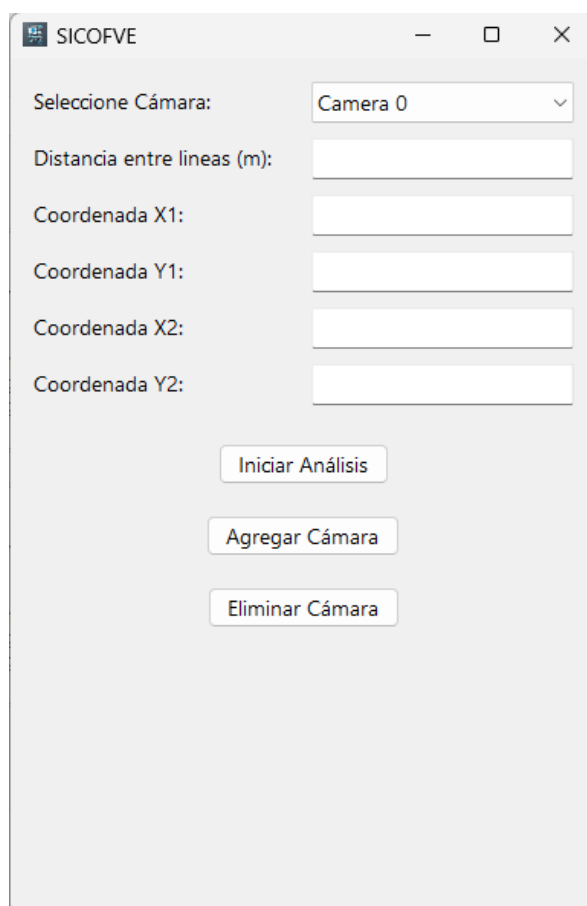


Figura 3: Página principal del SICOFVE

En esta página podemos observar de forma decendiente que primero consta de una lista desplegable automática de las cámaras conectadas físicamente al computador. Por lo que si no observa la cámara deseada, espere unos minutos para que se actualice o cierre el programa y ejecutelo de nuevo.

Segundo, se encuentran los espacios restantes que se definen como la **distancia entre las líneas**, en unidades de metros y las coordenadas (X1,Y1) (X2,Y2), utilizadas para trazar las líneas de conteo. Se recomienda que primero se tracen las líneas de la mejor forma dependiendo de la posición de la cámara y luego se calcule la distancia entre ellas in sitio y se ajuste para que la velocidad registrada sea lo más aproximada posible.

Tercero, tenemos los últimos tres botones relacionados a funciones del programa, por lo que se detalla brevemente el funcionamiento:

3.1. Iniciar Análisis:

Este botón permite iniciar el procesamiento de imagenes relacionado directamente a la cámara seleccionada de la lista desplegable, en conjunto con los valores de coordenadas, por lo que sin estos saltará un error y no se iniciará el funcionamiento.

3.2. Agregar Cámara:

Este botón abre la opción de agregar otra cámara que no se conecte físicamente al computador (e.g. cámaras de red WiFi, links de videos de stream), por lo que se detalla brevemente la vista previa de este botón en la Fig. 4.

