



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO

**"SIMULACIÓN 3D BASADA EN AGENTES DE ROBO Y
ASALTO A TRANSEÚNTES"**

**ARTÍCULO ESPECIALIZADO PARA PUBLICAR EN
REVISTA INDIZADA**

Que para obtener el Título de

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

Presenta

C. Fabián Beltrán Osnaya

**Asesor: Dr. en C. Héctor Rafael Orozco Aguirre
Co-asesor: Dr. en C. C. Victor Manuel Landassuri Moreno**

Atizapán de Zaragoza, Edo. de Méx. Marzo 2016





UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

REGISTRO DE TEMA



CUUAEMVM/SA/TITULACIÓN/948/15
Atizapán de Zaragoza, México, 17 de Noviembre de 2015.

C. FABIÁN BELTRÁN OSNAYA
Egresado de Ingeniería en Computación
P R E S E N T E

Por la presente, me permito comunicarle que el tema de su investigación por la modalidad de **Artículo Especializado**, bajo el título: "**SIMULACIÓN 3D BASADA EN AGENTES DE ROBO Y ASALTO A TRANSEÚNTES**", ha sido registrado en esta Subdirección Académica, y que el asesor que Usted propuso Dr. en C. Héctor Rafael Orozco Aguirre, también será notificado(a) por este medio para que se encargue de guiar su investigación.

Así mismo, le recuerdo que tiene usted dos años a partir de esta fecha para presentar su trabajo final liberado por su asesor y revisores que posteriormente se le asignarán y que durante este período deberá presentar un informe cada dos meses, con el Visto Bueno de su Asesor, sobre el avance de su investigación en la oficina de Titulación de este Centro Universitario.

El trabajo de **Artículo Especializado** queda bajo la responsabilidad del egresado tanto en autoría como en su contenido, el cual deberá tener el nivel que se exige para la obtención de un Título Profesional.

A T E N T A M E N T E
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2015, Año del Bicentenario Luctuoso de José María Morelos y Pavón"

LIC. PATRICIA ROJAS REYES
Subdirectora Académica
Centro Universitario UAEM Valle de México

c.c.p. Dr. en C. Héctor Rafael Orozco Aguirre
Expediente

PRR/GGB/gra*



www.uaemex.mx

Centro Universitario UAEM, Valle de México
Bld. Universitario s/n Predio San Javier Atizapán de Zaragoza, México Teléfono: (01 55) 58 27 03 61, Fax: 58 27 07 03
cuvm@uaemex.mx

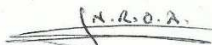
Atizapán de Zaragoza, Estado de México, a 02 de Diciembre de 2015

LIC. PATRICIA ROJAS REYES
SUBDIRECTORA ACADÉMICA
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO
P R E S E N T E

Por la presente le informo que el pasante **Fabián Beltrán Osnaya**, de la carrera de **Ingeniería en Computación**, con No. de cuenta **0921547**, presenta el trabajo de **ARTÍCULO ESPECIALIZADO PARA PUBLICAR EN REVISTA INDIZADA: SIMULACIÓN 3D BASADA EN AGENTES DE ROBO Y ASALTO A TRANSEÚNTES**, mismo que conforme a la Legislación Universitaria, ha sido **aprobado** por el que suscribe para los fines propios de titulación del interesado.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Héctor Rafael Orozco Aguirre
ASESOR

TELS. 33-11-02-22-18
CORREOS: rafilla.orozco@gmail.com
hrorozcoa@uaemex.mx



Dr. Victor Manuel Landassuri Moreno
CO-ASESOR

TELS. 55-44-69-16-83
CORREOS: landassuri@gmail.com
vmlandassurim@uaemex.mx



Atizapán de Zaragoza, Estado de México a 14 de Diciembre de 2015

LIC. PATRICIA ROJAS REYES
SUBDIRECTORA ACADÉMICA
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO
P R E S E N T E

Por la presente le informamos que el pasante **Fabián Beltrán Osnaya**, de la carrera de **Ingeniería en Computación**, con No. de cuenta **0921547**, presenta el trabajo de **ARTÍCULO ESPECIALIZADO PARA PUBLICAR EN REVISTA INDIZADA: SIMULACIÓN 3D BASADA EN AGENTES DE ROBO Y ASALTO A TRANSEÚNTES**, mismo que conforme a la Legislación Universitaria y a las observaciones dictaminadas en el preexamen, ha sido **aprobado** por los que suscribimos, para los fines propios de la Sustentación de Evaluación Profesional del interesado.

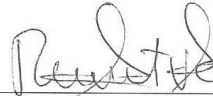
Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE




Dr. Saúl Lazcano Salas
REVISOR

ATENTAMENTE



Ing. Rigoberto Vizcaya Cárdenas
REVISOR

ATENTAMENTE



Dr. Héctor Rafael Orozco Aguirre
ASESOR



Dr. Victor Manuel Landassuri Moreno
CO-ASESOR



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

SUSTENTACIÓN DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



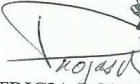

CUVM/SA/TITULACIÓN/73/16
Atizapán de Zaragoza, México, a 28 de enero de 2016.

C. FABIÁN BELTRÁN OSNAYA
Egresado de Ingeniería en Computación
PRESENTE

Me permito comunicarle que se autoriza la sustentación e impresión de su trabajo de titulación por la modalidad de Artículo Especializado, denominado **"SIMULACIÓN 3D BASADA EN AGENTES DE ROBO Y ASALTO A TRANSEÚNTES"**, para obtener el título de Ingeniería en Computación, en virtud de que cuenta con los votos aprobatorios del Asesor y los Revisores asignados para este efecto, en apego a los lineamientos establecidos para la Evaluación Profesional.

Nota: No omito comentar que la impresión de sus empastados deberá coincidir con el título que en este documento se autorizó en términos de mayúsculas, minúsculas, acentos, comillas, paréntesis, etc.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2016, Año del 60 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"



LIC. PATRICIA ROJAS REYES
SUBDIRECTORA ACADÉMICA

c.c.p. Expediente



www.uaemex.mx

Centro Universitario UAEM, Valle de México
Blvd. Universitario s/n Predio San Javier Atizapán de Zaragoza, México Teléfono: (01 55) 58 27 03 61, Fax: 58 27 07 03
cuvm@uaemex.mx

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme llegar hasta este punto y haberme brindado salud para alcanzar mis objetivos, por su infinita bondad y amor.

A mi madre Amada.

Por confiar en mí en todo momento, por tenerme paciencia y darme la oportunidad de tener un estudio de nivel superior. Por haber estado siempre conmigo en los momentos difíciles de este trayecto, por ser mi amiga, escucharme, aconsejarme y corregirme cuando era necesario, porque siempre viste la manera de darme lo que necesitaba para no descuidar mis estudios, a ti te agradezco siempre, te quiero y te amo.

A mis familiares.

A mi hermana Fanny por ser el ejemplo de una hermana mayor y siempre brindarme su apoyo, a mi hermano Pablo que entre bromas me motivo a seguir adelante, a mi cuñado Jorge quien también me brindó su apoyo incondicional y a quienes participaron directa o indirectamente en la elaboración de este artículo.

A mis maestros.

Al Dr. Héctor Rafael Orozco Aguirre por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de este trabajo, al Dr. Victor Manuel Lanassuri Moreno por su apoyo ofrecido durante este trabajo, al maestro Gerardo Vigil por instruirnos en materias de nuestra formación y hacer amenas las clases, a la Dra. Ivonne Rodríguez por estar siempre pendiente de nosotros y compartir su conocimiento, al Ing. Rafael Batllori por compartarnos sus experiencias vividas y conocimiento.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Samuel Ortiz, Juan García, Marcos Martínez, Rubí Hernández, Yazmín Pérez, Marco Ponce de León, Julio Villafranca.

AGRADECIMIENTO

A mi institución que me ha brindado las herramientas y conocimiento para lograr mi formación académica.

A mi asesor el Dr. Héctor Orozco por hacer posible la conclusión de este artículo y ayudarme durante estos dos años en la investigación, influyendo con sus conocimientos para que yo sea una mejor persona y esté preparado para los retos de la vida que iniciarán de ahora en adelante.

Al Dr. Victor Landassuri por su apoyo e interés constante durante mi proceso de investigación, gracias por motivarme a seguir adelante, es una persona de un gran criterio y valor humano.

A los doctores Martin Flores, Maricela Quintana y Saúl Lazcano por brindar su apoyo en los momentos que se necesitó.

A los sinodales el Ing. Rigoberto Vizcaya y el Dr. Saúl Lazcano quienes estudiaron, revisaron y aprobaron mi artículo.

