

Julien joachim 2021 v2

Generation de graphes de flots efficaces et structures de reseaux optimisantes

Positionnement Thematique:

Informatique :

Informatique Theorique – Informatique Pratique

Mots–Cles

Flow graphs

n–Distribution problem

Minimizing sub–structures

Optimization

Solution generation

Graphes de flot

Problemes de n–distribution

Sous–structures de reseaux minimisantes

Optimisation

Generation de solutions

Motivations

Le questionnement porte sur la similiarite des reseaux de venations que l'on rencontre dans la nature et dans le corps humain. En effet, l'omnipresence, a toutes les echelles, de maillages vasculaires semblables suppose l'existence d'une structure de reseaux privilegiee optimisant le transport et la distribution de biens. Si il reste des mots:[La question sous-jacente est la suivante: "Qu'est-ce qui explique la forme particuliere des reseaux de veines

que l'on retrouve partout dans la nature? A quoi servent ces embranchements? Existe-il une forme plus efficace qui remplirait la même fonction?"]

Afin de mieux appréhender les structures de venations, nous nous placerons dans le cadre de l'étude de réseaux à flot et tenterons d'étudier leurs propriétés.

+ theme

La compréhension des processus de développement de réseaux efficaces représente un vaste champ d'opportunités pour la recherche médicale sur les mécanismes de l'angiogenèse: création de prothèses pour remplacer des tissus vasculaires endommagés, modélisation du développement de structures corticales, contribution à la recherche sur les "nano-robots"...

Problématique Retenue:

Exhiber et décrire des sous-structures optimisant le coût global de réseaux à flots.

Objectifs du TIPE:

- Approfondir la maîtrise d'un langage de programmation au service d'une démarche de recherche (Ocaml)

- Exhiber et décrire (si elles existent) , des sous structures communes dans la famille des n -graphes minimaux (i.e. des graphes de flots à n sommets dont le flot est minimal parmi tous les flots et ensembles d'arêtes possibles).

Une fois substituées à un sous-graphe d'un graphe optimisable G , elles devront réduire systématiquement le coût global du graphe modifié G' .

references bibliographiques

Depuis les années 80, la Théorie des Graphes occupe une place préminente au sein des travaux de recherche relevant du domaine de l'informatique fondamentale.

De par leur versatilité, les graphes nous permettent de représenter et de modéliser de nombreuses situations du monde réel, en mettant à notre disposition des outils puissants

pour mieux les comprendre. Et ceci est d'autant plus vrai que notre époque est plus que jamais caractérisée par la "connexion", rendant le graphe un outil des plus adéquats pour décrire et innover.

Une catégorie de graphes présente, en particulier, un grand potentiel d'application dans la modélisation de systèmes dynamiques relevant du transport et de la distribution de biens: Les Graphes de Flot.

Des simples réseaux routiers aux problèmes d'ordonnancement de tâches, les graphes de flots couvrent un large panel de problématiques réelles et théoriques auxquelles ils offrent un cadre de résolution complet.[1]

Par exemple, en modélisant le schéma de la vascularisation de feuilles d'arbre par un réseau à flots, on peut parvenir à modéliser les stades de développement de la venation du limbe; une approche qui est aussi utilisée dans les études portant sur les Physariums, champignons inspirants la recherche dans le transport.[2,3] On pourra voir, de la même façon, les problèmes de routage de réseaux comme des instances de problèmes portant sur les graphes de flot.

Remarquons aussi que des problèmes classiques sur les graphes ordinaires peuvent être vus comme des cas particuliers de problèmes plus généraux sur les graphes de flot; e.g. chercher un plus court chemin entre 2 sommets est équivalent à chercher un flot de coût minimal entre deux nœuds. De même, la recherche de circuits Euleriens peut être vue comme la recherche d'un flot minimal devant irriguer des nœuds auxquels on a attribué une consommation de 1.[1][5]

Il serait impossible de résumer l'ensemble des contributions recensées au sujet des graphes de flot, mais on en notera quelques unes qui répondent à des problématiques classiques:

- Problèmes de Flot Max : Déterminer un flot maximal dans un graphe prédéfini dont de nombreux problèmes sont des sous-instances (attribution de tâches, recherche de plus courts chemins...)
- Problèmes de Flot Min : Déterminer un flot qui minimise une fonction de coût en respectant des contraintes de capacité et de conservation au niveau des nœuds (sous-problèmes: routage, problèmes de circulation)
- Problèmes de transport : Déterminer un flot modélisant un déplacement de biens le long d'un axe selon certaines contraintes (sous problèmes: transport de commodités, planification de trajets, couplages)[1,4]

Ces problemes ont generalement des solutions biens documentees, souvent bornees en temps fortement polynomial; et il existe aussi des methodes de programmation lineaire permettant d'obtenir des solutions a des problemes d'optimisation sur des variantes generalisees des problemes ci-dessus, fonctionnant aussi en temps polynomial.

<p>[1] <i>Network Flows, Theory, Algorithms and Applications</i> Ravindra K.Ahuja Thomas L.Magnanti, James B.Oracle Prentice Hall 1993 - ISBN 0-13-617549-X</p>	<p>[2] <i>Modeling and visualization of leaf venation patterns</i> Adam Runions, Martin Fuhrer, Brendan Lane, Pavol Federl, Anne-Gaëlle Rolland-Lagan, and Przemyslaw Prusinkiewicz. Modeling and visualization of leaf venation patterns. ACM Transactions on Graphics 24(3), pp. 702-711</p>
<p>[3] <i>Physarum-inspired Network Optimization: A Review</i> Yahui Sun https://yahuisun.com</p>	<p>[4] <i>A simple algorithm for finding maximal network flows and an application to the Hitchcock problem</i> Ford L.R, FULKERSON R.R Rand Report Rand Corporation, Santa Monica, 1995 December</p>