

基于密度模型的“拍照赚钱”任务定价

摘 要

本文针对众包环境下的任务定价问题，采用定性与定量结合的研究方法，建立衡量任务价格的指标，分析不同因素对价格产生的影响，得到价格的定价方案，对于众包环境下的任务定价、任务分配等问题具有一定的参考意义。

为研究附件一中的定价规律，考虑不同地方价格不同，运用 k 均值聚类法，将样本划分为五个类别，引入类别的平均价格与任务数量、完成率等各项指标，通过回归分析得到附件一的定价与任务的数量具有负相关关系，再分析每个类别的地理位置特征性，考虑到当地的环境因素也会影响到任务的完成率，通过采集数据，并进行合理研究得出其价格的变化规律和任务未完成的原因。

在问题一的定价规律基础上，加入任务与聚类中心点的距离代表任务执行的成本因素，将任务量与这里的每个任务周边的任务做了聚集度分析，规划得出任务密度，得出每个任务定价的规律，从而建立新的定价方案。在这种模型的推动下，综合权衡到了所有的影响因素，做出的定价模型较为准确。与原方案相比较可知，这种定价较方案浮动较小。

在考虑任务之间联合打包发布的前提下，根据题目的要求，首先把各种任务按照距离和价格进行联合打包。再考虑会员信息，由于会员信息中，限额，信誉度，位置等因素都会对定价和任务完成情况有影响。所以做出层次分析模型，得到会员信息影响因素的权重比，根据权重比的分配计算出需求量，从而建立优化后的密度模型。模型建立后，就可以得到相应的定价。

解决了题目所给出三个问题，建立的数学模型也做了三次优化，那么解决定价问题就有了较为成熟的定价体系。这样按照优化后的模型对新的项目进行任务定价，可以认为实施效果较好。

关键词：k 均值聚类法 线性回归 密度模型 层次分析

一、问题重述

“拍照赚钱”是一种基于移动互联网的自助式劳务众包平台。用户先下载 APP 并注册成为该 APP 的会员，然后从 APP 上领取需要拍照的指定任务（比如上超市去检查某种商品的上架情况），赚取 APP 对任务所标定的价格。为使任务顺利完成，而且有效地保证调查数据真实性，合理的任务定价至关重要。如果定价不合理的话，有的任务就没有人愿意去完成，从而导致商品检查的失败。

题目给出了三个数据，其中附件一是一个已结束项目的任务数据，包含了每个任务的位置、定价和完成情况；附件二是会员信息数据，包含了会员的位置、信誉值、参考其信誉给出的任务开始预订时间和预订限额；附件三是一个新的检查项目任务数据，只有任务的位置信息。对以上问题进行以下研究：

1. 找出附件一的任务定价规律，并分析为什么有些任务未完成。
2. 设计新的任务定价方案，对比原方案，观察新方案的效果。
3. 实际上，任务之间可以联合打包发布。考虑打包的情况，优化定价方案，并分析方案对最终的任务完成情况的影响。
4. 对附件三中的给出新项目进行定价，并评价该方案的效果。

二、问题分析

对于问题一，附件一中给出了这一项目中任务的经度、纬度、价格和任务完成情况这几项数据。利用题中所给数据分析这个项目的定价规律，从任务位置着手，找出任务价格与地理位置之间的具体关系。考虑到可以把不同地理位置的任务进行分类，于是运用 k 均值聚类法，将项目中的任务分成几个类别。计算不同类别的任务数量、任务完成率以及任务的平均价格，进一步分析任务的价格定价规律和任务未完成的原因。

对于问题二，在问题一中只分析了价格与任务数量之间的简单线性关系，在问题二建立新的定价模型时，可以考虑距离的因素，使得定价标准更完善。通过分析，加入了距离因素，具体由每个任务与所在类别的中心点之间的距离来给出。同时由于问题一考虑的任务数量因素是整个类别的任务总数量，不能描述单个任务的任务数量状况。所以引进了任务密度这个概念，表示在单个任务的周边任务的密集程度。任务越密集，价格越高。这样，用这两个因素对价格的影响，建立新的定价规律。

对于问题三，考虑打包情况，将每个类别的任务分别按照相应的方法打包。距离中心点远的按任务之间的距离远近，将相近的进行打包；距离中心点远的按价格高低，价格高的和价格低的进行打包。这样，就可以将每个类别中的各个整

合之后的任务看成是性价比相同的任务。再根据供需平衡的优化条件，运用第二问的密度函数，将任务的均衡密度作为均衡供给，运用层次分析法根据限额、信誉度、会员密度算出各个会员的平均需求量，就能得到新的定价方案。

三、模型假设

- 1、制定定价模型时不考虑题目以外的因素影响。
- 2、假设最优的定价处于均衡状态，即需求等于供给的价格状态。
- 3、假设价格是均衡价格，即平均供给等于平均需求。
- 4、假设所有数据来源真实可靠。

四、符号说明

表（1）模型中符号及其意义

| 符号 | 符号意义 |
|-------|---------------|
| P_1 | 定价均值 |
| P_2 | 任务价格 |
| Q_1 | 类别的任务总数 |
| Q_2 | 平均需求量 |
| Q_3 | 会员需求量 |
| Q_4 | 新任务平均需求量 |
| D | 任务到所属类别中心点的距离 |
| M_1 | 任务密度 |
| M_2 | 任务平均密度 |
| M_3 | 会员密度 |

五、模型的建立及求解

5.1 问题一模型建立与求解

根据题目要求，分析所给数据后，我们发现有多种因素在共同影响着整个定价的规律，其任务完成与未完成也受到多方面的制约。为了进一步在合理因素下讨论定价的规律并分析任务未完成的原因，我们选择对整个数据进行一次分类研究，首要考虑按照距离分类数据，并进行其他因素对比研究。此时，我们按照聚类思想，用经纬度的位置选择出五个聚类中心，分析其中每一个聚类的产品定价均值，任务量，完成率等因素对价格的影响。然而，我们在题目所给条件下，进一步发现，由于地理位置的差异，不同区域内的环境不同，会对整个定价模式和完成情况造成一定的影响，因此分析了不同聚类间地理位置的情况，从而得出结论，在不同的聚类间，地理位置的差异也会对定价模式和完成情况有影响。