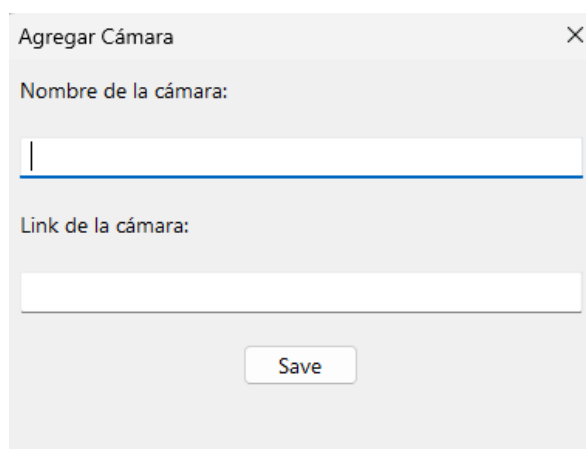


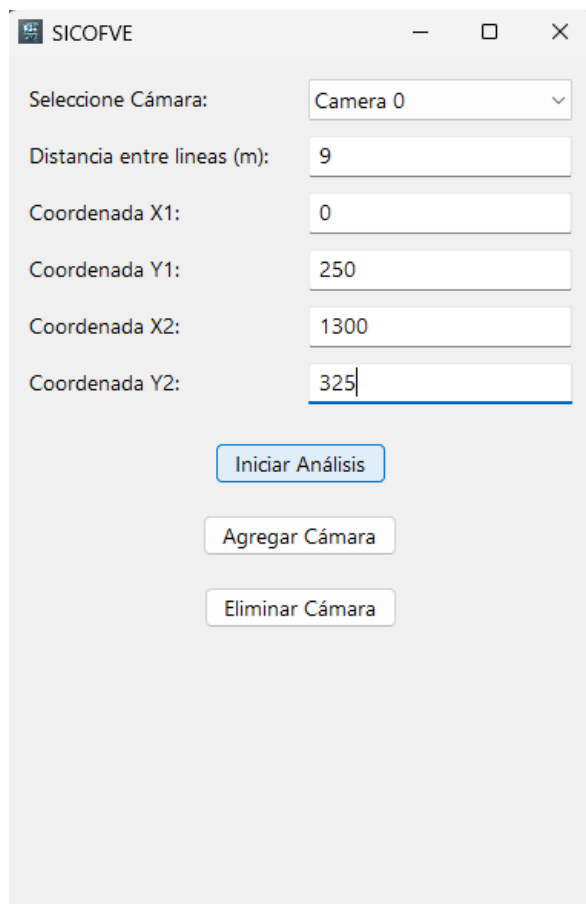
Figura 4: Pantalla de Agregar Cámara

De momento cerramos esta ventana y en los pasos siguientes se detallará un ejemplo.

3.3. Eliminar Cámara:

Este botón elimina **únicamente** las cámaras agregadas manualmente, no las que el sistema operativo detecta conectadas al computador. Luego de utilizar este botón para eliminar la cámara agregada, espere unos segundos para que la lista automática se actualice.

3. Para el **Ejemplo 1** de funcionamiento seleccione la cámara 0 en la lista desplegable y digite los datos relacionados a la Fig. 5. Luego de click en el botón de **Iniciar Análisis** y se debe de abrir la cámara integrada en el computador y debería de verse su persona con el algoritmo de detección en funcionamiento. Si no aparecen cámaras disponibles, puede existir un error entre el sistema y la cámara.



The image shows a software window titled "SICOFVE" with standard Windows window controls (minimize, maximize, close). Inside the window, there are several input fields and buttons. The "Seleccione Cámara:" field is a dropdown menu currently showing "Camera 0". Below it are five text input fields: "Distancia entre líneas (m):" with the value "9", "Coordenada X1:" with "0", "Coordenada Y1:" with "250", "Coordenada X2:" with "1300", and "Coordenada Y2:" with "325". At the bottom of the form are three buttons: "Iniciar Análisis" (highlighted with a blue border), "Agregar Cámara", and "Eliminar Cámara".

Figura 5: Parámetros para Ejemplo 1

Acá puede ver como un cuadro de color rojo detecta su persona y además como se dibujan dos líneas horizontales en la pantalla, estas funcionarán como las líneas de conteo. Además vemos que en el centro del marco que crea el sistema hay un punto rojo, este es de suma importancia y es el identificador medio que sirve para la toma de velocidades de los vehículos.

El número que aparece en la parte superior es el porcentaje de aproximación del sistema con el objeto que está detectando, e.g $0.90 = 90\%$ de aproximación con una persona.

4. Para terminar el procesamiento de este ejemplo, debe de cerrar el marco de la cámara con la tecla **ESC**. **Solo con esta tecla se puede cerrar el procesamiento.**

Asegúrese de cerrar la terminal creada por el sistema para no evitar demasiadas

pestañas abiertas. Esto no se cierra automático ya que está en etapa de pruebas y es importante para visualizar algún error creado.

5. **Ejemplo 2:** Este ejemplo realizará el uso de una cámara WiFi configurada con los valores que se mostrarán a continuación, por lo que estos no siempre serán las direcciones IP destinadas.

Entonces, presione el botón de **Agregar Cámara** y rellene los espacios definidos con el cuidado necesario de no equivocarse según la Fig. 6.

Además verifique que la cámara OpenMV se encuentra conectada y cerca de la red del CIVCO.

