

MODELO MATEMÁTICO DE ALGORITMO SOCIAL BASADO EN LA TEORÍA DE CONJUNTOS PARA LA RECOLECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE INTERESES DE COLONIAS HUMANAS

MATHEMATICAL MODEL OF SOCIAL ALGORITHM BASED ON SET THEORY TO THE COLLECTION AND IDENTIFICATION OF INTERESTS OF HUMAN COLONIES

Jonathan Torres¹
Carlos Ramírez²
Victor Tuesta³
Iván Mejía⁴
Halyn Álvarez⁵

Fecha de recepción: 17 de mayo 2016
Fecha de aceptación: 20 de setiembre 2016

Resumen

La importancia de conocer los intereses de las personas conlleva a recolectar información mediante mecanismos tradicionales como las encuestas y entrevistas, estos métodos son ineficientes, al momento de recolectar la mayor cantidad de intereses de las personas en tiempo, costo y alcance; por lo que se propone el desarrollo de un método automatizado que implemente un algoritmo social basado en colonias humanas, las cuales agruparán a turistas con intereses comunes.

Haciendo uso de la teoría de conjuntos, se formalizarán los diferentes escenarios del algoritmo social basado en colonias humanas, el cual servirá de base para ser implementado en sistemas computacionales haciendo uso de un lenguaje de programación. El algoritmo social cuenta con los siguientes componentes: USUARIO, COLONIA, MIEMBRO e INTERES; los componentes USUARIO, COLONIA y MIEMBRO pueden ser considerados conjuntos, donde los INTERESES son los elementos de conjuntos, los cuales serán cuantificados mediante el valor estadístico moda.

El componente que desencadena el flujo de intereses es el USUARIO cuando crea y se une a una COLONIA, es el USUARIO quién define los intereses de la COLONIA, convirtiéndose en un MIEMBRO de la COLONIA; además de estos escenarios el USUARIO podrá retirarse, abandonar o determinar su ubicación según el perímetro de la COLONIA (dentro o fuera), causando flujo de intereses en los componentes.

En este estudio se formaliza el escenario del algoritmo social, haciendo uso de la teoría de conjuntos y se propone un modelo matemático para calcular el valor moda del INTERES de cada uno de los componentes que agrupan intereses como son la COLONIA, USUARIO y MIEMBRO.

Palabras claves: algoritmo social, colonias humanas, modelo matemático, recolección e intereses.

¹ EAP Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Empresa de Tecnología Kiongo Inc S.A.C. Ing. Chiclayo. Lambayeque. Perú. jonathan@kiongo.com.

² EAP Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo CPC. Empresa de Tecnología Kiongo Inc S.A.C. Adm. Chiclayo. Lambayeque. Perú. cramirez@kiongo.com.

³ EAP Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Ing. Director de EAP Ingeniería de Sistemas de la Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. vtuesta@crece.uss.edu.pe.

⁴ EAP Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Ing. Docente a tiempo completo de la EAP Ingeniería de Sistemas de la Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. hmejia@crece.uss.edu.pe.

⁵ EAP Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Mg. Docente a tiempo parcial de la EAP Ingeniería de Sistemas de la Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. avasquezh@crece.uss.edu.pe.

Abstract

The importance of knowing the interests of people entails collecting information by traditional research instruments such as surveys, and interviews. These instruments are inefficient in time, cost, and scope when the highest number of interests of people is collected. For that reason, we propose developing an automated method which implements a social algorithm based on human colonies. This method will gather tourists with common interests.

Additionally, various scenarios of social algorithm based on human colonies will be formalized by set theory. This algorithm will be the basis for being implemented in computer systems by a programming language. The social algorithm has the following components, such as a USER, a COLONY, a MEMBER, and an INTEREST. Also, the USER, the COLONY, and the MEMBER can be considered as a set, and the INTEREST is the element of the set mentioned above, which will be quantified by statistical mode.

Furthermore, the USER is who triggers of flow of interests when it is created, and jointed to a COLONY. The USER turns into a MEMBER of the COLONY, because it defines the interests of the COLONY. In addition to these scenarios, the USER may withdraw, leave or determine its location according to perimeter of the COLONY (inside or outside) producing flow of interests in the parts.

By this study, the scenario of social algorithm is formalized by set theory and we propose a mathematical model to calculate statistical mode of INTEREST of each components which group interests such as COLONY, USER, and MEMBER.

Keywords: social algorithm, human colonies, mathematical model, collection, and interests.

1. Introducción

Teniendo como base la industria del turismo, se percibe que la recolección de información turística en el Perú se realiza a través de encuestas y entrevistas a los turistas que arriban a los diferentes destinos de nuestro país, esta forma de recolección es ineficiente en costo y tiempo, esto implica realizar las encuestas y procesarlas manualmente, para obtener resultados acerca de los intereses de los turistas.

En el transcurso de su vida las personas van cambiando de intereses, ese dinamismo hace que la encuesta o entrevista tenga validez en un tiempo determinado, pero al pasar el tiempo esta información ya no proporciona un indicador aceptable sobre sus intereses. Una posible solución podría ser la realización de una nueva encuesta, pero esto conlleva a un ciclo infinito de ineficiencia para recolectar intereses. Por esta razón se desarrolló un modelo de recolección de datos de los intereses de los turistas que haga más eficiente el proceso; esto mediante la aplicación de un algoritmo social de colonias humanas basado en la teoría de conjuntos, el cual agrupa a los turistas por grupos de interés geolocalizados.

En este trabajo se aborda la formalización del modelo matemático basado en la teoría de conjuntos, propiedades fundamentales de la matemática para definir los diferentes conjuntos que intervienen, como población de usuarios, intereses, miembros; además la representación por extensión y comprensión, e incluso la formalización en cuanto a los diferentes escenarios en creación de colonia, unir a colonia, generar empatía salir o abandonar la colonia además se tiene en cuenta el valor moda que se incrementa o disminuye según la acción en los diferentes escenarios.

2. Materiales y Metodología

La noción de conjunto intuitivamente se dice que es una colección o reunión de objetos abstractos o concretos (elementos), que guardan una característica común como, por ejemplo, los días de la semana, los países de América del Sur, en la presente investigación los elementos serán los usuarios que formarán colonias humanas considerando sus diferentes intereses.

Generalmente se denota a un conjunto con letras mayúsculas y a sus elementos mediante letras minúsculas separados por comas y encerrados con llaves.

La relación de pertenencia se establece esta relación sólo de elemento a conjunto y expresa si el elemento indicado forma parte o no del conjunto considerado.

“... pertenece a...” : \in

“... no pertenece a...” : \notin

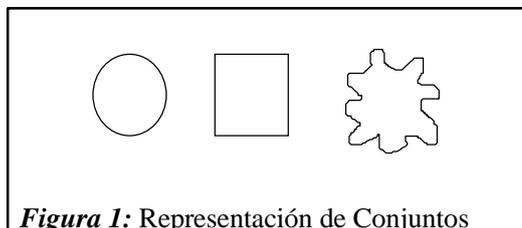
La determinación de un conjunto consiste en precisar correctamente que elementos forman parte del conjunto. Puede hacerse de dos formas:

Por Extensión (forma tabular) cuando se nombran todos y cada uno de los elementos. El orden en el cual son listados los elementos del conjunto no afecta el hecho de que pertenezcan a él.

Por Comprensión (forma constructiva) cuando se enuncia una propiedad que caracteriza a todos los elementos del conjunto, de tal manera que cada objeto que goza de la propiedad pertenece al conjunto y todo elemento del conjunto goza de la propiedad mencionada.

Respecto a los gráficos utilizamos los diagramas de VENN-EULER.

Son **regiones** planas limitadas por figuras geométricas cerradas que se utilizan para representar gráficamente a los conjuntos, así:

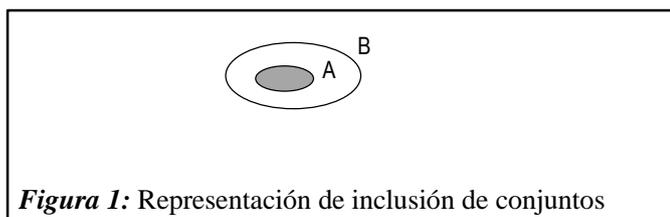


El número cardinal de un conjunto (A) nos indica la cantidad de elementos diferentes que posee y se denota por: $n(A)$.

La relación entre conjuntos como la inclusión \subset nos dice que A está incluido en otro conjunto B, si todos los elementos de A pertenecen a B. Se denota: $A \subset B$ el cual se lee “A está incluido en B” o “A es subconjunto de B” y su representación:

$$A \subset B \equiv \forall x \in A: x \in A \rightarrow x \in B$$

Gráficamente:



Observaciones:

*Todo conjunto está incluido en sí mismo o es subconjunto de sí mismo.

$$\forall A: A \subset A$$

*El conjunto vacío está incluido en todo conjunto.

$$\forall A: \emptyset \subset A$$

Una extensión de la teoría clásica de conjuntos, donde un elemento pertenece o no a un conjunto, tal elemento tiene solo 2 posibilidades, pertenecer o no, un elemento es bi-valuado y no se definen ambigüedades.

El Valor moda de una variable es la que más veces se repite.

3. Resultados

Con la ayuda de los siguientes pictográficos que muestran los escenarios del algoritmo social basado en colonias humanas; el cual se formaliza en base a la teoría de conjuntos y que tiene por objetivo recolectar de manera eficiente los intereses de los turistas, haciendo uso de las funcionalidades como:

- “Creación de Colonia”
- “Unirse a colonia”.
- “Empatía entre miembros”.
- “Retirarse del perímetro de la colonia”.
- “Entrar en el perímetro de la colonia”
- “Abandonar Colonia”.

Componentes del Algoritmo Social

1. Usuario

El USUARIO (Persona que usa la aplicación que implementa el algoritmo social basado en colonias humanas) es el componente desencadenador del algoritmo social, pues a través de la necesidad de formar parte de un grupo de personas, que comparten intereses comunes, este podrá crear colonias dentro del sistema.

Un USUARIO podrá crear colonias, unirse a colonias, generar empatías y recomendar intereses una vez que se convierte en un miembro de la colonia, retirarse del perímetro de la colonia y abandonar la colonia para no formar parte de esta.

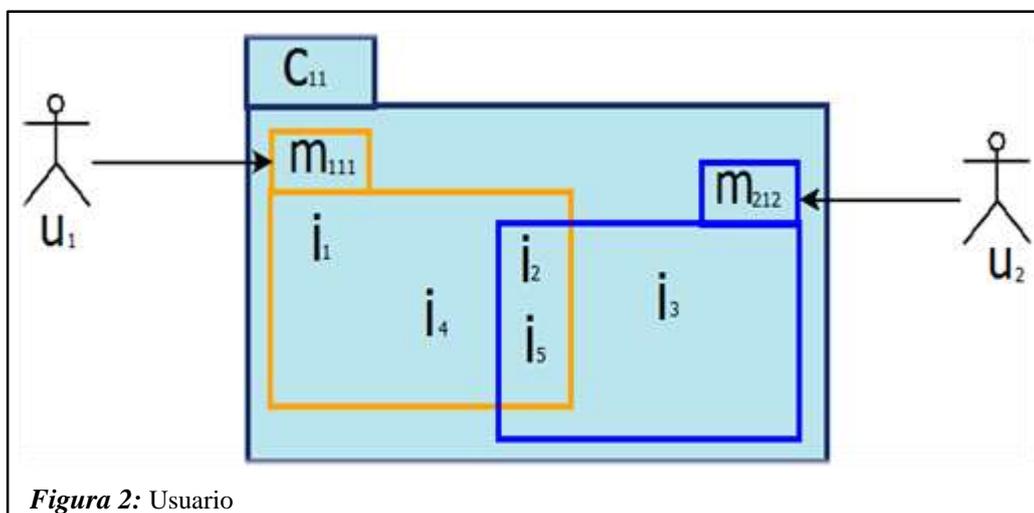


Figura 2: Usuario

En la Figura 3, el usuario “ u_1 ” al unirse a la colonia “ c_{11} ” se convierte en miembro “ m_{111} ” con los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ”, “ i_4 ”, “ i_5 ”

El usuario “ u_2 ” al entrar a la colonia “ c_{11} ” se transforma en miembro “ m_{212} ” con los intereses “ i_2 ”, “ i_3 ”, “ i_5 ”.

Formalización del Usuario:

Siendo “ P ” la población de personas que tienen un Smartphone, el cual viene siendo representado de la siguiente manera:

$$P = \{x/x \text{ es una persona que tiene un smartphome}\}$$

Entonces podemos formalizar el usuario de la siguiente manera:

Siendo “ U ” un subconjunto de “ P ”, el cual representa a las personas que tienen un Smartphone y tienen una cuenta activa en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, entonces podemos representar el conjunto U tanto por comprensión y por extensión de la siguiente forma:

Por comprensión:

$$U = \{x/x \text{ es una persona con smartphome y cuenta activa en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos}\}$$

Por extensión:

$$U = \{u_{1(-6.789025,-79.844246)}, u_{2(-6.789005,-79.844546)}, u_{3(-6.7890;405,-79.8443246)}, \dots, u_{a(lat,long)}\}$$

Donde:

a : Identificador único del usuario y el orden de registro en el sistema computacional.

lat : Latitud del punto geo localizado del usuario.

$long$: Longitud del punto geo localizado del usuario.

2. Colonia

Una colonia es un ente autónomo, creado por un usuario, con el objetivo de reunir a personas con intereses comunes, permitiéndoles interactuar socialmente dentro de ellas. Cuando el **usuario** crea o se une a una colonia se convierte en un **miembro** de colonia, dándole las facultades de interactuar con otros miembros de la misma colonia, es así como en la Figura 2 se observa a varios usuarios, convirtiéndose en miembros de la colonia.

Si llevamos el concepto de colonia al plano matemático, indicaremos que colonia es un conjunto de intereses y sus miembros son subconjuntos, como se puede observar en la Figura 2. La colonia, además de recolectar los intereses de los turistas, también tiene el propósito de medir la frecuencia con la que se repite un interés dentro de ella, haciendo uso del valor estadístico moda.

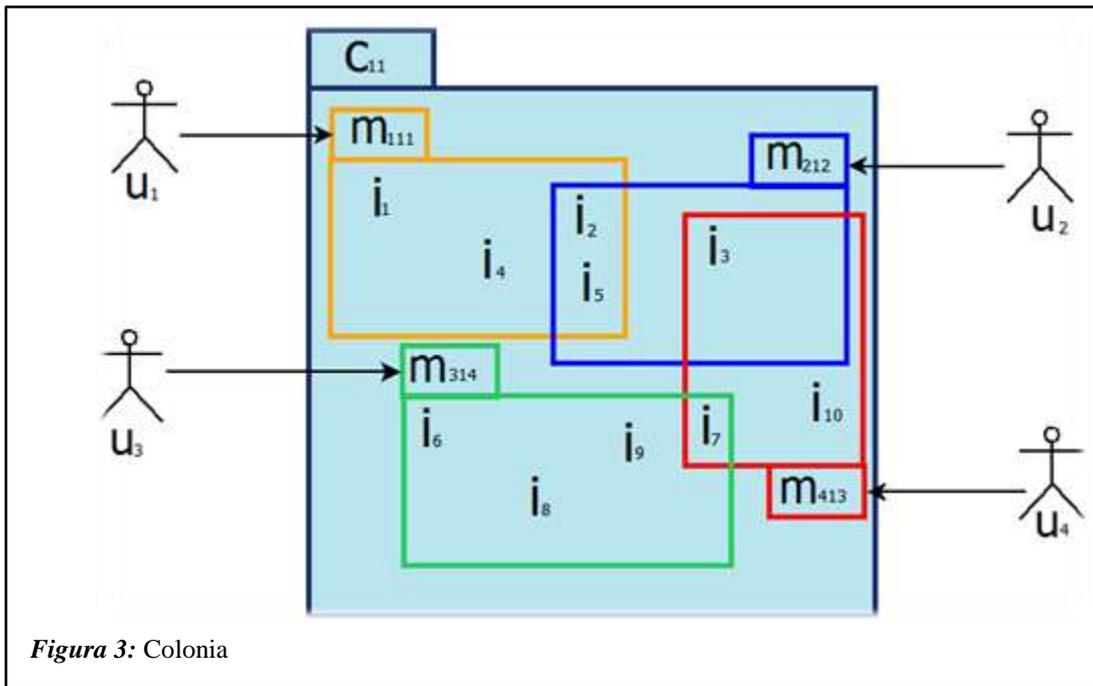


Figura 3: Colonia

Una colonia además de ser el ente que agrupa personas con intereses comunes, también ocupa una zona geográfica geo localizada como se observa en la Figura 4.

La geo localización de una colonia obliga al usuario a estar en la zona geográfica para crear o unirse a una colonia.

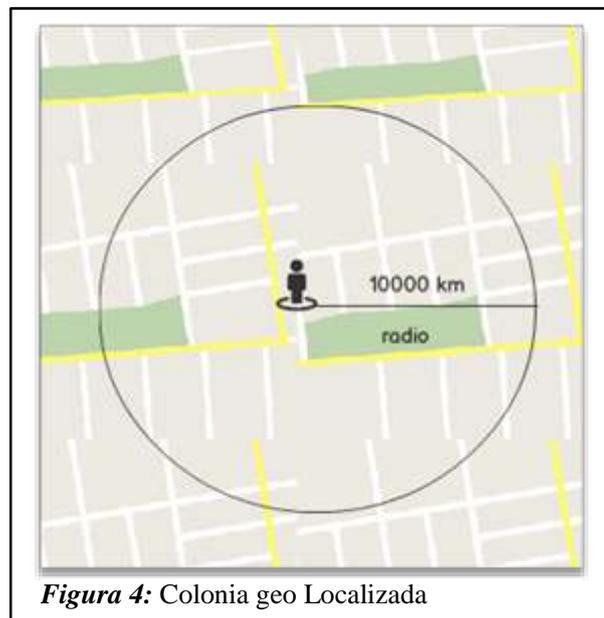


Figura 4: Colonia geo Localizada

Formalización de la Colonia:

Siendo “C” el conjunto que representa al universo de colonias creadas en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, el cual viene a estar representado de la forma siguiente tanto por comprensión como por extensión.

Por Comprensión:

$$C = \{x/x \text{ es una colonia creada en el sistema computacional que implementa el } \\ \textit{algoritmo social basado en teoría de conjuntos}\}$$

Por Extensión:

$$C = \{c_{11(-12.097074,-77.002425)_{10}}, c_{12(-12.097111,-77.002424)_{5,4}}, \\ c_{23(-12.097105,-77.002555)_{12.5}}, \dots, c_{aj(lat,long)_r}\}$$

Donde:

a: Identificador del usuario que creó la colonia.

j: Identificador único de la colonia y el orden de creación en el sistema computacional.

Lat: Latitud del punto geo localizado de la colonia.

Long: Longitud del punto geo localizado de la colonia.

r: Radio del perímetro de la colonia.

3. Miembros

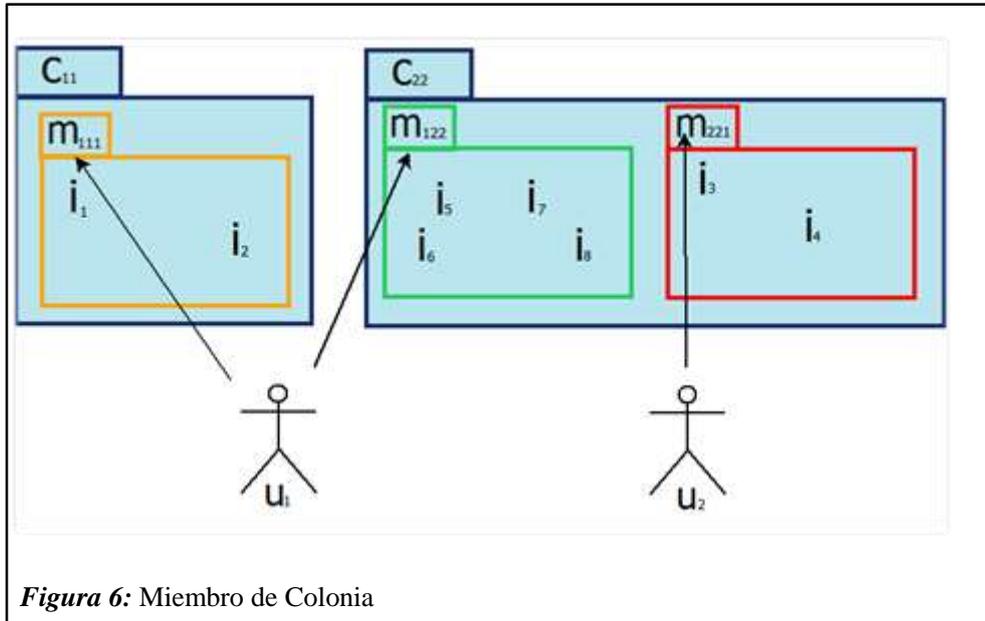
El usuario al crear o unirse a una colonia, se convierte en un miembro de colonia, dándole las facultades para interactuar con los demás miembros.

En el plano matemático, los miembros de las colonias son subconjuntos de la colonia que tiene por elementos a sus intereses, los cuales sufren un incremento de su valor moda, mediante el uso de funcionalidades como:

- **“Crear colonia”**: Funcionalidad que permite crear una colonia y convertirse en miembro de ésta. Esta funcionalidad permite inicializar el valor moda de los intereses seleccionados en 1.
- **“Unirse a colonia”**: Funcionalidad que permite unirse a una colonia y convertirse en miembro. Esta funcionalidad permite incrementar el valor moda de los intereses.
- **“Empatía entre miembros”**: Funcionalidad que permite sugerir intereses, mediante la aplicación de un algoritmo que verifica si hay una empatía entre dos miembros de una misma colonia. En una primera etapa esta empatía es del tipo comunicación, cuando el sistema comprueba que ha habido suficiente comunicación entre dos miembros de una colonia, verifica cuáles son los intereses comunes de los dos usuarios, miembros de la colonia, y elige al interés común con mayor valor moda de cada usuario. Estos intereses serán sugeridos a los miembros de la colonia a fin de incrementar el valor moda de los intereses de la colonia, miembros y usuarios turistas.
- **“Retirarse del perímetro de la colonia”**: Funcionalidad que permite verificar la geo localización de un miembro de colonia para saber si se encuentra dentro del perímetro de la colonia, con el objetivo de realizar una disminución en el valor moda de los intereses de la colonia, ya que este ya no se encuentra dentro de la zona de la colonia y sus intereses no son significativos para la colonia.
- **“Entrar en perímetro de la colonia”**: Funcionalidad que permite verificar la geo localización de un miembro de colonia para saber si se encuentra dentro del

perímetro de la colonia, con el objetivo de activar al miembro dentro de la colonia y agregarle los intereses del miembro a la colonia.

- **“Abandonar Colonia”:** Funcionalidad que permite eliminar la membresía dentro de una colonia; esta funcionalidad produce una disminución en el valor moda de los intereses de la colonia y desactiva al miembro para que este no pueda interactuar con demás miembros de la colonia.



En la Figura 6, el usuario “u₁” es miembro “m₁₁₁” de la colonia “c₁₁” y tiene los intereses “i₁” y “i₂” dentro de la misma, pero a la vez es miembro “m₁₂₂” de la colonia “c₂₂” y tiene los intereses “i₅”, “i₆”, “i₇” y “i₈”. La colonia “c₂₂” ha sido creada por el usuario “u₂”, quien dentro de la colonia es el miembro “m₂₂₁” con los intereses “i₃” y “i₄”.

Formalización del Miembro de colonia:

Siendo “M” el conjunto que representa al universo de miembros integrantes de las colonias existentes en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, el cual viene a estar representado de la forma siguiente tanto por comprensión como por extensión:

Por Comprensión:

$$M = \{x/x \text{ es un integrante único en cada colonia existente}$$

en el universo de colonias}

Por Extensión:

$$M = \{m_{111}, m_{212}, m_{313}, m_{421}, m_{122}, m_{331}, m_{541}, \dots, m_{a_jk}\}$$

Donde:

a: Identificador único del usuario.

j: Identificador único de la colonia y el orden de creación en el sistema computacional.

k : Identificador único de miembro en la colonia que integra y el orden de integrante en la colonia.

ajk : Es el identificador de cada miembro en el conjunto “M”.

4. Intereses

Los intereses son los elementos cuantificables dentro del algoritmo que permitirán realizar procesos estadísticos para identificar las principales necesidades de actividades turísticas.

En el plano matemático, los intereses son elementos de las colonias, miembros y usuarios, los cuales se comportan como conjuntos dentro del algoritmo social y a la vez son cuantificados a través de valor moda.

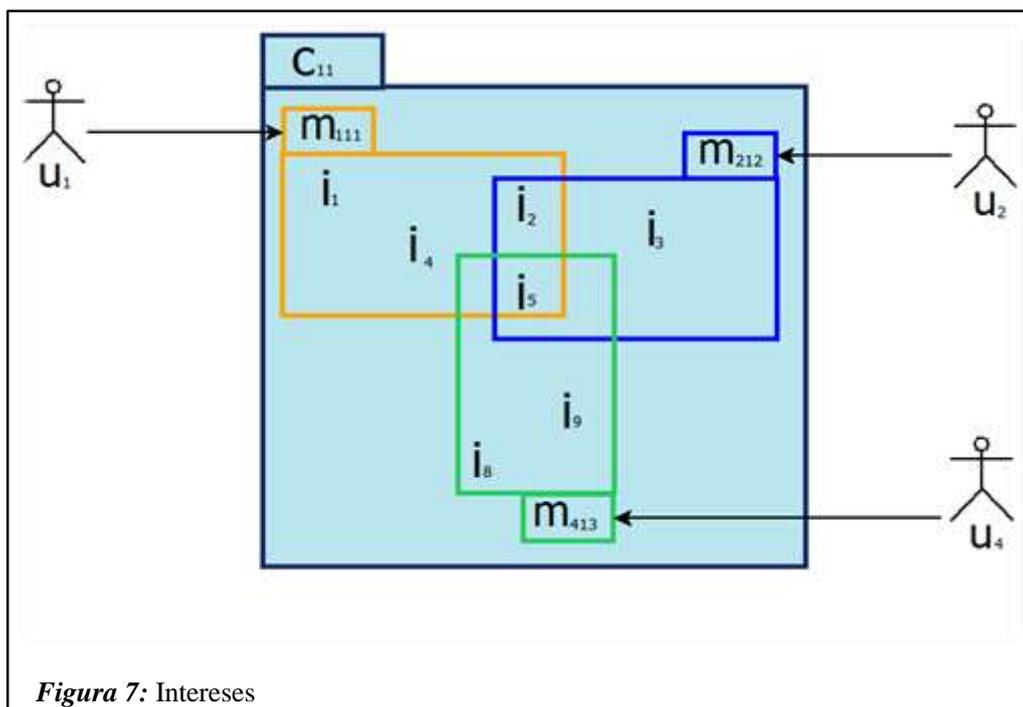


Figura 7: Intereses

En la Figura 7, se puede observar que el interés “ i_5 ” es común entre el Miembro “ m_{111} ”, Miembro “ m_{212} ” y Miembro “ m_{413} ”.

Se puede definir también que la intersección de los tres miembros es el interés “ i_5 ”

Formalización de Intereses:

Siendo “ I ” el conjunto que representa al universo de intereses existentes en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, el cual viene a estar representado de la forma siguiente tanto por comprensión como por extensión:

Por Comprensión:

$$I = \{x/x \text{ es un interés existente en el sistema computacional}\}$$

Por Extensión:

$$I = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, \dots, i_l\}$$

Donde:

l : Identificador único de interés en el universo de intereses.

Formalización de Interés de Colonia

Siendo I_{aj} el conjunto que representa al universo de intereses de una colonia c_{aj} existente en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, el cual viene a estar representado de la forma siguiente tanto por comprensión como por extensión:

Por Comprensión:

$$I_{aj} = \{x/x \text{ es un interés que pertenece a la colonia } c_{aj}\}$$

Representación de un interés que pertenece a una colonia c_{aj}

$$i_{jl_{Rm}} \in I_{aj}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

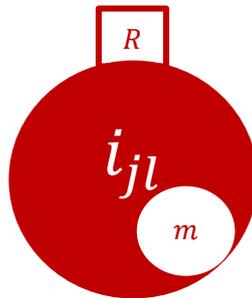
R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda del interés i_{jl}

Por Extensión:

$$I_{23} = \{i_{35_{120}}, i_{39_{215}}, i_{3(20)_{35}} \dots i_{3l_{Rm}}\}$$

Representación gráfica:



Formalización de Interés de Miembro

Siendo I_{ajk} el conjunto que representa al universo de intereses de un miembro m_{ajk} existente en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, el cual viene a estar representado de la forma siguiente tanto por comprensión como por extensión:

Por Comprensión:

$$I_{ajk} = \{x/x \text{ es un interés que pertenece al miembro } m_{ajk}\}$$

Representación de un interés que pertenece a un miembro m_{ajk}

$$i_{ajkl_{Sn}} \in I_{ajk}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

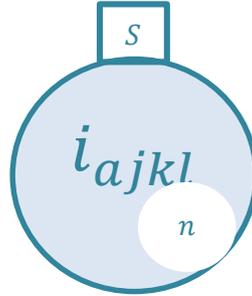
S : Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}

n : Valor moda del interés i_{ajkl}

Por Extensión:

$$I_{537} = \{i_{5377}_{112}, i_{537(12)_{27}}, i_{5379}_{32} \dots i_{537l_{5n}}\}$$

Representación gráfica:



Formalización de Interés de Usuario

Siendo I_a el conjunto que representa al universo de intereses de un usuario u_a existente en el sistema computacional que implementa el algoritmo social basado en teoría de conjuntos, el cual viene a estar representado de la forma siguiente tanto por comprensión como por extensión:

Por Comprensión:

$$I_a = \{x/x \text{ es un interés que pertenece al usuario } u_a\}$$

Representación de un interés que pertenece a un usuario u_a

$$i_{alPq} \in I_a$$

Donde:

i_{al} : Identificador único del interés i_l dentro del usuario u_a

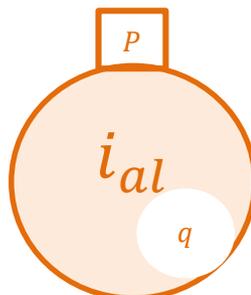
P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda del interés i_{al}

Por Extensión:

$$I_5 = \{i_{51}_{112}, i_{53}_{27}, i_{59}_{35} \dots i_{5l_{Pq}}\}$$

Representación gráfica:



Resultados en los diferentes Escenarios del Algoritmo Social

1. Escenario crear colonia

El **USUARIO** puede crear “n” colonias dentro del sistema, pero este no puede controlar o moderarla, ya que es un ente autónomo dentro del sistema, es decir que una vez creada no podrá ser borrada.

Para que un **USUARIO** cree una **COLONIA** debe definir un título, una breve descripción, definir los intereses iniciales de la colonia y el área geo localizada donde se ubica.

Formalización del escenario crear colonia:

$$\text{Para cada } u_{a(lat, long)} \in U \rightarrow \exists! c_{aj(lat', long')_r} \in C$$

El usuario agrega intereses i_l a la colonia, donde $i_l \in I$, estos mismos intereses son agregados al miembro y son comparados con los intereses del usuario, si no existen se agregan al usuario.

Los intereses i_l agregados a la colonia sufrirán un incremento en su valor moda, en todos los componentes (miembro, colonia y usuario).

Entonces podemos definir por comprensión el conjunto de intereses de la colonia representado por I_{aj} , el conjunto de intereses del miembro representado por I_{ajk} y el conjunto de intereses del usuario representado por I_a :

$$\begin{aligned} I_{aj} &= \left\{ i_{jl_{R_m}} / i_{jl_{R_m}} = i_l \wedge c_{aj(lat', long')_r} \subseteq C \right\} \\ I_{ajk} &= \left\{ i_{ajkl_{s_n}} / i_{ajkl_{s_n}} = i_l \wedge i_{ajkl_{s_n}} \in I_{aj} \right\} \\ I_a &= \left\{ i_{al_{p_q}} / i_{al_{p_q}} = i_l \wedge i_{al_{p_q}} \in I_{ajk} \right\} \end{aligned}$$

Donde lat' : *latitud* \wedge $long'$: *longitud*, tal que $r > 0$

A. Aplicación de creación de la colonia

En las siguientes líneas se describe la Figura 8 el cual permite entender el proceso que sigue el algoritmo en el sistema cuando un **USUARIO** crea una colonia.

1. El usuario “ u_1 ” crea una colonia “ c_{11} ” con los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ”; dentro de la colonia “ c_{11} ” estos intereses inician con valor moda “1” por ser intereses significativos para la colonia.
2. El usuario “ u_1 ” se convierte en miembro “ m_{111} ” y también adquiere los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ” inician con valor moda “1”.
3. Los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ” se agregan al perfil del usuario “ u_1 ” he inicializan con valor moda “1”.
4. La notación que usaremos para nombrar a un miembro dentro de una Colonia es m_{ajk} , la cual indica que el usuario “ u_1 ” es miembro “ m_{111} ” dentro de la colonia “ c_{11} ”.

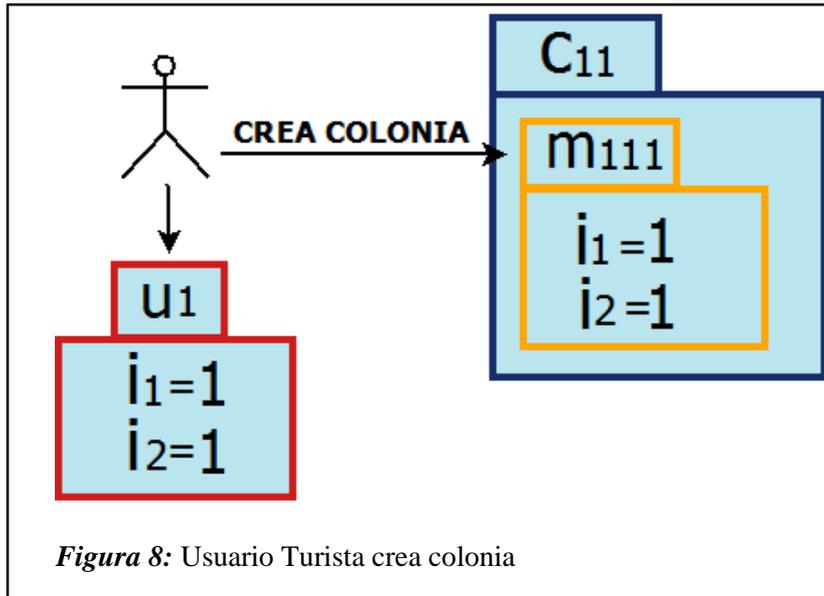


Figura 8: Usuario Turista crea colonia

B. El valor moda de los intereses tanto para la colonia, miembro y usuario se calcularán a través de las siguientes fórmulas.

1. Calculando valor moda de los intereses de la Colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jlR_m} \in I_{aj}$ entonces

$$VMI(i_{jlR_m}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow m = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia e impar en operaciones que disminuyen el valor

Moda de los intereses de la colonia (Para el escenario de crear colonia Ψ es par).

$$z: \begin{cases} 0, \text{ si } i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, \text{ si } i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

2. Calculando valor moda de los intereses del Miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M$, $\exists i_{ajklS_n} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajklS_n}) = zn + d \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow n = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

S : Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}

n : Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d : Es "+1" cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es "0" cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entrar en perímetro de colonia o abandona la colonia.

z : Es 0 si $i_{ajkl} \notin I_{ajk} \vee 1$ si $i_{ajkl} \in I_{ajk}$

3. Calculando valor moda de los intereses del Usuario:

Siendo $u_{a(lat, long)} \in U$, $\exists i_{alP_q} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{alP_q}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow q = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{al} : Identificador único del interés i_l en el usuario u_a

P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda actual del interés i_{al}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (*Para el escenario de crear colonia Ψ es par*).

$$z: \begin{cases} 0 \text{ si } i_{al} \notin I_a \\ 1 \text{ si } i_{al} \in I_a \end{cases}$$

En la tabla 1 se muestran los intereses y sus respectivos valores moda en el **USUARIO, COLONIA y MIEMBRO**.

Tabla 1

Valores moda de los intereses de usuario, colonia y miembro después de crear colonia

LEYENDA					
USUARIO		COLONIA		MIEMBRO	
	u_1		c_{11}		m_{111}
I	V.M	I	V.M	I	V.M
i_1	1	i_1	1	i_1	1
i_2	1	i_2	1	i_2	1

2. Escenario usuario se une a colonia

El USUARIO, puede unirse a “n” colonias, el único requisito es estar geo localizado dentro del perímetro de la colonia, ya que las colonias vendría hacer zonas geográficas.

Cuando un USUARIO se une a una colonia debe seleccionar los intereses por lo que se está uniendo a la colonia y si desea puede agregar un nuevo interés a la colonia.

Formalización del escenario unir a colonia:

Para cualquier $u_{a(lat, long)} \in U$ se podrá unir a una colonia siempre que cumpla lo siguiente:

$$u_{a'(lat', long')} \notin c_{aj(lat, long)_r} \wedge distancia(u_{a'(lat', long')}, c_{aj(lat, long)_r}) \leq r$$

El usuario selecciona intereses i_{jlR_m} de la colonia, donde

$$i_{jlR_m} \in I_{aj}; \text{ Además también pueden agregar nuevos intereses } i_l \text{ a la colonia,}$$

Donde

$$i_l \in I \wedge i_l \notin I_{aj}$$

Los intereses seleccionados de la colonia y los nuevos agregados sufrirán un incremento en su valor moda, en todos los componentes (miembro, colonia y usuario).
Entonces podemos definir por comprensión el conjunto de intereses de la colonia representado por I_{aj} , el conjunto de intereses del miembro representado por I_{ajk} y el conjunto de intereses del usuario representado por I_a :

$$I_{aj} = \left\{ i_{jl_{Rm}} / i_{jl_{Rm}} = i_l \wedge c_{aj(lat',long')_r} \subseteq C \right\}$$

$$I_{ajk} = \left\{ i_{ajkl_{sn}} / i_{ajkl_{sn}} = i_l \wedge i_{ajkl_{sn}} \in I_{aj} \right\}$$

$$I_a = \left\{ i_{al_{pq}} / i_{al_{pq}} = i_l \wedge i_{al_{pq}} \in I_{ajk} \right\}$$

Donde lat' : *latitud* \wedge $long'$: *longitud*, tal que $r > 0$

A. Aplicación de unir a la colonia

En las siguientes líneas se describe la Figura 9 el cual permite entender el proceso que sigue el algoritmo en el sistema cuando un USUARIO se une a colonia.

1. El usuario “ u_2 ” tiene en su perfil los intereses “ i_5 ”, “ i_6 ” con valores “X”, “Y” respectivamente, los cuales podrían haber obtenido este valor al interactuar con otras colonias; El usuario “ u_2 ” se une a la colonia “ c_{11} ” seleccionando los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ”, y además agrega un nuevo interés “ i_3 ”
2. Los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ” incrementar su valor moda en “1” dentro de la colonia “ c_{11} ” por ser intereses significativos elegidos por el usuario “ u_2 ”.
3. El nuevo interés “ i_3 ” se agrega a la colonia e inicializa su valor moda en “1”.
4. El usuario “ u_2 ” se convierte en miembro “ m_{212} ” y adquiere los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ”, “ i_3 ” e inicializan con valor moda “1”.
5. Los intereses “ i_1 ”, “ i_2 ”, “ i_3 ” pasan al perfil del usuario “ u_2 ” e inician con valor 1; si los intereses ya existieran incrementan su valor moda en “1”.
6. El valor de la moda de los intereses “ i_5 ” y “ i_6 ” del usuario turista “ u_2 ” han sido representados por las variables “X” y “Y”, puesto que su valor no es significativo para el ejemplo.

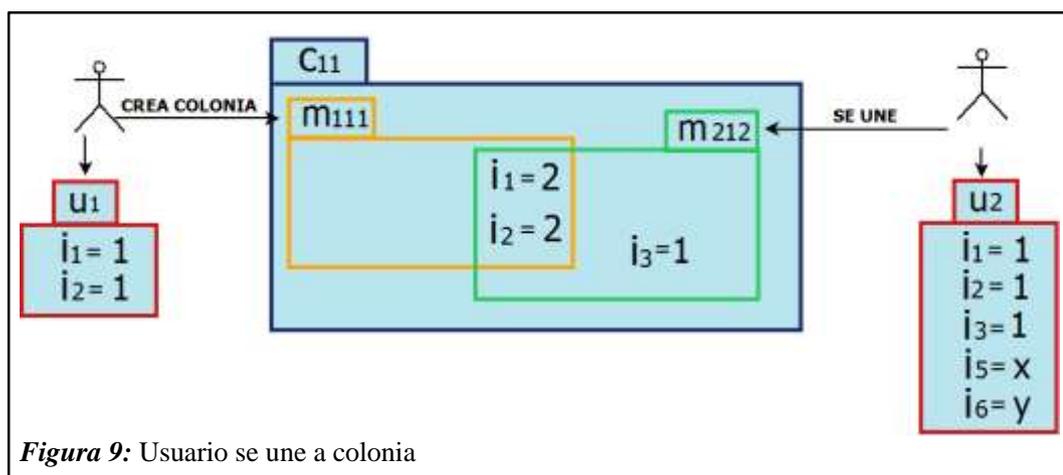


Figura 9: Usuario se une a colonia

B. El valor moda de los intereses tanto para la colonia, miembro y usuario se calcularán a través de las siguientes fórmulas.

1. Calculando valor moda de los intereses de la Colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jl_{R_m}} \in I_{aj}$ entonces:

$$VMI(i_{jl_{R_m}}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajkl_{S_n}}) \begin{cases} si\ z = 0 \rightarrow m = 0 \\ si\ z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (Para el escenario de unirse a colonia Ψ es par).

$$z: \begin{cases} 0, si\ i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, si\ i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

2. Calculando valor moda de los intereses del Miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M$, $\exists i_{ajkl_{S_n}} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajkl_{S_n}}) = zn + d \begin{cases} si\ z = 0 \rightarrow n = 0 \\ si\ z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

S : Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}

n : Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d : Es "+1" cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es "0" cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entrar en perímetro de colonia o abandona la colonia.

z : Es 0 si $i_{ajkl} \notin I_{ajk} \vee 1$ si $i_{ajkl} \in I_{ajk}$

3. Calculando valor moda de los intereses del Usuario:

Siendo $u_{a(lat, long)} \in U$, $\exists i_{al_{P_q}} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{al_{P_q}}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajkl_{S_n}}) \begin{cases} si\ z = 0 \rightarrow q = 0 \\ si\ z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{al} : Identificador único del interés i_l en el usuario u_a

P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda actual del interés i_{al}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (Para el escenario de unirse a colonia Ψ es par).

$$z: \begin{cases} 0\ si\ i_{al} \notin I_a \\ 1\ si\ i_{al} \in I_a \end{cases}$$

En la tabla 2 se muestran los intereses (I) y sus respectivos valores moda (V.M) en el USUARIO, COLONIA y MIEMBRO.

Tabla 2

Valores moda de los intereses de usuario, colonia y miembro después de unir a colonia

LEYENDA										
USUARIO				COLONIA				MIEMBRO		
u_1		u_2		c_{11}		m_{111}		m_{212}		
I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	
i_1	1	i_1	1	i_1	2	i_1	1	i_1	1	
i_2	1	i_2	1	i_2	2	i_2	1	i_2	1	
		I_3	1	I_3	1			I_3	1	
		I_5	X							
		I_6	Y							

3. Escenario miembros de colonia generan empatía

La empatía es la relación que establecen dos miembros de colonia; dentro del sistema la primera forma de empatía es medir el número de veces que dos miembros establecen comunicación, esto con el objetivo de desplegar el algoritmo de empatía, el cual sugiere que se comparen los intereses de los dos usuarios que son miembros de colonia y se comparen su intereses en común, con el objetivo de agregar nuevos intereses a la colonia o reforzar los ya existentes.

Formalización del escenario al generar empatía

Siendo R_n una relación, que representa la comunicación que establecen dos miembros de una colonia $c_{aj(lat, long)_r}$ donde el subíndice n representa la cantidad de ternas y comunicaciones establecidas entre dos miembros de una colonia.

Siendo m_{ajk} y m_{gjh} miembros de la colonia $c_{aj(lat, long)_r}$, entonces representaremos la relación de comunicación entre ambos miembros de la siguiente forma:

$$R_n(k, h)_j \text{ donde } k > h$$

Siendo m_{ajk} y m_{gjh} miembros de la colonia $c_{aj(lat, long)_r}$, entonces definimos la relación $R_n(k, h)_j$ para acumular de manera dinámica en el tiempo una terna de elementos que representan la cantidad de veces que los miembros se han comunicado.

En el siguiente cuadro representamos la relación de comunicación $R_n(k, h)_j$ de los miembros m_{ajk} y m_{gjh} y como va variando en el tiempo.

Tabla 3

Cuadro de relaciones de comunicación en el tiempo entre miembros k y h de colonia j

TIEMPO	RELACION	TERNAS
t_0	$R_1(k, h)_j$	$\{(k, h, \overline{1kh})\}$
t_1	$R_2(k, h)_j$	$\{(k, h, \overline{1kh}), (h, k, \overline{2kh})\}$
t_2	$R_3(k, h)_j$	$\{(k, h, \overline{1kh}), (h, k, \overline{2kh}), (h, k, \overline{3kh})\}$
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
t_n	$R_n(k, h)_j$	$\{(k, h, \overline{1kh}), (h, k, \overline{2kh}), (h, k, \overline{3kh}) \dots (h, k, \overline{nhk})\}$

A partir de la tabla 3 podemos formalizar lo siguiente:

Dados los miembros m_{ajk} y m_{gjh} de la colonia $c_{aj(lat, long)_r}$, entonces podemos definir los conjuntos:

$$\begin{aligned} K &= \{k\} \\ H &= \{h\} \\ B &= \{\overline{1kh}, \overline{2kh}, \overline{3kh}, \overline{4kh}, \overline{5kh}, \overline{6kh}, \dots, \overline{nh}\} \end{aligned}$$

Los cuales permiten definir la relación $R_n(k, h)_j$

$$R_n(k, h)_j = \{ (k, h, \overline{nh}) \in K \times H \times B \vee (h, k, \overline{nh}) \in H \times K \times B / k \neq h \wedge k > h \} \cup R_{n-1}(k, h)_j$$

La relación $R_n(k, h)_j$ lanzará el algoritmo de empatía si cumple la siguiente condición:

$$\exists \text{ empatía entre miembro } m_{ajk} \text{ y } m_{gjh} \text{ en } R_n(k, h)_j \text{ si } n = 5^\circ$$

Al existir empatía se realizan las siguientes operaciones:

*Si m_{ajk} es el usuarios $u_{a(lat, long)}$ entonces
el conjunto de intereses de $u_{a(lat, long)}$ es I_a y
 m_{gjh} es el usuario $u_{g(lat', long')}$ entonces
el conjunto de intereses de $u_{g(lat', long')}$ es I_g*

Cuando se genera la empatía entre m_{ajk} y m_{gjh} se intersectan los conjuntos de interés de los usuarios $u_{a(lat, long)}$ y $u_{g(lat', long')}$ con lo cual el conjunto de intereses comunes a ambos usuarios se define como:

$$\begin{aligned} I_{comunes} &= I_a \cap I_g \\ \text{Sabido que } I_{comunes} &\subseteq I_a \rightarrow \text{Seleccionar el interes si cumple} \\ i_{alpq} &\in I_{comunes} \wedge \text{Max}(VMI_{comunes}) = VMI(i_{alpq}) \\ \text{Sabido que } I_{comunes} &\subseteq I_g \rightarrow \text{Seleccionar el interes si cumple} \\ i_{gl_{yx}} &\in I_{comunes} \wedge \text{Max}(VMI_{comunes}) = VMI(i_{gl_{yx}}) \end{aligned}$$

Entonces el interés i_{alpq} es sugerido al miembro m_{gjh} y a los demás miembros de la $c_{aj(lat, long)_r}$, al igual que el interés $i_{gl_{yx}}$ es sugerido al miembro m_{ajk} y a los demás miembros de la $c_{aj(lat, long)_r}$, los miembros pueden aceptar o rechazar los intereses sugeridos, con lo cual existe un recálculo en la moda de los intereses.

Los dos intereses generados por la empatía de los miembros de la colonia sufrirán un incremento en su valor moda en sus componentes Colonia y Usuario si y solo algún miembro acepta el interés sugerido, si el interés es rechazado, no hay incremento o decremento en el valor moda del interés de los componentes (miembro, colonia y usuario).

Entonces podemos definir por comprensión el conjunto de intereses de la colonia representado por I_{aj} , el conjunto de intereses del miembro representado por I_{ajk} y el conjunto de intereses del usuario representado por I_a :

$$\begin{aligned} I_{aj} &= \{ i_{jl_{R_m}} / i_{jl_{R_m}} = i_l \wedge c_{aj(lat', long')_r} \subseteq C \} \\ I_{ajk} &= \{ i_{ajkl_{s_n}} / i_{ajkl_{s_n}} = i_l \wedge i_{ajkl_{s_n}} \in I_{aj} \} \\ I_a &= \{ i_{alpq} / i_{alpq} = i_l \wedge i_{alpq} \in I_{ajk} \} \end{aligned}$$

A. Aplicación de generar empatía

En las siguientes líneas se describe la Figura 10, el cual permite entender el proceso que sigue el algoritmo en el sistema cuando dos miembros de colonia generan empatía.

1. Para generar empatía dos miembros deben establecer una comunicación bilateral por 5 veces, este evento despliega el algoritmo de empatía en el sistema, el cual compara los intereses de cada usuario.
2. En tiempo “ t_0 ” los miembros “ m_{111} ” y “ m_{212} ” generan empatía dentro de la colonia “ c_{11} ”, desencadenando de esta manera el algoritmo de empatía; el algoritmo de empatía analiza los intereses que tienen en común los usuarios “ u_1 ” y “ u_2 ” correspondientes a los miembros “ m_{111} ” y “ m_{212} ” respectivamente y se eligen los intereses con mayor valor de moda de cada usuario $\text{Max (VMI}_a)$. Donde I_a representa los intereses del usuario u_a .
3. En este caso los intereses en común seleccionados por el algoritmo son **i_5 con $\text{Max (VMI}_1) = 39$** e **i_1 con $\text{Max (VMI}_2) = 19$** , pertenecientes a los usuarios u_1 y u_2 respectivamente.
4. Los intereses con más valor moda pueden ser los mismos o diferentes para cada usuario.
5. En el tiempo “ t_1 ” y “ t_2 ” los usuarios “ u_1 ” y “ u_2 ” reciben una sugerencia cada uno acerca del interés que fue seleccionado por cada uno de ellos de manera opuesta, es decir al “ u_1 ” se le notifica el interés seleccionado del perfil de “ u_2 ” y a “ u_2 ” se le notifica el interés seleccionado del perfil de “ u_1 ”; esta sugerencia puede ser aceptada o rechazada; si se acepta la sugerencia el interés incrementa en 1 su valor moda dentro del perfil del usuario; en la colonia si no existiera se agrega y empieza su valor moda en 1 y en su perfil de miembro también se agrega y empieza en 1. En el caso que el interés si existiera en la colonia este solo incrementa su valor en 1 dentro de la colonia y en el perfil de miembro se agrega con valor 1 si no existiera, pero si ya existe solo se incrementa su valor en 1.
6. Para el ejemplo en el tiempo “ t_1 ” el usuario “ u_1 ” recibe la sugerencia del interés “ i_1 ”, el cual acepta en el tiempo “ t_3 ”. Cuando el usuario “ u_1 ” acepta el interés sugerido, el valor moda del interés “ i_1 ” en su perfil usuario incrementa en 1, a la vez que también se incrementa en 1 en su perfil de miembro “ m_{111} ” y en la colonia “ c_{11} ”.
7. Para el ejemplo en el tiempo “ t_2 ” el usuario “ u_2 ” recibe la sugerencia del interés “ i_5 ”, el cual acepta en el tiempo “ t_4 ”. Cuando el usuario “ u_2 ” acepta el interés sugerido, el valor moda del interés “ i_5 ” en su perfil de usuario incrementa en 1, a la vez que el interés “ i_5 ” se agrega a la colonia “ c_{11} ” y al perfil del miembro “ m_{212} ” con valor 1 en cada perfil.
8. Después de notificar a los usuarios que generaron la empatía, la colonia notificará mediante una sugerencia si los intereses generados por la empatía de los miembros son de su agrado o no, de esta manera ira incrementado su valor moda en los perfiles de los usuario, colonia y miembro.
9. Para el ejemplo el único miembro de la colonia “ c_{11} ” al que la colonia notificaría los intereses “ i_1 ” e “ i_5 ” es el miembro “ m_{313} ”; el cual acepta el interés “ i_5 ” en el tiempo “ t_7 ”, agregando a su perfil de usuario el interés “ i_5 ” con valor moda 1, en la colonia “ c_{11} ” el interés “ i_5 ” incrementa su valor en 1 y se agrega al perfil de miembro “ m_{313} ” también en 1. En el caso del interés “ i_1 ” el miembro “ m_{313} ” lo rechaza en el tiempo “ t_8 ” sin producir alguna agregación de intereses o incremento del valor moda en los intereses.
10. Cuando uno o dos de los usuarios tiene dos o más intereses con igual valor moda en sus perfiles de usuarios, el algoritmo seleccionara el interés de manera aleatoria de los intereses que tienen mismo valor moda.

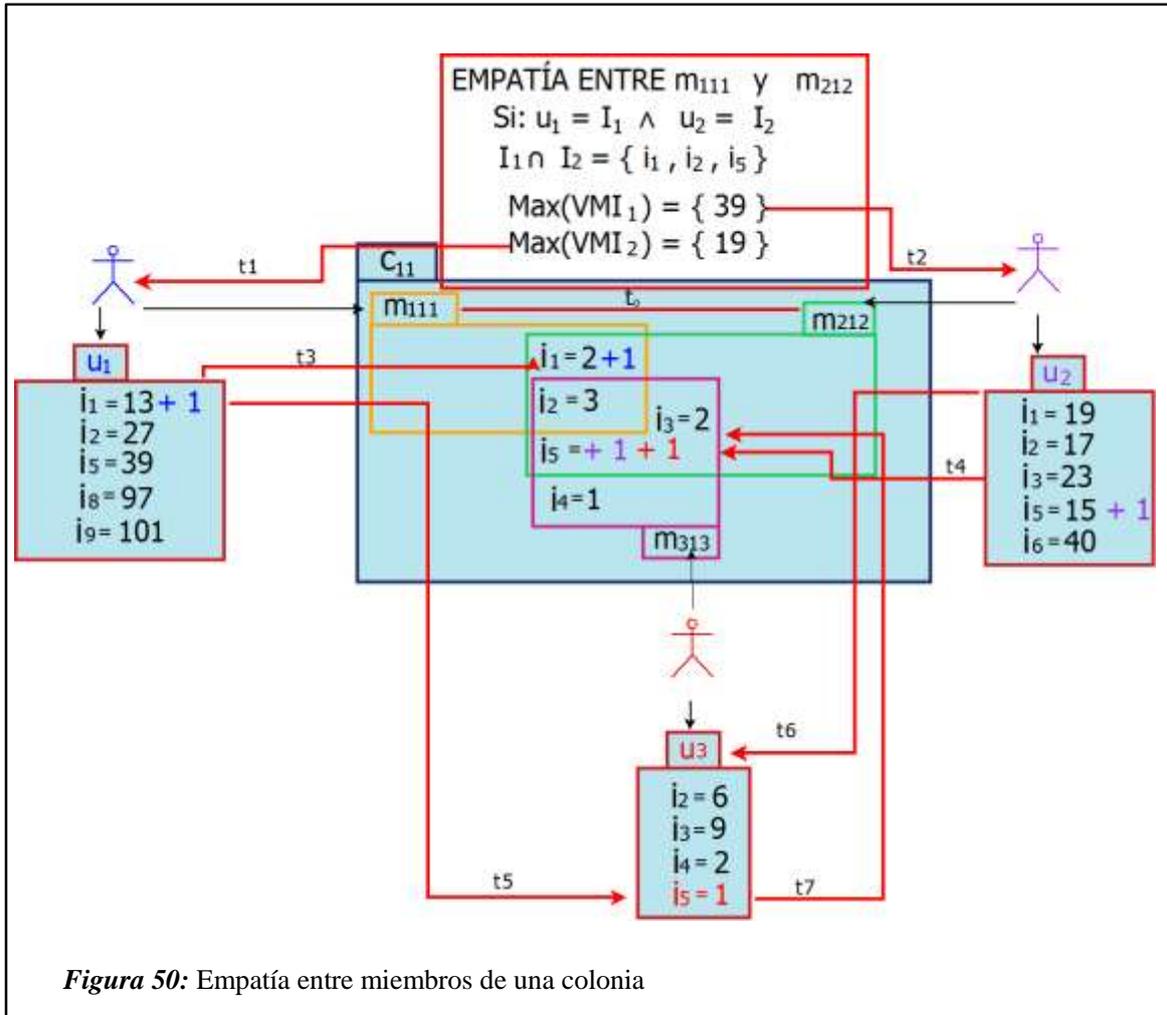


Figura 50: Empatía entre miembros de una colonia

B. El valor moda de los intereses tanto para la colonia, miembro y usuario se calcularán a través de las siguientes fórmulas.

1. Calculando valor moda de los intereses de la Colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jlR_m} \in I_{aj}$ entonces

$$VMI(i_{jlR_m}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow m = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia e impar en operaciones que disminuyen el valor

Moda de los intereses de la colonia (Para el escenario de empatía entre dos miembros de la colonia Ψ es par).

$$z: \begin{cases} 0, \text{ si } i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, \text{ si } i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

2. Calculando valor moda de los intereses del Miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M$, $\exists i_{ajkl_{s_n}} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajkl_{s_n}}) = zn + d \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow n = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

- i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}
- S: Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}
- n: Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d: Es “+1” cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es “0” cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entra en perímetro de colonia o abandona la colonia.

z: Es 0 si $i_{ajkl} \notin I_{ajk} \vee 1$ si $i_{ajkl} \in I_{ajk}$

3. Calculando valor moda de los intereses del Usuario:

Siendo $u_{a(lat, long)} \in U$, $\exists i_{al_{p_q}} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{al_{p_q}}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajkl_{s_n}}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow q = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

- i_{al} : Identificador único del interés i_l en el usuario u_a
- P: Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a
- q: Valor moda actual del interés i_{al}
- Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (Para el escenario de empatía entre dos miembros de la colonia Ψ es par).
- z: $\begin{cases} 0 \text{ si } i_{al} \notin I_a \\ 1 \text{ si } i_{al} \in I_a \end{cases}$

En la tabla 4 se muestran los intereses (I) y sus respectivos valores moda (V.M) en el USUARIO, COLONIA y MIEMBRO.

Tabla 4

Valores moda de los intereses de usuario, colonia y miembro después de la empatía

		LEYENDA											
USUARIO		COLONIA				MIEMBRO							
u_1	u_2	u_3	c_{11}	m_{111}	m_{212}	m_{313}							
I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	VM
i_1	14	i_1	19	i_2	6	i_1	3	i_1	2	i_1	1		
i_2	27	i_2	17	i_3	9	i_2	3	i_2	1	i_2	1	i_2	1
i_5	39	i_3	23	i_4	2	i_3	2			i_3	1	i_3	1
i_8	97	i_5	16	i_5	1	i_4	1					i_4	1
i_9	101	i_6	40			i_5	2			i_5	1	i_5	1

4. Escenario miembro se retira del perímetro de la colonia

Esta funcionalidad del algoritmo se activa cuando se verifica que un miembro de la colonia esta fuera del rango o perímetro geo localizado de la colonia, permitiendo de esta manera disminuir el valor moda de los intereses de la colonia y desactivando los intereses del miembro, ya que estos no son significativos para la colonia al no ubicarse dentro del perímetro de la colonia.

Formalización del escenario miembro retirado del perímetro de la colonia:

Siendo el usuario $u_{a(lat, long)}$ miembro m_{ajk} de la colonia $c_{aj(lat, long)_r}$ se considera que el miembro esta fuera del perímetro de la colonia si cumple:

$$m_{ajk} \in c_{aj(lat, long)_r} \wedge distancia \left(u_{a'(lat', long')}, c_{aj(lat, long)_r} \right) > r$$

El conjunto de intereses I_{ajk} del miembro m_{ajk} serán seleccionados para producir un decremento en los componentes colonia y usuario en un valor igual al $VMI(i_{ajkl_{s_n}})$

Entonces podemos definir por comprensión el conjunto de intereses de la colonia representado por I_{aj} , el conjunto de intereses del miembro representado por I_{ajk} y el conjunto de intereses del usuario representado por I_a :

$$\begin{aligned} I_{aj} &= \left\{ i_{jl_{R_m}} / i_{jl_{R_m}} = i_l \wedge c_{aj(lat', long')_r} \subseteq C \right\} \\ I_{ajk} &= \left\{ i_{ajkl_{s_n}} / i_{ajkl_{s_n}} = i_l \wedge i_{ajkl_{s_n}} \in I_{aj} \right\} \\ I_a &= \left\{ i_{al_{p_q}} / i_{al_{p_q}} = i_l \wedge i_{al_{p_q}} \in I_{ajk} \right\} \end{aligned}$$

Donde lat' : *latitud* \wedge $long'$: *longitud*, tal que $r > 0$

A. Aplicación de miembro retirado del perímetro de la colonia

En las siguientes líneas se describe la Figura 11 el cual permite entender el proceso que sigue el algoritmo en el sistema cuando un miembro sale del perímetro de la colonia.

1. El usuario “u₃” que es miembro “m₃₁₃” en la colonia “c₁₁”, sale del perímetro de la colonia “c₁₁”
2. Los intereses de la colonia “c₁₁” disminuyen su valor moda en un valor equitativo al valor moda de los intereses del miembro “m₃₁₃”.
3. El interés “i₂” disminuye en 1 su valor moda dentro de la colonia “c₁₁”, ya que ese es el valor moda del interés en el perfil del miembro “m₃₁₃”.
4. El interés “i₃” disminuye en 1 su valor moda dentro de la colonia “c₁₁”, ya que ese es el valor moda del interés en el perfil del miembro “m₃₁₃”.
5. El interés “i₄” disminuye en 1 su valor moda dentro de la colonia “c₁₁”, ya que ese es valor moda del interés en el perfil del miembro “m₃₁₃”.
6. El interés “i₅” disminuye en 1 su valor moda dentro de la colonia “c₁₁”, ya que ese es valor moda del interés en el perfil del miembro “m₃₁₃”.
7. El miembro “m₃₁₃” dentro de la colonia “c₁₁” pasará a estado Inactivo
8. Los intereses del “u₃” se mantienen con los valores moda si alteraciones, pues el sigue siendo miembro de la colonia “c₁₁”.

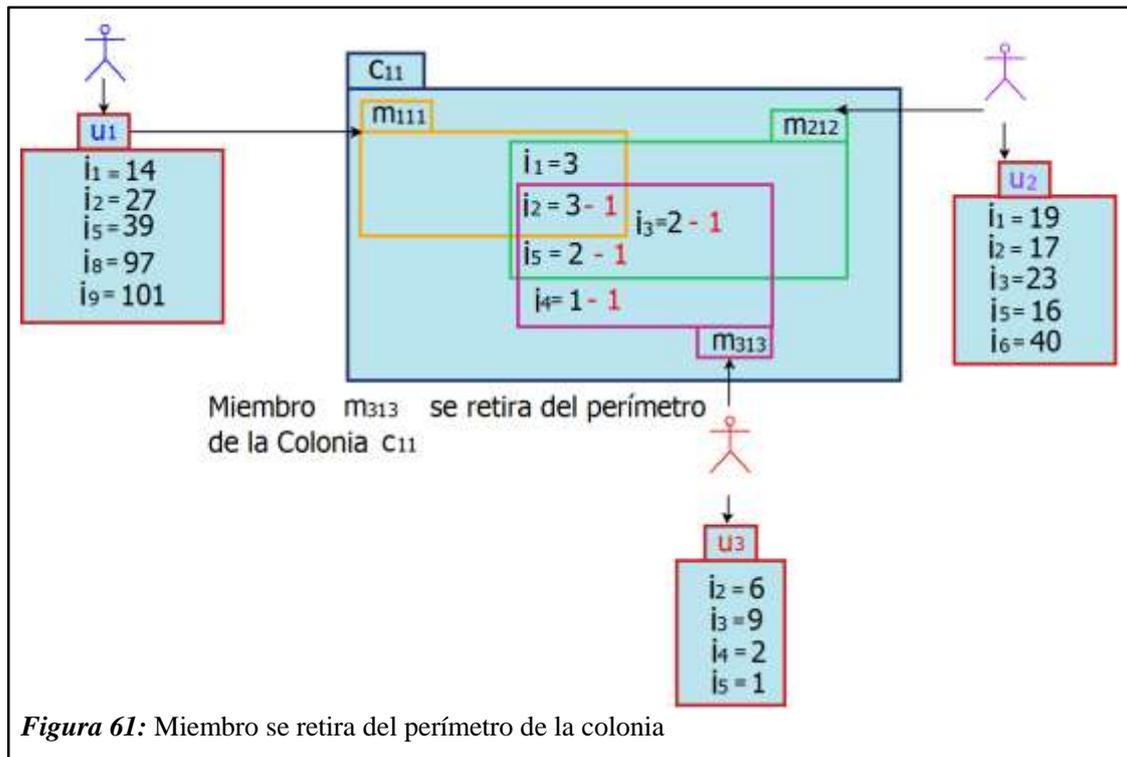


Figura 61: Miembro se retira del perímetro de la colonia

B. El valor moda de los intereses tanto para la colonia, miembro y usuario se calcularán a través de las siguientes fórmulas.

1. Calculando valor moda de los intereses de la Colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jlR_m} \in I_{aj}$ entonces

$$VMI(i_{jlR_m}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow m = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia e impar en operaciones que disminuyen el valor Moda de los intereses de la colonia (Para el escenario miembro se retira del perímetro de la colonia Ψ es impar).

$$z: \begin{cases} 0, & \text{si } i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, & \text{si } i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

2. Calculando valor moda de los intereses del Miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M$, $\exists i_{ajklS_n} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajklS_n}) = zn + d \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow n = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

S : Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}

n : Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d : Es “+1” cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es “0” cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entra en perímetro de colonia o abandona la colonia.

z : Es 0 si $i_{ajkl} \notin I_{ajk} \vee 1$ si $i_{ajkl} \in I_{ajk}$

3. Calculando valor moda de los intereses del Usuario:

Siendo $u_{a(lat, long)} \in U$, $\exists i_{alP_q} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{alP_q}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow q = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{al} : Identificador único del interés i_l en el usuario u_a

P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda actual del interés i_{al}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (Para el escenario miembro se retira del perímetro de la colonia Ψ es impar).

z : $\begin{cases} 0 \text{ si } i_{al} \notin I_a \\ 1 \text{ si } i_{al} \in I_a \end{cases}$

En la tabla 5 se muestran los intereses (I) y sus respectivos valores moda (V.M) en el USUARIO, COLONIA y MIEMBRO

Tabla 5

Valores moda de los intereses de usuario, colonia y miembro después de la salir del perímetro de la colonia

LEYENDA													
USUARIO						COLONIA				MIEMBRO			
u_1		u_2		u_3		c_{11}		m_{111}		m_{212}		m_{313}	
I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	VM
i_1	14	i_1	19	i_2	6	i_1	3	i_1	2	i_1	1		
i_2	27	i_2	17	i_3	9	i_2	2	i_2	1	i_2	1	i_2	1
i_5	39	i_3	23	i_4	2	i_3	1			i_3	1	i_3	1
i_8	97	i_5	16	i_5	1	i_4	0					i_4	1
i_9	101	i_6	40			i_5	1			i_5	1	i_5	1

5. Escenario miembro entra al perímetro de la colonia

Esta funcionalidad del algoritmo se ejecuta cuando se verifica que un miembro de la colonia vuelve a estar dentro del rango o perímetro geo localizado de la colonia, permitiendo de esta manera incrementar el valor moda de los intereses de la colonia y activando al miembro y a sus intereses.

Formalización del escenario miembro entra al perímetro de la colonia:

Siendo el usuario $u_{a(lat, long)}$ miembro m_{ajk} de la colonia $c_{aj(lat, long)_r}$ se considera que el miembro está dentro del perímetro de la colonia si cumple:

$$m_{ajk} \in c_{aj(lat, long)_r} \wedge distancia(u_{a'(lat', long')}, c_{aj(lat, long)_r}) \leq r$$

El conjunto de intereses I_{ajk} del miembro m_{ajk} serán seleccionados para producir un incremento en los componentes colonia y usuario en un valor igual al $VMI(i_{ajkl_{s_n}})$

Entonces podemos definir por comprensión el conjunto de intereses de la colonia representado por I_{aj} , el conjunto de intereses del miembro representado por I_{ajk} y el conjunto de intereses del usuario representado por I_a :

$$I_{aj} = \{i_{jl_{R_m}} / i_{jl_{R_m}} = i_l \wedge c_{aj(lat', long')_r} \subseteq C\}$$

$$I_{ajk} = \{i_{ajkl_{s_n}} / i_{ajkl_{s_n}} = i_l \wedge i_{ajkl_{s_n}} \in I_{aj}\}$$

$$I_a = \{i_{al_{p_q}} / i_{al_{p_q}} = i_l \wedge i_{al_{p_q}} \in I_{ajk}\}$$

Donde lat' : *latitud* \wedge $long'$: *longitud*, tal que $r > 0$

A. Aplicación de miembro entra en el perímetro de la colonia

En las siguientes líneas se describe la Figura 12 el cual permite entender el proceso que sigue el algoritmo en el sistema cuando un miembro vuelve a ingresar.

1. El usuario “ u_3 ” que es miembro “ m_{313} ” en la colonia “ c_{11} ”, ingresa al perímetro de la colonia “ c_{11} ”
2. Los intereses de la colonia “ c_{11} ” incrementar su valor moda en un valor equitativo al valor moda de los intereses del miembro “ m_{313} ”.
3. El interés “ i_2 ” incrementa en 1 su valor moda dentro de la colonia “ c_{11} ”, ya que ese es el valor moda del interés en el perfil del miembro “ m_{313} ”.
4. El interés “ i_3 ” incrementa en 1 su valor moda dentro de la colonia “ c_{11} ”, ya que ese es el valor moda del interés en el perfil del miembro “ m_{313} ”.
5. El interés “ i_4 ” incrementa en 1 su valor moda dentro de la colonia “ c_{11} ”, ya que ese es valor moda del interés en el perfil del miembro “ m_{313} ”.
6. El interés “ i_5 ” incrementa en 1 su valor moda dentro de la colonia “ c_{11} ”, ya que ese es valor moda del interés en el perfil del miembro “ m_{313} ”.
7. El miembro “ m_{313} ” dentro de la colonia “ c_{11} ” pasará a estado Activo.
8. Los intereses del “ u_3 ” se mantienen con los valores moda si alteraciones, pues el sigue siendo miembro de la colonia “ c_{11} ”.

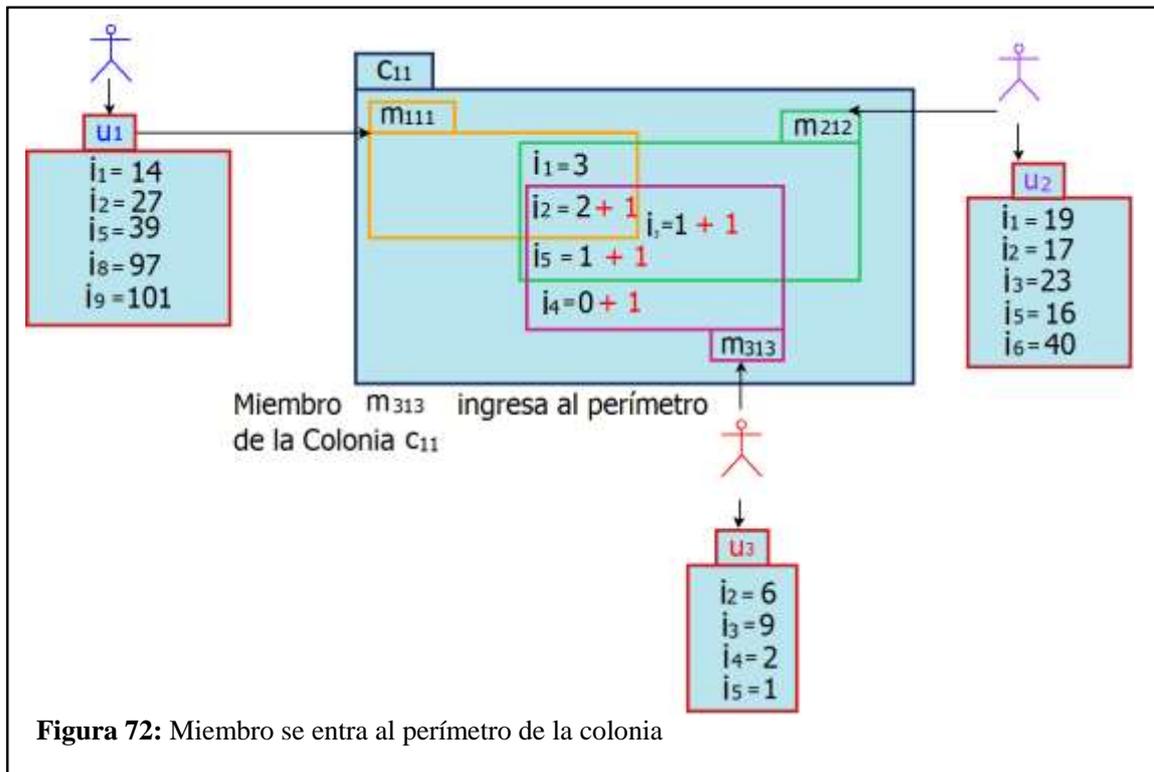


Figura 72: Miembro se entra al perímetro de la colonia

B. El valor moda de los intereses tanto para la colonia, miembro y usuario se calcularán a través de las siguientes formulas.

1. Calculando valor moda de los intereses de la Colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jlR_m} \in I_{aj}$ entonces

$$VMI(i_{jlR_m}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow m = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia e impar en operaciones que disminuyen el valor

Moda de los intereses de la colonia (Para el escenario miembro entra en el perímetro de la colonia Ψ es par).

$$z: \begin{cases} 0, & \text{si } i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, & \text{si } i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

2. Calculando valor moda de los intereses del Miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M$, $\exists i_{ajklS_n} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajklS_n}) = zn + d \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow n = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

S : Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}

n : Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d : Es “+1” cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es “0” cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entra en perímetro de colonia o abandona la colonia.

z : Es 0 si $i_{ajkl} \notin I_{ajk} \vee 1$ si $i_{ajkl} \in I_{ajk}$

3. Calculando valor moda de los intereses del Usuario:

Siendo $u_{a(lat, long)} \in U$, $\exists i_{alP_q} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{alP_q}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow q = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{al} : Identificador único del interés i_l en el usuario u_a

P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda actual del interés i_{al}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (Para el escenario miembro entra en el perímetro de la colonia Ψ es par).

z : $\begin{cases} 0 \text{ si } i_{al} \notin I_a \\ 1 \text{ si } i_{al} \in I_a \end{cases}$

En la tabla 6 se muestran los intereses (I) y sus respectivos valores moda (V.M) en el USUARIO, COLONIA y MIEMBRO.

Tabla 6

Valores moda de los intereses de usuario, colonia y miembro después de perímetro reingresar perímetro de la colonia

LEYENDA													
USUARIO						COLONIA				MIEMBRO			
u_1		u_2		u_3		c_{11}		m_{111}		m_{212}		m_{313}	
I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	VM
i_1	14	i_1	19	i_2	6	i_1	3	i_1	2	i_1	1		
i_2	27	i_2	17	i_3	9	i_2	3	i_2	1	i_2	1	i_2	1
i_5	39	i_3	23	i_4	2	i_3	2			i_3	1	i_3	1
i_8	97	i_5	16	i_5	1	i_4	1					i_4	1
i_9	101	i_6	40			i_5	2			i_5	1	i_5	1

6. Escenario miembro abandona colonia

Esta funcionalidad del algoritmo se activa cuando un miembro de la colonia ya no quiere pertenecer a la colonia, disminuyendo el valor moda de los intereses del usuario y la colonia y desactivando los intereses del miembro, ya que estos no son significativos para la colonia al no ser parte de la colonia.

Formalización del escenario miembro abandona la colonia:

Siendo el usuario $u_{a(lat, long)}$ miembro m_{ajk} de la colonia $c_{aj(lat, long)_r}$ se considera que el miembro abandona la colonia si cumple:

$$m_{ajk} \notin c_{aj(lat, long)_r}$$

El conjunto de intereses I_{ajk} del miembro m_{ajk} serán seleccionados para producir un decremento en los componentes colonia y usuario en un valor igual al $VMI(i_{ajkl_{sn}})$, se elimina la membresía de m_{ajk} y sus intereses quedan con su ultimo valor moda en histórico.

Entonces podemos definir por comprensión el conjunto de intereses de la colonia representado por I_{aj} , el conjunto de intereses del miembro representado por I_{ajk} y el conjunto de intereses del usuario representado por I_a :

$$I_{aj} = \{ i_{jl_{Rm}} / i_{jl_{Rm}} = i_l \wedge c_{aj(lat', long')_r} \subseteq C \}$$

$$I_{ajk} = \{ i_{ajkl_{sn}} / i_{ajkl_{sn}} = i_l \wedge i_{ajkl_{sn}} \in I_{aj} \}$$

$$I_a = \{ i_{al_{pq}} / i_{al_{pq}} = i_l \wedge i_{al_{pq}} \in I_{ajk} \}$$

Donde lat' : *latitud* \wedge $long'$: *longitud* , tal que $r > 0$

A. Aplicación de miembro abandona la colonia

En las siguientes líneas se describe la Figura 13 el cual permite entender el proceso que sigue el algoritmo en el sistema cuando un miembro ya no quiere formar parte de la colonia.

1. El usuario “u₁“, que es miembro “m₁₁₁” en la colonia “c₁”, abandona la membresía en la colonia.
2. Los intereses de la colonia “c₁” disminuyen su valor moda en un valor equitativo al valor moda de los intereses del miembro “m₁₁₁”.
3. Los intereses del usuario “u₁” disminuyen su valor moda en un valor equitativo al valor moda de los intereses del miembro “m₁₁₁”.
4. El interés “i₁” disminuye en 2 su valor moda dentro de la colonia “c₁” y el usuario “u₁”, ya que ese es valor moda del interés en el perfil del miembro “m₁₁₁”.
5. El interés “i₂” disminuye en 1 su valor moda dentro de la colonia “c₁” y el usuario “u₁”, ya que ese es valor moda del interés en el perfil del miembro “m₁₁₁”.
6. El miembro “m₁₁₁” dentro de la colonia “c₁” pasara a estado Inactivo y nunca más se volverá activar, si el usuario “u₁” quiere volver a ser miembro se generará un nuevo código de membresía a fin de mantener un histórico.

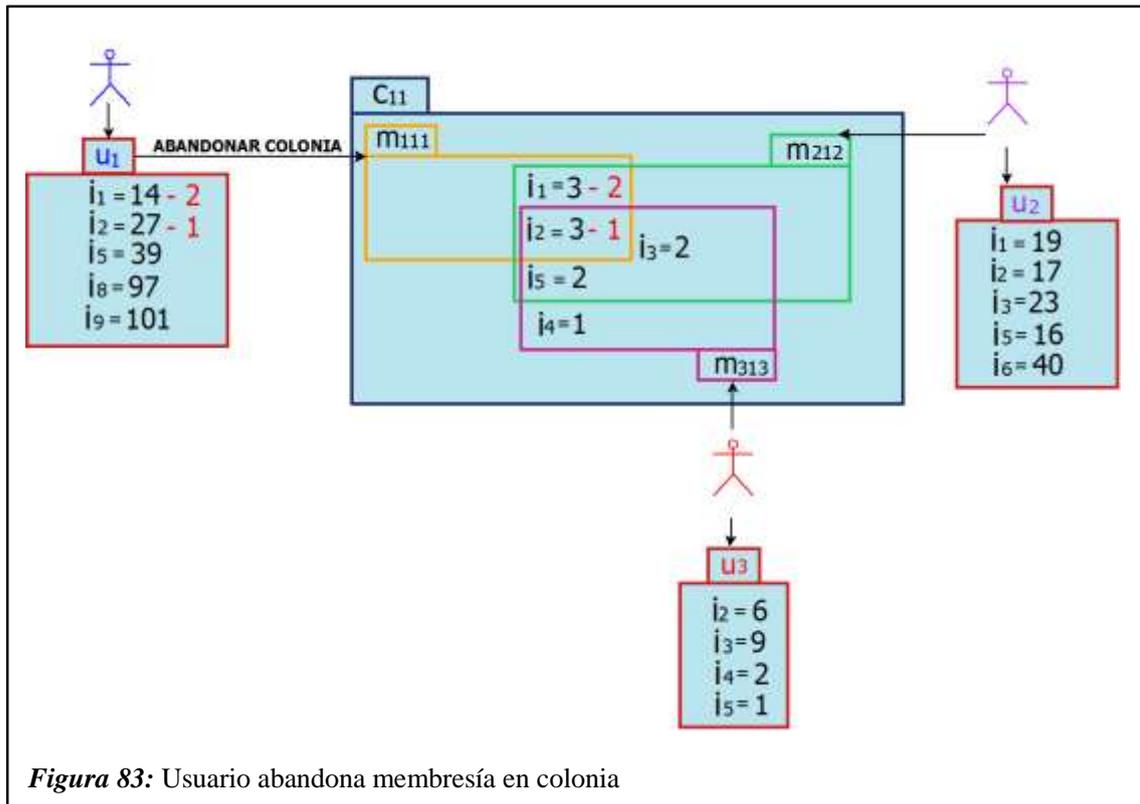


Figura 83: Usuario abandona membresía en colonia

B. El valor moda de los intereses tanto para la colonia, miembro y usuario se calcularán a través de las siguientes formulas.

1. Calculando valor moda de los intereses de la Colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jl_{R_m}} \in I_{aj}$ entonces

$$VMI(i_{jl_{R_m}}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajkl_{S_n}}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow m = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden del ingreso del interés i_l a la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia e impar en operaciones que disminuyen el valor

Moda de los intereses de la colonia (Para el escenario miembro abandona la colonia Ψ es impar).

$$z: \begin{cases} 0, \text{ si } i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, \text{ si } i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

2. Calculando valor moda de los intereses del Miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M$, $\exists i_{ajkl_{S_n}} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajkl_{S_n}}) = zn + d \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow n = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

S : Orden del ingreso del interés i_l al miembro m_{ajk}

n : Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d : Es “+1” cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es “0” cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entra en perímetro de colonia o abandona la colonia.

z : Es 0 si $i_{ajkl} \notin I_{ajk} \vee 1$ si $i_{ajkl} \in I_{ajk}$

3. Calculando valor moda de los intereses del Usuario:

Siendo $u_{a(lat, long)} \in U$, $\exists i_{alP_q} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{alP_q}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow q = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{al} : Identificador único del interés i_l en el usuario u_a

P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda actual del interés i_{al}

Ψ : Es par para operaciones que incrementan el valor moda de los intereses de la colonia he impar en operaciones que disminuyen el valor moda de los interés de la colonia (Para el escenario miembro abandona la colonia Ψ es impar).

z : $\begin{cases} 0 \text{ si } i_{al} \notin I_a \\ 1 \text{ si } i_{al} \in I_a \end{cases}$

En la tabla 7 se muestran los intereses (I) y sus respectivos valores moda (V.M) en el USUARIO, COLONIA y MIEMBRO

Tabla 7

Usuario abandona membresía en colonia

LEYENDA													
USUARIO						COLONIA				MIEMBRO			
u_1		u_2		u_3		c_{11}		m_{111}		m_{212}		m_{313}	
I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	V.M	I	VM
I1	14-2	I1	19	I2	6	I1	3-2	I1	2	I1	1		
I2	27-1	I2	17	I3	9	I2	3-1	I2	1	I2	1	I2	1
I5	39	I3	23	I4	2	I3	2			I3	1	I3	1
I8	97	I5	16	I5	1	I4	1					I4	1
I9	101	I6	40			I5	2			I5	1	I5	1

7. Generalización del modelo matemático

Se puede observar que en todos los escenarios las fórmulas para el cálculo del valor moda de los intereses se repite, para cual podemos generalizar las fórmulas para los diferentes escenarios del algoritmo social:

Calculando valor moda de los intereses de la colonia:

Siendo $c_{aj(lat, long)_r} \in C$, $\exists i_{jlR_m} \in I_{aj}$ entonces

$$VMI(i_{jlR_m}) = zm + (-1)^\Psi VMI(i_{ajklS_n}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow m = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow m > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{jl} : Identificador único de interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

R : Orden de ingreso del interés i_l dentro de la colonia c_{aj}

m : Valor moda actual del interés i_{jl}

$$\Psi: \begin{cases} 1, \text{ para escenarios 4 y 6} \\ 2, \text{ para escenarios 1,2,3 y 5} \end{cases}$$

$$z: \begin{cases} 0, \text{ Si } i_{jl} \notin I_{aj} \\ 1, \text{ Si } i_{jl} \in I_{aj} \end{cases}$$

Calculando valor moda de los intereses del miembro:

Siendo $m_{ajk} \in M, \exists i_{ajkl_{S_n}} \in I_{ajk}$ entonces

$$VMI(i_{ajkl_{S_n}}) = zn + d \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow n = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow n > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{ajkl} : Identificador único de interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

S : Orden de ingreso del interés i_l dentro del miembro m_{ajk}

n : Valor moda actual del interés i_{ajkl}

d : Es “1” cuando el miembro crea colonia, se une a colonia o acepta una interés por empatía y es “0” cuando el miembro se retira de colonia, rechaza interés por empatía, entrar en perímetro de colonia o abandona la colonia.

$$z: \begin{cases} 0, \text{ Si } i_{ajkl} \notin I_{ajk} \\ 1, \text{ Si } i_{ajkl} \in I_{ajk} \end{cases}$$

Calculando valor moda de los intereses del usuario:

Siendo $u_a(lat, long) \in U, \exists i_{alP_q} \in I_a$ entonces

$$VMI(i_{alP_q}) = zq + (-1)^\Psi VMI(i_{ajkl_{S_n}}) \begin{cases} \text{si } z = 0 \rightarrow q = 0 \\ \text{si } z = 1 \rightarrow q > 0 \end{cases}$$

Donde:

i_{al} : Identificador único de interés i_l en el usuario u_a

P : Orden del ingreso del interés i_l al usuario u_a

q : Valor moda actual del interés i_{al}

$$\Psi: \begin{cases} 1, \text{ para escenarios 4 y 6} \\ 2, \text{ para escenarios 1,2,3 y 5} \end{cases}$$

$$z: \begin{cases} 0, \text{ Si } i_{al} \notin I_a \\ 1, \text{ Si } i_{al} \in I_a \end{cases}$$

4. Discusión

El modelo matemático formaliza el algoritmo social basado en colonias humanas, permitiendo implementar el algoritmo en cualquier lenguaje de programación, plataforma tecnológica e industria que desee recolectar datos geo localizados de personas.

El modelo garantiza el correcto conteo y el cálculo del valor moda de los intereses, el objetivo es recolectar de manera ordenada, sistematizada y automatizada los intereses en

diferentes industrias, tener en tiempo real los intereses de las personas que están geo localizadas en el lugar geográfico de estudio.

5. Conclusiones

- El modelo matemático formaliza los escenarios del algoritmo social de recolección de intereses basado en colonias humanas.
- Las fórmulas permiten el desarrollo de aplicaciones que implementen el algoritmo de recolección, pues generaliza las fórmulas matemáticas que garantizan el cálculo del valor moda de los intereses.
- El modelo matemático demuestra la fiabilidad del método de recolección de intereses automatizado a través de una aplicación informática que implemente los escenarios del algoritmo social de recolección basado en colonias humanas, pues permite analizar en tiempo real y geo localizado los intereses de las personas.

Referencias

- A. Mancilla, Diseño y construcción de algoritmos, Bogotá, COLOMBIA: Universidad del Norte, 2014. ProQuest ebrary, Web. 28 September 2016, pp. 16-30.
- A. Garrido, J. Álvaro, Técnicas de análisis estadísticos en ciencias sociales, Universidad Complutense, Madrid, 1995.
- B. Ludwing, Teoría general de los sistemas, Fondo de Cultura Económica, México D.F., 1976, pp. 13-16.
- C. Ivorra Castillo, Lógica y teoría de conjuntos, en <http://www.uv.es/~ivorra/Libros/Logica.pdf>.
- D. Montgomery, Diseño y análisis de experimentos, Editorial Limusa S.A, Perú, 2005, pp. 2-8.
- Guerrero, SLM 2005, Matemáticas. Sus fundamentos en secuencia óptima, El Cid Editor, Córdoba, AR. Available from: ProQuest ebrary, 27 September 2016.
- J. Aracil, F. Gordillo, Dinámica de sistemas, Editorial Alianza, España, 2007, pp. 15-25.
- J. Devore, Probabilidad y estadística, Cengage Learner, Mexico, 2003.
- Morillas, RA 2006, Introducción al análisis de datos difusos, B - EUMED, Madrid, ES. Available from: ProQuest ebrary. 27 September 2016, pp. 3-10.
- Junta de Castilla y León, Sistemas de geolocalización, <http://www.jcyl.es/web/jcyl/binarios/430/595/SISTEMAS%20DE%20LOCALIZACION%20E%20INFORMACION%20GEOGRAFICA.pdf>
- N. Tello, J. Peña, Modelos matemáticos de la sociedad y aplicaciones, Revista hispana para el análisis de redes sociales, México, 2013.
- R. Davila, L. Ramirez, Modelo matemático para la optimización de una cadena de suministro global con consideraciones de cupos de compra y periodos de pago, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2012.
- Smarr, J. and Adams, P. and Ben-Yair, S. and Terleski, J. and Sladden, M.R. and Su, R.J.A. Social circles in social networks, <https://www.google.com/patents/CA2816550A1?cl=en>, 2012, publisher={Google Patents}.
- S. Lipschutz. Teoría de conjuntos y temas afines. McGraw-Hill, México. pp. 1-16.
- T. Apostol vol.1 Calculus, Editorial Reverte S.A. México. 2006 pp. 13-19.