



智能无人机技术设计实践

--课程介绍

朱小亮

联系方式: zhuxiaoliang@tsinghua.edu.cn

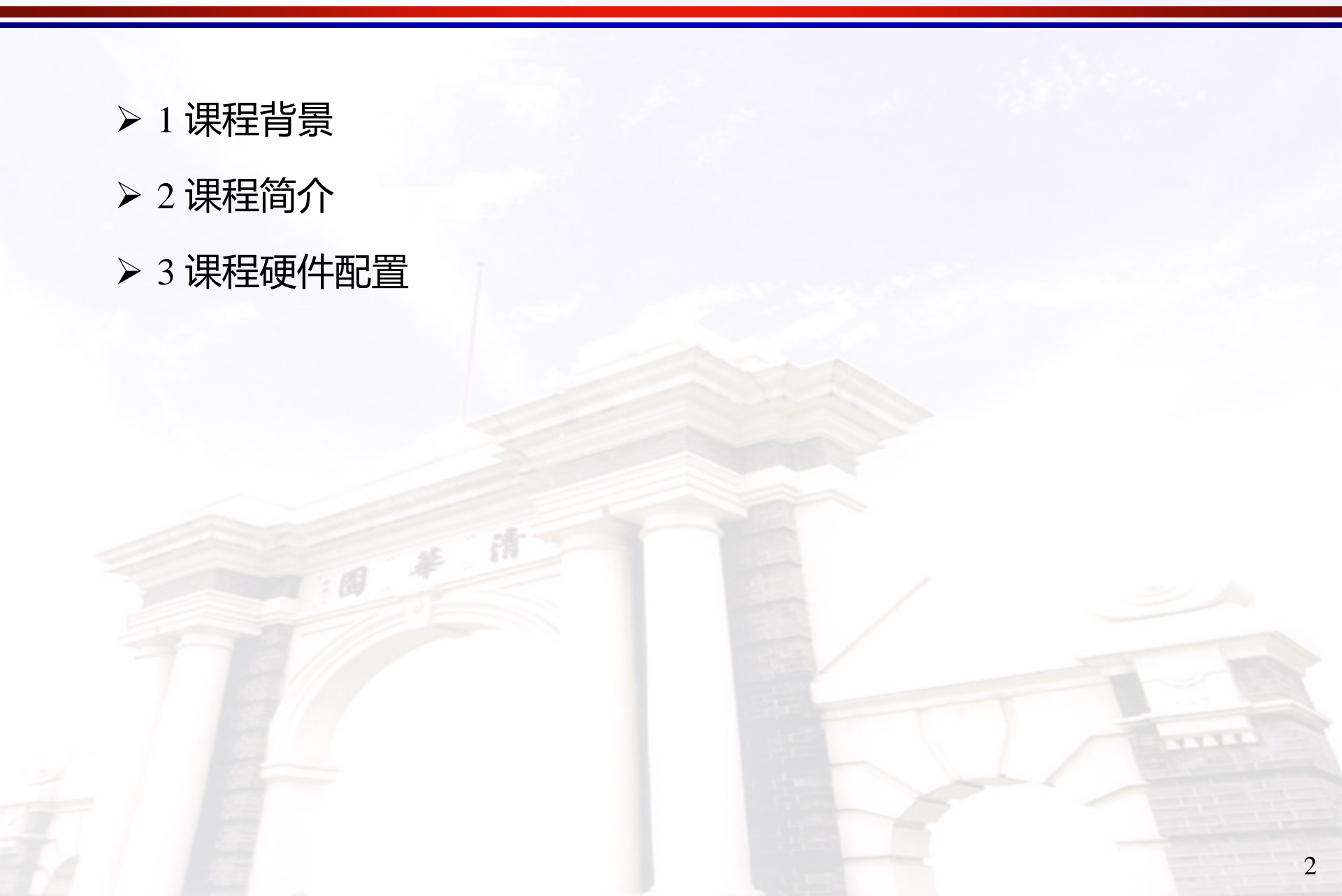
时间: 2019年11月3日





目 录

- 1 课程背景
- 2 课程简介
- 3 课程硬件配置





1 课程背景

- 商业上，涌现了一大批创业公司，四旋翼飞行器已经逐渐在各个领域中投入使用：**商演、无人机植保、搜索救援、物联网。**



商演



无人机植保



无人机派送



1 课程背景



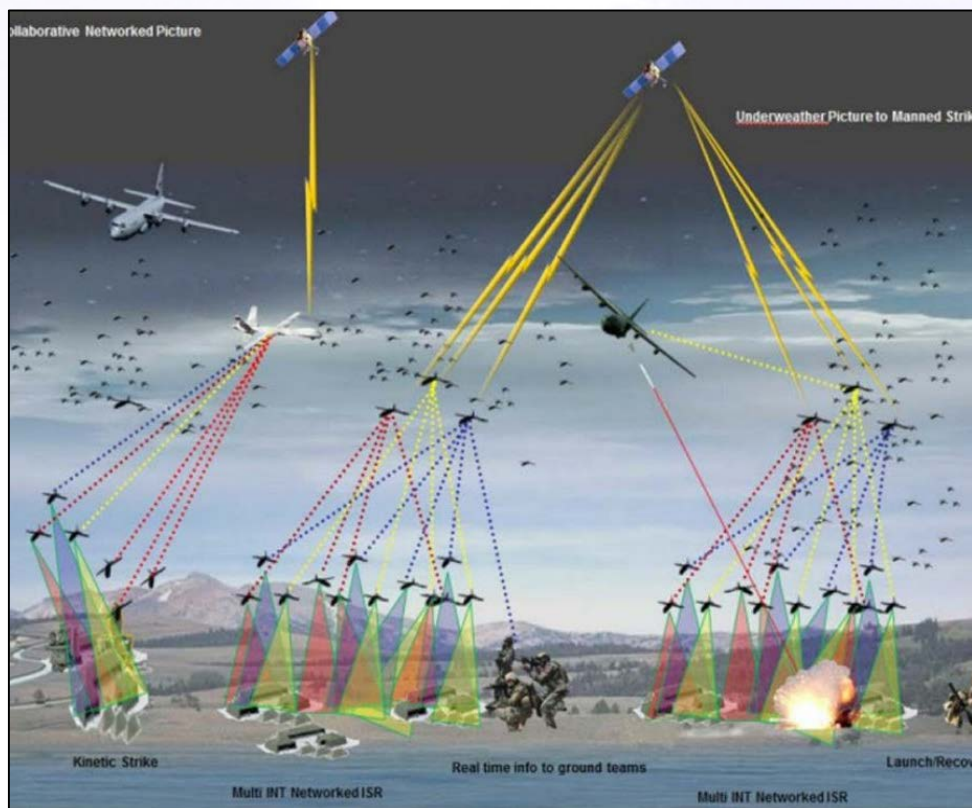
无人机编队演示

视频来源: <https://haokan.baidu.com/>



1 课程背景

- 军事上，**无人作战平台**在未来作战模式中占据主导地位。
- 科研上，无人机本身的**控制、通信、定位**等问题有着较高的研究价值。



无人作战平台



集群打击



搜索救援



2 课程简介

◆ 课程信息

- 课程号: 01510412
- 课序号: 90
- 学分: 2
- 主讲教师:
 - 汪玉 (yu-wang@tsinghua.edu.cn)
 - 沈渊 (shenyuan_ee@tsinghua.edu.cn)
 - 鄂炎雄 (eyx@tsinghua.edu.cn)
