

AC-CCTV

Identificación de Actividades Inusuales a partir de Técnicas de Procesamiento de Imágenes

Autor: Eder Mauricio Abello Rodríguez

Director: Enrique González Guerrero

Trabajo de Grado - Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación

Pontificia Universidad Javeriana

Noviembre, 2018



Tabla de Contenido

1. Contextualización de la problemática
2. Formulación de Objetivos
3. Metodología
4. Descripción del caso de estudio seleccionado
5. Diseño del Modelo de Agentes
6. Diseño del Modelo de Inteligencia
7. Desarrollo del protocolo experimental
8. Resultados
9. Conclusiones

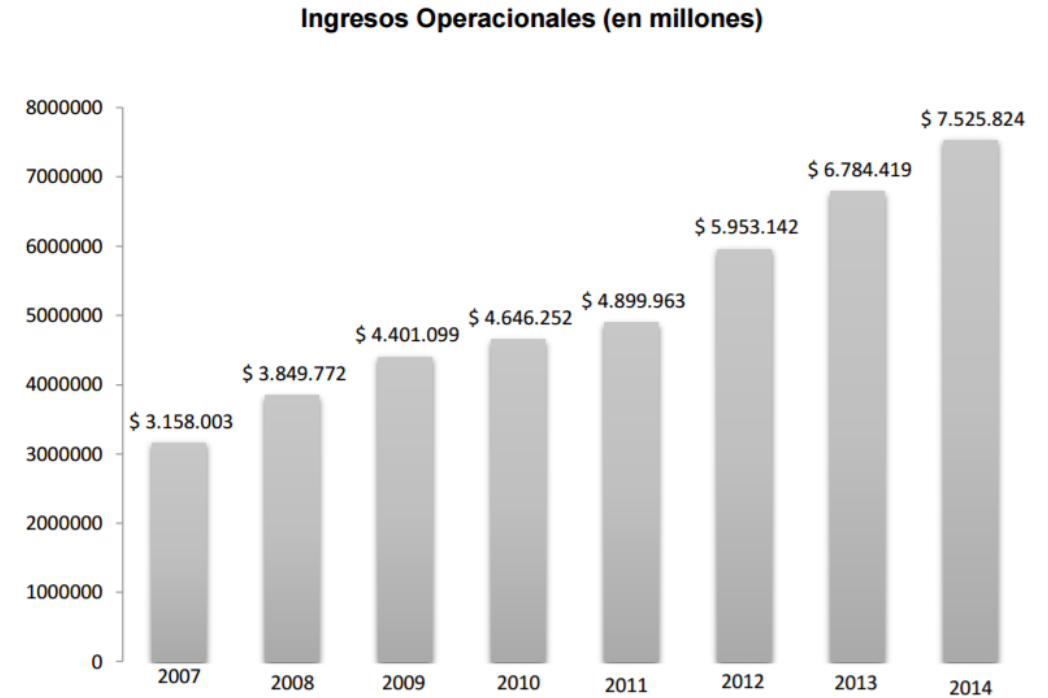
Contextualización de la Problemática

Inseguridad Ciudadana

- El 11.3% de las personas de 15 años o más fueron víctimas de hurto en el año 2015 [DAN2015]

Delitos Frecuentes

- Hurto de celulares (71%)
- Hurto de dinero en efectivo, tarjetas (45,2%)
- Artículos de uso personal (21%)



Fuente: Área de sistemas, Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada. Junio de 2015

Inversión en empresas de seguridad y vigilancia privada
[SUP2015]

Contextualización de la Problemática

Sistemas CCTV

Ventajas

- ✓ Optimiza la operación de los vigilantes
- ✓ Ayuda a efectuar una detección oportuna de las acciones criminales [CAR2008]

Desventajas

- ✓ Gran cantidad de cámaras a monitorear por el vigilante, especialmente en recintos cerrados.
- ✓ Falta de atención del personal ocasionado por largas jornadas laborales [HER2010].
- ✓ Desempeño de múltiples funciones que generan distracción



Componentes de los sistemas CCTV



Operación normal del personal de seguridad y vigilancia

Contextualización de la Problemática

Actividades Inusuales – Artículos Relacionados

	[TUN, 2011]	[SUR, 2013]	[EJA, 2012]	[CHA, 2013]	[CRIS, 2012]	[KOO, 2016]
Procesamiento Bajo Nivel	X	X	X			
Procesamiento Alto Nivel				X	X	X
Espacios Cerrados		X	X			
Espacios Abiertos	X			X	X	X
Arquitectura Centralizada	X	X		X	X	X
Arquitectura Semi-Centralizada			X			
Arquitectura Distribuida						
Arquitectura Orientada a Agentes			X			

Formulación de Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un sistema para la identificación de **actividades inusuales**, a partir de **imágenes pre-procesadas**, mediante el uso de técnicas de **inteligencia artificial** y **agentes racionales**, que pueda ser aplicado a sistemas CCTV instalados en **recintos cerrados**.

Objetivos Específicos

1. **Analizar** las técnicas actuales de identificación de actividades inusuales para profundizar la problemática y priorizar las oportunidades y requerimientos del sistema.
2. **Diseñar** un modelo basado en agentes racionales que permita la identificación de actividades inusuales a partir de imágenes pre-procesadas.
3. **Probar** la aplicabilidad del modelo para la identificación de eventos sospechosos en el contexto de seguridad y vigilancia.

Metodología

Caso de Estudio

Investigación y análisis

Bajo Nivel

- Identificar herramientas preexistentes.
- Ejecutar pruebas de las herramientas.
- Selección de herramientas.

Alto Nivel

- Identificar técnicas.
- Selección y profundización.

Diseño

Modelo de Agentes

- Identificación de metas del sistema.
- Identificación de recursos, habilidades.
- Identificación de roles y mecanismos de cooperación.

Modelo de Inteligencia

- Identificación de requerimientos, restricciones.
- Desarrollo iterativo del modelo de inteligencia.

Implementación y validación

Implementación

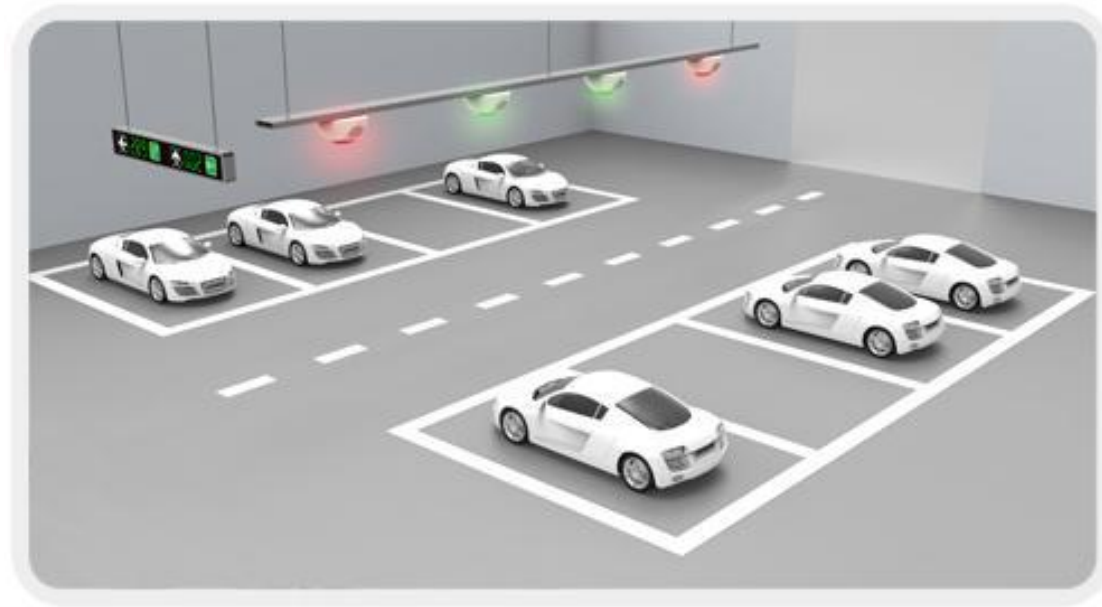
- Definir alcance de la implementación.
- Identificar objetivos incrementales.
- Ejecutar la implementación.

Validación

- Elaboración y ejecución – Protocolo experimental.
- Análisis de resultados.

Caso de estudio seleccionado

CCTV – Centro Comercial Oviedo



Características

- ✓ Número aproximado de cámaras: 1000
- ✓ Resolución: 640 x 480
- ✓ Cuadros por segundo: 2
- ✓ Tipo de parqueadero: Cerrado



Caso de estudio seleccionado

Requerimientos Funcionales y no Funcionales del Sistema

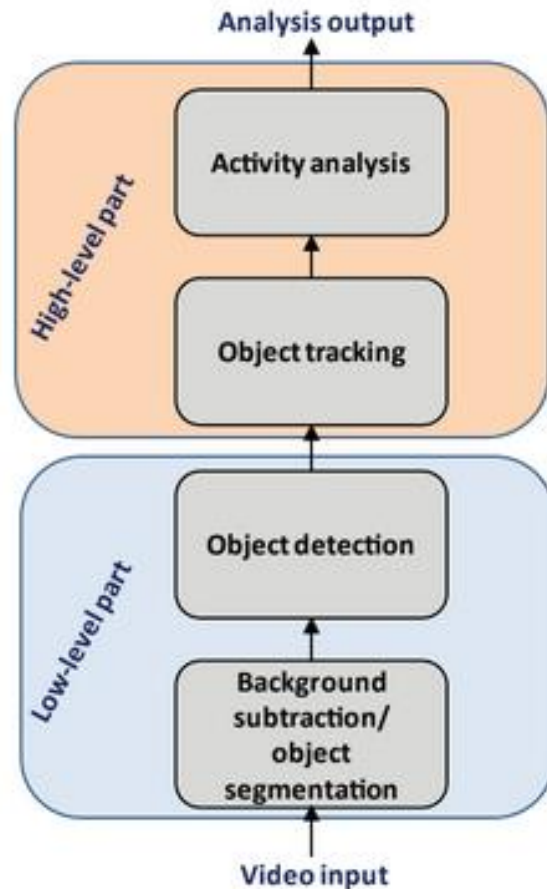
Número	Nombre	Prioridad	Actores
RFo1	Distinción de Peatones	Alta	Objeto, peatón
RFo2	Detección de actividades inusuales	Media	Peatón
RFo3	Procesamiento multicámara	Alta	Peatón
RFo4	Reconstrucción de la escena	Alta	Peatón
RFo5	Control de oclusiones	Alta	Peatón, Vigilante
RFo6	Emisión de alertas	Media	Vigilante
RNFo1	Escalabilidad en entornos multicámara (100 – 1000 cámaras)	Alta	Objeto, peatón

Contextualización de la Problemática

¿Sistema Orientado a Agentes?

- ✓ Control de recursos distribuidos (cámaras, procesamiento, comunicación).
- ✓ Uso de mecanismos de cooperación para la reconstrucción de la escena.
- ✓ Creación de agentes racionales a partir de técnicas de inteligencia artificial.