5.1.1 任务定价规律

K 均值法是麦奎因 (MacQueen, 1967) 提出的，这种算法的基本思想是将每一个样品分配给最近中心（均值）的类中，具体的算法至少包括以下三个步骤：

- (1) 将所有的样品分为 K 个初始类；
- (2) 通过欧几里得距离将某个样品划入离中心最近的类中，并对获得样品与失去样品的类，重新计算中心坐标；
- (3) 重复步骤 (2)，直到所有的样品都不能再分配为止^[1]。

在 SPSS 软件当中将任务 gps 经度当成 x 轴，任务 gps 纬度当成 y 轴，考虑任务执行的情况下作出总的任务散点图。结果如图 (1) 所示：

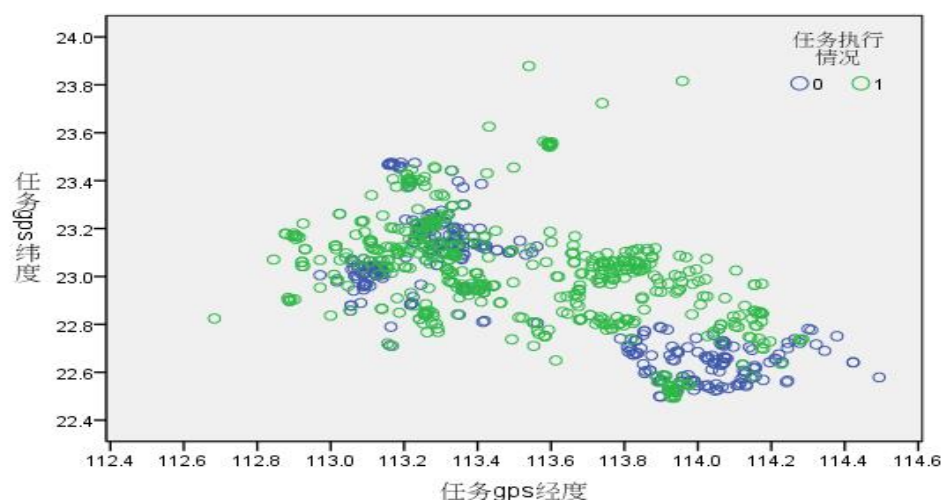
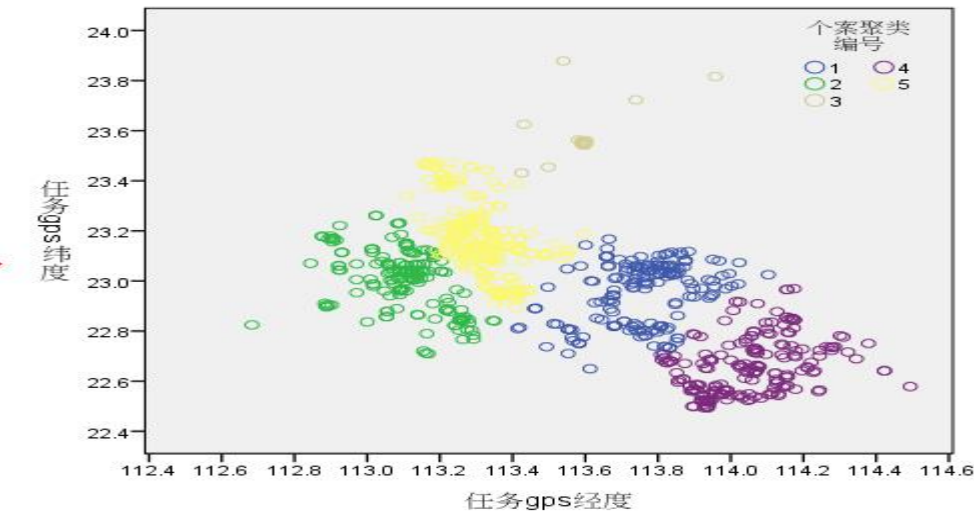


图 (1) 任务 gps 分布图

从图中可以直观看出未完成任务主要集中分布在两个区域，所以我们大概可以确定任务完成率与经纬度有很大关系。接下来我们用 SPSS 软件一步对任务进行了 K 均值聚类分析，将所有任务按经纬度分成了五个类别，结果如图（2）所示：



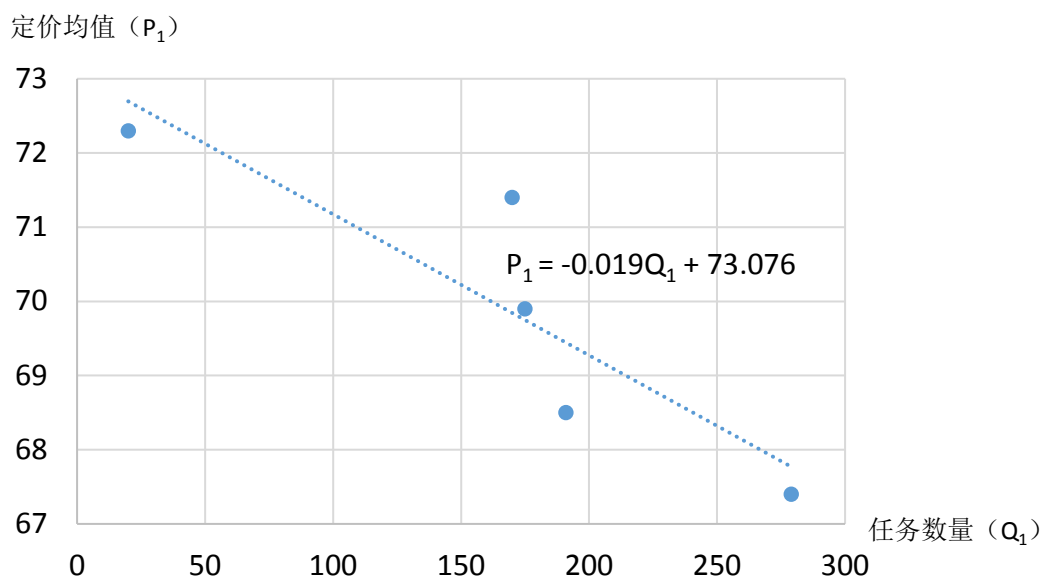
图（2）任务聚类结果

根据图（1）的聚类结果，得出各个类别的经纬度聚类中心以及定价均值、任务总数量、任务完成数量和完成率等数据。具体情况如表（2）所示：

表（2）各个聚类结果

| | 聚类 1 | 聚类 2 | 聚类 3 | 聚类 4 | 聚类 5 |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 任务 gps 纬度 | 22. 9432145 | 23. 0064947 | 23. 5832923 | 22. 6612862 | 23. 1694794 |
| 任务 gps 经度 | 113. 7531201 | 113. 1004790 | 113. 5959007 | 114. 0520678 | 113. 3122016 |
| 定价均值 | 69. 9 | 71. 4 | 72. 3 | 68. 5 | 67. 4 |
| 完成数量 | 163 | 109 | 20 | 71 | 159 |
| 任务数量 | 175 | 170 | 20 | 191 | 279 |
| 完成率 | 93. 14% | 64. 12% | 100. 00% | 37. 17% | 56. 99% |

