

机器视觉中的优化算法研究论述

邹慧敏

北京电子科技职业学院 北京 100176

摘要: 机器视觉是信息科学领域一门前沿的综合交叉学科。优化算法在该领域有着十分重要的应用。本文概括了一些典型问题如位姿问题、图像匹配问题中的优化算法。位姿问题主要有两种模型, 三维正交约束下分别极小化一个二次目标和另一个非线性目标。针对二次模型, 本论文综述: 一基于加强版Lagrangian对偶设计一个新的快速算法, 二是进一步设计一种巧妙的分支定界算法, 一个隐含的好处是我们可以同时优化两个目标(多目标规划); 图像匹配中我们着重归纳两个问题, 一个是匹配求基本矩阵的优化模型以及设计高效算法, 另一个是研究图像识别的二次匹配模型及相关算法。

关键词: 机器视觉; 位姿问题; 图像匹配问题

Research and discussion on optimization algorithm in machine vision

Huimin Zou

Beijing Electronic Technology Vocational College Beijing 100176

Abstract: Machine vision is a frontier comprehensive interdisciplinary subject in the field of information science. Optimization algorithm has very important application in this field. This paper summarizes some typical problems such as pose problem and image matching optimization algorithm. There are two models for pose problem, which minimize a quadratic target and a nonlinear target respectively under three-dimensional orthogonal constraints. For the quadratic model, this paper summarizes: one is to design a new fast algorithm based on the enhanced Lagrangian duality, the other is to further design a clever branch and bound algorithm, an implicit benefit is that we can optimize two objectives simultaneously (multi-objective programming); In image matching, we focus on two problems, one is the optimization model of matching basic matrix and design efficient algorithm, the other is to study the second matching model and related algorithm of image recognition.

Keywords: Machine vision; Pose problem; Image matching problem

概述现状

机器视觉是信息科学领域十分前沿和综合交叉, 其核心基础之一就是优化算法。本论文关注其中的位姿问题与图像匹配问题中的优化算法。下面我们分别介绍。

1 位姿估计问题

这是计算机图形学、机器视觉、机器人、摄影测量学等研究领域中所需要解决的一个核心问题。所谓位姿估计问题即是求解两个不同空间坐标系下对应点之间刚体变换的旋转矩阵和平移向量。在传统的摄影测量学中, 位姿估计问题通常根据线性和非线性误差这两种模型进行优化。

基于线性目标模型的经典算法如正交迭代(OI)^[1]及其改进^[2], 基于半正定松弛技术(SDR)的新近的方法^[3], 以及基于平方和松弛(SOS)的方法^[4], 国内有将流形优化应用到该问题^[5], 这是一种迭代求解的局部优化方法, 国内也有用凸松弛来做的^[6], 这篇文献基本思想和一些表达雷同自(但发表时间晚于)[3]和[4]而且并没有引用[3]和[4]。

基于非线性目标模型的经典算法如高斯牛顿方法(GN)和Levenberg-Marquardt法(LM), 这些都是求解非线性最小二乘问题的基本方法, 也都依赖于初始解的

选择, 一个著名的快速产生初始点的方法是EPNP^[7], 该文献中最好的方法被认为是EPNP+GN。分支定界是一种来全局求解这类问题的策略, 也可以提前终止来作为一个启发式近似方法, 相关文献^[8-10]普遍存在的问题是算法时间过长。

目前这个领域的算法都还比较新, 很多方面还有余地开发和进展。这是一个可以立刻做出很好研究的领域和时机。

2 图像匹配问题

计算机视觉中的视觉识别, 即计算机如何从不同的图像中识别出同一物体。赋权图是描述物体的强有力的工具之一, 刻画两物体之间的相近程度, 往往能被归结为赋权图匹配问题。本质上是一类特殊的离散点匹配问题, 目标为两幅图像的点阵差的二范数(即偏差), 约束则是为置换矩阵。问题可以等价化为二次指派问题^[11,12], 是一个NP-难问题。文献^[12]给出了一个基于凸松弛^[13]的求解方法。在求解该问题方面我们前期也有一个很好的算法^[14], 算法本质是基于Lagrangian函数和Courant罚函数的连续化方法^[15]。给了一个新的松弛模型及迭代算法。

该模型和算法可以推广到更多问题, 比如随机子图匹配问题^[16], 以及另一个领域: 生物数据都能自然形成网络, 比如蛋白质相互作用的网络, 基因调控网络, 等等, 这些网络索引就对应一个路径匹配或者图匹配问题^[17]。

作者简介: 邹慧敏, 1989年9月, 女, 汉族, 辽宁大连, 硕士研究生, 研究方向: 应用数学。

另一个问题是立体视觉中候选匹配对应点的基本矩阵恢复问题。这里的著名算法是 Longuet-Higgins 1981 提出的 8 点算法^[18]，在计算机视觉领域得到广泛研究和应用。为了克服噪声敏感性，Hartley 提出了归一化的 8 点算法^[19,20]。

参考文献：

- [1] C.Lu, G.D.Hager, E. Mjølness, Fast and globally convergent pose estimation from video images, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 22 (6) (2000) 610–622
- [2] G.Schweighofer, A. Pinz, Robust pose estimation from a planar target, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 28 (12) (2006) 2024–2030.
- [3] H. Hmam, J. Kim, Optimal non-iterative pose estimation via convex relaxation *Image and Vision Computing* 28 (2010) 1515–1523
- [4] G.Schweighofer, A. Pinz, Globally optimal $O(n)$ solution to the PnP problem for general camera models, in: *British Machine Vision Conference*, 2008.
- [5] 潘绍松, 左洪福. 基于流形优化法的相机位姿估计 [J]. *江苏大学学报(自然科学版)*, 32(3) (2011): 336–340.
- [6] 肖永亮, 苏显渝, 薛俊鹏, 刘晓青. 基于凸松弛全局优化算法的视觉测量位姿估计 [J]. *光电子·激光*, 22(9) (2011): 1384–1389.
- [7] V. Lepetit, F. Moreno-Noguer, P. Fua, EPnP: an accurate $O(n)$ solution to the PnP problem, *International Journal of Computer Vision* (2008).
- [8] Sameer Agarwal, Manmohan Chandraker, Fredrik Kahl, David Kriegman, and Serge Belongie. Practical global optimization for multiview geometry. In *European Conference on Computer Vision*, pages 592–605, 2006.
- [9] R.I. Hartley, F. Kahl, Global Optimization through Rotation Space Search *Int J Comput Vis* (2009) 82: 64–79.
- [10] C. Olsson, F. Kahl, and M. Oskarsson. Optimal estimation of perspective camera pose. 18th International Conference on Pattern Recognition, 2:5–8, 2006.
- [11] C. Schellewald. *Convex Mathematical Programs for Relational Matching of Object Views*. Ph.D. thesis, Department of Mathematics and Computer Science, University of Mannheim, 2005.
- [12] C. Schellewald, S. Roth, C. Schnörr, Evaluation of a convex relaxation to a quadratic assignment matching approach for relational object views, *Image and Vision Computing* 25, 1301–1314, 2007.
- [13] N. Brixius, K. Anstreicher, Solving quadratic assignment problems using convex quadratic programming relaxations, *Optimization Methods and Software* 16 (1–4) (2001): 49–68.
- [14] Y. Xia, An Efficient Continuation Method for Quadratic Assignment Problems, *Computers & Operations Research*, 37(6): 1027–1032, 2010.
- [15] 郑开杰, 高玉涛, 彭济根. 赋权图匹配问题的一种新的松弛模型 [J]. *自动化学报*, 36(8) (2010), 1200–1203.
- [16] C. Schellewald, S. Roth, C. Schnörr, Probabilistic Subgraph Matching Based on Convex Relaxation, In *Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition Lecture Notes in Computer Science*, 2005, Volume 3757/2005, 171–186.
- [17] Q. Yang, S.-H. Sze, Path Matching and Graph Matching in Biological Network, *Journal of Computational Biology*, 14(1), 2007.
- [18] H. Longuet-Higgins A computer algorithm for reconstructing a scene from two projections, *Nature*, 239, (1981), 133–135.
- [19] R.I. Hartley, In defence of the 8-point algorithm In *proceedings of the 5th international conference on computer vision*, (1995), 1064–1070.
- [20] R.I. Hartley In defence of the eight-point algorithm *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 19(6), (1997), 580–593.