Aplicaciones de Algoritmos Metaheurísticos al Problema de la Minimización de la Influencia con Costes

XVII Congreso Nacional sobre Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB).

Mario Casas Pérez (mariocp11@correo.ugr.es)
Isaac Lozano-Osorio (isaac.lozano@urjc.es)
Óscar Cordón (ocordon@decsai.ugr.es)

Universidad Rey Juan Carlos

UNIVERSIDAD DE GRANADA

CAEPIA 2026

grafo RESEARCH

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

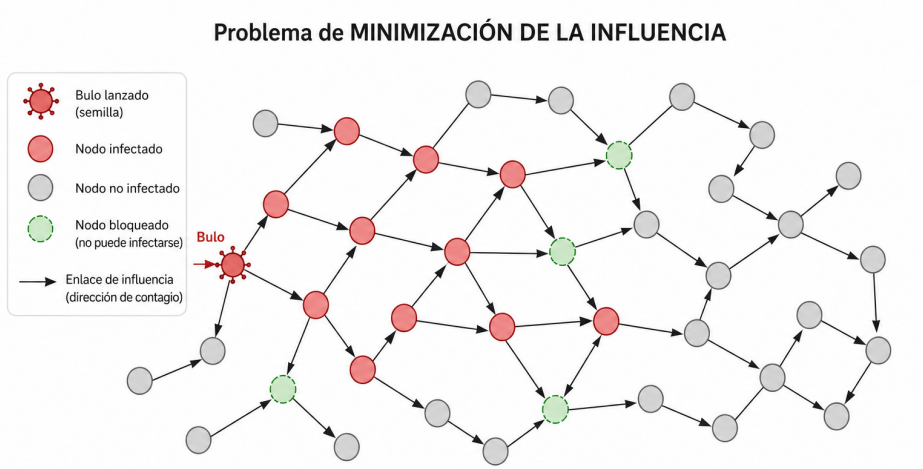
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN

Contenido

1. Introducción
2. Desarrollo
3. Resultados
4. Conclusiones

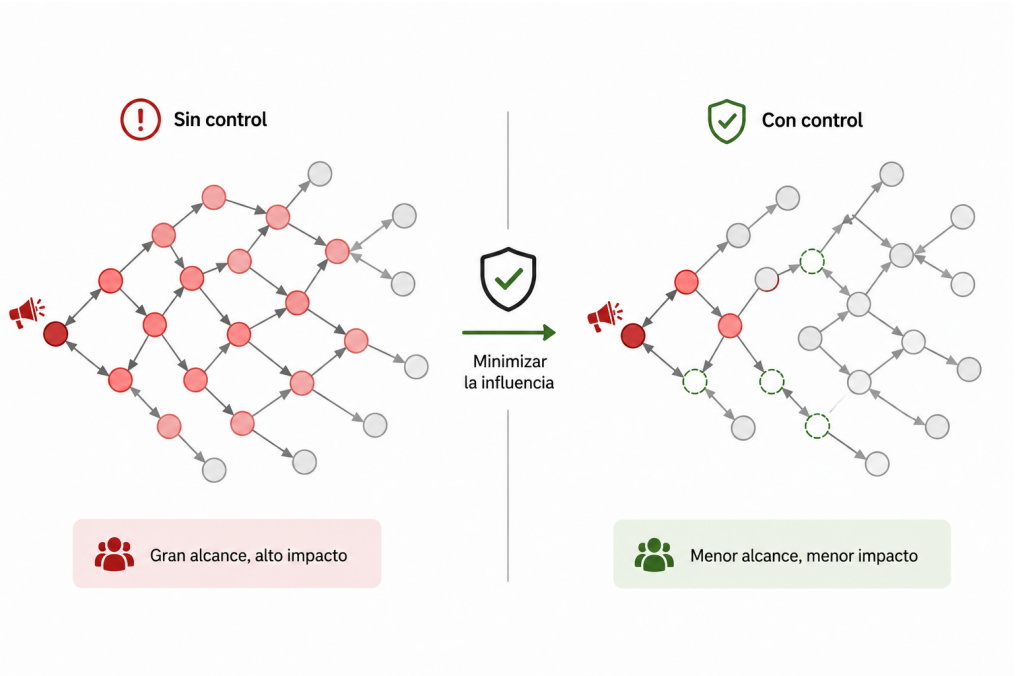
Introducción

- Problema de maximización de la influencia (**IM**)
- Problema de minimización de la influencia (**IMIN**)
- Uso de **costes**
- Propuesta de **metaheurística**
- Búsqueda local
- Coste computacional
- Técnicas eficientes



¿Por qué es útil estudiar el problema?

