

项目编号：S2016797

武汉大学大学生创新创业训练计 划项目科研总结

基于 GPS 定位的外卖配送路线优化系统

院（系）名 称：测绘学院

专 业 名 称 ： 测绘工程

学 生 姓 名 ： 周于涛、赵大明、马超、
蔡林、王珍巧

指 导 教 师 ： 李英冰 副教授

二〇一七年三月

摘要

本项目小组成员共 5 人：周于涛，测绘学院，测绘工程专业，大三；蔡林，测绘学院，测绘工程专业，大三；马超，测绘学院，测绘工程专业，大三；赵大明，测绘学院，测绘工程专业，大三；王珍巧，测绘学院，测绘工程专业，大三；本项目导师为测绘学院的李英冰老师，副教授，硕士生导师，研究方向：GNSS 理论与软件开发、时空大数据分析、地质灾害监测与预警、机器学习与数据挖掘。

选题背景、目的、意义：如今，随着餐饮行业竞争的加剧，越来越多的餐饮企业将重点放在了餐品的外送上。有数据显示，一些餐饮店通过网络销售的外卖销售额，甚至超过实体店。我们小组制作的这款 APP 主要是为了方便外卖员接单与送单，节省商家、外卖员、顾客三方的时间。APP 完成后，后台算法根据送餐员所在位置，商家所在位置以及用户所在位置，综合考虑距离，送餐成本，送餐收益等因素，规划一个最优配送路线，既能保证送货速度，提升用户满意度，又能减轻配送员的压力，提升效率。

这项外卖配送路线优化系统的项目结题，标志着我们已经有了自己的一份科研成果了。从当初有了这个想法，确定这个科研方向之时，一直到现在的结题报告，除了在对市场对相关算法数据有了一定的了解之外，全组最大的收获是勠力同心，坚忍不拔，团结一致，善始善终的精神。这种精神将会一直伴随着我们走向今后的科研工作当中。同时，我们也感受到科研工作十分不易，需要大家一同不断地头脑风暴，挖掘创意，只有这样，才能使得我们的成果更加的完美。

一、项目选题的背景

随着天气的极端化和越来越多的宅男宅女出现，以及配送的便捷，餐饮外卖的兴起和发展已成为新的餐饮业发展方向。而最后一公里的配送是整个 O2O 环节中最脏、最累、最出力不讨好的活，人员素质普遍偏低，利润非常薄，没有商家愿意自己去做。可是外卖必须要有配送人员，商家承担这个业务是不划算的，订单多的时候人不够用，订单少了又得养着一批配送人员。现在外卖配送主要由第三方配送员承担，他们可以是保洁员、保安、兼职大学生、待业者等，只要经过认证和培训，都能成为自由送餐员，在手机上抢单并完成外卖送餐，拿到相应的酬劳。外卖配送的流程大致是这样的：用户在百度外卖、淘点点、饿了么、美团外卖等网上订餐平台上选择菜品后下单，商家通过后台软件接收订单，把它们发到第三方配送员管理系统，第三方配送员秒哥们通过手机 APP 接单，然后替商铺完成派送，赚取跑腿费。但是在我们对各大外卖 O2O 体验以及调查中，几乎没有哪家能做到 30 分钟以内配送，超过 45 分钟，甚至 1 个小时是常态。有调查显示，外送时间超过 30 分钟，顾客会开始想怎么还不来，超过 45 分钟顾客就会开始打电话询问餐到哪了，1 小时就会出现大量投诉。所以高效的接单软件有很好的发展前景。节省商家、外卖员、顾客三方的时间。APP 完成后，后台算法会根据送餐员所在位置，商家所在位置以及用户所在位置，综合考虑距离，送餐成本，送餐收益等因素，规划一个最优配送路线，既能保证送货速度，提升用户满意度，又能减轻配送员的压力，提升效率。

二、项目成员的组成、特长、分工及成员间相互协调配合的情况，

导师指导情况

我们的科研项目小组由五位同班同学组成，组长周于涛，主要负责项目总体的方案设计、

后台开发和小组成员相关工作的分工协调工作,有着较强沟通谈判能力和踏实肯干的精神的赵大明同学,主要负责项目前期和中后期的市场调研工作。通过前期调研评估项目方案的可实施性,通过将研发出来的算法实现市场上进行数次测试之后确定项目的后期效果。勤奋好学、思维活跃,敢于创新的蔡林同学主要负责该系统的算法设计与实现,安静沉稳,做事投入的马超同学主要负责系统 APP 用户端的设计,作为组内颜值担当的唯一女生,细心谨慎、爱好广泛的王珍巧同学主要负责 APP 用户端的实现。全体组员分工明确,进展有序,有条不紊,相互配合十分默契。正是不同性格,不同做事风格的我们,刚好相互进行了互补,相互促进了成长。

