



2019年美赛B题论文点评

《美国数学建模竞赛》

完整课程请长按下方二维码





理解题意：研究思路



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- **背景：**2017年，遭受美国波多黎各领土袭击的最严重飓风（见附件1）使该岛遭受严重破坏，造成2900多人死亡。飓风风暴潮和波浪作用的综合破坏力对建筑物，房屋和道路造成了广泛的破坏，尤其是波多黎各东部和东南沿海地区。风暴和暴雨带来的风暴击倒了波多黎各80%的电线杆和所有输电线路，导致基本上所有岛屿三四百万居民都失去了电力。此外，风暴还破坏或摧毁了岛上大部分的蜂窝通信网络。
- 岛上大部分地区的电力和电池服务中断持续数月，而在某些地区则更长。广泛的洪水阻塞并破坏了岛上的许多高速公路和道路，使得紧急服务地面车辆几乎不可能规划和导航他们的路线。波多黎各的全面破坏程度在一段时间内仍不明朗；数十个地区被孤立，没有沟通。对医疗用品，救生设备 and 治疗紧张的保健诊所，医院急诊室和非政府组织（NG）救济行动的需求。由于长期病患转向医院和临时住所接受护理，医疗保健需求持续激增一段时间。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- 问题:在自然灾害期间或之后,如2017年袭击美国领土波多黎各的飓风,非政府组织经常面临提供充分和及时反应的挑战。一个特别的非政府组织——帮助公司——正试图通过设计一种叫做“DroneGo”的可运输的灾难响应系统来提高它的响应能力。“DroneGo”将使用旋翼无人机运送预先包装好的医疗用品,并提供高分辨率的空中视频侦察。
- 被选中的无人机应该能够同时或分别执行这两项任务——医疗物资运送和视频侦察——这取决于救援条件和日程安排。HELP, Inc. 已经确定了各种候选旋翼无人机,希望您的团队在设计其DroneGo机队时考虑使用这些无人机(见附件2, 3)。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- DroneGo的预先包装的医疗用品被称为医疗包，其目的是增加而不是取代受灾国家当地医疗援助组织提供的物资。HELP公司计划推出三种不同的医疗包，分别称为MED1、MED2和MED3。无人机将在无人机货舱内携带这些医疗包裹，将其运送到选定的地点(见附件4、5)。
- 根据用于运输医疗用品的特定无人机，可能在一个无人机货舱中可以运输多个医疗包。请注意，无人机必须降落在地面，从无人机货舱卸载医疗用品。无人机的视频能力将提供损坏和可用的运输道路网络的高分辨率视频，以帮助公司的指挥和控制中心进行地面路线规划。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- HELP公司将使用国际标准组织 (ISO) 的标准干货集装箱快速将完整的DroneGo灾难响应系统运送到特定的灾区。单个集装箱所有无人机DroneGo舰队, 连同所有必需的医疗包, 必须符合ISO的最大的三个集装箱交付给一个位置, 或者如果三个货物集装箱用于灾区的话可交付三个不同的位置。每个集装箱内的货物都应进行包装, 以尽量减少对缓冲材料的需求
- HELP公司要求您的团队利用2017年波多黎各的情况来设计一个DroneGo灾难响应系统, 该系统将适用于已记录的容器, 同时在未来可能发生类似灾难的情况下满足预期的医疗供应需求。该场景的需求需求可能超出您的团队识别的无人机舰队的能力。如果出现这种情况, HELP公司希望清楚地了解它在实现解决方案来解决这些缺陷时必须进行的任何权衡。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- 第1部分。开发DroneGo灾难响应系统，以支持波多黎各飓风灾难情景。
- 请考虑背景信息，问题陈述中确定的要求以及问题附件中提供的信息，以解决以下问题。
- A. 为HELP公司推荐一个无人机舰队和一套医疗包。DroneGo灾难响应系统将满足波多黎各飓风场景的要求。为每个最多三个ISO货物集装箱设计相关的包装配置，以便将系统运输到波多黎各。
- B. 确定波多黎各的最佳位置，放置一个、两个或三个DroneGo灾难响应系统的货物集装箱，以便能够进行医疗供应的交付和道路网络的视频侦察。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- C. 对于DroneGo车队中包含的每种类型的无人机：
 - a. 提供无人机有效载荷包装配置（即包装在无人机货舱中的医疗包），交付路线和时间表，以满足波多黎各飓风情况下确定的紧急医疗包要求。
 - b. 提供无人机飞行计划，使DroneGo车队能够使用车载摄像机评估支持 Help, Inc. 任务的主要高速公路和道路。
- **第2部分。备忘录**
 - 为HELP, Inc. 的首席运营官（CEO）写一份1-2页的备忘录，总结您的建模结果，结论和建议，以便她与董事会分享。



