

RAPPORT D'ARTICLE

“ADWORDS AND GENERALIZED ON-LINE MATCHING”

Introduction : Les moteurs de recherche tels que Google, Yahoo et MSN ont transformé la publicité en ligne grâce à des interactions ciblées entre les consommateurs et les entreprises. En saisissant des mots-clés, les utilisateurs déclenchent l'affichage d'annonces pertinentes, générant des revenus pour les moteurs de recherche chaque fois qu'un utilisateur clique sur une annonce. Ce modèle repose sur un système d'enchères où les entreprises placent des offres sur des mots-clés avec des budgets quotidiens. Cela pose un défi computationnel connu sous le nom de "problème des Adwords". Ce problème consiste à attribuer des requêtes d'utilisateurs aux annonceurs de manière à maximiser les revenus générés. Cet article présente deux algorithmes avancés, un déterministe et un aléatoire, qui atteignent un ratio compétitif de $1 - \frac{1}{e}$, surpassant le ratio de $\frac{1}{2}$ de l'algorithme glouton standard.

Définition du Problème : Le problème des Adwords implique plusieurs enchérisseurs avec des budgets spécifiques et des requêtes arrivant en ligne. Chaque enchérisseur offre un montant pour chaque requête. L'objectif de l'algorithme est d'attribuer les requêtes de manière à maximiser le revenu total, tout en respectant les budgets des enchérisseurs. Il faut donc développer un algorithme capable d'assurer un revenu proche du maximum possible, garantissant une efficacité élevée dans l'allocation des requêtes.

Algorithme Déterminisme : L'algorithme glouton standard attribue chaque requête à l'enchérisseur offrant le montant le plus élevé, atteignant ainsi un facteur compétitif de $\frac{1}{2}$. Cependant, cet algorithme peut être inefficace, surtout lorsque les budgets des enchérisseurs sont similaires, car il risque d'épuiser rapidement le budget d'un enchérisseur offrant légèrement plus pour chaque requête.

Le nouvel algorithme déterministe proposé tient compte à la fois de l'enchère et du budget restant pour déterminer l'importance d'une requête pour un enchérisseur. Pour ce faire, le budget de chaque enchérisseur est divisé en parties égales, et un poids est attribué à chaque partie. Lorsqu'une nouvelle requête arrive, elle est attribuée à l'enchérisseur dont le produit de l'enchère et du poids actuel est le plus élevé. Cette méthode permet de mieux équilibrer l'utilisation des budgets des enchérisseurs et atteint un facteur compétitif de $1 - \frac{1}{e}$.

Programmation Linéaire : Une approche par programmation linéaire (LP) est utilisée pour déterminer une fonction de compromis optimale entre l'enchère et le budget restant d'un

annonceur. Cette méthode assure que l'algorithme maintient un ratio compétitif optimal dans divers scénarios. En commençant par un cas spécial où toutes les enchères non nulles sont égales, un LP décrit les contraintes de l'état final de l'algorithme et révèle le ratio compétitif de $1 - \frac{1}{e}$ pour ce cas. Pour des enchères arbitraires, le LP est modifié pour incorporer la fonction de compromis, ajustant l'allocation des requêtes en fonction des enchères et des budgets restants. En choisissant judicieusement cette fonction, l'algorithme maintient le ratio compétitif de $1 - \frac{1}{e}$.

Des Modèles Plus Réalistes : L'article explore plusieurs généralisations du problème des Adwords pour refléter des situations plus réalistes :

- Budgets journaliers différents : Les annonceurs avec des budgets variés sont traités en utilisant la fraction de budget dépensée pour maximiser l'enchère pondérée par la fonction de compromis. Le ratio compétitif reste $1 - \frac{1}{e}$.
- Allocation optimale partielle : L'algorithme maintient le ratio compétitif même si l'optimal n'épuise pas tous les budgets.
- Annonceurs entrants à différents moments : Les annonceurs peuvent rejoindre à tout moment sans affecter le ratio compétitif.
- Multiples annonces par requête : L'algorithme peut attribuer plusieurs annonces aux meilleures valeurs du produit enchère-fonction de compromis, sans changer le ratio compétitif.
- Paiement au clic : L'enchère est ajustée par le taux de clic (CTR), présumé connu, et le ratio compétitif est maintenu.
- Paiement de la deuxième enchère la plus élevée : En modifiant légèrement l'algorithme, on maintient le ratio compétitif de $1 - \frac{1}{e}$ pour les deux définitions de la prochaine enchère la plus élevée.

Ces généralisations montrent que l'algorithme et son ratio compétitif restent robustes dans des situations plus complexes.

Algorithme Aléatoire : L'algorithme aléatoire présenté, une extension de l'algorithme RANKING, atteint également un ratio compétitif de $1 - 1/e$ pour des enchères arbitraires. Son fonctionnement est le suivant :

- Choisir une permutation aléatoire des enchérisseurs.

- Pour chaque nouvelle requête, noter l'enchère de chaque enchérisseur.
- Attribuer la requête à l'enchérisseur avec la valeur maximale de l'enchère pondérée par la fonction de compromis de la permutation.

L'analyse montre que cet algorithme maintient un ratio compétitif optimal. Il utilise des preuves basées sur un algorithme de refus, qui désalloue certains montants pour simuler les allocations de l'algorithme principal, démontrant ainsi que le ratio compétitif est d'au moins $1 - \frac{1}{e}$.

L'article prouve également qu'aucun algorithme en ligne aléatoire ne peut dépasser ce ratio compétitif, établissant une limite inférieure théorique pour ces algorithmes. Cette démonstration utilise le Lemme de Yao, montrant qu'il suffit de prouver qu'un algorithme déterministe obtient au maximum $1 - \frac{1}{e}$ de l'allocation optimale en moyenne sur une distribution d'entrées spécifique.

Conclusion : Les moteurs de recherche accumulent d'importantes quantités de données statistiques qu'ils utilisent pour résoudre le problème des publicités Adwords. Notre étude introduit une fonction de compromis innovante, qui pourrait être intégrée aux algorithmes actuels pour améliorer les performances. Une objection possible est que l'algorithme semble favoriser les annonceurs avec des budgets plus importants. Cependant, sur une période prolongée, l'algorithme assure une allocation équitable des requêtes. Les algorithmes présentés offrent une solution efficace au problème des Adwords, garantissant un ratio compétitif optimal dans divers scénarios et améliorant la performance de la publicité en ligne.