

无人系统设计

课 程：软件工程专业-专业实践类课程

学 分：3

总课时：48

课程参考教材：

《认识飞行（第二版）》 / 《Understanding Flight, 2nd》

作者： David F. Anderson, Scott Eberhardt

译者：周尧明（2019年） / 韩莲（2011年）

北京联合出版公司2019.07 / 航空工业出版社2011.01

授课教师：王赓

课程助教：李旭辉、蒋李康、方俊杰、张源娣、范文婷、曹恺洋、杨道

课程主要内容

(1) 认识飞行

- ▣ 牛顿力学（作用力与反作用力）
- ▣ 刚体转动（转矩、陀螺、进动） / 大学物理基础

(2) 认识多种多样的无人飞行系统

- ▣ 飞行原理
- ▣ 动力技术（螺旋桨、喷气式）

(3) 控制技术

- ▣ 飞行操纵原理（机翼、襟翼、旋翼、尾桨、自动倾斜器）
- ▣ 作动器（电动机、舵机（PWM调制））
- ▣ 传感器（电子指南针、加速度计、陀螺仪、GPS、高度计、高速相机、全景相机、……）
- ▣ 电子控制器（PID算法、飞行控制原理与算法）

(4) 飞行性能（飞行性能指标体系、稳定性、可靠性、易操作性）

课程主要内容

- (5) 基于4旋翼、固定翼模型机的认知验证实验
(含早期自由组合发现学习过程)
- (6) 仿真技术
 - ▣ 飞行器建模 (动力学、运动学) / 大学物理基础、高等数学
 - ▣ 软件技术 (Unity3D、MATLAB/Simulink)
- (7) 仿真技术实践 (半实物)
 - ▣ 无人AI战机模拟格斗对抗系统
 - ▣ 软件技术 (Unity3D、MATLAB/Simulink、图像处理技术、人工智能AI技术、计算加速技术
- (8) 发挥想象力和所学的自由拓展设计 (理论设计/尽量据情实验验证)
- (9) 课程综合设计与答辩

本讲内容：对抗平台介绍

李旭辉、蒋李康、方俊杰、张源娣、范文婷、曹恺洋、杨逍

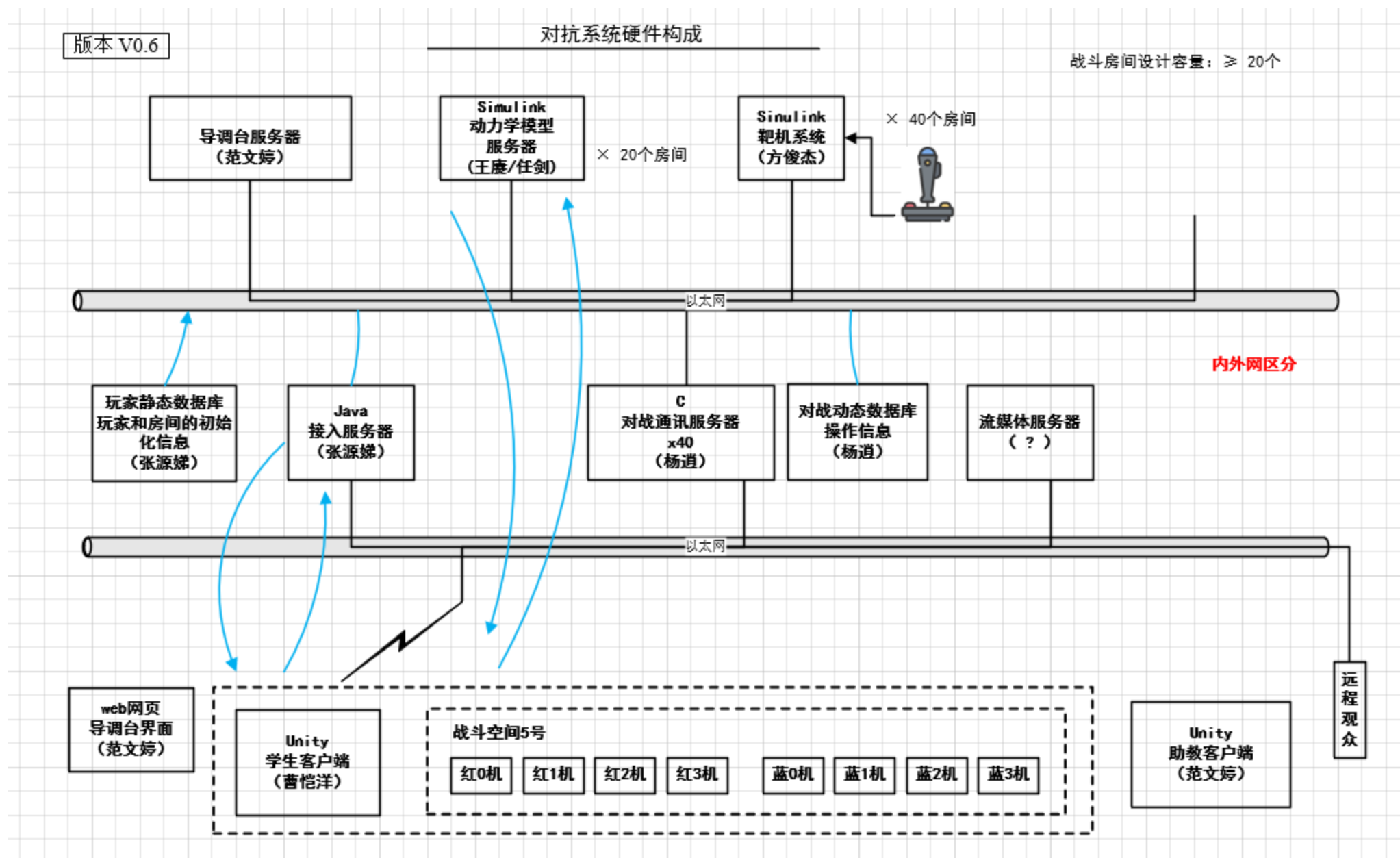


对抗平台介绍

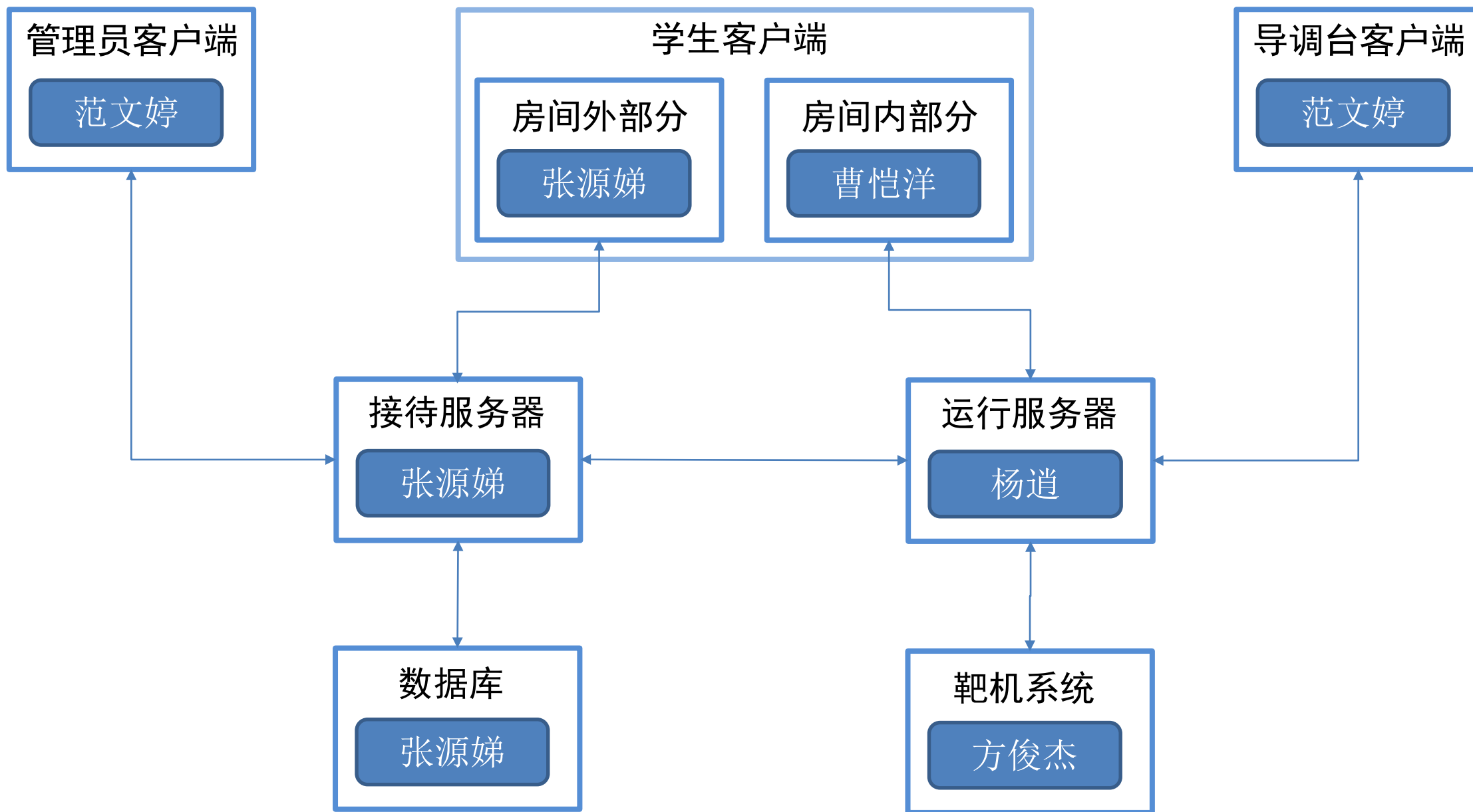
- 对抗平台的构成
- 对抗平台的使用方法，用法介绍和数据接口介绍
- 拓展知识，全景图原理



