



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# “SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PERSONAS POR SU FORMA DE CAMINAR, PARA EL REGISTRO DE ACCESO, UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE VIDEO Y SOFTWARE LIBRE”.

**Realizado por:**

Verónica Patricia Cangui Terán  
Marcelo Stalin Toapanta Iza

**Director:** Ing. Eddie Galarza



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- El llevar un registro diario de acceso de forma manual resulta ser un problema por incomodidad.
- Las técnicas biométricas empleadas como reconocimiento facial, escaneo de iris o huella digital, necesitan la cooperación del usuario.
- La tecnología basada en el reconocimiento de personas en el área local no es común encontrar y a nivel mundial lo están desarrollando; esto conlleva a la obtención de resultados y crear un espacio de investigación con tendencias innovadoras.



# OBJETIVOS

## GENERAL

- Implementar un sistema de reconocimiento de personas por su forma de caminar, para el registro de acceso, utilizando procesamiento de video y software libre.

## ESPECÍFICOS

- Investigar acerca de las diferentes necesidades y técnicas empleadas para el registro de acceso de las personas.
- Investigar acerca de las técnicas de extracción de patrones característicos de las personas al momento de caminar.



# OBJETIVOS

## ESPECÍFICOS

- Investigar sobre el procesamiento de imágenes y video, sus aplicaciones y las herramientas para realizarlo, así como también métodos y algoritmos de programación en software libre
- Implementar un algoritmo para el sistema de reconocimiento de personas por su forma de caminar.
- Realizar una interfaz gráfica para evaluar el reconocimiento de personas por su forma de caminar.
- Realizar pruebas con el algoritmo implementado.



# HIPÓTESIS

El sistema de reconocimiento de personas por su forma de caminar utilizando procesamiento de video y software libre, permitirá la eficiente identificación y registro de diferentes personas.

# EL REGISTRO DE ACCESO Y SU IMPORTANCIA

- Es un proceso fundamental dentro de la parte de administración de un cierto lugar, este registro proporciona información acerca del ingreso y salida de una persona para un fin determinado.
- Es importante por que a partir de este se procede a tomar decisiones de acuerdo a los requerimientos del lugar.



# RECONOCIMIENTO DE PERSONAS POR SU FORMA DE CAMINAR

- El reconocimiento de personas por su forma de caminar es una técnica biométrica, es decir que se basa en el cálculo y análisis de la apariencia y comportamiento de la persona.
- Este tipo de reconocimiento busca la reducción de la documentación manual que se utiliza y que es necesaria para llevar un registro.



# SOFTWARE DE PROCESAMIENTO



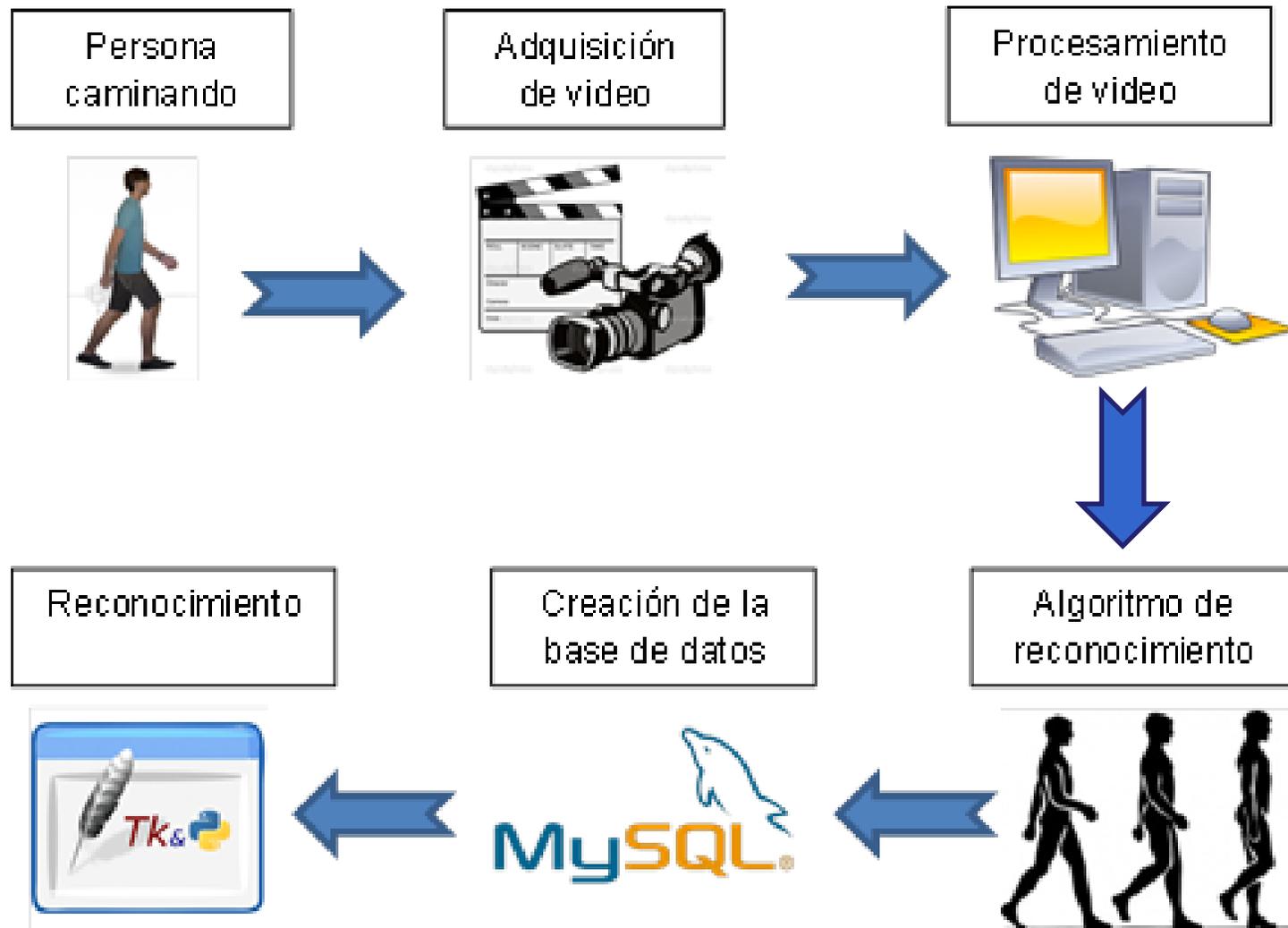
- Software libre (no se cubre gastos por licencia)
- Sintaxis sencillo de aprender
- Multiplataforma



