

基于 EGA 从重庆出发遍历四川 5A 景区（15 个）总路程最短的研究

何志林

（成都农业科技职业学院）

摘要：本文采用“分类遗传算法”结合精英保留遗传算法（EGA，Elitist Genetic Algorithm）研究从重庆出发遍历四川 5A 景区（15 个）总路程最短的研究。该研究试图解决遍历各点问题，为川渝经济圈旅游板块献言献策；具有广泛性，还可以运用到巡回快递，校车接送路线等场景；通过自媒体推广，希望吸引更多的自驾游旅游爱好者，为旅行商制定旅游路线提供参考，为旅游主管部门推广景区提供案例。

关键词：精英保留遗传算法；遍历；总路程最短

2021 年，四川、重庆两地文化和旅游部门按照《深化重庆四川合作推动成渝地区双城经济圈建设 2021 年重点任务》《深化四川重庆合作推动巴蜀文化旅游走廊建设 2021 年重点工作方案》进行了一系列的工作。如何实现川渝旅游联动，建立旅游走廊，是实现川渝双城经济圈的重要一环。

1. 什么是精英保留遗传算法（EGA，Elitist Genetic Algorithm）

本文认为，该算法是通过进化后的结果比上一代更优，即把种群进化中迄今出现的最好的个体保留（较短路径），与随机算子（景点）配对，形成新路径，评价新路径是否比父代更短，若是，则继续保留，再配对，若否，则弃之。达到规定的进化代数，即可认为该路径为最短。

2. 四川省 15 个 5A 级景区分布情况

四川省共有 15 个 5A 级景区，旅游资源丰富，人文风景独特，是必游景点。但是，15 个景点散落在四川省各地。

表一 四川省 15 个 5A 级景区名单（截止 2022.3.1）

序号	名称	所在市州	所在区县
1	青城山—都江堰旅游景区	成都市	都江堰市
2	峨眉山风景名胜区	乐山市	峨眉山市
3	九寨沟风景名胜区	阿坝州	九寨沟县
4	乐山大佛景区	乐山市	市中区
5	黄龙国家级风景名胜区	阿坝州	松潘县
6	汶川特别旅游区	阿坝州	汶川县
7	北川羌城旅游区	绵阳市	北川县
8	邓小平故里旅游区	广安市	广安区
9	阆中古城	南充市	阆中市
10	剑门蜀道剑门关旅游景区	广元市	剑阁县
11	朱德故里景区	南充市	仪陇县
12	泸定海螺沟冰川森林公园	甘孜州	泸定县
13	碧峰峡旅游景区	雅安市	雨城区
14	巴中市光雾山景区	巴中市	南江县
15	甘孜州稻城亚丁景区	甘孜州	稻城县

本文拟通过 EGA，计算迭代出遍历 15 个 5A 景区的总路程最小的路径，以自驾游为例。以节省旅游者的成本和费用。

3. 本文是应用研究，主要是解决问题，得到结论并验证其正确性。

第一步：画出四川省 15 个 5A 景区的地理位置图。



图一 四川省 15 个 5A 景区的地理位置图

第二步：得到初代路径。采用精英保留遗传算法（EGA，Elitist Genetic Algorithm）计算以重庆为起点，自驾游为例，先到离重庆最近的 5A 景区，由图一可知以下四个景区距离较近。按表一的序号即为基因序列编号。令重庆的基因序列编号为 0。

表二 距离重庆较近的景区距离

序号	景区名称	地理位置	重庆之间距离
8	邓小平故里旅游区	广安市广安区	126 公里
9	阆中古城	南充市阆中市	277 公里
11	朱德故里景区	南充市仪陇县	248 公里

经过比较，第一站应该是邓小平故里旅游区，离重庆最近，编号 8。

再到离邓小平故里旅游区最近的第二个景区，由图一和表三可知

表三 距离邓小平故里旅游区较近的景区距离

序号	景区名称	地理位置	重庆之间距离
9	阆中古城	南充市阆中市	192 公里
11	朱德故里景区	南充市仪陇县	132 公里

经过比较，第二站应该是朱德故里景区，离第一站最近，编号 11。

再到离朱德故里景区最近的第三个景区，由图一可知，不用计算，第三站为阆中古城，编号 9 两站距离为 87 公里。依此类推，直到无法明显确定下一个景区为止，此时形成一条初代路径。

0→8→11→9→14→10→7→3→5→6→12→15→13→4→2→1→0

该条路径的总路程为

表四 初代路径的总路程

序号	编号	景区名称	之间距离(公里)
----	----	------	----------

第 0-1 站	0→8	重庆到邓小平故里旅游区	126
第 1-2 站	8→11	邓小平故里旅游区到朱德故里景区	132
第 2-3 站	11→9	朱德故里景区到阆中古城	87
第 3-4 站	9→14	阆中古城到巴中市光雾山景区	240
第 4-5 站	14→10	巴中市光雾山景区到剑门关旅游景区	247
第 5-6 站	10→7	剑门关旅游景区到北川羌城旅游区	160
第 6-7 站	7→3	北川羌城旅游区到九寨沟风景名胜区	349
第 7-8 站	3→5	九寨沟风景名胜区到黄龙风景名胜区	106
第 8-9 站	5→6	黄龙风景名胜区到汶川特别旅游区	272
第 9-10 站	6→12	汶川特别旅游区到泸定海螺沟冰川	310
第 10-11 站	12→15	泸定海螺沟冰川到甘孜州稻城亚丁	616
第 11-12 站	15→13	甘孜州稻城亚丁到碧峰峡旅游景区	672
第 12-13 站	13→4	碧峰峡旅游景区到乐山大佛景区	140
第 13-14 站	4→2	乐山大佛景区到峨眉山	49
第 14-15 站	2→1	峨眉山到青城山--都江堰旅游景区	191
第 15-16 站	1→0	青城山--都江堰旅游景区到重庆	381
合计			4078

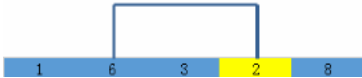
经计算得出初代路径总路程为 4078 公里。

第三步：得到第一代路径。对初代路径进化，利用随机算子配对，得到第一代，与初代比较哪一条路径更短。若第一代更短，则以它为精英路径，继续配对；若第一代更长，则应舍弃。在进化代数过程中，不能交叉，交叉则无效；如果出现了没有通路的情况，也应该舍弃。

结合现实情况，不走“回头路”，通过图一，可以将北川羌城旅游区到九寨沟风景名胜区修改为北川羌城旅游区到黄龙风景名胜区，则第一代路径为 0→8→11→9→14→10→7→5→3→6→12→15→13→4→2→1→0，总路程为 4032 公里。比初代路径短 46 公里。则可认为第一代路径为进化的精英路径，予以保留，可继续配对。

第四步：得到第二代路径。将第一代路径内变异，6→12 变为 6→1。则第二代路径为，0→8→11→9→14→10→7→5→3→6→1→13→12→15→4→2→0，总路程为 3692 公里。比第一代路径短 340 公里。则可认为第二代路径为进化的精英路径，予以保留，可继续配对。

第五步：得到第三代路径。将第二代路径内变异，得到一条新路径，与未变异比较，得到更短路径，保留；若更长，则舍弃。



图二 内变异示例

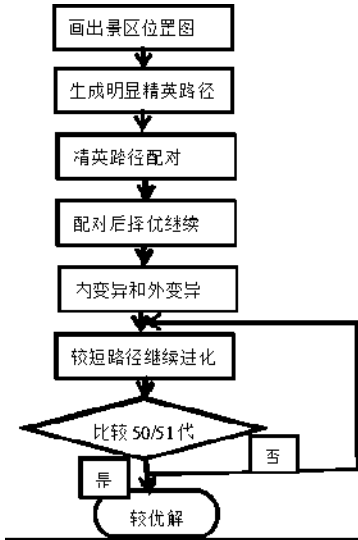
将第二代路径变异，1→13 变为 1→4，则得到第三代路径为，0→8→11→9→14→10→7→5→3→6→1→4→2→13→12→15→0，总路程为 3836 公里。比第二代路径长 144 公里。则可认为第三代路径为退化的路径，应舍弃。

第六步：继续进化第二代路径。将第二代路径变异，10→7 变为 10→3，则得到第三代路径为 0→8→11→9→14→10→3→5→7→6→1→13→12→15→4→2→0，总路程为 3798 公里。比第一代路径长 106 公里。则可认为第三代路径为退化的路径，应舍弃。

第七步：继续进化第二代路径，将得到的较短路径作为一个新生代集合，替代老的群体，进行新一轮进化；本文只有 16 个算子，预计进化到 10 代时，即可得到较优解。

第八步：第 11 代是否会比第 10 代的路径更短？这个需要比较得出结论。我们可以认为，当 n 和 n+1 代路径相差很小时（如 10 公里之内）我们可以停止进化，因为这个 10 公里的差距可以忽略不计。

4. 从个体到一般，得到模型如下：



第一步：画出景区位置图。通过 GPS 生成了地图（图一）及编码（序号）。重庆是起始点，编码令为 0，则该种群有 16 个算子。

第二步：生成明显精英路径。本文研究最短路径，路径长度函数 L 的公式为：

$$L = \sum_{i=1}^n (x_i - x_{i+1})$$

式中，L 表示的路径； x_i 和 x_{i+1} 为路径上相邻的景点；n 为路径上的站点数。根据图一，能判断离 0 点最近的是 8，离 8 最近的是 11，依次类推，所以 0→8→11→9→14→10 这条路径是“明显”最近路径。这是“分类遗传算法”。

第三步：精英路径配对。在“明显”最优路径 0→8→11→9→14→10 之后，不确定哪一条路径是最优。此时首先初始化随机种群，设种群规模大小为 n，即共有 n 条路径， $po = \{pa_1, pa_2, \dots, pa_i, \dots, pa_n\}$ ，po 表示种群集合， pa_i 表示第 i 个个体。初始设进化代数 $t=0$ ， $g=10$ 。 $t=0$ 即初代路径，可粗略根据地图得到，并计算出总路程。

第四步：配对后择优继续。进化时，变异 1 个算子即可，得到第一代路径。用交叉方式，即第 n 站和第 n+1 站随机交换个体，若 n 为奇数，则最后一组保持不变。通过引入新的个体，增加了每个子种群的多样性，避免了局部收敛；同时，每个子种群在地图的不同部分分别进化，减少了计算工作量。

第五步：内变异和外变异。内变异是指在初代路径的基础上，把算子随机交叉，形成新一代路径；外变异是指引入新的算子，形成新的初代路径。无论是内变异还是外变异最终目的都是通过比较寻找到最短路径。

第六步：较短路径继续进化。将得到的较优路径通过内变异和外变异继续优化，得到更短的路径。

第七步：比较 50/51 代。视种群规模大小，进化代数与之适应。本文虽然有 16 个算子，但采用了“分类遗传算法”，简化了问题，所以，进化第 4 代和第 5 代即可得到较优解。

第八步：较优解。将第 4 代与第 5 代比较，如果第 5 代较优，则第 5 代为较优解。如果第 5 代较差，则将第 5 代舍弃，将第 4 代继续进化，直到得到较优的第 5 代。即为结论。

5. 本文求解结果

经过计算机模拟，第 5 代路径为 0→8→11→9→14→10→3→5→7→6→1→13→12→15→4→2→0，总路程为 3692 公里。

6. 模型应用场景

该模型操作比较简单，步骤详细，比较方法单一，自变量就是各站点，不仅能应用在遍历景区问题上，也可以运用到，巡回快递，校车接送路线，销售员拜访客户，点焊集成电路，机器人拣货等遍历问题场景，具有广泛性。

7. 验证情况

目前有重庆自驾游车主按照这一路线, 遍历 15 个 5A 景区, 进行实证检验, 总路程为 3890 公里。与算法得出的结论相差甚微。本文的研究方法是正确的, 结果是合理的。另若能通过自媒体推广, 希望能引起社会的广泛关注, 吸引更多的自驾游旅游爱好者, 为旅行具有广泛性商制定旅游路线提供参考, 为旅游主管部门推广景区提供案例。

8. 结论

本文采用“分类遗传算法”结合“精英保留遗传算法”, 对从重庆出发遍历四川 5A 景区 (15 个) 总路程最短的问题做了研究。首先画地图; 然后编号, 确定为算子, 形成路径种群; 再采用“分类遗传算法”找出“明显”路径, 减少计算工作量; 再结合“精英保留遗传算法”, 用随机交叉算子, 得到新一代, 与父代比较, 保留精英路径; 再随机交叉算子, 得到新一代, 与父代比较, 保留更优的精英路径, 直到得出最短总路程。本文研究的问题仅止于理论研究, 今后将向实证研究方向努力。

本文是四川省哲学社会科学重点研究基地四川旅游发展研究中心资助立项编号 LY22-46

参考文献:

- [1] 夏清松. 多仓储机器人协同路径规划与作业避碰[J]. 信息与控制, 2019, 48(1): 22-28.
- [2] 张毅, 代思灿, 罗元. 基于改进遗传算法的机器人路径规划[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(1): 313-316.
- [3] 卢月品, 等. 基于改进遗传算法的狭窄空间路径规划[J]. 计算机应用研究, 2015, 32(2): 413-418.
- [4] 张超, 李擎, 董冀媛等. 基于混沌粒子群—专用遗传算法切

换策略的移动机器人路径规划[J]. 北京科技大学学报, 2013, 35(6): 826-830.

[5] 童俊华. 基于遗传算法的穴盘苗自动移钵路径优化[J]. 农业机械学报 013, 44(4): 45-49.

[6] 庄嘉祥. 精英策略遗传算法改进及在作物模型参数优化的应用[D]. 南京农业大学学报 2013, [14]: 89-91

[7] 罗熊, 樊晓平, 易晟, 等. 具有大量不规则障碍物的环境下机器人路径规划的一种新型遗传算法[J]. 机器人, 2004, 26(1): 11-16.

[8] 苏琳琳, 张晓林. 利用自适应遗传算法的芯片功能验证自动测试应用科学学报 2011, 29(6): 631-636.

[9] 高史义, 罗小华, 卢宇峰, 等. 基于遗传算法的功能覆盖率收敛技术[J]. 浙江大学学报(工学版), 2015, 49(8): 1509-1515.

[10] RUDOLPH G. Convergence analysis of canonical genetic algorithms[J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 1994, 5(1): 96-101.

作者简介: 吉林省卫生健康信息中心 吉林长春 130000 陈碧心 (1993.10-), 女, 汉族, 吉林长春人, 硕士, 研究实习员, 研究方向: 卫生统计。

通讯作者简介: 吉林省卫生健康信息中心 吉林长春 130000 张婷婷 (1981-) 女, 汉族, 吉林长春人, 硕士, 副研究员, 研究方向: 医药政策研究。

作者简介: 长春中医药大学附属医院 吉林长春 130000 谷佰健 (1992.6-), 男, 汉族, 吉林长春人, 博士, 主治医师, 研究方向: 中医外科学。

(上接第 170 页)

2. 数字化素养

数字素养是指个体使用数字工具或者知识来识别和管理机会与资源, 从而创造出更多的社会价值。所有的创业者都会带有机会主义的天性, 数字素养是个体进行创新创业的基础能力, 也是在数字经济背景下进行创业的根本能力所在。数字素养主要体现在技术、认知和社会情感三个方面。首先, 在个体的技术素养方面, 要求参与创业的个体能够具有良好的技术沟通协作能力, 各种数字化的软件与硬件技术都能够比较了解。其次, 在认识素养方面, 在认识和创建数字信息的过程中, 能够对其中的数字信息能够进行评估和批判, 个体需要具有解决复杂问题的能力, 结合自理的理性判断来实现对机会的把握。最后, 个体的社会情感素养是指自身能够敏锐的捕捉到技术对于社会、经济和个人所能够产生的影响, 结合相关数字技术手段, 开展创业活动。

五、数字经济背景下创业型人才的培养对策

(一) 高校应明确创新创业教育对人才的培养目标

在数字经济快速发展的背景下, 高校需要充分认识到数字经济给创新创业教育所带来的影响。切实要重视创业型人才的培养, 按照数字经济发展的要求, 明确具体的教育目标和任务。在以前的教学架构中, 引入区块链、人工智能等数字化技术, 强调对学生数字素养和心智能力的培养。一方面, 借助高校的创业教育体系, 选拔出具有创业创新能力的学生, 重点培养他们的数字化能力, 并针对性的提升他们的数字能力。另外一方面, 学生在创业教育学习的过程中, 应该根据相应的创业人才要求, 寻找自身能力目前存在的差距, 不断的提升自己。以前高校对人才的培养目标就是提升其就业能力, 现在需要转变为提升数字能力为核心, 从而适应当前数字经济的快速发展。

(二) 学校应整合教育资源, 重点提升学生的数字化素养

学校应该整合各类资源, 开发适合学生创业教育的数字资源课程体系, 优化学生在校的学习环境, 同时也要提升参与创业教育老师的数字能力。创业教育体系的搭建需要展现出网络化、数字化、智能化以及个性化的特征, 保证创业教育和数字教育能够实现良好的融合。一方面, 学生的创业能力和数字能力培养, 必须要实现跨学科的培养, 将理论与实践能力进行多元化的结合。在原先的创业教育体系基础上, 融合数字能力教育, 尽可能大范围的实现教育资源的共享, 实现学生创业能力和数字能力的综合性培养。另外一方面, 各级政府教育部门应该搭建区域内高校创业教育和数字能力培养的公共服务平台, 使得整个区域内所有高校的创业教育资源、数字教育资源、师资力量等做到互通有无, 进一步拓展数字能力培养的渠道。

六、总结

随着我国经济的发展逐渐进入了数字经济时代, 对当前创业型人才的素养和能力提出了更高的要求。高校创业教育是培养创业型人才的重要途径, 当前的创业教育应该与数字能力和数字心智培养有效的结合起来。高校创业型人才的培养需要与数字技术深度融合, 打造多元化的教学模式, 重新构造高校创业教育体系, 为数字经济产业的发展提供更多的创业型人才。

参考文献:

- [1] 蒋欢. 数字经济时代思想政治教育与大学生创新创业教育的有机融合——评《赋能数字经济: 大数据创新创业启示录》[J]. 中国科技论文, 2021, 16(2): 1.
 - [2] 郭爱华. 数字经济背景下当代大学生创业教育模式探讨[J]. 现代教育论坛, 2021, 3(11): 33-35.
- 课题编号: 2021SJB0878 课题名称: 数字经济时代大学生创新创业教育模式的改革与实践研究