<基于SDN的卫星网络仿真系统>

软件需求规约

版本 <1.0>

修订历史记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **日期** | **版本** | **说明** | **作者** |
| 7/11/2023 | <1.0> | 第一版 | 王劭、余彦、徐培凯、林彤彦、顾芷瑜 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目录

1. 简介 4

1.1 目的 4

1.2 定义、首字母缩写词和缩略语 4

1.3 参考资料 4

2. 整体说明 4

3. 功能需求 6

3.1 <Use case 图> 6

3.2 创建仿真环境 7

3.3 查看可视化监控 7

3.4 拍摄带有位置信息的图片 7

3.5 上传带有位置信息的图片到服务器 7

4. 非功能需求 8

4.1 易用性 8

4.2 可靠性 8

4.3 性能 8

4.4 可支持性 8

4.5 设计约束 8

5. 其它产品需求 9

5.1 联机用户文档和联机帮助的需求 9

5.2 接口需求 9

5.2.1 用户界面 9

5.2.2 硬件接口 9

5.2.3 软件接口 9

5.2.4 通信接口 9

5.3 适用的标准 9

软件需求规约 (简化版)

# 简介

## 目的

本软件需求规约的目的是明确和定义基于SDN的卫星网络仿真控制系统的功能、性能、安全性和可扩展性需求，提供一套经济、高效、准确的卫星网络仿真系统，以助力完成国产“星网”网络的设计与研发。本文档将详细地说明项目的功能需求、非功能需求以及设计约束，同时提供软件需求说明所需的其他相关要素。

## 定义、首字母缩写词和缩略语

|  |  |
| --- | --- |
| **定义及缩略语** | **含义** |
| SDN | Software Defined Netrork，“软件定义网络”的缩写。 |
| K8s | Kubernetes的缩写，是Google公司开源的一个容器集群管理系统。 |
| Pod | Pod是Kubernetes中的最小调度单元，一个Pod封装一个容器（也可以封装多个容器），Pod里的容器共享存储、网络等。 |

## 参考资料

1. 《深入剖析Kubernetes》，张磊
2. 《Android开发精要》，范怀宇
3. Lai Z, Li H, Deng Y, et al. {StarryNet}: Empowering Researchers to Evaluate Futuristic Integrated Space and Terrestrial Networks[C]//20th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 23). 2023: 1309-1324.

# 整体说明

* 1. **产品总体效果**

本项目旨在提供一个全面的卫星通信仿真平台，满足用户的性能评估、优化和数据传输需求。这一平台包括地面站、低轨卫星和同步卫星的仿真节点，为用户提供了模拟卫星通信系统在各种情况下运行的机会，从而支持性能评估、系统优化和决策制定。本项目还将制定高效的路由规则和网络拓扑结构，以确保卫星通信系统能够高效传输数据，提高通信效率和可靠性，覆盖了低轨卫星之间、低轨卫星与同步卫星之间，以及地面站与卫星之间的通信策略。此外，本项目将提供信号路由模拟工具，用户可以使用该工具模拟从地面站到接收端或终端的信号路由过程，以支持系统设计和决策制定。最后，本项目还将开发一个手机应用程序，用户可以使用该应用程序执行拍照、传输位置信息等功能，以提供便捷的移动通信体验。总体来说，本项目将有助于用户更好地模拟和优化卫星通信系统，提高数据传输效率，同时为用户提供便捷的移动通信体验，助力完成国产“星网”网络的设计与研发。

* 1. **产品功能**

本项目基于SDN的卫星网络仿真控制系统的功能、性能、安全性和可扩展性需求，提供一套经济、高效、准确的卫星网络仿真系统，其主要功能是：

**（1）提供高可用的卫星仿真网络系统。**

在k8s集群上启动卫星网络仿真平台，采用中心化SDN网络控制器，实时更新网络拓扑和路由规则，支持大规模网络(1k+节点）

**（2）允许用户在仿真的卫星网络上部署应用，同时支持无感知迁移用户应用。**

允许用户将自己的应用打包成镜像上传，部署到仿真的卫星网络上。

**（3）高可观测性**

提供可观测性接口（暴露网络拓扑、路由、卫星位置等接口），设计实现可观测性界面。

**（4）开发一个卫星定位应用，实现拍照、传输位置信息的功能。**

该程序能够被部署到仿真的卫星网络上。

* 1. **用户特征**

国产“星网”网络的设计与研发人员

* 1. **约束**

（1）Kubernetes（k8s）版本限制： 系统应该与特定版本的Kubernetes集群兼容。对于系统的部署，必须指定支持的Kubernetes版本，以确保系统的稳定性和可用性。

（2）硬件资源限制： 由于卫星网络仿真需要大量计算和存储资源，系统的运行可能受到底层硬件资源的限制。因此，必须明确指定系统所需的硬件资源，如CPU、内存和存储。

（3）网络带宽和延迟： 仿真卫星网络的性能可能受到网络带宽和延迟的限制。必须定义仿真网络的带宽和延迟要求，并确保其与实际卫星网络类似，以便进行准确的性能测试。

（4）数据隐私和安全性： 系统必须严格遵守数据隐私和安全性规定，确保用户数据和网络信息受到保护。必须定义和实施适当的数据加密、身份验证和访问控制措施。

（5）卫星模型和位置数据： 系统的仿真准确性依赖于卫星位置和轨道模型的准确性。必须确保系统使用最新和准确的卫星模型和位置数据来进行仿真。

（6）容器编排兼容性： 系统的容器编排必须兼容不同的容器运行时和编排工具，以满足用户的多样化需求。

* 1. **假设与依赖关系**

假设 1：Kubernetes（k8s）版本兼容性

依赖关系1：系统的高可用性依赖于特定版本的Kubernetes集群的稳定性和兼容性。假设系统在特定版本的K8s集群上部署，系统必须确保与该版本的Kubernetes完全兼容，并能够正确运行，以确保高可用性的要求得以满足。

假设 2：硬件资源限制

依赖关系2：系统的性能和稳定性依赖于底层硬件资源的可用性。假设系统需要足够的CPU、内存和存储资源来支持大规模卫星网络仿真，系统必须在运行前明确定义硬件资源要求，并确保集群中的节点满足这些要求。

假设 3：网络带宽和延迟

依赖关系3：仿真网络的性能受到底层网络带宽和延迟的限制。假设系统必须在仿真网络中模拟与实际卫星网络相似的网络带宽和延迟条件，以确保仿真结果准确反映了实际卫星通信的性能。

假设 4：数据隐私和安全性

依赖关系4：系统的安全性依赖于数据隐私和安全性措施的有效实施。假设系统必须遵循数据隐私和安全性规定，包括数据加密、身份验证和访问控制，以确保用户数据和网络信息得到保护。

假设 5：卫星模型和位置数据

依赖关系5：系统的仿真准确性依赖于卫星位置和轨道模型的准确性。假设系统必须使用最新和准确的卫星模型和位置数据，以确保仿真结果与实际情况一致。

假设 6：容器编排兼容性

依赖关系6：系统的容器编排必须兼容不同的容器运行时和编排工具，以满足用户的多样化需求。假设系统必须支持不同的容器运行时和编排工具，以确保用户能够自由选择适合其需求的工具。