- Actualidad
- Estrategias de **bloqueo**
- Conjunto de **semillas** y **bloqueadores**
- Reducción de **bulos** o **desinformación**
- Campañas y contracampañas
- Interés **socioeconómico** y **tecnológico**



Formulación del problema

1. Paralelización
2. Modelo de difusión **Independent Cascade**
3. Simulación **Monte-Carlo** para estimar cantidades difíciles de calcular detalladamente
4. Cálculo de **árboles de dominadores**
5. Problema de minimización de la influencia dado un **presupuesto** `FR`

Fórmulación

- Grafo dirigido: $G = (V, E)$
- Conjunto total de nodos de la red: V
- Semillas **maliciosas**: $S \subseteq V$
- **Presupuesto**: $\mathtt{FR}$
- **Coste** asociado a bloquear el nodo: $c(v)$
- Conjunto de **bloqueadores**: $B \subseteq V \setminus S$, cuyo **coste** sea **menor** que el **presupuesto** disponible

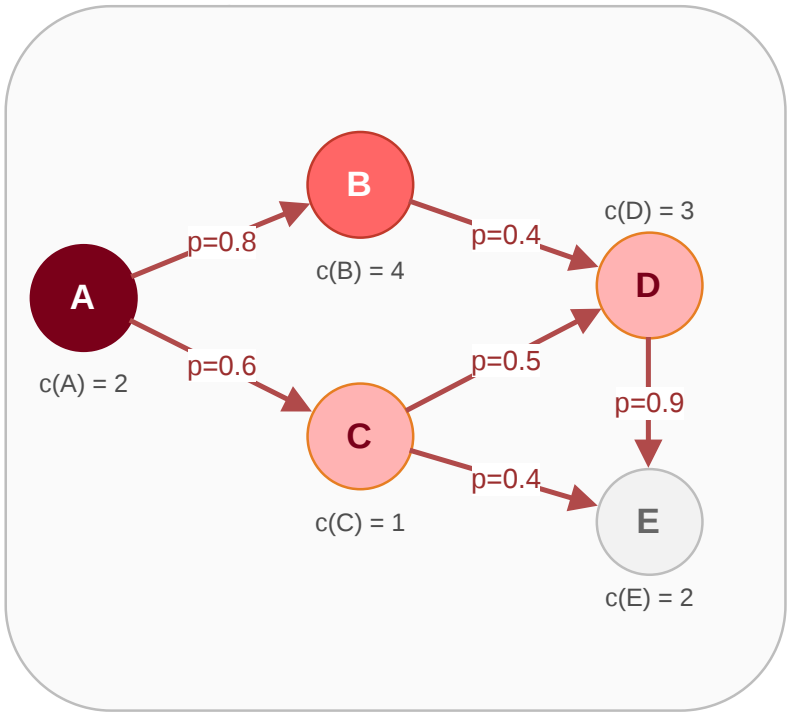
Problema de **IMIN** basado en costes:

$$B^* = \arg \min_{B \subseteq V \setminus S} \mathbb{E}[\mathrm{IG}(S \mid B)], \quad \text{sujeto a: } \sum_{v \in B} c(v) \leq \mathtt{FR}$$

donde $\mathbb{E}[\mathrm{IG}(S \mid B)]$ representa el número de **nodos activados** resultante de un **modelo de difusión** de influencia

Ejemplo de IMIN

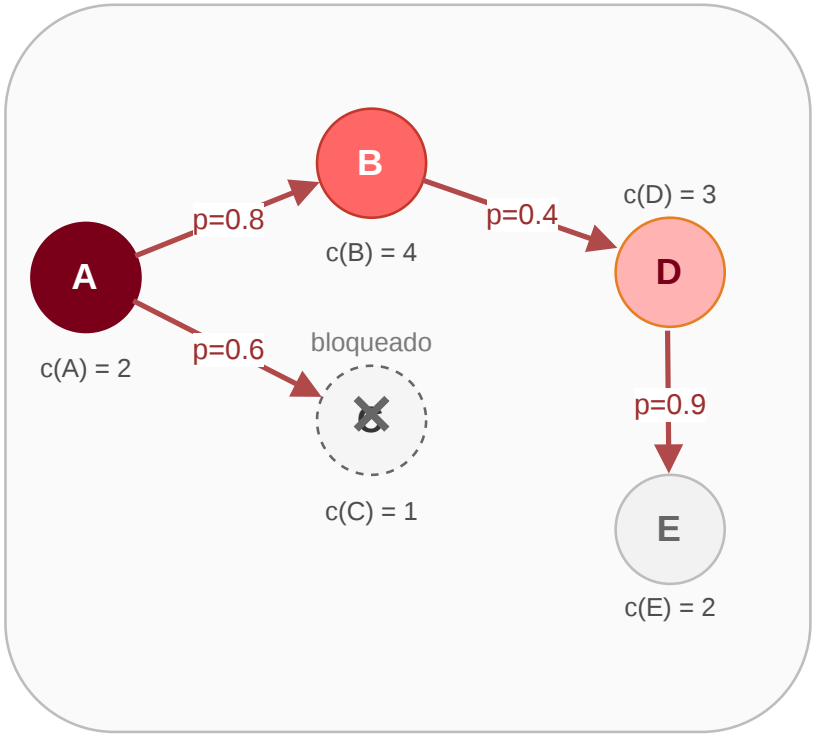
máxima influencia influencia alta influencia media bloqueado



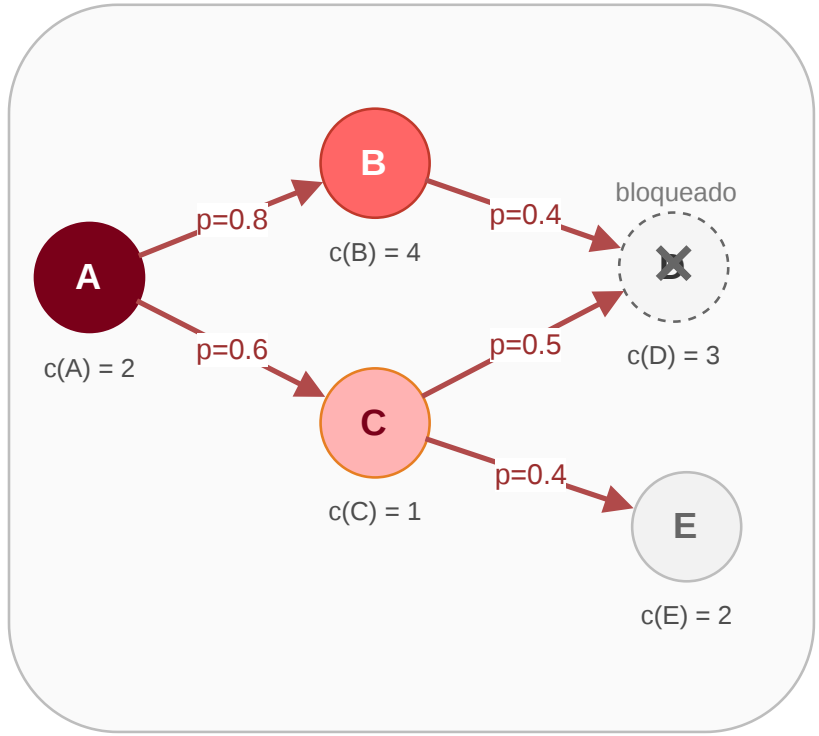
Red original

- Presupuesto FR de 3
- Suposición de probabilidad de activación $> 0,5$

Ejemplo de IMIN



Bloqueo Nodo C



Bloqueo Nodo D

Metaheurística propuesta: GRASP

Algoritmo 1 GRASP($G, S, \mathtt{FR}, \alpha, I$)

1: $B_{best} \leftarrow \emptyset$
2: **for** $i \in 1 \ldots I$ **do**
3: $\quad B_{curr} \leftarrow$ ConstrucciónVorazAleatorizada($G, S, \mathtt{FR}, \alpha$)
4: $\quad B_{curr} \leftarrow$ BúsquedaLocalSubrogada(B_{curr})
5: $\quad$ **if** $B_{best} = \emptyset \vee f(B_{curr}) < f(B_{best})$ **then**
6: $\quad\quad B_{best} \leftarrow B_{curr}$
7: $\quad$ **end if**
8: **end for**
9: **return** B_{best}

Ejecución

- 100 simulaciones **Monte-Carlo**
- 10 iteraciones **GRASP**
- **4** valores de α fijos y uno **parametrizado**
- **Búsqueda Local Subrogada** para reducir el coste computacional
- Distintos valores de subrogado, evaluando los **top X nodos con mayor grado** de la red para refinar la solución inicial
- Definición del **estado del arte**
- Propuesta para la **asignación de las puntuaciones** de los nodos

Diseño experimental

- **8 instancias** del mundo real con **4 valores** diferentes de `FR` para cada instancia (8 x 4 = **32 instancias en total**)
- Experimentación **preliminar** con (25 %) **8 instancias**
- Experimentación **final** con las 32 instancias

Red	Descripción	Nodos	Aristas
com-dblp.ungraph	Colaboración DBLP	317 080	1 049 866
com-youtube.ungraph	Red social YouTube	1 134 890	2 987 624
Email-EuAll	Correo electrónico UE	265 214	420 045
email-Eu-core	Correo electrónico	1 005	25 571
facebook_combined	Círculos sociales Facebook	4 039	88 234
twitter_combined	Círculos sociales Twitter	81 306	1 768 149
web-Stanford	Grafo web Stanford.edu	281 903	2 312 497
Wiki-Vote	Votos en Wikipedia	7 115	103 689

Experimentación preliminar

Algoritmo	α	FO	Desv. (%)	Tiempo (s)	Mejor/8
GRASP 100	0,25	4163,98	5,17	5246,06	2
	0,50	4145,23	2,05	4258,11	1
	0,75	4183,81	1,58	4350,61	1
	1,00	4150,23	1,66	4296,00	2
	RND	4138,89	0,95	4365,50	2
GRASP 50	0,25	4179,50	6,14	3387,23	1
	0,50	4152,67	1,97	3400,71	1
	0,75	4181,00	1,73	3465,05	1
	1,00	4160,40	1,37	3505,80	2
	RND	**4118,35**	0,83	3422,41	2
GRASP 25	0,25	4188,63	6,99	3134,09	1
	0,50	4155,44	2,74	3166,14	1
	0,75	4177,53	2,00	3137,51	1
	1,00	4150,05	0,97	3158,80	2
	RND	4135,87	**0,52**	**3133,79**	**3**

- Metaheurística *GRASP* con Búsqueda Local Subrogada

Experimentación final

Comparación por Red Social

IC	GRASP OIM				GRASP GRADO			
	FO	Desv. (%)	Tiempo (s)	Mejor/4	FO	Desv. (%)	Tiempo (s)	Mejor/4
com-dblp	**24,48**	**0,00**	41669,65	**4**	112,77	663,01	**120,23**	0
com-youtube	**12755,96**	**0,00**	**8558,25**	**4**	14275,07	17,24	10456,15	0
Email-EuAll	**1202,03**	**0,00**	190,60	**4**	1392,03	30,11	**17,02**	0
email-Eu-core	**279,77**	**0,00**	5,85	**4**	281,30	0,68	**5,62**	0
facebook_combined	**366,94**	**0,00**	12,61	**4**	392,96	8,43	**11,79**	0
twitter_combined	**7528,69**	**0,00**	1227,62	**4**	10047,48	58,79	**453,73**	0
web-Stanford	**37,17**	**0,00**	30974,13	**4**	146,38	866,14	**264,13**	0
Wiki-Vote	**577,77**	**0,00**	**15,31**	**4**	613,86	8,42	19,43	0
Resumen	**2846,60**	**0,00**	10331,75	**32**	3407,73	206,60	**1418,51**	0

Comparación por FR

IC	GRASP OIM				GRASP GRADO			
FR	FO	Desv. (%)	Tiempo (s)	Mejor/8	FO	Desv. (%)	Tiempo (s)	Mejor/8
1	**4902,36**	**0,00**	225,42	**8**	5058,23	30,43	**143,53**	0
5	**3335,79**	**0,00**	5218,51	**8**	3948,63	303,58	**1458,78**	0
10	**1990,06**	**0,00**	13215,18	**8**	2751,98	254,62	**2491,60**	0
15	**1158,20**	**0,00**	22667,90	**8**	1872,09	237,78	**1580,13**	0
Resumen	**2846,60**	**0,00**	10331,75	**32**	3407,73	206,60	**1418,51**	0

Conclusiones

Nueva variante, nuevos horizontes

- Estudio de los problemas de **IMIN** y **IM**
- Problema de **IMIN** bajo **restricciones presupuestarias**
- **GRASP** como propuesta a esta variante
- Evaluación con el **estado del arte** definido
- Comparación de resultados y análisis

Trabajos futuros

- Incremento en el número de iteraciones **Monte-Carlo**
- **Estudio comparativo** frente a otros algoritmos adaptados a partir del estado del arte del problema de **IMIN** no evaluados:
  - Naturaleza heurística
  - Técnica de muestreo inverso
- Contrastar la eficiencia del enfoque GRASP bajo **restricciones presupuestarias heterogéneas**

Aplicaciones de Algoritmos Metaheurísticos al Problema de la Minimización de la Influencia con Costes

XVII Congreso Nacional sobre Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB).

Mario Casas Pérez (mariocp11@correo.ugr.es)
Isaac Lozano-Osorio (isaac.lozano@urjc.es)
Óscar Cordón (ocordon@decsai.ugr.es)

Universidad Rey Juan Carlos

UNIVERSIDAD DE GRANADA

CAEPIA 2026

grafo RESEARCH

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN