

采用蚁群算法的移动摄像头探访规划

彭臻, 王田, 李晨阳, 钟必能, 陈叶旺

(华侨大学 计算机科学与技术学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 规划了摄像头的移动路径,快速轮询所需要监控区域的热点,从而提高监控的有效性和安全性. 定义一个最短轮询监控点的问题,证明该问题是 NP-难的. 设计了基于“视距蚂蚁”的蚁群算法,通过大量模拟实验证明:设计的算法是有效的,可以在近似最短距离的路径轮询到所有监控点.

关键词: 视频监控; 最短路径; 蚁群算法; 路径规划; 摄像头; 安全

中图分类号: TP 393 **文献标志码:** A

虽然当今的视频监控发展的非常迅速,应用范围也极为广泛^[1],但也还存在不少问题. 传统的摄像头基本上都是位置固定的^[2-4],这种提前部署的摄像头容易被犯罪嫌疑人利用,在犯案前踩点,从而在犯案时躲过摄像头的监控. 针对传统部署的固定位置的摄像头所存在的问题,提出移动式摄像头监控的方案,即将摄像头安装在可以控制其移动的装置上(如移动的机器人、小车)^[5-7]. 这样不仅可以扩大监控的范围,也能实现对目标的多角度监控^[8-9]. 针对该方案,本文提出了快速轮询、探访监控点的问题,证明了该问题是 NP-难的,并设计了“带视距蚂蚁”的蚁群算法.

1 探访规划问题

平面区域内上有 N 个需要监控的热点,设监控摄像头的视野范围为 r ,则 N 个点可以看成是 N 个半径为 r 的圆盘. 从 N 个圆盘中的任意一点出发,设计最短的探访轨迹,使得该轨迹经过且仅经过一次所有的圆盘并最终回到原点. 假设需要监控的位置为“质点”,而实际中这些关键的位置可能是一个区域,但是很容易就能扩展到这种探访“区域”的问题. 在蚁群算法里,只需要将每只接近半径为 r 的圆盘的蚂蚁的视距调整为 r 即可.

探访规划问题的一个简单例子,如图 1 所示. 图 1 中:有一个可以移动的监控摄像头,其视野范围是 5 m,要依次访问一个矩形监控区域内的 5 个监控点并回到原点,使得所经过的路程最短. 假设 a 点为移动摄像头的初始位置,它要依次探访 A, B, C, D, E 各点,圆的半径是摄像头的监控半径,只要小车到达各个圆内,就能确保清晰观察到所要监控的对象. 小车从 a 点出发,到达 b 点后探访到 B ,接着到达 c 点可以探访到 C ,依次探访 D, E ,最后小车从 e 回到 a . 如此循环往复,以完成对所有点的轮询.

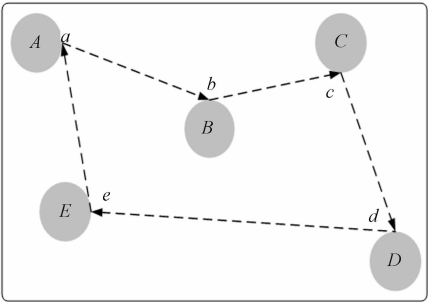


图 1 探访规划示意图

Fig. 1 Illustration of visit schedule

考虑该探访问题的一个特例,即假设摄像头的监控视野为 0,那么该问题就退化为传统的货郎 TSP 担问题. 由于 TSP 问题是一个已知的 NP-难问题,所以探访规划

问题也是 NP-难的.

2 “视距蚂蚁”蚁群算法

探访规划问题的近似算法——“视距蚂蚁”算法是基于传统蚁群算法^[10]所设计的. 传统蚁群算法的基本原理是: 蚂蚁在试探寻找路径时会在路径上释放出一种特殊的信息素, 往返一次的路径越长, 释放的激素浓度越低. 路径上的激素浓度越高, 蚂蚁选择这条路径的概率就越大, 这样形成一个正反馈. 最后, 蚂蚁们会逐渐找到趋近于最优的路径. t 时刻蚂蚁选择路径 ij (此时蚂蚁位于 i 点) 的概率为

$$P_{i,j}^k(t) = \begin{cases} \frac{[r_{i,j}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{i,j}]^\beta}{\sum_{k \in \theta_k} [r_{ik}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ik}]^\beta} & j \in a_k; \\ 0, & \text{否则.} \end{cases} \tag{1}$$

式(1)中: $r_{i,k}(t)$ 为路径 ij 上的信息素浓度; $\eta_{i,j}$ 为路径 ij 的可见度, 可以简单看做是路径 ij 的距离的倒数; a_k 为位于位置 i 时可供选择的下一个目标点的集合; α, β 均为常量参数.

显然, 路径越短, 蚂蚁往返一次的时间也就越短, 而该路径上信息激素的浓度相对就越强, 从而可以吸引更多的蚂蚁, 如此反复. 当蚂蚁群体数量足够大、往返趟数足够多时, 逐渐就会形成最短的路径.

“视距蚂蚁”算法与传统蚁群算法不同的是: 每只蚂蚁是带有一定的视距的, 蚂蚁们不需要走到访问点就可以提前“嗅探”(实质是看到)到之前蚂蚁遗留的信息素, 从而提前决策示例, 算法如图 2 所示. 传统的蚁群算法下, A 点出发的蚂蚁要走到 B 点, 根据路径 BC 及 BD 的信息素浓度强弱来决定选择的概率. 而根据文中的算法, 蚂蚁走到 b 点即可提前嗅探到往 C 方向和 D 方向的信息素浓度, 从而提前做出选择. 为不失一般性, 假设传统的蚁群算法和改进的蚁群算法都选择 C 作为下一个探访的目标, 即传统蚁群算法的路径是 ABC , 而改进后的蚁群算法路径是 abc_1 , 显然后者的距离更短. 由图 2 可知: 蚂蚁在走到 c_1 点后, 会将访问过的 A, B, C 三个点从可选列表中删除, 只剩下 D 节点; 蚂蚁沿着 c_1 与 D 的连线方向行走, 当走到该连线与图中包围 D 的圆圈交叉点时时候停止, 即完成了对 D 的访问.

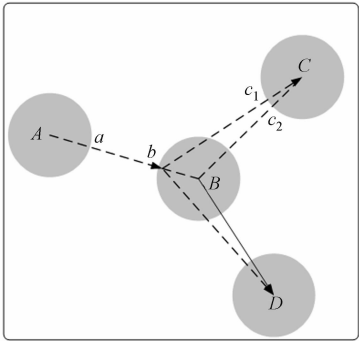


图 2 视距蚁群算法示例
Fig. 2 Example of the algorithm for stadia ant

改进后的蚁群算法流程图, 如图 3 所示. 现以一只蚂蚁为例描述该选路过程. 假设所有的蚂蚁均从标号为 0 的点出发(实际可以为指定的任意点), 并将点 0 加入禁忌表. 禁忌表存放已访问过的点坐标, 蚂蚁每访问过一个点, 都将该点加入到自身的禁忌表中. 如果该蚂蚁还未访问完所有点, 则在邻近访问该点的时候依据信息素的浓度大小按照概率选择下一个预访问的点, 并将该点坐标加入禁忌表. 如果所有点都已访问过一次, 则计算出蚂蚁走过的路径长度并更新信息素, 更新方法是根据式(1)计算得到所走路径上的点两两之间的信息素浓度. 其他蚂蚁重复该蚂蚁的选路过程, 直到所有的蚂蚁都轮询了所有点, 这样就形成了最后的优化后的路径.

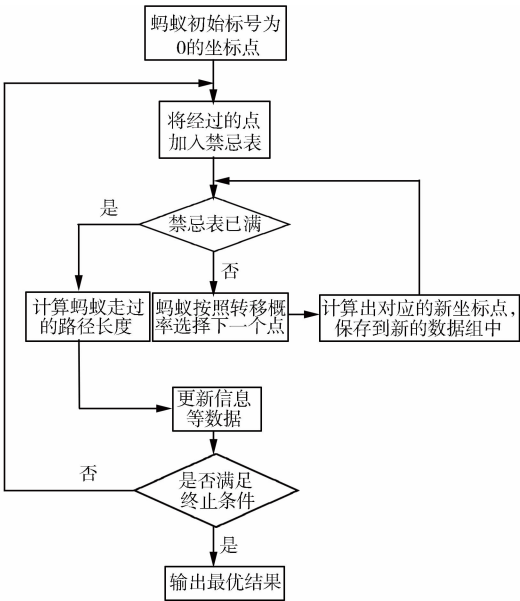


图 3 “视距蚂蚁”算法流程图
Fig. 3 Flowchart of the algorithm for stadia ant

3 仿真实验

实验数据基于 TSP 的经典数据 Oliver30, 即在

100 m×100 m 的平面区域内有 30 个探访点. 摄像头的探访半径为 1~10 m. 为了便于比较, 除实现了传统的蚁群算法之外, 还设计了一个“最近邻居节点”算法. 该算法每次以贪心算法的形式选取离当前节点最近的一个作为下一个探访点, 移动到该探访点的半径 r 处即被认为探访到该点, 以该点为参照再选择下一个最近的点, 如此直到访问完所有的点.

当节点个数依次增大情况下, 探访距离的变化情况如图 4 所示. 图 4 中: 摄像头监控半径 R 设置为 2 m, 计算次数为 100 次; 蚂蚁数量为 30. 由图 4 可知: 由蚁群算法、最近邻居节点算法和“视距蚂蚁”算法求出的最短路径长度, 随着节点个数的增多(需要探访的点增加了)而增加; 但在相同节点个数下, “视距蚂蚁”算法求出的最短路径长度明显小于蚁群算法, 而“最近邻居节点”算法的性能最差.

蚂蚁数量(k)依次增多的情况下探访距离的变化情况, 如图 5 所示. 图 5 中: 视频监控半径 $R=2$ m; 循环次数为 20; 蚂蚁数量从 1 开始依次增加到 10. 由图 5 可知: 随着蚂蚁数量的增多, 最优路径长度呈逐渐变短的趋势, 虽然中途有所反复(如当蚂蚁数量为 7, 8, 9 时), 但这不改整体向下的趋势; 但当蚂蚁数增加到 10 的时候, 路径长度又继续变小, 这是因为有更多蚂蚁探路, 就可能寻找到更加优良的路径; 当蚂蚁数接近 10 的时候, 路径长度趋于稳定.

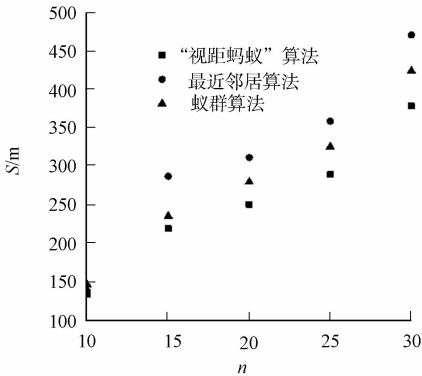


图 4 路径长度在不同节点个数情况下的对比图
Fig. 4 Path length under different numbers of sensors

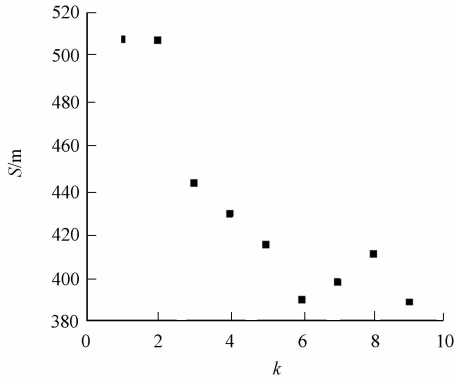


图 5 最短路径随蚂蚁数量变化图
Fig. 5 Shortest path length under different numbers of ants

监控半径依次增大的情况, 算法如图 6 所示. 循环次数依次增加的情况, 算法如图 7 所示. 图 6 中: 监控半径从 1 依次增加到 10. 由图 6 可知: 随着监控半径的逐渐增大, 两种算法计算出来的最短路径都会减小, 并渐渐趋于平缓. 不难理解, 如果监控半径大到极限, 将每个点都包含在内, 则摄像头不需要移动就可以监控到所有的节点. 算法较最近邻居算法缩短距离达 10%~70%, 有着明显的优势.

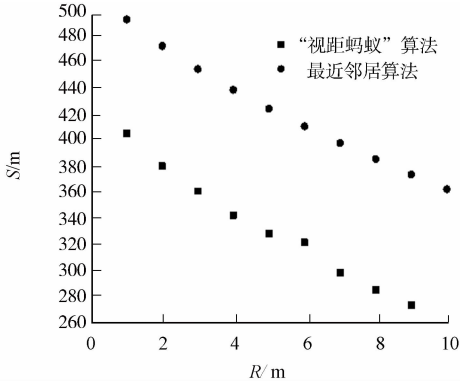


图 6 算法随半径变化对比图
Fig. 6 Results of algorithms under different radiuses

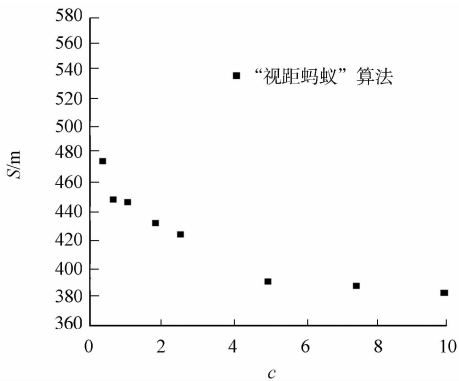


图 7 算法最优路径随循环次数变化对比图
Fig. 7 Results of algorithms under different numbers of iterate times

图 7 中: 蚂蚁数量为 10; 监控半径 R 为 2; 循环次数从 1 开始逐渐增加到 100. 由图 7 可知: 随着循环次数的增加, 探访距离越来越短, 这是因为“视距蚂蚁”算法每次循环后更新信息素的强度, 每次都是短的路径的信息素浓度高; 蚂蚁再一次循环时, 就会按照信息素浓度高的路径走, 并且会继续使这条路

上的信息素浓度增加,所以每次循环后蚂蚁都会选择出较优的路径;循环次数越多,寻找到的路径越优,最终结果会在循环 100 次以内收敛,这说明了算法的快速性.

4 结 束 语

根据可控移动性视频监控的思想,结合蚁群算法中蚂蚁根据信息素的强弱选择最优路径的原理,设计出“视距蚂蚁”的算法. 与传统的蚂蚁算法不同,该算法予以每只蚂蚁一定的视距,蚂蚁不需要走到访问点就可以提前“嗅探”到之前蚂蚁遗留的信息素,从而提前决策. 大量的模拟实验证明,“视距蚂蚁”算法在视频监控的路径规划上有效地缩短了所走路径长度,节省了时间,大大提高了移动智能视频监控的有效性.

参考文献:

[1] 蒋馨. 浅析国外智能视频监控技术的发展及应用[J]. 中国安防,2011(10):105-108.
[2] 李文航,汪国平,陈毅松. 基于移动网络的远程视频监控系统[J]. 计算机应用研究,2009,26(10):3798-3800.
[3] 赵瑞宇,孙首群,吕晓军,等. 高铁闸机智能监控系统中的行人检测算法研究[J]. 计算机应用与软件,2013,30(3):85-88.
[4] WANG Hui-bin, LU Qiu-li, ZHANG Li-li, et al. An approach for vehicle warning based on video information in transportation surveillance[C]// International Conference on Computer and Electrical Engineering, Phuket: IEEE Press,2008:553-557.
[5] PARK S, HASHIMOTO S. Autonomous mobile robot navigation using passive RFID in indoor environment [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics,2009,56(7):2366-2373.
[6] FUKUI R, MORISHITA H, MORI T, et al. HangBot: A ceiling mobile robot with robust locomotion under a large payload (Key mechanisms integration and performance experiments)[C]//International Conference on Robotics and Automation (ICRA). Shanghai: IEEE Press,2011:4601-4607.
[7] ZHAN Yan-mei, LEUNG H, KWAK K C, et al. Automated speaker recognition for home service robots using genetic algorithm and Dempster-Shafer fusion technique [J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2009,58(9):3058-3068.
[8] ZHANG Jun, SONG Guang-ming, QIAO Gui-fang, et al. An indoor security system with a jumping robot as the surveillance terminal [J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics,2011,57(4):1774-1781.
[9] FOLGADO E, RINCÓN M, ÁLVAREZ J R, et al. A multi-robot surveillance system simulated in gazebo[C]//Nature Inspired Problem-Solving Methods in Knowledge Engineering. Berlin Heidelberg:Springer,2007:202-211.
[10] 侯文静,马永杰,张燕,等. 求解 TSP 的改进蚁群算法[J]. 计算机应用研究,2010,27(6):2087-2089.

Visit Schedule of Mobile Cameras Base on Ant Colony Optimization

PENG Zhen, WANG Tian, LI Chen-yang,
ZHONG Bi-neng, CHEN Ye-wang

(College of Computer Science and Technology, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: Mobile cameras can raise the visual field to a great extent. This paper focuses on how to plan the movement path of the cameras so as to quickly visit the hot spots of the area to be monitored. The shortest route for the cameras is designed in order to improve the effectiveness and security. This paper defines a shortest polling monitoring point problem, which is proved to be NP-Hard. Finally, an ant colony optimization algorithm based on the stadia of ant is designed. Extensive simulation results validate the efficiency of the algorithm proposed. All of the monitoring point can be visited in almost the shortest distance.

Keywords: video surveillance; shortest path; ant colony optimization; path planning; camera; security

白斑综合症病毒对对虾 *Caspase* 基因的调控

金春英¹, 林金清², 王蔚³

- (1. 华侨大学 化工学院, 福建 厦门 361021;
2. 华侨大学 材料科学与工程学院, 福建 厦门 361021;
3. 国家海洋局第三海洋研究所, 福建 厦门 361005)

摘要: 研究病毒感染对白斑综合症病毒基因的录调控的影响,将 *Caspase* 调控区的 DNA 进行生物素标记,然后与链霉亲和素修饰的琼脂糖结合.通过下拉发现,*Caspase* 基因的启动子序列与 white spot syndromic virus(WSSV)病毒的两个蛋白 Vp38 和 Vp41B 有相互作用.通过荧光素酶报告基因发现,Vp38 和 Vp41B 对 *Caspase* 启动子活性分别有抑制和激活作用.采用 RNAi 技术下调两个 WSSV 蛋白的表达后,研究发现:Vp38 和 Vp41B 分别对对虾血细胞的凋亡水平有促进和抑制的调控作用.

关键词: 对虾白斑综合症病毒; *Caspase* 基因; 调控; 凋亡

中图分类号: Q 516

文献标志码: A

白斑综合症病毒(white spot syndromic virus, WSSV)是对虾养殖中危害最严重的病原.该病毒传染力强、致死率高、流行范围广,给全球对虾养殖业造成了巨大损失^[1].由于对虾等海洋无脊椎动物的免疫系统不完善,无法用疫苗进行免疫防治,至今仍未能有效控制该病毒病的发生与发展^[2].在以往的研究中,通过抑制差减杂交发现,日本对虾(*Penaeus japonicus*)中 *Caspase* 基因通过细胞凋亡在对虾抗病毒免疫中发挥重要作用^[3-4].为进一步研究 *Caspase* 基因在病毒感染过程中的调控,本文对 *Caspase* 调控区,结合蛋白 Vp38 和 Vp41B,研究了对虾免疫和病毒感染过程中的所起的重要作用.

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1) 材料:淡水克氏原螯虾和日本对虾购于厦门第八市场;WSSV 原始病毒提取自厦门同安对虾养殖场收集的感染阳性对虾;大肠杆菌(*E. coli* DH5 α 和 *E. coli* BL21)、质粒(pGL3-Basic 和 pIZ/V5-his)和细胞(High Five)由本实验室保藏.

2) 试剂:胶回收试剂盒(美国 Omega 公司);组织 DNA 提取试剂盒、Taq 合成酶、T4 DNA 连接酶、限制性内切酶、pMD18-T 载体和 siRNA 体外转录试剂盒(日本 TaKaRa 公司);细胞培养用培养瓶、多孔板(美国 Corning 公司);荧光素酶分析系统及半乳糖苷酶检测系统(美国 Promega 公司);Express-Five SFM 基础培养基与 *L*-谷氨酰胺、Cellfectin(美国 Invitrogen 公司);链霉亲和素琼脂糖(美国 Thermo 公司);其他化学试剂均为市售分析纯产品.

1.2 仪器

高速冷冻离心机(德国 Beckman 公司);电泳仪和 PCR 扩增仪(美国 Bio-RAD 公司);发光仪(美国 MGM 公司).

收稿日期: 2013-12-28

通信作者: 金春英(1976-),女,实验师,主要从事免疫防治的研究. E-mail:jcying@hqu.edu.cn.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31272684);国家海洋局海洋生物遗传资源重点实验室开放研究基金项目(HY201102)