对抗平台的构成



对抗平台的构成

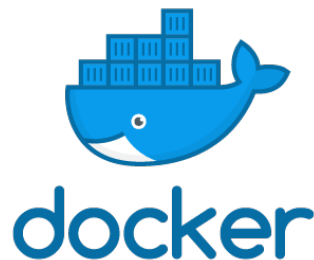


接待服务器、数据库、学生客户端

■ 服务器部署策略



kubernetes



接待服务器、数据库、学生客户端

■ 数据库



- 存储非战斗类数据，如账号信息、聊天信息、房间信息、资源包信息等

接待服务器、数据库、学生客户端

■ 接待服务器框架



■ 与数据库交互，为客户端提供登陆注册、新建房间、聊天、加入战斗等功能

接待服务器、数据库、学生客户端

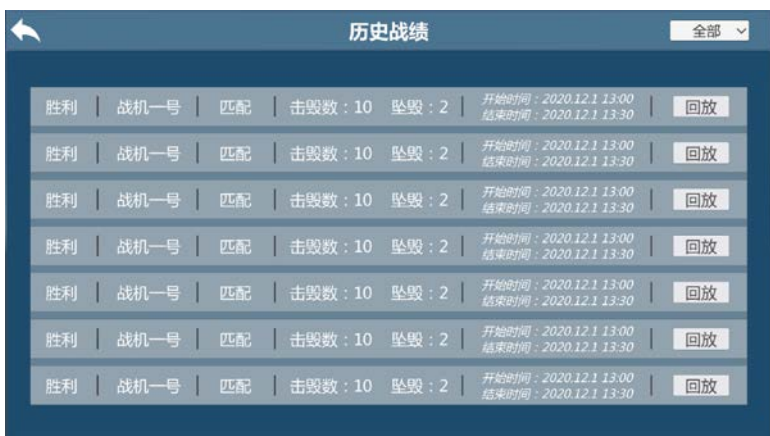
■ 客户端



- 学生房间外部分客户端，主要有登陆注册、选择机型、公屏聊天、新建房间、加入房间、加入战斗等功能

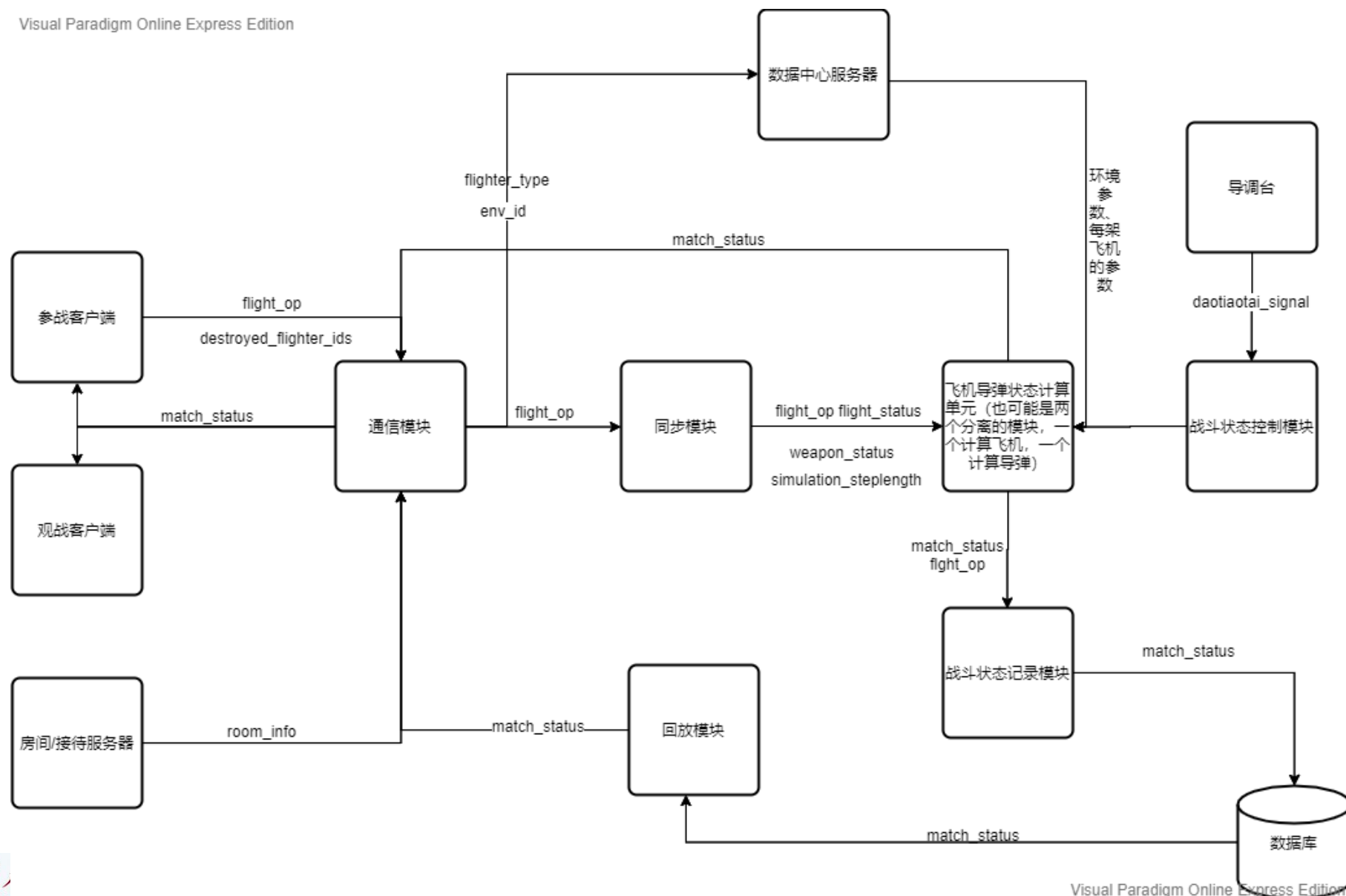
接待服务器、数据库、学生客户端

客户端



战术对抗仿真系统通讯中心子系统

Visual Paradigm Online Express Edition









对抗平台介绍

- 对抗平台的构成
- 对抗平台的使用方法，用法介绍和数据接口介绍
- 拓展知识，全景图原理



安装









 GameLauncher.deps.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
 GameLauncher.dll	2021/4/3 17:43	应用程序扩展	1,869 KB
 GameLauncher.exe	2021/4/3 17:43	应用程序	176 KB
 GameLauncher.pdb	2021/4/3 17:43	(null)	3 KB
 GameLauncher.runtimeconfig.dev.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
 GameLauncher.runtimeconfig.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB









GameLancher.rar

第一次打开 exe 的用户会下载服务器上打包好的客户端并自动解压



-  Build
-  GameLauncher.deps.json
-  GameLauncher.dll
-  GameLauncher.exe
-  GameLauncher.pdb
-  GameLauncher.runtimeconfig.dev.json
-  GameLauncher.runtimeconfig.json
-  Version.txt

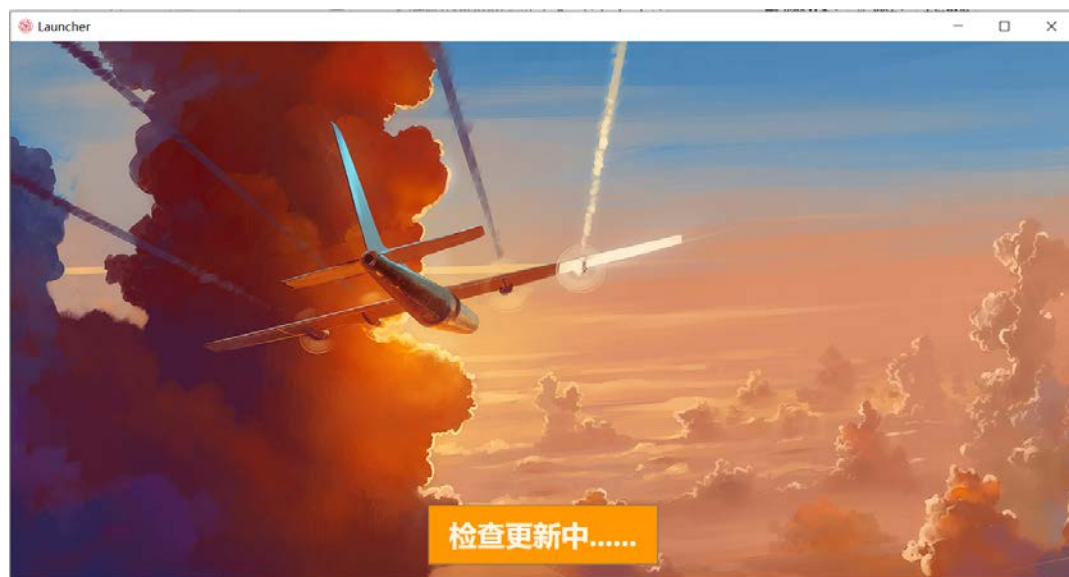
安装

	GameLauncher.deps.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
	GameLauncher.dll	2021/4/3 17:43	应用程序扩展	1,869 KB
	GameLauncher.exe	2021/4/3 17:43	应用程序	176 KB
	GameLauncher.pdb	2021/4/3 17:43	(null)	3 KB
	GameLauncher.runtimeconfig.dev.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
	GameLauncher.runtimeconfig.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB









GameLancher.rar

此后使用时会检查本地版本与服务器最新版本是否一样



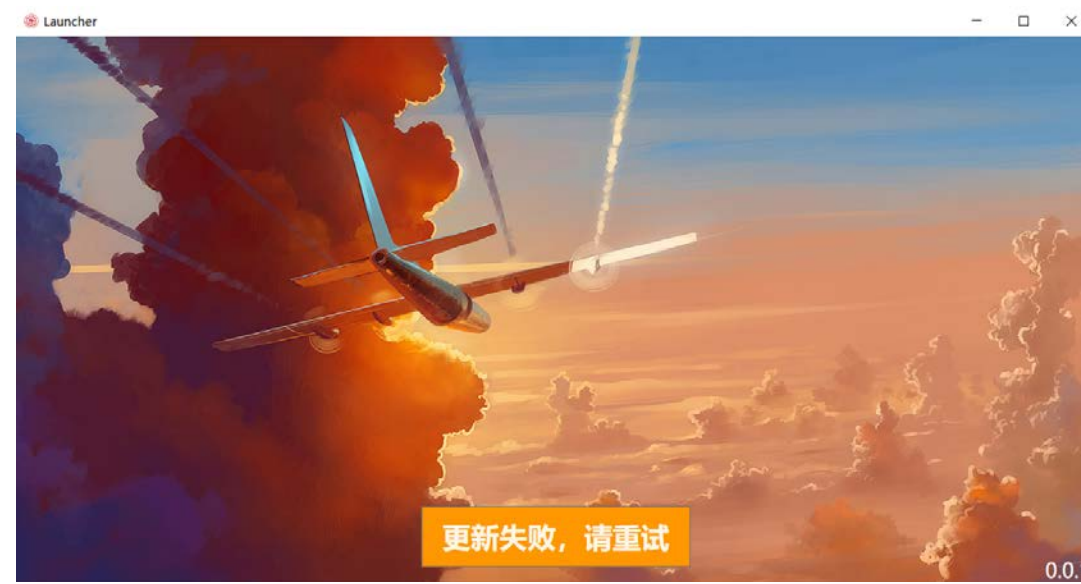
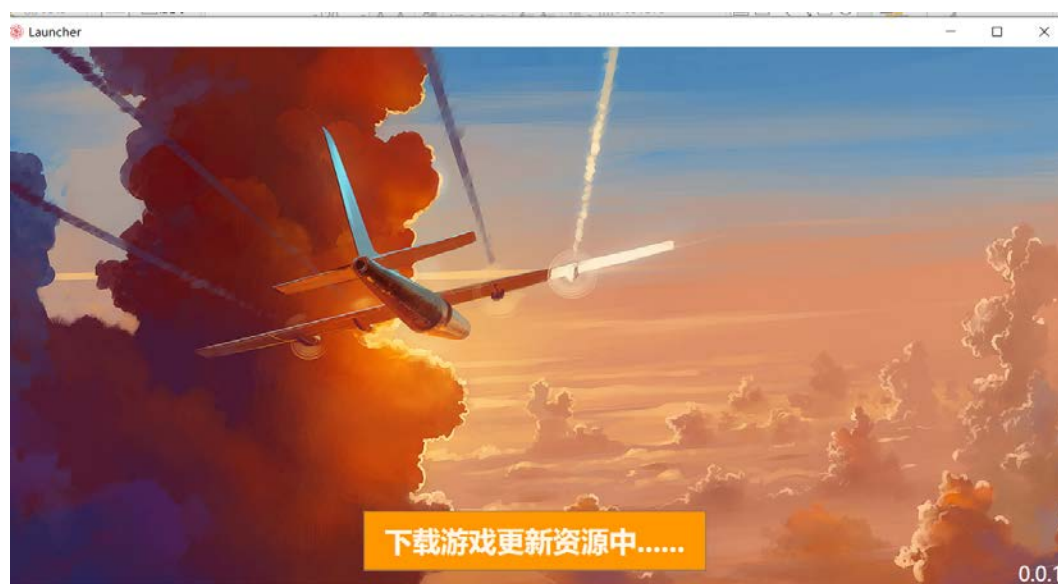
安装

 GameLauncher.deps.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
 GameLauncher.dll	2021/4/3 17:43	应用程序扩展	1,869 KB
 GameLauncher.exe	2021/4/3 17:43	应用程序	176 KB
 GameLauncher.pdb	2021/4/3 17:43	(null)	3 KB
 GameLauncher.runtimeconfig.dev.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
 GameLauncher.runtimeconfig.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB









GameLancher.rar

如果当前版本不等于最新版本则会下载服务器上最新的客户端



安装

 GameLauncher.deps.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
 GameLauncher.dll	2021/4/3 17:43	应用程序扩展	1,869 KB
 GameLauncher.exe	2021/4/3 17:43	应用程序	176 KB
 GameLauncher.pdb	2021/4/3 17:43	(null)	3 KB
 GameLauncher.runtimeconfig.dev.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB
 GameLauncher.runtimeconfig.json	2021/3/23 11:09	JSON File	1 KB



GameLancher.rar

更新完毕后即可进入游戏



公告

点击右上角公告栏图标，可以查看最新公告



背景音乐

点击右上角音乐图标，可以设置背景音乐



注册

注册需要输入用户名、真实姓名、学号、邮箱、手机号、密码



The registration form is titled "注册" (Registration) and is set against a dramatic, painterly background of a sunset or sunrise with a biplane flying through the clouds. The form fields are as follows:

Field Label	Placeholder Text
用户名	请输入用户名
姓名	请输入你的真实姓名
学号	请输入你的学号
邮箱	请输入邮箱
手机号	请输入手机号
密码	请输入密码
重复密码	请再次输入密码

At the bottom right of the form are two buttons: "取消" (Cancel) and "提交" (Submit). The version number "V0.0.1" is located in the bottom left corner of the form area.