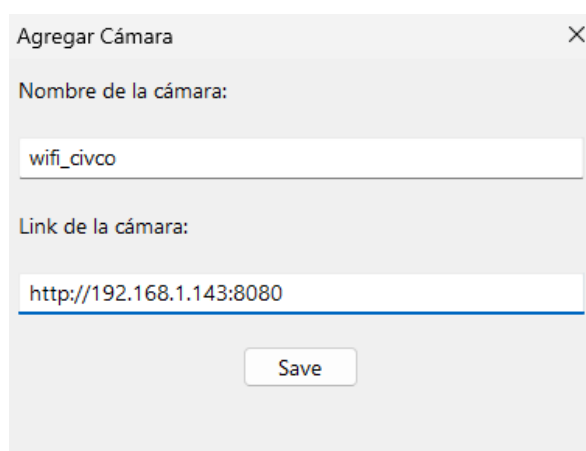
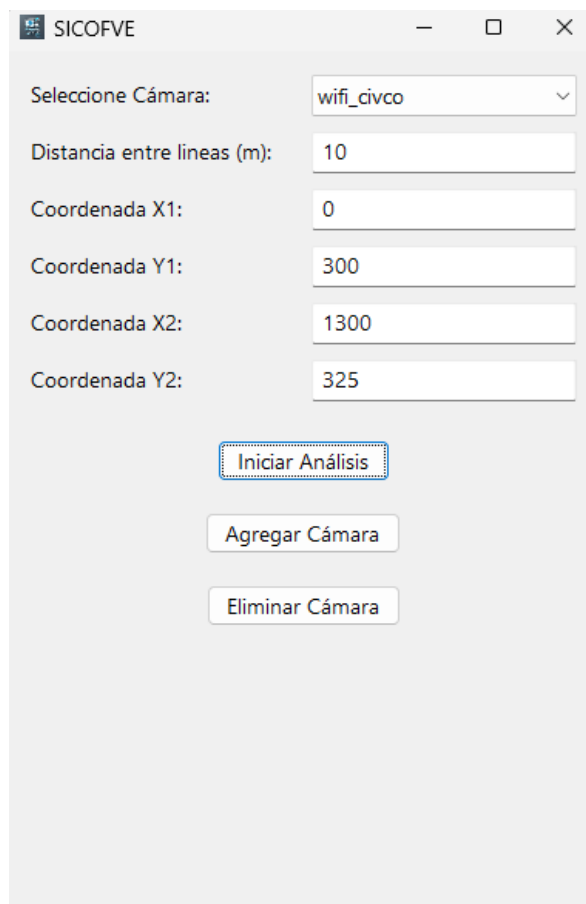


Figura 6: Agregar cámara WiFi

Cabe resaltar que este link de la cámara tiende a ser diferente dependiendo de la red, por lo que es de suma importancia que si se utiliza la cámara OpenMV disponible, se realice la comprobación necesaria de la dirección IP y el puerto de transmisión.

Al darle el botón de guardar o Save, se registrará la cámara con el nombre dado. Espere unos minutos para que aparezca en la lista desplegable.

6. Rellene las opciones como se muestra en la Fig. 7 e inicie el procesamiento.



The image shows a software window titled "SICOFVE" with standard Windows window controls (minimize, maximize, close). Inside the window, there are several input fields and buttons. The "Seleccione Cámara:" field is a dropdown menu currently showing "wifi_civco". Below it are five text input fields: "Distancia entre líneas (m):" with the value "10", "Coordenada X1:" with "0", "Coordenada Y1:" with "300", "Coordenada X2:" with "1300", and "Coordenada Y2:" with "325". At the bottom of the form are three buttons: "Iniciar Análisis" (highlighted with a blue dashed border), "Agregar Cámara", and "Eliminar Cámara".

Figura 7: Configuración para cámara WiFi

Después de iniciar se puede ver como el sistema detecta los vehículos de alrededor y como también dibuja las líneas en el frame, es importante que estas líneas estén bien ubicadas para la correcta lectura de la velocidad. Como recomendación se debe de ubicar las líneas dados puntos de guía para que de esta forma se mida la distancia real que existe entre ambos y la velocidad sea aproximada.

7. Recordar que para cerrar el cuadro de procesamiento es necesario apretar la tecla **Q**. Si se utiliza la tecla **X** el sistema lo volverá a abrir automáticamente.