利用表（2）中五个类别的任务数量以及定价均值，作出散点图并进行线性拟合，结果如图（3）所示：



图（3）各聚类定价均值与任务数量函数关系

利用表（2）中五个类别的任务数量以及定价均值，作出散点图并进行线性拟合，结果如图（3）所示。可以看出，价格与任务分配数量之间呈负相关关系，即：随着任务数量的增加，价格有下降的趋势。拟合结果为：

$$P_1 = 73.076 - 0.019 Q_1 \quad (1)$$

其中， P_1 表示定价均值， Q_1 表示任务数量。根据拟合的函数关系，得到的任务定价规律为：在其他条件不变的情况下，任务分配数量 Q_1 每增加一个单位，任务价格 P_1 平均减少 0.019 个单位。

5.1.2 未完成任务原因

1、同一类别之间，首先排除掉地理因素的影响。由上述的表（2）和公式（1）的分析，可以合理认为，任务数量较多导致定价较低，定价较低会影响到任务的完成率。因此，任务在空间上的分布，若数量分布不合理会导致任务未完成。这种问题在表（2）中的某些类别表现很明显，例如：聚类 4 的任务数量相当多，价格相对较低，这样导致任务的完成量下降，任务的完成率很低。

2、不同类别之间，考虑地理因素的影响，可以得到以下的分析：在 GPSspg 网站上查询五个类别聚类中心的经纬度即可得到这五个类别的中心具体地址，根据中心地址的位置，分析近一年来（2016 年）该地区人均 GDP，可以用人均 GDP 代表该地区的经济发展水平。在相对经济发展较好的地区，这种众包式的服务会更容易执行，采集数据得出的结果如表（3）所示：

表（3）各聚类中心信息

| 聚类 | 地址 | 城市 GDP（亿元） | 类型 |
|------|---------------|------------|-----|
| 聚类 1 | 广东省东莞市市辖区绿色路 | 6827.67 | 居民区 |
| 聚类 2 | 广东省佛山市禅城区雾岗路 | 8630.00 | 商业区 |
| 聚类 3 | 广东省广州市从化区凤仪东路 | 19610.94 | 商业区 |
| 聚类 4 | 广东省深圳市宝安区新安一路 | 19492.60 | 居民区 |
| 聚类 5 | 广东省广州市天河区思成路 | 19610.94 | 工业区 |

根据采集 GDP 的数据，和所在地类型，可以合理地分析认为，在居民区和商业区附近，当地的人均 GDP 较高，再与表二的数据相对比可以发现：聚类 3 的人均 GDP 是最高的，而且处于居民区，说明该地人口密度较大，间接表明该地在互联网需求上较大，因此可以推测开展众包服务较为容易，所以在聚类 3 这片区域的完成率较高。由此进行相关分析，发现除了聚类 1 有一定的偏差之外，聚类 2、3、5 基本符合这种模型，因此我们可以得出结论，说明在不同的区域，由于区域性各种因素的限制，对任务的完成率也有一定的影响。

5.2 问题二模型的建立与求解

问题一中的价格规律考虑了任务量与价格间的关系，得出结论是任务量与价格之间呈现出一元线性递减规律，说明任务量会影响价格。经过对附件一的分析，发现任务的价格还与任务的成本相关。也就是说，要完成一个指定的任务，在这个过程中距离越远，成本越高。因此，在整个定价模型中我们从距离成本的角度进行建模，并且把问题一中的任务量规划成任务密度，得出合适的价格模型。

5.2.1 新的任务定价方案

任务的聚类分析是已知的，每一个类都有一个聚类中心，由于会员完成任务需要在距离上会产生成本，距离大，任务的价格高。所以我们将每个任务与其所在类的聚类中心之间的距离当作一个变量，这就是距离成本。由问题一的 K 均值聚类分析可得到每一个任务到各自所属类别中心的距离 D，见附件一。

$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

其中 x_1 、 y_1 与 x_2 、 y_2 分别代表任务与聚类中心的经纬度。

根据价格与任务量一元线性递减规律，建立任务密度模型，即在单个任务周边任务的密集程度。为了能够得到合理的价格模型，并且根据价格的需求关系，可以认为：任务的价格与任务的密集度有关，当任务密集时，相对任务的价格比较低；当任务稀疏时，相对任务的价格比较高。根据这一规律，我们制定的新的

价格方案，参考任务密度模型。计算得到每个任务周边的相对密度，任务的密度分布函数可近似为指数函数：

$$\rho = \rho_0 \cdot e^{\frac{r-r_0}{H}} \tag{2}$$

距离变化影响：根据任务密度随距离中心点的距离增加而变小，可取（2）式的H为^[3]：

$$H = H_0 + \mu_0(r - r_0)$$

将H定为距离，并且按照任务密度比例确定了H₀取值为0.1，并取参数μ₀的值为0.4，M₀表示聚类的任务总量，得到密度函数为：

$$M_1 = M_0 \cdot e^{\frac{D}{0.1+0.4D}} \tag{3}$$

定价规律：这样，我们就根据附件一确定对价格影响的距离和任务量两个因素，运用回归分析法，最终有回归结果见表（4）、表（5）、表（6）所示：

表（4）模型摘要

| 模型 | R | R 方 | 调整后 R 方 | 标准估算的误差 |
|----|--------------------|-------|---------|---------|
| 1 | 0.437 ^a | 0.191 | 0.189 | 4.063 |

a. 预测变量：（常量），密度，距离

表（5）ANOVA

| 模型 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F | 显著性 |
|------|-----------|-----|----------|--------|--------------------|
| 1 回归 | 3248.627 | 2 | 1624.313 | 98.387 | 0.000 ^b |
| 残差 | 13735.876 | 832 | 16.509 | | |
| 总计 | 16984.503 | 834 | | | |

a. 因变量：任务标价

b. 预测变量：（常量），密度，距离

表（6）系数^a

| 模型 | 未标准化系数 | | 标准化系数 | t | 显著性 |
|--------|--------|-------|--------|---------|-------|
| | B | 标准误差 | Beta | | |
| 1 (常量) | 68.215 | 0.367 | | 185.952 | 0.000 |
| 距离 | 33.920 | 2.449 | 0.620 | 13.853 | 0.000 |
| 密度 | -0.008 | 0.001 | -0.376 | -8.399 | 0.000 |

a. 因变量：任务标价

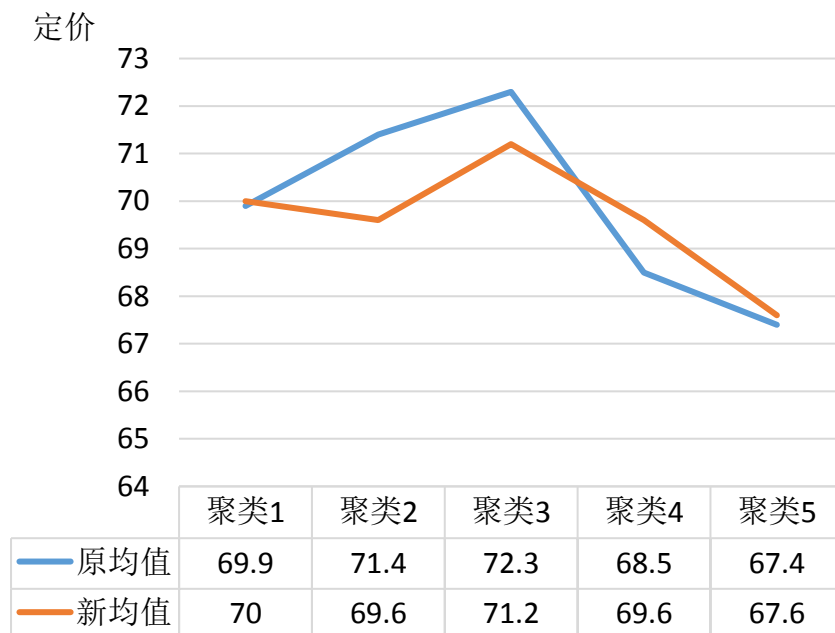
由以上 SPSS 回归结果，得到的每个任务的价格定价规律与聚类中心之间的距离、任务密度之间的规律如下：

$$P_2 = 68.215 + 33.92 \cdot D - 0.008 \cdot M_1 \quad (4)$$

以聚类 1 为示例，经过公式（3）、（4）演算得出每一个任务的价格见附录二，其他聚类的任务价格与聚类 1 的计算方法相同。

5.2.2 与原方案进行比较

为了与原方案进行比较，将每一类的价格取均值。我们将由新的定价规律得到的任务价格与实际的价格进行对比，结果如图（4）所示：



图（4）与原方案对比结果

由图（4）可以看出，与原来的任务定价方案相比较，在新的任务定价方案

下，聚类 1 与聚类 5 的定价均值基本保持不变，聚类 2 和聚类 3 的定价均值有所下降，而聚类 4 的定价均值则有所增加。从整体上看，新方案的定价波动要比原方案平稳。

5.3 问题三模型的建立与求解

问题二在问题一的基础上加入了距离对价格的影响，现在，我们考虑附件二中的会员信息与捆绑发布，建立新的优化价格模型。会员的限额，信誉度，地理位置都对会员对任务的需求量产生影响。先通过密度模型求出会员密度，再通过层次分析法给出了限额，信誉度，会员密度权重比，另外通过捆绑消费，考虑一个类别的平均密度代替单个任务的密度，建立供求关系平衡模型，在问题二的模型基础上对其进行优化。

5.3.1 修改定价模型

问题三在问题二的基础上增加了会员信息和捆绑销售，首先我们考虑捆绑销售。由于任务是否完成与任务距离中心的远近和价格的高低有关，所以我们在距离和价格上对任务进行捆绑经营。即对于距离聚类中心远的地方一些任务，把这些位置相临的任务捆绑在一起；对于距离中心点近的任务，则按照价格高低（价格高的与价格低的任务）进行捆绑。这样，我们相当于把这一类的任务进行了合理捆绑。进而，我们就可以把这些整合后的任务的密度近似地看成是这个区域的供给量，由于我们要求的是均衡价格，根据问题二得到的回归定价规律，为了得到合理的价格，可以认为这种情况下平均供给等于平均需求，建立优化定价模型如下：

$$\begin{aligned} P_2 &= 68.215 + 33.92 D - 0.008 M_2 \\ &= 68.215 + 33.92 D - 0.008 Q_2 \end{aligned} \quad (5)$$

接下来考虑增加的会员信息，其中给出了会员的预定任务限额、信誉度和地理位置，这些实际上相当于间接给出了任务的需求量。将会员按照五个聚类中心分类，根据会员到聚类中心的距离远近进行分配。

