**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称： 智能网络与计算**

**实验项目名称： 实验三：网络容量优化分析实验**

**学院： 计算机与软件学院**

**专业： 计算机科学与技术**

**指导教师： 车越岭**

**报告人：梁润宇 学号： 2021220003 班级： 2班**

**实验时间： 2023.11.13-2023.12.4**

**实验报告提交时间： 2023年12月4日**

**教务处制**

|  |
| --- |
| **实验三：网络容量优化分析实验**  **实验目的与要求：**  **﻿**1.了解什么是凸优化问题。  2.学会使用Matlab CVX工具箱解决最优功率分配问题，使得信道容量最大化。  3.了解注水算法。 |
| **方法、步骤：**  **﻿**1. 求解方法一  ﻿2. 公式（1）如何得到  ﻿3. 为什么称为注水算法  4. ﻿找出注水线具体值  5. 画出结果图 |
| **实验过程及内容：**  **1.** **求解方法一**  ﻿ 考虑 𝑇 = 10 个时隙。在每个时隙 i , 发射机的发射功率为 Pi（ W ），发射机到接收机的信道状态与接收机的背景噪声的比值为 ai 。考虑发射机的发射功率之和不能超过 P max =1（ W ）。发射机的最优功率分配问题可以表示成如下的凸优化问题：  使用 CVX 找出最优的功率分配，其中每一个时隙的 ai可用 Matlab 命令 a =rand(T,1)  产生。给出代码与运行结果，以及最优功率分配。  图1.求解方法1对应代码  凸优化问题的特点是目标函数是凸的，约束条件也是凸的，因此可以使用凸优化工具来求解。优化的目标是最大化每个时隙信道容量的对数之和。  约束条件： 通过 subject to 开始描述  xx >= 0：功率分配必须大于等于0，确保功率是非负的。  sum(xx) == 1：所有时隙的功率之和不能超过1，这是功率归一化的约束。一旦定义了目标函数和约束条件，通过 cvx\_end 来结束优化描述，CVX 将自动求解最优解。  结果输出： 最后，通过 disp 来显示最优功率分配和相应的信道容量最优值。  **2. 公式（1）如何得到**  优化目标是分配每个用户的功率，使得总的信道容量最大。约束条件是用户功率和不超过总功率限制。这是一个等式约束问题，可以用拉格朗日乘子法求解。  公式1. 拉格朗日乘子法求解  因为功率不能为负数，所有每个用户的功率为  公式2.用户功率  **3. 为什么称为注水算法**  注水算法（Water-filling Algorithm）得名于一种直观的比喻，用来解释在有限的总功率情况下如何智能地将功率分配到不同的信道或频率上。这个比喻涉及到一个类比，将总功率想象成一固定的水池，而信道或频率则被看作水池中的不同槽。  在这个比喻中，水的高度代表功率的分配，水池的容量代表总功率。注水算法的核心思想是在保持总功率不变的前提下，将水平均注入各个槽中，使得整个水池被充分利用。  类似地，注水算法在通信系统中的应用是将功率分配到不同的信道或频率上，以最大化系统的性能。这种分配方式类似于在水池中将水均匀分布到不同的槽中，以确保整个水池的利用率最大化。  在功率分配方面，理论上，当总功率固定时，我们希望将功率分配到各个信道以最大化整个系统的信息传输速率。这就涉及到一个优化问题，即在特定信道状态下，如何智能地分配功率以优化系统性能。  因此，注水线可以看作是在信道容量与功率分配之间建立平衡的概念，使得系统在给定的资源限制下能够达到最优的信息传输效率。这种优化问题在通信系统设计中起着重要作用，帮助系统在不同的信道条件下实现最佳性能。  **4.** **找出注水线的具体值**  图2.注水算法代码  1.循环计算目标函数：  使用 for 循环遍历每个信道，计算目标函数的一部分。  计算的每个部分包括一个与信道参数 a(i) 相关的项，并将其添加到 func 变量中。  2.目标函数的等价表示：  使用 temp 计算目标函数的每个部分，采用 ReLU 函数的形式，即 func += 0.5 \* (temp + abs(temp))。  3.求解目标函数的最优值：  使用符号计算工具箱声明符号变量 x。  建立目标函数 func 与 1 的等式 eqn，然后通过 vpasolve 求解方程，得到λ。  4.计算注水线值 v：  利用求解得到的λ，计算注水线值 v，其中 v = 1 / (log(2) \* λ)  图3. 注水线值计算结果  **5.** **画出结果图**  图4.画出结果图对应代码  1.初始化变量：  z 初始化为空矩阵，用于存储绘图的数据点。  n 是信道数目。  2.循环计算数据点：  使用 for 循环遍历信道，计算每个信道对应的 y 值，其中 y = 1/a(i+1)。  将每个数据点 (i, y) 和 (i+1, y) 存储在矩阵 z 中。  3.绘制图形：  使用 figure(1) 创建图形窗口。  使用 plot 函数绘制 z 矩阵中的数据点，其中 z(:,1) 是 x 坐标，z(:,2) 是 y 坐标。  4.绘制注水线：  使用 line 函数在图中绘制注水线。[0 n] 是 x 范围，[v v] 表示 y 范围，'linestyle',':' 设置线条风格为虚线。  5.图形设置：  使用 xlabel 设置 x 轴标签为 'i'。  使用 legend 添加图例，标记 '1/a' 和 '注水线'。  使用 set(gca,'xtick',[],'ytick',[]); 隐藏坐标轴刻度。  使用 text 在图中添加文本，显示注水线的数值。  图5.结果图 |
| **实验结论：**  本次实验中，cvx计算和注水算法计算得到的信道容量最优值相同，为1.2564 |
| **心得体会：**  本次实验学习了最优功率分配问题，练习了cvx工具箱的使用和注水算法。熟悉了matlab的使用。 |
| **指导教师批阅意见：**    **成绩评定： 分**  **指导教师签字：**  **年 月 日** |
| **备注：** |