

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
MASTER'S PROGRAM IN RESEARCH AND INNOVATION IN INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (I2-ICT)
Video Analysis Techniques for Surveillance (Course 2012/2013)

LAB 1: Foreground segmentation and shadow detection

Augusto Bourgeat Terán
José Luis Carrillo Medina

Objetivo

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un módulo de segmentación de primer plano capaz de detectar objetos móviles que se desplazan sobre un fondo fijo, dadas los frame extraídos de una secuencia de entrada de vídeo. La secuencia se asume que ha sido capturada por una cámara de vídeo. El módulo será capaz de detectar sombras, que no se consideran como objetos móviles si el módulo está configurado para suprimirlas. El módulo será implementada en lenguaje C utilizando la biblioteca OpenCV en Linux.

Problema

Características de la Implementación:

El módulo debe implementar lo siguientes

- Inicio en Caliente (Hot start /restart) .
- Actualización progresiva del modelo de fondo a través de medias móviles selectivas
- Detección y supresión de los fantasmas y objetos estacionarios.
- Detección y supresión de sombras.

Palabras claves

Imagen (Frame), frente FG ('Foreground'), fondo BG ('Background'), Mediana, Media móvil , Hot start /restart, medias móviles selectivas, fantasmas , sombras y objetos estacionarios

Índice

1 Introducción	3
2 Técnicas de Modelado de Sustracción de Fondo	3
2.1. Detección mediante diferencia de imágenes	3
2.1.1 Técnica: Diferencia entre imágenes consecutivas	3
2.1.2 Implementación: Diferencia entre imágenes consecutivas	4
2.1.3 Interpretación: Diferencia entre imágenes consecutivas	7
2.1.4 Diferencia entre imágenes consecutivas con post-procesado (filtrado)	7
2.2 Detección mediante modelado de fondo (aproximaciones básicas)	8
2.2.1 Técnica: Modelo de fondo mediante la imagen inicial de la secuencia	9
2.1.3 Interpretación: Modelo de fondo mediante la imagen inicial de la secuencia	10
2.3. Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)	10
2.3.1 Técnica: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)	10
2.3.2 Implementación: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)	10
2.3.3 Interpretación: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)	14
2.3.4 Interpretación: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)	15
operando con pixeles:	
2.4 Modelo de fondo: Promedios móviles con actualización selectiva	16
2.4.1 Técnica : Promedios móviles con actualización selectiva	16
2.4.2 Implementación: Promedios móviles con actualización selectiva	16
2.4.3 Interpretación: Promedios móviles con actualización selectiva	18
3. Foreground segmentation and shadow detection	18
3.1 Técnica : Inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios	18
3.2 implementación: Inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios ..	20
3.2 Interpretación: Promedios móviles con actualización selectiva	20
3. 3 Detección de Sombras (Shadow detection)	21
3.3.1 implementación: Detección de Sombras	22
3.3.2 Interpretación: Promedios móviles con actualización selectiva	25
3.4 Fusión de implementación: Inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios	25
3.4.1 Interpretación	28
Conclusiones	30
References	31

1 Introducción

La Video Vigilancia es hoy en día una de las disciplinas más extendidas dentro de la Ingeniería, biometría, robótica y la informática, con multitud de aplicaciones en escenarios reales. La utilización de una cámara constituye actualmente uno de los sensores principales y más utilizados para el reconocimiento del entorno.

En la actualidad, el análisis automático de secuencias de vídeo-seguridad se ha convertido en un área de investigación muy activa en respuesta a la creciente necesidad en temas de seguridad.

Estos sistemas proporcionan herramientas de análisis automáticas con el objetivo de ayudar al personal de seguridad a centrar su atención cuando se encuentran ante una situación compleja.

La segmentación de objetos en movimiento, o discriminación entre frente (foreground) y fondo (background), es una etapa clave en la mayoría de los sistemas de análisis de video. Si el objetivo último es ofrecer una descripción de la escena de alto nivel, indicando el número, la posición y el movimiento de objetos (animados e inanimados, rígidos o flexibles, etc.), y la interacción de éstos objetos entre sí, los resultados obtenidos tras la segmentación a nivel de píxel influirán irremediablemente en la calidad final del sistema.

Las técnicas clásicas de segmentación a nivel de píxel buscan modelar el fondo mediante una capa o imagen del fondo que tiene que ser actualizada con cada nuevo cuadro del vídeo. El frente se detecta como alteraciones sobre este modelo, técnica habitualmente conocida como sustracción del fondo. Los resultados obtenidos por éstas técnicas son aceptables en entornos donde el fondo es simple y estático, la calidad del video es buena y la complejidad de los objetos baja.

El proyecto se ha desarrollado de manera incremental, partiendo de la implementación de algoritmos bases e introduciendo sistemas que incluyen soluciones a los problemas descritos anteriormente. El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se describe las técnicas de modelado de sustracción de fondo, sus respectivas implementaciones e interpretaciones. En la sección 3 se realiza la implementación de acuerdo a lo especificado en la guía práctica LAB 1: Foreground segmentation and shadow detection. En la sección 4, se realiza el análisis de los resultados obtenidos de la sección 3, y por último se realizan las respectivas conclusiones de este trabajo.

Este trabajo se desarrollo en el lenguaje C utilizando la librería OpenCv 2.4.2 (Librería de manejo de imágenes) bajo Lynus.

2 Técnicas de Modelado de Sustracción de Fondo

2.1. Detección mediante diferencia de imágenes

2.1.1 Técnica: Diferencia entre imágenes consecutivas

La detección de objetos en secuencias, se puede lograr utilizando el algoritmo basado en umbralizar las diferencias entre imágenes consecutivas (frame difference):

$$FG_t(x, y) = |I_t(x, y) - I_{t-1}(x, y)| > Th \quad (1)$$

, donde I_t e I_{t-1} son la imagen actual y previa en el instante t , Th es un umbral determinado empíricamente y FG_t es una imagen binaria indicando la presencia o no-presencia de objetos respectivamente, con valores 1 ó 0 (255 ó 0).

2.1.2 Implementación: Diferencia entre imágenes consecutivas

Para la implementación se utiliza la secuencia de video “hall_monitor”, la cual consiste en un ambiente de oficina, donde dos hombres llevan y dejan objetos en el pasillo.

La secuencia de video es a color (es decir, cada imagen está representada por tres matrices correspondientes a cada canal de color) con lo cual inicialmente se transforma a escala de grises, para operar sobre ellas.

```
cvCvtColor(input, descriptor->ImgNueGris, CV_RGB2GRAY);
```

Para obtener la imágenes de fondo aplicamos la ecuación No. 1 con umbrales 10 y 20.

Umbral: 10

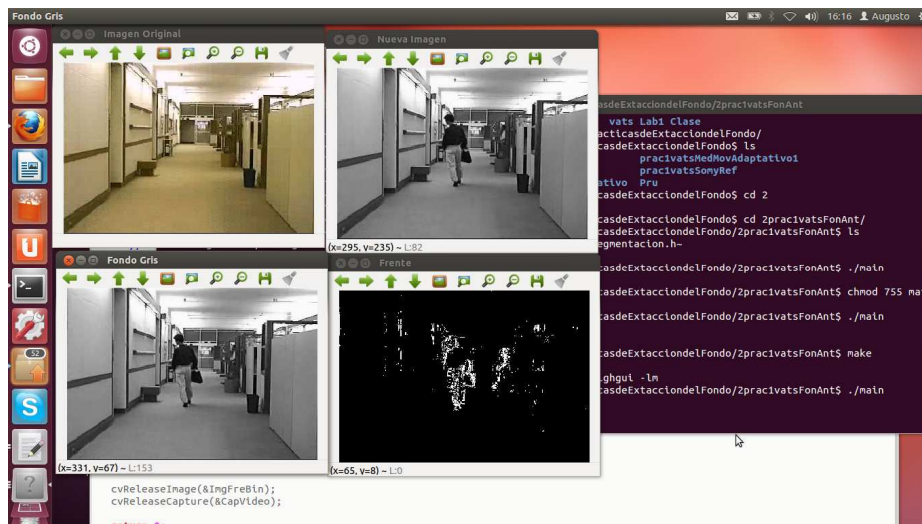


Fig. 1: Sustracción de fondo de Imágenes consecutivas, con umbral de 10

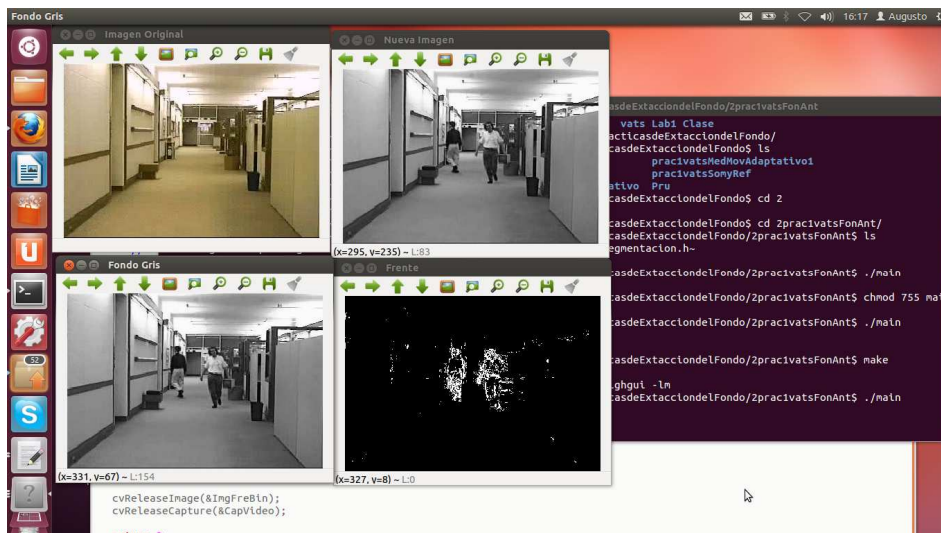


Fig. 2: Sustracción de fondo de Imágenes consecutivas, con umbral de 10

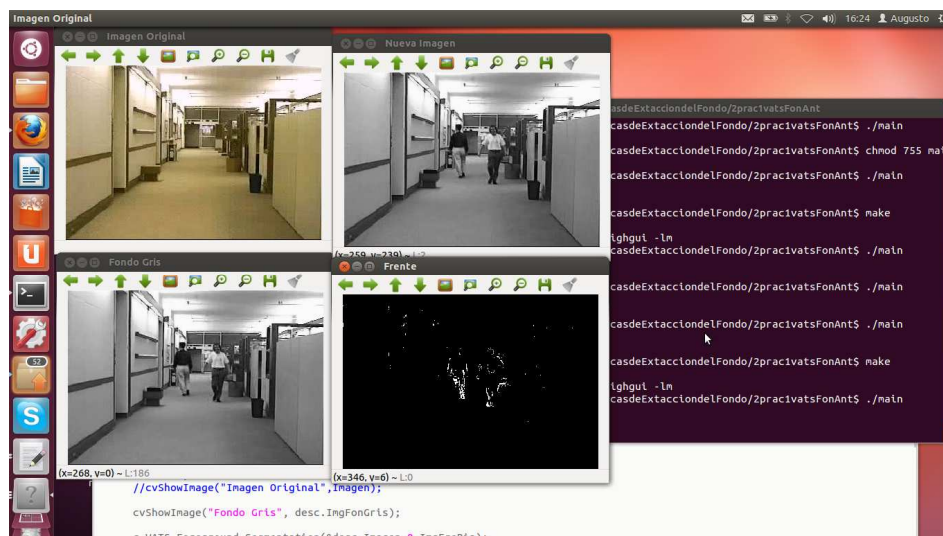
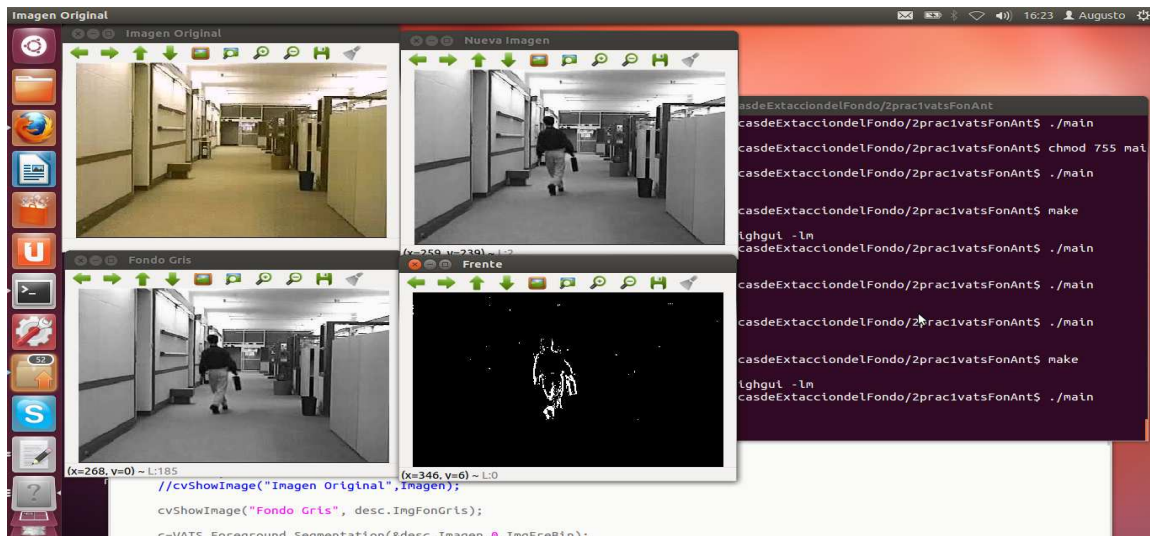
Esta Implementación presenta en las ventanas, el procesamiento de los videos a través de sus frame : 1) Imagen original a color, 2) Imagen en tonos de grises, 3) Imagen del Fondo 4) el frente o mascara binario.

Aplicamos el algoritmo sobre secuencia de video, utilizando un valor de umbral de detección de $Th=10$ y visualizando simultáneamente la secuencia y las detecciones.

Analizando los resultados obtenidos de la sustracción de fondo observamos que en las detecciones de la escena, hay objetos móviles como:

- Movimiento de luces (oscilación de los fluorescentes) que son captadas por la técnica (puntos en blanco), debido a que el umbral detecta estas diferencias.
- Cuando entra la persona el segmentado la detecta pero con ruido, apreciándose una figura incompleta (relleno y contorno).

Umbral: Th=20



Analizando los resultados obtenidos de la sustracción de fondo observamos:

- Si el umbral aumenta, el parpadeo de las luces es menor en la imagen del fondo. Al aumentar el umbral Th=20, ya no aparece el ruido.
- Los objetos en movimiento dejan un ligero "fantasma" y es más evidente el efecto.
- Cuando entra la persona el segmentado la detecta pero con ruido, apreciándose una figura incompleta (relleno y contorno).

2.1.3 Interpretación: Diferencia entre imágenes consecutivas

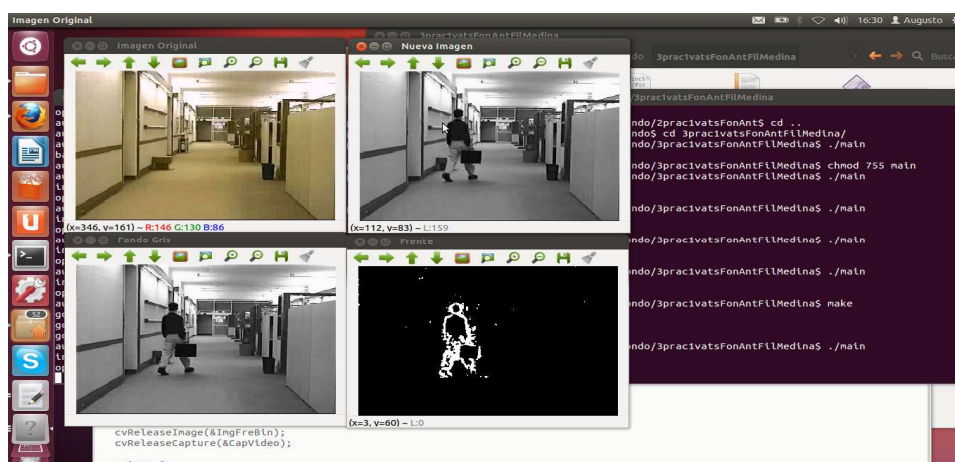
- Problema con la técnica, es la claridad en el primer plano de las personas y objetos.
- Como se utiliza la imagen anterior como modelo de fondo, para comparar con la imagen actual, esta no es capaz de identificar el interior de los objetos en movimiento, puesto que entre imágenes consecutivas, estos píxeles se mantienen invariantes.
- Si el valor del umbral aumentar se atenúa los ruidos pero aumenta el efecto del modelado de fantasmas.

2.1.4 Diferencia entre imágenes consecutivas con post-procesado (filtrado)

De las observaciones anteriores existe una dependencia del umbral con respecto al ruido producido por las secuencias que se analizan, se puede eliminar este efecto, al utilizar una etapa de post-procesado sobre la máscara binaria resultante en cada instante de tiempo (FG_t) que consiste en eliminar aquellas detecciones consideradas erróneas utilizando técnicas de filtrado, mediante un filtro de mediana sobre la secuencia, aplicando una máscara de 3x3 o de 7x7.

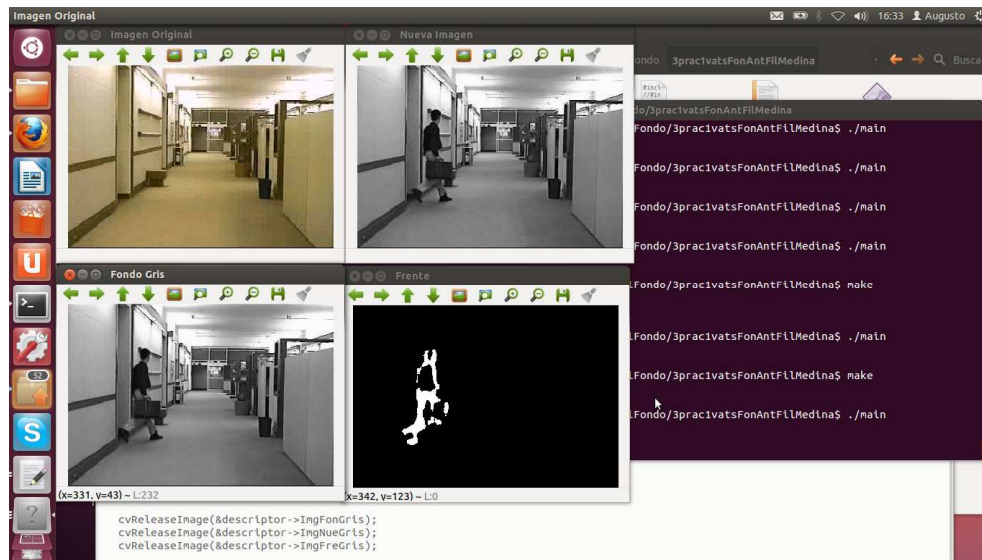
Filtro de mediana de 3 x 3

```
cvSmooth( mask, mask, CV_MEDIAN, 3, 3, 0, 0 );
```



Filtro de mediana de 7 x 7

```
cvSmooth( mask, mask, CV_MEDIAN, 7, 7, 0, 0 );
```

Se aprecia que en las primeras imágenes de la secuencia ya no es evidente el ruido y la silueta del objeto en movimiento detectado no es evidente las señales de "fantasma" que aparece en el apartado anterior.

Esta técnica de post-procesado permite eliminar gran parte de píxeles detectados erróneamente como frente. Esta técnica mejora el ruido impulsivo de las frecuencias de los fluorescentes que son detectados por los fillos metálicos.

Al aumenta el tamaño del filtro los ruidos observados desaparecen, mejorando la imagen de fondo. Además se puede observar que el filtro de mediana reduce y suaviza el ruido al considerar los valores de las vecindades del pixel en análisis.