3.4. Video tutoriales

Para acceder al video tutorial básico, haga click en el link. En este video se ejemplificarán los pasos de procesamiento con un video que tenemos a disposición.

Además, se realizó el video tutorial para el caso específico donde se necesite procesar

desde otra dirección que no sea la raíz del proyecto. El video se encuentra en el siguiente link.

4. Tutorial de Uso de Sistema SIVIT

El sistema SiViT es un software diseñado para la impresión de los valores generados por el SICOFVE y almacenados en la base de datos. En este programa se puede visualizar los datos por día de cada cámara que se registró, por lo que es de suma importancia ser bastante específico con lo que le solicita para evitar errores de funcionamiento.

Tutorial de funcionamiento:

1. Ubique y ejecute el widget relacionado a la Fig. 8.

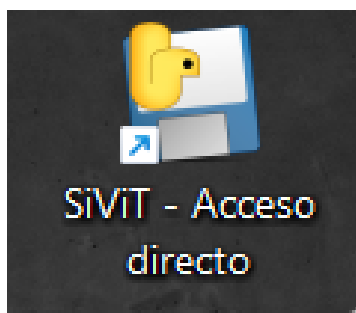


Figura 8: Widget de SiViT

2. Observe que no exista ningún error a la hora de abrirlo. Se debe de observar en relación a la Fig. 9.

Sistema de Visualización de Datos de Tránsito (SIVIT)

Seleccione la clasificación a consultar:

Seleccione la dirección a consultar:

Seleccione la cámara a consultar:

Seleccione las fechas de inicio y fin:

octubre de 2024							noviembre de 2024							diciembre de 2024							enero de 2025						
lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.
30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7
14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
28	29	30	31				25	26	27	28	29	30	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4		

Consultar

Exportar a CSV

Figura 9: Vista previa SIVIT

- Observe que es una única pantalla donde se tienen varias listas desplegables y el calendario para seleccionar una fecha en específico y el último botón de consultar. Por lo que es importante seleccionar en todos los espacios una opción válida.
- Seleccione los datos relacionados a la Fig. 10, y de click en el botón consultar.

Sistema de Visualización de Datos de Tránsito (SIVIT)

Seleccione la clasificación a consultar:

car

Seleccione la dirección a consultar:

going up

Seleccione la cámara a consultar:

video paraíso

Seleccione las fechas de inicio y fin:

septiembre de 2024							octubre de 2024							noviembre de 2024							diciembre de 2024						
lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.	lun.	mar.	mié.	jue.	vie.	sáb.	dom.
25	26	27	28	29	30	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	3	4	5	6	7	8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
9	10	11	12	13	14	15	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2		
16	17	18	19	20	21	22	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
23	24	25	26	27	28	29	28	29	30	31																	

Consultar

Figura 10: Selección de ejemplo

5. Observe que en el recuadro superior, Fig.11, le mostrará todos los resultados obtenidos relacionados a estas características ingresadas. Compare para ver si son iguales. Si no funciona ninguna opción debe de reportar el error lo más pronto posible, ya que se supone de un error de base de datos y debe de ser tratado con urgencia.



3288	car	31.466690871436548	going up	2024-09-16	16:07:00	video	paraiso
3289	car	22.570853027435717	going up	2024-09-16	16:07:13	video	paraiso
3291	car	17.39951948062424	going up	2024-09-16	16:07:34	video	paraiso
3293	car	15.846755183689167	going up	2024-09-16	16:07:57	video	paraiso
3296	car	12.434180776899721	going up	2024-09-16	16:08:18	video	paraiso
3298	car	15.135881058063585	going up	2024-09-16	16:08:44	video	paraiso
3299	car	22.42427751063374	going up	2024-09-16	16:09:08	video	paraiso
3302	car	23.430363043131933	going up	2024-09-16	16:09:25	video	paraiso
Suma total: 32							
Velocidad máxima: 104.9546992935594 km/h							
Velocidad mínima: 12.434180776899721 km/h							
Velocidad promedio: 27.943683285881256 km/h							

Figura 11: Resultado de salida

6. Pruebe otras opciones de consulta. Algunos datos de velocidades muestran un error en magnitud, pero es relacionado a las etapas de debugging.
7. El botón de exportar CSV realiza justo eso, pero de los datos relacionados que usted ve en la miniconsola, y solamente si es válido el los exporta, de lo contrario no le dará la opción.

4.1. Video tutorial

Se completó el tutorial anterior con un video tutorial de los mismos pasos de funcionamiento para el SiViT, lo puede encontrar en el siguiente link. En este video se abarcan las funciones del sistema y se dan algunas recomendaciones en el manejo de datos. Recordar que al ser un sistema en desarrollo es normal encontrarse algún bug y es de suma importancia que sea reportado al desarrollador.

5. Sistema de Autocalibración

Este feature realiza la detección específica de las coordenadas en términos de pixeles de la posición de las líneas, con el objetivo de que la distancia entre ellas sea la más aproximada a la real y por ende el resultado de la velocidad sea semejante al del vehículo.

5.1. Apriltags

Los Apriltags son códigos de barras bidimensional cuadrados que almacenan datos codificados, es la evolución del código de barras y de los códigos QR, es un módulo

para almacenar información en una matriz de puntos pero con menor cantidad de información (entre 4 y 12 bits).



Figura 12: Apriltag ID: 0

Visite el link de la página si desea generar tags adicionales.

5.2. Pasos para autocalibración

1. Verificar que tengamos los siguientes instrumentos: Odómetro o cinta métrica, un par de Apriltags con ID's distintos y un soporte para los mismos.
2. Ubique el primer Apriltag dentro del campo visual de la cámara.
3. Mida una distancia prudente para colocar el segundo Apriltag de forma perpendicular. Aproximadamente de 3 a 5 metros.
4. Coloque el segundo Apriltag en la posición que midió anteriormente. Chequee que esté dentro del campo visual de la cámara.
5. Ejecute la grabación de un video de aproximadamente un minuto o menos.
6. Exporte el video e incluyalo dentro de SIVIT. Puede llamarlo como calibración o un nombre específico para que no presente un problema con los demás videos.
7. Ejecute el botón de autocalibración, le mostrará un mensaje de alerta para iniciar el proceso.

8. Si la posición de los Apriltags es correcta y son visibles para el sistema el devolverá un mensaje con las coordenadas. En caso contrario usted verá que se abrirá el video e intentará leer los códigos. Si el video termina y no fue posible detectarlo hay que mejorar el tamaño de los tags o la distancia a la cuál están colocados de la cámara.
9. Si todo sale correcto le mostrará un mensaje de información con las coordenadas (x, y) , de cada tag.
10. Inicie el análisis de la cámara sustituyendo únicamente las coordenadas y , la idea es que se analice si el proceso se ejecutó bien y las líneas se encuentran sobre los tags.

Luego de ejecutar este proceso no será necesario realizarlo más, ya que si la posición de la cámara no varía se mantendrán los parámetros. Tome en cuenta que la distancia que usted medirá es aproximada y por ende se debe aproximar para obtener una velocidad más exacta.

El video del link, presenta un tutorial guiado del proceso, con la intención de demostrar con un ejemplo el proceso de autocalibración.

6. ¿Cómo reportar un error?

El reportar errores es de suma importancia, ya que un sistema nunca estará libre de ellos y en ocasiones los errores que suceden son debido a condiciones muy poco probables, por lo que el feedback de ellos permite depurar el sistema para que no vuelvan a suceder.

