

Sistema de Sectorización Basado en Densidades Delictivas para el Patrullaje Móvil del Distrito de Independencia

M. Coral^{1,2}, N. Arribasplata¹, C. Carhuapoma¹, C. Hulerig¹, A. Luna¹,
M. Mimbela¹, F. Quevedo¹.

¹Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Av. Germán Amézaga s/n, Ciudad Universitaria, Lima 01, Lima, Perú

²Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones
Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Av. Bolívar 1848 – Pueblo Libre, Lima, Perú
{mcoraly, narribasplata, ccarhuapomac, chulerigc, alunal, mmimbela, fquevedo}@unmsm.edu.pe

RESUMEN

El presente trabajo pretende dar una solución al problema de asignación de recursos (patrullas móviles) para la policía [1]. Para ello, propone determinar zonas de patrullaje, generando un mapa sectorizado a partir de cuadrantes del distrito, clasificándolos de acuerdo a densidades delictivas. Con ello se busca minimizar la escasez o el superávit de recursos (patrullas móviles) por sectores de recorrido. Para la sectorización se toma en cuenta los niveles delictivos de cada cuadrante del distrito, el número de patrullas móviles existentes y la posición relativa de los cuadrantes para repartir equitativamente los recursos en todo el distrito. Para establecer los sectores se utiliza un algoritmo, el cual en cada paso intenta maximizar o minimizar la solución a través del cálculo de una función de optimización. La solución permite generar zonas de patrullaje para optimizar el recurso policial.

Palabras claves: Sectorización, asignación de recursos, densidades delictivas, algoritmo goloso-miope.

ABSTRACT

This paper aims to provide a solution to the problem of resource allocation (mobile patrols) for the police [1], it tries to determine areas for patrolling generating a map sectorized from quadrants of the district, ranked according to criminal densities, It seeks to minimize the shortage or surplus of resources (mobile patrols) by segments of the traveled distance. For the sectorization takes into account the levels of crime in each quadrant of the district, the number of existing mobile patrols and the relative position of the quadrants to distribute equitably the resources in all district, to establish sectors using a selection algorithm, which at each step tries to maximize or minimize the solution through the calculation of a function optimization. The solution allows the generation of patrol areas to optimize the use of police appeal.

Key words: Sectorization, resource allocation, criminal densities, selection algorithm.

al criterio de cobertura de recursos, us2 es añadida a la suite reducida. La combinación de us6 y us2 satisface el criterio de cobertura de recursos, por lo que Greedy reduce la suite a {us6, us2}.

Enfoque de Harrold, Gupta y Soffa (HGS)

El enfoque HGS usa una heurística para seleccionar casos de prueba representativos de la suite original. Está basada en la cardinalidad de requerimientos. El número de casos de prueba que cubren o ejecutan un requerimiento es la "cardinalidad del requerimiento". Después que el caso de prueba es añadido a la suite reducida, el algoritmo marca los requerimientos cubiertos por el caso de prueba. Entonces, el algoritmo selecciona el caso de prueba más ocurrido frecuentemente entre los casos de prueba no marcados con la más baja cardinalidad de requerimientos.

En caso de empates, el algoritmo escoge el caso de prueba que ocurre más frecuentemente en la próxima cardinalidad de requerimientos más alta.

En la Figura 11, el número de puntos en una columna representa la cardinalidad del requerimiento de recurso. HGS escogerá us2 primero, porque es la única sesión de usuario que cubre MyInfo (MyInfo tiene cardinalidad 1) y marca los requerimientos de MyInfo como satisfechos. El algoritmo entonces considera requerimientos con cardinalidad 2 (Logout y Books) y entonces selecciona el caso de prueba que ocurre más frecuentemente en la unión de estas dos columnas. Ya que us6 ocurre dos veces, mientras us3 y us4 ocurren sólo una vez, us6 es añadida a la suite reducida, y el algoritmo marca los requerimientos que us6 cumple. Y ya que el conjunto {us2, us6} cumple todos los requerimientos, HGS termina.

Enfoque de Análisis Conceptual

Análisis Conceptual es una técnica matemática para realizar clustering de objetos que tienen atributos discretos comunes. Sampath et al propusieron aplicar Análisis Conceptual en la reducción de casos de prueba para aplicaciones web. Si se toma como ejemplo la Figura 11, los objetos son los casos de prueba y los atributos son los recursos de la aplicación. Su funcionamiento se muestra en la Figura 12.