Investigación y Análisis



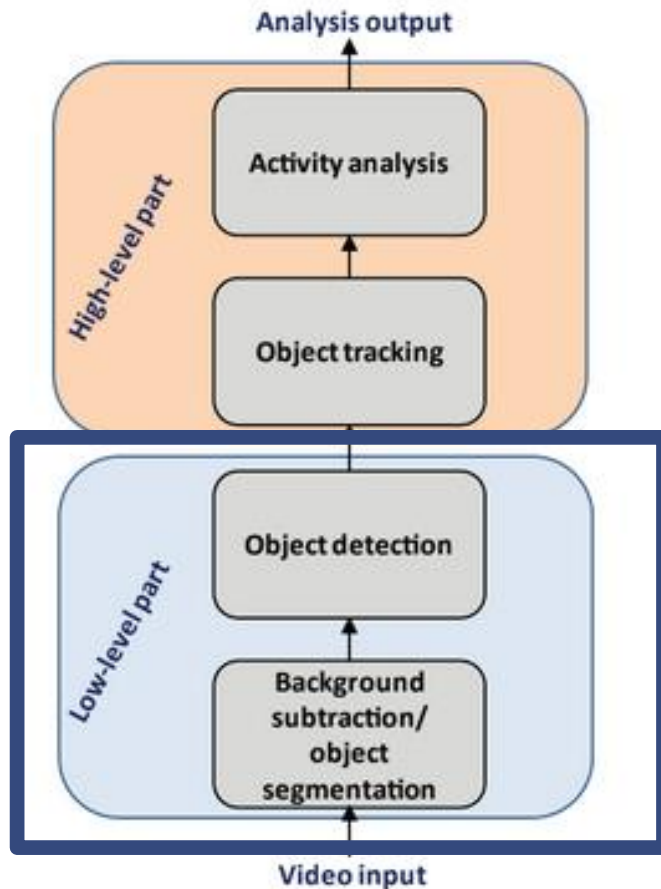
Modelo de clasificación de Actividades de Cristiani et al [CRIS, 2012]

Ventajas

- ✓ Organización de módulos a partir de niveles de abstracción.
- ✓ Separa la parte de procesamiento de imágenes del procesamiento de datos.

Investigación y Análisis

Bajo Nivel



Responsabilidades

- ✓ Captura del video
- ✓ Preprocesamiento
- ✓ Detección de personas dentro de la escena

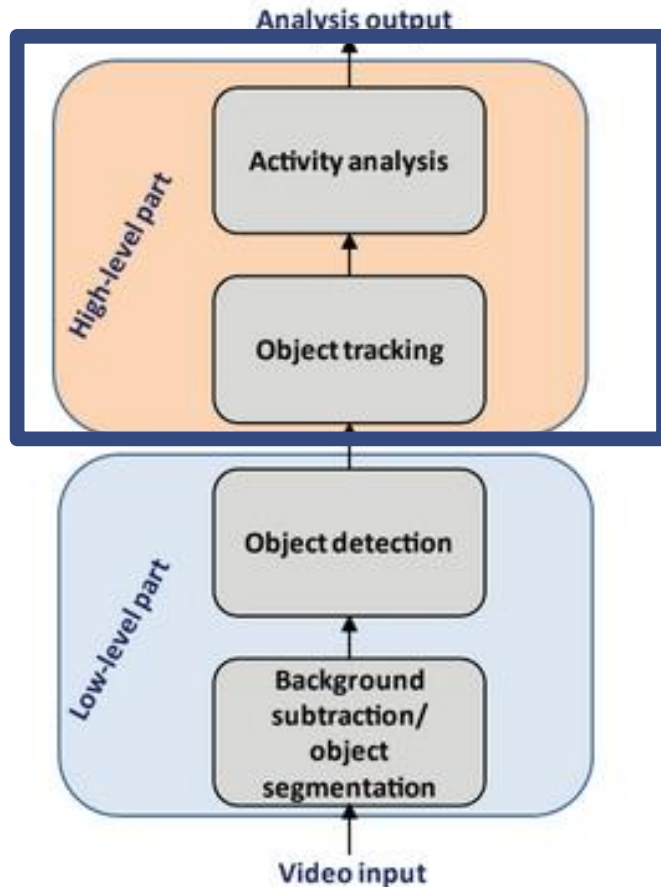
Investigación y Análisis

Bajo Nivel – Estado del Arte

Autor	Categoría	Técnica Utilizada	Velocidad de Respuesta	Framework de Desarrollo	Uso de Cámaras
Fauziah et al	Extracción de Fondo	Extracción de Fondo estática	Alta	No Reporta	Si
Kaewtrakulpong et al	Extracción de Fondo	Extracción de Fondo GMM	Alta	No Reporta	Si
Chateau et al	Extracción de Fondo	Detección de tonos de piel en la imagen	Alta	No Reporta	Si
Angelova et al	Imagen única	Deep Learning	Alta	No Reporta	Si
Qiao et al	Imagen única	Deep Learning, Mapas de Calor	Baja	OpenPose	Si
Lee et al	Imagen única	Visión estereoscópica	Media	Kinect	No

Investigación y Análisis

Alto Nivel



Responsabilidades

- ✓ Rastreo de la persona
- ✓ Identificación de actividades

Retos

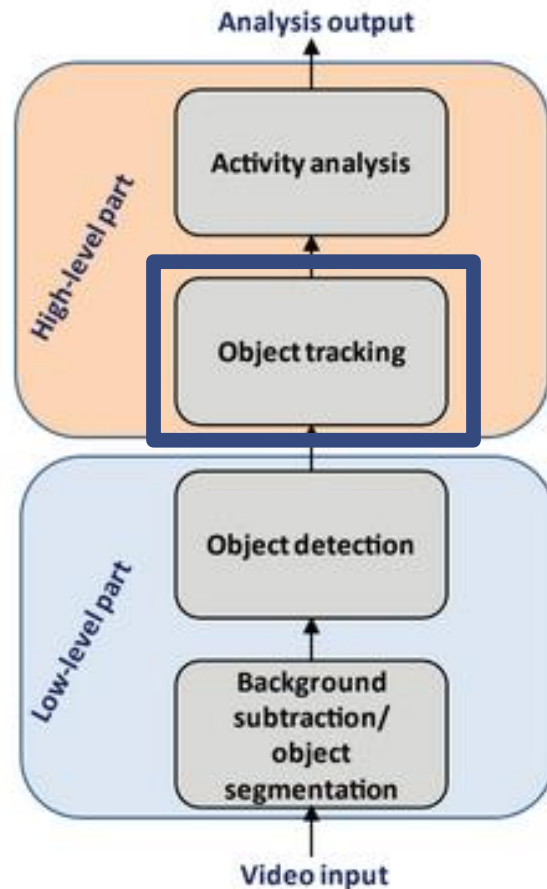
- ✓ Oclusiones
- ✓ Rastreo multicámara
- ✓ Complejidad de las actividades

Investigación y Análisis

Alto Nivel – Estado del Arte

Autor	Categoría	Técnica de IA Utilizada	Descriptores Utilizados
Ng et al	Trayectoria	Árbol de decisión	Detección de eventos en la escena
Charaoui et al	Siluetas	K-NN	Parámetros de la silueta de la persona
Gedat et al	Poses	HMM	Ángulo de articulaciones
Du et al	Poses	CNN	Posición de las articulaciones
Xia et al	Poses	HMM	Histograma de posición de articulaciones
Liu et al	Acciones	Bag of Words (BoW)	Uso de n-gramas. N=1, 2, 3

Diseño del Modelo de Agentes



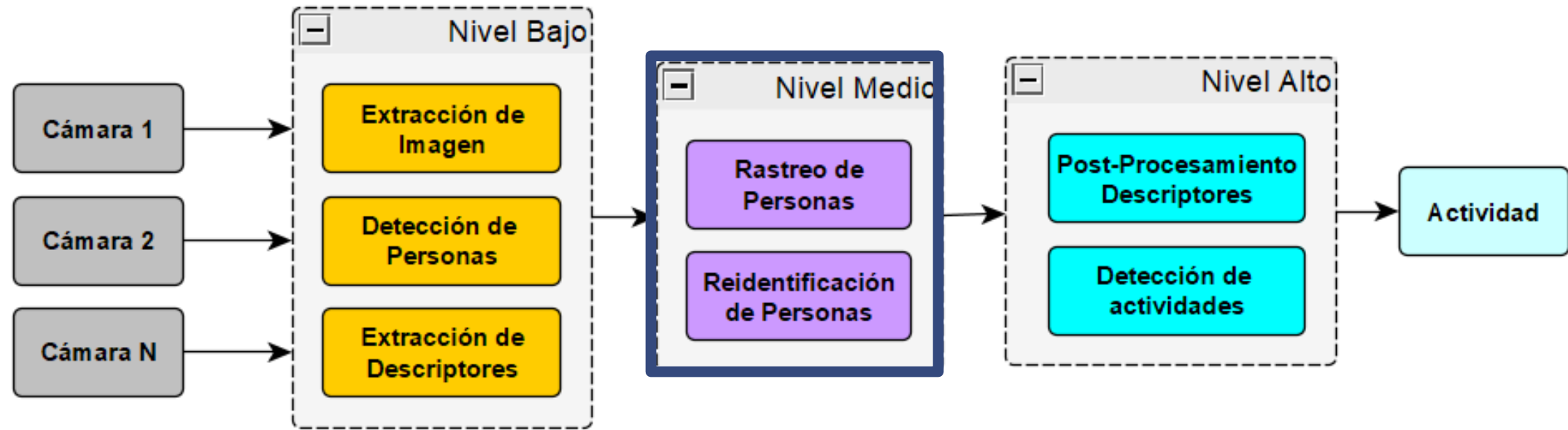
Modelo de clasificación de Actividades de Cristiani et al [CRIS, 2012]

Desventajas

- Orientado a sistemas mono cámara.
- Los algoritmos de rastreo no operan en entornos distribuidos.

Diseño del Modelo de Agentes

Modelo Extendido de Clasificación de Actividades

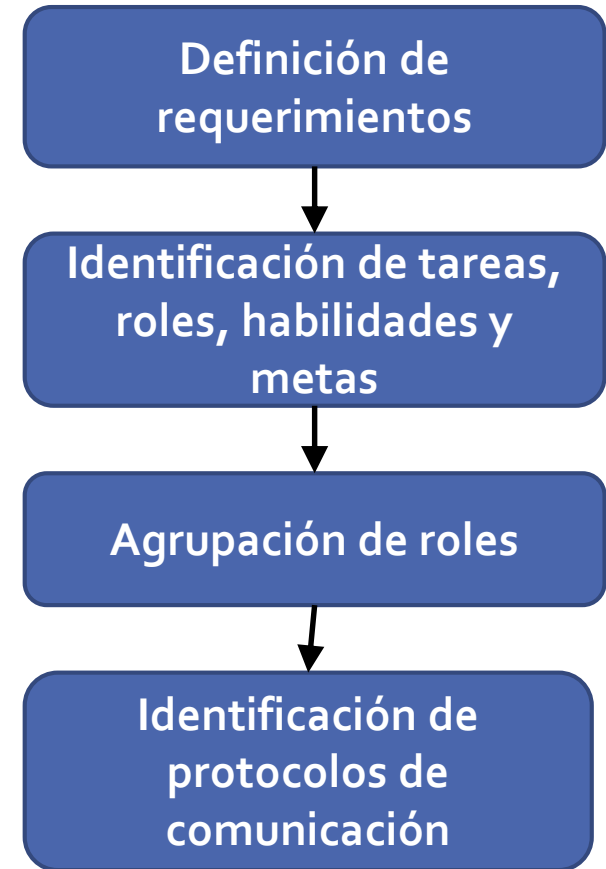


- ✓ Detección de Personas
- ✓ **Rastreo y reidentificación**
- ✓ Detección de actividades

Diseño del Modelo de Agentes

Metodología AOPOA para el desarrollo de SMA [GON2006]