利用层次分析法得到任务限额、信誉度、会员密度对任务需求量影响的比重，即：

任务限额：0.251

信誉度：0.218

会员密度：0.531

得到会员对任务的需求量 Q_3 如下：

$$Q_3 = 0.251 S + 0.218 T + 0.531 M_3 \quad (6)$$

其中 S 代表限额、T 代表信誉度、 M_2 代表会员密度。从而根据每个会员的需求量计算得到在每个任务附近的平均需求量 Q_2 如表（7）所示：

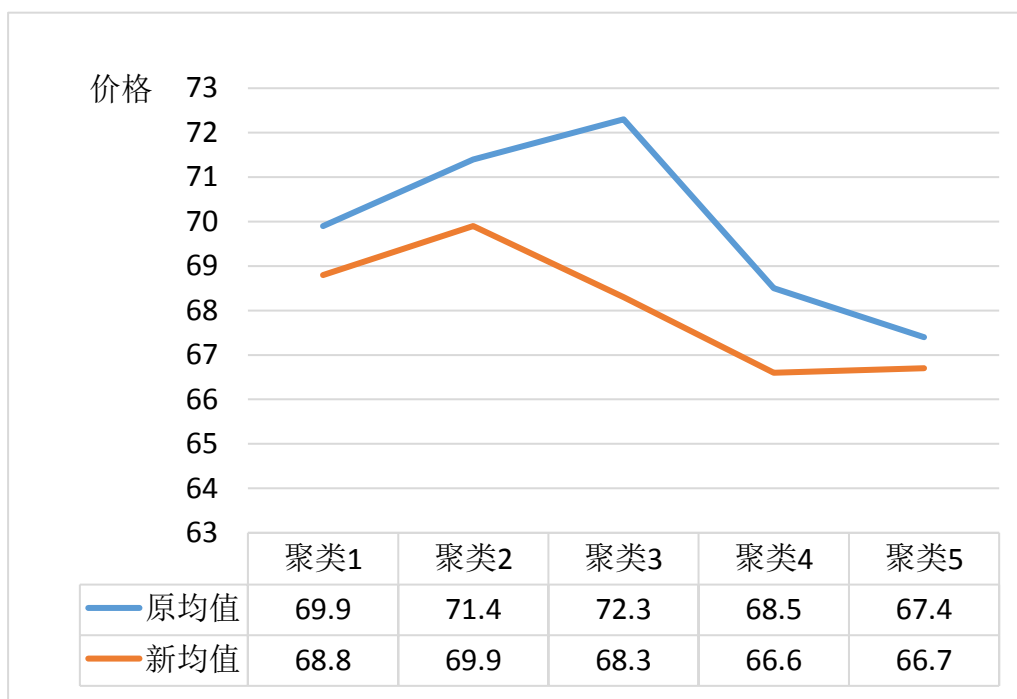
表（7）各聚类会员平均需求量

| | 聚类 1 | 聚类 2 | 聚类 3 | 聚类 4 | 聚类 5 |
|-------|--------|--------|------|--------|--------|
| Q_2 | 614.97 | 367.81 | 396 | 865.45 | 784.78 |

把 Q_2 与 D 的值代入公式（5）得到改进后的定价方案。所得价格见附录三。

5.3.2 新的定价模型对完成情况的影响

经过统计软件的计算得到下面价格的对比情况图（5），可以看出打包捆绑之后的平均价格都要比打包之前的价格低，这符合实际。因为打包之后单个任务相对来说成本降低，相应的，价格也会有所降低。但打包后的任务的真实任务的价格其实是打包的这些价格的累加的理想价格，由于成本降低，这个理想价格肯定会比真实累加的价格要小。所以得出的价格比较合理。



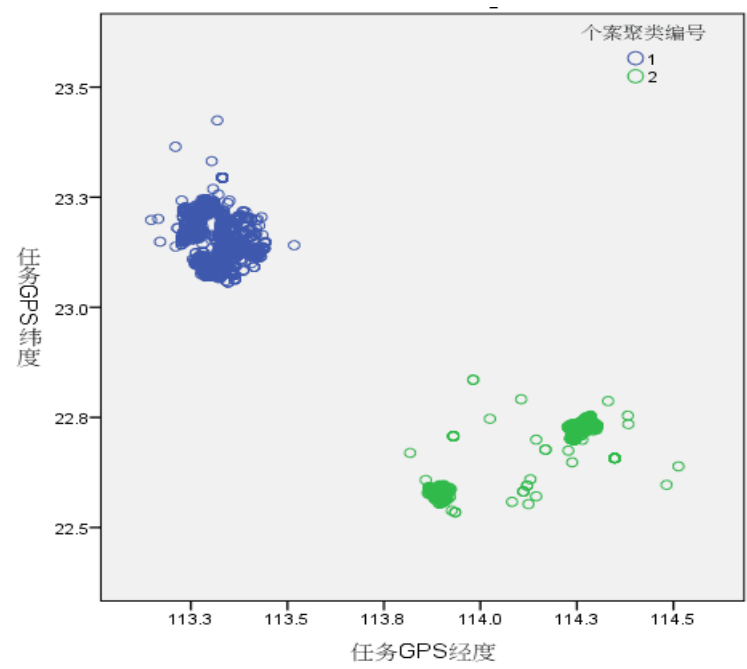
图（5）打包前后价格对比

5.4 问题四模型的建立与求解

问题三已经给出了一个优化的定价模型，我们将附件三的数据进行分类，考虑任务到类别中心点的距离。并根据距离将会员分到这些类别，按照问题三中的方法算出每个类别的平均需求量，再代入上面模型得到优化定价方案。

5.4.1 新项目的定价方案

运用问题三给出的优化捆绑定价方案，首先对附件三的新项目数据运用 k 均值聚类法聚成两个新的类别，得出每个任务到中心点的距离。现得到的聚类图形如图（6）所示：



图（6）新项目聚类

按照问题三的方法将会员按距离分到这两个类别之中，求出会员平均需求量如表（8）所示：

表（8）新聚类会员平均需求量

| | 聚类 1 | 聚类 2 |
|-------|---------|---------|
| Q_i | 2435.32 | 1387.78 |

将各个任务到中心的距离与会员平均需求量代入模型公式（5）中求得新任务的价格。见附录四。

5.4.2 新项目定价方案的实施效果

将新的项目中通过问题三中的优化定价模型实现的每一个任务的价格按照类别不同分别取平均值,如表(9)所示:

表(9) 新聚类平均价格

| | 聚类 1 | 聚类 2 |
|------|-------|-------|
| 平均价格 | 80.17 | 64.24 |

结合图(7),聚类1分布的很密集,导致用户争相选择,平均价格较高。相反地聚类2分布较分散,平均价格较低。但是综合考虑到了所有的影响因素,在距离、人员分配比较合理的情况下,实施比较容易。

六、模型的评价

6.1 模型的优点

- (1) 模型构架简单,计算方便,很容易理解。
- (2) 运用均衡价格理论来定价,使得定价方案更有依据,更可靠。
- (3) 结合密度模型,来类比任务的密度,使得距离与任务的密度建立具体关系,量化了任务的密集度。并将密度变量很好地转化为需求变量与供给变量,简化了建模过程。

6.2 模型的缺点

- (1) 考虑的是一个大的任务之间按照一定方式捆绑之后的整个类的效果,而没有将一个个的任务细分捆绑,对任务的具体价格计算不是很精确。
- (2) 没有考虑任务难度对任务价格的影响。
- (3) 层次分析法的主观性较强。

七、参考文献

- [1] 朱建平,应用多元统计分析,北京:科学出版社,2016.
- [2] 王五生,卫星高精度自主定轨中大气密度模型,邢台学院学报,

2008, 23(2): 89-91.