一只在大浪中勇敢前行的帆船,没有一个好的掌舵人是不行的。而我们的掌舵人,正式我们的班主任,李英冰老师。幽默风趣、满腹经纶的他,在我们遇到困难的好帮手,是我们科研道路上的一盏璀璨的指明灯。

三、项目的创新点与特色

实际上,在计算机科学和数学领域中有一个经典的旅行商(TSP)问题,即假设一个商人要拜访多个城市,每个城市只能走一次且最后回到原点,从中选择一条路径和最短的路线。而我们项目所研究的问题与 TSP 问题相似也有不同,不同点在于外卖配送问题往往有一个特定的起点,路线也不一定是回路,除此之外中间各个节点往往有访问顺序,称之为具有顺序限制的 TSP 问题。我们这个项目的创新点就是求出这类问题的优化解,方法如下:

首先,解决 TSP 问题的最基本思想就是最邻近算法,我们用这个算法先生成一条初始路径。先确定一个起点 0,在将其他点建立成一个点集,选出一个距起点最近的点作为下一个目标点,依次选出后续点从而生成一条初始路径 S。

接下来,运用 LK 算法进行优化。它是在 k-opt 局部搜索算法的基础上通过改变 k 来实现的。先使用 3-opt 算法,具体步骤如下:第一,从起始点开始,选择一个与之相连的点 x ,选择一条以 x 为顶点的,不属于初始路线 S 的边 e_1 ,设远端端点为 x_i ;第二,选择与 x_i 相连的一个顶点 x_{i+1} ,选择以 x_{i+1} 为端点的一条不属于初始路线 S 的边 e_2 ,设远端端点为 x_j ;第三,选择与 x_j 相连的一个顶点 x_{j+1} ,并连接该点与起始点之间的边 e_3 ;第四,记 $d_1 = d_{e_1} + d_{e_2} + d_{e_3}$, $d_2 = d_{ax} + d_{x_ix_{i+1}} + d_{x_jx_{j+1}}$,若 $d_1 < d_2$,即新找到的 3 条边的总长度小于原来 3 条边的长度,则将这 6 条边相互交换,若新生成路线满足顺序的要求,则记录下 $\Delta = d_2 - d_1$ 的数值,记录下当前新路径 S_M ;否则,直接进入;第五,若找完所有的点,且 $S_M \neq S$,则用 S_M 替换 S 作为当前结果,返回 Step1;否则,若还未找遍所有点,则返回 Step2,从当前点的下一点开始寻找;第六,若找完路径上所有点,则结束,当前的 S_M 为寻找出的优化解;

最后,由于具有顺序限制的 TSP 问题不要求路径形成回路,则使用以上算法优化时不涉及终点,因此要对涉及末端点的情况单独分析,使用末端-2-opt 方法优化,最后得到最终优化结果。

我们的项目得到了一种解决具有顺序限制的 TSP 问题的优化解法,可以有效缩短路径长度,如果能运用到实际的配送行业中,会很大程度地提高配送行业地工作效率,节约成本,提升用户的体验。

四、项目实施的进展情况及初步取得的创新成果

我们首先进行了市场调研,分析了该项目的实践可行性和研究价值。在进行市场调研以后,我们进行了资料收集和查找。我们浏览了查阅了关于最短路径算法的相关文献,也浏览

了相关外卖配送中出现问题的相关文献。其中算法有 Dijkstra 算法、Floyd-Warshall 算法、LK 算法。我们主要采用了 Dijkstra 算法、LK 算法。

在有了理论知识以后，我们进行了 APP 的开发。APP 主要有注册与登录、查询订单、路线查看、实时定位等功能。首先是进行 APP 的界面设计，然后对 APP 进行进一步开发，我们对百度基础地图 SDK 进行调用。在这一过程中，主要步骤包括添加 MapView 控件、显示基础地图、集成方法等。接下来我们利用百度地图实现路线的选择功能及其相关的路线规划，这样一个 APP 就有了初始功能。在 APP 制作完成后，我们进行了相关的使用和测试。首先可以登录 APP，注册个人账号和信息，其次地图具有自动定位功能，定位在配送外卖人员的具体位置，可以查看周边的取餐点，进行相应的接单。在接单完成后，可以查看到离所在位置最近的一个送餐点。然后送到最近目的，之后又在相应的点找到最近的目的，循环实现最近的配送。

在了解 APP 的使用后，我们进行了 APP 的第一阶段的测试，具体措施如下：我们计划以我们组成员或者号召一些同学作为实验者，将实验者分为订单客户和配送员，客户同时下相同的订单，然后配送员同时按两种方法进行模拟配送，在配送完成后停止计时并向客户同学发表进行统计满意程度，最后将两种方法得到的时间长短和满意程度进行对比得出结论。通过这些，我们发现了 APP 的不足，对算法进行了进一步设计和优化，加入了 LK 优化算法。它的思想是将一个网络节点图分割成两个相等的节点集合。为了连接两个社区的边权最小。不断将两个集合中的节点进行交换，从而达到重新分类。

在通过第一阶段测试后与优化设计后，我们又进行了第二阶段的测试。我们这一阶段是在第一阶段已经优化过 APP 后进行的。我们成员一致决定和学校附近的一些外卖配送人员进行商量和邀请配送员参与 APP 的实验，以检测成果的可用性，并搜集配送员的意见和使用感受，我们根据反馈过来的信息来找寻问题，记录时间并进行比较得到优缺点后进行深度分析，之后再行改正和优化。

五、项目实施过程中的收获与体会

周于涛同学：在这次科研创新项目中，我收获了很多。首先是对 APP 的制作，一开始一无所知，然后主动学习，模仿+创作，最后在大家的共同努力下，完成了一个可以使用的成果。其次是在算法设计方面，我学到了许多经典的路径选择算法，努力尝试着自己想出一种合适的算法，最后取得了一定的收获。还有，在整个科研的活动中，我还提升了自己的团队协作的能力，表达能力和沟通能力。

赵大明同学：从初期的项目申报，到项目的中期报告，再到今天的项目结题报告，整个过程的核心点是选择最优路径的算法问题。相对于外卖配送员来说，选择何种算法生成的路线，是决定了他们的日接单量和日工资。整个过程的难点在于一个是设计的 APP 的简易操作如何实现，另一个是算法的选择。在这两个问题上，整个团队花了很多的时间和精力去解决。走过的路终将会成为过去，而收获到的是记忆的永存。除了知识的积累，最重要的是一群人作为一个团队，通过大家共同的努力去认真地做好了一件事。这种团队精神在以后的科研或者求职生涯当中是必不可少的，是相当不可或缺的。科研项目结题之后，希望我们能够在以后的道路上能够驾驭自己的人生时，请回过头来，回想一下当初的我们在一起拼搏一起奋斗的岁月，感谢你们，感谢我的团队，也感谢一下自己。

蔡林同学：对于这次科研活动，感受很多。第一，加强了我对科研活动的兴趣，在进行科研过程中，了解到了科研是中有趣的活动，我们能在我们已有的知识基础上了解一些不知道的，激发了我的求知欲望。第二，我熟悉了一个科研项目的具体过程，我知道关于外卖配送的具体过程。了解了一些相关最短路径算法的使用，一个 APP 开发的步骤，如何在百度地

图的基础上,进行一系列的来发与应用。第三,团队的合作。一个科研活动的进行需要有一个能带领我们完成的人,但是与我们之间的团结合作是分不开的,只有较好的团结合作能力,才能让一个团队进步。在科研活动初期,我们进行相关资料的查阅,我们能将一些有用的知识吸入大脑,才会有后期的一些理论基础,在中后期,我们一起进行了制作,提高了我们相关的动手能力和相关的思考能力。激发了我的主动性、积极性和创造性,激发我们的创新思维和创新意识。当然,这其中的过程离不开老师对我们的指导,总之,这次科研活动是让我有收获的。

马超同学:通过这次大学生科研创新项目,我收获颇多。在知识层面,我觉得最主要的收获就是懂得了现实生活中很多复杂的问题其实最基本的原理都是在书本上学过的,比如这次项目涉及到的最邻近算法,但重要的是如何将学过的理论知识与实际相联系。其次,要想有所创新而不墨守陈规的话,仅局限于书本商的知识也是远远不够的,必须要多看相关领域的著作,学习新的知识并应用于实践,这样才能做出创新的成果。另外,我也意识到了编程的重要性,如今一切科研项目都离不开编程,且不仅限于一种编程语言,因此,掌握更多种的语言对以后学习和工作大有裨益。在精神层面,这次项目让我明白了团队合作的重要性,提高了我团队协作的能力。一项工作如果能明确任务分工合作,那不仅会大大提高工作效率,还能相互学习相互发现错误,避免走弯路。

王珍巧同学:纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。本来只会安安静静的当个顾客,经过这个 APP 的研发开始思考另一些事情了。现在的我们可以说是生活在一个物质极度便捷的时代,大部分东西的获得成本都非常低廉,就外卖来说,食物从做好到送到顾客手中只需几块而已。而这小小的送餐服务却需要很多人付出心血与精力去维护。外卖不像快递,可以在路上耽误几天甚至好几天,它是一个有失效性的东西,没有人总想把事情弄糟,每一方都想给他人一个好印象,我们小组的这个 APP 通过算法得到接单与送单的最优路线,工作半径也可自由选择,外卖员可以依据自己周围的路况和天气等设定自己的工作半径,以便方便的接单,最快的送单,以最小的代价获得最大的利益。这次是小组任务,很感谢每一个组员的付出。