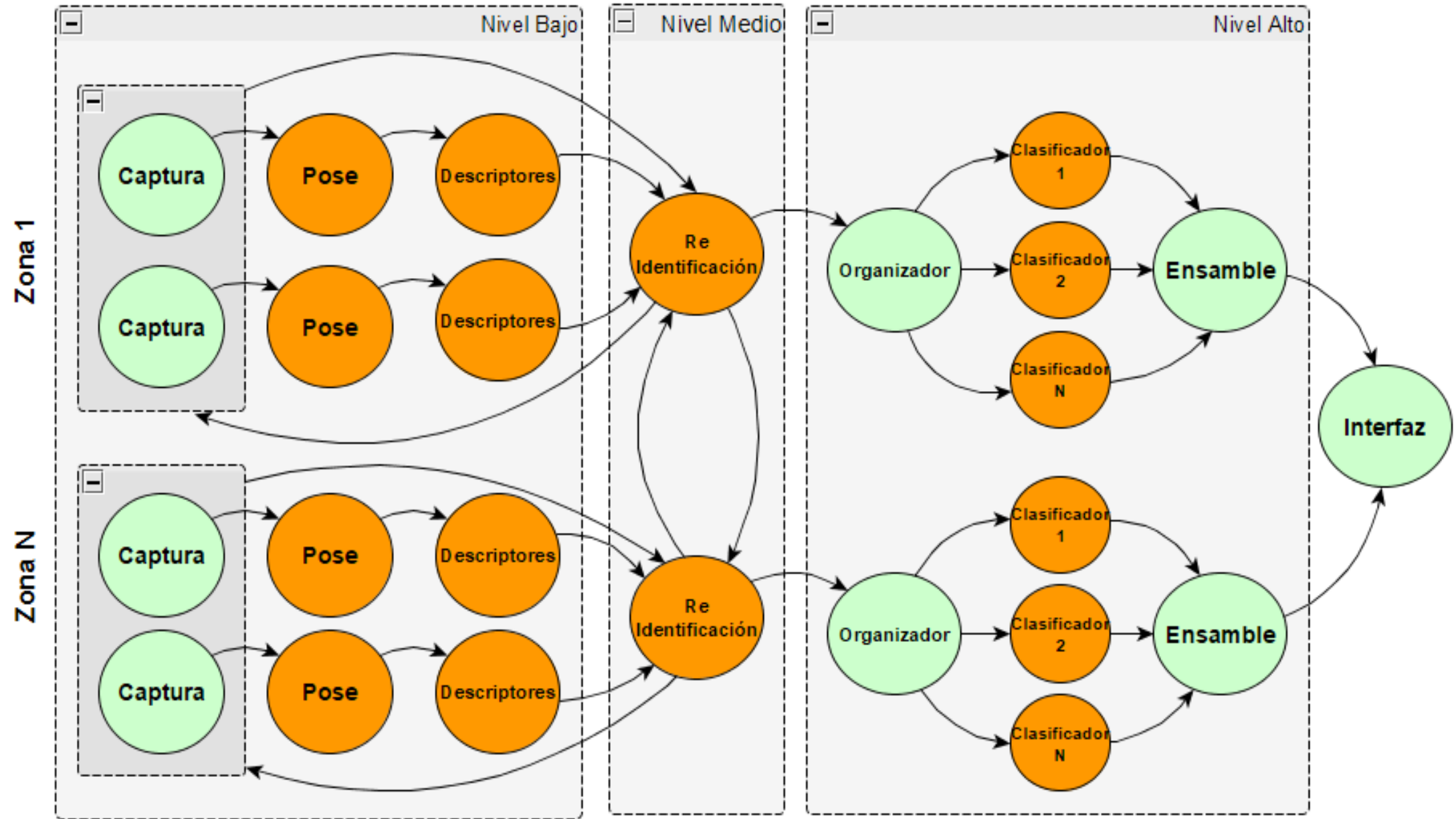
- ✓ Enfoque organizacional
- ✓ Optimización de la definición de roles a partir de la agrupación de tareas.
- ✓ Abarca desde la definición de requerimientos hasta la definición de los protocolos de comunicación.

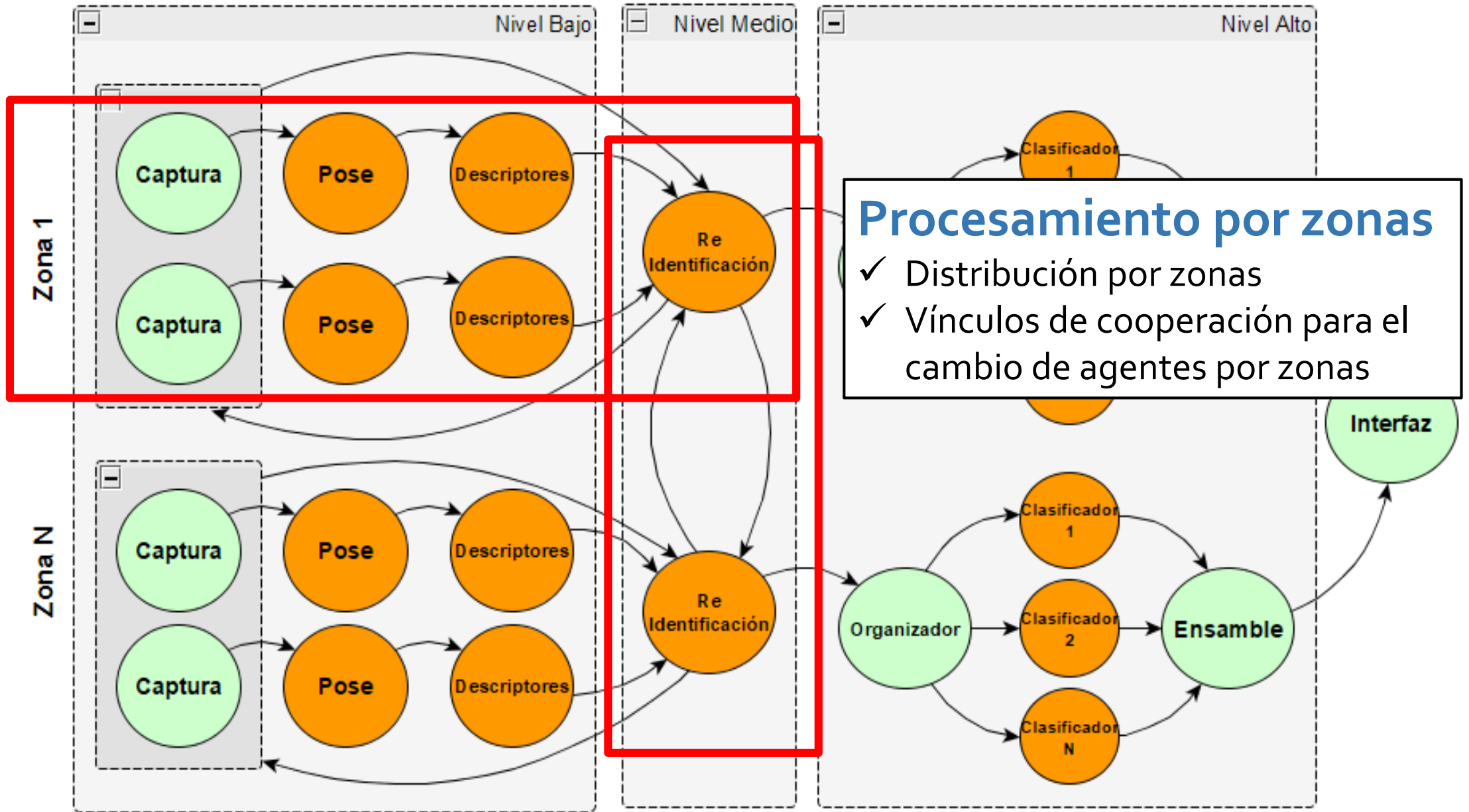


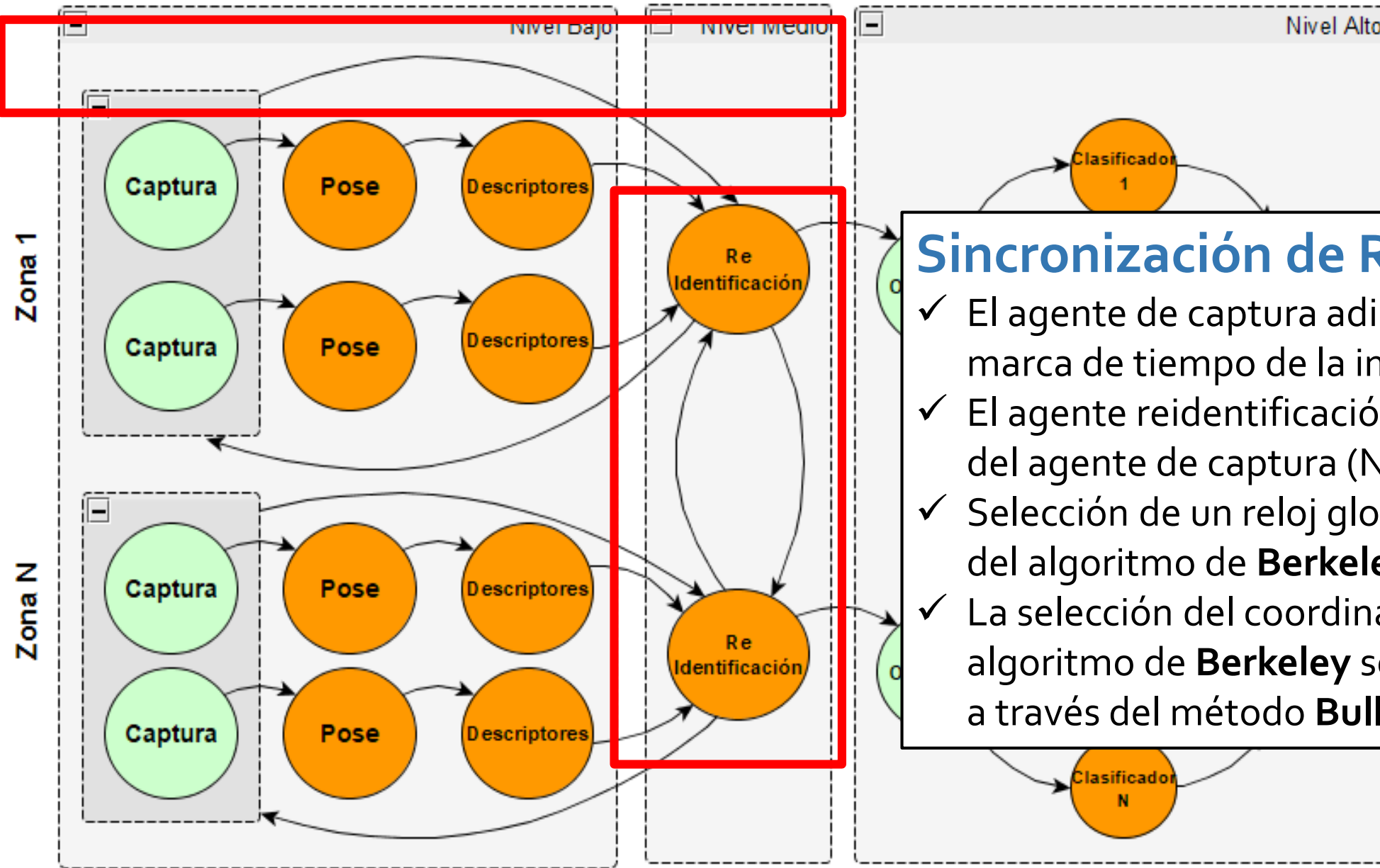
Diseño del Modelo de Agentes

Modelo Extendido de Clasificación de Actividades

Código	Nombre	Agente
1.1.1.1	Capturar imágenes de las cámaras dentro del sistema	A1. Agente Captura
1.1.1.2	Identificar el esqueleto de la persona	A2. Agente Pose
1.1.1.3.1	Extracción de descriptores de la persona	A3. Agente Descriptores
1.1.1.3.3	Aplicar algoritmos de reidentificación de personas	A4. Agente Reidentificación
1.1.1.3.4	Separación de la actividad en acciones	A5. Agente Organizador
1.1.1.4	Clasificación de acciones	A6. Agente clasificación
1.1.1.3.2	Clasificación de pose de la persona	A6. Agente clasificación
1.1.1.5	Clasificación de actividades	A6. Agente clasificación
1.1.1.6	Ejecución de técnicas de ensamble	A7. Agente Ensamble
1.1.2	Identificar actividades como usuales o inusuales	A8. Agente Interfaz
1.2	Gestionar la Interfaz de usuario	A8. Agente Interfaz

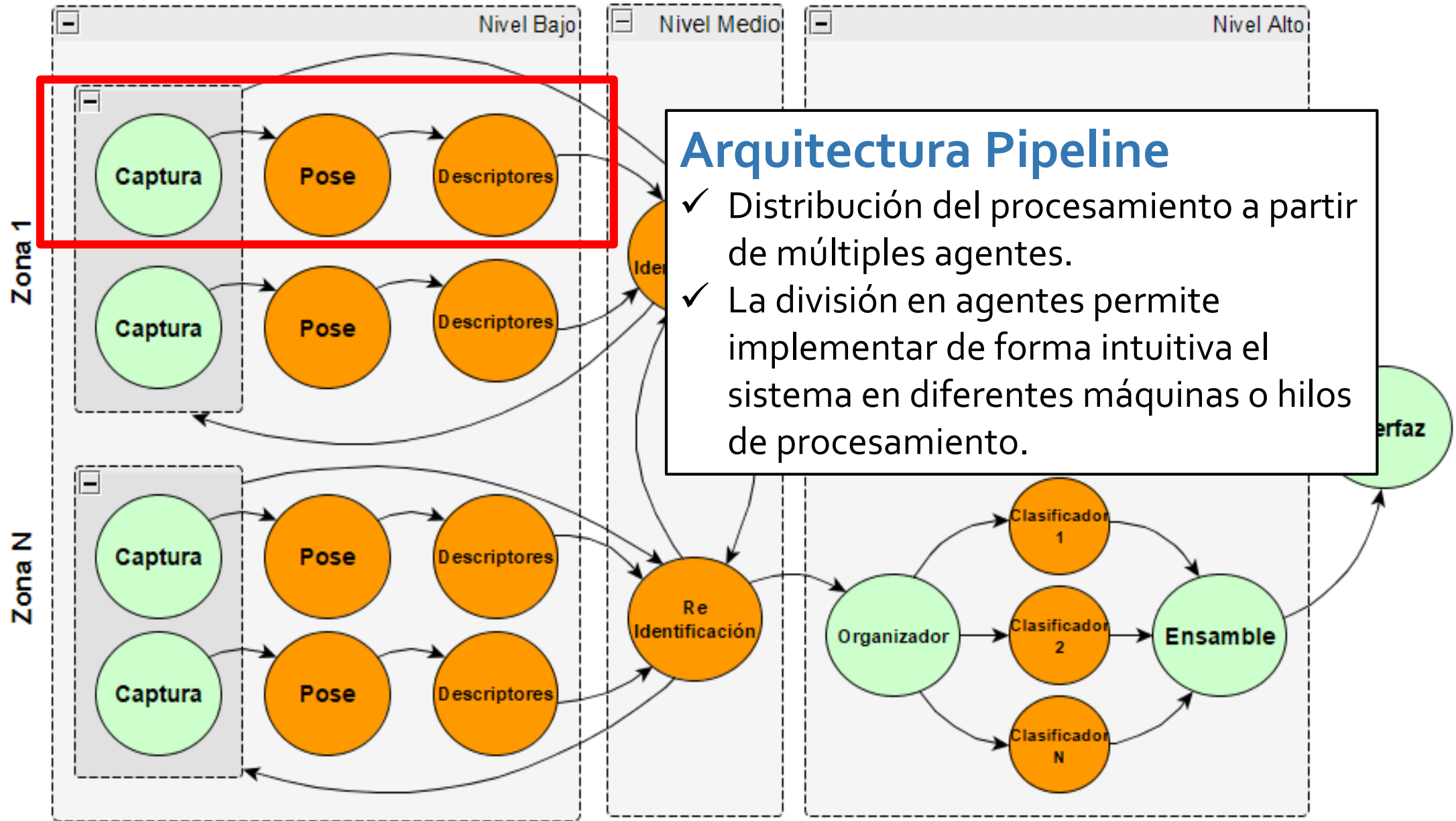






Sincronización de Relojes

- ✓ El agente de captura adiciona la marca de tiempo de la imagen.
- ✓ El agente reidentificación fija el reloj del agente de captura (NTP).
- ✓ Selección de un reloj global a partir del algoritmo de **Berkeley**.
- ✓ La selección del coordinador del algoritmo de **Berkeley** se selecciona a través del método **Bully**.

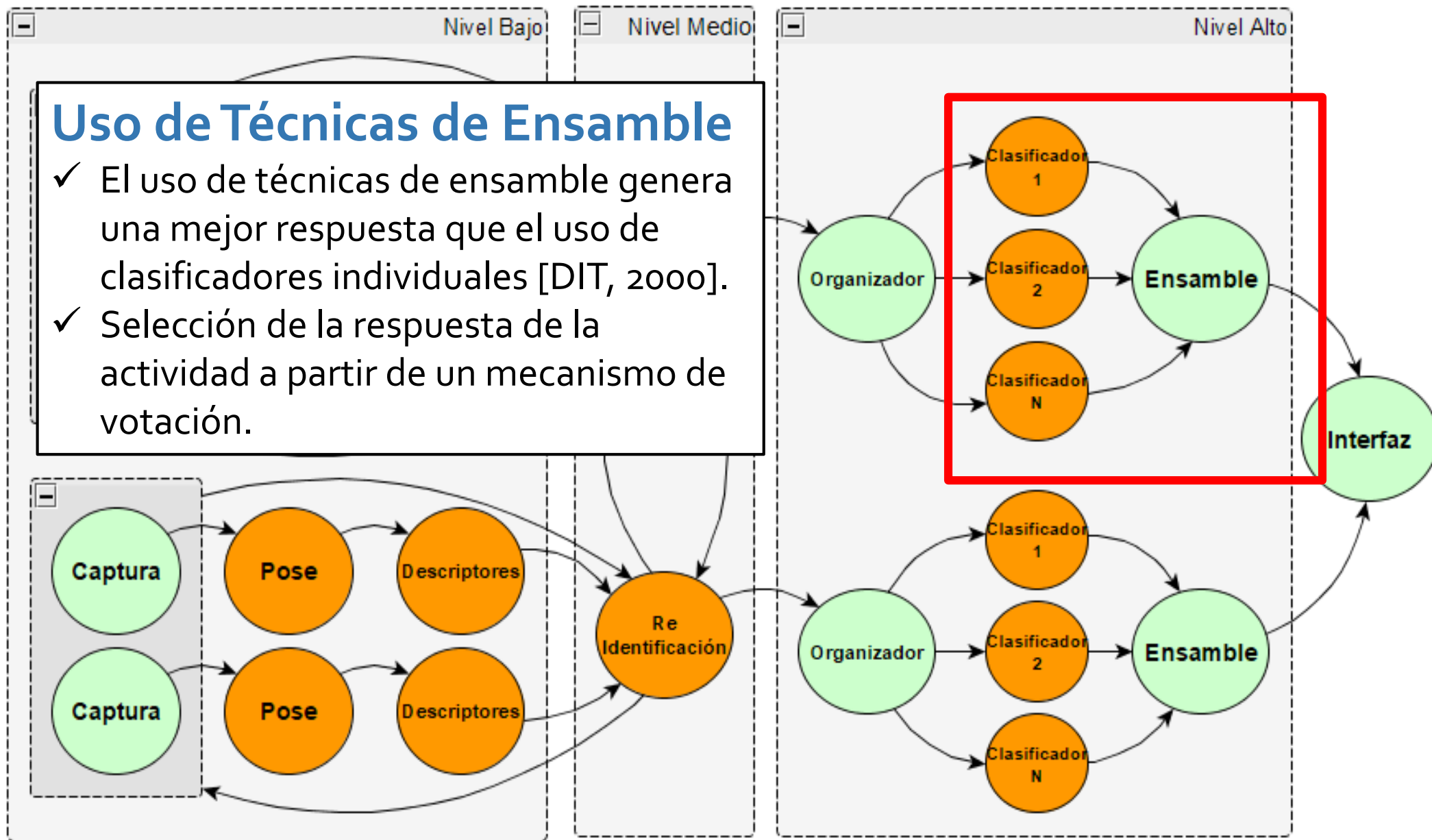


Uso de Técnicas de Ensamble

- ✓ El uso de técnicas de ensamble genera una mejor respuesta que el uso de clasificadores individuales [DIT, 2000].
- ✓ Selección de la respuesta de la actividad a partir de un mecanismo de votación.

Zona 1

Zona N

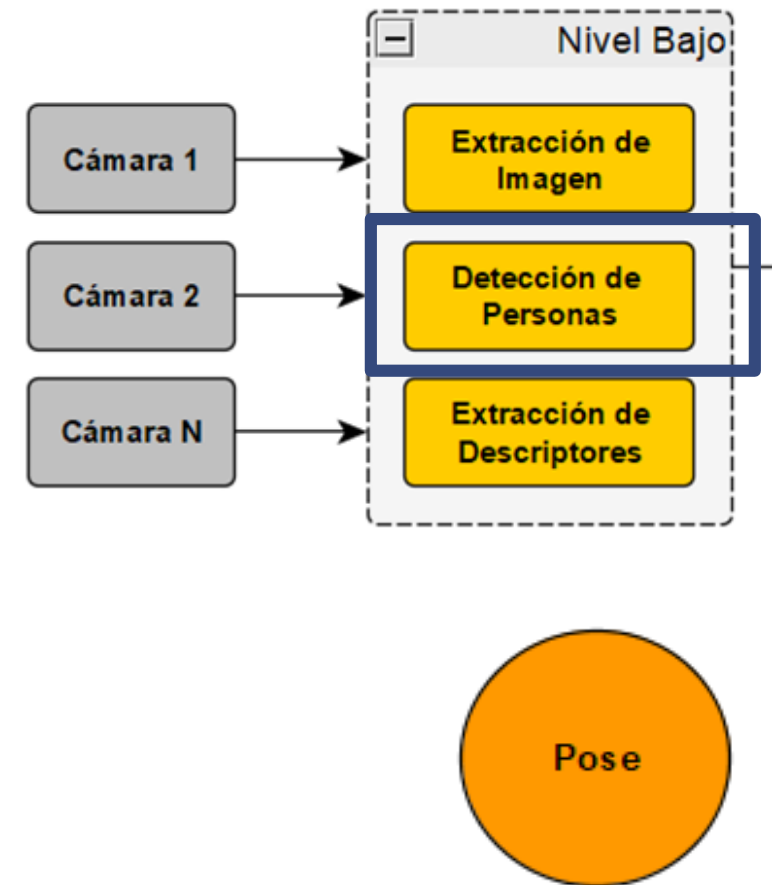


Diseño del Modelo de Inteligencia

Agente Pose

Características

- ✓ Identifica las personas que se encuentran en la escena.
- ✓ Almacena una lista de descriptores por cada una de las personas identificadas en la escena.
- ✓ Reidentificación de la persona a partir de técnicas de comparación de color y posición.



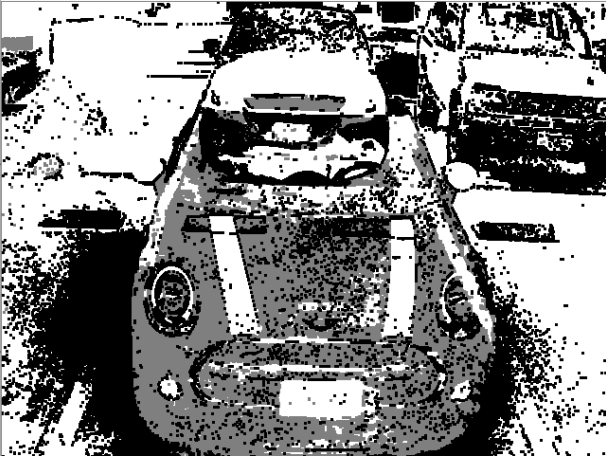
Diseño del Modelo de Inteligencia

Detección de personas – Estado del Arte

Autor	Categoría	Técnica Utilizada	Velocidad de Respuesta	Framework de Desarrollo	Resultados Experimentales
Kaewtrakulpong et al [2001]	Extracción de Fondo	Mezcla de Gaussianas (MOG)	Alta	No Reporta	Si
Bloisi et al [2015]	Extracción de Fondo	Adaptación de filtros GMM (MOG ₂)	Alta	OpenCV	Si
Bloisi et al [2015]	Extracción de Fondo	Filtros KNN	Alta	OpenCV	Si
Marcomini et al [2018]	Extracción de Fondo	Modelos estadísticos (GMG)	Alta	OpenCV	Si
Zeevi [2016]	Extracción de Fondo	Conteo de Píxeles (CNT)	Muy Alta	OpenCV	No
Qiao et al [2017]	Imagen única	Deep Learning	Baja	OpenPose	Si

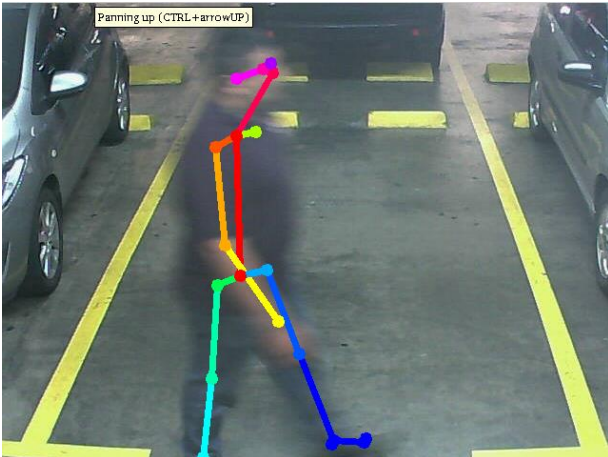
Diseño del Modelo de Inteligencia

Detección de personas – Resultados Experimentales



Extracción de Fondo

- ✓ **Tiempo de respuesta rápido**
- ✓ Mala adaptación frente a cambios de iluminación
- ✓ Dificultad en la extracción de la silueta de la persona



Extracción de Pose - OpenPose

- ✓ Detección de silueta en entornos de poca iluminación
- ✓ Robusto frente a oclusiones
- ✓ **Tiempo de respuesta mayores a la extracción de fondo**

Diseño del Modelo de Inteligencia

Detección de personas – Análisis Cualitativo

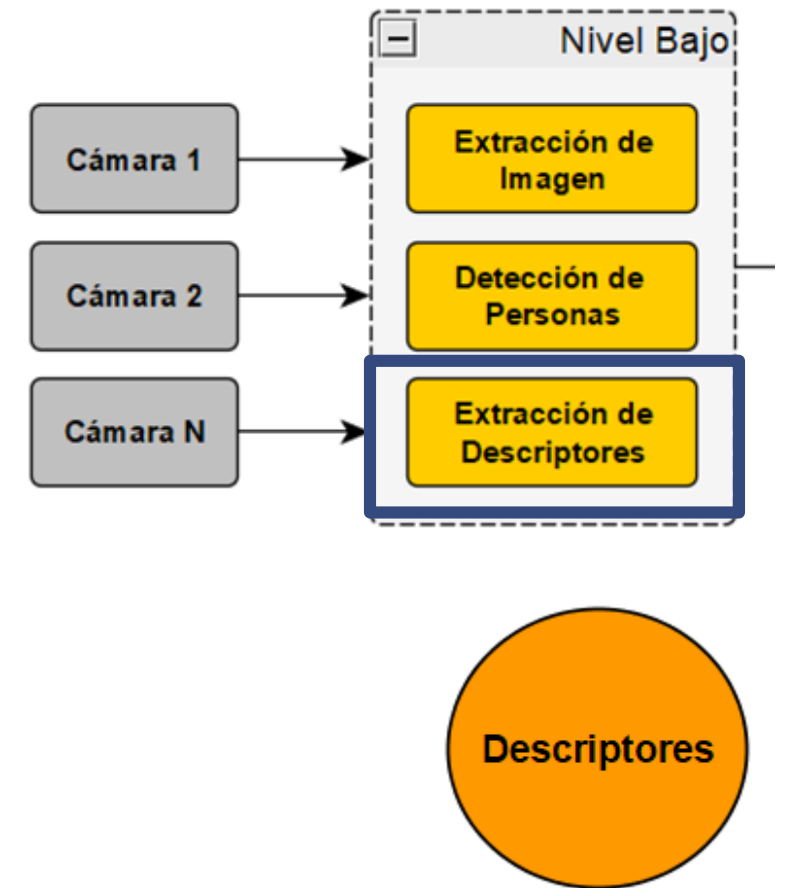
	MOG	MOG ₂	KNN	GMG	CNT	OPENPOSE
Siluetas (3)	2	3	3	3	3	5
Ruido Generado (2)	4	2	2	1	2	4
Tolerancia - Cambios de Iluminación (1)	4	2	2	1	2	5
Manejo de Sombras (2)	3	2	2	2	1	5
TOTAL (PONDERADO)	24	19	19	16	17	38

Diseño del Modelo de Inteligencia

Agente Descriptores

Características

- ✓ Filtra las poses incompletas, generadas por oclusiones o falta de iluminación.
- ✓ Extrae el vector de descriptores de la persona
 - ✓ Color
 - ✓ Articulaciones
- ✓ Extracción de la posición global de la persona

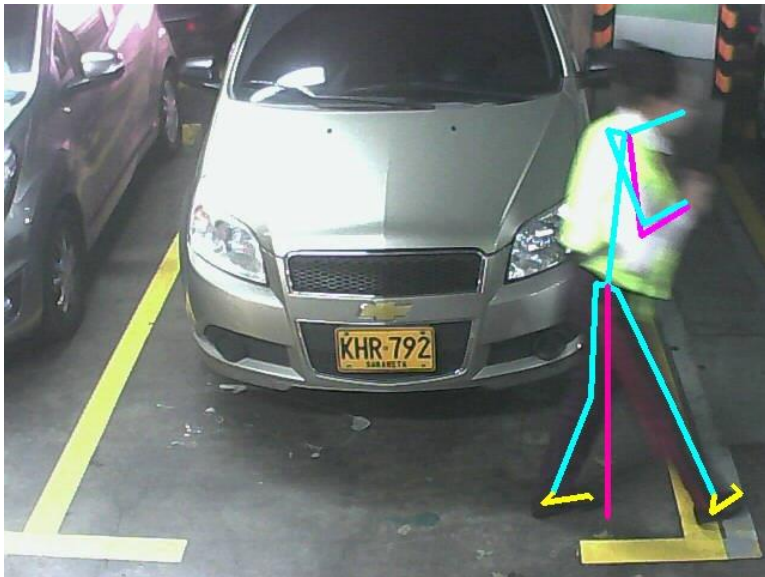


Diseño del Modelo de Inteligencia

Agente Descriptores

Descriptores de Posición

- La posición global permite obtener la trayectoria de la persona en la escena.
- Uso de homografía: Transformación proyectiva para el cálculo de la posición global, a partir de la posición local.



Posición local – Técnica de la plomada

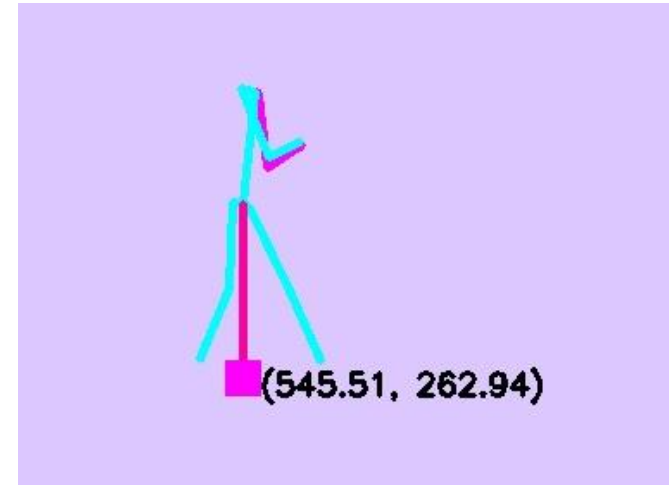
- ✓ Los pies no generan un descriptor confiable.
- ✓ Se traza una línea desde el punto de la cadera, basado en la distancia del fémur.
- ✓ No aplica si la persona se encuentra agachada

Diseño del Modelo de Inteligencia

Agente Descriptores

Posición Global – Transformación Proyectiva

- Cálculo de la posición global a partir de la posición local de la persona.
- Se establece a partir de un proceso de calibración de 4 puntos

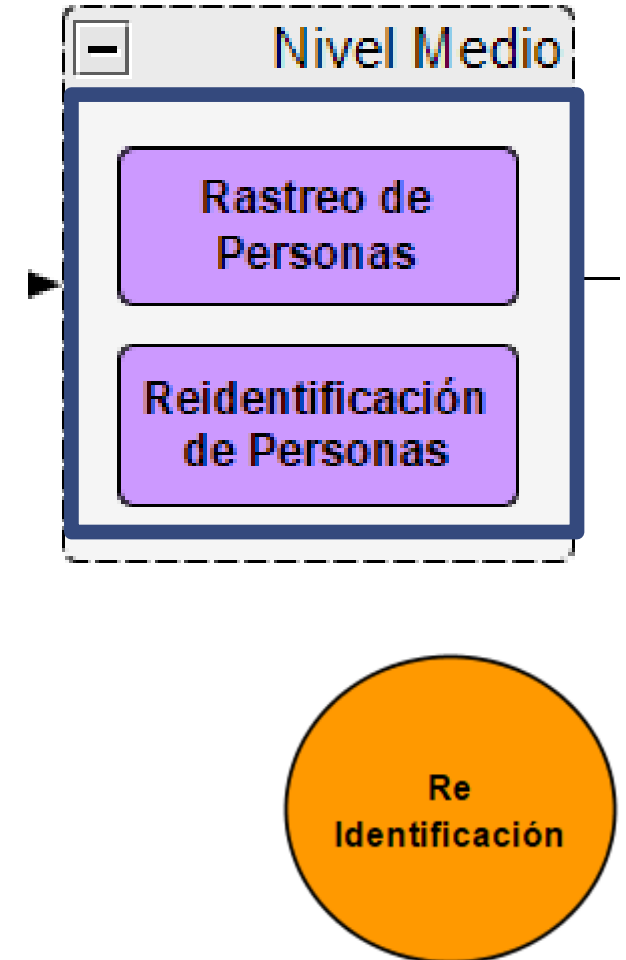


Diseño del Modelo de Inteligencia

Agente Reidentificación

Características

- ✓ Realiza el rastreo de la persona, desde su aparición en escena hasta su desaparición.
- ✓ Almacena una lista de descriptores por cada una de las personas identificadas en la escena.
- ✓ Reidentificación de la persona a partir de técnicas de comparación de color y posición.



Diseño del Modelo de Inteligencia

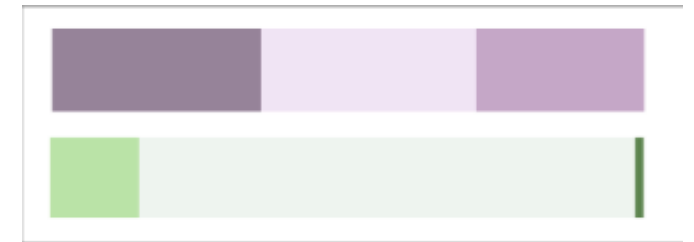
Estado del Arte – Técnicas de Nivel Medio

Autor	Categoría	Técnica Utilizada	Robustez frente al ángulo de visión	Uso de información topológica
Jang et al	Cámaras no superpuestas	Comparación de Histogramas de color	Si	No
Aziz et al	Cámaras no superpuestas	Comparación de descriptores SURF y SIFT	No	Si
Eshel et al	Cámaras superpuestas	Trayectoria, Homografía	Si	Si
Khan et al	Cámara superpuestas	Trayectoria, Homografía	Si	Si

Diseño del Modelo de Inteligencia

Comparación de Color [JAN, 2014]

- ✓ Comparación de color por secciones (torso, piernas).
- ✓ Extracción de colores dominantes.
- ✓ Mala respuesta por el uso del espacio de color HSV frente a tonos grises.
- ✓ Mala respuesta frente a variaciones en la iluminación.



Ajustes

- ✓ Uso de la región del torso para la extracción de color.
- ✓ Uso del algoritmo K-Means para la extracción de colores dominantes.
- ✓ Comparación de color a partir del Algoritmo CIEDE2000.



Diseño del Modelo de Inteligencia

Pruebas – Ajustes del Modelo de Comparación de Color

CLASIFICACIÓN	PREDICCIÓN							
	0	1	2	3	4	5	6	
	0	9	0	1	2	0	7	0
	1	0	3	2	3	6	7	7
	2	2	3	2	2	6	7	7
	3	0	3	2	5	7	6	5
	4	3	2	2	5	6	7	7
	5	8	1	2	5	2	7	0
	6	1	2	2	1	2	0	6
	Total Ejemplos	9	3	2	5	7	7	7



Clase 0



Clase 5

Diseño del Modelo de Inteligencia

Pruebas – Ajustes del Modelo de Reidentificación

Reidentificación de color y posición

- El uso de descriptores de color no es suficiente para realizar la reidentificación.
- La proximidad entre una persona en el instante

Score de similitud de poses

$$D = \alpha * D_{Score} + (1 - \alpha) * C_{Score}$$

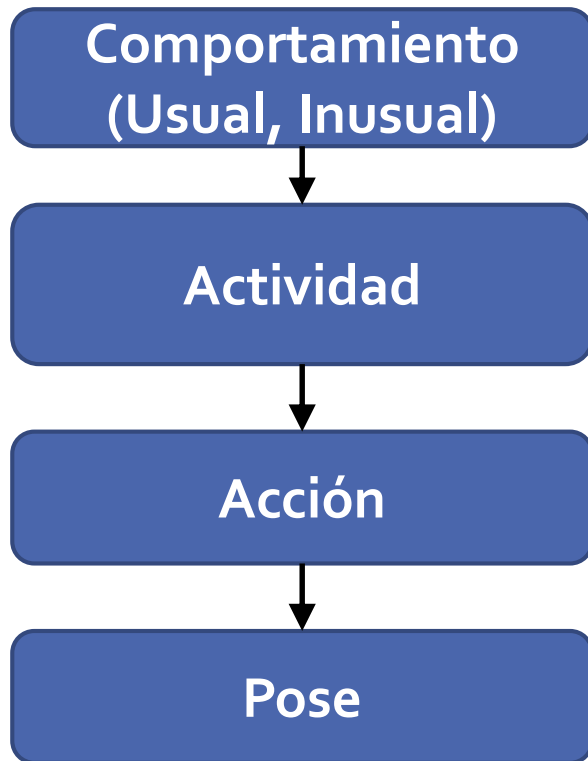
D_{Score} : Score de lejanía entre los objetos [0, 1]

C_{Score} : Score de diferencia de color entre los objetos [0, 1]

α : Factor de ponderación [0, 1]

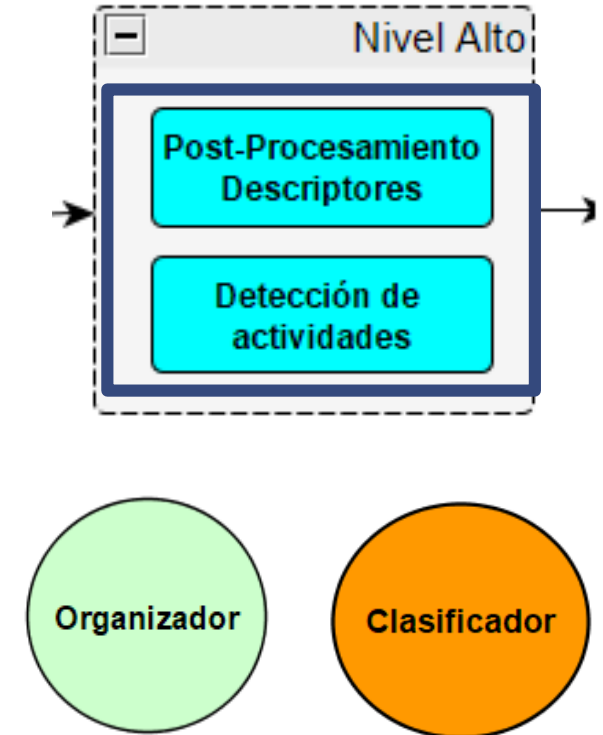
Diseño del Modelo de Inteligencia

Clasificación de Actividades



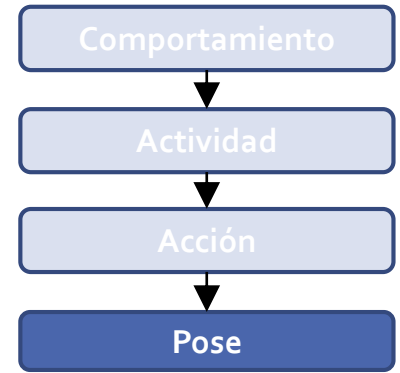
Modelo de Saad et al

- Modelo de alto nivel para la identificación de actividades.
- El comportamiento de la persona (usual, inusual), depende de la naturaleza de la actividad.
- La actividad de una persona se define en función de:
 - Acciones
 - Poses



Diseño del Modelo de Inteligencia

Detección de Poses – Estado del Arte







Autor	Categoría	Técnica de IA Utilizada	Descriptores Utilizados
Gedat et al	Poses	NN	Ángulo de articulaciones
Du et al	Poses, Acciones	CNN	Posición de las articulaciones
Xia et al	Poses	KNN	Posición de las articulaciones
Hassan et al	Poses	SVM	Contorno de la silueta de la persona
-	-	-	Ángulos + Posición de las articulaciones



Diseño del Modelo de Inteligencia

Definición de Poses Clave

Id	Nombre	Subcategoría	Ejemplo
1	De Pie	Frente	
2		Detrás	
3		Izquierda	
4		Derecha	
5	Brazos al frente	Izquierda	
6		Derecha	
7	Agacharse	Izquierda	
8		Derecha	
9	Brazo Estirado	Izquierda	
10		Derecha	

Comportamiento

Actividad

Acción

Pose

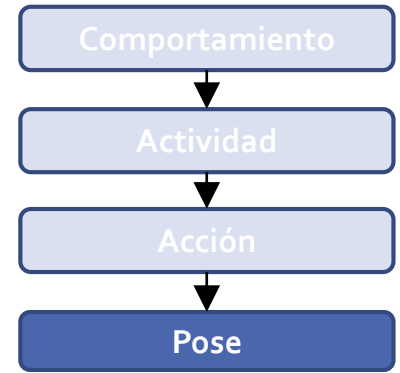
Clasificador

Diseño del Modelo de Inteligencia

Selección del Descriptor de Pose

- ✓ Tipo de clasificador: Red Neuronal
- ✓ Total de clases: 10
- ✓ Total ejemplos de entrenamiento: 80 por pose
- ✓ Total ejemplos de validación: 20 por pose

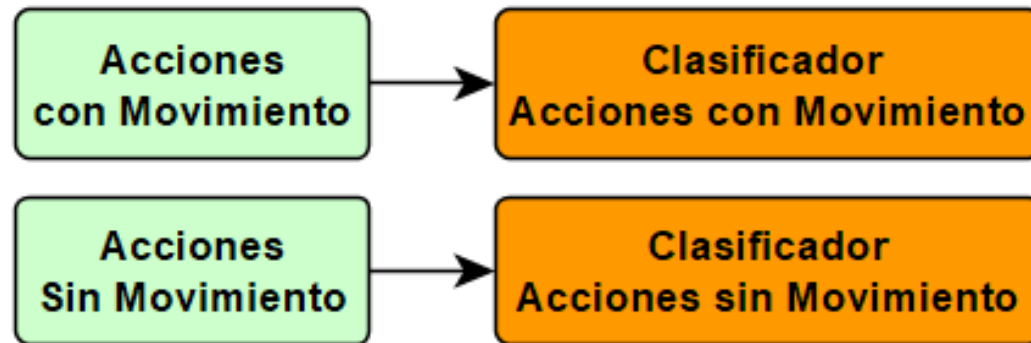
Tipo de Descriptor	Loss	Precisión
Ángulos	0.4668	82.30%
Transformación de ángulos	0.347	86.60%
Posición de articulaciones	0.424	90.50%
Posición de articulaciones + Ángulos	0.4025	88.40%
Posición de articulaciones + Transformación de ángulos	0.3732	89.70%



Diseño del Modelo de Inteligencia

Detección de Acciones

- El estado del arte no muestra una clara limitación entre el concepto de acción y actividad [CIP2016].
- **Acción:** secuencia de poses ejecutada por un actor, que contiene una implicación significativa [SAA2012]
- **Implicación:** identificada a partir de la información del movimiento de la persona [CRI2012]

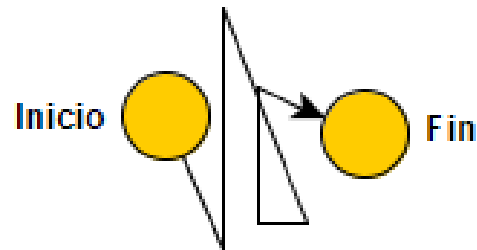


Diseño del Modelo de Inteligencia

Segmentación de Acciones

Objetivo

- Separar la secuencia de descriptores (actividad) identificada para una persona, en acciones identificando su naturaleza:
 - Estática
 - Con Movimiento



Acción Estática



Acción con Movimiento

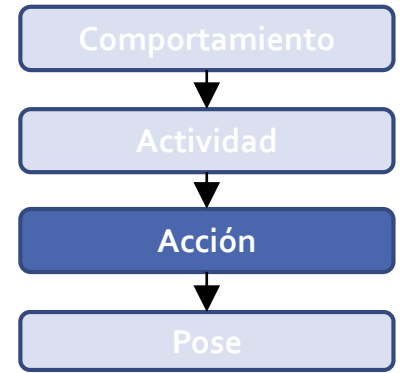
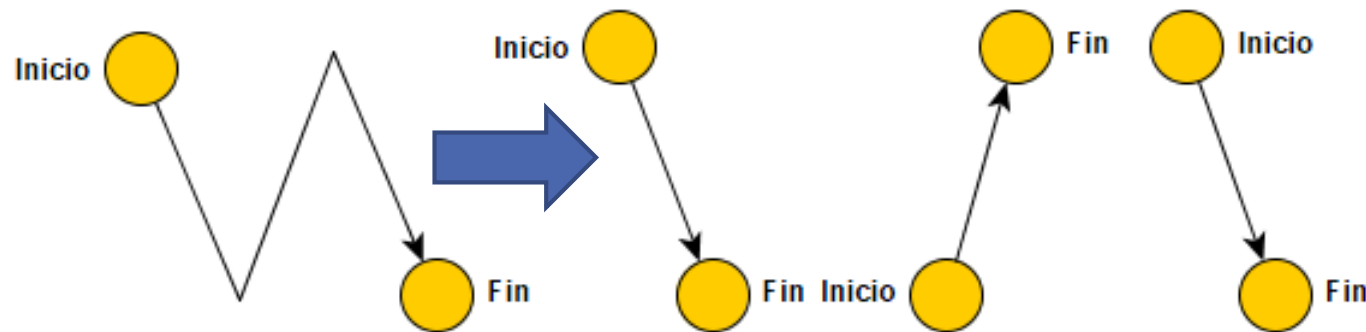


Diseño del Modelo de Inteligencia

Segmentación de Acciones

Acciones con Movimiento

- Los cambios de direcciones en la trayectoria indican la intención de la actividad.
- El agente separa las acciones de movimiento de acuerdo a los cambios de trayectoria.

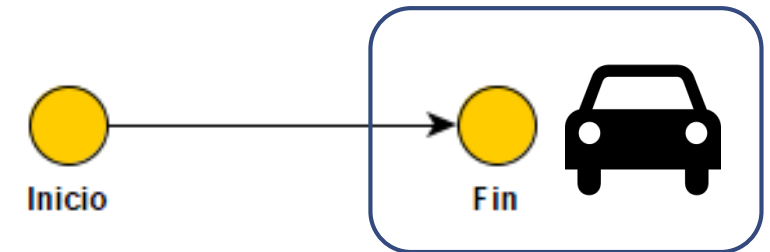
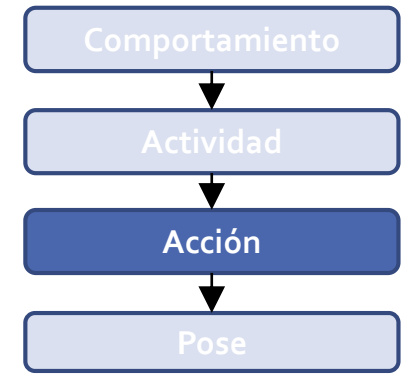


Diseño del Modelo de Inteligencia

Clasificador de Acciones con Movimiento

- Sobre cada acción identificada se adiciona la información del contexto.
- La información del contexto depende del caso de estudio seleccionado.
- Para el CCTV del centro comercial, el contexto está determinado por la cercanía a un vehículo

ID	Nombre	Categoría
1	Acercarse al lado del vehículo	Desplazamiento
2	Alejarse del lado del vehículo	Desplazamiento
3	Desplazarse entre zonas sin vehículo	Desplazamiento
4	Desplazarse entre zonas con vehículo	Desplazamiento



Región de cercanía



Diseño del Modelo de Inteligencia

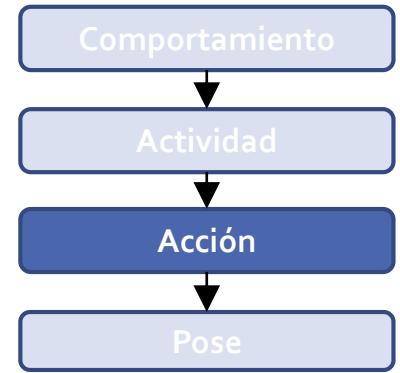
Clasificación de Acciones – Estado del Arte

Autor	Descriptor	Técnica de IA Utilizada	Resultado de la clasificación	Resultado de la clasificación
Gedat et al	Poses	HMM	Acciones	N/A
Du et al	Posición Articulaciones	CNN	Acciones	Redimensión de descriptores
Xia et al	Poses	HMM	Acciones	N/A
-	Poses	NN	Acciones	Redimensión de descriptores



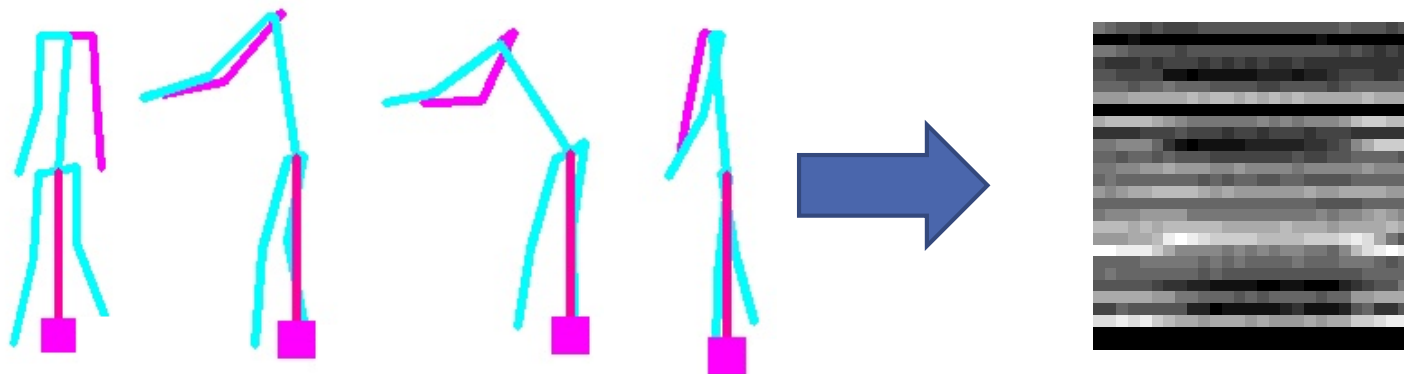
Diseño del Modelo de Inteligencia

Clasificación de Acciones – CNN [DU, 2017]



Características

- Codificación del vector de descriptores sobre una imagen.
 - Columnas: Características espaciales – Posición de articulaciones por Pose
 - Filas: Características temporales – Evolución de los descriptores en el tiempo
- Tamaño de las imágenes: 28 x 28
- Las poses se encuentran embebidas en los descriptores de posición.

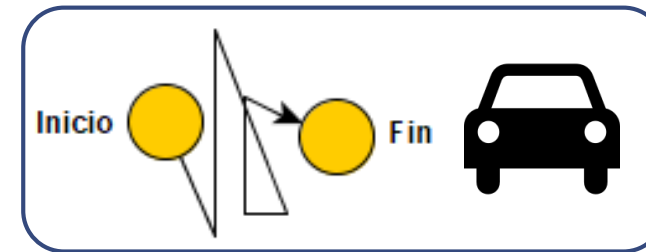


Diseño del Modelo de Inteligencia

Clasificadores de Acciones

- La información del contexto es adicionada a la acción.
- Se identifica si la acción es ejecutada en la región de cercanía.

ID	Nombre
5	Agacharse, Sin Vehículo
6	Agacharse, Con Vehículo
7	Manipular, Sin Vehículo
8	Manipular, Con Vehículo
9	Estirar Brazos, Sin Vehículo
10	Estirar Brazos, Con Vehículo
11	Actividad Nula, Sin Vehículo
12	Actividad Nula, Con Vehículo



Región de cercanía

Comportamiento

Actividad

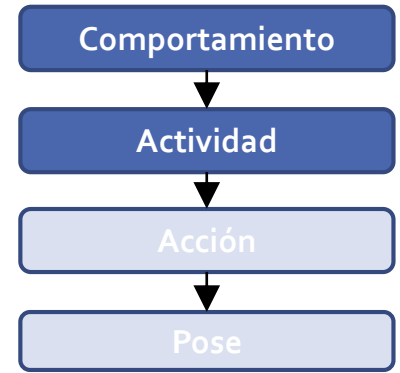
Acción

Pose

Clasificador

Diseño del Modelo de Inteligencia

Clasificación de Actividades – Estado del Arte



Autor	Dependencia	Técnica de IA Utilizada	Descriptores Utilizados
Ng et al	Trayectoria	Árboles de Decisión	Cambios de zona
Liu et al	Acciones	Bag of Words (BoW)	Uso de n-gramas. N=1, 2, 3
-	-	HMM	Secuencia de acciones



Diseño del Modelo de Inteligencia

Clasificación de Actividades



Definición de Actividades

ID	Nombre	Comportamiento
1	Subirse Vehículo	Usual
2	Bajarse Vehículo	Usual
3	Caminar	Usual
4	Forcejear Puerta	Sospechoso
5	Forcejear Llanta	Sospechoso
6	Forcejear Plumillas	Sospechoso
7	Merodear	Sospechoso



Diseño del Modelo de Inteligencia

Técnicas de Ensamble – Estado del Arte

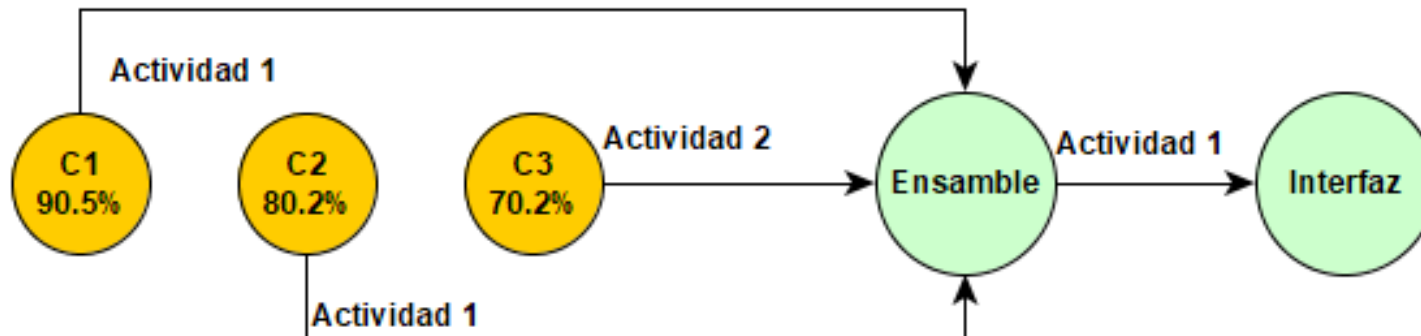
Comportamiento

Actividad

Acción

Pose

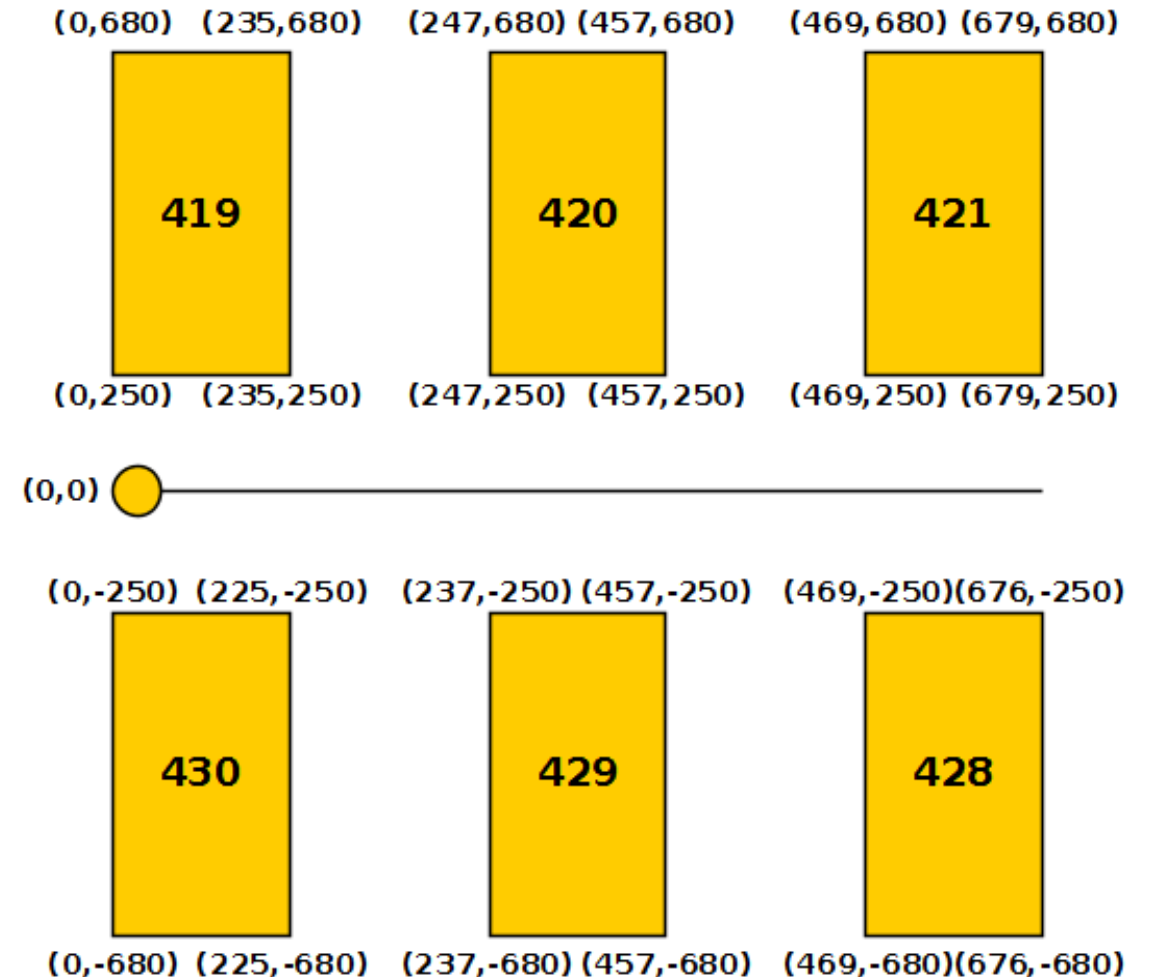
Autor	Método de Ensamble	Generación de Modelos	Clasificación de Actividades
Panda et al [2009]	Votación	Bagging, Boosting	Si
Dietterich et al [2000]	Votación	Bagging	No
Daghistani [2016]	Votación	Boosting	Si
-	Votación	Combinación de Métodos de IA	Si



Protocolo Experimental

Captura de videos

- Ejecutados por 3 actores.
- Cada actividad fue ejecutada por cada actor un máximo de 30 veces.
- Las acciones fueron ejecutadas modificando los puntos de entrada, salida y trayectoria.
- Uso de una sección de 6 cámaras del CCTV.
- Agrupación de videos
 - Entrenamiento: 60%
 - Validación: 20%
 - Pruebas: 20%



Protocolo Experimental

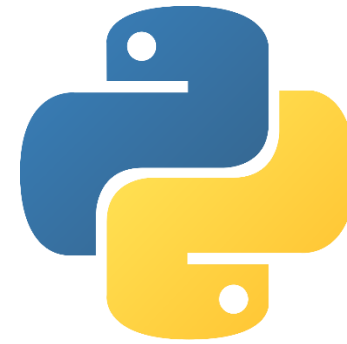
Implementación del Modelo

➤ Herramientas Utilizadas

- Lenguaje de programación: Python
- Librerías de IA
 - OpenCV, TensorFlow, OpenPose, scikit-learn

➤ Características Computacionales

- Procesador: Intel Core I7 6500U
- Memoria RAM: 8GB
- Sistema Operativo: Linux
- Tarjeta Gráfica: NVIDIA 940MX



Protocolo Experimental

Variables Independientes (12 experimentos)

- **Tipo de clasificador:**
 - Nivel Bajo: SVM, NN
 - Nivel Medio: CNN, HMM, NN
 - Nivel Alto: BoW; HMM
- **Uso de técnicas de ensamble**

Variables Dependientes

- **Precisión del clasificador de actividades**
- **Matriz de confusión**

Variables Intervinientes

- **Condiciones de luz en la escena**
- **Características intrínsecas de las cámaras**

Resultados

Resultados – Clasificación de Actividades

Experimento	Modelo Poses	Modelo Acciones	Modelo Actividades	Precisión
1	NN	NN	HMM	68.10%
2			BoW	88.90%
3		HMM	HMM	68.10%
4			BoW	87.93%
5	SVM	NN	HMM	69.80%
6			BoW	90.51%
7		HMM	HMM	64.65%
8			BoW	83.86%
9	CNN		HMM	72.40%
10			BoW	93.10%
11	Ensamble			91.37%

Resultados

Clasificación de Actividades

	FPU	BV	ME	FPI	FL	SV	CA	Precisión
Forcejear Puerta (FPU)	16	0	0	0	1	0	0	94.12%
Bajarse vehículo (BV)	1	12	0	0	0	4	0	70.59%
Merodear (ME)	0	0	16	0	0	0	0	100.00%
Forcejear Plumillas (FPI)	0	0	0	17	0	0	0	100.00%
Forcejear Llantas (FL)	0	0	0	0	15	0	0	100.00%
Subirse al vehículo (SV)	0	0	0	0	0	16	1	94.12%
Caminar (CA)	0	1	0	0	0	0	16	94.12%

Resultados

Desempeño Individual de los Clasificadores

Poses			Acciones			Actividades		
Clasificador	Media	Desviación	Clasificador	Media	Desviación	Clasificador	Media	Desviación
NN	78.26%	11.74%	NN	79.33%	12.02%	HMM	68.61%	2.83%
SVM	77.21%	12.02%	HMM	76.14%	11.48%	BoW	88.86%	3.41%
			CNN	82.75%	14.64%	Ensamble	91.37%	0.00%

Resultados

Tiempos de respuesta de los módulos

Módulo	Poses (ms)	Descriptores (ms)	Re identificación (ms)	NN Poses (ms)	SVM-Poses (ms)	HMM-Acciones (ms)	CNN-Acciones (ms)
Media	433.2	10.9	157.5	0.6	0.1	0.9	7.3
Desviación	5.28	2.5	14.4	0.3	0.0	0.3	1.5

Conclusiones

Uso de Sistemas Orientados a Agentes

- Las arquitecturas distribuidas de los CCTV hacen que los modelos de Agentes sean idóneos para la implementación de sistemas de clasificación de actividades.

Nivel Bajo

- El uso de algoritmos de extracción de fondo en la identificación de personas no genera resultados favorables en:
 - Entonos con alto movimiento
 - Condiciones cambiantes de iluminación.

Nivel Medio

- La componente H en el espacio de color HSV genera ambigüedad al realizar la comparación en escala de grises.
- Los descriptores de color no son suficientes para realizar la reidentificación de personas.

Conclusiones

Nivel Alto

- El uso de técnicas CNN en la etapa de identificación de actividades, permite omitir el nivel de identificación de pose del modelo de Saad et al.
- La separación de acciones a partir del movimiento de la persona elimina la ambigüedad al momento de realizar su separación dentro de una actividad.

Técnicas de ensamble

- El éxito de las técnicas de ensamble en el desarrollo de los modelos de clasificación no está garantizado y depende de las características intrínsecas de cada clasificador.

¿Preguntas?



Referencias

- [BBC2016] BBC Mundo. Cuáles son los 6 países de América Latina que están entre los 13 peores índices de criminalidad en el mundo. <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38171437>, abril 2017.
- [BRA2017] Bravo, Flor Ángela. Interactive Robot Drama for Educational Purposes. Ph.D. Research Proposal. Universidad Javeriana.
- [CAR2013] Cardozo M. Mercado de seguridad electrónica en Colombia como una oportunidad de trabajo y emprendimiento. Ensayo de grado. Universidad Militar Nueva Granada, 2013.
- [CAV2003] Caviar. Test Case Scenarios. <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CAVIARDATA1/>, abril 2017.
- [CHA2013] Chaquet, J. A survey of video datasets for human action and activity recognition. Computer Vision and Image Understanding. 2013.
- [CRIS2012] Cristiani, M. Human Behavior Analysis in Video Surveillance: A Social Signal Processing Perspective. Neurocomputing Journal. 2012
- [DAN2015] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Encuesta de convivencia y seguridad ciudadana (ECSC). Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/seguridad-y-defensa/encuesta-de-convivencia-y-seguridad-ciudadana-ecsc>
- [DIN2016] Revista Dinero. El oscuro y lucrativo mercado de los celulares en Colombia. Abril 2017. Disponible en: <http://www.dinero.com/actualidad/articulo/cifras-de-celulares-robados-en-colombia-y-como-registrar-telefono-ante-mintic/219104>,
- [EJ2012] Ejaz, N. A collaborative multi-agent framework for abnormal activity detection in crowded areas. ICI International, 2012.
- [FER2012] Ferenbok, J et al. Hidden Changes: From CCTV to “Smart” video surveillance. Devon William Publishing, 2012.
- [YON2017] Yong, Du et al. Skeleton Based Action Recognition with Convolutional Neural Network. Center for Research on Intelligent Perception and Computing, CRIPAC. 2017.

Referencias

- [KOO2016] Kooij, J. F. P. Multi-modal human aggression detection. Computer visión and image understanding. 2016.
- [NIL2009] Nilson F. Intelligent Network Video. Understanding modern video surveillance systems. Auerbach Publications, 2009.
- [ORE2010] O'Regan G. Introduction to software process improvement Springer Science & Business Media.
- [RCN2013] Noticias RCN. Aumenta en un 20% los robos en los centros comerciales. <http://www.noticiascn.com/nacional-pais/aumenta-un-20-los-robos-los-centros-comerciales>, abril 2017.
- [SCH2002] Schwaber K, Beedle M. Agile Software Development with Scrum. Prentice Hall.
- [SUP2015] Superintendencia de vigilancia y seguridad privada. Estado del sector de vigilancia y seguridad en el país. <http://www.supervigilancia.gov.co/?idcategoria=6846423&download=Y>, abril 2017.
- [SUR2013] Suriani, N. Sudden Event Recognition. A Survey. Sensors, 2013.
- [TUN2011] Tung, F. Goal-Based trajectory analysis for unusual behavior detection in intelligent surveillance. Image vision and computing, 2011.
- [UNI2015] Uniderecho. ¿Cómo debe ser la jornada laboral en celadores y vigilantes? <http://www.uniderecho.com/como-debe-ser-la-jornada-laboral-en-celadores-y-vigilantes.html>
- [OPE2017] Action Recognition. OpenCV. http://docs.opencv.org/trunk/d4/d8b/group_datasets_ar.html, abril 2017.