评判初定：论文摘要



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- The use of drones for disaster relief has become a hot topic. In this paper, in order to design a DroneGo disaster response system for Help, Inc, we establish some models based on the optimization theory.
- 现如今使用无人机救灾已经成为一个热门话题。为了设计一款面向Help公司的DroneGo灾难响应系统，本文基于优化理论建立了一些模型。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- In task 1, aimed to determine the distribution of three cargo containers in Puerto Rico, we establish an optimization model with the shortest rescue time of the drone and the longest reconnaissance road mileage. Then, we need to extract the main road from the maps of Puerto Rico. Hence, we employ a color filtering method by cluster analysis to convert continuous road pixels into discrete point-like roads.
- 在任务1中，为了确定三个货物集装箱在Puerto Rico的分布情况，我们建立了无人机救援时间最短，侦察道路里程最长的优化模型。然后，我们需要从波多黎各的地图中提取主要道路。因此，我们采用聚类分析的颜色滤波方法将连续的道路像素转化为离散的点状道路。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- Furthermore, we combine the noise removal and coordinate transformation, aiming at obtaining the information of the main road. After that, with the help of MATLAB, we use Monte Carlo method to carry out simulation. Finally, we find the specific locations of three cargo containers (please see Table 1).
- 在此基础上，将噪声去除与坐标变换相结合，以获取主路信息。然后利用MATLAB软件，利用蒙特卡罗方法进行仿真。最后，我们找到了三个集装箱的具体位置(见表1)。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- In task 2, in order to build a drone fleet, configure medical packages and cargo containers, we adopt a three-dimensional packing model to study how containers are loaded.
- 在任务 2 中，为了建立一个无人机舰队，配置医疗包裹和货物集装箱，我们采用了一个三维的包装模型来研究集装箱是如何装载的。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- Considering that the configuration of the medical package is also a packing problem, we solve it according to the demand of the delivery locations and the type of the cargo bays of the drone. However, regarding the formation of the drone fleet, we will put it in task 3 for detailed analysis (please see Table 2-4).
- 考虑到医疗包的配置也是一个包装问题，我们根据送货地点和无人机货舱类型的需求来解决。考虑到医疗包的配置也是一个包装问题，我们根据送货地点和无人机货舱类型的需求来解决。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- In task 3, we need to calculate the payload package configuration, delivery route, schedule, and flight plan of the drone for the reconnaissance mission. First of all, we look for a drone cargo bay that meets the delivery location requirements, and consider each drone to be responsible for only one delivery location.
- 在任务 3 中，我们需要计算用于侦察任务的无人机的有效载荷包配置、交付路线、时间表和飞行计划。首先，我们寻找一个符合交付位置要求的无人机货舱，并认为每个无人机只负责一个交付位置。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- Next, we construct two optimization models: one is to calculate the payload of the drone, and the other is to realize the video reconnaissance function of the drone. Finally, through computer simulation, we get the specific composition of the drone fleet, the flight plan, flight route and schedule of the drones (please see Table 5-7).
- 接下来，我们构建了两个优化模型：一个是计算无人机的有效载荷，另一个是实现无人机的视频侦察功能。最后，通过计算机仿真得到无人机编队的具体组成、飞行计划、飞行路线和进度表(见表5-7)。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- In task 4, we write a memo for the Chief Operating Officer of HELP, Inc. so that she can identify the key factors about the DroneGo disaster response system.
- 在任务4中，我们为HELP公司的首席运营官写了一份备忘录。这样她就可以确定关于DroneGo灾难响应系统的关键因素。



2019 MCM Problem B: 派遣无人机: 开发空中救灾响应系统

- At last, sensitivity analysis is added to test and verify our models. Meanwhile, we evaluate the strengths and weaknesses of the models according to the background of the research problem. What's more, considering some situations in the future, we improve and promote our models.
- 最后，通过灵敏度分析对模型进行了验证。同时，根据研究问题的背景，对模型的优缺点进行了评价。更重要的是，考虑到未来的一些情况，我们改进和推广我们的模型。



2019 MCM Problem B:派遣无人机:开发空中救灾响应系统

- Key words: Three-dimensional packing model, Image processing, UAV path optimization
- 关键词: 三维包装模型, 图像处理, 无人机路径优化



分数核定：论文内容

论文详细点评请见视频

《美国数学建模竞赛》

完整课程请长按下方二维码