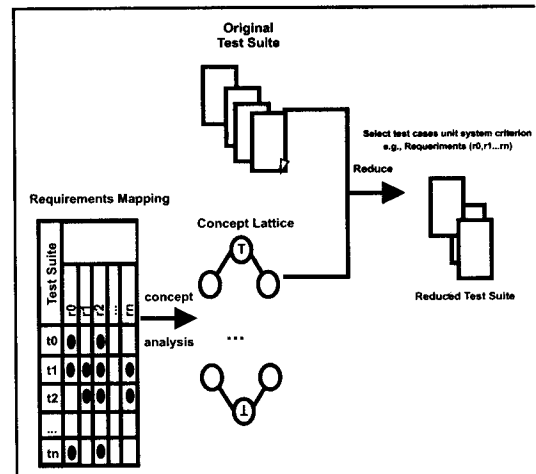


Figura 12: Proceso de reducción usando Análisis Conceptual

Como se muestra en la Figura 12, la reducción a través del Análisis Conceptual realiza un análisis para construir un "grafo de conceptos", donde cada nodo del grafo (o concepto) es una tupla (O_i,A_i), tal que todos los objetos en O_i (incluido en O) comparte todo y solo los atributos en A_i (incluido en A) y viceversa. Las esquinas del grafo denotan el orden parcial entre los nodos conceptos. Los conceptos que se encuentran en la parte inferior del grafo contienen objetos que son más similares (tienen más atributos en común) que los conceptos en la parte superior del grafo. La Figura 13 muestra en más detalle la representación del grafo de conceptos de la Figura 11.

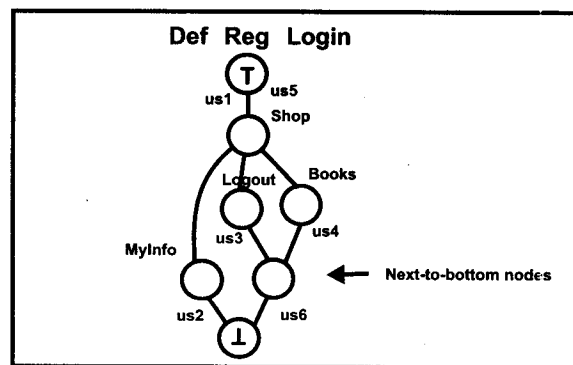


Figura 13: Grafo de Conceptos basado en la Figura 11

La heurística de Sampath selecciona aleatoriamente un caso de prueba del nodo inferior, un caso de prueba por cada concepto o nodo que está en el nivel superior del nodo

inferior (llamados nodos next-to-bottom). En la figura 13, los nodos next-to-bottom están etiquetados por us2 y us6. Aplicando la heurística, la suite reducida que satisface el criterio de cobertura de recursos es {us2,us6}.