- Aplicaciones en tiempo real
- Fácil de reproducción de video
- Múltiples funciones



# DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA



# LIMITACIONES DEL SISTEMA

- Espacio físico
- Iluminación
- Velocidad de caminata
- Flujo de personas
- Vestimenta



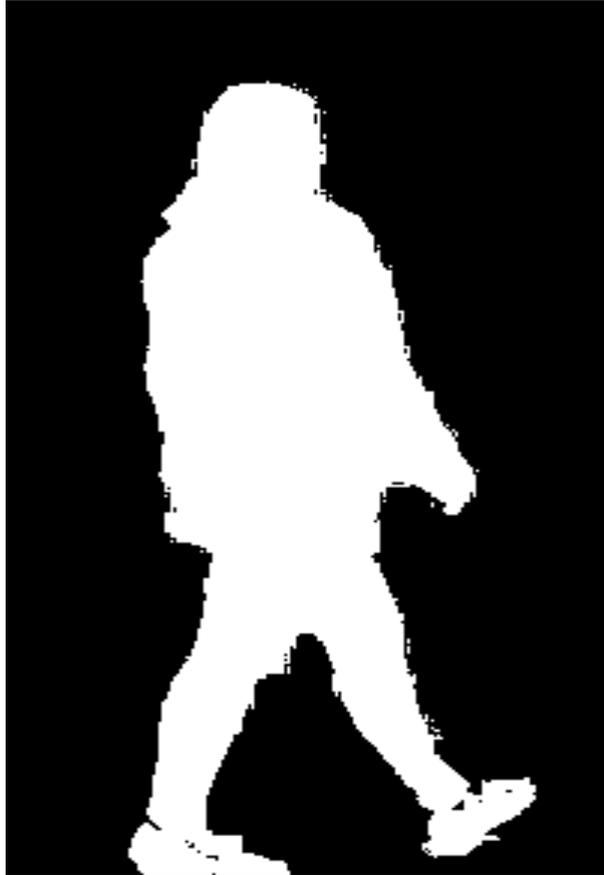
# DESARROLLO DEL ALGORITMO PARA EL SISTEMA DE RECONOCIMIENTO

- Adquisición de video
- Procesamiento de video
  - Substracción de fondo



# PROCESAMIENTO DE VIDEO

BINARIZACIÓN

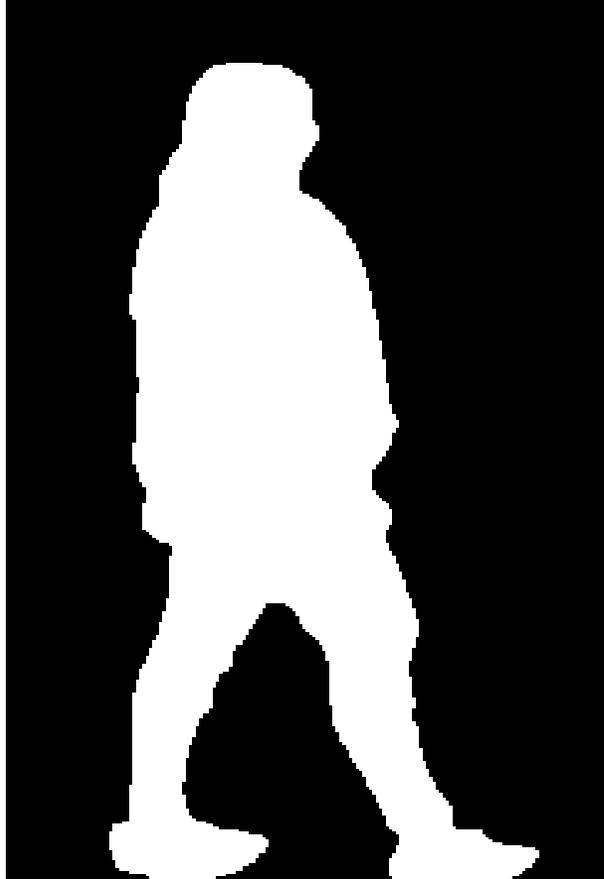


OPENING



# PROCESAMIENTO DE VIDEO

CLOSING



DILATION



MEDIAN BLUR



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

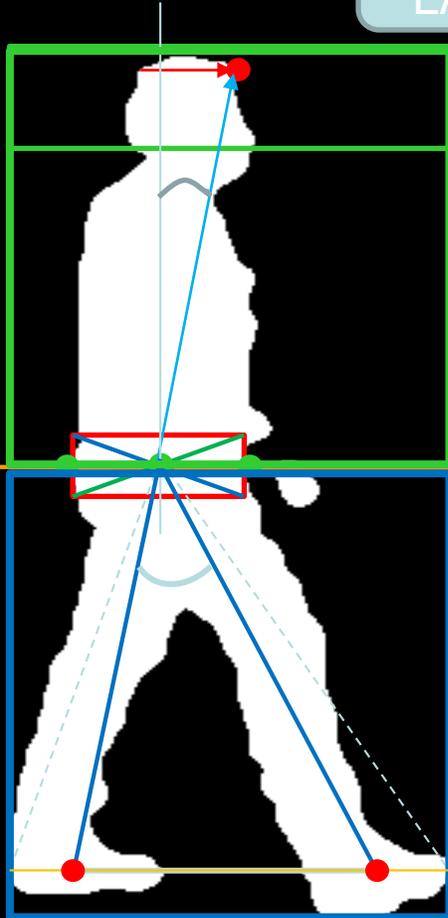
# EXTRACCIÓN DEL PATRÓN CARACTERÍSTICO

- Altura y ancho
- Ángulo de curvatura del tronco
- Longitud de paso
- Ángulo de abertura de las piernas
- Velocidad de caminata