2.2 Detección mediante modelado de fondo (aproximaciones básicas)

La técnica de frame difference no permite detectar completamente los objetos en movimiento de la secuencia de imágenes limitándose a extraer aquello que se ha movido entre imágenes consecutivas. Como alternativa, el algoritmo de sustracción de fondo (background subtraction) propone la diferencia entre la imagen actual y una imagen de fondo que representa las partes estáticas de la escena:

$$FG_t(x, y) = |I_t(x, y) - B_t(x, y)| > Th \quad (2)$$

, donde I_t y B_t son, la imagen y el fondo de escena en el instante actual, Th es un umbral y FG_t es un imagen binaria que indica primer plano (objetos) o fondo representado con valores 1 ó 0.

2.2.1 Técnica: Modelo de fondo mediante la imagen inicial de la secuencia

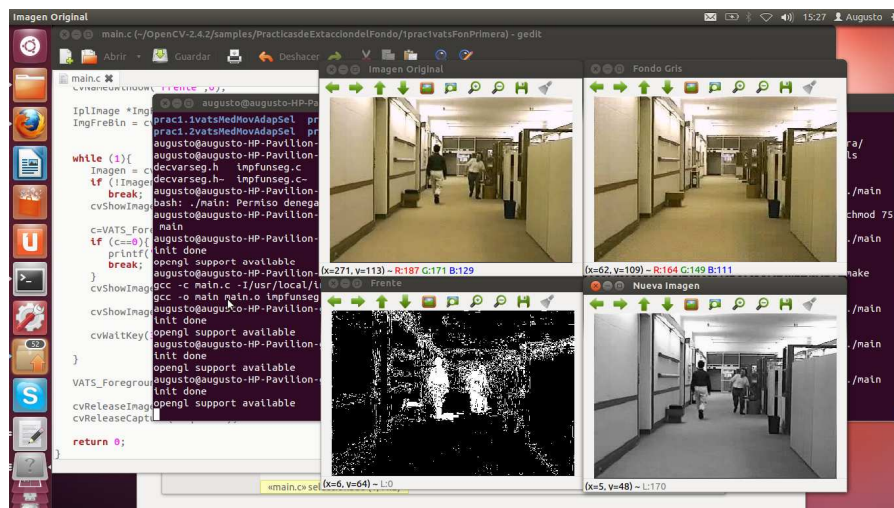
Se analiza el algoritmo de sustracción de fondo en el cual se utiliza como fondo la primera imagen de la secuencia en cualquier instante de tiempo:

$$B_t(x,y) = I_1(x,y) \quad (3)$$

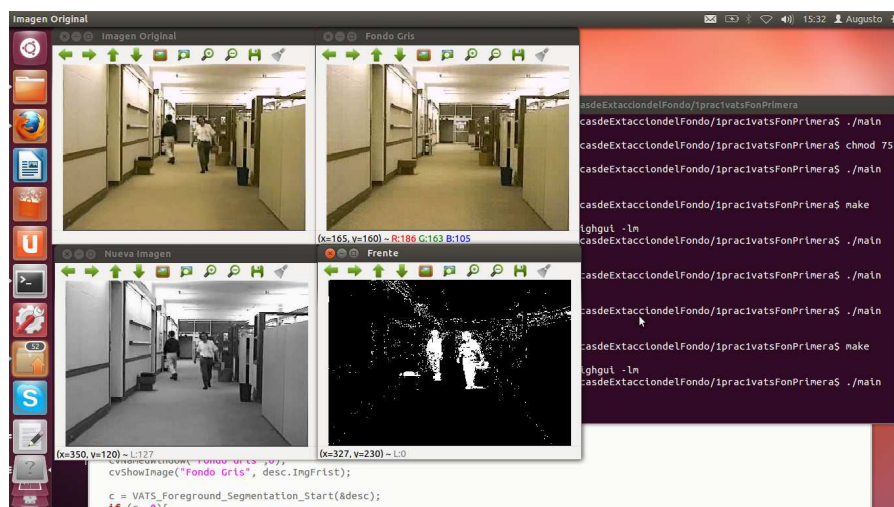
El código que implementa este algoritmo de sustracción de fondo utilizando como modelo de fondo la primera imagen de la secuencia.

Umbral = 10

Esta Implementación presenta en las ventanas, el procesamiento de los videos a través de sus frame : 1) Imagen original a color, 2) Fondo a color 3) el frente o mascara binario 4) Nueva original en gris



Umbral = 20



2.1.3 Interpretación: Modelo de fondo mediante la imagen inicial de la secuencia

- Corresponde a un entorno menos controlado, los píxeles del fondo cambiar su valor debido a cambios de iluminación. La sombra se observa completa a diferencia de la técnica anterior.
- La detección del objeto móvil no es todavía precisa ya que los objetos presentan en el vídeo sus siluetas no son compactas. Para mejorar se aplicar otra etapa de post-procesado encargada de darle compacidad a las regiones conexas (o blobs) de la imagen binaria que representa los objetos detectados. Para ello, se utiliza la función
- En esta etapa de post procesado, proporciona una imagen de primer plano mejor definida, adecuada para una determinada aplicación o procesamiento posterior, basadas en manipulaciones directas sobre los píxeles de la imagen.
- Ya no aparece los fantasmas, ni el ruido no deseado, y la sombra aparece completamente definida como parte del primer plano.

2.3. Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)

2.3.1 Técnica: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)

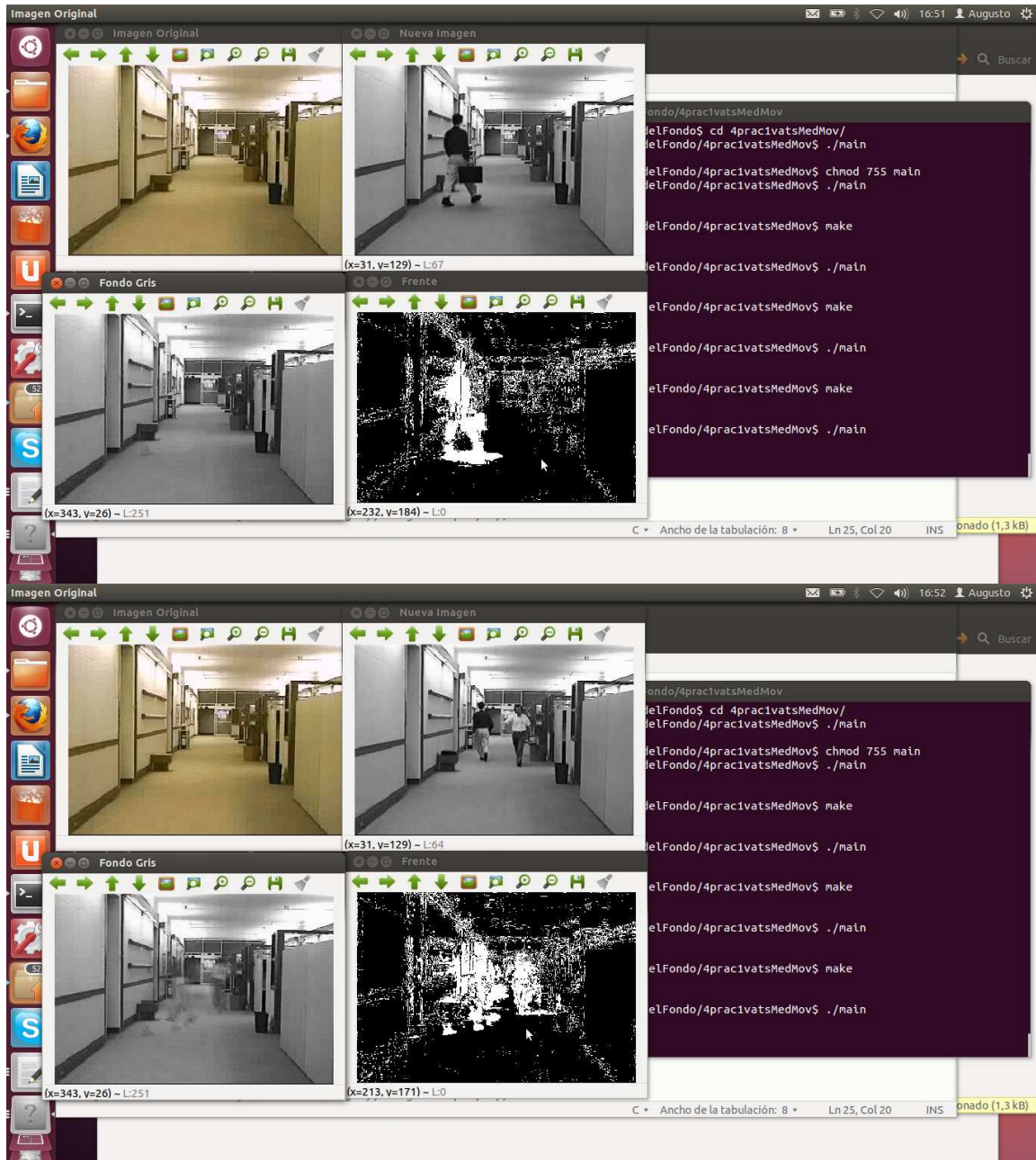
El algoritmo de promedio móvil propone adaptar el modelo de fondo en cada instante a través del factor α (tasa de aprendizaje), comprendidos entre $[0,1]$ (valores típicos de $\alpha = 0.05$) mediante la siguiente expresión:

$$B_{t+1}(x, y) = \alpha I_t(x, y) + (1 - \alpha) B_t(x, y)$$

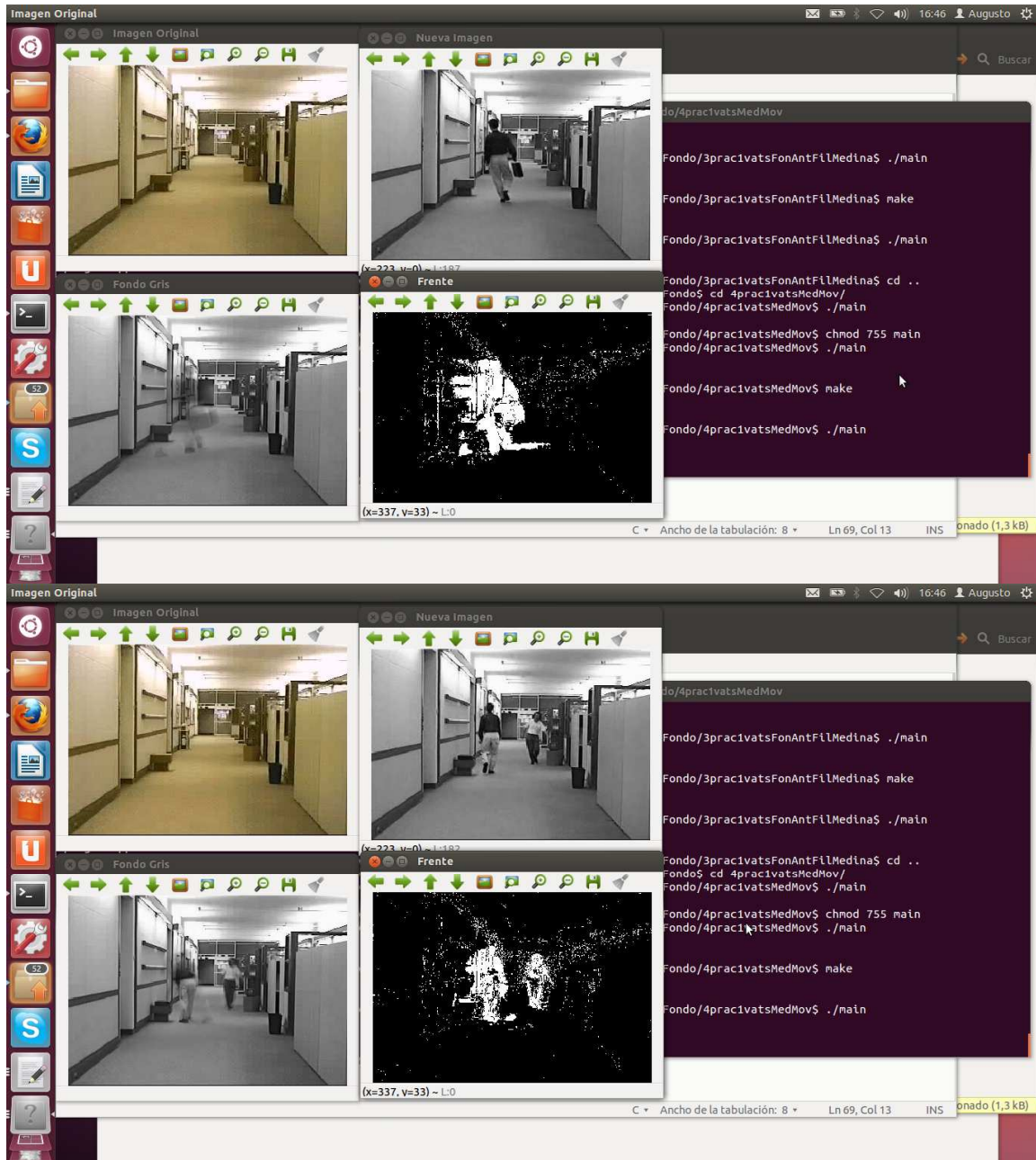
Utilizando la secuencia "hall_monitor", vamos a observar el resultado variando los valores de α .

2.3.2 Implementación: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)

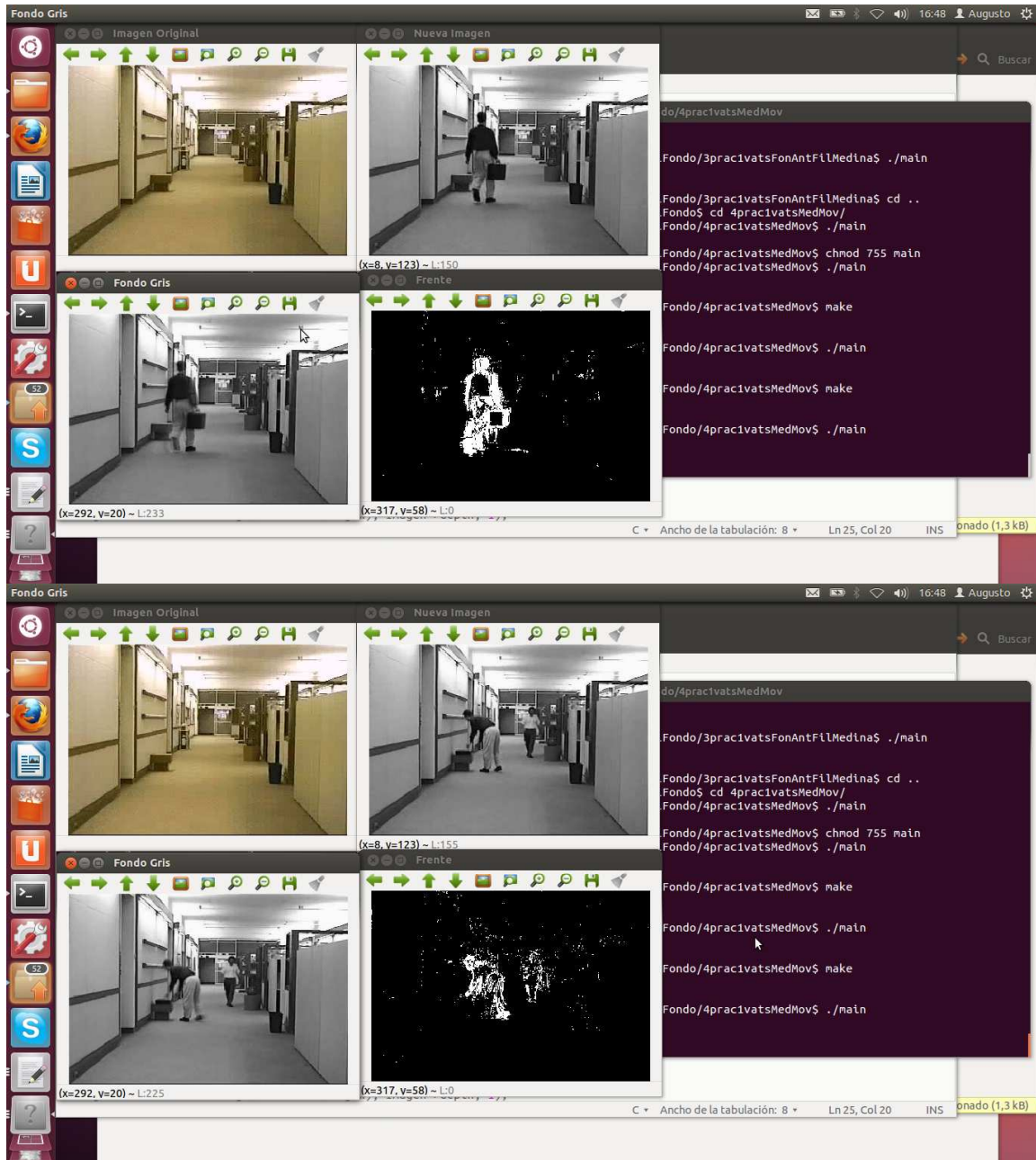
Alfa=0.01



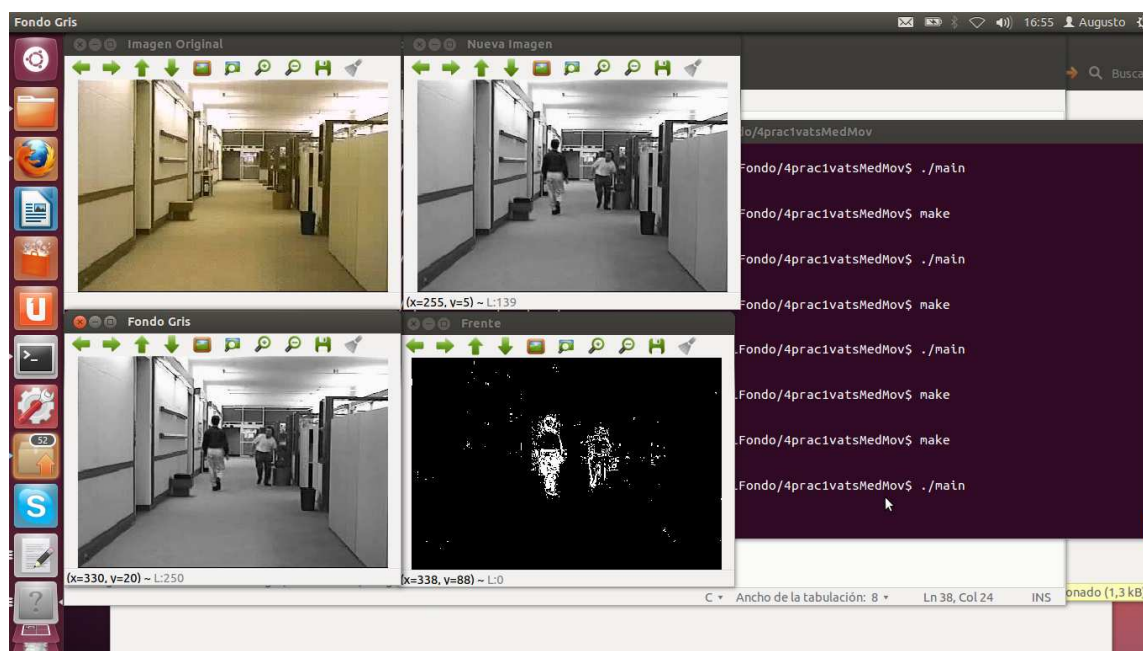
Alfa=0.05



Alfa=0.5



Alfa=1



2.3.3 Interpretación: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average)

Parámetro α	¿Desparecen los efectos residuales ("fantasmas") del fondo?	¿Qué sucede con el objeto en el modelo de fondo?	¿Existe algún método equivalente entre los anteriormente vistos?
0	No aparece los fantasmas, ni el ruido no deseado, y la sombra aparece completamente definida como parte del primer plano.	El fondo se adapta inmediatamente	Sustracción de fondo en el cual se utiliza la primera imagen de la secuencia para obtener el fondo en cualquier instante de tiempo
0.01	No aparecen los fantasmas	El fondo se adapta casi inmediatamente	Sustracción de fondo, de la primera imagen pero con un factor muy cercano a uno.
0.05	Los fantasmas aparecen levemente	En este caso el modelo de fondo se adapta a las variaciones progresivamente en la escena	Sustracción de fondo, de la primera imagen pero con un factor muy cercano a uno.
0.5	Se aprecian los fantasmas siguiéndole a la persona.	El fondo se adapta muy lentamente	Promedio entre el fondo y la imagen anterior
1	Es sensible al ruido y a las	Aparece el objeto como	El método de diferencia de

	variaciones de iluminación. Los fantasmas aparecen mucho más evidentes.	parte del fondo	imágenes temporal, que utiliza como modelo de fondo (B_t) para la imagen de la secuencia en el instante (I_t), la imagen anterior, es decir, la imagen del instante de tiempo $t-1$.
--	--	-----------------	---

- La velocidad de adaptación viene modelada por el parámetro α .
- Las pruebas realizadas de adaptación del modelo de fondo presenta problemas en la detección de objetos en movimiento de sombras y reflejos y los objetos que desaparezcan del fondo se marcan como fantasmas.

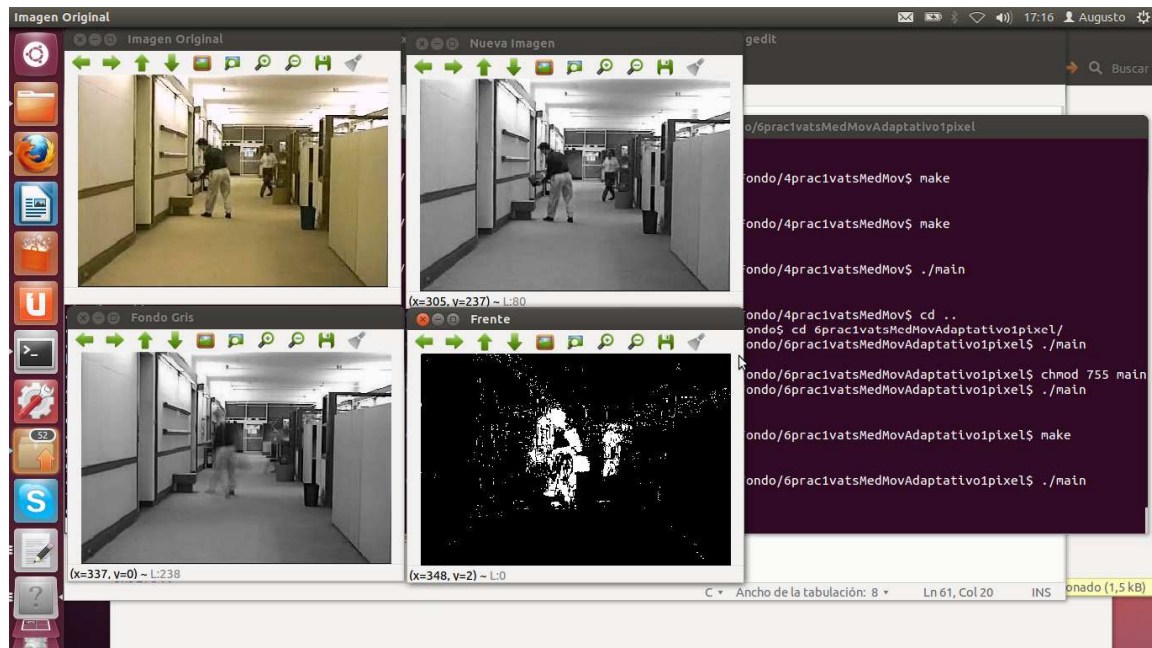
Utilizamos un filtro de mediana 5x5 para comprobar si mejora la imagen del frente.



- Esta técnica de post-procesado permite eliminar gran parte de píxeles detectados erróneamente como frente. Permite reducir el ruido impulsivo. Además se puede observar que al aplicar el filtro de mediana reduce y suaviza el ruido al considerar los valores de las vecindades del pixel en análisis.
- En esta secuencia de video se actualiza los píxeles clasificados como fondo permitiendo incorporar los objetos móviles que se mueven lentamente o en dirección perpendicular al plano de imagen (la maleta, las personas) de la cámara escena y que pasado un determinado tiempo pasan a ser modelo de fondo.

2.3.4 Interpretación: Modelo de fondo mediante promedios móviles (running average) operando con píxeles:

Observándose que ambas formas de implementar la técnica ofrecen los mismos resultados; ejemplo para $\alpha = 0.05$



2.4 Modelo de fondo: Promedios móviles con actualización selectiva

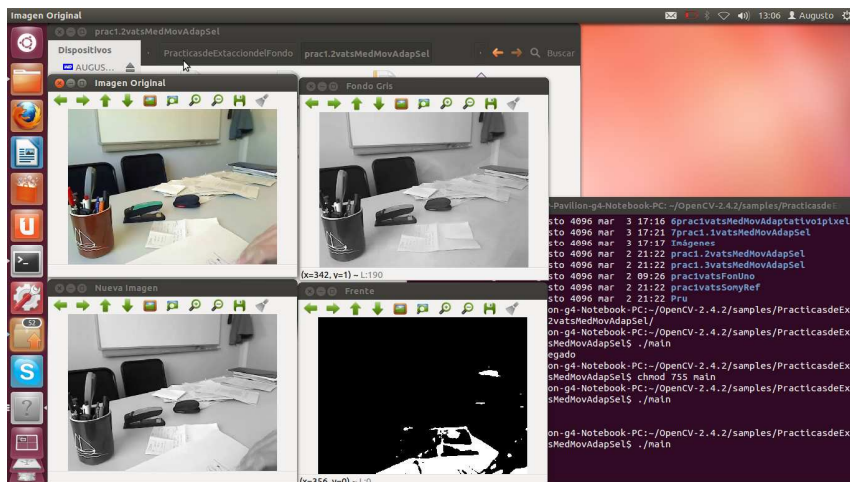
2.4.1 Técnica : Promedios móviles con actualización selectiva

Una solución para no incorporar objetos de primer plano al modelo de fondo es no permitir actualizar el fondo en los puntos donde se ha detectado un posible objeto móvil. Este proceso se llama actualización selectiva y se define para cada píxel como:

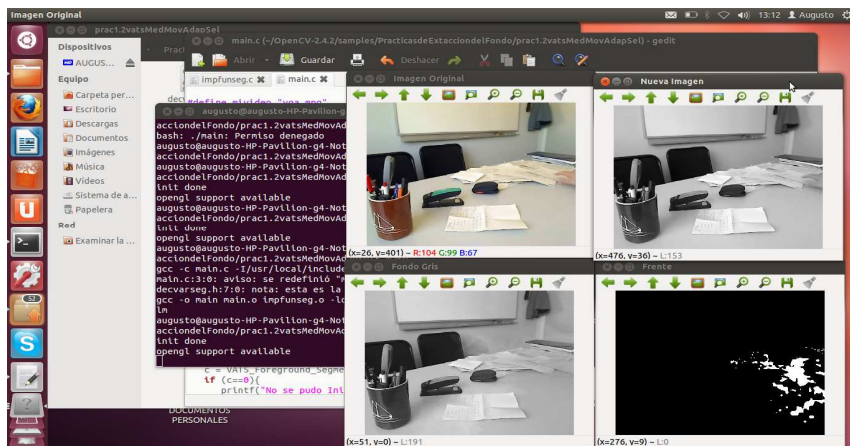
$$B_{t+1}(x, y) = \begin{cases} \alpha I_t(x, y) + (1 - \alpha) B_t(x, y) & \text{if } FG_t(x, y) = 0 \\ B_t(x, y) & \text{if } FG_t(x, y) = 1 \end{cases} \quad (4)$$

2.4.2 Implementación: Promedios móviles con actualización selectiva

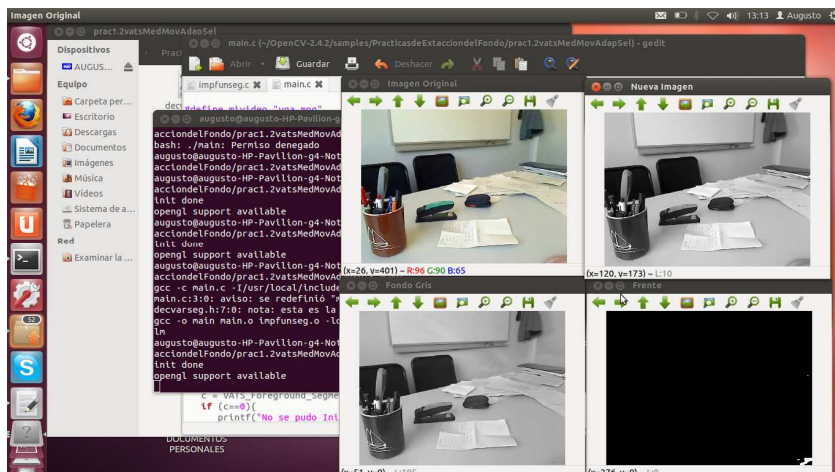
Esta Implementación presenta en las ventanas, el procesamiento de los videos a través de sus frame : 1) Imagen original a color, 2) Imagen del Fondo 3) Imagen en tonos de grises, 4) el frente o mascara binario.



En la ventana de frente, se ve que un objeto que esta en movimiento, es detectado (Hoja de papel).



En la ventana de frente, se ve que los objeto móviles que se vuelven estáticos se incorporan lentamente al fondo.



En la ventana de frente, se ve que luego de transcurrido un tiempo se ha estabilizado el fondo, por lo que no existe ningún objeto en movimiento en el frente.

2.4.3 Interpretación: Promedios móviles con actualización selectiva

- La velocidad de adaptación viene modelada por el parámetro α y la imagen del fondo anterior.
- Las pruebas realizadas de adaptación del modelo de fondo presenta menos problemas que la Técnica anterior.
- En esta secuencia de video se actualiza los píxeles clasificados como fondo permitiendo detectar objetos móviles que luego de un determinado tiempo pasan a ser estáticos incorporándose al modelo de fondo.

3. Foreground segmentation and shadow detection

Para analizar una secuencia de imágenes de video cuando existen objetos en movimiento en las primeras imágenes, se utiliza Técnicas de video para inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios y detección de sombras.

Teniendo como base la secuencia de vídeo "mh.mpg", el módulo implementado realizará la segmentación de primer plano que sea capaz de detectar objetos en movimiento que se desplazan sobre un fondo fijo.

3.1 Técnica : Inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios

En este tipo de secuencias de imágenes, el modelo de fondo inicial contiene objetos en movimiento, que se convierten en fantasmas los cuales se observan en modelo de frente, hasta que se estabilice el fondo. Para eliminar este tipo de eventos se realizan los siguiente pasos:

Procedimiento A: Inicio en caliente, supresión de fantasmas/objetos estacionarios

El modelo inicial del fondo es la primera imagen.

Se declara dos contadores por pixeles:

Contador de frente (Inicio en caliente)

Contador de fondo. (Supresión de los fantasmas y los objetos estacionarios)

- Contador de fondo, es un contador del número de veces que un pixel es detectado como fondo $BG(x,y)$ en la actual imagen $I(x,y)$.
- Contador de Frente, es un contador del número de veces que un pixel es detectado como frente $FG(x,y)$ en la actual imagen $I(x,y)$.

Se inicializan los contadores

Inicio en caliente:

Se compara la imagen del fondo $BG(x,y)$, con la imagen actual $I(x,y)$.

Si $|BG(x,y) - I(x,y)|$ es menor que el umbral Th , (Procesar Imagen del Fondo)

la imagen del frente es negro (0),

y el contador de fondo se incrementa cada vez que un pixel es detectado como fondo

el contador de frente se resetea cada vez que un pixel es detectado como frente

Si el contador de fondo supera el umbral de fantasmas $th-A = 25$, se actualiza la imagen auxiliar "Locked" a 255, y el contador de fondo se inicializa,

Si el contador de fondo no supera el umbral de fantasmas, la imagen auxiliar se inicializa.

Si imagen auxiliar tiene el valor de 255, se actualiza la imagen del fondo con media móvil selectiva, esto es inicio en caliente. caso contrario la imagen del fondo es la imagen actual.

Supresión de fantasmas/objetos estacionarios:

Si $|BG(x,y) - I(x,y)|$ es mayor que el umbral Th , (Procesar Imagen del Frente)

la imagen del frente es blanca (255),

y el contador de frente se incrementa cada vez que un pixel es detectado como frente

el contador de fondo se inicializa cada vez que un pixel es detectado como fondo

Si el contador de frente no supera el umbral de $th-B = 25$, se actualiza la imagen auxiliar "Locked" a 0 y el contador de frente se inicializa.

Si el contador supera el umbral, la imagen auxiliar se fija a 255.

Si imagen auxiliar tiene el valor de 0, se actualiza la imagen del fondo con media móvil selectiva, esto es supresión de fantasmas. caso contrario la imagen del fondo es la imagen actual.

Esta Implementación presenta en las ventanas, el procesamiento de los videos a través de sus frame : 1) Imagen original a color, 2) Imagen en tonos de grises, 3) Imagen del Fondo 4) el frente o mascara binario.

Aplicamos el algoritmo sobre secuencia de video, utilizando un valor de umbral de detección de $Th=25$ y visualizando simultáneamente la secuencia y las detecciones.

El umbral de fantasmas = 10,

Con un alfa = 0.1

3.2 implementación: Inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios



(a)

(b)



(c)

(d)

3.2 Interpretación: Promedios móviles con actualización selectiva

a) En el gráfico de frente se puede observar que la segmentación funciona con la particularidad de que el objeto no está relleno completamente, debido al camuflaje que presenta por la orientación perpendicular a la cámara.

b) En el gráfico del frente se puede observar que cuando la persona esta de lado, la técnica permite adaptar el fondo en el tiempo.

El problema del cambio de iluminación repentina y vibración de los fluorescentes se evita con la adaptación selectiva.

Para este video se suprimieron los fantasmas, utilizando el metodo Locked , que se basa en la confianza de que un pixel se mantendrá como fondo siempre cuando supere un umbral.

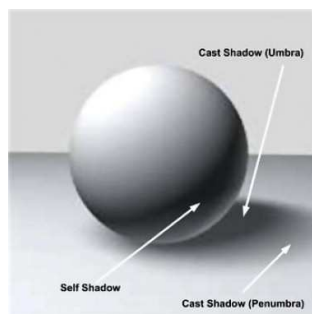
3. 3 Detección de Sombras (Shadow detection)

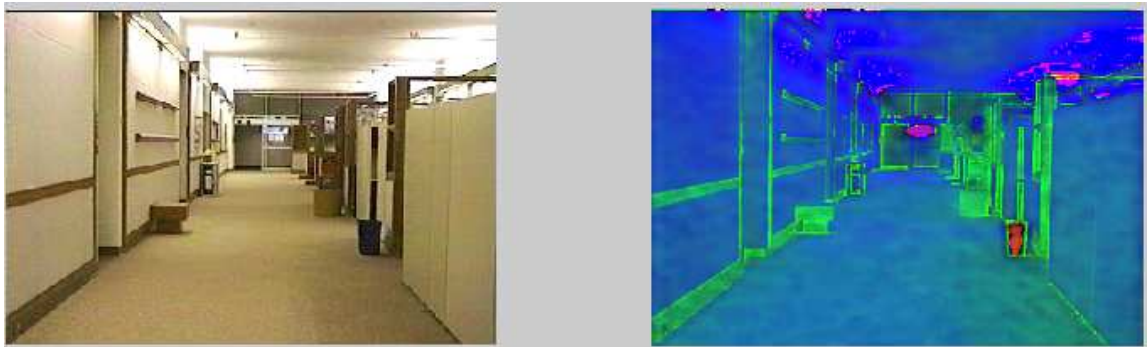
Uno de los problemas de la detección es que las sombras que proyectan los objetos sobre la escena se detectan también como objeto móvil. El algoritmo se basa en que tienes la imagen en el espacio HSV, por lo tanto, que en primer lugar se transforma las imágenes de RGB a HSV, y luego se aplica el algoritmo para detectar la sombra.

El modelo HSV (hue, saturation, value; tinte, saturación, valor) está orientado al usuario y se basa en el atractivo intuitivo del modelo de los artistas. HSV es un sistema de color que varía el grado de propiedades del color para crear nuevos colores. (utiliza la mezcla de colores). Hue(matiz) especifica el "color", rojo, naranja, azul, etc. La saturación (conocida también como cromo o pureza), se refiere a la cantidad de blanco en un hue. Un color completamente saturado no contiene blanco y aparece puro, un rojo 50% saturado resulta un rosa. El valor (conocido también como brillo) es el grado de luminosidad de un color (que tanta luz emite). Un matiz con alta intensidad es brillante, uno con poca intensidad es oscuro.

Este sistema es el más cercano al utilizado por los pintores y otros artistas, para crear colores

Las sombras proyectadas requieren especial atención en el desarrollo de análisis de escena. Detección de sombra detectados como primer plano es crítico para la detección de objetos, y su clasificación errónea puede causar errores en etapas posteriores análisis como la segmentación y el seguimiento.

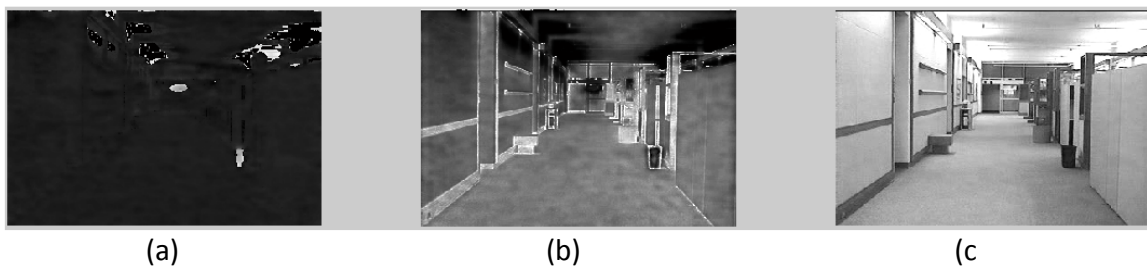




En la figura la imagen arriba a la izquierda está en formato RGB, y como se puede observar en la figura en la parte de arriba a la derecha la imagen esta en un formato menos sensible a los cambios de contenido de color como lo es el HSV, permitiendo otro punto de vista más evidente del objeto que se quiere segmentar.

La función `cvCvtColor` cambia del modelo de color RGB al modelo HSV, esta función toma como entrada una imagen RGB compuesta de tres planos y devuelve la imagen convertida al modelo HSV compuesta a su vez de tres planos correspondientes al H, S y V.

Si dividimos la imagen en sus respectivos planos HSV, escribiendo en línea de comandos:



obtenemos como resultado las figuras (a), (b) y (c). De las anteriores imágenes resulta evidente que puede utilizarse el plano H (matiz - color) ,S (saturación - pureza) o V (Valor - brillo) para poder desempeñar una posible segmentación del objeto.

3.3.1 implementación: Detección de Sombras

Cucchiara et al [3] propuso un método basado en la suposición de que los píxeles de sombra en la trama dada están más oscuro en comparación con la imagen de referencia de fondo mientras que tiene cromaticidad similar. El color HSV espacio se utiliza ya que da una mejor separación de cromaticidad y la intensidad. Un píxel P se considera que es parte de una sombra si:

$$\alpha \leq \left(F_p^V / B_p^V \right) \leq \beta,$$

$$\left(F_p^S - B_p^S \right) \leq \tau_S \quad \text{and} \quad \left| F_p^H - B_p^H \right| \leq \tau_H$$

Esta Implementación presenta en las ventanas, el procesamiento de detección de sombras: 1) Imagen original a color, 2) Imagen en tonos de grises, 3) Imagen del Fondo gris 4) imagen en HSV, 5) el frente o mascara binario para las sombras y 6) fondo gris HSV.

Aplicamos el algoritmo sobre secuencia de video, utilizando los siguientes valores umbral de detección y visualizando simultáneamente la secuencia y las detecciones.