1. Sí es posible, registre el error mediante una captura de pantalla o mediante una foto con otro dispositivo.
2. Envíe la foto al desarrollador o encargado de mantenimiento de la aplicación.
3. Observe el ejemplo de la Fig.13 para que tenga en cuenta cómo se puede observar. Normalmente estos errores se observan en la terminal destinada para ello pero en otras ocasiones muestran un mensaje de alerta.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
1021: 'car', 1022: 'car', 1023: 'car', 1024: 'car', 1025: 'car', 1026: 'car', 1027: 'car', 1028: 'car', 1029: 'car', 103
0: 'car', 1031: 'car', 1032: 'car', 1033: 'car', 1034: 'car', 1035: 'car', 1036: 'car', 1037: 'car', 1038: 'car', 1039:
'car', 1040: 'car', 1041: 'car', 1042: 'car', 1043: 'car', 1044: 'car', 1045: 'car', 1046: 'car', 1047: 'car', 1048: 'ca
r', 1049: 'car', 1050: 'car', 1051: 'car', 1052: 'car', 1053: 'car', 1054: 'car', 1055: 'car', 1056: 'car', 1057: 'car',
1058: 'car', 1059: 'car', 1060: 'car', 1061: 'car', 1062: 'car', 1063: 'car', 1064: 'car', 1065: 'car', 1066: 'car', 10
67: 'car', 1068: 'car', 1069: 'car', 1070: 'car', 1071: 'car', 1072: 'car', 1073: 'car', 1074: 'car', 1075: 'car', 1076:
'car', 1077: 'car', 1078: 'car', 1079: 'car', 1080: 'car', 1081: 'car', 1082: 'car', 1083: 'car', 1084: 'car', 1085: 'c
ar', 1086: 'car', 1087: 'car', 1088: 'car', 1089: 'car', 1090: 'car', 1091: 'car', 1092: 'car', 1093: 'car', 1094: 'car',
1095: 'car', 1096: 'car', 1097: 'car', 1098: 'car', 1099: 'car', 1100: 'car', 1101: 'car', 1102: 'car', 1103: 'car', 1
104: 'car', 1105: 'car', 1106: 'car', 1107: 'car', 1108: 'car', 1109: 'car', 1110: 'car', 1111: 'car', 1112: 'car', 1113
: 'car', 1114: 'car', 1115: 'car', 1116: 'car', 1117: 'car', 1118: 'car', 1119: 'car', 1120: 'car', 1121: 'car', 1122: '
car', 1123: 'car', 1124: 'car', 1125: 'person', 1126: 'car', 1127: 'person', 1128: 'car', 1129: 'car', 1130: 'car', 1131
: 'person', 1132: 'car', 1133: 'car', 1134: 'car', 1135: 'person', 1136: 'car', 1137: 'car', 1138: 'person', 1139: 'pers
on', 1140: 'car', 1141: 'car', 1142: 'person', 1143: 'person', 1144: 'car', 1145: 'person', 1146: 'car', 1147: 'car', 11
48: 'car', 1149: 'person', 1150: 'car', 1151: 'car', 1152: 'car', 1153: 'person', 1154: 'car', 1155: 'car', 1156: 'car',
1157: 'car', 1158: 'car', 1159: 'car', 1160: 'car', 1161: 'car', 1162: 'car', 1163: 'car', 1164: 'car', 1165: 'car', 11
66: 'car', 1167: 'car', 1168: 'car', 1169: 'car', 1170: 'car', 1171: 'car', 1172: 'car', 1173: 'car', 1174: 'car', 1175:
'car', 1176: 'car', 1177: 'car', 1178: 'car', 1179: 'car', 1180: 'car', 1181: 'car', 1182: 'car', 1183: 'car', 1184: 'c
ar', 1185: 'car', 1186: 'car', 1187: 'car', 1188: 'car', 1189: 'car', 1190: 'car', 1191: 'car', 1192: 'car', 1193: 'car',
1194: 'car', 1195: 'car', 1196: 'car', 1197: 'car', 1198: 'car', 1199: 'car', 1200: 'car', 1201: 'car', 1202: 'car', 1
203: 'car', 1204: 'car', 1205: 'car', 1206: 'car', 1207: 'car', 1208: 'car', 1209: 'car', 1210: 'car', 1211: 'car', 1212
: 'car', 1213: 'car', 1214: 'car', 1215: 'car', 1216: 'bus', 1217: 'car', 1218: 'car', 1219: 'car', 1220: 'car', 1221: '
car', 1222: 'car', 1223: 'car', 1224: 'car', 1225: 'car', 1226: 'car', 1227: 'car', 1228: 'car', 1229: 'car', 1230: 'car',
1231: 'car', 1232: 'car', 1233: 'car', 1234: 'car', 1235: 'car', 1236: 'car', 1237: 'car', 1238: 'car', 1239: 'car',
1240: 'car', 1241: 'car', 1242: 'car', 1243: 'car', 1244: 'car', 1245: 'car', 1246: 'car', 1247: 'car', 1248: 'car', 124
9: 'car', 1250: 'car', 1251: 'car', 1252: 'car', 1253: 'car', 1254: 'car'
Vehicle type at line: car
Failed to capture frame
C:\Users\ipmar\Documents\Investigación Carlos Cerdas\traffic-flow-prediction>

```

Figura 13: Ejemplo de Error

4. Como última recomendación, puede involucrarse en la resolución del mismo con el objetivo de recortar el tiempo en el que el sistema no funciona.