

El artículo titulado "General Auction Mechanism for Search Advertising" aborda el problema de las subastas de publicidad online en motores de búsqueda, donde los anunciantes compiten por obtener espacios publicitarios en las páginas de resultados. Estas subastas son comunes en plataformas como Google y otros motores de búsqueda que muestran anuncios patrocinados.

El problema principal en la subasta de espacios publicitarios es cómo asignar los slots disponibles a los anunciantes de una manera eficiente y equitativa. Para resolver esto, el estudio utiliza un modelo de subasta con utilidades lineales que incluye precios mínimos y máximos específicos para los anunciantes y los slots. Se diseña un algoritmo basado en el método húngaro para encontrar un emparejamiento estable y óptimo para los anunciantes en tiempo polinómico.

El objetivo principal de la optimización en las subastas de publicidad online es asignar los espacios publicitarios en las páginas de resultados de búsqueda entre varios anunciantes que compiten por mostrar sus anuncios. Esto se logra a través de mecanismos de subasta que maximizan la utilidad tanto para los anunciantes como para los espacios publicitarios, mientras se asegura un emparejamiento estable entre los participantes, utilizando métodos como el modelo de subasta Generalized Second Price (GSP) o Vickrey-Clarke-Groves (VCG).

El estudio se enfoca en modelar las subastas publicitarias como un problema de emparejamiento con utilidades lineales, extendido con precios mínimos y máximos específicos para los anunciantes y los espacios publicitarios. Se propone un mecanismo de subasta que generaliza el GSP y VCG, ya que es veraz para anunciantes que buscan maximizar sus beneficios.

El perfilado de publicidad no se detalla específicamente en el documento proporcionado, pero el mecanismo propuesto permite manejar una variedad de comportamientos y preferencias de los anunciantes, incluidos aquellos que no solo maximizan sus beneficios, sino que también buscan ocupar ciertas posiciones específicas en las páginas de resultados.

En el documento, se describen varios algoritmos empleados en la subasta de slots de publicidad online, específicamente diseñados para manejar el problema de emparejar anunciantes con slots publicitarios de manera eficiente y estable.

#### **ALGORITMO DE EMPAREJAMIENTO ESTABLE Y ÓPTIMO PARA LOS ANUNCIANTES (STABLE MATCHING ALGORITHM)**

Este algoritmo extiende el Método Húngaro para encontrar el emparejamiento estable en un gráfico bipartito entre anunciantes y slots publicitarios. El algoritmo garantiza que el emparejamiento resultante sea estable y optimizado para los anunciantes, tomando en cuenta las preferencias de los anunciantes y los precios mínimos y máximos que estos están dispuestos a pagar por los slots. El algoritmo se ejecuta en tiempo  $O(nk^3)$ , donde  $n$  es el número de anunciantes y  $k$  es el número de slots.

##### **Descripción del algoritmo:**

###### **1. Inicialización:**

- Se comienza con un emparejamiento vacío, donde los anunciantes no están emparejados con ningún slot.
- Cada anunciante tiene una utilidad inicial alta (denotada como  $B$ ), y todos los precios de los slots comienzan en cero.

###### **2. Iteraciones:**

- En cada iteración, el algoritmo busca un camino alternante en un gráfico bipartito. Este camino alternante comienza en un anunciante no emparejado y alterna entre edges que conectan anunciantes y slots.
- El objetivo de cada iteración es mejorar el emparejamiento actual, ya sea emparejando un anunciante con un nuevo slot o reajustando los precios para que el emparejamiento sea estable.

### 3. Actualización:

- Se calculan las actualizaciones de utilidad para cada anunciante y las actualizaciones de precios para cada slot en función del camino alternante encontrado.
- El proceso se repite hasta que no se puedan encontrar más caminos alternantes, lo que significa que se ha alcanzado un emparejamiento estable.

### 4. Fin del algoritmo:

- El algoritmo termina cuando no hay más caminos alternantes que mejoren el emparejamiento, y el emparejamiento final es estable y óptimo para los anunciantes.

### Manejo de precios máximos y mínimos:

El algoritmo asegura que los precios que se asignan a los slots se encuentren dentro de los rangos permitidos por los precios mínimos y máximos que especifica cada anunciante para cada slot. Si un anunciante no está dispuesto a pagar más que un precio máximo por un slot, el algoritmo ajusta las pujas para reflejar esta restricción, sin permitir que un anunciante reciba un slot por debajo del precio mínimo establecido por el sistema.

### ALGORITMO DE BÚSQUEDA DEL CAMINO ALTERNANTE (ALTERNATING PATH ALGORITHM)

Este es un subalgoritmo del algoritmo principal que se utiliza para encontrar el camino alternante en el gráfico bipartito. El camino alternante es un conjunto de conexiones (edges) entre los anunciantes y los slots que permite mejorar el emparejamiento actual.

### Descripción:

#### 1. Búsqueda de camino:

- El algoritmo busca caminos que alternen entre anunciantes y slots. Si un anunciante no está emparejado con un slot, busca un slot disponible que pueda mejorar su situación actual.
- Los caminos pueden incluir aristas hacia adelante (cuando un anunciante puede mejorar su emparejamiento) y aristas hacia atrás (cuando se revierte un emparejamiento anterior para mejorar otro anunciante).

#### 2. Peso de los caminos:

- Cada arista tiene un peso, que es una función de la utilidad del anunciante y el precio del slot. El algoritmo selecciona el camino alternante que tenga el peso mínimo, lo que asegura que la mejora en el emparejamiento sea óptima y que las actualizaciones en precios y utilidades sean correctas.

#### 3. Actualización de utilidades y precios:

- Una vez que se encuentra un camino alternante, se ajustan las utilidades de los anunciantes y los precios de los slots en función del camino encontrado. Este proceso garantiza que no haya pares de anunciante-slot que prefieran estar emparejados de manera diferente al emparejamiento actual.

### 3. Algoritmo de Subasta GSP (Generalized Second Price Auction)

Este algoritmo es una extensión del GSP tradicional, donde los anunciantes hacen ofertas por los slots publicitarios y los anuncios se ordenan de acuerdo con las pujas. Los anunciantes pagan el precio del siguiente anunciante más alto en la

lista de pujas. Sin embargo, en este algoritmo extendido, se permite a los anunciantes establecer **precios máximos** que están dispuestos a pagar por un slot, y el sistema puede imponer **precios mínimos** por cada slot.

#### Proceso:

##### 1. **Recolección de pujas:**

- Cada anunciante presenta una oferta que representa el valor máximo que está dispuesto a pagar por un slot.

##### 2. **Ordenamiento de las pujas:**

- Los anunciantes son ordenados de acuerdo con sus ofertas y asignados a los slots de acuerdo con ese orden. Los anunciantes que hacen ofertas más altas reciben los slots de mayor valor (por ejemplo, slots en la parte superior de la página).

##### 3. **Pago:**

- Cada anunciante paga el precio correspondiente a la oferta del siguiente anunciante más bajo (como en el GSP tradicional), con la condición de que el precio esté dentro de los límites del precio máximo que el anunciante está dispuesto a pagar y el precio mínimo establecido por el sistema para ese slot.

##### 4. **Algoritmo de maximización del beneficio:**

- Se asegura que el anunciante maximice su beneficio asignándole un slot cuyo precio sea inferior a su oferta máxima y donde la utilidad (el valor del slot menos el precio pagado) sea máxima.

#### Conclusión

En resumen, los algoritmos empleados en la gestión de las subastas de publicidad online incluyen:

- Un algoritmo de emparejamiento estable basado en el Método Húngaro, que encuentra una asignación óptima de slots publicitarios para los anunciantes.
- Un algoritmo de búsqueda de caminos alternantes, que mejora el emparejamiento de manera iterativa.
- Un algoritmo extendido de subasta GSP, que maneja la gestión de precios máximos y mínimos, asegurando la maximización del beneficio para los anunciantes.

Estos algoritmos garantizan que el sistema sea eficiente, estable y que los anunciantes no tengan incentivos para mentir sobre sus pujas o preferencias.

El documento ofrece un enfoque novedoso para mejorar las subastas de publicidad online, ampliando los mecanismos tradicionales (GSP, VCG) para manejar mejor las restricciones prácticas, como los precios mínimos y máximos, y garantizar un emparejamiento estable y óptimo para los anunciantes.

El trabajo presenta no solo el modelo teórico, sino también un algoritmo eficiente que puede ser implementado en la práctica, lo que tiene implicaciones directas para la optimización de los ingresos y la satisfacción de los anunciantes en plataformas de publicidad online.