$\alpha = 0.5$

$\beta = 0.75$

umbral S= 40

umbral H = 36

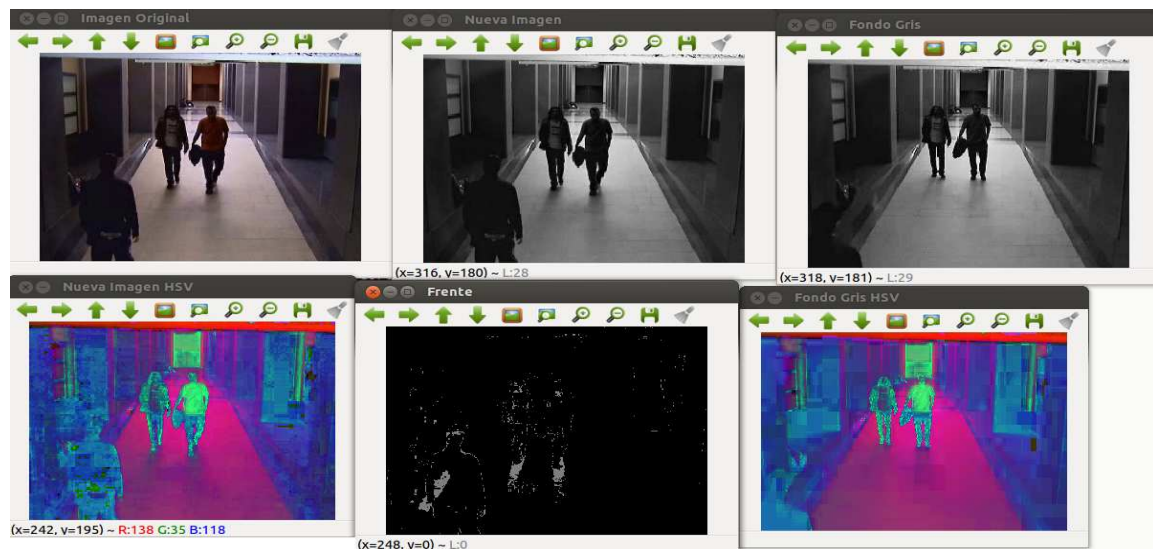


Figura Detección de sombras 1

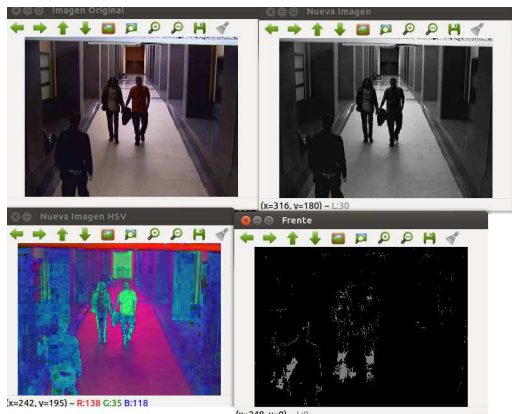


Figura Detección de sombras 2

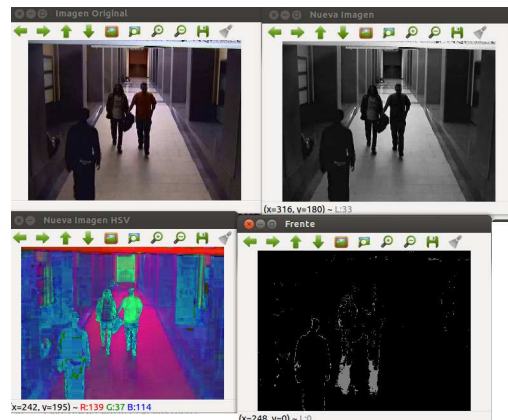


Figura Detección de sombras 3

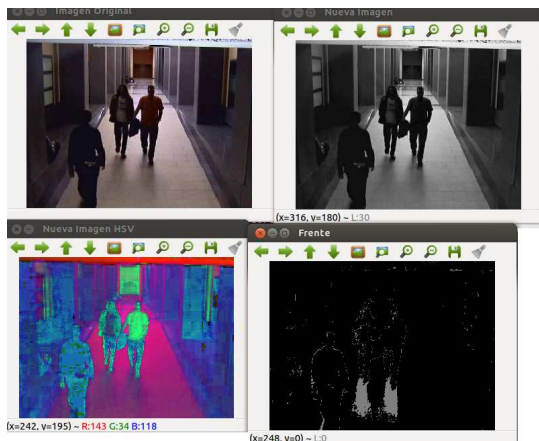


Figura Detección de sombras 4

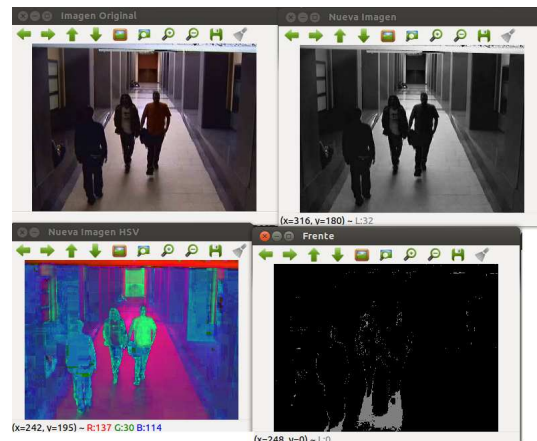


Figura Detección de sombras 5

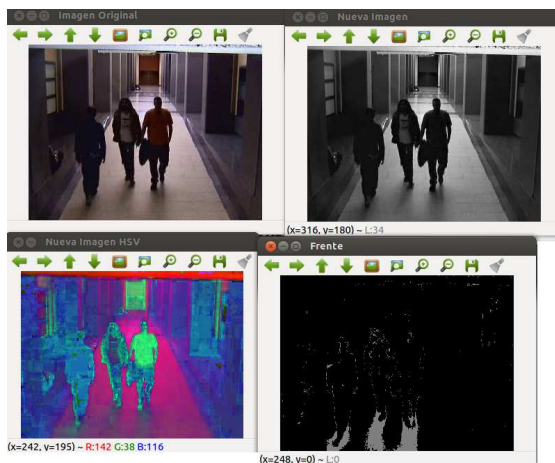


Figura Detección de sombras 6

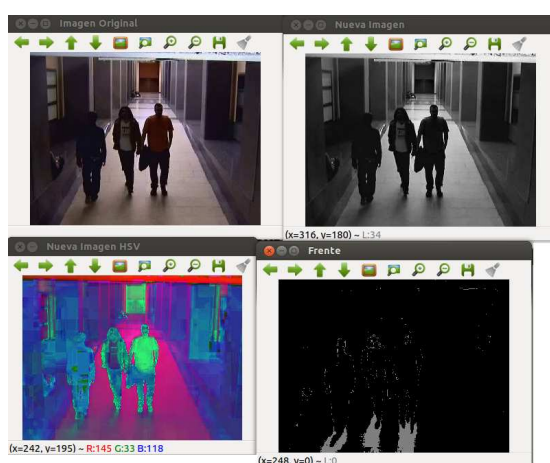


Figura Detección de sombras 7

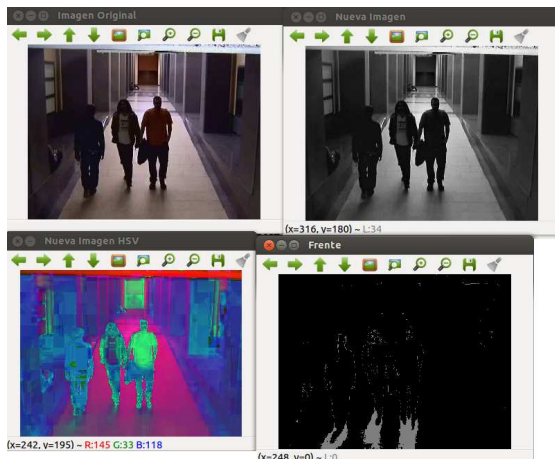


Figura Detección de sombras 8

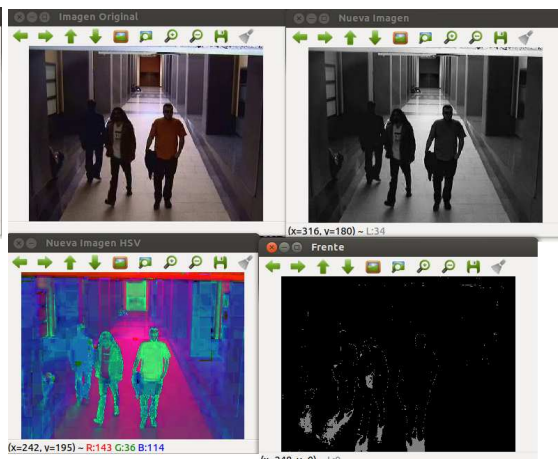


Figura Detección de sombras 9

3.3.2 Interpretación: Promedios móviles con actualización selectiva

- En el gráfico de frente de la secuencia capturada de Detección de sombras se puede observar que la segmentación funciona con la particularidad de que la sombra está rellena con un color oscuro.
- En el gráfico del frente se puede observar que cuando las personas están caminando, le acompañan su sombra adelante y el algoritmo de Cucchiara permite detectar esta característica en el tiempo.

A continuación, los píxeles correspondientes a las sombras serán suprimidos después de detectar objetos en primer plano (post-procesamiento).

3.4 Fusión de implementación: Inicio en Caliente, supresión de fantasmas, objetos estacionarios

Los archivos necesarios para la ejecución para puesta en marcha y funcionamiento del Foreground segmentation and shadow detection son: main.c, decvarseg.h, impfunseg.c, y los videos mh.mpg, vga.mpg, a.avi, hall2.mpg,

A continuación se implementa la fusión de todos los módulos: Inicio en Caliente (Hot start /restart), actualización progresiva del modelo de fondo a través de medias móviles selectivas, detección y supresión de los fantasmas y objetos estacionarios y Detección y supresión de sombras.

Utilizando la Imagen de video mh.mpg,

Esta Implementación presenta en las ventanas, el procesamiento de segmentación Inicio en Caliente (Hot start /restart), actualización progresiva del modelo de fondo a través de medias móviles selectivas, detección y supresión de los fantasmas y objetos estacionarios y Detección y supresión de sombras: 1) Imagen original a color, 2) mascara de sombras, 3) mascara de movimiento 4) Fusión de las mascaras .

Aplicamos el algoritmo sobre secuencia de video, utilizando los siguientes valores umbral de detección y visualizando simultáneamente la secuencia y las detecciones.