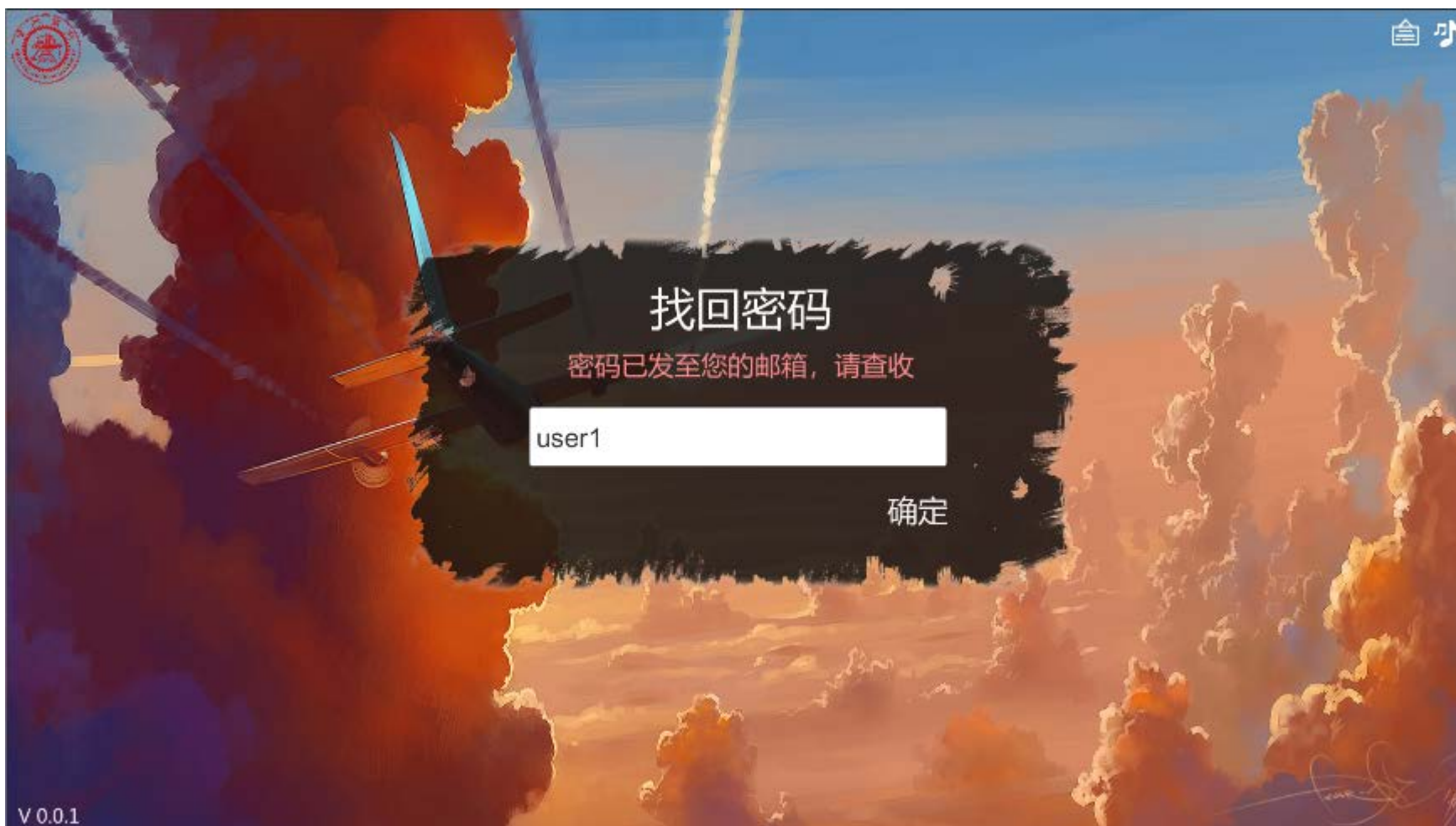
登录

输入用户名和密码进行登录，可以选择是否记住密码



找回密码

输入用户名找回对应账号的密码，密码会发至该账号绑定的邮箱中



退出

点击退出按钮退出系统



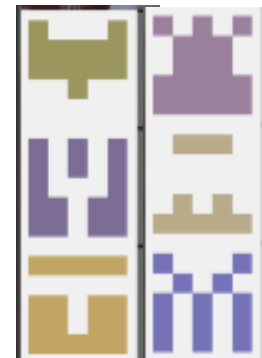
大厅

在大厅可以查看账号数据、飞机信息、加入战斗、聊天、查看用户、查看历史战绩、查看排行榜、设置等



大厅

查看用户名、等级、金币、总分数，默认会为新注册用户生成随机头像



大厅

点击设置按钮进入设置界面，可以更换头像、退出登录



大厅

点击历史战绩按钮进入历史战绩界面，可以查看历史战绩

历史战绩

全部

胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放
胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放
胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放
胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放
胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放
胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放
胜利	战机一号	匹配	击毁数：10	坠毁：2	开始时间：2020.12.1 13:00 结束时间：2020.12.1 13:30	回放

