



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y
COMPUTACIÓN

TRABAJO DE GRADO – PROPUESTA DE PROYECTO – PZ-2017-1-XX

TÍTULO DEL PROYECTO	Identificación de actividades inusuales a partir del uso de CCTV		
DATOS DEL ESTUDIANTE	Eder Mauricio Abello Rodríguez	CORREO ELECTRÓNICO	eder_abello@javeriana.edu.co
	CC 1.110.506.871		edermauricioa@gmail.com
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO ASESOR (opcional)	Ing. Enrique González PhD	MODALIDAD	Investigación
	egonzal@javeriana.edu.co	ÁREA DE ÉNFASIS	Sistemas Inteligentes
		GRUPO Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	SIDRe - SIRP Sub-línea - Sistemas Inteligentes

OBJETIVOS	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Diseñar un sistema para la identificación de actividades inusuales, a partir de imágenes pre-procesadas, mediante del uso de técnicas de inteligencia artificial, que pueda ser aplicado a sistemas CCTV instalados en recintos cerrados.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none">1. Analizar, a partir del estado del arte, las técnicas actuales de identificación de actividades inusuales, evaluando su aplicabilidad para el contexto de sistemas CCTV instalados en recintos cerrados.2. Diseñar un modelo basado en agentes racionales, a partir del empleo de imágenes pre-procesadas provenientes de múltiples cámaras, para la identificación de actividades inusuales a través del uso de estrategias cooperativas y técnicas de reconocimiento de patrones.3. Evaluar el desempeño, la precisión y usabilidad del modelo propuesto, a través de su implementación parcial en un sistema CCTV enmarcado dentro del contexto colombiano de seguridad y vigilancia.
------------------	--

<p>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O APLICACIÓN</p>	<p>Uno de los problemas más frecuentes a los que se enfrentan los colombianos es el alto índice de inseguridad presente en las principales ciudades del país. Según encuestas llevadas a cabo por el DANE, se estima que en Colombia el 11.3% de las personas de 15 años o más fueron víctimas de hurto en el año 2015 [DAN2015]. Debido a las altas cifras de criminalidad, el sector de seguridad y vigilancia se ha convertido un componente fundamental en las instituciones privadas. Un estudio generado por la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada muestra una tasa de crecimiento del sector del 42.3% entre los años 2006 y 2014 [SUP2015].</p> <p>Muchas empresas de seguridad han adaptado los medios tecnológicos como una herramienta fundamental para la prestación del servicio de vigilancia. Uno de los principales medios tecnológicos es el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV). Aunque diversos estudios sostienen que los sistemas CCTV son una herramienta efectiva de seguridad, ya que son menos costosos y son más eficientes al detectar acciones criminales [CAR2008], algunos autores como Lemanglois et al sugieren que este tipo de sistemas pueden volver más perezoso y dependiente al personal de vigilancia, y critican la falta de reacción de este tipo de organismos al detectar un evento criminal [LEM2005]. En el contexto colombiano, es común que las empresas de vigilancia impongan jornadas de hasta 12 horas continuas de trabajo [UNI2015]. Estudios han demostrado que condiciones como sobrecarga laboral, trabajo en turnos y la falta de autonomía pueden desencadenar trastornos como el síndrome de desgaste ocupacional [GIL2001]. En recintos en donde el personal de seguridad es limitado, los vigilantes deben cumplir funciones como la recepción de visitantes, el ingreso de los registros de entrada y salida de personas, entre otros. Aunque no se han elaborado estudios que relacionan el síndrome de desgaste ocupacional con las labores de vigilancia en un sistema CCTV, la sobrecarga laboral y los turnos largos son factores de riesgo que pueden desencadenar el padecimiento de este trastorno. Con el objetivo de proporcionar ayudas tecnológicas que faciliten las labores de vigilancia, el CCTV se ha convertido en uno de los principales temas de investigación para el desarrollo de aplicaciones basadas en Inteligencia Artificial. Smart CCTV es un concepto que ha evolucionado en la industria en los últimos años [FER2012]. A través del uso de algoritmos de visión por computadora, los sistemas Smart CCTV brindan información adicional que apoyan al vigilante para realizar un trabajo de mayor calidad.</p> <p>Dentro de los escenarios de aplicación del Smart CCTV, la detección de actividades humanas ha cobrado gran relevancia dentro de la comunidad científica. Según Cristiani, la identificación de actividades humanas se ejecuta en un proceso de 2 etapas [CRIS2012]. La etapa de bajo nivel permite la detección de personas y la generación de descriptores a partir de métodos de pre-procesamiento y clasificación. Algunas técnicas que permiten la generación de descriptores de bajo nivel son el flujo óptico (Optical Flow) [KOO2016], SIFT (Scale Invariant Feature Transform) [FAN2013] y LBP (Local Binary Patterns) [ZHE2012]. A partir de la información proporcionada por el módulo de bajo nivel, la etapa de alto nivel realiza la identificación de actividades a partir de técnicas de reconocimiento de patrones o métodos de análisis espacial y temporal de las imágenes [CRIS2012]. Si bien se han propuesto soluciones desde hace más de 15 años, por ejemplo, el sistema de detección de eventos desarrollado por Fuentes et al [FUE2004], estas alternativas solo permiten la detección de un set pequeño de actividades. Más recientemente, Tung [TUN2011] y Suriani [SUR2013] reportaron mejores resultados por medio del desarrollo de módulos de alto nivel a partir de algoritmos de seguimiento de trayectoria, y clasificadores de tipo SVM y modelos probabilísticos. Por su parte, Chaquet contempla el reconocimiento de actividades a partir de la identificación de</p>
--	--

	<p>poses por medio de la extracción de siluetas [CHA2013]. Aunque los trabajos recientes reportan una precisión mayor al 90% [SUR2013], la mayoría de los artículos contemplan arquitecturas centralizadas y pocos manejan información proveniente de múltiples cámaras.</p> <p>Una de las aplicaciones del reconocimiento de actividades es la identificación de actividades inusuales. Suriani define una actividad inusual como un acontecimiento que difiere de los patrones normales [SUR2012]. La detección de actividades inusuales requiere un alto conocimiento del dominio. Por ejemplo, una acción sospechosa en un estadio de futbol es distinta a una acción sospechosa en una oficina o en un salón de reuniones. Aunque por naturaleza los sistemas CCTV permiten el manejo de múltiples cámaras, no se encuentran muchos trabajos que exploten esta característica. Algunos trabajos como el de Weinland et al [WEIN2006] y Kooij et al [KOO2016] utilizan múltiples cámaras para realizar una reconstrucción tridimensional de la escena y generar descriptores de mayor nivel. Sin embargo, estos trabajos se limitan al monitoreo de una escena y la mayoría de ellos propone un modelo centralizado para el manejo de los datos. Trabajos como el de Ejaz et al [EJA2012] han implementado modelos basados en agentes demostrando flexibilidad frente al desarrollo de un entorno distribuido para la detección de actividades inusuales en sistemas CCTV; sin embargo, la mayoría de trabajos similares se orientan a modelos centralizados que no garantizan la escalabilidad del sistema. Además, estos sistemas no utilizan estrategias cooperativas entre sus agentes, limitando así su potencial y desempeño.</p> <p>El problema informático que atacará este proyecto de investigación es la identificación de actividades inusuales a partir de técnicas de inteligencia artificial. La identificación automática de actividades inusuales será el punto de partida para la creación de ayudas tecnológicas basadas en los sistemas Smart CCTV, que generen la prevención de actos delictivos dentro del contexto de seguridad colombiano. El objetivo de estas ayudas tecnológicas es mejorar los tiempos de respuesta y el nivel de desempeño de los vigilantes, permitiendo reducir su carga laboral y el riesgo de padecimiento de trastornos como el síndrome de desgaste ocupacional.</p> <p>El enfoque del proyecto de investigación se centrará en el desarrollo y la implementación de técnicas de alto nivel para la identificación de actividades inusuales. La selección del enfoque se realiza de acuerdo al área de énfasis y al conocimiento previo del estudiante y del profesor asesor. La etapa de bajo nivel se implementará con ayuda de librerías existentes en <i>frameworks</i> de procesamiento de imágenes. El alcance del proyecto se limita a sistemas CCTV instalados en recintos cerrados, debido a sus cámaras permiten obtener una mayor definición de la escena y un ambiente controlado de iluminación. El paradigma que se utilizará en el diseño del modelo corresponderá al desarrollo de sistemas basados en agentes racionales, generando un grado de novedad al manejar e integrar múltiples cámaras con un enfoque distribuido y el uso de estrategias colaborativas entre los agentes. El caso de estudio definido para el desarrollo del proyecto de investigación es el CCTV instalado en el parqueadero de Clínica Pediátrica en la ciudad de Bogotá. Este caso de referencia se selecciona debido a su afinidad con la problemática propuesta y a la facilidad del investigador para acceder a los datos del sistema de seguridad. Como empresa aliada del proyecto se encuentra Controles Inteligentes SAS, la cual es una organización que cuenta con 7 años de experiencia en el desarrollo de equipos de parqueaderos, y actualmente tiene la operación del CCTV instalado en clínica pediátrica.</p>
--	--