Contenido

Página de la revista Research in Computing Science (RCS).....	III
Índices de la revista.....	V
Latindex	V
DBLP.....	VI
Página del Congreso Internacional de Ciencias de la Computación (CORE 2015) .	VIII
Notificación de aceptación de artículo de revista indizada en el CORE 2015	X
Notificación de registro al CORE 2015.....	XIII
Programa del CORE 2015.....	XV
Autorización de asistencia al CORE 2015.....	XVII
Constancia de presentación del artículo de revista indizada en el CORE 2015.....	XIX
Portada del número especial 107 de la revista RCS	XXI
Página legal de la revista RCS.....	XXIII
ISSN de la revista RCS	XXVII
Editorial de la revista RCS.....	XXIX
Tabla de contenidos del número especial 107 de la revista RCS	XXXI
Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes	1

Página de la revista Research in Computing Science (RCS)

Consultado desde: <http://rcs.cic.ipn.mx/>

15/2/2016

Research in Computing Science, ISSN 1870-4069

Research in Computing Science

ISSN 1870-4069

Indexing: DBLP, LatIndex, Periodica

See DBLP metadata in each individual volume

Research in Computing Science, ISSN 1870-4069, is an **internationally refereed** open access scientific research journal published by the National Polytechnic Institute, Mexico. All papers submitted for publication are subject to rigorous international review process and are accepted or rejected basing on the review results. For the moment the journal is *not* indexed in ISI's SCI or EI. Contact: Prof. Grigori Sidorov, Editor-in-Chief.

The **topics** of interest, **number of pages** per paper, **submission procedure**, **deadlines**, and **contact** for submissions are specified in the Call for Papers of a respective special issue or conference.

The **format** of papers is identical to Springer LNCS series format (though the journal is *not* published by Springer). You can find useful these [formatting tips](#). Papers that do not follow these format requirements may be rejected without review or may be not included in the journal even if they were accepted for publication.

For the moment we do *not* require a **copyright form**, so please do *not* send it to us. We may contact you later for a copyright form.

Back Volumes

- Vol. 107: Advances in Computing Science
- Vol. 106: Intelligent Learning Environments
- Vol. 105: Advances in Computing Science
- Vol. 104: Advances in Applications of Artificial Intelligence and Optimization
- Vol. 103: *currently available only in hard copy*
- Vol. 102: Advances in Machine Learning and Image Processing
- Vol. 101: *currently available only in hard copy*
- Vol. 100: Advances in Computational Linguistics and Artificial Intelligence
- Vol. 99: Avances en la Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento
- Vol. 98: *currently available only in hard copy*
- Vol. 97: Avances en la Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento
- Vol. 96: Advances in Pattern Recognition
- Vol. 95: Minería de textos, lógica y ontologías
- Vol. 94: Estrategias evolutivas y toma de decisiones
- Vol. 93: Gestión inteligente de información y reconocimiento de patrones
- Vol. 92: Aprendizaje máquina y ambientes inteligentes
- Vol. 91: Interacción humano-computadora, visión y control inteligente
- Vol. 90: *currently available only in hard copy*
- Vol. 89: Avances en Interacción Humano-Computadora
- Vol. 88: Avances en la Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento
- Vol. 87: Intelligent Learning Environments
- Vol. 86: Advances in Computational Linguistics and Intelligent Decision Making

Índices de la revista

Latindex

Consultado desde: <http://www.latindex.org/buscador/ficRev.html?opcion=1&folio=15377>

Sistema Regional de Información
en Línea para Revistas Científicas
de América Latina, el Caribe, España y Portugal

latindex

15 años

[¿Qué es Latindex?](#) • [Organización](#) • [Socios](#) • [Editores](#) • [Biblioteca del editor](#) • [Documentos](#) • [Números](#) • [Noticias](#)

FAQ Ayuda Facebook Wiki Mapa del sitio Contacto

Características cumplidas/Cumpridas/Standards met: 19
Características no cumplidas/Não cumpridos/Standards not met: 14

Folio	15377
Acopio	México
Fecha de Alta	2006-05-04
Fecha de Modificación	2009-07-27
Tipo de Registro	Modificado
Título	Research in computing science
País	México
Situación	Vigente
Año Inicio	2000
Año Terminación	9999
Frecuencia	Trimestral
Tipo de Publicación	Publicación periódica
Soporte	Impreso en papel
Idioma(s)	Inglés
ISSN	1665-9899
Temas	Computación Ciencia y Tecnología
Clasificación Dewey	005
Lugar	México, D.F.
Editorial	Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación
Responsables	Juan Humberto Sossa (Edit. Resp.)
Calle	Unidad Prof. Adolfo López Mateos, Av. Juan de Dios Batiz s/n casi esq. Miguel Othón de Mendizabal
Sector/Barrio/Colonia	Colonia Nueva Industrial Vallejo
Ciudad	México
Estado/Provincia/Departamento	Distrito Federal
País Editor	México
Código Postal	07738
Enlace Electrónico Parcial	www.micai.org/rcs/
Teléfonos	(52-55) 5729-6000 ext. 56571
Indizada/Resumida en	Latindex-Directorio Periódica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias)
Naturaleza de la Publicación	Revista técnico-profesional
Naturaleza de la Organización	Institución educativa
Tiraje	500
Distribución (vías)	Terrestre
Distribución (geográfica)	Nacional
Notas	Fuente: V18,2006

Créditos

Las bases de datos se actualizan diariamente.
Última actualización de esta página: Miércoles 04 de Agosto del 2010
Todos los Derechos Reservados: LATINDEX México 1997-2015

DBLP

Consultado desde: <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/rcs/index.html>



[home](#) | [browse](#) | [search](#) | [about](#)

Research in Computing Science

> [Home](#) > [Journals](#)

RCS Home Page

- 2015: Volumes 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96
- 2014: Volumes 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88
- 2013: Volumes 65, 68, 70
- 2012: Volumes 47, ... 56,

Research on Computing Science

(until 2005)

Universität Trier



SCHLOSS DAGSTUHL
Leibniz-Zentrum für Informatik

data released under the ODC-BY 1.0 license; see also our legal information page

last updated on 2015-12-09 16:43 CET by the dblp team

Página del Congreso Internacional de Ciencias de la Computación (CORE 2015)

Consultado desde: <http://www.core.cic.ipn.mx/>

The screenshot shows the homepage of the 15th International Congress on Computer Science (CORE 2015). The browser address bar displays www.core.cic.ipn.mx/index.php?q=welcome. The website features a dark header with the CORE logo and the text "15th. International Congress on Computer Science". A navigation menu includes links for Home, Call for Papers, Speakers, Workshops, Program, Registrations, Reviewers, Committee, and Previous Congresses. A large banner image shows a building with the text: "Estimada comunidad: Ya pueden pasar por sus constancias en el laboratorio de simulación con el Dr. Juan Carlos Chimal." Below this, it states "The CORE 15 conferences will be given on the premises of CIC IPN". The main content area is divided into two columns. The left column, titled "Welcome!", features a photo of a building and text inviting participation in the 15th edition of the congress, held in Mexico City from November 11th to 13th, 2015. It lists topics of interest for submission, including Simulation and Modeling, Real-Time Automation, Natural Language Processing, Databases and Software Technology, Neural Networks and Unconventional Computing, Artificial intelligence, Digital Signal Processing, Micro technologies and Embedded Systems, Communications and Computer Networks, Intelligent Processing of Geospatial Information, and Robotics and Mechatronics. The right column, titled "News", contains three items: "Important speakers at CORE 15! 28. 10. ▶ We will have the presence of important speakers on Computer Science, Victor Manuel Landassuri Moreno and Luis Manuel Vilches Blázquez!", "Important speakers at CORE 15! 29. 10. ▶ We will have the presence of important speakers on Computer Science, such as Minerva Montero Diaz and Francisco Javier Zaragozal", and "The Congress already has date for the opening! 7. 05. ▶ We are pleased to announce that the CORE Congress 2015 will be from 11th to 13th of November. Prepare your article!". A "Contact" link is visible at the bottom right.

www.core.cic.ipn.mx/index.php?q=welcome

15th. International Congress on Computer Science

Home Call for Papers Speakers Workshops Program Registrations Reviewers Committee Previous Congresses

Estimada comunidad:
Ya pueden pasar por sus constancias en el laboratorio de simulación con el Dr. Juan Carlos Chimal.

The CORE 15 conferences will be given on the premises of CIC IPN

Welcome!

The Centro de Investigación en Computación (CIC) invites to participate in the 15th edition of the International Congress on Computer Science (CORE 2015), which will be held in Mexico City on November from 11th to 13th, 2015.

Topics of interest for submission include(it is not limited to this topics).

- Simulation and Modeling
- Real-Time Automation
- Natural Language Processing
- Databases and Software Technology
- Neural Networks and Unconventional Computing
- Artificial intelligence
- Digital Signal Processing
- Micro technologies and Embedded Systems
- Communications and Computer Networks
- Intelligent Processing of Geospatial Information
- Robotics and Mechatronics

News

- Important speakers at CORE 15! 28. 10. ▶ We will have the presence of important speakers on Computer Science, Victor Manuel Landassuri Moreno and Luis Manuel Vilches Blázquez!
- Important speakers at CORE 15! 29. 10. ▶ We will have the presence of important speakers on Computer Science, such as Minerva Montero Diaz and Francisco Javier Zaragozal
- The Congress already has date for the opening! 7. 05. ▶ We are pleased to announce that the CORE Congress 2015 will be from 11th to 13th of November. Prepare your article!