大厅

点击排行榜按钮进入排行榜界面，可以查看排行榜



积分榜			搜索...
总榜			
1	user0	40	
2	user1	20	
3	test0	0	
4	seb	0	
5	测试用户	0	

大厅

点击用户列表按钮，可以打开用户列表，查看其他用户状态



大厅

点击聊天按钮，可以打开聊天窗口，在公共频道进行聊天



大厅

点击查看机型按钮，可以查看当前飞机的详细数据



大厅

可以使用鼠标进行旋转和缩放



大厅

可以点击下方不同机型进行切换




加入战斗

点击加入战斗按钮进行不同战斗模式的选择，人机场提供靶机模式，练习场提供玩家之间作战练习的功能，正式场用于最终分数评判



加入战斗

在人机场和练习场玩家可以自由创建房间，设置阵营人数、最大观战人数等

新建房间

每个阵营人数

2

最大观战人数

0

阵营数

3


步长

1

▼

环境

航母

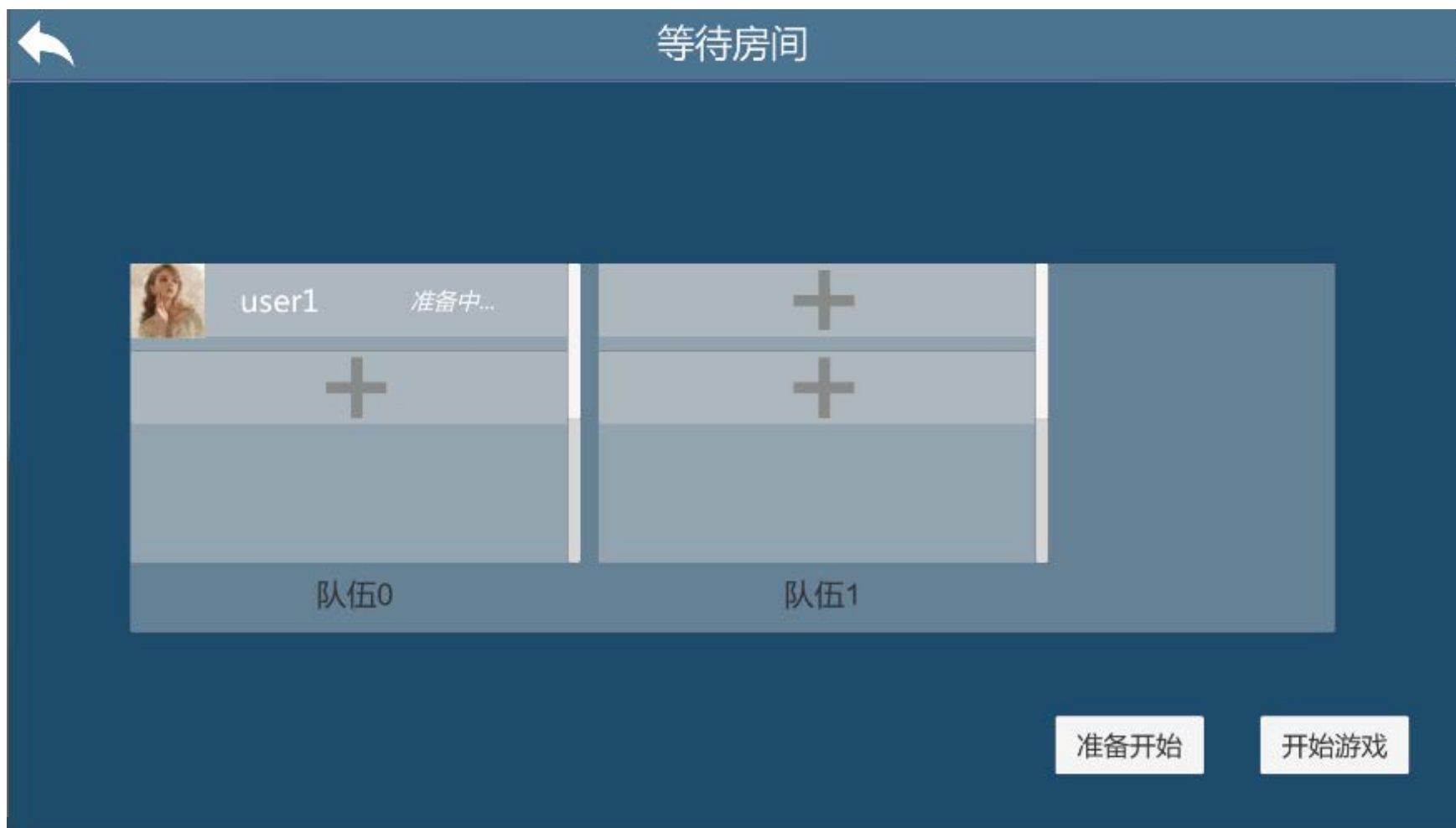
山丘

取消

确定

加入战斗

房间列表会显示房间号、房主、房间当前状态等信息，点击加入按钮加入相应房间



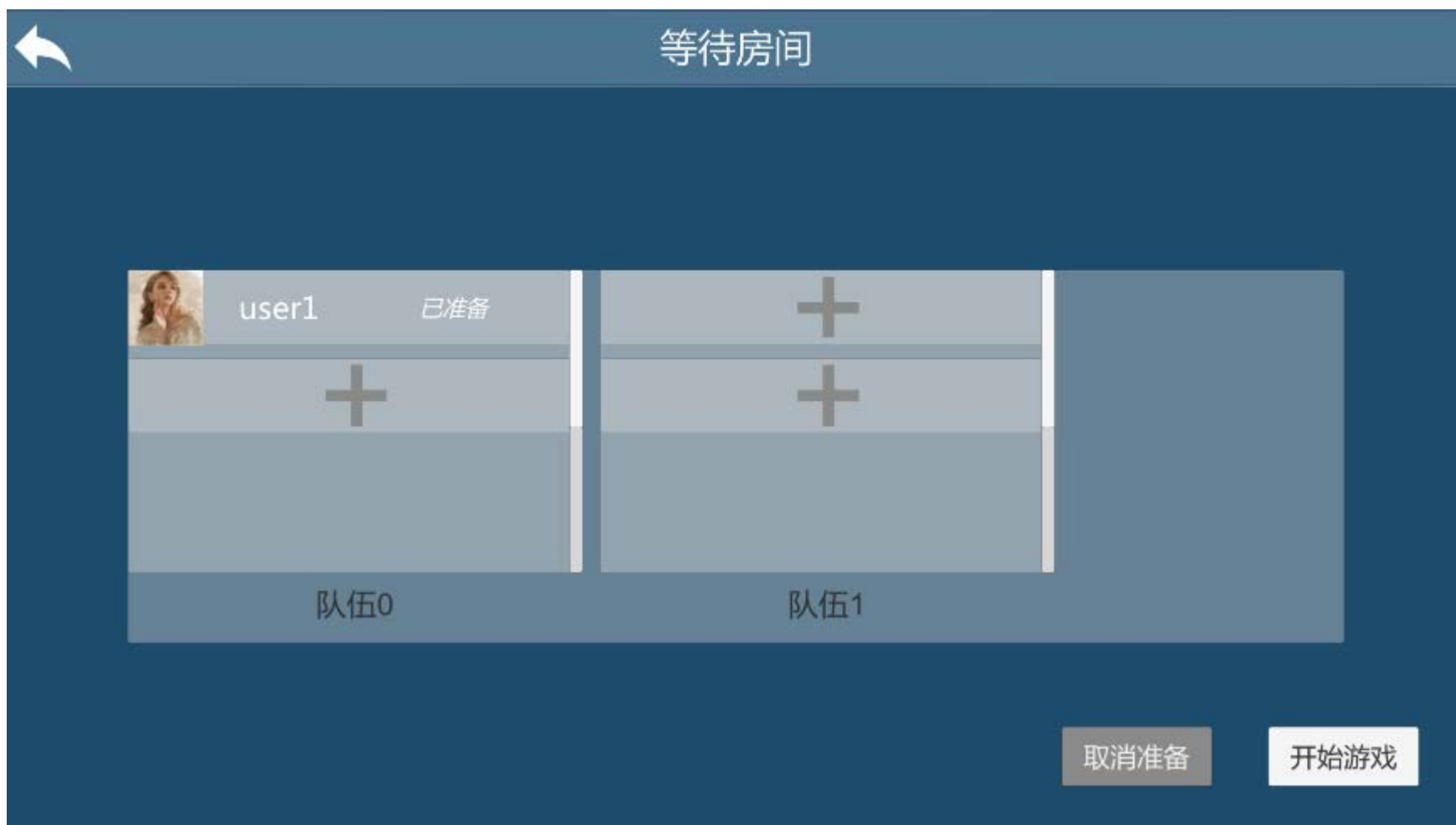
加入战斗

在等待房间中可以查看不同队伍队员状态，可以点击加入按钮切换阵营



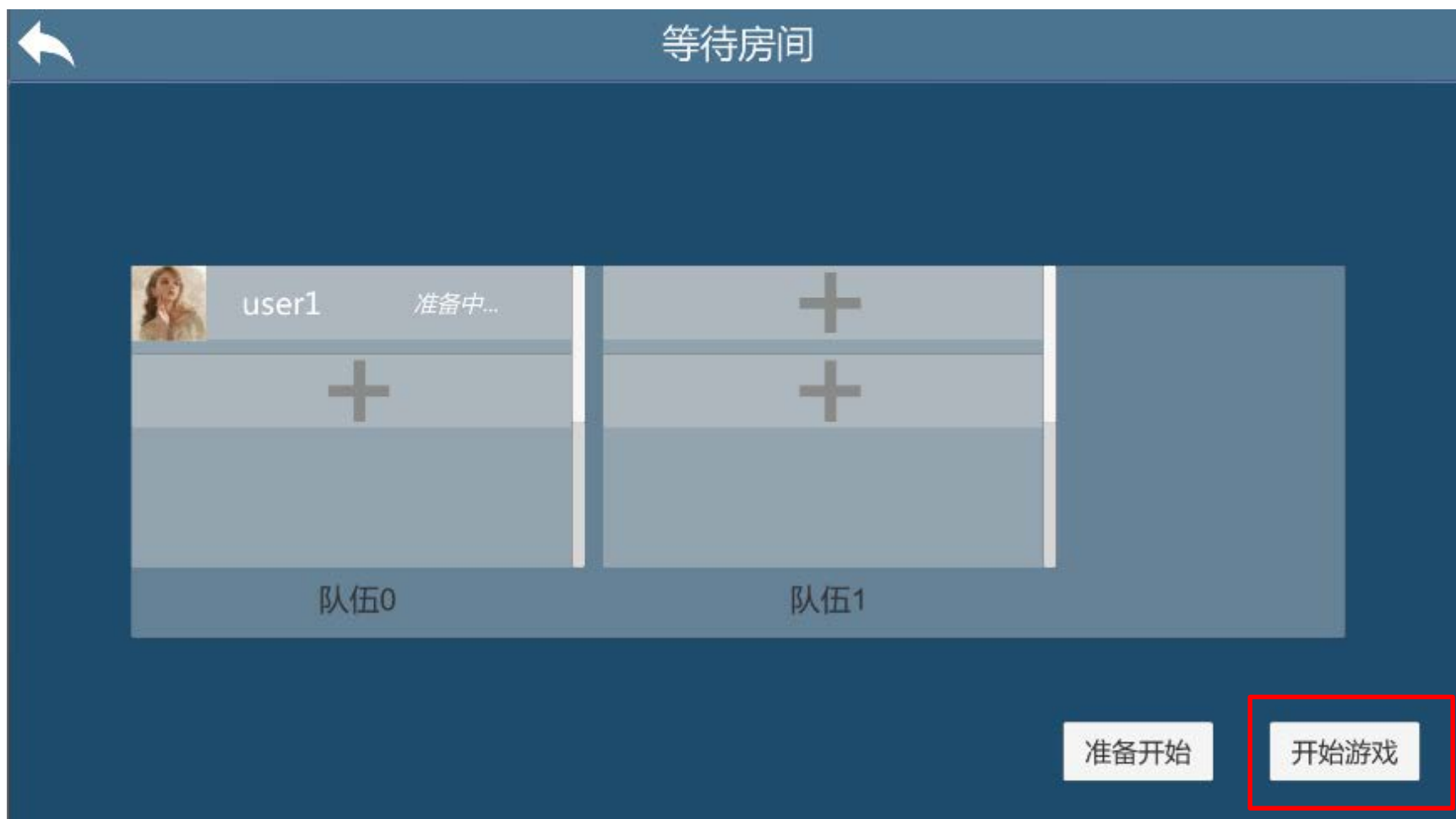
加入战斗

点击准备开始按钮表示已经准备好，点击取消准备可以取消准备状态



加入战斗

在所有玩家准备好之后房主可以点击开始游戏进入正式战斗

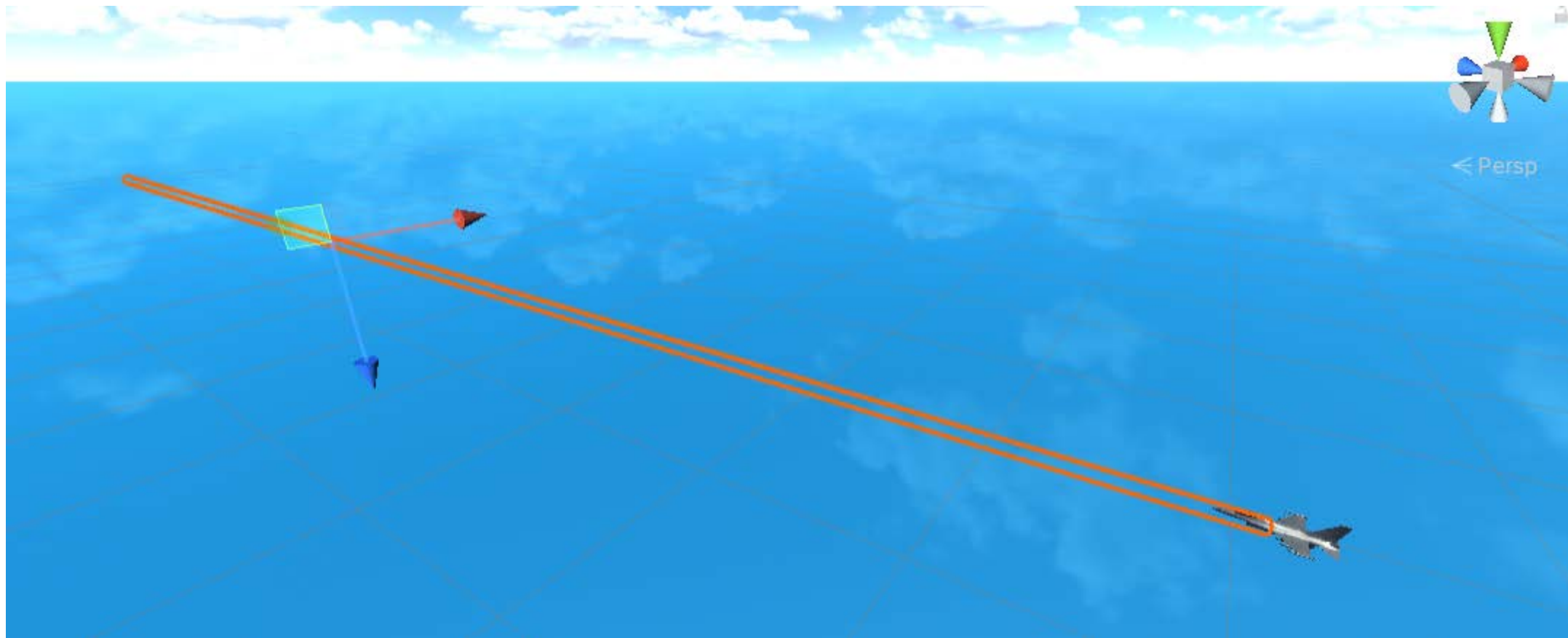


战斗部分



战斗部分

攻击判定方式



目前使用判定区域框住敌方一定时间(指仿真时间)即可击毁，不会击毁友军，但被友军挡住后会刷新对之前目标的计时

战斗部分

关于视角



用户视角是学生观看对局内画面所用，操纵方式同市面常见的3D游戏，而全景相机则为向AI提供图像所用

战斗部分

状态显示



战斗部分

交互方式

- 1.通过simulink的AI接口，客户端提供战场的全景图像，接收控制信号，5个32位整数，俯仰，翻滚，横向，油门，武器发射(目前功能未实装，该项可设置为任意32位整数)
- 2.通过键盘输入控制信号，W与S为俯仰控制，A与D为横向控制，↑与↓为油门控制，←与→为翻滚控制

数据接口部分

■ Unity TCP-Socket Server

□ 端口 9999

- 命令行输入 `netstat -ano | findstr "9999"` 查询端口占用

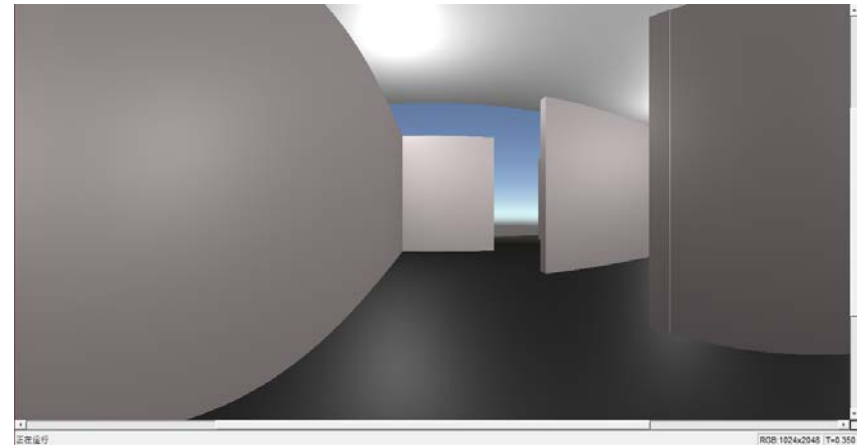
□ 发送 图片数据字节流

- 全景图像：2048*1024、RGB24、RawData、大小2048*1024*3 bytes

□ 接收 操作指令字节流

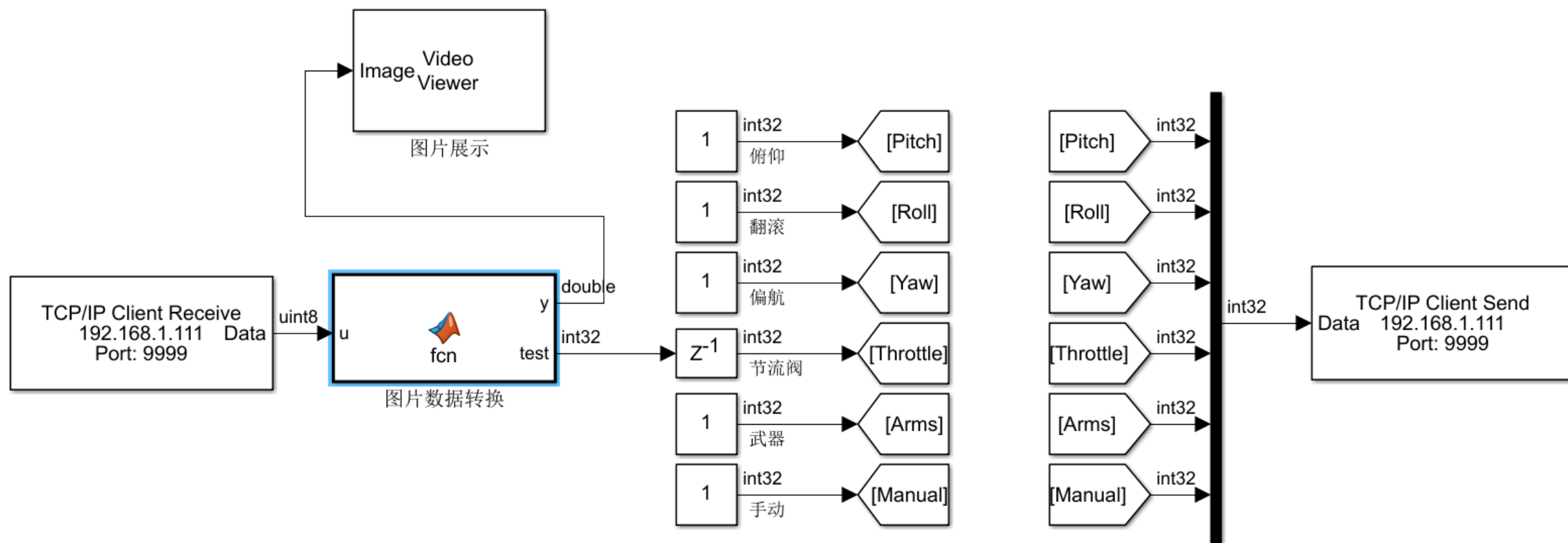
- 由6个int32组成

数据接口部分



■ Matlab TCP-Socket Client样例

- 使用Matlab自带的TCP/IP模块，不支持断线重连
- 通过Matlab Function将1D [1x6291456]字节数组转化为3D [1024x2048x3]图像数组



对抗平台介绍

- 对抗平台的构成
- 对抗平台的使用方法，用法介绍和数据接口介绍
- 拓展知识，全景图原理



关于全景图（panorama）

- 全景图是一种广角图，最早由爱尔兰画家罗伯特·巴克提出。
- 全景图源自于传统平面的概念，水平视角包含 $-180^{\circ} \sim +180^{\circ}$ 的完整一周 360° ，垂直视角包含 $-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$ 的半周 180° 。但受限于二度空间，以等效畸变的方式表现出相机置身于球体，或是立方体内部的三维立体空间的视觉效果，这类平面图像谓之全景图。
- 在全景图中，离画面中地平线越远，变形会越大，直线将呈现曲型。
- 全景图长宽比例固定为2: 1。



全景图硬件成像原理

- 在硬件方面，全景图主要鱼眼相机产生。其原理依据仿生学(鱼眼构造如图1)采用物理光学的球面镜透射加反射原理一次性将水平360度，垂直180度的信息成像(如图2)，再采用硬件自带的软件进行转换，以人眼习惯的方式呈现出画面。

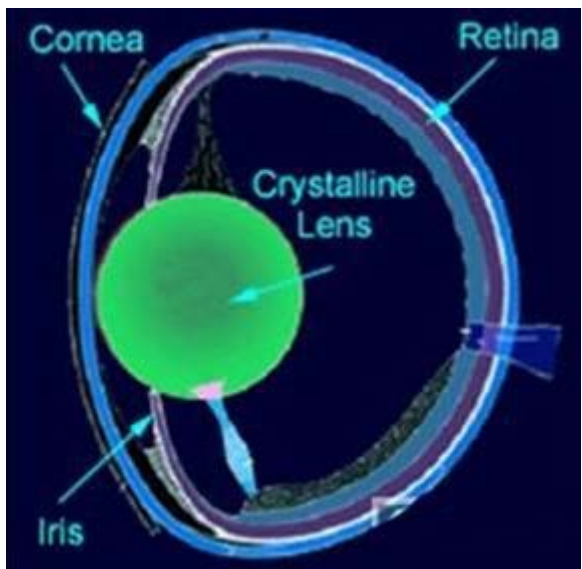


图1 鱼眼结构

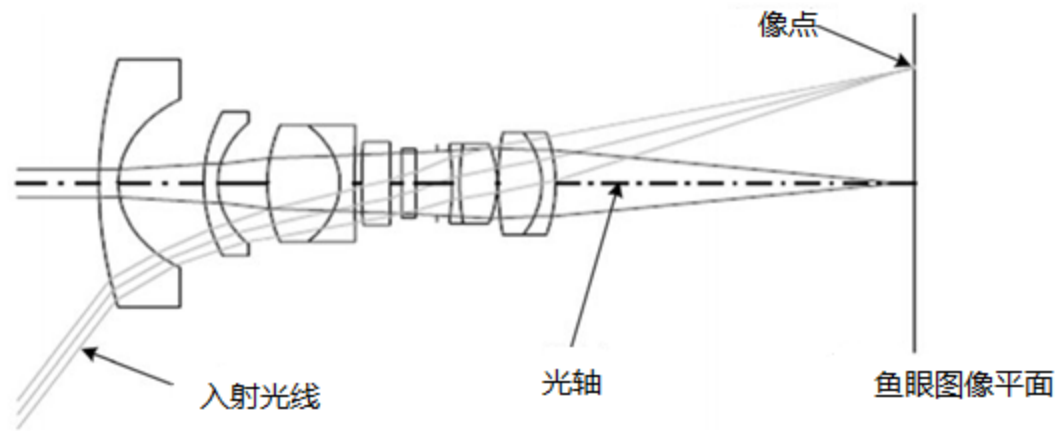
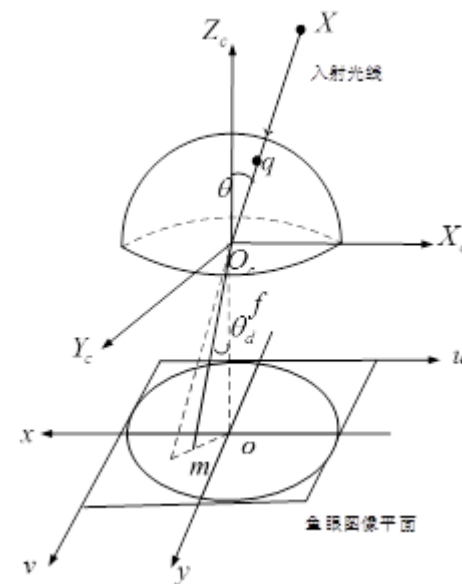