METODOLOGÍA	
DESCRIPCIÓN GENERAL	<p>El sistema para la identificación de actividades inusuales se desarrollará en 3 fases principales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación y análisis 2. Diseño 3. Implementación y evaluación experimental.
FASE 1 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS	<p>El objetivo de la fase de investigación y análisis es identificar el conjunto de técnicas, herramientas informáticas, y metodologías adecuadas para el desarrollo del modelo de detección de actividades inusuales.</p> <p>Análisis de bajo nivel: La etapa de análisis del módulo de bajo nivel identifica el conjunto de técnicas y herramientas que permiten realizar el procesamiento de bajo nivel. Si bien autores como Suriani et al han elaborado artículos que describen el desempeño de diversas técnicas de bajo nivel [SUR2013], para lograr una selección apropiada es necesario realizar pruebas de concepto orientadas al proyecto específico de investigación. En el caso de las herramientas de bajo nivel, una de las librerías que más se utiliza en el desarrollo de proyectos basados en inteligencia artificial es <i>OpenCV</i>, cuyo ambiente de desarrollo se encuentra elaborado en C++ [BRA2008]. Otra herramienta de código abierto es <i>VLFeat</i>, el cual se utiliza en el trabajo de Sharma et al para la extracción de descriptores SIFT [SHA2013]. Por su parte, <i>MATLAB</i> es una herramienta que también se utiliza en la literatura, y algunas bases de datos de videos proporcionan archivos para ser trabajados directamente desde esta aplicación [CHA2013].</p> <p>A partir de las herramientas identificadas, el investigador debe realizar una pre-selección a través de la evaluación de criterios, entre los cuales se deben considerar: disponibilidad de la herramienta, facilidad de Implementación y documentación existente. Luego de realizar este proceso, se debe realizar una recopilación de 4 videos que muestren las siguientes acciones: caminar, merodear, caerse, pelear. Estos videos deben recopilarse de la base de datos del caso de estudio seleccionado, y deben tener una duración de alrededor de 5 minutos.</p> <p>A partir de la recopilación de videos, el investigador debe desarrollar un protocolo experimental que permita analizar el desempeño de cada una de las herramientas identificadas en la etapa de pre-selección. El protocolo experimental debe evaluar el nivel de precisión y tiempos de respuesta en cada una de las siguientes áreas: detección de personas y detección de objetos relevantes (Vehículos, motocicletas, objetos abandonados). De acuerdo a los resultados obtenidos, se seleccionarán las herramientas que presenten mejor desempeño en cuanto a su nivel de precisión. Por su parte, los tiempos de respuesta serán un criterio adicional en la selección de herramientas.</p> <p>Cabe aclarar que el foco del proyecto se encuentra en la detección de actividades inusuales. Por tanto, la evaluación de herramientas para la obtención de imágenes procesadas no es el core. Al incluir esta actividad, el objetivo es seleccionar de una manera más rigurosa la herramienta que se utilizará en la fase de implementación y evaluación. Teniendo en cuenta lo anterior, aunque el número de videos de esta prueba es limitado, en términos de cantidad de imágenes a procesar representan una cantidad significativa. Incluso cabe aclarar que, para el contexto de este proyecto, la evaluación del modelo de detección de actividades inusuales no</p>

