

## 1. 2022.09~至今 卫星互联网路由与资源分配算法设计 (python)

项目概述：针对低轨卫星星座通信中存在的资源不足和资源碎片化问题，提出了一种基于 Actor-Critic 的路由与资源管理算法，有效缓解了资源碎片化对网络性能的影响，提高了通信系统的资源利用率。

详细内容：1. 资源分配场景建模：构建实时变化的低轨卫星星座拓扑，将路由和资源分配问题抽象为一个波分路由问题； 2. 业务建模：用波长占用数、时延容忍度等变量描述多种类型的业务； 3. 算法求解：使用 PySCIPOpt、启发式算法和基于 Actor-Critic 的强化学习算法求解优化问题。4. 算法效果：流量阻塞率可降低 12.5%，波长利用率可提高 0.9%。

波分网络：一个节点可以同时发出多路不同的波长信号，实现波分复用，代替传统的光电转换的单载波的链路，来适应未来的高密度的通信场景！

### (1) 问题描述

我主要研究的是低轨卫星星座中星间传输过程中的路由和资源分配问题，这里的资源指的是波长资源，在低轨卫星间的链路，为了提高通信效率，同时满足更高密度的业务请求，采用一种波分路由的方式进行通信，也就是说一个节点可以同时发出多路不同的波长信号在不同的时隙分给不同的用户去进行传输！！我要做的事情就是为每个请求去分配合适的波长资源和时隙资源，尽可能的提高整个通信系统的业务满足率，同时提高波长的利用率！然后我主要采用深度强化学习的方法去解决三个问题！

#### a. 资源分配中出现的碎片化问题

我将业务分为 IR 请求和 AR 请求，IR 请求是指需要立即得到波长资源的请求，对时延的容忍度较低，这种请求就必须立即为他分配资源，但是对于 AR 请求，如果我立即去分配资源，找到最近的最合适的资源，这样就会出现资源碎片化的现象！什么意思呢，就是说因为我因为其中一个不那么紧急的 AR 请求优先分配了资源！导致在下一个请求到来的时候，在他的时延容忍范围内，已经没有可用的资源了！这样业务请求的满足率就会降低！为了解决这个问题我使用了一个叫做资源离散度的变量用来描述当前的资源离散程度，把这个变量作为我优化目标的一部分，就是说现在在动作空间中给我提供了很多方案，其中一个方案可行，但是因为如果我这样分配资源的话，资源的离散度变高了，接下来到来的业务就会有更大的可能性无法满足其需求，我就因为奖励设置的原因，给他设置一个比较低的奖励，这样很有可能虽然这种方法的路径最短，但是我不选择这个路径和波长了！！

#### b. 路由过程中的负载均衡问题

因为低轨卫星是相对于地面告诉运动了，在 300-500km 的高度，大概两个小时，一个多小时就可以转地球一圈，所以它在每时每刻覆盖的区域是不一样的，自然而然每个区域它的流量请求的密集程度肯定不一样，偏远地区肯定低，无人区甚至为 0，人口密集的地区需求肯定高。所以为了避免某些链路出现拥塞，而某些链路却十分空闲的情况，要实现一个负载均衡，这里我加入了另外一个变量，在 cost 的函数里面加入了一个链路占用率的参数，你去占用一个十分空闲的链路和占用一个近乎已经满了的链路带来的奖励或者惩罚肯定是不一样的，这样去尽可能的实现负载均衡！！

#### c. 通信系统的时延分析

排队！！时延分析，目前只有流量阻塞率和波长利用率指标！！

状态空间：像素图的观察输入->ac 网络训练

动作空间：结合波长的 ksp 算法！！

## 2. 星地融合网络场景可视化平台 (c++、UE5)

项目概述：基于 Unreal Engine 5(UE5)实现低轨卫星网络的 3D 交互式场景生成，搭建用于展示低轨卫星星座拓扑、星间路由算法、星间和星地资源分配算法的星地融合场景的可视化平台。

个人职责：1. 星间链路可视化：考虑到星间链路的动态性，将链路布局为长期链路和临时链路，低轨卫星星座中的卫星可以实时建立和断开链路，在平台上实时展示卫星的运动状态、网络的实时拓扑状态和链路的剩余寿命；2. 资源管理可视化：为星间路由和资源管理算法提供 Python 接口，算法根据实时的网络拓扑和业务需求提供路由和资源分配方案，将方案的执行过程和结果实时展示在平台上。

我的职责：

1. 这个项目原本实在 omnet++ 平台上的，用 c++ 写的，我负责将其移至到 UE5 这个平台上，部分代码要重写！去结合 UE5 提供的一些组件去写
2. 低轨卫星星座的建模，计算卫星的轨迹，把卫星的实时围绕地球运动的状态展现在 UE5 里面，以及星间链路的一个动态变化的过程也展现出来，某些时刻哪些卫星建立了链路，哪些时刻卫星链路断开了。整个网络的卫星的链接状态的邻接矩阵，以及每个链路的剩余寿命都展现出来。
3. 我们组的研究会涉及到星地的场景，这个过程中要展现单颗多波束卫星的状态，多波束就是因为一颗卫星其实覆盖的面积很大，要一颗卫星同时“照亮”整个区域是不太可能的，也是非常不经济浪费的！因此多波束的卫星会采用一种服务方案，就是卫星会根据多天线去产生多个波束，这些波束去覆盖整个覆盖区域里面的部分小区，然后按照时隙切换覆盖的小区！因此，要把这种那些波束在哪些时隙被点亮的状态给展示出来，我和一个同门就在做这件事情，这里面主要涉及一些几何方面的推理，数学计算，以及 UE5 中是没有多波束卫星这种建模的，所以我们做了一个事情就是找单卫星和几何体的组件一个一个拼接出来，形成一个多波束卫星!!!