JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	ヒッチコック型輸送問題に対する途中棄却を含む段階的解法
Author(s)	池田，隆之
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1664
Rights	
Description	Supervisor:浅野 哲夫，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

ヒッチコック型輸送問題に対する途中棄却を含む段階的解法

池田 隆之 (110007)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2003 年 2 月 14 日

キーワード: ヒッチコック型輸送問題, ネットワークフロー.

本研究ではヒッチコック型輸送問題を扱う．ネットワークに対し, できるだけ少ない費用で決められた量のものを流す問題を最小費用流問題という．ヒッチコック型輸送問題は, この最小費用流問題の特別な場合の問題であると言える．すなわち, 入力されるグラフが 2 部グラフであり, 一方から他方への有向辺のみが存在する場合である．ヒッチコック型輸送問題は, その名が示すように, 複数の分散した工場で作られた製品を同じように複数の店舗に移動させるための費用を最小にする配送手順を考えることに似ている．また, このような輸送問題とは一見して関係のないような分野でも用いられていることがある．質問画像に似ている画像をデータベースの中から探し出すことを考える．このとき我々は, 質問画像とデータベース内の画像が”似ている”か”似ていない”かを定量的に判定する必要がある．このための方法のひとつとして,Earth Mover's Distance (EMD) と呼ばれる距離関数を用いた方法がある．この方法では, まず, 比較する画像をカラーシグネチャと呼ばれる表現方法で表すことを行う．カラーシグネチャとは画像を色空間上の重みつき点集合として表現する方法である．それぞれのカラーシグネチャを EMD に入力として与えると, 画像間の相違度に応じた距離を出力として得られる．この EMD を求めるためには, その内部でヒッチコック型輸送問題を解く必要がある．このようにヒッチコック型輸送問題には様々な応用がある．

この論文では, ヒッチコック型輸送問題の解における最少の費用と, 閾値との比較を行う判定問題のアルゴリズムを提案する．上述した EMD の応用では, 画像間の正確な距離を知ることはさほど重要ではない．むしろ, その距離があらかじめ設定された閾値を超えるかどうかを知ることが重要である．上述した EMD では, 設定された閾値以下の距離を持つ画像同士は似ていると判断され, そうでない場合は似ていないと判断される．さらに, まったく似ていない画像との比較を行う場合でも, 判定が困難であるような場合, すなわちその距離が閾値に近い値であるような場合と同様の計算時間が必要になるという問題点がある．そこで本研究では, 最適解を求めるよりも少ない計算時間でヒッチコック型輸送問題の最小の費用の下界を求め, 閾値との比較を段階的に行う手法を提案する．各段階で比較を行い, 最小の費用の下界が閾値よりも大きいことがわかればその段階で棄却する．こ

Copyright © 2003 by Ikeda Takayuki

れによって最少の費用と閾値との間に大きな差がある場合には, より早い段階で”似ていない”と判断され, 棄却される. この結果, 平均的な計算時間は短くなると予想される.

一般のヒッチコック型輸送問題では下界を求めることが困難であることから, 本論文ではユークリッド空間上の点集合を考え,2 点間の単位流量当りの費用がその距離で与えられると仮定する. 実際の輸送問題や, 上述した EMD ではこの仮定は成り立つ. よって, 今後はこの仮定の下で議論を進める. 提案手法ではまず, 入力されたグラフを縮約し, 問題の規模を小さくする. 具体的には, グラフに存在する任意の 2 点を取り出し, その重心を座標とする点でこれらを置き換える. すべての点についてこの操作を行う. これを一段階での縮約とし, 点の数がただひとつとなるまで操作を繰り返す. 点の数が少ないほうから各段階についてヒッチコック型輸送問題を解く. 得られた最小の費用と閾値の比較を行う. 閾値よりも最小の費用が大きい場合にはその時点で棄却を行う. そうでなければ次の段階についてヒッチコック型輸送問題を解き, 最小の費用を得る. 縮約されたグラフにおけるヒッチコック型輸送問題の最小の費用が, 縮約を行う前のグラフにおける最小費用の下界を与えることを示す. これにより, 提案手法の正しいことを述べる. 最小の費用と閾値の差が小さい場合を考える. これは, 縮約されたグラフでは正しく判定を行えないことを意味している. すべての段階を順次計算し, 最初に与えられた問題を解くことになっても計算量が増加しないことを示す.

提案手法のアルゴリズムの実装を行った. 記述は C++言語を用いて行った. また,LEDA をあわせて利用した. 計算機で実際に動作を行った. 乱数を用いて発生させた点を用いてシュミレーションを行った. 点の数を, １０, ２０, ４０, ８０, １６０, ３２０とし, それぞれについて 100 回の比較の平均時間を計測した. その結果, 棄却率が高い場合には計算時間はとても早くなることがわかった.

今回の研究では縮約を行う 2 点は任意のものとしていたが, これに条件を加えることで性能の向上をめざす. 画像データベースへの応用を行い, これまでの方法との比較を行いたいと考えている.