	<p>resultaría afectada en caso de que el preprocesamiento de imágenes no pueda ser ejecutado en tiempo real.</p> <p>Análisis de alto nivel: A través de un análisis sistemático y riguroso, esta etapa busca identificar los conceptos, métodos y técnicas necesarias para el desarrollo del modelo de alto nivel. La etapa de análisis de alto nivel iniciará con una recopilación de artículos de las bases de datos científicas y de buscadores académicos como Google Scholar y Microsoft Academic Search. La búsqueda de artículos debe abarcar los siguientes temas de investigación: técnicas de identificación de actividades inusuales, paradigmas para la identificación de actividades sospechosas, modelado de un CCTV como un sistema orientado a agentes y estrategias colaborativas para la detección de actividades inusuales.</p> <p>A partir de la base de artículos obtenida, el investigador debe realizar un mapa conceptual que identifique y relacione claramente los aportes de cada uno de los trabajos. A continuación, se debe realizar un proceso de evaluación a partir de criterios, en donde se identifiquen 3 aportes por cada uno de los temas de investigación. Por cada uno de los aportes, el investigador debe profundizar sobre el estado del arte e identificar claramente su aplicación dentro del proyecto de investigación. Como resultado de la etapa de análisis de alto nivel, se debe entregar un documento de estado del arte que desarrolle cada uno temas profundizados.</p> <p style="text-align: center;">TABLA 1 - ACTIVIDADES: FASE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS</p> <table> <tr> <th>BAJO NIVEL</th><th>ALTO NIVEL</th></tr> <tr> <td>1A. Identificar herramientas</td><td>1F. Obtener artículos</td></tr> <tr> <td>1B. Pre-selección herramientas</td><td>1G. Elaboración mapa</td></tr> <tr> <td>1C. Extracción videos de prueba</td><td>1H. Pre-selección técnicas</td></tr> <tr> <td>1D. Protocolo experimental - Herramientas</td><td>1I. Profundización técnicas</td></tr> <tr> <td>1E. Análisis de resultados</td><td>1J. Documento de estado del arte</td></tr> </table>	BAJO NIVEL	ALTO NIVEL	1A. Identificar herramientas	1F. Obtener artículos	1B. Pre-selección herramientas	1G. Elaboración mapa	1C. Extracción videos de prueba	1H. Pre-selección técnicas	1D. Protocolo experimental - Herramientas	1I. Profundización técnicas	1E. Análisis de resultados	1J. Documento de estado del arte
BAJO NIVEL	ALTO NIVEL												
1A. Identificar herramientas	1F. Obtener artículos												
1B. Pre-selección herramientas	1G. Elaboración mapa												
1C. Extracción videos de prueba	1H. Pre-selección técnicas												
1D. Protocolo experimental - Herramientas	1I. Profundización técnicas												
1E. Análisis de resultados	1J. Documento de estado del arte												
<p>FASE 2</p> <p>DISEÑO</p>	<p>La fase de diseño utiliza los elementos identificados en la fase de investigación y análisis, y generará el modelo para el desarrollo del módulo de alto nivel. La fase de diseño se divide en dos etapas:</p> <p>Desarrollo del Sistema Multi-Agente (SMA): La primera etapa de la fase de diseño consiste en el desarrollo de la arquitectura del sistema basado en agentes racionales. Antes de iniciar el desarrollo del modelo, el investigador debe seleccionar 3 actividades inusuales que serán identificadas por el sistema. Se desean que las actividades tengan un alto nivel de relevancia en el caso de estudio seleccionado, que puedan ser identificadas a partir de la información proporcionada por el módulo de bajo nivel, y que su detección pueda realizarse a partir del uso de técnicas cooperativas dentro del SMA. Se debe definir cada actividad seleccionada, identificando cuales son las secuencias de movimientos, gestos, poses, entre otros.</p> <p>Una vez se tengan seleccionadas las actividades inusuales, el investigador iniciará el desarrollo del modelo de agentes a partir de la metodología de agentes AOPOA. Dado que AOPOA requiere tener claramente identificados los requerimientos del sistema, se elaborará un documento de especificación de requerimientos (SRS). La completitud de los requerimientos será analizada de acuerdo a los siguientes atributos: Necesaria, factible, concisa, completa, inequívoca, comprensible, pertinente, coherente, comprobable y rastreable [ORE2010].</p> <p>A continuación, se realizará la identificación de habilidades, recursos y tareas necesarias para cumplir los objetivos del sistema multi-agente. A partir de las tareas identificadas, se generará</p>												

