

模拟仿真：超市结账中心花更高的租金租用 自动结账设施值不值得？

一、问题描述：

把超市的所有收银台看成一个整体的结账中心，采取“先到先服务”的队列策略来结账。现在超市可以升级成机器自动识别结账加快收银速度，但是收银系统的租金比人工贵，要多花钱。

1、首要的问题：

两种结账中心的容量有多大？

在能够接受的等待时间内，两种结账中心分别能容纳多少用户、以多高频率完成多少收银工作？

花钱升级值不值，即花钱后速度成本比的大小分别是多少？

2、一个具体的实例配置如下：

一个超市，在任意的一个小时内，大约有 1000 名顾客结账，每人选购 1~20 件商品。

3、结账中心的性能是：

如果人工结账，结账速度为每分钟 100 件，每个月花 20 万元。

如果花更高的租金升级成机器结账，结账速度为每分钟 400 件，每个月花 40 万元。

二、问题建模

1、首先对问题进行抽象，确定相关的对象和过程

对象：结账任务、结账队列、结账中心

结账任务的属性：提交时间、商品件数

结账队列的属性：具有 FIFO 性质的任务队列

结账中心的属性：速度、是否忙

2、过程：生成和提交结账任务

确定生成概率：实例为每小时会有 1000 名顾客结账，所以概率是每 3.6 秒会有 1 个顾客去结账，概率为每秒 $5/18$ 个顾客。

确定结账商品数量：1~20 页之间概率相同。

3、过程：实施结账

当前的结账任务：正在结账的任务

结账结束倒计时：新的结账服务开始时要开始倒计时，返回 0 表示结账完毕，可以处理下一个任务。

4、模拟时间：

统一的时间框架：以最小单位（秒）均匀流逝的时间，设定结束时间。

同步所有过程：在一个时间单位里，对生成结账任务和进行结账两个过程各处理一次。

三、模拟流程

1、创建打印队列对象

2、时间按照秒的单位流逝

按照概率生成收银任务，加入排队结账队列。

如果结账中心空闲，且队列不空，则取出队首任务。

结账，记录此任务等待时间。

如果结账中心忙，则按照结账速度进行 1 秒打印。

如果当前结账任务打印完成，则结账中心进入空闲。

3、时间用尽，开始统计平均等待时间

4、结账任务的等待时间

生成任务时，记录生成的时间戳

开始任务时，当前时间减去生成时间即可

5、任务的打印时间

生成结账任务时，记录结账任务的商品数量
开始结账时，数量除以结账速度即可。

四、运行和分析

1、人工结账，每分钟结账 100 件商品，模拟运行 10 次。

得出人工结账的平均等待时间和速度成本比。

2、机器结账，每分钟结账 100 件商品，模拟运行 10 次。

得出机器结账的平均等待时间和速度成本比。

3、观察哪一种收银方式下的成本、收银速度、和速度成本比更让人接受。