图2 鱼眼镜头的硬件示意图

- 参考阅读索引: https://www.chinatmic.com/360_Panoramic/show/92.html

全景图硬件成像原理

- 鱼眼镜头是一种超广角等特殊镜头，焦距短，视角大。
- 一般来说，焦距越短，视角越大，而视角越大，因光学原理产生的变形也就越强烈。
- 研究表明鱼眼相机成像时遵循的模型可以近似为单位球面投影模型。
- 鱼眼相机的成像过程分为两步：
 - 第一步，三维空间点线性地投影到一个球面上，它是一个虚拟的单位球面，它的球心与相机坐标系的原点重合；
 - 第二步，单位球面上的点投影到图像平面上，这个过程是非线性的
- 相机视场角达到 180° 时，图像变为无穷大。

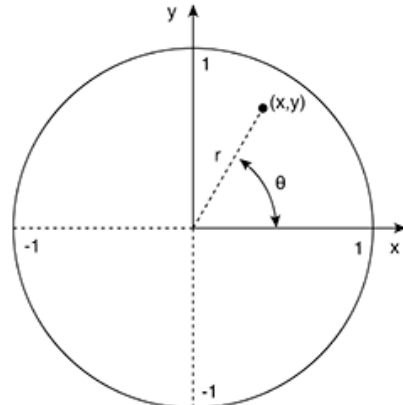


鱼眼镜头成像过程

■ 参考阅读索引：<https://blog.csdn.net/u010128736/article/details/52864024>

全景图经纬法坐标变换

- 经纬法：地球仪→平面图
- 反投影过程：
- 给定图像上一点： $P = (u, v)$
- 归一化坐标： $P_d = (x, y) = (\frac{u-cx}{f_x}, \frac{v-cy}{f_y})$
- 计算带畸变入射角： $\theta_d = \sqrt{x^2 + y^2}$,
- $\phi = \text{atan2}(y, x)$
- 去畸变得到： θ
- 最后得到单位球面坐标： $x = \sin(\theta) \cos(\phi)$, $y = \sin(\theta) \sin(\phi)$, $z = \cos(\theta)$



Normalised fisheye coordinates

$$r = 2 \text{atan2}(\sqrt{P_x^2 + P_y^2}, P_z) / \text{aperture}$$

$$\theta = \text{atan2}(P_z, P_x)$$

$$x = r \cos(\theta)$$

$$y = r \sin(\theta)$$

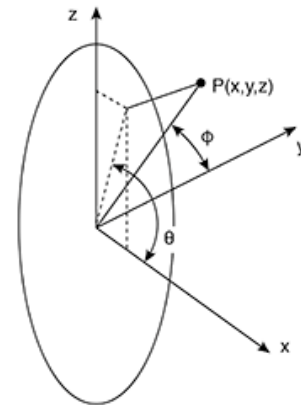
3D vector to 2D fisheye



2D fisheye to 3D vector

$$\phi = r \text{aperture} / 2$$

$$\theta = \text{atan2}(y, x)$$



3D vector to longitude/latitude

$$\text{longitude} = \text{atan2}(P_y, P_x)$$

$$\text{latitude} = \text{atan2}(P_z, \sqrt{P_x^2 + P_y^2})$$



longitude/latitude to 3D vector

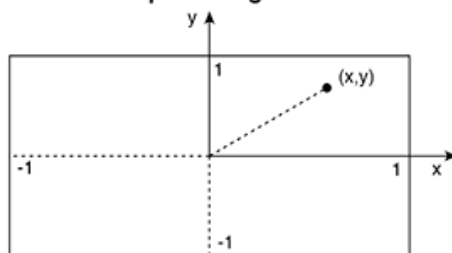
$$P_x = \cos(\text{latitude}) \cos(\text{longitude})$$

$$P_y = \cos(\text{latitude}) \sin(\text{longitude})$$

$$P_z = \sin(\text{latitude})$$



Normalised Equirectangular coordinates



$$x = \text{longitude} / \pi$$

$$y = 2 \text{latitude} / \pi$$

3D vector to 2D equirectangular



2D equirectangular to 3D vector

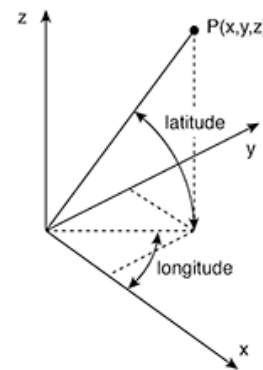
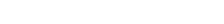
$$\text{longitude} = x \pi$$

$$\text{latitude} = y \pi / 2$$

$$P_x = \cos(\text{latitude}) \cos(\text{longitude})$$

$$P_y = \cos(\text{latitude}) \sin(\text{longitude})$$

$$P_z = \sin(\text{latitude})$$

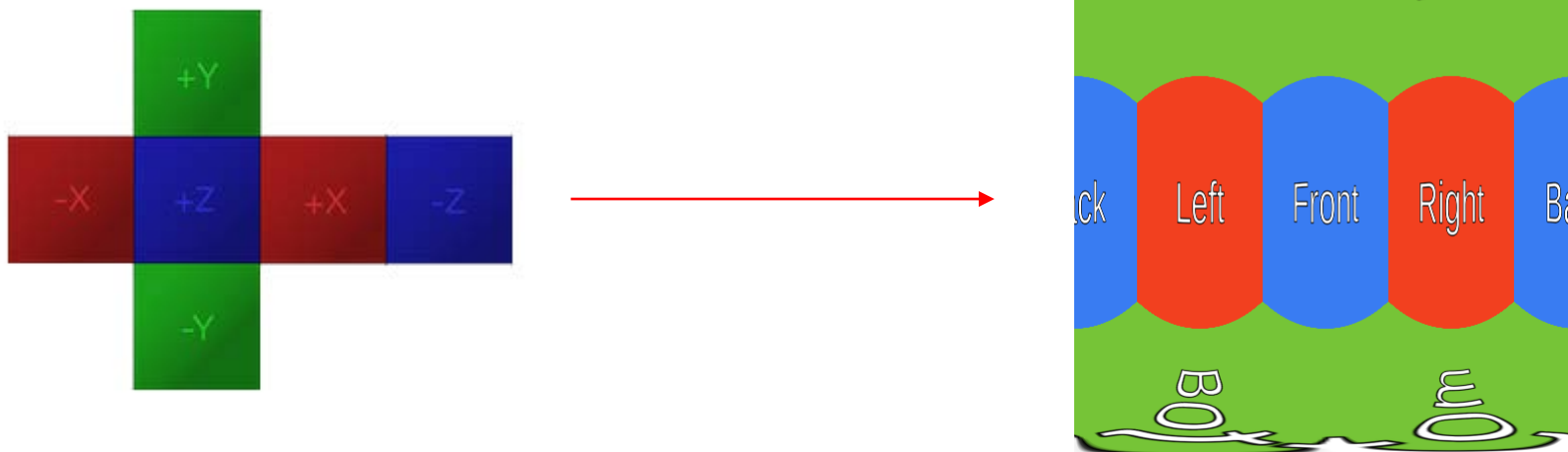


全景图经纬法坐标变换

- 参考阅读索引： <https://blog.csdn.net/u010632165/article/details/82875775>

全景图仿真成像原理

- 在仿真方面，Unity获取360° 全景图主要步骤：
- 将场景渲染为立方体贴图纹理（cubemap）
- 将立方体贴图转换成等角投影（equirectangular projection）
- 将等角投影保存到PNG中



CubeMap拼接过程

- 参考阅读索引：<https://www.alanzucconi.com/2020/05/19/360-video-unity/>

Question & Answer

任何疑问和建议，请不要犹豫！

王 赓: wgeng@sjtu.edu.cn