	<p>una división de roles a partir de la descomposición organizacional del sistema. Una vez caracterizados los roles, se introducirán en el modelo estrategias cooperativas que impliquen el detalle de los 4 componentes de cooperación según Ferber: Colaboración, coordinación, solución de conflictos y comunicación [FER1999]. Por otra parte, las estrategias cooperativas deben estar enfocadas a la solución de problemas como la transmisión y el procesamiento eficiente de la información, teniendo en cuenta las restricciones de hardware de un CCTV.</p> <p>Desarrollo de la inteligencia del Agente: Una vez identificados los roles y las estrategias cooperativas del sistema multi-agente, se procederá a desarrollar el modelo de cada uno de los agentes.</p> <p>El diseño del modelo de inteligencia se elaborará a partir de la metodología de diseño iterativo e incremental basada en prototipos [BRA2015], en donde cada incremento abarca el diseño de uno o más agentes. De acuerdo a la caracterización de roles y el mapeo de requerimientos descritos en el SRS, se debe definir para cada agente si requiere el uso de inteligencia artificial. En caso de requerir inteligencia, se debe seleccionar cuál es la técnica adecuada de acuerdo a las capacidades ofrecidas por el módulo de bajo nivel y a los resultados reportados en el estado del arte. De acuerdo a la técnica seleccionada, se desarrollará el modelo y se validará mediante una prueba de concepto. En esta prueba se comprobará que los agentes generen una respuesta frente a un conjunto de estímulos, de acuerdo a lo reportado en el estado del arte. Para los agentes inteligentes la prueba de concepto se realizará mediante la recopilación de un set de entrenamiento y validación. Como resultado de esta fase se elaborará un artículo que contendrá el desarrollo del modelo de detección. El modelo debe ser independiente de la tecnología seleccionada y las plataformas de programación.</p> <p style="text-align: center;">TABLA 2 - ACTIVIDADES: FASE DE DISEÑO</p> <table border="1" data-bbox="496 1087 1390 1388"> <thead> <tr> <th>SMA</th><th>INTELIGENCIA DEL AGENTE</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2A. Determinar 3 tipos de actividades anormales.</td><td>2F. Seleccionar técnica(s) de IA.</td></tr> <tr> <td>2B. Desarrollar documento SRS.</td><td>2G. Desarrollar el modelo IA de agente mono-cámara.</td></tr> <tr> <td>2C. Identificar de tareas y roles.</td><td>2H. Recopilar set de entrenamiento y validación (Agentes racionales).</td></tr> <tr> <td>2D. Identificar agentes y asignar responsabilidades.</td><td>2I. Realizar prueba de concepto</td></tr> <tr> <td>2E. Diseñar mecanismos de cooperación.</td><td>2J. Desarrollar artículo del modelo</td></tr> </tbody> </table>	SMA	INTELIGENCIA DEL AGENTE	2A. Determinar 3 tipos de actividades anormales.	2F. Seleccionar técnica(s) de IA.	2B. Desarrollar documento SRS.	2G. Desarrollar el modelo IA de agente mono-cámara.	2C. Identificar de tareas y roles.	2H. Recopilar set de entrenamiento y validación (Agentes racionales).	2D. Identificar agentes y asignar responsabilidades.	2I. Realizar prueba de concepto	2E. Diseñar mecanismos de cooperación.	2J. Desarrollar artículo del modelo
SMA	INTELIGENCIA DEL AGENTE												
2A. Determinar 3 tipos de actividades anormales.	2F. Seleccionar técnica(s) de IA.												
2B. Desarrollar documento SRS.	2G. Desarrollar el modelo IA de agente mono-cámara.												
2C. Identificar de tareas y roles.	2H. Recopilar set de entrenamiento y validación (Agentes racionales).												
2D. Identificar agentes y asignar responsabilidades.	2I. Realizar prueba de concepto												
2E. Diseñar mecanismos de cooperación.	2J. Desarrollar artículo del modelo												
<p>FASE 3 IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN EXPERIMENTAL</p>	<p>La fase de implementación y validación tiene como objetivo evaluar el funcionamiento del modelo de detección de eventos anormales, aplicado al sistema CCTV instalado en el caso de estudio seleccionado. Esta fase comprende dos etapas:</p> <p>Implementación: La etapa de implementación realiza la codificación del software a partir del modelo desarrollado en la fase de diseño. Esta implementación del modelo se realizará en forma parcial, debido a la limitación de tiempo de TG-MISyC que no es suficiente para el desarrollo de una implementación completa. En esta etapa investigador debe seleccionar cuáles agentes implementará en el sistema y qué aspectos inteligencia se tendrán en cuenta para el desarrollo de los agentes. Los tipos de agentes y las funcionalidades deben seleccionarse con el objetivo de validar las técnicas de alto nivel y estrategias cooperativas desarrolladas en la fase de diseño, minimizando aspectos relacionados con el almacenamiento de la información y la interfaz de usuario.</p>												