6. CONCLUSIONES

- El presente trabajo hace una revisión de los métodos existentes para pruebas de aplicaciones web, haciendo un recorrido por los distintos tipos de pruebas (funcionales y no funcionales). El artículo profundiza en las pruebas del primer tipo. De las pruebas funcionales, se detallan las pruebas basadas en la generación de casos de prueba basadas en "sesiones de usuario". Este tipo de prueba puede ser automatizada evitando la participación humana en la generación de los casos de prueba o la evaluación de los resultados.
- Para la realización de estas pruebas, es necesario antes, reducir los casos de prueba generados debido a que hay información extensa y redundante. Se han presentado en el presente trabajo, tres técnicas para realizar esta reducción. Estas técnicas de reducción deben garantizar que los casos de prueba reducidos tengan la misma capacidad de encontrar errores en el software que la suite original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Andrews 2005] Anneliese A. Andrews, Jeff Offutt, Roger T. Alexander. "Testing Web Applications by Modeling with FSMs". *Software and Systems Modeling*, vol. 4, no. 3, pp. 326-345, July 2005.
- [Di LUCCA 2006] GIUSEPPE A. DI LUCCA, ANNA RITA FASOLINO. "TESTING WEB-BASED APPLICATIONS: THE STATE OF THE ART AND FUTURE TRENDS". *INFORMATION & SOFTWARE TECHNOLOGY*, VOL. 48, NUMBER 12, PP.1172-1186, DECEMBER 2006.
- [Elbaum 2003] Sebastian Elbaum, Srikanth Karre, Gregg Rothermel. "Improving Web Application Testing with User Session Data". *Proceedings of 25th International Conference on Software Engineering*. pp. 49-59, May 2003.
- [Hao 2006] Jianhua Hao, Emilia Mendes. "Usage-based Statistical Testing of Web Applications". *Proceedings of the 6th international conference on Web engineering. ACM International Conference Proceeding Series*. Vol. 263. pp. 17-24, July 2006.
- [Liu 2000] C. Liu, D.C. Kung, P. Hsia, C. Hsu. "Object-based data flow testing of Web Applications". *Proceeding of First Asia Pacific Conference on Quality Software*, pp 7-17, Hong Kong, China, 2000.
- [Offutt 2002] Jeff Offutt. "Quality attributes of Web software applications". *Software, IEEE*, 19(2), pp. 25-32, April 2002.
- [Ricca 2001] F. Ricca y P.Tonella. "Analysis and testing of Web applications". *Proceeding of 23rd International Conference on Software Engineering*, pp. 25-34, 2001.
- [Rothermel 2002] G. Rothermel, M.J. Harrold, J. von Ronne, and C. Hong. "Empirical Studies of Test-Suite Reduction," *Software Testing Verification and Reliability*, Vol. 12, No. 4, 2002, pp. 219-249.
- [Sampath 2006] Sreedevi Sampath, Sara Sprenkle, Emily Gibson, Lori Pollock. "Web application testing with customized test requirements – an experimental comparison study". *Proceeding in 17th International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE 2006)*, pp 266-278, November 2006.
- [Sant,2005] Jessica Sant; Amie Souter; Lloyd Greenwald. "An Exploration of Statistical Models for Automated Test Case Generation". *Proceeding of the Third International Workshop on Dynamic Analysis (WODA 2005)* May 2005. pp. 1-7.
- [Sprenkle 2006] Sara Sprenkle, Emily Gibson, Sreedevi Sampath, and Lori Pollock. "A Case Study of Automatically Creating Test Suites from Web Application Field Data". *Proceeding of Workshop on Testing, Analysis and Verification of Web Software 2006*, pp. 1-9.
- [Sprenkle 2005] Sara Sprenkle, Sreedevi Sampath, Emily Gibson, Lori Pollock, Amie Souter. "An Empirical Comparison of Test Suite Reduction Techniques for User-session-based Testing of Web Applications". *Proceeding of*

1. INTRODUCCIÓN

La seguridad ciudadana se ha convertido en uno de los grandes desafíos de la Policía Nacional y de la sociedad. Esto obliga al Estado y demás autoridades a diseñar nuevos esquemas alternativos a los existentes que conlleven a un mejor desenvolvimiento y manejo de recursos policiales.

El presente trabajo pretende dar una solución al problema de asignación de patrullas móviles en el distrito de Independencia de Lima. Para ello, se divide el distrito en cuadrantes de acuerdo al mapa urbano. La solución generará un mapa delincencial basándose en información histórica de cada cuadrante con la cual se le asignará un nivel delincencial de acuerdo a parámetros previamente establecidos. Este mapa delincencial es evaluado por el algoritmo de búsqueda para generar los sectores de patrullaje. Para la evaluación, el algoritmo utiliza una función objetivo que toma como parámetros los niveles delictivos de cada cuadrante del mapa, el número de patrullas móviles existentes y la posición relativa de los cuadrantes. De acuerdo a ello, reparte equitativamente los recursos en todo el distrito, generando sectores con un valor delincencial aproximadamente igual. La función también maneja restricciones como el tamaño máximo y mínimo que puede tener cada cuadrante, la contigüidad, la existencia de espacios vacíos entre cuadrantes, entre otros.

El trabajo está organizado como sigue. En la sección 2, se definen los conceptos de sectorización y se hace una breve reseña sobre los usos de la sectorización en problemas puntuales y en la distribución de recursos de acuerdo a modelos de patrullaje. En la sección 3, se describe el problema de distribución de recursos policiales en zonas delictivas y la problemática del caso de estudio. La propuesta conceptual al problema de estudio se describe en la sección 4. En la sección 5, se describe sucintamente el sistema desarrollado para la sectorización. Las conclusiones siguen en la sección 6.

2. SECTORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS DE PATRULLAJE

La sectorización consiste en agrupar un conjunto de puntos definidos en un espacio

determinado con la condición de que un punto puede pertenecer sólo a un sector, y cada uno de los puntos definidos en el espacio debe estar contenido en alguno de los sectores conformados y que considere algún criterio de agrupación (costo, distancia, nivel de delincuencia, etc.) [3]. Los sectores óptimos son los que agrupan a todos los puntos del espacio definido que cumplan con las condiciones de la sectorización y que optimice un criterio determinado.

La sectorización ha sido utilizada ampliamente para gestionar recursos en diferentes problemas puntuales, distribución de suelos, agrupamiento de puntos de recogida de residuos y rutas de recolección [3, 6, 7], sistemas de distribución de redes de agua [5], etc.

La bibliografía especializada menciona algunos modelos para la distribución de recursos de patrullaje policial, todos ellos utilizan la sectorización como parte fundamental en su desarrollo; PCAM (Patrol car allocation model) [15], Hypercube queuing [11], MCLP (The maximal covering location Problem), PPAC (The police patrol area covering model) [12], otros trabajos utilizan adaptaciones del algoritmo Recocido Simulado para el problema de dividir una región en distritos para la asignación de patrullas de policía [2, 10]; la mayoría de estos modelos tienen como objetivo principal, ubicar a los recursos (patrullas) de tal forma que atiendan en un tiempo óptimo las necesidades de las zonas sectorizadas.

3. EL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS EN ZONAS DELICTIVAS

En los últimos años el grado de delincuencia ha aumentado en gran medida en el país. La Policía es incapaz de atender la prevención de los delitos o seguridad ciudadana de manera concluyente, según los especialistas; el sistema de patrullaje, la infraestructura, los recursos y el reducido personal policial, son causas claves de esta situación. El personal policial de las comisarías y de las unidades de patrullaje es reducido frente al incremento de la delincuencia común. La cantidad de recursos de las comisarías es insuficiente para prestar protección a más de 27 millones de personas en todo el país, teniendo como principales focos de delincuencia los conos o distritos

alejados de la capital, donde escasean dichos recursos.

Existen modelos documentados para combatir la delincuencia como son: "Problem-oriented policing", "Ventanas rotas", "patrullaje focalizado", "Cero tolerancia" [8] y [9] entre otros. En el Perú, para combatir la delincuencia, el sistema policial establece sectores de patrullaje basados en esquemas delictivos; sin embargo, estas estrategias presentan dificultades, ya que las estadísticas que realiza la policía (con datos obtenidos de las denuncias de los ciudadanos) normalmente son procesadas manualmente y bajo criterios subjetivos.

En el distrito de Independencia de la ciudad de Lima se verificó que no se lleva un seguimiento delincencial, ya que las denuncias son procesadas fuera de tiempo y las decisiones de patrullaje se basan en patrones establecidos sin documentación especializada [4]. Los sectores establecidos no siempre son los indicados ya que varían constantemente. Esta forma de organizar los recursos policiales no disminuye la delincuencia, generándose desconfianza e inseguridad en los ciudadanos. No se conoce con exactitud el grado de delincuencia en cada zona o sector del distrito.

4. LA PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN

El criterio considerado para problema de sectorización del distrito de Independencia es la densidad delictiva del sector. El proyecto tiene como objetivo ser un soporte para la toma de decisiones en el patrullaje móvil, mediante la designación de sectores a cada patrulla de acuerdo a la densidad delictiva en cada zona; la densidad delictiva depende del grado de delincuencia (cantidad de denuncias y tipo de delito). Para ello se utilizará la agrupación de puntos delictivos en sectores según la cercanía entre dichos puntos, por ejemplo: se tienen los puntos A, B y C, los tres con algún grado de delincuencia y muy cercanos entre sí; dichos puntos se agruparán en un sector y su nivel de delincuencia es dado por la suma de los grados de delincuencia de dichos puntos.

El establecimiento de sectores mediante la agrupación de puntos con algún grado de delincuencia se realiza siguiendo a los siguientes pasos:

- Establecimiento de puntos con algún grado de delincuencia.
- Los puntos cercanos entre sí se agrupan.
- Cada agrupación de puntos se define como un sector.

Condiciones Iniciales.

Inicialmente generamos un mapa delincencial, que está conformado por el mapa del distrito tratado, dividido en cuadrantes. A cada uno se le ha asignado un nivel delincencial obtenido de la cantidad y el tipo de sucesos delincenciales ocurridos en dicho cuadrante en determinado intervalo de tiempo (rango de fechas, determinadas horas del día, días específicos, etc.).

Sobre dicho mapa, se genera una función objetivo F , definida como la suma de las diferencias entre el nivel delincencial de cada sector de patrullaje y el nivel delincencial medio por sector de patrullaje. Este último es considerado el nivel delincencial ideal a ser cubierto por una patrulla móvil, puesto que la distribución de los niveles delincenciales en el territorio no es homogéneo, se trata de que cada patrulla móvil cubra un sector de patrullaje cuyo nivel de delincuencia es cercano a dicho nivel ideal, por esta razón el algoritmo usado trata de minimizar el valor de la función F .

Utilizamos un algoritmo "Goloso Miope", para generar aleatoriamente mapas sectorizados que cumplirán la precondición: cada sector estará formado por cuadrantes contiguos de acuerdo a los puntos delictivos definidos, a los cuales se les aplicará la función objetivo F . Con estas condiciones iniciales obtenemos las variables de decisión a utilizar en nuestra función objetivo; el Mapa delincencial (MD) y el Mapa sectorizado (S).

Función Objetivo F .

$$F = \sum_{i=1}^N |NDS(S_i) - M|;$$

Donde:

N : Número de patrullas móviles (igual al número de sectores de patrullaje).

$NDS(S_i)$: Nivel delincencial del Sector S_i

M : Nivel delincencial medio por sector de patrullaje (nivel ideal de delincuencia para ser cubierto en un sector), este es definido por:

$$M = \left[\sum_{i=1}^N NDS(S_i) \right] / N$$

$$NDS(S_i) = \sum_{j=1}^{Tam(S_i)} \{ ND[(p,q)_j] \}$$

Donde:

$(p,q)_j$: Cuadrante contenido en el Sector S_i , correspondiente al cuadrante con fila p y columna q en el mapa delincencial MD.

$ND[(p,q)_j]$: Nivel delincencial del cuadrante $(p,q)_j$, correspondiente al valor del cuadrante con fila p y columna q en el mapa delincencial (MD).

Para la propuesta se define un cuadrante como unidad mínima de terreno del mapa. Para generarlos, se divide el mapa del distrito en partes "pequeñas" de un tamaño constante; luego se halla el nivel delincencial por cuadrante, utilizando las denuncias históricas registradas, direcciones, frecuencia de denuncias de cada tipo de delito y un valor ponderado por gravedad de cada tipo de delito. (Se toma prioridad a los delitos contra la vida, el cuerpo y la salud; homicidios, aborto, lesiones, robo agravado, etc. [13]). Los valores asignados a cada delito son definidos por el responsable policial.

Definimos un nivel delincencial medio esperado por sector como el nivel delincencial total del distrito (suma de niveles delincenciales de cada cuadrante) entre el número de sectores a generar, el algoritmo trata de agrupar aleatoriamente cuadrantes adyacentes, formando N sectores o N grupos de cuadrantes adyacentes entre sí.

Se usa la función objetivo F , para minimizar la diferencia entre el nivel de los sectores generados y el nivel delincencial promedio, obteniendo finalmente una "distribución delictiva" tan equitativa como sea posible. El proceso se repite muchas veces descartando la mejor configuración anterior cuando se encuentra una nueva; es decir, si se encuentra una "nueva mejor configuración" con una mejor función objetivo se descarta la anterior.

Algoritmo de selección de sectores.

Para generar el mapa sectorizado utilizamos un algoritmo "Goloso Miope", que cumplirá la precondición de la función objetivo para obtener potenciales cuadrantes que formarán un sector.

Luego estos cuadrantes volverán a ser procesados tomando como objetivo sólo la contigüidad, para obtener los sectores finales que son mostrados en el mapa sectorizado, donde cada sector estará formado por cuadrantes contiguos de acuerdo a los puntos delictivos definidos.

5. EL SISTEMA DE SECTORIZACIÓN

El software está desarrollado en lenguaje JAVA por ser multiplataforma y orientado a objetos [14], se ha trabajado utilizando el método de Larman para definir las clases y métodos. La institución maneja Windows y Linux; por tanto, se eligió Java para el desarrollo de la aplicación.

El software consiste en una aplicación de escritorio que permite el ingreso de denuncias, las cuales se almacenan en una base de datos para su análisis, obteniéndose con ello estadísticas delictivas de cada zona del mapa. Estas estadísticas pueden ser normales, de acuerdo a la modalidad delincencial en la cual se especifica el tipo de delito (robo, abuso sexual, abuso autoritario, maltrato infantil, etc.) [13]; o consulta por lugar de suceso. Una vez escogido uno de los tipos, se procede a escoger el rango de fechas para generar un reporte y un cuadro estadístico por cuadrantes del mapa del distrito (figura 1).

El sistema también puede generar estadísticas comparativas, donde compara los delitos ocurridos dentro de dos rangos de fechas en lugares específicos. A partir de estas estadísticas el sistema genera el mapa delincencial y agrupa los cuadrantes según la densidad delictiva definida en las estadísticas y de acuerdo a su cercanía en sectores (figura 1 y 2). En la figura 2, se observa el mapa del distrito dividido en cuadrantes y los puntos que determinan la densidad delictiva de cada cuadrante. Para la generación de reportes estadísticos se usó el JasperReport, el cual es una librería que nos permite la generación de informes de forma dinámica. Se escogió esta librería como generador de reportes por ser libre; está desarrollada completamente en Java y se integra con la librería usada para la generación de gráficos estadísticos (JFreeChart). Se utilizó iReport para diseñar los informes y JasperReport para manejar el contenido, el gestor de base de datos para efectos de pruebas fue MySQL.

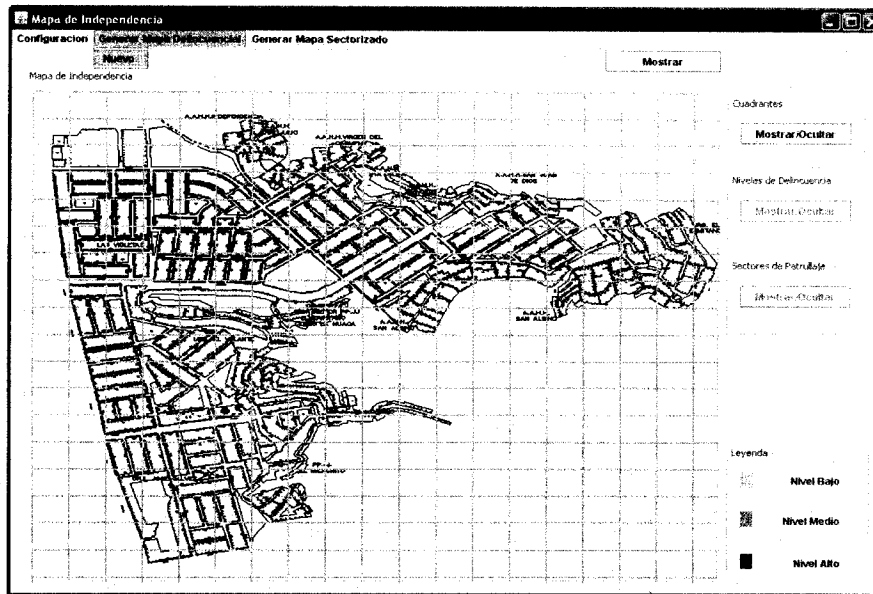


Fig. 1. Generación de cuadrantes: unidad mínima de terreno en el mapa (constante).

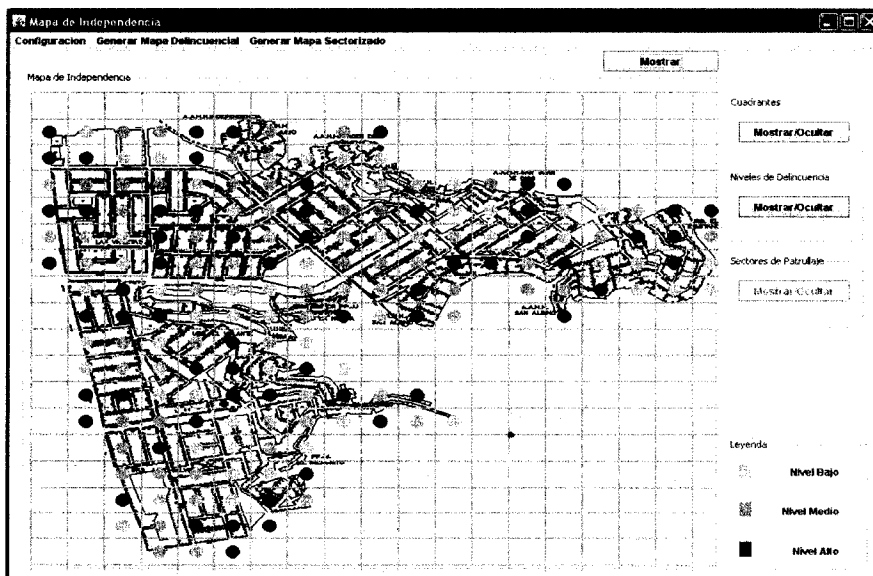


Fig. 2. Generación del mapa delictual, establecimiento de densidades delictivas.

También podemos observar en la figura 1, el establecimiento de los cuadrantes dentro del mapa. Estos cuadrantes son constantes y de tamaños iguales para todo el distrito. La figura 2 muestra el mapa delictual clasificado en 3 niveles (alto, medio y bajo que corresponde a los colores rojo naranja y verde

respectivamente) los cuales reflejan los reportes estadísticos obtenidos del historial de denuncias. Finalmente, en la figura 3 se muestra los sectores de patrullaje establecidos en base a los criterios definidos por la función objetivo. Estos sectores pueden ser asignados a las unidades de patrullaje para su recorrido.

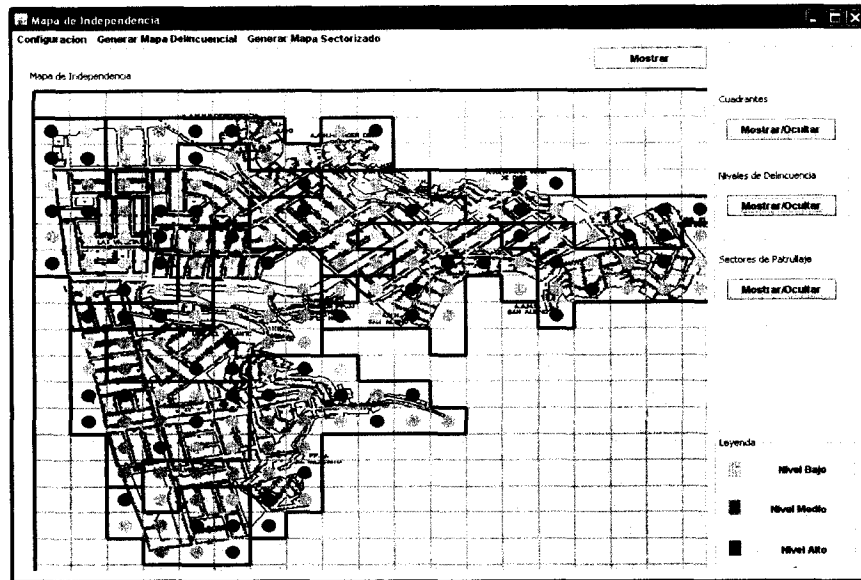


Fig. 3. Generación de sectores de patrullaje.

6. CONCLUSIONES

Existe múltiples soluciones en la literatura especializada que incluyen modelos y metodologías que tratan sobre el tema de distribución de recursos para la policía, pero cada uno de ellos se ajustan a realidades particulares, no existiendo una fórmula general para tratar dicho problema.

La distribución de las fuerzas policiales en las calles del distrito de Independencia no va acorde con el grado de delincuencia en un determinado punto. En el presente trabajo se ha propuesto una solución tecnológica que permite asignar de forma eficiente el número de patrullas móviles a un lugar según su grado de delincuencia; esto se logra a través de un mapa delincencial obtenido del histórico de denuncias, de forma que permita mejorar los servicios de seguridad ciudadana para el distrito de Independencia.

La función que se utiliza, inicialmente no considera la accesibilidad entre punto y punto, tampoco considera las entidades geográficas que deben quedar fuera de la sectorización (lagos, ríos, montañas, etc.), ni considera límites físicos naturales (carreteras, ferrocarriles, formaciones orográficas, etc.), para la delimitación de los sectores, ya que el

caso de estudio no lo amerita, sin embargo se está trabajando en esos puntos para mejorar la performance del sistema. En las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que el tiempo de patrullaje debe ser un parámetro adicional para mejorar el criterio de asignación de sectores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado como proyecto de carrera en el marco del curso: Taller de Proyectos II, en la Facultad de Sistemas e Informática de la Universidad Mayor de San Marcos, financiado por los propios alumnos y asesorado por el profesor a cargo. Queremos agradecer a las autoridades de la PNP, la comisaría del distrito de Independencia, docentes de la FISI-UNMSM, FISCT-UIGV, participantes del ELAVIO 2008 y SPC-Perú.

REFERENCIAS

- [1] L. Muyldermans, D. Cattrysse and D. Van Oudheusden. District design for arc-routing applications. *Journal of the Operational Research Society* (2003) 54, 1209–1221.
- [2] Kathryn A. Dowsland, Belarmino Adenso Díaz. Heuristic design and fundamentals of

- the Simulated Annealing. *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. No.19 (2003), pp. 93-102 ISSN: 1137-3601. © AEPIA
- [3] Herrmann, C. Monzón, R. Mariño, S. Bogado, V. Incremento de la función de mutación en los Algoritmos Genéticos aplicados a sectorización. Resumen: E-014. Universidad Nacional del Nordeste - *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2006.
- [4] Laura Chinchilla M. "Una adecuada alianza entre policía y comunidad para revertir la inseguridad". Ponencia presentada en el seminario "Diálogos sobre convivencia ciudadana", organizado por el banco interamericano de desarrollo santiago de chile, 13, 14 y 15 de octubre de 1999.
- [5] J. Marchán, G. Rojas. La sectorización de las redes de distribución de agua potable y su efecto multipropósito sobre la calidad de los servicios. 2006 –SUNASS.
- [6] Buenrostro o. Proyecto: Sectorización de las rutas de recolección de los residuos sólidos de la ciudad de Morelia, Michoacán. 2003 Departamento de Ordenamiento Territorial, Instituto de Geografía, UNAM- Ayuntamiento de Morelia-México.
- [7] J. Racero, E. Perez. Optimización del Sistema de rutas de recolección de sólidos domiciliarios. *X Congreso de Ingeniería de Organización*. Valencia-2006.
- [8] Bayley, David. (1984). "Community Policing in Japan and Singapore" mimeo, Conference paper, Australian Institute of Criminology, August 2nd and 3rd, 1984, Canberra.
- [9] H. Goldstein, *Problem-Oriented Policing*, New York, McGraw-Hill, 1990.
- [10] D'Amico, S.J., Wang, S-J, Batta, R., Rump, C.M.: Asimulated annealing approach to police district design. *Computers & Operations. Research* 29: 669-684, 2002.
- [11] Chaiken, Jan M. *Two Patrol Car Deployment Models: History of Use 1975-1979, Operations Research-DTIC* 1980.
- [12] Curtin, K.M., K. Hayslett-McCall, and F. Qiu, "Determining Optimal Police Patrol Areas with Maximal Covering and Backup Covering Location Models", *Networks and Spatial Economics*. Springer Science 2007.
- [13] Gerencia de Planificación, Racionalización y Estadística. Anuario estadístico 2006. Sistema de Información de Apoyo al Trabajo Fiscal. SIATF. Ministerio Público 2006.
- [14] J. I. Cao. El Ciclo de Vida Orientado a Objetos según el Método de Grady Booch. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software ISSN 1667-5002. RTIS Volumen 4, Nro 3, Pág. 1-16 Año 2002.
- [15] Jan M. Chaiken, P. Dormont. "Patrol Car allocation model: user's manual". The New York City rand institute, R-1786 September 1975.