* 1. **需求子集**

**需求子集 1：系统部署和高可用性**

（1）系统部署：系统应能够在Kubernetes集群上成功部署卫星网络仿真平台，包括中心化SDN网络控制器和仿真节点。

（2）高可用性：系统应具备高可用性特性，确保在系统组件或节点故障时实时恢复和重新调度，以保持仿真网络的可用性。

**需求子集 2：应用部署和迁移**

（1）应用部署：用户应能够将自己的应用打包成镜像并上传至系统，以便在仿真的卫星网络上进行部署。系统应提供应用管理界面，以支持应用的创建、部署和监控。

（2）无感知迁移：系统应支持用户应用的无感知迁移。用户可以在不中断服务的情况下将应用从一个节点迁移到另一个节点，以满足性能和负载的需求。

**需求子集 3：可观测性**

（1）可观测性接口：系统应提供可观测性接口，用于向用户暴露网络拓扑、路由规则、卫星位置等信息。这些接口应该易于访问和使用，以帮助用户监测和调试仿真网络。

（2可观测性界面：系统应设计和实现可观测性界面，提供可视化工具，以便用户能够更轻松地查看和分析仿真网络的状态和性能。

**需求子集 4：卫星定位应用**

（1）卫星定位应用：系统应开发一个卫星定位应用程序，允许用户在手机上拍照，并传输位置信息。这个应用程序应能够与仿真网络进行集成，并提供照片和位置信息传输功能。

（2）应用部署：卫星定位应用程序应能够被部署到仿真的卫星网络上，以便用户在仿真环境中测试和使用该应用。

**需求子集 5：其他方面**

系统安全稳定，操作简单，方便快捷，用户友好等。

这些需求将有助于确保系统能够满足用户的仿真需求，并提供高可用性、高可观测性和应用部署的灵活性

# 功能需求

## <Use case 图>

## whiteboard_exported_image

Actor只包含用户

**创建仿真环境** ：仿真环境需要在使用之前进行初始化，指定相关的配置

**可视化监控** ：可视化监控是整个仿真系统的前端展示页面，实时展示系统的各项指标和数据

**拍摄带有位置信息的照片**：通过实现的安卓应用拍摄当前照片，同时获取当前的位置信息

**上传带有位置信息的照片至服务器**：通过实现的安卓应用将当前拍摄的照片及获取的位置信息上传至服务器

## 创建仿真环境

基本流

1. 用户通过ssh终端连接到部署了K8s集群的master节点
2. 用户使用命令行工具，指定位置模块的URL、期望部署的物理节点数目以及更新网络的周期，初始化仿真环境
3. 仿真系统通过命令行终端向用户反馈环境初始化的进度，初始化完成后提示用户环境创建完成

备选流：

1a. 用户使用的用户名或密码错误，无法登录master节点

2a. 用户未指定位置模块URL/期望部署的物理节点数目/更新网络周期，系统提示“必要参数缺失”错误

2b. 用户指定的位置模块URL失效，系统提示“位置计算模块URL失效”错误

2c. 用户指定的期望部署的物理节点数不为整数或者小于等于0，系统提示“无效的物理节点数目”错误

2d. 用户指定的期望部署的物理节点数大于集群node的数量，系统提示“物理节点数目溢出”错误

3a. 系统在初始化过程中出现错误，提示用户“环境初始化失败”

## 查看可视化监控

基本流

用户在可视化监控页面输入用户名密码

点击登录键进入可视化监控主页

系统显示仿真环境基本信息、卫星状态、通信概览、通信状态、通信流量监控等各个栏目的信息

备选流

2a. 用户输入的用户名正确，但是密码错误，系统显示“密码错误”的界面提示

2b. 用户输入的用户名不存在，系统显示“用户名不存在”的界面提示

3a. 系统的某个模块出现故障，系统显示“xx模块出错”的界面提示

## 拍摄带有位置信息的图片

基本流

用户在应用软件界面点击拍摄按钮进行拍摄

应用软件界面获取位置信息

备选流

1a.用户在相机界面未确认照片就返回，应用软件弹出“照片拍摄无效”的提示框

2a.用户未打开位置权限，应用软件弹出“定位失败”的提示框

## 上传带有位置信息的图片到服务器

基本流

用户在应用软件界面点击上传

备选流

1a.与服务器连接失败，应用软件弹出“连接失败”的提示框

1b.未拍摄照片就进行上传，应用软件弹出“无可上传照片”的提示框

1c.未获取位置信息就进行上传，应用软件弹出“无位置信息”的提示框

# 非功能需求

## 易用性

系统的卫星网络仿真功能要求有卫星网络相关知识储备的高级用户可以通过查看说明文档清楚地知道如何使用。系统的拍照发送照片和位置的App要求普通的用户不用经过经过培训也可以知道功能大致如何使用。系统在集群上部署应用的功能对于有docker和kubernates使用经验的高级用户可以快速理解，对于没有相关经验的用户能够通过学习说明文档而快速上手。

系统的拍照发送照片和位置的App类似于微信发朋友圈的功能和界面。系统在集群上部署应用的功能类似于kubernates对应的功能。

一般用户访问（CUA）标准是要提出标准按键和鼠标方式的概念，即运行任何程序时，按键和鼠标的使用都有固定的意义。

## 可靠性

可用性：总的有效运行时间 / 总运行时间，要求达到90%，要求平均每天可以使用23小时以上，在系统维护时会关闭软件的部分功能，进行降级模式操作，尽可能减少对用户体验感的影响。

平均故障间隔时间应不低于2000h。

平均修复时间：2小时

精确度：误差小于5%

最高错误或缺陷率：bugs/KLOC为3个

最高错误或缺陷率应低于1%

## 性能

拍照发送照片和位置的App：

1. 平均时间3ms 最长时间5ms
2. 系统每秒应该处理100个以上事务 进阶版本中每秒应处理200个以上事务
3. 系统支持50个并发用户，进阶版本中应支持5000个用户
4. 内存占用不超过32M，硬盘占用不超过200M

卫星网络仿真：界面渲染平均时间为0.2s

## 可支持性

编码标准：[Google Go Style](https://link.zhihu.com/?target=http://google-styleguide.googlecode.com/svn/trunk/javaguide.html" \t "https://zhuanlan.zhihu.com/p/_blank)，[Google Java Style](https://link.zhihu.com/?target=http://google-styleguide.googlecode.com/svn/trunk/javaguide.html" \t "https://zhuanlan.zhihu.com/p/_blank)

命名约定：驼峰命名法

维护访问权：归该项目的开发成员小组所有

## 设计约束

软件语言：软件同时支持中文/英文

软件流程需求：前期准备过程进行产品需求分析，特性设计和界面原型设计，技术栈的选择等准备工作。在开发过程，进行小组组件化开发，及时统一进度与技术使用，同时通过Git进行版本控制。

主要开发流程之后，结合当前使用体验，修改部分功能模块，增加必要的功能。

开发工具的指定用途：

1. vscode：多功能代码编辑器
2. Git/GitHub：进行持续迭代过程和版本控制

架构及设计约束：实现安全性（也就是可以面对外来的恶意攻击），实现可靠性（处理服务器宕机或者数据库崩塌时对数据的非易失性存储），可扩展性（是一个易于维护，易于更新换代的项目），可维护性，良好的客户体验。

# 其它产品需求

## 联机用户文档和联机帮助的需求

在软件的主页面有一个帮助选项，里面对常见问题的回答可以涵盖大部分软件的操作，能帮助用户逐步熟悉软件的使用，解决大部分用户在操作上遇到的问题。

## 接口需求

### 用户界面

用户界面主要包括登录注册界面、卫星网络界面、卫星节点信息界面以及链路信息界面。

登录注册界面：用户登录/注册的界面

卫星网络界面：展示卫星网络的整体信息，包括卫星整体状态、网络整体通讯情况等

卫星节点信息界面：显示卫星的资源使用状态

链路信息界面：显示指定卫星之间的网络通讯状态

### 硬件接口

电脑客户端（WebBrowser）

服务器端（Server）

手机端 (APP)

### 软件接口

位置计算系统接口

卫星展示系统接口

### 通信接口

位置计算系统8020端口

卫星展示系统8021端口

## 适用的标准

本产品应当严格符合中华人民共和国国家和地方的相关法律规范,使用TCP/IP通讯协议，使用Windows、linux和Android的平台一致性标准和ISO相关质量和安全标准