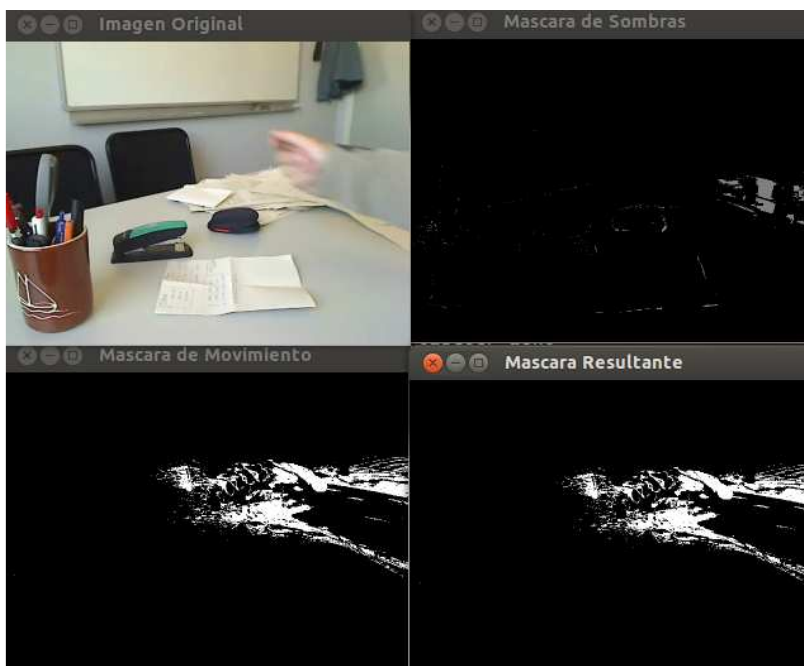
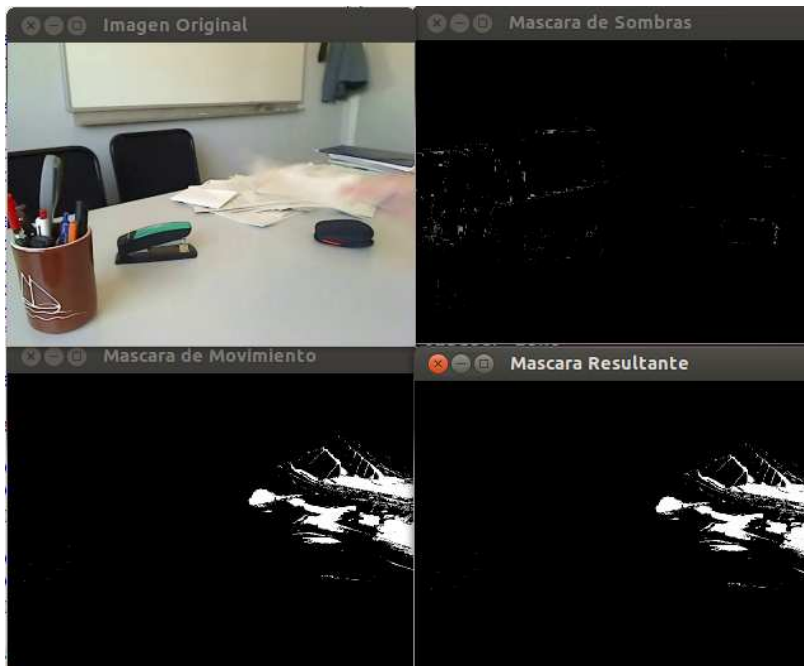
factor de aprendizaje (adaptación selectiva)	$\alpha = 0.05$
sombras	$\alpha = 0.5$, $\beta = 0.75$, umbral S= 40, umbral H = 36
Contadores de BG	umbic= 20
Contadores de FG	umbsf=20



3.4.1 Interpretación:

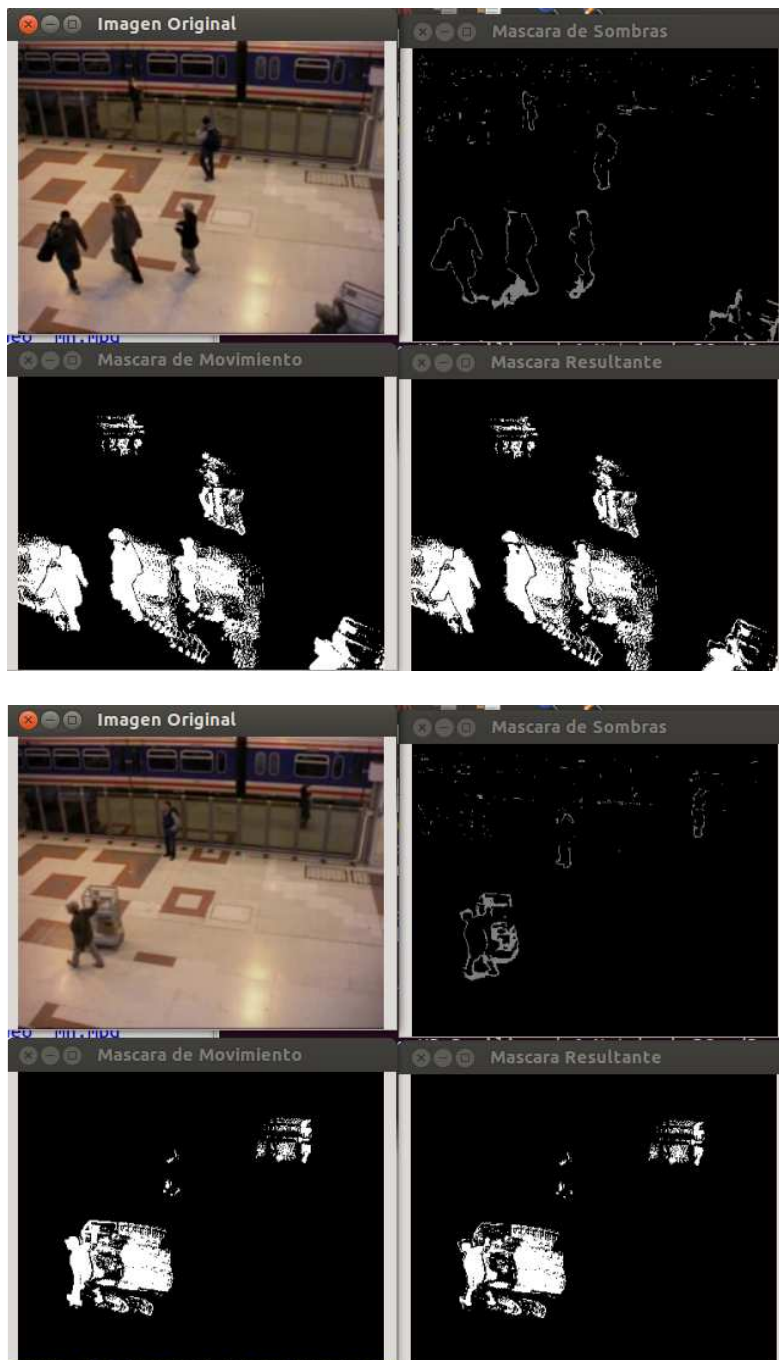
Se puede observar las sombras detectadas en la máscara de sombras, las mismas que son sustraídas de la máscara de movimiento, dando lugar a la máscara resultante. Los inconvenientes que se tiene una ligera estela de la persona acompañado de segmentos de personas debido al camuflaje producido por la dirección del movimiento.

Utilizando la Imagen de video vga.mpg



En la ejecución del programa, se aprecia que el fondo se adapta gradualmente a los cambios, existiendo estelas y agujeros de las imágenes que se solapan.

Utilizando la Imagen de video a.avi



En esta secuencia de video se actualiza los píxeles clasificados como fondo permitiendo incorporar los objetos que quedan sin movimiento (la maleta, las personas) de la cámara escena y que pasado un determinado tiempo pasan a ser modelo de fondo, funcionando

el algoritmo de inicio en caliente y detector de sombras. Existe el inconveniente de las estelas de las personas.

Utilizando la Imagen de video hall2.mpg





En este video es más evidente el funcionamiento del algoritmo de inicio en caliente, detector de sombras y fantasmas. La razón por la cual siguen apareciendo, en la imagen del fondo, restos de los pies de la persona considerados como "fantasmas" es porque la actualización del modelo tiene retrasos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran la eficacia de cada una de las mejoras y la robustez del sistema final a fondos dinámicos, inicios en caliente y cambios bruscos de iluminación.

En esta práctica para evaluar y comparar los métodos se han desarrollado con OpenCv diversas técnicas de modelado del fondo.

Se ha desarrollado una amplia gama de técnicas basadas en el modelado del fondo de la escena conocidas como técnicas de substracción de fondo o algoritmos, que son utilizados junto con una serie de técnicas de pre/post-procesamiento que permiten mejorar el rendimiento final de la detección de regiones de primer plano.

Los píxeles de fondo no cambian de valor a lo largo de la secuencia, es decir, sólo los objetos en movimiento se modificarán en los correspondientes píxeles.

El método de inicio en caliente, Detección de fantasmas y detección de sombras se ha implementado en la solución a los problemas en detección de fondo, dandonos buenos resultados.

References

- [1] Apuntes de Clase, Video Analysis Techniques for Surveillance Unit 2: Video Analysis for Surveillance (Part I), Miguel Ángel García miguelangel.garcia@uam.es
- [2] Procesamiento de IMAGEN DIGITAL - Machine Vision
- [3] R. Cucchiara, C. Grana, M. Piccardi, and A. Prati. Detecting objects, shadows and ghosts in video streams by exploiting color and motion information. In Proc. Int. Conf. Image Analysis and Processing, pages 360–365, 2001.
- [4] Background subtraction techniques: a review. Systems, Man and Cybernetics
- [5] http://www.gts.tsc.uvigo.es/pi/Morfologia_matematica.pdf , José Luis Alba, Fernando Martín - Universidad de Vigo

Realizado por:

Augusto Bourgeat
José Luis Carrillo

Program: Master's program in Research and Innovation in Information and Communication Technologies (I2-CIT)

Center: Escuela Politécnica Superior

University: Universidad Autónoma de Madrid
Madrid 2013