Contact

mx/index.php?q=register

Notificación de aceptación de artículo de revista indizada en el CORE 2015

Gmail - CORE15 notification for paper 43



Fabian Osnaya <fabian.b.osnaya@gmail.com>

CORE15 notification for paper 43

1 mensaje

CORE15 <core15@easychair.org>

28 de octubre de 2015, 5:17 p. m.

Para: =?UTF-8?B?RmFiacOhbiBCZWx0csOhbg=?= Osnaya <fabian.b.osnaya@gmail.com>

Fabián Beltrán Osnaya

El Centro de Investigación en Computación (CIC) y el Congreso en Ciencias de la Computación (CORE) le hace el atento recordatorio de actualizar la versión final de su trabajo:

Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes

en la plataforma EasyChair incluyendo autores y procedencia, así como realizar los cambios necesarios de acuerdo a las observaciones realizadas por los revisores, adjuntas en este correo.

De no realizar las modificaciones a más tardar el 31 de Octubre de 2015, su artículo podría quedar fuera de las memorias del congreso.

Quedamos a sus órdenes para cualquier comentario o aclaración.
CORE 2015 – Comité Organizador.

----- REVIEW 1 -----

PAPER: 43

TITLE: Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes

AUTHORS: Fabián Beltrán Osnaya, Héctor Rafael Orozco Aguirre and Victor Manuel Landassuri Moreno

----- REVIEW -----

El tema es de interés y aunque contiene pocos casos de estudio es suficiente para considerarlo.

Los detalles que deben ser atendidos son de formato:

Es importante corregir el formato de interlineado en las últimas cuartillas y las gráficas identifican los atributos mediante colores, sería conveniente cambiar el estilo ya que la impresión es a blanco y negro.

----- REVIEW 2 -----

PAPER: 43

TITLE: Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes

AUTHORS: Fabián Beltrán Osnaya, Héctor Rafael Orozco Aguirre and Victor Manuel Landassuri Moreno

----- REVIEW -----

La calidad de la investigación y las técnicas de simulación son adecuadas para el congreso core 2015.

Se realizan las siguientes observaciones para una pronta corrección :

1. Revisar ortografía
2. Dar un correcto sentido a la redacción

Ej.

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=8b1418cec5&view=pt&search=inbox&th=150b0bd8f812067d&siml=150b0bd8f812067d>

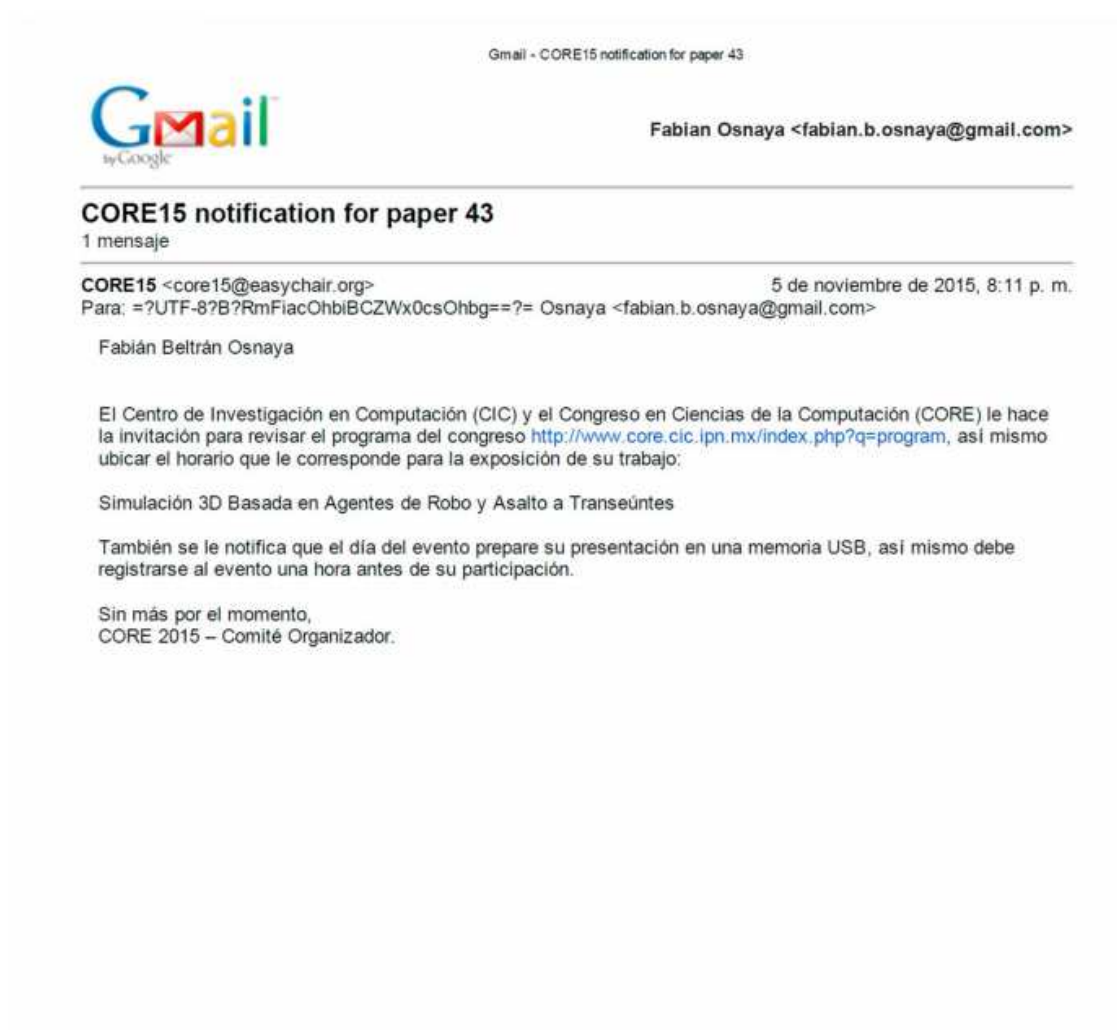
1/2

X

La teoría del patrón del crimen examina puntos importantes, los caminos entre ellos y los límites que sociales.

3. Realizar una comparativa adecuada, contra otros modelos simulados y el que se propone
4. Describir Algoritmos implementados, mencionando si existen ventajas y/o desventajas de los mismos.
5. En la sección de conclusiones, explicar un poco mas cuales fueron las ventajas de modelar el sistema y para un sistema difuso como serian sus reglas de inferencia?
6. A que área de la criminología se enfocaría
7. La modelación, se enfocaría en la prevención, corrección o análisis de comportamientos?, explicarlo
8. Dar mas énfasis por que es bueno la implementacion de su simulación

Notificación de registro al CORE 2015



Programa del CORE 2015

Consultado desde: <http://www.core.cic.ipn.mx/index.php?q=program>

	Miércoles 11	Jueves 12	Viernes 13
<u>10:00-10:20</u>	Bienvenida al Congreso CORE 2015	Using the M-Learning to Support Learning of the Concept of the Derivative	Sistema Embebido para la Detección de Luz Láser Empleando el soft-core Nios II
<u>10:20-10:40</u>	Solución al problema de ordenación usando PipeLine y Binary Tree como Composiciones Paralelas de Alto Nivel	Un Sistema Experto Difuso en la Web para diagnóstico de diabetes	Optimal synthesis of a lifting mechanism for a platform with variable slope
<u>10:40-11:00</u>	Propuesta de Artefactos basados en una Notación con Grafos y Conjuntos para el Modelado Conceptual de	Model for the Creation of Mobile Node Knowledge Networks	ReAHK: Sistema auxiliar para la rehabilitación articular del hombro mediante Kinect
	Magistral	Magistral	Magistral
<u>11:00-12:00</u>	Semantic Big Data: The evolution of Big Data to Smart Data	Algoritmos de aproximación para el problema del agente reparador en una línea	Validación de modelos multinivel mediante enfoques de simulación por remuestreo.
	Luis Manuel Vilches Blázquez	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Minerva Montero Díaz
<u>12:00-12:40</u>	Break	Break	Break
<u>12:40-13:00</u>	Model of Making Decisions during an Information Search Task	Sistema de apoyo lingüístico en español para personas sordas	A software architecture for defining a methodologic approach to develop Collaborative Applications
<u>13:00-13:20</u>	Modelado y propagación de valores de sentimiento en relaciones de usuario.	Estabilización Orbital de un Robot Móvil con Ruedas Tipo Uniciclo: Síntesis y Validación Experimental	Experimental-based analysis of the effect of channel errors in the cluster formation phase in wireless sensor
<u>13:20-13:40</u>	Localización Automática de Placas de Automóviles	RRTs-based motion planners for dynamically changing environments	Influence of the Luminance L* during Color Segmentation in the L*a*b* Color Space
<u>13:40-14:00</u>	Identifying Topics about Leadership and Entrepreneurship using Topic Modelling	Red de sensores inalámbrica para la detección de incendios forestales	Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes
<u>14:00-16:00</u>	Comida	Comida	Comida
<u>16:00-16:20</u>	Instance selection in the performance of Gamma associative classifier	Sistema de monitoreo remoto de sensores de temperatura y corriente usando una red híbrida bus CAN-Zigbee	Flexible Rule-Based Programming for Autonomic Computing
<u>16:20-16:40</u>	Reconocimiento de Patrones Numéricos para vuelo Controlado de un A.R. Drone utilizando Redes Neuronales Artificiales	Gripper Robótico Antropomórfico a los Dedos Primero y Segundo, Sensible a la Presión	Programming By Demonstration in DLProlog
<u>16:40-17:00</u>	Design of an Artificial Neural Network to Detect Obstacles on Highways Through the Flight of an UAV	Implementación sobre FPGA de la estrategia evolutiva CMA-ES para optimización numérica.	Metodología de clasificación de señales electromiográficas.
	Magistral	Magistral	Clasificador No Supervisado para Series de Tiempo
<u>17:00-18:00</u>	Modularidad en Cerebros Biológicos-Artificiales	Modelación Matemática en la epidemiología.	Clausura
	Víctor Landassuri Moreno	Cristobal Vargas	

Autorización de asistencia al CORE 2015



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

CUUAEMVM/DIR/1108/15 

Atizapán de Zaragoza, Estado de México, a 11 de noviembre de 2015.

Fabián Beltrán Osnaya
Alumno del Centro Universitario UAEM Valle de México
P r e s e n t e.


Por este conducto, me permito informarle que se le autoriza asistir al Congreso CORE del Centro de Investigación en Computación con su trabajo **“Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes”** que se llevará a cabo en las instalaciones del CIC-IPN, el día 13 de noviembre de 2015 a las 13.40 horas.

Sin más por el momento, me despido de usted.

Atentamente
Patria, Ciencia y Trabajo
“2015, Año del Bicentenario Luctuoso de José María Morelos y Pavón”



Centro Universitario
UAEM Valle de México
DIRECCIÓN


M. en C. A. Des. Ed. María Laura González Santos
Directora

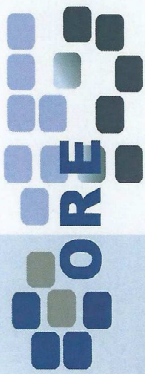
c.c.p. Archivo.

MLGS/PRR/Nmm*



www.uaemex.mx

Centro Universitario UAEM, Valle de México
Blvd. Universitario s/n Predio San Javier Atizapán de Zaragoza, México Teléfono: (01 55) 58 27 03 61, Fax: 58 27 07 03
cuvm@uaemex.mx



Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a: **Fabián Beltrán Osnaya**

por su participación en 15° edición del Congreso Internacional de Ciencias de la Computación CORE 2015, con la conferencia: "Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes", celebrado en el Instituto Politécnico Nacional en la Ciudad de México, del 11 al 13 de noviembre de 2015.



Dr. Luis Alfonso Villarreal
Director del CIC EN DIRECCION

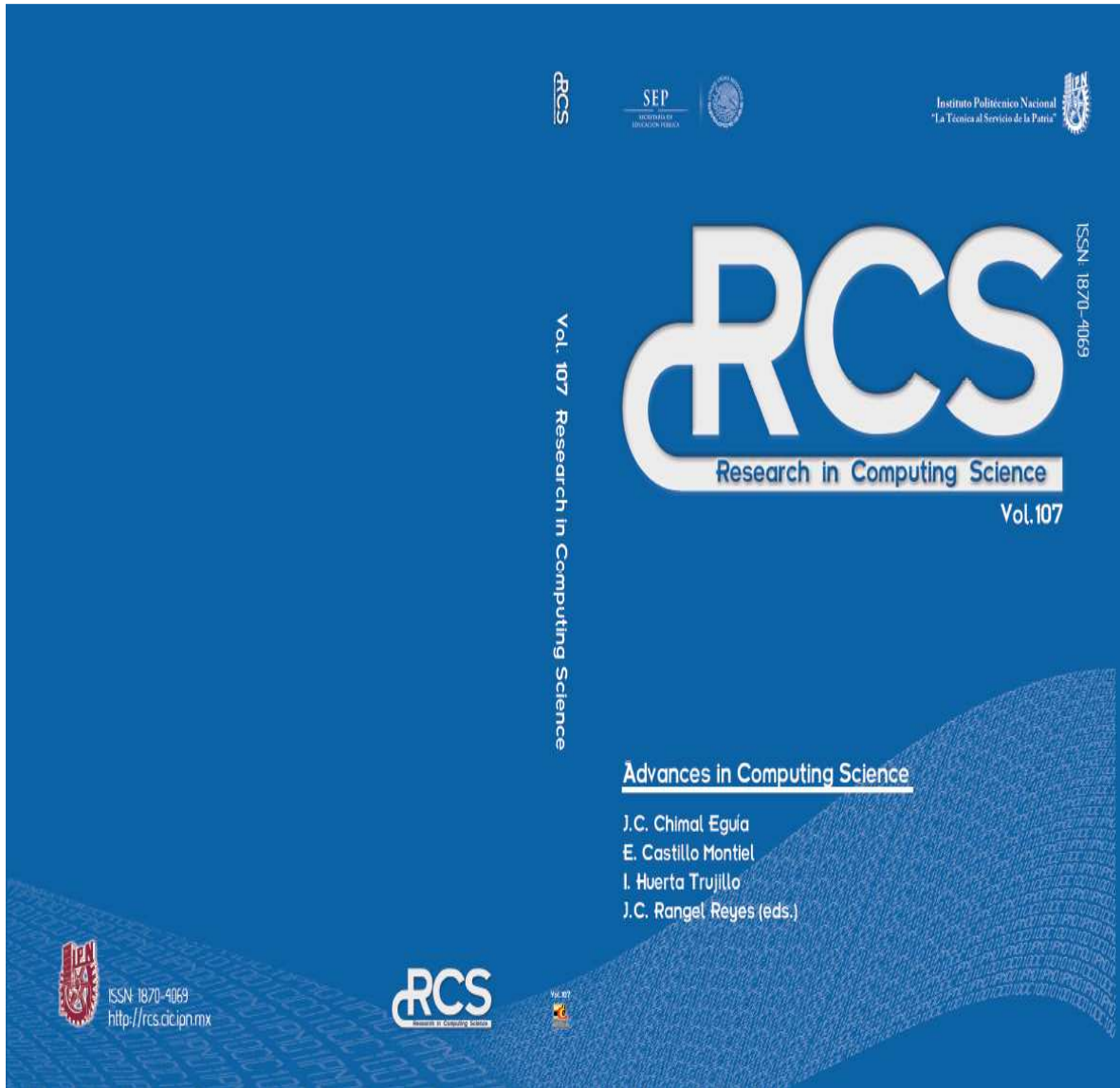
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juan Carlos Chimal Eguía".

Dr. Juan Carlos Chimal Eguía
Coordinador general del CORE
Centro de Investigación en Computación IPN



Portada del número especial 107 de la revista RCS

Consultado desde: http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/RCS_107_2015_cover.pdf



Página legal de la revista RCS

Consultado desde: http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/Front%20matter.pdf

Advances in Computing Science

Research in Computing Science

Series Editorial Board

Editors-in-Chief:

Grigori Sidorov (Mexico)
Gerhard Ritter (USA)
Jean Serra (France)
Ulises Cortés (Spain)

Associate Editors:

Jesús Angulo (France)
Jihad El-Sana (Israel)
Alexander Gelbukh (Mexico)
Ioannis Kakadiaris (USA)
Petros Maragos (Greece)
Julian Padget (UK)
Mateo Valero (Spain)

Editorial Coordination:

Maria Fernanda Rios Zacarias

Formatting:

Juan Carlos Chimal Eguía
Erandi Castillo Montiel
Iliac Huerta Trujillo
Julio Cesar Rangel Reyes
Sarahi Sanchez-Piña
Angel Refugio Mandujano Garcia

Research in Computing Science es una publicación trimestral, de circulación internacional, editada por el Centro de Investigación en Computación del IPN, para dar a conocer los avances de investigación científica y desarrollo tecnológico de la comunidad científica internacional. **Volumen 107**, noviembre 2015. Tiraje: 500 ejemplares. *Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título* No. : 04-2005-121611550100-102, expedido por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. *Certificado de Licitud de Título* No. 12897, *Certificado de licitud de Contenido* No. 10470, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de sus respectivos autores. Queda prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio, sin el permiso expreso del editor, excepto para uso personal o de estudio haciendo cita explícita en la primera página de cada documento. Impreso en la Ciudad de México, en los Talleres Gráficos del IPN – Dirección de Publicaciones, Tres Guerras 27, Centro Histórico, México, D.F. Distribuida por el Centro de Investigación en Computación, Av. Juan de Dios Bátiz S/N, Esq. Av. Miguel Othón de Mendizábal, Col. Nueva Industrial Vallejo, C.P. 07738, México, D.F. Tel. 57 29 60 00, ext. 56571.

Editor responsable: *Grigori Sidorov, RFC SIGR651028L69*

Research in Computing Science is published by the Center for Computing Research of IPN. **Volume 107**, November 2015. Printing 500. The authors are responsible for the contents of their articles. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of Centre for Computing Research. Printed in Mexico City, in the IPN Graphic Workshop – Publication Office.

Volume 107

Advances in Computing Science

**Juan Carlos Chimal Eguía,
Erandi Castillo Montiel,
Iliac Huerta Trujillo,
Julio Cesar Rangel Reyes (eds.)**



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"



Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación
México 2015

ISSN de la revista RCS

Consultado desde: http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/Front%20matter.pdf

ISSN: 1870-4069

Copyright © Instituto Politécnico Nacional 2015

Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Centro de Investigación en Computación (CIC)
Av. Juan de Dios Bátiz s/n esq. M. Othón de Mendizábal
Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, Zacatenco
07738, México D.F., México

<http://www.rcs.cic.ipn.mx>

<http://www.ipn.mx>

<http://www.cic.ipn.mx>

The editors and the publisher of this journal have made their best effort in preparing this special issue, but make no warranty of any kind, expressed or implied, with regard to the information contained in this volume.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored on a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, including electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior permission of the Instituto Politécnico Nacional, except for personal or classroom use provided that copies bear the full citation notice provided on the first page of each paper.

Indexed in LATINDEX and Periodica / Indexada en LATINDEX y Periódica

Printing: 500 / Tiraje: 500

Printed in Mexico / Impreso en México

Editorial de la revista RCS

Consultado desde: http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/Editorial.pdf

Editorial

The purpose of this volume is to present the most recent advances in selected areas of Computer Science. The works included in this volume were carefully selected by the editors on the basis of the blind reviewing process being the main criteria for selection the originality and technical quality. This issue of the journal *Research in Computing Science* will be useful for researches and students working in various areas of Computer Science, as well as for all readers interested in enrichment of their knowledge in this field.

All received papers that were submitted for evaluation for the special issue were reviewed by 2 independent members of the editorial board of the volume or additional reviewers. In general, the acceptance rate was 48%. This volume contains revised and corrected versions of 15 accepted papers.

We would like express our gratitude to all people who help to elaborate this volume. First, the authors of the papers for the technical excellence of their works that guarantees the quality of this publication. We also want to thank the members of the editorial board for their hard work in evaluating and selecting the best papers out of many submissions that we received. We express sincerely our gratitude to the Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial (SMIA) for its collaboration in preparation of this publication. Also we want to give special recognition to the Centro de Investigación en Computacion of the Instituto Politécnico Nacional (CIC-IPN) for their support in publication of this volume. The submission, reviewing, and selection process was supported for free by the EasyChair system, www.EasyChair.org.

Juan Carlos Chimal Eguía
Erandi Castillo Montiel
Iliac Huerta Trujillo
Julio Cesar Rangel Reyes

November 2015

Tabla de contenidos del número especial 107 de la revista RCS

Consultado desde: http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/Table%20of%20Contents.pdf

Table of Contents

	Page
Modelado y propagación de valores de sentimiento en relaciones de usuario <i>Ramón Rivera Camacho, Ricardo Barrón Fernández, Adolfo Guzmán Arenas</i>	9
Optimal Synthesis and 3D Modeling of a Lifting Mechanism for a Platform with Variable Slope <i>Eduardo Vázquez-Santacruz, Cuauhtémoc Morales-Cruz, Rogelio de Jesus Portillo-Velez, Mariano Gamboa-Zúñiga</i>	19
Programming by Demonstration in DLProlog <i>José Oscar Olmedo-Aguirre, Marisol Vázquez-Tzompantzi, Giner Alor-Hernández</i>	31
Propuesta de artefactos basados en una notación con grafos y conjuntos para el modelado conceptual de aplicaciones Web <i>Carlos Daniel Lima Gámez, Silvestre Gustavo Peláez Camarena, Ulises Juárez Martínez, María Antonieta Abud Figueroa, Celia Romero Torres</i>	41
ReAHK: Sistema auxiliar para la rehabilitación articular del hombro mediante Kinect <i>Alan J. Crisantos Bazaldúa, Ángel E. Hernández Beltrán, Eusebio Ricárdez Vázquez</i>	51
Reconocimiento de patrones numéricos para vuelo controlado de un AR drone utilizando redes neuronales artificiales <i>Juan Carlos Rodríguez-Sánchez, Victor Manuel Landassuri-Moreno, José Martín Flores Albino</i>	61
Red de sensores inalámbrica para la detección de incendios forestales <i>Jorge Antonio Atempa Camacho, Arnoldo Díaz-Ramírez, Rafael Iván Ayala Figueroa, Verónica Quintero Rosas</i>	73
Simulación 3D basada en agentes de robo y asalto a transeúntes <i>Fabián Beltrán Osnaya, Héctor Rafael Orozco Aguirre, Victor Manuel Landassuri Moreno</i>	87
Sistema de apoyo lingüístico en español para personas sordas <i>Obdulia Pichardo-Lagunas, Beatriz Torres-Alatríste, Bella-Citlali Martínez-Seis, Víctor-Darío Cuervo-Pinto, Miguel-Alejandro Martínez-Rosales</i>	99

Sistema de monitoreo remoto de sensores de temperatura y corriente usando una red híbrida bus CAN-Zigbee.....	111
<i>Héctor Anzures Martínez, Ángel Bulmaro Sánchez Rubio, Josefina Castañeda Camacho, Gerardo Mino Aguilar, José Fermi Guerrero Castellanos, Liliana Cortez</i>	
Sistema embebido para la detección de luz láser empleando el soft-core Nios II ...	121
<i>Julio C. Sosa, Iván Domínguez-Lopez, Adrián L. García-García, J. D. Oscar Barceñas-Sánchez, Anuar Jassen</i>	
Solución al problema de ordenación usando PipeLine y Binary Tree como composiciones paralelas de alto nivel.....	133
<i>Mario Rossainz-López, Ivo H. Pineda-Torres, Patricia Domínguez Mirón</i>	
Un sistema experto difuso en la Web para diagnóstico de diabetes.....	145
<i>Viridiana Cruz-Gutiérrez, Abraham Sánchez-López</i>	
Using the M-Learning to Support Learning of the Concept of the Derivative	157
<i>Daniel A. Sarmiento, Chadwick Carreto A., Elena F. Ruiz</i>	
3-approximation Algorithm for the Travelling Repairman Problem with Unit Time-windows.....	167
<i>Luis Eduardo Urbán Rivero, Cynthia A. Rodríguez Villalobos, Rafael López Bracho, Francisco Javier Zaragoza Martínez</i>	

Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes

Consultado desde: http://rcs.cic.ipn.mx/rcs/2015_107/RCS_107_2015.pdf

Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes

Fabián Beltrán Osnaya, Héctor Rafael Orozco Aguirre,
Victor Manuel Landassuri Moreno

Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de México,
Atizapán de Zaragoza, Estado de México, México

fabian.b.osnaya@gmail.com, hrorozcoa@uaemex.mx, vmlandassurim@uaemex.mx

Resumen. Los efectos de la delincuencia son diversos y complejos, desde los traumas psicológicos y físicos que enfrentan las víctimas, a los impactos negativos en la economía e imagen externa de un país. Desde una perspectiva criminológica, la perpetración de un crimen es causada por un conjunto de factores tales como las circunstancias situacionales, contexto social, y los factores a nivel individual. En este artículo, se presenta un nuevo modelo de simulación 3D en tiempo real de un vecindario apoyado en la criminología científica, para apreciar cómo agentes policías, víctimas y delincuentes, se ven inmersos en situaciones de robo y asalto en la vía pública, así como de inspección y arresto.

Palabras clave: Agentes, robo, asalto, transeúnte, vía pública, AnyLogic.

3D Simulation based on Robbery Agents and Assaults of Passersby

Abstract. The effects of crime are diverse and complex, ranging from psychological and physical trauma faced by victims to the negative impacts on the economy and external image of a country. From a criminological perspective, the commission of a crime is caused by a combination of factors such as situational circumstances, social and individual-level factors. In this paper, a new 3D real-time simulation model for a neighborhood is presented, which is supported by scientific criminology, in order to appreciate how police officers, victims and offenders are involved in situations of robbery and assault on public roads as well as inspection and arrest.

Keywords: Agents, robbery, assault, passersby, AnyLogic.

1. Introducción

En todo el mundo, la acción de caminar o transportarse en la calle o vía pública, implica correr el riesgo de ser asaltado, sobre todo si se vive en las grandes ciudades.

Las urbes de América Latina son un claro ejemplo de ello. En México, el robo es uno de los principales delitos, el cual es derivado de problemas sociales que siguen a la alza. Según las cifras del secretariado ejecutivo [1], del mes de enero al mes de agosto de 2015 se registraron 998,976 presuntos delitos, de los cuales el Estado de México registra 136,621; el Distrito Federal 111,285 y Baja California Norte 69,614; siendo estas tres entidades federativas las que presentan el mayor número de incidencias reportadas [2].

De acuerdo a la procuraduría general de justicia del estado y a las denuncias presentadas ante agencias del ministerio público, la cifra total de robos registrados es de 372,736 lo que equivale al 37.31% de los presuntos delitos reportados [3]. De igual manera, se tiene un registro de robo común con una cifra de 365,044 siendo equivalente al 97.93% con respecto al total de robos registrados. De dicho tipo de robo, resaltan dos de sus categorías: con violencia y sin violencia, ambas a transeúntes, la suma de estas es de 46,296, lo cual es equivalente al 12.68% del robo común registrado. De los robos a transeúntes, 11,888 son sin violencia y 34,408 con violencia; representando el 25.68% y el 74.32% de la suma total de robos, respectivamente [3].

Las cifras obtenidas y mencionadas anteriormente, no indican cuáles son los factores presentes en un robo o asalto en la vía pública, siendo necesario conducir y reforzar investigaciones para obtener orientaciones que permitan emitir probabilidades, causas y efectos de estos problemas sociales.

Este trabajo, está enfocado al área de la criminología científica, mediante él se propone y aplica un nuevo modelo de simulación 3D basada en agentes que pretende dar la pauta de algunas de las causas y probabilidades que originan situaciones de robo y asalto en la vía pública, mediante la definición y generación de comportamientos dinámicos y predefinidos a partir de características dadas a los agentes. En este modelo, se contemplan diversos tipos de robo y asalto a transeúntes. Los robos modelados son el de cartera de hombres y el de bolso de mujeres. En el caso de los asaltos, se tienen de menor a mayor grado de violencia e impacto para la víctima, el asalto simple, el intimidatorio y el agravado.

2. Estado del arte

Los criminólogos han demostrado que las características naturales y el diseño de un entorno tienen un impacto significativo en las comunidades y el crimen que en ellas se suscita [4]. La mayoría de los criminales sólo delinquen si están seguros de lograr su cometido, al estar familiarizados con la zona seleccionada y contando con que otros individuos no intervendrán [5]. La situación socioeconómica de un área es particularmente importante, así los robos y asaltos se producen de manera desproporcionada en las zonas con alto nivel socioeconómico, en especial, cuando estas están cerca de áreas con altas tasas de delincuencia [6], los de tipo violento a menudo se asocian con zonas de alto desempleo y un bajo nivel socioeconómico.

En un intento de explicar lo que impulsa a los delincuentes y el efecto que se tiene sobre las víctimas, se han desarrollado diversas teorías criminológicas, entre ellas la

teoría de las actividades de rutina [7], la cual estipula que por cada crimen que se produce debe estar presente un delincuente motivado y una víctima, además de la ausencia de un guardia capaz de impedirlo. Aunque dicha teoría es de ayuda para establecer lo que los delincuentes, las víctimas y los guardianes hacen en su vida cotidiana, no establece las decisiones de las personas o las acciones que realizan, sin embargo estos factores pueden ser modelados mediante lo que dicen otras teorías.

La teoría del patrón del crimen [8] examina los espacios de actividad que determinarán las áreas que los delincuentes conocen bien para perpetuar un crimen. La teoría de perspectiva de la elección racional [9] sugiere que la decisión de un delincuente puede ser modelada como un proceso formal por el cual los beneficios potenciales de un delito exitoso se comparan contra las pérdidas potenciales si se es aprehendido.

Las ocurrencias del crimen han sido modeladas mediante la técnica estadística de regresión logística, la cual a pesar de haber dado resultados interesantes trabaja en grandes escalas por lo que no toma en cuenta factores locales como: las personas, calles o el entorno de un vecindario. Para hacer frente a este problema se están utilizando simulaciones por computadora las cuales pueden trabajar a escalas mucho más pequeñas, lo cual incluye modelos de interacción espacial y técnicas de micro simulación [10]. Sin embargo, estas técnicas se enfrentan a dificultades con respecto a la incorporación de factores de comportamiento humano. El modelado basado en agentes ofrece la mejor alternativa, ya que estos pueden interactuar entre sí y con su entorno [11]. De esta manera, un agente evalúa individualmente su situación y con base en reglas, toma una decisión sobre qué acción tomar, permitiendo que en él se puedan implementar comportamientos humanos. La tabla siguiente, da un comparativo con los trabajos más similares al aquí presentado, destacando los aportes de éste.

Tabla 1. Comparación con otros modelos de simulación basados en agentes.

Modelo	Escenario	Agentes	Comportamiento	Tiempo real	Plataforma utilizada	Delitos
Canessa y Quezada [12]	Simple	Ladrón Policia	Predefinido	No	Netlogo	Robo simple
Devia [13]	Simple	Ladrón Policia Ciudadano	Semi-dinámico	No	Repast Symphony	Robo simple por sorpresa y con violencia
Amrutha [14]	Muy básico	Ladrón Ciudadano Policia	Predefinido	No	Netlogo	Robo simple en casa
Malleston [15]	Simple	No especificado	Predefinido	No	Netlogo (aún no implementada)	Robo simple
El aquí propuesto	Complejo	Ladrón Policia Ciudadano	Predefinido y dinámico	Sí	AnyLogic	- Asalto simple, intimidatorio y agravado - Robo de cartera y bolso

3. Modelo de simulación 3D propuesto

La Fig. 1 muestra la implementación basada en agentes del modelo propuesto, en la cual se contempla un entorno virtual 3D que fue modelado y programado en la versión para investigador de la plataforma AnyLogic [16]. Este entorno incluye la representación de un escenario para un vecindario ordinario como cualquier otro.

La plataforma AnyLogic fue elegida debido a que es una herramienta idónea para simulaciones 3D basadas en agentes, ya que permite crear y programar comportamientos en escenarios multiagente, para simular fenómenos y problemas sociales, tal es el caso del robo y asalto a transeúntes, mediante el modelado de sistemas complejos que evolucionan con el tiempo. En estos sistemas, el programador da un comportamiento dinámico mediante instrucciones en diagramas de estado a agentes que trabajan de manera independiente o colectiva. Cabe destacar que esta herramienta permite definir diferentes tipos de agentes a partir de sus características, denotadas por parámetros y variables; así como de sus comportamientos, denotados como funciones, que pueden tener cada uno de ellos. El periodo de simulación de un entorno virtual en AnyLogic es en tiempo real y se mide en segundos, el cual puede ser acelerado para obtener resultados de manera más rápida, siempre en concordancia con un tiempo equivalente del mundo físico.



Fig. 1. Creación del modelo de simulación 3D basada en agentes de robo y asalto a transeúntes.

En la vía pública del escenario creado se localizan tres diferentes tipos de agentes, los cuales son descritos como sigue:

- Agentes delincuentes o criminales: quienes siempre están en busca de objetivos (víctimas) que podrían ser fácilmente atacados (ver Fig. 2 y Tabla 2).
- Agentes objetivos o víctimas: cada uno de estos puede ser cualquier agente de la población no delincuente que se encuentra dentro del radio de acción de un agente

delincuente, con una cierta probabilidad de ser abordado para sufrir un robo o asalto (ver Fig. 3 y Tabla 3).

- Agentes guardianes o policías: están patrullando las calles en busca de agentes sospechosos para ser inspeccionados y posiblemente arrestados (ver Fig. 4 y Tabla 4).

3.1. Comportamiento de los agentes

La implementación de los algoritmos para que una situación de robo o asalto pueda ocurrir está basada en los diagramas de estado mostrados en las Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4. Estos algoritmos ofrecen la ventaja de dar la pauta de algunas de las causas y probabilidades que originan situaciones de robo y asalto en la vía pública, con la desventaja de que no se consideran factores sociales y cognitivos en las características de los agentes. Para que ocurra un robo o asalto deben cumplirse los siguientes hechos:

1. Un agente delincuente elige a un agente objetivo: al ocurrir este suceso el primero acelera su paso y empieza a seguir al segundo.
2. El agente delincuente se encuentra cerca del agente objetivo: dado este suceso, el primero está listo para atacar al segundo, pero esto sólo sucede cuando no hay otros agentes testigos potenciales dentro del radio de acción del primero.
3. El ataque se lleva a cabo: el agente delincuente roba o asalta al agente objetivo, el primero puede quedarse junto al segundo por algún tiempo para disfrutar de lo que ha hecho y luego se aleja para buscar un nuevo objetivo potencial. Sin embargo, si un agente delincuente no puede encontrar un buen momento para atacar a un agente objetivo, se da por vencido pasado un tiempo. Por último, la labor de los agentes guardianes es inspeccionar a cualquier agente ciudadano sospechoso, para arrestarlo en caso de que tenga un arma, o bien, se encuentre bajo el abuso de sustancias, de lo contrario, lo deja libre para seguir patrullando la calle.

```

//tell victim he is been attacked
isStopped = true;
if(randomValue < 0.2)
  [[Victim/victim] statechart.receiveMessage("AggravatedAssault");
}
else if(randomValue < 0.9) {
  [[Victim/victim] statechart.receiveMessage("SimpleAssault");
}
else {
  abandonedAttack = true;
}

//tell victim he is been attacked
randomValue = Math.random();
if(randomTrue|decisionProbabilityOfPersonalTheft) {
  if(randomValue < 0.6)
    [[Victim/victim] statechart.receiveMessage("PersonalTheft");
}
}

//just re-enter the state to move in a new direction
if(Math.random() < 0.05)
  isStopped = Math.random() < 0.5;
    
```

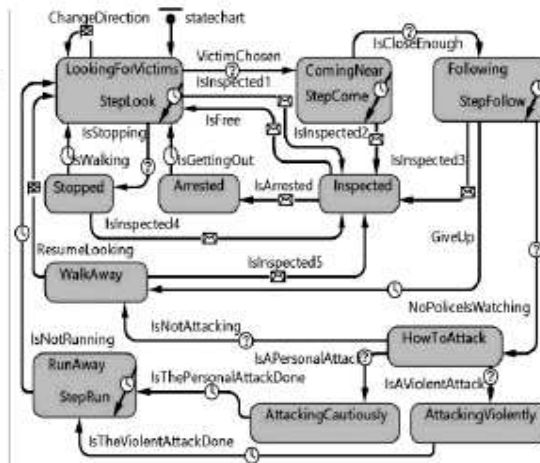


Fig. 2. Fragmentos del comportamiento de un agente delincuente y su diagrama de estados.

```

numberOfAttacksSuffered++;
get_Main().numberOfAttacks++;
if(gender.equals("female")) {
    get_Main().numberOfSilentAttacksAgainstFemales++;
}
}
isStopped = true;
isDistracted = false;
numberOfAttacksSuffered++;
get_Main().numberOfAttacks++;
if(gender.equals("female")) {
    get_Main().numberOfViolentAttacksAgainstFemales++;
}
}
if(msg.equals("AggravatedAssault")) {
    currentTheftSuffered = 1;
}
else if(msg.equals("Robbery")) {
    currentTheftSuffered = 2;
}

```

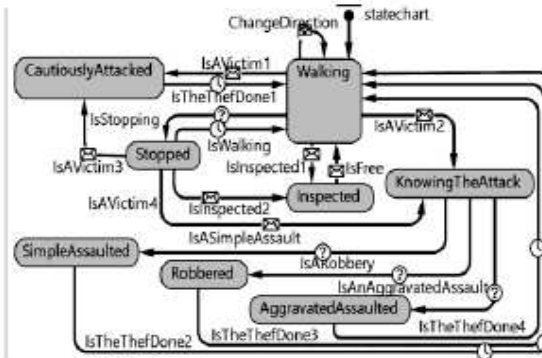


Fig. 3. Fragmentos del comportamiento de un agente objetivo y su diagrama de estados.

```

//hell suspicious that this is an inspection
if(suspicious instanceof Offender) {
    ((Offender)suspicious).statechart.receiveMessage("SubjectToInspection");
}
else {
    ((Victim)suspicious).statechart.receiveMessage("SubjectToInspection");
}
}
//hell suspicious that he is been arrested
((Offender)suspicious).statechart.receiveMessage("Arrested");
}
//hell suspicious that he is free
if(suspicious instanceof Offender) {
    ((Offender)suspicious).statechart.receiveMessage("Free");
}
else {
    ((Victim)suspicious).statechart.receiveMessage("Free");
}
}

```

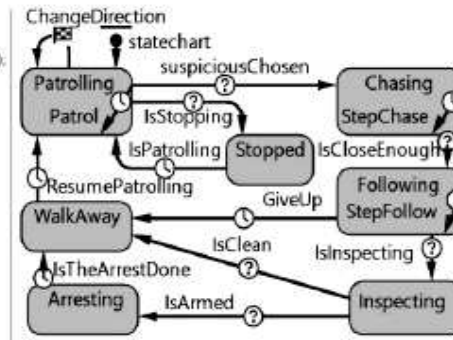


Fig. 4. Fragmentos del comportamiento de un agente guardián y su diagrama de estados.

3.2. Características de los agentes

Las principales características de los agentes presentes en el modelo propuesto se plasman en las siguientes tablas:

Tabla 2. Características del agente delincuente.

Nombre	Valores	Descripción
gender	{“male”, “female”}	Representa el género del agente, donde “male” es masculino y “female” indica femenino.
typePerson	[0,1)	Acorde a una división equitativa del rango de valores y del género, el agente puede tener una personificación de una enfermera, una persona ordinaria, un trabajador de la construcción, un empleado de oficina, un médico, un niño, una mujer rubia, una mujer morena, una niña.
hasAWeapon	{true, false}	El agente puede o no portar un arma para cometer un asalto.
isUnderSubstanceAbuse	{true, false}	Indica cuando el agente se halla bajo el efecto del abuso de alguna substancia.
victim	Agent	Habla del agente objetivo que ha sido seleccionado para ser abordado.
isDistracted	{true, false}	El agente se halla distraído o no lo cual puede aumentar el riesgo de que sea una víctima a ser abordada.
isStopped	{true, false}	Estando detenido el agente puede ubicar a una posible víctima.

Tabla 3. Características del agente objetivo.

Nombre	Valores	Descripción
gender	{“male”, “female”}	Representa el género del agente, donde “male” es masculino y “female” indica femenino.
typePerson	[0,1]	Acorde a una división equitativa del rango de valores y del género, el agente puede tener una personificación de una enfermera, una persona ordinaria, un trabajador de la construcción, un empleado de oficina, un médico, un niño, una mujer rubia, una mujer morena, una niña.
CurrentTheftSuffered	[1,5]	Empleada para asignar el tipo de atraco que acaba de sufrir el agente, donde 1 es asaltado agravado, 2 es asalto intimidatorio, 3 es asalto simple, 4 es robo de cartera para un agente masculino y 5 es robo de bolso para un agente femenino.
hasMoreMoneyOrOtherBelongings	{true, false}	Indica si el agente posee o no más dinero o pertenencias de las cuales sufra el riesgo de ser asaltado o robado.
isDistracted	{true, false}	El agente se halla distraído o no lo cual puede aumentar el riesgo de que sea una víctima a ser abordada.
isStopped	{true, false}	Estando detenido el agente se vuelve más vulnerable como posible víctima de robo o asalto.

Tabla 4. Características del agente guardián.

Nombre	Valores	Descripción
gender	{“male”, “female”}	Representa el género del agente, donde “male” es masculino y “female” indica femenino.
isDistracted	{true, false}	El agente se halla distraído o no lo cual puede aumentar el riesgo de que exista un robo o asalto.
isStopped	{true, false}	Estando detenido el agente puede inspeccionar el comportamiento de otros agentes.
suspicious	Agent	Corresponde al agente que es identificado como sospechoso

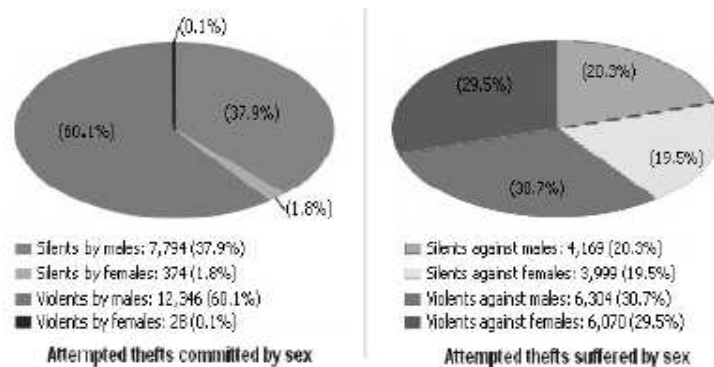


Fig. 5. Intentos de robo y asalto cometidos (izquierda) y sufridos (derecha) por sexo, sin agentes guardianes.

3.3. Casos de estudio

Para validar el modelo propuesto se corrió una simulación a un año para los siguientes casos de estudio:

1. Simulación sin agentes guardianes: en este primer escenario de simulación se contempló una población de agentes dada por: 2000 agentes objetivos, 995 del género femenino y 1005 del género masculino; 50 agentes delincuentes, 10 del

género femenino y 40 del género masculino, entre los cuales 1 mujer y 14 hombres fueron portadores de un arma, 1 mujer y 11 hombres estuvieron bajo el abuso de sustancias. Los resultados de esta simulación se muestran en la Fig. 5 y la Fig. 6.

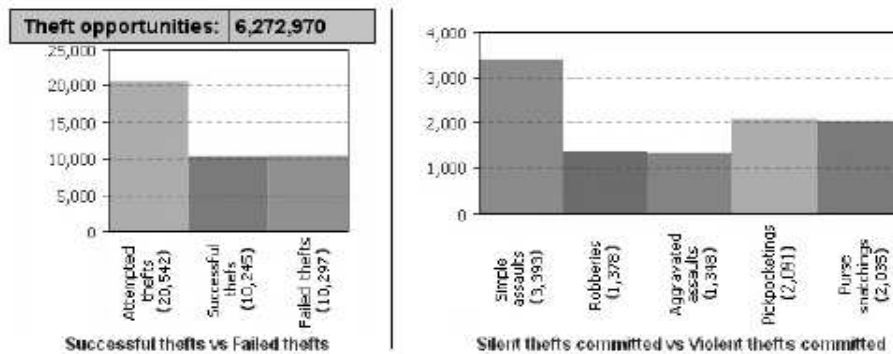


Fig. 6. Ataques exitosos vs fallidos (izquierda) y aquellos (derecha) que fueron asaltos (violentos) y robos (silenciosos), sin agentes guardianes.