CENTRO DE GRAVEDA



ANGULO DE LA CABEZA

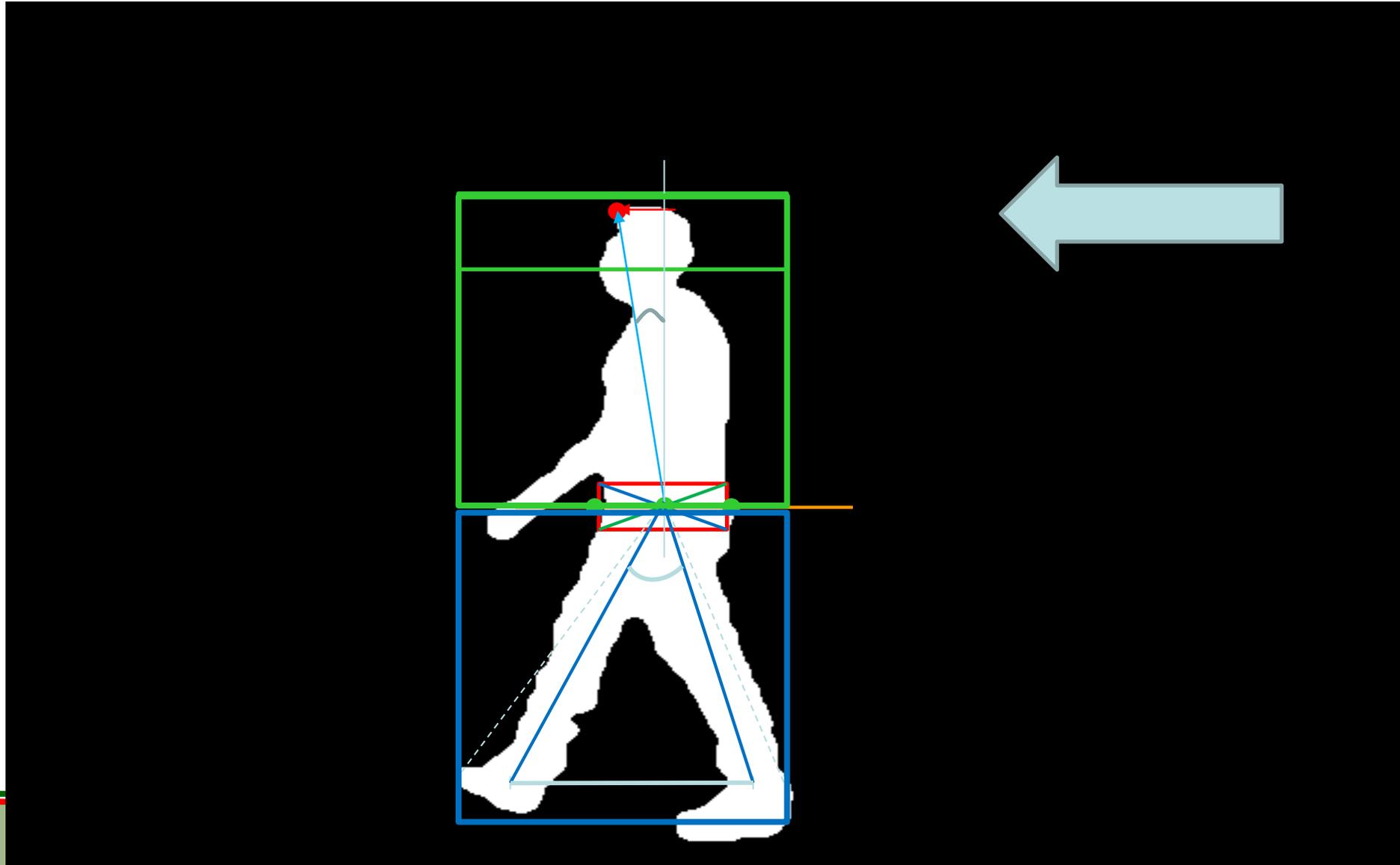
ANCHO DE LA PERSONA

ANGULO DE ABERTURA DE LAS PIERNAS

DIMENSION DEL PASO



# EXTRACCIÓN DEL PATRÓN CARACTERÍSTICO



# INTERFAZ GRÁFICA

76

Deteccion Personas

Video Hora: 11:19:47 Fecha: 7/6/2017



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PERSONAS POR SU FORMA DE CAMINAR, PARA EL REGISTRO DE ACCESO, USANDO PROCESAMIENTO DE VIDEO Y SOFTWARE LIBRE”.**

**Realizado por:**  
Verónica Patricia Cangui Terán  
Marcelo Stalin Toapanta Iza

**Director:** Ing. Eddie Galarza



## Usuario



Porcentaje de similitud con:

CamaraGraficosFiltroReset100Video

# PRUEBAS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Para la realización de las pruebas se seleccionaron 30 personas que actuarán como usuarios del sistema de reconocimiento, de todos ellos se tomaron reiterados valores que corresponden a cada característica de la marcha. Una vez que se adquiere estos valores se realiza un promedio de cada característica, los mismos que actúan como medida patrón y servirán de referencia para el posterior análisis comparativo.



# PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO DE PERSONAS, BAJO CONDICIONES ESTABLECIDOS PARA 12 MUESTRAS		
USUARIOS	NÚMERO DE ACIERTOS	% DE RECONOCIMIENTO
1	11	91,67
2	12	100,00
3	11	91,67
4	11	91,67
5	12	100,00
6	11	91,67
7	12	100,00
8	12	100,00
9	11	91,67
10	12	100,00
11	12	100,00
12	11	91,67
13	12	100,00
14	11	91,67
15	12	100,00
16	12	100,00
17	11	91,67
18	11	91,67
19	12	100,00
20	11	91,67
21	12	100,00
22	12	100,00
23	9	75,00
24	12	100,00
25	11	91,67
26	11	91,67
27	10	83,33
28	11	91,67
29	11	91,67
30	12	100,00
<b>% TOTAL DE RECONOCIMIENTO</b>		<b>94,72</b>



# PORCENTAJE DE SIMILITUD INDIVIDUAL

PERSONAS	% ENTRADA	% SALIDA	% TOTAL DE SIMILITUD
1	59	43,5	51,25
2	68,5	0	34,25
3	91,5	45	68,25
4	52	0	26
5	91,5	52	71,75
6	75	59	67
7	75,5	60,5	68
8	59	59	59
9	91	0	45,5
10	91,5	75,5	83,5

Video Hora 10:3:36 Fecha 2/6/2017



Usuario 

Grabar

Nombres: Veronica Fecha: 2/6/2017  
Apellidos: Cangua Hora: 10:2:17  
ID: 0503801946  
Alto: 1.53 m Paso: 79.82 cm  
Ancho: 33.49 cm ↘ Columna: 2.32°  
**Similitud en: 75.5%** Piernas: 29.43°  
Velocidad: 137.59 cm/s

Camara | Graficos | Filtro | Reset



# PRUEBAS REALIZADAS VARIANDO LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS

PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO DE PERSONAS, VARIANDO LA DISTANCIA "USUARIO-CÁMARA", PARA 40 MUESTRAS

DISTANCIA	NÚMERO DE ACIERTOS	% DE RECONOCIMIENTO
MUY ALEJADO DE LA CÁMARA	0	0%
ESTABLECIDA	38	95%
MUY CERCA DE LA CÁMARA	0	0%



# PRUEBAS REALIZADAS VARIANDO LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS

**PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO DE PERSONAS, BAJO DISTINTAS CONDICIONES LUMÍNICAS PARA 40 MUESTRAS**

LUMINOSIDAD	NÚMERO DE ACIERTOS	% DE RECONOCIMIENTO
NORMAL	38	95
MEDIA	2	4,16
BAJA	0	0

**PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO, VARIANDO LA VELOCIDAD DE CAMINATA, PARA 40 MUESTRAS**

VELOCIDAD	NÚMERO DE ACIERTOS	% DE RECONOCIMIENTO
LENTO	12	30
NORMAL	38	95
RÁPIDO	14	35



# PRUEBAS REALIZADAS TOMANDO EN CUENTA EL FLUJO DE PERSONAS

Video Hora: 11:20:9 Fecha: 7/6/2017



Usuario



Grabar

Nombres: Fecha: --/--/--  
Apellidos: Hora: --:--  
ID:  
Alto: Paso:  
Ancho: Columna:  
Similitud en: Piernas:  
Velocidad:

Camara Graficos Filtro Reset  Video

Video Hora: 11:19:56 Fecha: 7/6/2017



Usuario



Grabar

Nombres: Fecha: --/--/--  
Apellidos: Hora: --:--  
ID:  
Alto: Paso:  
Ancho: Columna:  
Similitud en: Piernas:  
Velocidad:

Camara Graficos Filtro Reset  Video



# PRUEBAS REALIZADAS TOMANDO EN CUENTA EL FLUJO DE PERSONAS

Video Hora: 11:21:0 Fecha: 7/6/2017

Usuario

Γ Grabar

Nombres: Marcelo	Fecha: 7/6/2017
Apellidos: Toapanta	Hora: 11:20:52
ID: 0502845019	
Alto: 1.70 m	Paso: 98.50 cm
Ancho: 42.10 cm	Columna: 4.5°
Similitud en: 67.5%	Piernas: 32.78°
Velocidad: 137.59 cm/s	

Camara Graficos Filtro Reset 100 Video

Video Hora: 11:20:38 Fecha: 7/6/2017

Usuario

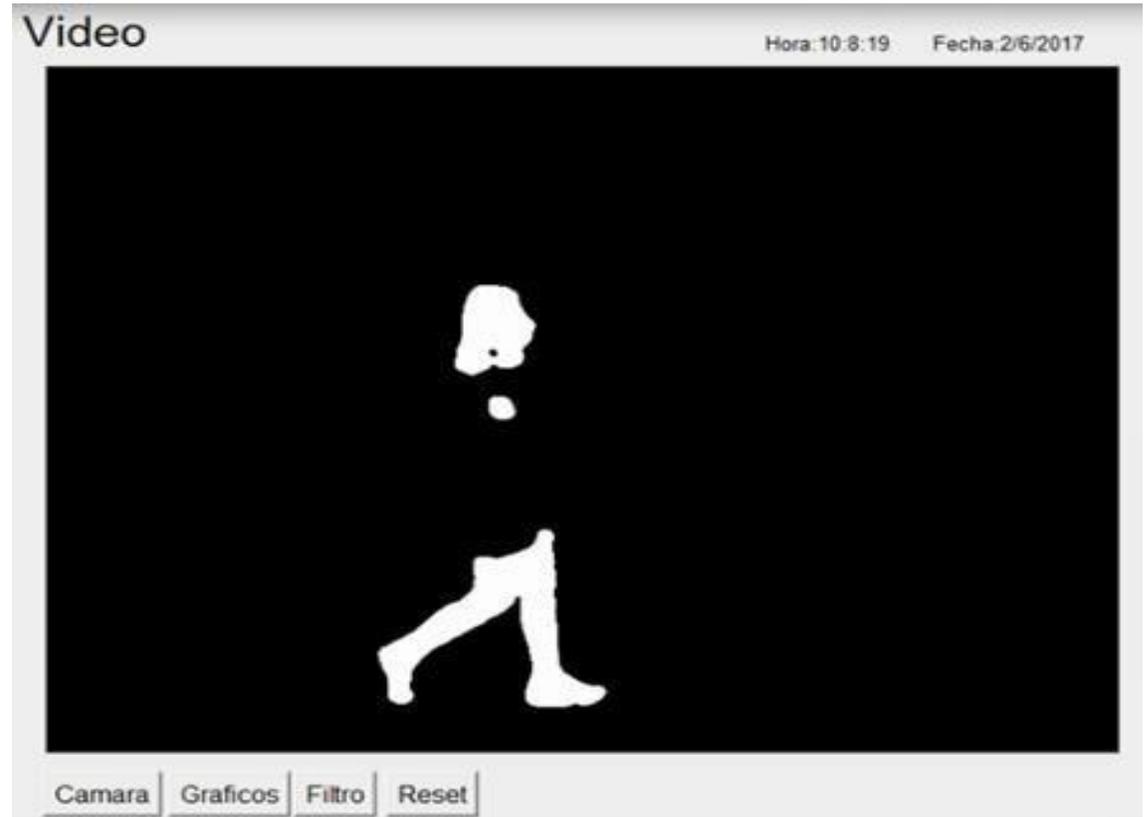
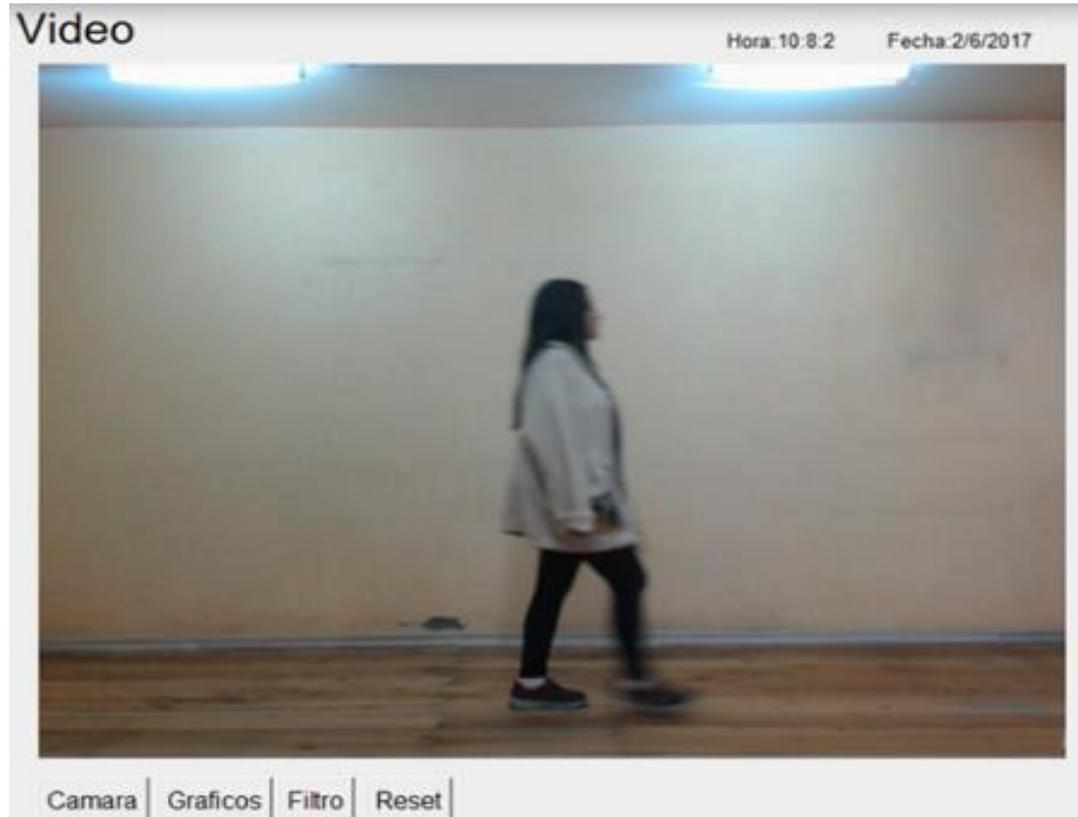
Γ Grabar

Nombres: Alex	Fecha: 7/6/2017
Apellidos: Paredes	Hora: 11:20:10
ID: 0503321101	
Alto: 1.66 m	Paso: 90.51 cm
Ancho: 36.78 cm	Columna: 5.42°
Similitud en: 53.5%	Piernas: 30.20°
Velocidad: 194.63 cm/s	

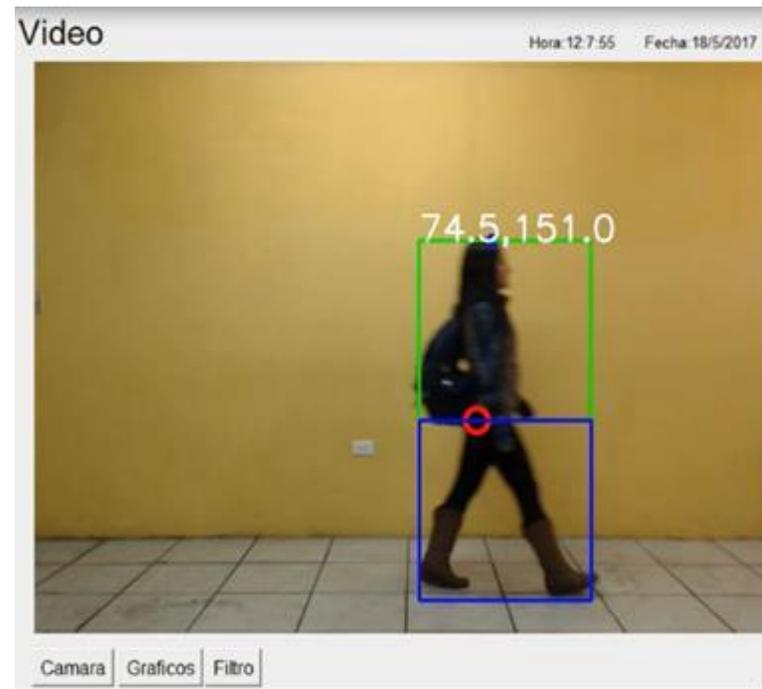
Camara Graficos Filtro Reset 100 Video



# PRUEBAS REALIZADAS TOMANDO EN CUENTA LA VESTIMENTA DE LAS PERSONAS



# PRUEBAS REALIZADAS TOMANDO EN CUENTA LA VESTIMENTA DE LAS PERSONAS



# PRUEBAS REALIZADAS TOMANDO EN CUENTA LA VESTIMENTA DE LAS PERSONAS

PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO, CON DIFERENTE TIPO DE CALZADO, PARA 40 MUESTRAS

TIPO DE CALZADO	NÚMERO DE ACIERTOS	% DE RECONOCIMIENTO
SIN TACÓN	38	95
CON TACÓN	36	90

PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO, CON DIFERENTE TIPO DE CALZADO, PARA 40 MUESTRAS

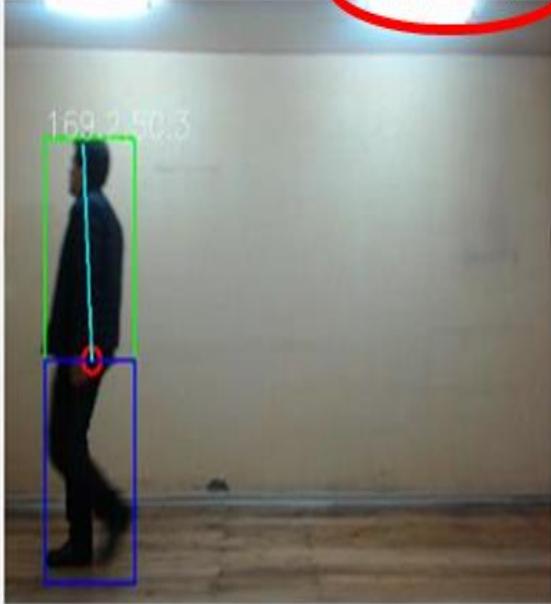
TIPO DE CALZADO	NÚMERO DE ACIERTOS	% DE RECONOCIMIENTO
CASUAL	39	97,5
FORMAL	38	95



# PERSONAS NO REGISTRADAS

Video

Hora: 16:22:39 Fecha: 15/6/2017



169.2 50.3

Usuario

Mensajes

No hay personas pasadas. Se tuvo un porcentaje del 0.0

Nombre: Fecha: -/-/-

Apellidos: Hora: -:-

ID:

Alt: Paso:

Ancho: Columna:

Similitud en: Pemas:

Velocidad:

Camara Graticos Filtro Reset

Video

Registro Exportar

Nombre:	Apellido:	CI:	Hora:	Fecha:	Accion:	Video:
Veronica	Cangui	503801946	16:20:31	15/06/2017	Salida	1562017_1
Veronica	Cangui	503801946	16:20:40	15/06/2017	Ingreso	1562017_2
Marcelo	Toapanta	502845019	16:21:14	15/06/2017	Ingreso	1562017_3
Marcelo	Toapanta	502845019	16:21:22	15/06/2017	Salida	1562017_4
Marcelo	Toapanta	502845019	16:22:56	15/06/2017	Ingreso	1562017_7
N/A	N/A	N/A	16:22:21	15/06/2017	Ingreso	1562017_5
N/A	N/A	N/A	16:22:39	15/06/2017	Salida	1562017_6



# REGISTRO DE ACCESO

Deteccion Personas

Hora: 16:21:22 Fecha: 15/6/2017

Usuario

Mensajes

Marcelo Toapanta parecido : 75.0%

Grabar

Nombres: Marcelo Fecha: 15/6/2017

Apellidos: Toapanta Hora: 16:21:14

ID: 0502845019

Alto: 1.69 m Paso: 99.70 cm

Ancho: 36.08 cm Columna: 4.3°

Similitud en: 75.0% Piernas: 33.02°

Velocidad: 194.63 cm/s

Video

Registro Exportar

Nombre:	Apellido:	CI:	Hora:	Fecha:	Accion:	Video:
Veronica	Cangui	503801946	16:20:31	15/06/2017	Salida	1562017_1
Veronica	Cangui	503801946	16:20:40	15/06/2017	Ingreso	1562017_2
Marcelo	Toapanta	502845019	16:21:14	15/06/2017	Ingreso	1562017_3
Marcelo	Toapanta	502845019	16:21:22	15/06/2017	Salida	1562017_4
Marcelo	Toapanta	502845019	16:22:56	15/06/2017	Ingreso	1562017_7
N/A	N/A	N/A	16:22:21	15/06/2017	Ingreso	1562017_5
N/A	N/A	N/A	16:22:39	15/06/2017	Salida	1562017_6



# COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

USUARIOS	NÚMERO DE ACIERTOS ESPERADOS	NÚMERO DE ACIERTOS CALCULADOS	PORCENTAJE DE ERROR
1	12	11	8,33
2	12	12	0,00
3	12	11	8,33
4	12	11	8,33
5	12	12	0,00
6	12	11	8,33
7	12	12	0,00
8	12	12	0,00
9	12	11	8,33
10	12	12	0,00
11	12	12	0,00
12	12	11	8,33
13	12	12	0,00
14	12	11	8,33
15	12	12	0,00
16	12	12	0,00
17	12	11	8,33
18	12	11	8,33
19	12	12	0,00
20	12	11	8,33
21	12	12	0,00
22	12	12	0,00
23	12	9	25,00
24	12	12	0,00
25	12	11	8,33
26	12	11	8,33
27	12	10	16,67
28	12	11	8,33
29	12	11	8,33
30	12	12	0,00
% TOTAL DE ERROR			5,28



# COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

- Al igual que otras técnicas biométricas, ésta también presenta problemas que en cierto modo dificultan la extracción de características, y la marcha de alguna manera es afectada por cambios internos y externos que se producen en la persona; es por eso que se desarrolló el proyecto bajo ciertas condiciones. Sin embargo, a pesar de todos aquellos inconvenientes que se presentaron, con las investigaciones y pruebas realizadas se pudo obtener un 94,72% de reconocimiento y un error del 5,28%.



# COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

- El porcentaje de reconocimiento obtenido se considera como eficiente de acuerdo a las investigaciones de los trabajos recolectados referentes al tema.
- Después de presentar los argumentos anteriores, se concluye que la hipótesis se cumple siempre y cuando se trabaje bajo las condiciones establecidas.



# CONCLUSIONES

- El sistema de reconocimiento de personas por su forma de caminar utilizando procesamiento de video y software libre, permite la eficiente identificación y registro de diferentes personas, siempre y cuando las mediciones sean realizadas bajo las condiciones establecidas; debido a que dichas condiciones afectan el reconocimiento correcto de las personas.
- Existen varias soluciones tecnológicas para obtener un registro de acceso, pero lo que el registro biométrico ofrece impedimento para llevar a cabo la suplantación de identidad, lo que este proyecto de investigación permite conocer es que mediante un atributo único de la persona como es la forma de caminar si es posible el reconocimiento, siendo este un método menos invasivo para el usuario.



# CONCLUSIONES

- El uso de los lenguajes de programación Python y OpenCV ayudan a simplificar líneas de código y ahorrar tiempo de compilación; debido a que estos lenguajes incluyen múltiples herramientas especializadas, permitiendo el procesamiento de imágenes y video para la extracción de los diferentes parámetros característicos de la marcha.
- Existe otra función dentro de la librería de OpenCV llamada `hog.setSVMDetector(cv2.HOGDescriptor_getDefaultPeopleDetector())` que evade los principales inconvenientes como: luminosidad, distancia cámara-usuario y aglomeración de personas; sin embargo este comando tiene sus desventajas, porque para extraer las características de las personas se necesita de otro tipo de análisis y en cuanto a requerimientos del sistema la PC debe tener una gran capacidad de procesamiento y por ende los costos se incrementan.



# RECOMENDACIONES

- Es importante que los usuarios se familiaricen con el sistema para que su caminata se vaya adaptando conforme a los requerimientos y que el reconocimiento sea correcto.
- Para ubicar el sistema de reconocimiento en distintos escenarios es importante que se evalúe el lugar, evitando que existan excesivas variaciones de iluminación que alteren el funcionamiento normal, una vez cumplido con este requerimiento, se fija un valor apto en el filtro para obtener una mejor sensibilidad y reconocimiento.



# RECOMENDACIONES

- Para superar el límite del sistema con respecto al reconocimiento individual, se lo puede mejorar utilizando la función `hog.setSVMDetector(cv2.HOGDescriptor_getDefaultPeopleDetector())` de OpenCV para que permita reconocer a varias personas a la vez, y además de esto se necesita de un análisis específico y otros requerimientos de la PC para el procesamiento.
- En proyectos futuros se recomienda implementar un sistema de reconocimiento de personas por su manera de caminar utilizando una cámara Kinect para obtener visualizaciones 3D para el reconocimiento de la persona, además incorporar un sistema de audio que emita avisos como: “Acceso correcto” o “No identificado”



# GRACIAS



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA