

Optimización inteligente de cartera de proyectos sociales para minorías en Chihuahua utilizando cómputo evolutivo

Alberto Ochoa-Zezzatti, José Martínez, Andrés Bautista,
Jöns Sánchez, Sandra Bustillos y Rubén Jaramillo

Intelligent optimization of social projects portfolios for minorities in Chihuahua via evolutive computing

Recibido: enero 2, 2012

Aceptado: marzo 13, 2012

Palabras clave: Optimización inteligente; cartera de proyectos sociales; toma de decisiones

Abstract:

A controversial theme and frequently in public policy analysis is the allocation of funds for projects of minority groups. Public resources to finance social projects of this type are particularly scarce. Very often the relationship between the requested budget and that can be received is overwhelming, as it is very unlikely that the most necessary budget can be granted. In addition, strategic approaches (political and ideological) permeate the decision-making of such assignments. To meet these regulatory criteria, underlying any prevailing public policy or government ideology, it is clear that both must be appropriate to prioritize development projects and project portfolios, these must be consistent with rational principles (eg, maximizing social benefits). As using bioinspired computation (in this case Firefly Algorithm) can be characterized as follows: • They can be certainly profitable, but its benefits are indirect, perhaps long term can only be visible and difficult to quantify. •

Aside from their potential economic contribution to social welfare, are not intangible benefits, which must be considered to achieve a holistic view of their social impact. • Equity in relation to the magnitude of the impact of projects and social conditions of the beneficiaries, should also be considered. In the present investigation we have developed an approach to the problem using intelligent optimization for the four minority Chihuahua: Rarámuris, Mennonites, Mormons and Immigrants Federation.

Keywords: Intelligent optimization; social projects portfolios; decision making

EN la presente investigación, hemos centrado nuestra atención en un problema específico, poco conocido en la literatura relacionada con la toma de decisiones acerca de la cartera de proyectos social conocido en Inglés como “Social Portafolio Problem” basado en un Modelado Social caracterizado por cuatro minorías. En esta representación social, es necesario realizar una adecuada selección de los proyectos a beneficiar por dicha cartera de proyectos para optimizar en forma adecuada, el beneficio social para cada una de las minorías con la intención de mejorar sus condiciones de vida en aspectos cotidianos. Por lo tanto hemos creado una herramienta inteligente de apoyo a la toma de decisiones sobre la base del algoritmo bioinspirado llamado Firefly Algorithm, el cual permite facilitar el establecimiento de la selección más

adecuada de proyectos enfocados a incidir en las vidas de los individuos pertenecientes a una minoría un conjunto de acciones determinado. La solución del problema propuesto es una hibridación de dos técnicas: la minería de datos (para el análisis de los datos de acciones de beneficio en el pasado) y el algoritmo bioinspirado (para definir el apoyo a la decisión correcta sobre la base de las relaciones sociales y el apoyo específico de las cuatro minorías: Mennonitas, Mormones, Rarámuris e Inmigrantes de a Federación), como consecuencia de los proyectos sociales asociados a los lugares donde habitan ellos, los cuales están representados en el mapa. Como se describe en [2] este algoritmo bioinspirado es capaz de seleccionar un conjunto limitado de proyectos. Para este trabajo se emplea el tipo de proyecto apoyado por el gobierno estatal como se describe en [4], el cuál es un repositorio de información sobre distintas posibilidades de mejorar la vida de los individuos que conforman una minoría en Chihuahua [1]. Aquí cada proyecto se evalúa teniendo en cuenta los diferentes atributos. La selección de cada atributo y su representación visual permite analizar el potencial de impacto del beneficio social, esta representación requiere el desarrollo de algunas medidas de similitud que permiten identificar y establecer localizaciones en el mapa [6].

ALGORITMO FIREFLY

El “Firefly algorithm” (FA) es un algoritmo metaheurístico, inspirado por el comportamiento de tildeo de las luciérnagas. El propósito principal del flasheo de una luciérnaga es para actuar como un sistema de señal para atraer a otras luciérnagas. Xin-She Yang formula el algoritmo de firefly bajo los siguientes criterios: 1.- Todas las luciérnagas son unisexuales, por lo que cualquier luciérnaga puede ser atraída por cualquiera de las otras luciérnagas; 2.- Su atractivo es proporcional al grado de brillantez, y para cualquiera de dos, la menos brillante de ellas podrá ser atraída por (y de esta forma moverse hacia) la más brillante de ellas; sin embargo, la brillantez puede decrecer tanto como la distancia se incremente; 3.- Si no existen luciérnagas más brillantes que a luciérnaga dada, esta podrá moverse en forma aleatoria. La brillantez podrá estar asociada con la función objetivo.

El Algoritmo Firefly es un algoritmo de optimización metaheurística inspirado en la naturaleza que se muestra a continuación.

- 1) Función objetivo: $f(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_d)$
- 2) Generar población inicial de luciérnagas \mathbf{x}_i ($i = 1, 2, \dots, n$)
- 3) Formular intensidad de luz I de modo que esté asociada con $f(\mathbf{x})$
(por ejemplo pra problemas de maximización $I \propto f(x)$, o simplemente $I = f(x)$)
- 4) Definir coeficiente de absorción

```
While (t<MaxGeneration);
  for i=1:n (todas las n luciérnagas)
    for j=1:n (n luciérnagas)
      if (I_j > I_i)
        move luciérnaga i hacia j;
      end if
      Variar atracción con la
        distancia $r$ por medio
        de  $e^{-\gamma r}$ ;
      Evaluar nuevas soluciones
        y actualizar
        la intensidad de luz;
    end for j
  end for i
  categorizar luciérnagas y
  encontrar la mejor actual;
end while
Post-procesar y mostrar
los resultados;
end
```

La fórmula principal de actualización para cualquier par de dos luciérnagas sean X_i y X_j es

$$X_i^{t+1} = X_i^t + \beta e^{-\gamma r_{ij}^2} + \alpha_t \epsilon_t \quad (1)$$

donde α_t es un parámetro controlando el tamaño del paso, mientras ϵ_t es un vector dibujado desde una distribución Gaussiana o cualquier otra.

Éste puede ser demostrado a través del caso limitante cuando $\gamma \rightarrow 0$, el cual corresponde a la partícula estándar del PSO (Particle Swarm Optimization, PSO). De hecho, si el ciclo interno (for j) es removido y la brillantez I_j es reemplazada por el actual mayor global I^* , entonces FA esencialmente comienza a ser el PSO estándar.

Guía de Implementación

El término γ podrá ser relacionado a las escalas de variables de diseño. Idealmente, el término β podrá ser ordenado,

el cual requiere que γ podrá ser ligado mediante escalas. Por ejemplo, una posible elección es utilizar $\gamma = 1/\sqrt{L}$ donde L es la escala promedio del problema caracterizado. En caso de que las escalas varíen significativamente, γ puede ser considerado como un vector para adaptarse a diferentes escalas en diferentes dimensiones. Similarmente, α_t podrá también ser ligado con escalas. Por ejemplo, $\alpha_t \leftarrow 0.01L\alpha_t$. Vale la pena señalar que la descripción anterior no incluye la reducción de la aleatoriedad. De hecho, en la ejecución real realizada por la mayoría de los investigadores, el movimiento de las luciérnagas se reduce gradualmente por una reducción de la aleatoriedad del tipo “recocido” como a través de $\alpha = \alpha_0 \delta^t$ donde $0 < \delta < 1$, es decir $\delta = 0.97$. En algún problema con un grado alto de dificultad, puede ser útil si se aumenta en algunas etapas, y luego reducirlo cuando sea necesario. Esta variación no monotónica del algoritmo permitirá escapar de cualquier óptimo local cuando en el caso improbable de que podría quedarse estancado si el azar se reduce demasiado rápido. Estudios paramétricos muestran que n (número de las luciérnagas) debe ser de 15 a 40 para la mayoría de los problemas. Una implementación realizada en lenguaje Python también está disponible, aunque con funcionalidades limitadas. Estudios recientes muestran que el algoritmo de la luciérnaga es muy eficiente, [11], y podría superar a otros algoritmos basados en metaheurísticas incluyendo la optimización de enjambre de partículas (PSO). La mayoría de los algoritmos de metaheurísticas pueden tener dificultades para hacer frente a las funciones de pruebas estocásticas, y parece que el algoritmo de luciérnagas puede hacer frente a las funciones estocásticas de prueba de manera muy eficiente. Además, el algoritmo FA también es mejor para hacer frente a problemas de optimización ruidosos con la facilidad de implementación. Chatterjee et al. [12] muestra que el algoritmo de luciérnaga es superior a la optimización de partículas enjambre en algunas aplicaciones. Además, el algoritmo de las luciérnagas de manera eficiente puede resolver problemas no convexos con restricciones no lineales complejos. Nuevas mejoras en el rendimiento son también posibles con resultados prometedores.

Desarrollo de un horizonte de planeación para una cartera de proyectos sociales asociados a minorías.

Un proyecto se establece como una acción determinada dentro de un horizonte de planificación asociado con las minorías a ser beneficiadas, estos proyectos que se han conformado, esto debe quedar establecido mediante la pregunta de: ¿Qué proyectos sociales pueden ser representados por un análisis de diversos aspectos del beneficio social?, para ello se hace uso de diferentes análisis para ubicar cada proyecto con relación al dinero que se posee y que se puede utilizar para cada proyecto, el cuál utilizando el algoritmo bioinspirado se estará optimizado para beneficiar a más individuos de cada minoría. Esta representación se realiza principalmente sobre la base de las relaciones entre las familias que conforman la minoría. En este artículo, nos enfocamos en un problema práctico de la literatura relacionada con la adecuación de la mejor cartera de proyectos utilizando un Modelo creado por el algoritmo bioinspirado y para localizar los diferentes lugares en donde la población se beneficiará, lo cual incidirá Esta cartera de proyectos, mejorará su inserción social, la cual permite incluir cada aspecto importante relacionado con cada proyecto con respecto a los demás y su respectivo potencial de potencializar la región, para ello utilizamos un horizonte de tiempo específico (2012-2050), el cual indica la capacidad de establecer los lugares adecuados en el modelo, esto permite establecer “la correspondencia de impacto social adecuada con un proyecto específico”, durante el horizonte de tiempo, para el conjunto dado de los proyectos. La solución a este problema podría estar dado por una secuencia de generaciones de soluciones óptimas, designados como “firefly”, dichas soluciones establecen las mejores posibilidades de beneficiar socialmente al mayor número de individuo de la minoría. Las partículas en este caso designadas como “firefly”, permiten realizar el análisis sobre el tiempo (viabilidad económica, viabilidad durante el horizonte de tiempo y capacidad de retorno social) en relación con la conveniencia de cada proyecto acorde con el lugar donde serán desarrolladas para mejorar las vidas de las personas que conforman una minoría específica, estos proyectos tienen atributos con diferentes rangos de intensidad y magnitud asociados con diferentes atributos relacionados con el beneficio social, y acciones específicas para ser desarrollado, después de usar

el resultado del algoritmo, este es seleccionado para determinar el proyecto más adecuado para determinar la potencialidad de ejecutar dicho proyecto, para finalmente ofrecer en forma automática un “guión de narrativa” asociado con la herramienta inteligente de buscar el mejor proyecto acorde con el modelo, justificando esto con la selección determinada por el algoritmo bioinspirado, según el modelo propuesto, por ejemplo, “El Proyecto #7 debe ser ejecutado en las comunidades Rarámuri para generar autoempleo, ya que sus tierras de cultivo reciben poca agua de lluvia” y mostrar la representación en el modelo, el cual es mantenido mediante un repositorio acorde con la información necesaria [3] para la futura modificación de la decisión realizada.

SISTEMA INTELIGENTE PARA EL APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES PROPUESTO

Un modelo con toda la información asociada a cada uno de los proyectos se utiliza para poner ser analizadas en forma objetiva y ubicados en el mapa, donde el proyecto se piensa implementar. El desarrollo de este modelo requiere, por un lado, el desarrollo conceptual, y por otro, el desarrollo de medidas de matemática discreta que permiten el apoyo ontológico para explorar los sistemas humanos de los datos (ver Figura 1).

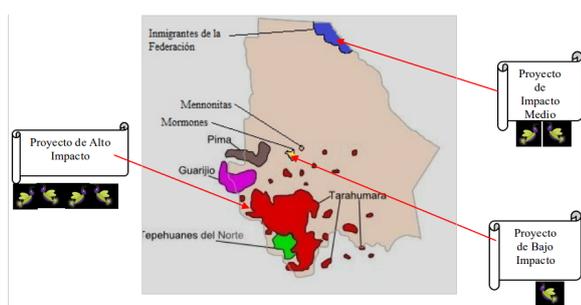


Figura 1. Distribución de proyectos asociados a las cuatro minorías de Chihuahua.

Se trata de mejorar la ecuación (2), en ésta se describe el valor de K como la viabilidad para desarrollar un proyecto social asociado a una minoría en un lugar específico donde vive la población objetivo.

$$K = IS[(PE-IE)^{PCM}] \pm RSLP, \quad (2)$$

donde: IS = Impacto Social del proyecto.

PE = Potencial económico del Proyecto.

IE = Impacto Ecológico.

PCM = Preservación Cultural de la Minoría, dado que el proyecto no afecte a la Cultura asociada a la Minoría.

RSLP = Retorno Social del proyecto a largo plazo, es decir que el proyecto modifique con el tiempo la situación de la minoría.

La Tabla 1 muestra la información relacionada con un proyecto de minoría, donde se incluye el análisis multivariable y se incluyen sus atributos, donde Tipo se refiere tipo de proyecto,

Min se refiere a la minoría en estudio,

AE = autoempleo,

IdeF = inmigrantes de la federación,

Mn = Mennonitas,

Mor = Mormones y

Rar = Rarámuris.

Tabla 1. Análisis Multivariable con la información relacionada con un proyecto para cada minoría, incluyendo sus diferentes atributos

Tipo	Min	IS	PE	IE	PCM	RSLP
AE	IdeF	0.788	0.778	0.734	0.674	0.814
AE	Men	0.619	0.912	0.673	0.728	0.972
AE	Mor	0.687	0.632	0.589	0.682	0.915
AE	Rar	0.895	0.837	0.715	0.629	0.885

ANÁLISIS EXPERIMENTAL

El principal experimento consistió en detallar cada una de los atributos relacionados con la cartera de proyectos, y darle una población inicial de 50 luciérnagas, y una condición de paro de 25 comparativas, o que la función objetivo previamente establecida se haya cumplido, esto nos permitió generar escenarios diferentes relacionados con horizontes de tiempo, lo cual fue obtenido después de comparar diferentes niveles de brillantez asociado con cada proyecto (similitudes culturales y sociales en cada comunidad, y para determinar las relaciones existentes entre cada uno de ellos en relación con el tiempo para desarrollar el

proyecto), cuando el valor se trata de maximizar, éste indica la potencialidad de incidir en las vidas de las personas de cada minoría, y esto representa el número de personas beneficiadas con esta decisión que determinan la magnitud relacionada con la sociedad. La herramienta desarrollada, permite clasificar adecuadamente, cada uno de los proyectos según el grupo con más detalle para su posterior análisis (ver figura 2).

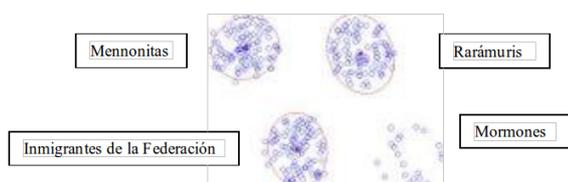


Figura 2. Competencia de cada proyecto por ser seleccionado mediante el uso del algoritmo propuesto.

En la figura 2 se analiza cada uno de los proyectos y se analizó el potencial para ejecutar un proyecto específico para utilizar después para resolver la función objetivo. El análisis del algoritmo denominado “Firefly Algorithm” confirma la decisión de seleccionar diferentes proyectos con diferentes características, por lo que el algoritmo híbrido propuesto incluye minería de datos y dicho algoritmo bioinspirado, el cual incluye el análisis de datos históricos (minería de datos) y la selección realizada con el Algoritmo Bioinspirado.

Con la información obtenida con nuestro diseño de experimentos, se generó un “ranking” de los diversos proyectos, éste debe de considerar un adecuado imaginario colectivo social y cultural, que combine diversas características que no afecten la cultura tradicional de cada minoría y que disminuya el impacto ecológico de cada proyecto. La figura 4, describe toda la información relacionada con los atributos asociados con cada uno de los posibles proyectos, ver Figura 3.

CONCLUSIONES

Utilizando el algoritmo de optimización denominado “Firefly Algorithm”, hemos mejorado sustancialmente la comprensión para obtener el cambio del “mejor paradigma”, porque hemos determinado apropiadamente los horizontes de tiempo y los lugares donde se podría beneficiar más a



Figura 3. Un gráfico temporal incremental, el cual describe cada una de los proyectos compitiendo por ser aplicados y sus atributos (seleccionado al menos siete comparativas específicas) para obtener la mayor cantidad de población objetivo a ser beneficiada con base al número de restricciones para cada uno, y el valor del alcance de la optimización para cumplir con la función objetivo.

la población objetivo de acuerdo a sus atributos, esto nos permitió entender que el concepto de “selección de una ubicación específica es importante para mejorar los beneficios económicos y sociales para ejecutar un proyecto” por un sistema de apoyo para la toma de decisiones, el cual existe con base en la determinación de la función de la aceptación de dicho algoritmo. Este algoritmo Bioinspirado ofrece una poderosa alternativa para problemas de optimización y toma de decisiones. Por esa razón, esta técnica ofrece un panorama bastante comprensible con el fenómeno cultural que representan [8]. Esta técnica nos permitió incluir la posibilidad de generar conocimiento experimental creado por la comunidad de agentes de un dominio de aplicación dado. El análisis del nivel y el grado de conocimiento cognitivo de cada comunidad es un aspecto que se desea evaluar como trabajo futuro. La respuesta puede residir entre la similitud que existe en la comunicación entre dos culturas diferentes y como éstos son percibidas. Por otro lado para entender las similitudes reales que tienen las distintas sociedades con base en las características que los conforman y así le permite mantener su propia identidad, las cuáles se desarrollan con el tiempo [7]. Es importante destacar que el algoritmo “Firefly Algorithm”, es una herramienta potente, pero deja de lado varios elementos de análisis cultural, siendo esta una oportunidad para innovar nuevos algoritmos de rescate de la complejidad y las relaciones caóticas, sociales y culturales, con esta investigación es posible construir escenarios temporales diferentes de acuerdo con la ejecución de cada proyecto. Además, esta aproximación abre la posibilidad de analizar en el trabajo futuro, cómo aprovechar al máximo las características del lugar donde se ejecutará el proyecto con el fin de mejorar la productivi-

dad social del mismo en lugares con poblaciones similares a Chihuahua utilizando diferentes técnicas relacionadas con logística.

AGRADECIMIENTOS

Los autores utilizaron una cartera de proyectos asociada con Progresía del gobierno de Chihuahua durante el año 2011.

Bibliografía

- [1] López Jaimes Antonio et al.: Adaptive Objective Space Partitioning Using Conflict Information for Many-Objective Optimization. EMO 2011 (2011) 151-165.
- [2] Desmond, A. and Moore J.: Darwin - la vida de un evolucionista atormentado. Generación Editorial, São Paulo, Brazil. (1995).
- [3] Ochoa, A. et al.: Baharastar - Simulador de Algoritmos Culturales para la Minería de Datos Social, in Proceedings of COMCEV'2007 (2007).
- [4] Programa de Procampo en el Estado de México (2012). <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx>
- [5] Callogerodóttir, Z. and Ochoa A.: Optimization Problem Solving using Predator/Prey Games and Cultural Algorithms. NDAM'2003, Reykiavik; Iceland. (2007).
- [6] Tang Hué et al.: The Emergence of Social Network Hierarchy Using Cultural Algorithms. VLDB'06, Seoul, Korea. (2006).
- [7] Vukčević, I. and Ochoa, A.: Similar cultural relationships in Montenegro. JASSS'2005, England. (2005).
- [8] Zuckermann, D.: Culture and Organizations, London: McGraw-Hill (1991).
- [9] Reynolds, R.G.: Networks Do Matter: The Socially Motivated Design of a 3D Race Controller Using Cultural Algorithms. IJSIR Vol. 1, No. 1 (2010) 17-41.
- [10] Ochoa, A. et al.: Dyoram's representation using mosaic image. The International Journal of Virtual Reality, Vol. 8 (2009).

- [11] Yang, X. S. (2009). "Firefly algorithms for multimodal optimization". Stochastic Algorithms: Foundations and Applications, SAGA 2009. Lecture Notes in Computer Sciences. 5792. pp. 169–178.arXiv:1003.1466.
- [12] A. Chatterjee, G. K. Mahanti, and A. Chatterjee, Design of a fully digital controlled reconfigurable switched beam concentric ring array antenna using luciérnaga and particle swarm optimization algorithm, Progress in Electromagnetic Research B, Vol. 36, 113-131(2012).

Acerca del autor o autores

Alberto Ochoa-Zezzatti y Sandra Bustillos son investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México, José Martínez y Andrés Bautista, son investigadores del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. Jöns Sánchez es investigador en el Instituto Tecnológico de Querétaro y Rubén Jaramillo es investigador en LAPEM, México. alberto.ochoa@uacj.mx