[3] 易大义, 沈云宝, 计算方法[M], 杭州: 浙江大学出版社, 1996.

[4] Sorokin A, Forsyth D. Utility data annotation with amazon mechanical[J]. Proceedings of the Computer Vision and pattern Recognition Workshops. Anchorage, USA, 2008-1-8.

[5] 孙信昕, 众包环境下的任务分配技术研究, 扬州大学硕士学位论文, 2016-6.

八、附 录

8.1 附录一

MATLAB 实现层次分析模型:

```
clc;
clear;
A=[1 0.2 0.333;
5 1 3;
3 0.333 1];
[m,n]=size(A);
RI=[0 0 0.58];
R=rank(A);
[V,D]=eig(A);

tz=max(D);
B=max(tz);
[row, col]=find(D==B);
C=V(:, col);
CI=(B-n)/(n-1);
CR=CI/RI(1, n);
if CR<0.10
    disp(' CI=' ); disp(CI);
    disp(' CR=' ); disp(CR);
    disp(' 对比矩阵 A 通过一致性检验, 各向量权重向量 Q 为: ');
    Q=zeros(n, 1);
    for i=1:n
        Q(i, 1)=C(i, 1)/sum(C(:, 1)); %特征向量标准化
    end
end
```

%因素对比矩阵 A, 只需要改变矩 A
%获取指标个数
%求判断矩阵的秩
%求判断矩阵的特征值和特征向量,
V 特征值, D 特征向量;
%最大特征值
%最大特征值所在位置
%对应特征向量
%计算一致性检验指标 CI

```

end
Q                                     %输出权重向量
else
    disp(' 对比矩阵 A 未通过一致性检验，需对对比矩阵 A 重新构造');
end
执行程序后的结果：
CI=
0.0190
通过以上权重分析可以得到：

```

```

CR=
0.0327

```

对比矩阵 A 通过一致性检验，各向量权重向量 Q 为：

```

Q = 0.251
    0.218
    0.531

```

8.2 附录二（由于数据量比较大，这里只给出部分价格数据）

| 任务号码 | 任务 gps 纬度 | 任务 gps 经度 | 任务标价 | 任务执行情况 | 聚类 | 距离 | 密度 | 回归价格 |
|-------|-------------|-------------|------|--------|----|-------------|--------|------|
| A0001 | 22.56614225 | 113.9808368 | 66 | 0 | 4 | 0.118853822 | 427.41 | 68.8 |
| A0002 | 22.68620526 | 113.9405252 | 65.5 | 0 | 4 | 0.114292165 | 418.44 | 68.7 |
| A0003 | 22.57651183 | 113.957198 | 65.5 | 1 | 4 | 0.127228032 | 443.8 | 69.0 |
| A0004 | 22.56484081 | 114.2445711 | 75 | 0 | 4 | 0.215311987 | 607.27 | 70.7 |
| A0005 | 22.55888775 | 113.9507227 | 65.5 | 0 | 4 | 0.144070397 | 476.36 | 69.3 |
| A0006 | 22.55899906 | 114.2413174 | 75 | 0 | 4 | 0.215123434 | 606.94 | 70.7 |
| A0007 | 22.54900371 | 113.9722597 | 65.5 | 1 | 4 | 0.137755919 | 464.21 | 69.2 |
| A0008 | 22.56277351 | 113.9565735 | 65.5 | 0 | 4 | 0.137200238 | 463.14 | 69.2 |
| A0009 | 22.50001192 | 113.8956606 | 66 | 0 | 4 | 0.224661113 | 623.55 | 70.8 |
| A0010 | 22.5437861 | 113.9239778 | 66 | 1 | 4 | 0.173819793 | 532.45 | 69.9 |
| A0011 | 22.52486369 | 113.9308596 | 65.5 | 0 | 4 | 0.18248984 | 548.42 | 70.0 |
| A0012 | 22.519087 | 113.9358436 | 65.5 | 0 | 4 | 0.183653688 | 550.55 | 70.0 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------------|--------------|-------|---|---|--------------|---------|-------|
| A0013 | 22. 54797243 | 113. 977909 | 65. 5 | 1 | 4 | 0. 135423541 | 459. 71 | 69. 1 |
| A0014 | 22. 50616871 | 113. 9314284 | 66 | 1 | 4 | 0. 196507744 | 573. 87 | 70. 3 |
| A0015 | 22. 49962566 | 113. 9365145 | 66 | 1 | 4 | 0. 198712608 | 577. 83 | 70. 3 |
| A0016 | 22. 54032142 | 113. 9236456 | 66 | 1 | 4 | 0. 176422054 | 537. 26 | 69. 9 |
| A0017 | 22. 52455419 | 113. 9247319 | 65. 5 | 1 | 4 | 0. 186842381 | 556. 37 | 70. 1 |
| A0018 | 22. 4981901 | 113. 8984817 | 66 | 0 | 4 | 0. 224029057 | 622. 45 | 70. 8 |
| A0019 | 22. 54603946 | 113. 9749684 | 65. 5 | 1 | 4 | 0. 138658313 | 465. 95 | 69. 2 |
| A0020 | 22. 49772892 | 113. 9373377 | 66 | 1 | 4 | 0. 199784844 | 579. 75 | 70. 4 |
| A0021 | 22. 49416247 | 113. 927139 | 66 | 1 | 4 | 0. 20865652 | 595. 55 | 70. 5 |
| A0022 | 22. 51592012 | 113. 9356769 | 65 | 1 | 4 | 0. 186220691 | 555. 24 | 70. 1 |
| A0023 | 22. 51578568 | 113. 9420557 | 65. 5 | 0 | 4 | 0. 182409038 | 548. 27 | 70. 0 |
| A0024 | 22. 54220963 | 114. 0196493 | 66. 5 | 0 | 4 | 0. 123410688 | 436. 34 | 68. 9 |
| A0025 | 22. 54458961 | 113. 9986601 | 67. 5 | 0 | 4 | 0. 128337377 | 445. 96 | 69. 0 |
| A0026 | 22. 49308313 | 113. 9358391 | 66 | 1 | 4 | 0. 204453856 | 588. 09 | 70. 4 |
| A0027 | 22. 52488949 | 113. 9191429 | 65. 5 | 1 | 4 | 0. 190454948 | 562. 94 | 70. 2 |
| A0028 | 22. 54808582 | 113. 9453119 | 66. 5 | 1 | 4 | 0. 155599343 | 498. 32 | 69. 5 |
| A0029 | 22. 56470734 | 113. 9820093 | 66 | 0 | 4 | 0. 11931336 | 428. 32 | 68. 8 |
| A0030 | 22. 58193448 | 114. 1563953 | 68 | 0 | 4 | 0. 131076065 | 451. 28 | 69. 1 |
| A0031 | 22. 54293611 | 114. 1314072 | 67 | 0 | 4 | 0. 142483347 | 473. 31 | 69. 3 |
| A0032 | 22. 52394954 | 113. 9434416 | 65. 5 | 0 | 4 | 0. 175102856 | 534. 82 | 69. 9 |
| A0033 | 22. 55101305 | 113. 9567446 | 65. 5 | 1 | 4 | 0. 145762431 | 479. 6 | 69. 3 |
| A0034 | 22. 5829933 | 114. 1471227 | 66 | 1 | 4 | 0. 123147195 | 435. 83 | 68. 9 |
| A0035 | 22. 54927013 | 114. 1317447 | 66. 5 | 0 | 4 | 0. 137462799 | 463. 65 | 69. 2 |
| A0036 | 22. 52596134 | 113. 9353993 | 65. 5 | 1 | 4 | 0. 178673907 | 541. 41 | 69. 9 |
| A0037 | 22. 7563793 | 114. 0421356 | 70 | 0 | 4 | 0. 095610341 | 381. 38 | 68. 4 |
| A0038 | 22. 64144071 | 114. 4227421 | 75 | 0 | 4 | 0. 371205242 | 850. 66 | 74. 0 |
| A0039 | 22. 71166007 | 114. 0728836 | 66. 5 | 0 | 4 | 0. 054505259 | 298. 78 | 67. 7 |
| A0040 | 22. 60649323 | 114. 1241536 | 66 | 0 | 4 | 0. 090546349 | 371. 27 | 68. 3 |
| A0041 | 22. 66229971 | 114. 0729969 | 65 | 0 | 4 | 0. 020953655 | 231. 73 | 67. 1 |
| A0042 | 22. 63539828 | 114. 2263772 | 66. 5 | 1 | 4 | 0. 17622134 | 536. 89 | 69. 9 |
| A0043 | 22. 73802844 | 114. 264097 | 67 | 0 | 4 | 0. 225490048 | 624. 98 | 70. 9 |
| A0044 | 22. 62558348 | 114. 1549664 | 69 | 0 | 4 | 0. 108916531 | 407. 83 | 68. 6 |
| A0045 | 22. 65265496 | 114. 0272292 | 66 | 0 | 4 | 0. 026295524 | 242. 3 | 67. 2 |
| A0046 | 22. 78892197 | 113. 8966327 | 66 | 0 | 4 | 0. 201124215 | 582. 15 | 70. 4 |
| A0047 | 22. 70103564 | 114. 2442921 | 67 | 0 | 4 | 0. 196291116 | 573. 48 | 70. 3 |
| A0048 | 22. 63154051 | 114. 1214928 | 67 | 0 | 4 | 0. 07552911 | 341. 13 | 68. 0 |
| A0049 | 22. 6417148 | 114. 195533 | 68. 5 | 0 | 4 | 0. 144793998 | 477. 74 | 69. 3 |
| A0050 | 22. 68940336 | 114. 3454188 | 70 | 0 | 4 | 0. 294695461 | 738. 56 | 72. 3 |