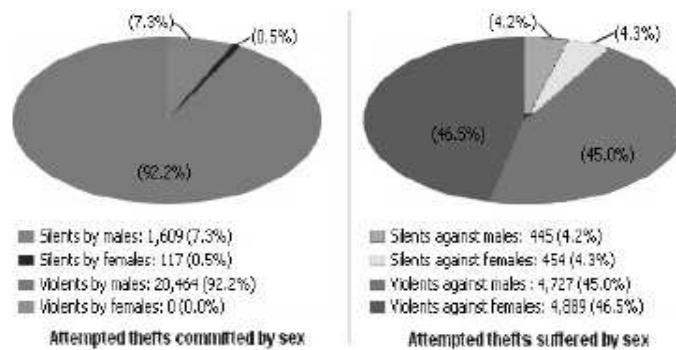


Fig. 7. Intentos de robo y asaltos cometidos (izquierda) y sufridos (derecha) por sexo, con agentes guardianes.

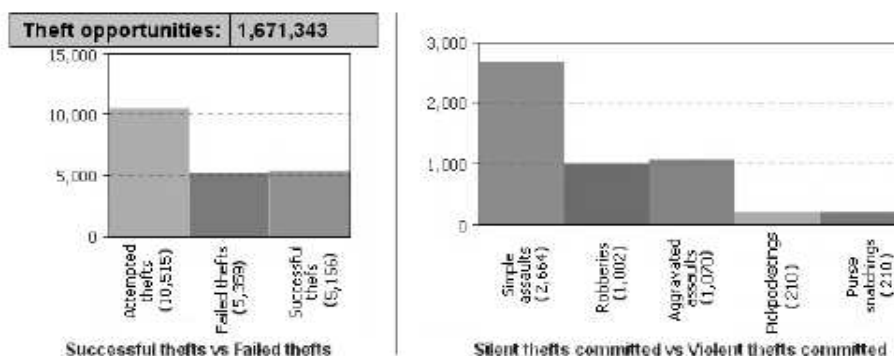


Fig. 8. Ataques exitosos vs fallidos (izquierda) y aquellos (derecha) que fueron asaltos (violentos) y robos (silenciosos), con agentes guardianes.

2. Simulación con agentes guardianes: para este segundo escenario de simulación se contempló una población de agentes dada por: 2000 agentes objetivos, 991 del género femenino y 1009 del género masculino; 50 agentes delincuentes, 19 del género femenino y 41 del género masculino, entre los cuales 7 hombres fueron portadores de un arma y 10 hombres estuvieron bajo el abuso de sustancias; 50 agentes guardianes, 8 del género femenino y 42 del género masculino, los cuales en total efectuaron 49,305 inspecciones a agentes sospechosos y sólo 164 de ellas fueron arrestos. Para esta simulación, los resultados que se obtuvieron se presentan en la Fig. 7 y la Fig. 8.

En la Fig. 5 y la Fig. 7 los intentos y ataques violentos corresponden a asaltos, mientras que los silenciosos indican robos.

4. Discusión de resultados

Cuando existe una población de agentes con igual número de delincuentes que de guardianes (ver Fig. 8), se registraron 1,671,343 oportunidades para intentar cometer ya sea robo o asalto. De esta cifra, se obtiene que sólo el 0.62% cayeron en intentos realizados, siendo el 49.03% exitosos y el 50.97% fallidos. De los crímenes que fueron exitosos, el 91.85% fue por asalto, teniendo al asalto simple como el de mayor incidencia.

En caso de tener una población de agentes en la cual no se cuenta con la presencia de algún guardián (ver Fig. 6), se observa que la cifra de oportunidades para intentar cometer robo o asalto casi se cuadruplica. Esta cifra fue de 6,272,970, de la cual se tiene que el 0.32% corresponde a intentos realizados, teniendo el 49.87% y el 50.13% como exitosos y fallidos, respectivamente. De la cifra de exitosos, el 59.72% fue por asalto, teniendo de nueva cuenta al asalto simple como tipo de crimen con mayor incidencia y el 40.28% por robo, teniendo ligeramente más robos de carteras que de bolsos.

5. Conclusiones y trabajo futuro

El modelado y la simulación basados en agentes han sido aplicados en diversas áreas del conocimiento, puesto que ofrecen la ventaja de poder reflejar de manera virtual a nivel individual o colectivo problemas y fenómenos sociales [17]. Sin embargo, en este artículo aquellos que abordan la delincuencia y la criminología fueron los que se tomaron como base para crear el modelo de simulación 3D presentado. Este modelo se distingue del resto en que se propone el uso de diagramas de estado para especificar y modelar comportamientos dinámicos y predefinidos con base en las características de los agentes creados. Estos comportamientos provocan que los agentes víctimas sufran un ataque según las probabilidades y oportunidades aprovechadas por los criminales.

Las principales ventajas que ofrece la implementación del modelo de simulación propuesto en AnyLogic son la recreación de un escenario realista 3D de un vecindario

en donde se puede observar a nivel individual el comportamiento de cada agente y a nivel estadístico la cantidad de oportunidades presentes durante el periodo de simulación para que ocurra un robo o un asalto y como la presencia de más agentes guardianes contribuye a que estas disminuyan y sea menor la cantidad de aquellos intentos que puedan resultar exitosos. Además, en la simulación se puede apreciar cómo es llevado a cabo el patrullaje para inspeccionar y arrestar, no obstante, aunque son muchas las inspecciones el número de arrestos es mínimo, lo cual dice que la manera de llevar a cabo esta actividad policiaca no ofrece muchas ventajas en la vida real y debe ser replanteada para un mayor rendimiento de los policías en las calles.

Es amplio el número de futuras aplicaciones basadas en la extensión y mejora del modelo propuesto. Estas aplicaciones pueden incluir la consideración de estrategias de predicción, prevención y reducción de los índices de robos y asaltos, por ejemplo al dar la pauta para que en el mundo real se lleven a cabo las prácticas puestas en marcha en los escenarios de simulación virtual.

Finalmente, se tiene contemplado el incluir el uso de las características cognitivas y sociales ligadas a situaciones de robo y asalto en los agentes, para tener un modelo más realista. Al igual, se pueden emplear en complemento con los diagramas de estado el uso de esquemas de inferencia tales como lógica difusa para especificar mediante reglas de inferencia las relaciones y situaciones entre tipos de robos y asaltos que puedan ocurrir. Dichas reglas evaluarían los rangos de pertenencia de todo factor involucrado, como lo son las características y estado de los agentes, así como del entorno simulado para determinar ante situaciones de incertidumbre cuando un robo o asalto es más probable que ocurra, o bien, una inspección se haga cuando en efecto un sospechoso tiene mayor certeza de ser un delincuente y deba ser arrestado. Además, para investigaciones posteriores se extenderá el tipo de crímenes o delitos modelados a otros derivados del fuero común [1], [2], [3].

Referencias

1. Secretariado Ejecutivo, <http://secretariadoejecutivo.gob.mx/index.php>
2. Incidencia Delictiva del Fuero Común 2015, http://secretariadoejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/estadisticas%20del%20fuero%20comun/Cieisp2015_082015.pdf
3. Incidencia Delictiva Nacional, <http://secretariadoejecutivo.gob.mx/incidencia-delictiva/incidencia-delictiva-acumulado.php>
4. Bottoms, A. E., Claytor, A., Wiles, P.: Housing markets and residential community crime careers: A case study from Sheffield. In: Nicholas Fyfe, David Evans, and David Herbert, editors, *Crime, Policing and Place - Essays in Environmental Criminology*, chapter 7, Routledge (1992)
5. Brown, B. B., Bentley, D. L.: Residential burglars judge risk: The role of territoriality. *Journal of Environmental Psychology*, vol. 13, pp. 51–61, Elsevier (1993)
6. Baldwin, J. Bottoms, A. E.: *The Urban Criminal: A Study in Sheffield*. Tavistock Publications, London (1976)
7. Cohen, L. E., Felson, M.: Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. *American Sociological Review*, vol. 44, pp. 588–608, Elsevier (1979)
8. Brantingham, P., Brantingham, P.: *Patterns in Crime*. *The Journal of Criminal Law and Criminology*, vol. 76, no. 2, pp. 540–543, New York: Macmillan (1984)

9. Cornish, D., Clarke, R. V.: *The Reasoning Criminal: Rational Choice Perspectives on Offending*. New York, NY: Springer-Verlag (1986)
10. Kongmuang, C.: *Modelling Crime: A Spatial Microsimulation Approach*. PhD thesis, University of Leeds, UK (2006)
11. Bonabeau, E.: Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, pp. 7280–7287 (2002)
12. Canessa E., Quezada A.: *Modelamiento basado en agentes: un método de simulación computacional para la gestión de seguridad ciudadana*. Universidad Adolfo Ibañez, Chile (2013)
13. Devia N.: *Generación de datos de delincuencia via simulación con modelos basados en agentes*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de ingeniería industrial, Universidad de Chile, Santiago Chile (2012)
14. Amrutha, S.: *Agent Based Simulation of Street Robbery*. Department of computer science, Royal college of engineering and technology Thrissur, Kerala, India (2014)
15. Malleson, N.: *Agent-Based Modelling and Crime in Leeds*. School of Geography, University of Leeds (2007)
16. AnyLogic: Multimethod Simulation Software, <http://www.anylogic.com/>
17. AnyLogic: Application Areas, <http://www.anylogic.com/application-areas>