	<p>La implementación del modelo se ejecuta por medio de la metodología de desarrollo ágil SCRUM [SCH2002]. Como resultado de la etapa de implementación, se obtendrán los códigos fuente del sistema de detección de eventos anormales, en conjunto con la documentación técnica y los manuales de instalación y uso. Esta etapa incluye la realización de pruebas funcionales de todos los componentes del sistema implementado.</p> <p>Evaluación experimental: El proceso de evaluación experimental comprueba el funcionamiento del modelo de detección de eventos anormales a partir de videos capturados en el sistema CCTV del caso de estudio. La fase de evaluación iniciará con la caracterización del caso de estudio, la cual se desarrollará a través de un estudio cualitativo que busca identificar los siguientes elementos: herramientas tecnológicas utilizadas en el sistema de seguridad y vigilancia, protocolos de trabajo y de seguridad, delitos frecuentes que se producen en un centro comercial, horas y días de la semana con mayor frecuencia de delitos cometidos y señales de alerta en la identificación de eventos sospechosos.</p> <p>A continuación, se recopilará información de las bases de datos de videos proporcionados por el sistema CCTV de Clínica Pediátrica; cabe decir que esta institución ya manifestó su acuerdo para proporcionar estos videos e información. La base de videos debe estar contenida en formato AVI y clasificada en los siguientes grupos: tipos de actividades inusuales identificadas en la fase de diseño, actividades anormales que no corresponden a ninguno de los 4 tipos y actividades normales que se pueden presentar en el parqueadero.</p> <p>La evaluación del modelo se elaborará por medio del desarrollo de un protocolo experimental. El protocolo debe identificar claramente las variables independientes, dependientes e intervinientes que se considerarán en el experimento. Dentro de las variables independientes se deben modificar en forma controlada el tipo de actividad sospechosa, y la cantidad y distribución de las cámaras del parqueadero; en las variables dependientes se debe incluir la precisión del sistema, entre otras; en las variables intervinientes se deben monitorear aspectos ambientales como los niveles de iluminación.</p> <p>Con los resultados del experimento, se debe evaluar y caracterizar el desempeño del modelo a partir del porcentaje de precisión obtenido con respecto a los trabajos identificados en el estado del arte, y al grado de utilidad del sistema percibido por las empresas aliadas y el personal de seguridad y vigilancia. Luego de realizar la etapa de análisis y evaluación del modelo, se deben plantear las conclusiones del proyecto de investigación, identificar las oportunidades de mejora y plantear los trabajos futuros.</p> <p style="text-align: center;">TABLA 3 - ACTIVIDADES: FASE DE IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>IMPLEMENTACIÓN</th><th>EVALUACIÓN</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3A. Definir alcance de la implementación</td><td>3E. Caracterizar el caso de estudio</td></tr> <tr> <td>3B. Identificar objetivos incrementales</td><td>3F. Extraer, clasificar y etiquetar los videos</td></tr> <tr> <td>3C. Ejecutar la implementación SMA multi-cámara.</td><td>3G. Protocolo experimental - Evaluación</td></tr> <tr> <td>3D. Documentación técnica y manuales de usuario</td><td>3H. Análisis de resultados</td></tr> <tr> <td></td><td>3I. Memoria de trabajo de grado.</td></tr> </tbody> </table>	IMPLEMENTACIÓN	EVALUACIÓN	3A. Definir alcance de la implementación	3E. Caracterizar el caso de estudio	3B. Identificar objetivos incrementales	3F. Extraer, clasificar y etiquetar los videos	3C. Ejecutar la implementación SMA multi-cámara.	3G. Protocolo experimental - Evaluación	3D. Documentación técnica y manuales de usuario	3H. Análisis de resultados		3I. Memoria de trabajo de grado.
IMPLEMENTACIÓN	EVALUACIÓN												
3A. Definir alcance de la implementación	3E. Caracterizar el caso de estudio												
3B. Identificar objetivos incrementales	3F. Extraer, clasificar y etiquetar los videos												
3C. Ejecutar la implementación SMA multi-cámara.	3G. Protocolo experimental - Evaluación												
3D. Documentación técnica y manuales de usuario	3H. Análisis de resultados												
	3I. Memoria de trabajo de grado.												

RESULTADOS ESPERADOS		
ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1	1a	Documento de análisis de selección de herramientas de bajo nivel. Este documento incluye el diseño, desarrollo y resultados del protocolo experimental.
	1b	Documento de estado del arte de técnicas de alto nivel.
	3a	Documento de caracterización del caso de estudio. Incluye resultados de encuestas y entrevistas desarrolladas al personal de seguridad y vigilancia de Clínica Pediátrica.
	2a	Documento de diseño del sistema multi-agente.
	2b	Artículo de diseño del modelo de detección de eventos anormales. Este documento contiene el desarrollo del modelo de inteligencia del agente.
ASIGNATURA MISyC PROYECTO 2	3b	Implementación del modelo de detección de eventos anormales. Incluye documentación técnica y manual de instalación y uso.
	3c	Documento de diseño del protocolo experimental para la validación del modelo.
	3d	Documento de recopilación de resultados y análisis.
	3e	Memoria de trabajo de grado.

CRONOGRAMA																				
ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	1-A	X																		
	1-B		X																	
	1-C			X	X															
	1-D				X	X	X													
	1-E							X												
	1-F	X																		
	1-G		X																	
	1-H		X																	
	1-I			X	X	X	X													
	1-J								X	X										
	2-A										X									
	2-B										X									
	2-C											X								
	2-D											X								
	2-E												X							
	2-F													X						
	2-G														X	X	X	X		
	2-H																X	X	X	
	2-I																X	X	X	
	2-J																		X	X
	3-E									X	X									
	Entregas								1a	1b	3a				2a					2b
ASIGNATURA MISyC PROYECTO 2	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	3-A	X																		
	3-B	X																		
	3-C		X	X	X	X	X	X												
	3-D						X	X												
	3-F								X	X										
	3-G								X	X	X	X								
	3-H											X	X							
	3-I				X			X						X			X			
	Entregas							3b		3c				3d			3e			

IMPACTOS POTENCIALES	
DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	El desarrollo de un modelo de detección de eventos anormales a partir de técnicas cooperativas entre agentes propone un nuevo enfoque que no ha sido desarrollado en el estado del arte. Aunque la solución propuesta está limitada al contexto de seguridad y vigilancia, el modelo de detección puede ser potencialmente aplicado a escenarios como el cuidado de personas [HUA2016].
	El modelo de detección de eventos anormales es la base para la creación de nuevos productos de software que brinde características adicionales a los sistemas CCTV. Estas características generarán un valor competitivo en el mercado, ya que aumenta los tiempos de respuesta y facilita las labores del personal de vigilancia con respecto a los sistemas convencionales.
IMPACTO Y PROYECCIÓN EN LA SOCIEDAD	El modelo de detección de eventos anormales podrá ser utilizado en sistemas CCTV que se encuentren instalados en ambientes cerrados. Por lo tanto, espacios como centros comerciales, clínicas y colegios podrán mejorar el sistema de seguridad, lo cual se podrá traducir en una reducción de las tasas de criminalidad ciudadana.
	Aunque el proyecto se reduce al análisis de cámaras ubicadas en recintos cerrados, la extensión del modelo a recintos abiertos podría ser usada en instituciones públicas como la Policía Nacional. El uso de cámaras permitirá aumentar el área de cobertura y eficiencia policial, lo que permitirá reducir el número de horas de trabajo y mejorar la calidad de vida de sus integrantes.
ASPECTOS ÉTICOS Y AMBIENTALES	Los videos recopilados en la etapa de pruebas contienen información sensible de actos delictivos que se hayan cometido en un ambiente real. Por tal motivo, se debe hacer un manejo cuidadoso de la información extraída del caso de estudio. La identidad de las personas nunca debe ser revelada. En caso de que se requiera mostrar fotografías o videos con el objetivo de generar una demostración, el rostro de la persona siempre debe estar ofuscado.
	A futuro, los equipos que operen el CCTV deberán manejar estándares de eficiencia energética que garanticen un bajo consumo, reduciendo el impacto ambiental en la comunidad.

PROSPECTIVA DE INNOVACIÓN	
POTENCIAL DE INNOVACIÓN	La detección de actividades sospechosas a partir de un modelo de agentes racionales ofrece una oportunidad favorable de investigación. Según el estado del arte, la mayoría de los modelos desarrollados cuentan con arquitecturas centralizadas, lo cual difiere con la naturaleza distribuida que ofrece un CCTV. Como prospectiva empresarial, el modelo de detección de actividades inusuales será la base para la elaboración de un producto de software que brinde características adicionales a los sistemas de control de CCTV. Estas nuevas características generarán un valor competitivo en el mercado, ya que brinda herramientas al personal de vigilancia para desarrollar su labor de una forma eficiente.
PROPIEDAD INTELECTUAL	Este trabajo de grado se realizará dentro del marco de investigación del grupo de investigación SIDRe (Sistemas de Información, Sistemas Distribuidos y Redes) y SIRP (Sistemas Inteligentes, Robótica y Percepción) de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. El desarrollo de este proyecto de investigación contará con el apoyo de Controles Inteligentes SAS, el cual brindará acceso al CCTV y suministrará el hardware requerido para el desarrollo de la implementación del modelo. Los resultados del proyecto de investigación podrán ser utilizados por las instituciones aliadas únicamente para ámbitos académicos, y no habrá posibilidad de aprovechamiento económico sin autorización del estudiante.

BIBLIOGRAFÍA

- [BAU2013] Bautista, O et al. Síndrome de burnout y su relación con el estado de salud mental en un grupo de trabajadores de seguridad privada. Revista Colombiana de Salud Ocupacional. 2013.
- [BRA2008] Bradski, Gary; Kaehler, Adrian. Computer vision with OpenCV library. O'Reilly. 2008.
- [BRA2017] Bravo, Flor Ángela. Interactive Robot Drama for Educational Purposes. Ph.D. Research Proposal. Universidad Javeriana.
- [CAR2008] Carli, Vivien. Valoración del CCTV como una herramienta efectiva de manejo y seguridad para la resolución, prevención y reducción de crímenes. Centro Internacional para la prevención de Criminalidad. Montreal, 2008.
- [CAV2003] Caviar. Test Case Scenarios. <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CAVIARDATA1/>, abril 2017.
- [CHA2013] Chaquet, Jose. A survey of video datasets for human action and activity recognition. Computer vision and image understanding. Elsevier. 2013.
- [CRIS2012] Cristiani, M. Human Behavior Analysis in Video Surveillance: A Social Signal Processing Perspective. Neurocomputing Journal. 2012.
- [DAN2015] Dane, 2015. Encuesta de seguridad y convivencia ciudadana. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/seguridad-y-defensa/encuesta-de-convivencia-y-seguridad-ciudadana-ecsc>, mayo 2017.
- [EJA2012] Ejaz, Naveed. A collaborative multi-agent framework for abnormal activity detectio in crowded areas. International Journal of Innovative Computing, Information and Control. 2012.
- [FAN2013] Fang, Xiaou, et al. A system based on sequence learning for event detection in surveillance video. Peking University. China. 2013.
- [FER1999] Ferber, J. Multi-Agent System: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence. Harlow: Addison Wesley Longman. 1999.
- [FER2012] Ferenbok, J et al. Hidden Changes: From CCTV to "Smart" video surveillance. Devon William Publishing, 2012.
- [FUE2003] Fuentes, L.M. et al. Tracking-based event detection for CCTV systems. Springer-Verlag. 2003.
- [GAR2008] Garavito, L et al. Metodología de pruebas para sistemas multi-agentes (SMA) integrada a AOPOA. Grupo de investigación SIDRe, Facultad de Ingeniería, Universidad Javeriana.
- [GIL2001] Gil, Pedro. El síndrome de quemarse por el trabajo (síndrome de burnout). Aproximaciones teóricas para su explicación y recomendaciones para la intervención. Facultad de psicología. Universidad de Valencia. 2001.
- [HUA2016] Huang, Chang-Di; Wang, Chien-Yao. Human Action Recognition System for Elderly and Children Care Using Three Stream ConvNet. National Central University. Taiwan, 2016.
- [KOO2016] Kooij, J.F.P. Multi-modal human aggression detection. Computer vision and image understanding. Elsevier. 2016.
- [LEM2003] Leman-Langlois, Stéphane, 2003. The Myopic Panopticon: The Social Consequences of Policing Through the Lens, Policing and Society, 13, 1, 44-58.
- [NIL2009] Nilson F. Intelligent Network Video. Understanding modern video surveillance systems. Auerbach Publications, 2009.
- [OPE2017] Action Recognition. OpenCV. http://docs.opencv.org/trunk/d4/d8b/group_datasets_ar.html, abril 2017.
- [ORE2010] O'Regan G. Introduction to software process improvement Springer Science & Business Media.
- [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. Consulta: abril 2017. Disponible en: <http://www.supervigilancia.gov.co/?idcategoria=6846423&download=Y>.
- [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>
- [WEI2006] Weinland, Daniel. Free Viewpoint Action Recognition using Motion History Volumes. Elsevier science. 2006.
- [ZHE2012] Zheng, G et al. A review of vision-based pedestrian detection. 2012 IEEE Global High Tech Congress on Electronics.