8.3 附录三（由于数据量太大，这里只给出部分价格数据）

| 任务号码 | 任务 gps 纬度 | 任务 gps 经度 | 任务标价 | 任务执行情况 | 聚类 | 距离 | 平均需求量 | 均衡价格 |
|-------|-----------|-----------|------|--------|----|----------|--------|------|
| A0001 | 22.56614 | 113.9808 | 66 | 0 | 4 | 0.118854 | 865.45 | 65.3 |
| A0002 | 22.68621 | 113.9405 | 65.5 | 0 | 4 | 0.114292 | 865.45 | 65.2 |
| A0003 | 22.57651 | 113.9572 | 65.5 | 1 | 4 | 0.127228 | 865.45 | 65.6 |
| A0004 | 22.56484 | 114.2446 | 75 | 0 | 4 | 0.215312 | 865.45 | 68.6 |
| A0005 | 22.55889 | 113.9507 | 65.5 | 0 | 4 | 0.14407 | 865.45 | 66.2 |
| A0006 | 22.559 | 114.2413 | 75 | 0 | 4 | 0.215123 | 865.45 | 68.6 |
| A0007 | 22.549 | 113.9723 | 65.5 | 1 | 4 | 0.137756 | 865.45 | 66 |
| A0008 | 22.56277 | 113.9566 | 65.5 | 0 | 4 | 0.1372 | 865.45 | 65.9 |
| A0009 | 22.50001 | 113.8957 | 66 | 0 | 4 | 0.224661 | 865.45 | 68.9 |
| A0010 | 22.54379 | 113.924 | 66 | 1 | 4 | 0.17382 | 865.45 | 67.2 |
| A0011 | 22.52486 | 113.9309 | 65.5 | 0 | 4 | 0.18249 | 865.45 | 67.5 |
| A0012 | 22.51909 | 113.9358 | 65.5 | 0 | 4 | 0.183654 | 865.45 | 67.5 |
| A0013 | 22.54797 | 113.9779 | 65.5 | 1 | 4 | 0.135424 | 865.45 | 65.9 |
| A0014 | 22.50617 | 113.9314 | 66 | 1 | 4 | 0.196508 | 865.45 | 68 |
| A0015 | 22.49963 | 113.9365 | 66 | 1 | 4 | 0.198713 | 865.45 | 68 |
| A0016 | 22.54032 | 113.9236 | 66 | 1 | 4 | 0.176422 | 865.45 | 67.3 |
| A0017 | 22.52455 | 113.9247 | 65.5 | 1 | 4 | 0.186842 | 865.45 | 67.6 |
| A0018 | 22.49819 | 113.8985 | 66 | 0 | 4 | 0.224029 | 865.45 | 68.9 |
| A0019 | 22.54604 | 113.975 | 65.5 | 1 | 4 | 0.138658 | 865.45 | 66 |
| A0020 | 22.49773 | 113.9373 | 66 | 1 | 4 | 0.199785 | 865.45 | 68.1 |
| A0021 | 22.49416 | 113.9271 | 66 | 1 | 4 | 0.208657 | 865.45 | 68.4 |
| A0022 | 22.51592 | 113.9357 | 65 | 1 | 4 | 0.186221 | 865.45 | 67.6 |
| A0023 | 22.51579 | 113.9421 | 65.5 | 0 | 4 | 0.182409 | 865.45 | 67.5 |
| A0024 | 22.54221 | 114.0196 | 66.5 | 0 | 4 | 0.123411 | 865.45 | 65.5 |
| A0025 | 22.54459 | 113.9987 | 67.5 | 0 | 4 | 0.128337 | 865.45 | 65.6 |
| A0026 | 22.49308 | 113.9358 | 66 | 1 | 4 | 0.204454 | 865.45 | 68.2 |
| A0027 | 22.52489 | 113.9191 | 65.5 | 1 | 4 | 0.190455 | 865.45 | 67.8 |
| A0028 | 22.54809 | 113.9453 | 66.5 | 1 | 4 | 0.155599 | 865.45 | 66.6 |
| A0029 | 22.56471 | 113.982 | 66 | 0 | 4 | 0.119313 | 865.45 | 65.3 |

8.4 附录四（由于数据量比较大，这里只给出部分价格数据）

| 号码 | 纬度 | 经度 | 限额 | 信誉值 | 聚类 | 距离 | 密度 | 需求量 | 价格 |
|-------|-----------|------------|-----|------------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B0001 | 22.947097 | 113.679983 | 114 | 67997.3868 | 1 | 0.97818824 | 7454.022515 | 17468.40623 | 81.9125851 |
| B0003 | 23.192458 | 113.347272 | 139 | 27953.0363 | 1 | 0.664983566 | 6262.49804 | 8326.787725 | 71.28868255 |
| B0004 | 23.255965 | 113.31875 | 98 | 25085.6986 | 1 | 0.600948127 | 5948.755322 | 7581.293413 | 69.11660045 |
| B0005 | 33.65205 | 116.97047 | 66 | 20919.0667 | 1 | 10.45302218 | 11695.35835 | 8681.99332 | 403.2989522 |
| B0007 | 29.560903 | 106.239083 | 15 | 15729.3601 | 1 | 9.093111272 | 11596.38531 | 7503.096746 | 357.1707743 |
| B0008 | 23.143373 | 113.376315 | 95 | 14868.4446 | 1 | 0.715702004 | 6491.218291 | 5543.583543 | 73.00905196 |
| B0009 | 23.28528 | 113.651842 | 110 | 13556.1555 | 1 | 0.660623567 | 6242.052111 | 5173.81219 | 71.1407914 |
| B0010 | 23.099259 | 113.488909 | 64 | 13327.9511 | 1 | 0.776101266 | 6743.251226 | 5288.43852 | 75.05779493 |
| B0011 | 23.192462 | 113.34726 | 89 | 11349.0899 | 1 | 0.664979089 | 6262.477114 | 4694.570065 | 71.28853071 |
| B0013 | 23.178845 | 113.358177 | 90 | 10427.7392 | 1 | 0.679100531 | 6327.826644 | 4516.904298 | 71.76753003 |
| B0014 | 23.054911 | 113.768888 | 232 | 10210.6765 | 1 | 0.918741089 | 7263.579259 | 4833.675797 | 79.89613772 |
| B0015 | 23.053426 | 113.761634 | 217 | 10187.7506 | 1 | 0.916525762 | 7256.207175 | 4822.325349 | 79.82099384 |
| B0016 | 23.054769 | 113.65272 | 171 | 9495.8126 | 1 | 0.868144631 | 7089.940755 | 4601.577352 | 78.17990589 |
| B0018 | 23.146943 | 113.305001 | 85 | 8549.9583 | 1 | 0.710140295 | 6466.931069 | 4155.118715 | 72.82039881 |
| B0019 | 23.025829 | 113.317362 | 73 | 7054.4886 | 1 | 0.831087657 | 6955.405773 | 3997.548941 | 76.92293334 |
| B0020 | 23.012667 | 113.839206 | 94 | 6824.2516 | 1 | 0.990760638 | 7492.553571 | 4141.167152 | 82.33904082 |
| B0022 | 27.124487 | 111.017906 | 1 | 6494.3768 | 1 | 3.997482544 | 10702.20698 | 5172.499792 | 184.3270479 |
| B0023 | 23.262722 | 113.29603 | 73 | 6105.2056 | 1 | 0.594699438 | 5916.524933 | 3425.958072 | 68.90464492 |
| B0024 | 23.216283 | 113.29179 | 60 | 5207.8348 | 1 | 0.64127847 | 6149.762994 | 3308.934797 | 70.48460571 |
| B0026 | 23.025831 | 113.31738 | 57 | 4236.5421 | 1 | 0.831085585 | 6955.398068 | 3379.2179 | 76.92286306 |
| B0027 | 23.141684 | 113.262137 | 62 | 4182.3338 | 1 | 0.717618638 | 6499.544196 | 3208.650781 | 73.07406419 |
| B0028 | 23.173014 | 113.320705 | 58 | 3836.0711 | 1 | 0.683896 | 6349.719863 | 3079.573172 | 71.93019233 |
| B0029 | 23.187008 | 113.257642 | 56 | 3562.2053 | 1 | 0.672862208 | 6299.120759 | 3001.608142 | 71.55592609 |
| B0030 | 23.10714 | 113.301889 | 43 | 3039.9026 | 1 | 0.750005649 | 6636.926903 | 3003.05311 | 74.17263163 |
| B0032 | 23.129688 | 113.409023 | 34 | 2755.8648 | 1 | 0.732567281 | 6563.722546 | 2913.17914 | 73.58112217 |
| B0035 | 23.125731 | 113.402306 | 29 | 2148.7238 | 1 | 0.735720155 | 6577.089046 | 2784.259044 | 73.68806765 |
| B0036 | 23.089162 | 112.882467 | 51 | 2127.005 | 1 | 0.884010789 | 7145.599489 | 2984.593511 | 78.71808595 |
| B0037 | 23.13759 | 113.381757 | 33 | 1980.8566 | 1 | 0.721907629 | 6518.095004 | 2727.961085 | 73.21954676 |
| B0038 | 22.935859 | 113.683234 | 67 | 1937.4291 | 1 | 0.989835433 | 7489.737984 | 3068.074576 | 82.30765788 |