 - 朱小亮 (zhuxiaoliang@tsinghua.edu.cn)
- 助教:
 - 余金城 (yjc16@mails.tsinghua.edu.cn)
 - 于超 (yc19@mails.tsinghua.edu.cn)
- 课程成绩记 P/F
- 考核方式: 不设置考试环节, 选课的同学只需参加所有的理论课学习并完成预设的实验任务, 即视为通过。
- 课件及公告在网络学堂及清华网盘进行发布。



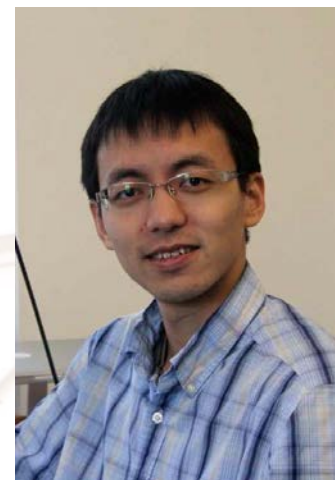
2 课程简介

◆ 课程负责人



汪玉，清华大学电子工程系长聘教授，从事高能效电路与系统研究。发表高水平论文200余篇，包括IEEE/ACM杂志文章近50篇，谷歌学术引用4400余次。担任ACM SIGDA E-news主编，Microelectronics Journal Special Issue Editor, IEEE TCAD、IEEE TCSVT、JCSC编委，CCF体系结构、计算机工程工艺、容错专委会委员，DAC等国际会议技术委员会委员，ACM杰出演讲者。

沈渊，清华大学电子工程系长聘副教授，从事网络定位与导航、网络信息安全等方向研究，发表高水平论文100余篇，主持并参与科研项目10余项，申请发明专利20余项。担任IEEE会员、TPC成员、马可尼协会青年会员。2010年获马可尼协会青年学者奖，2014年入选国家青年千人计划，2015年获求是杰出青年学者奖，2018年获IEEE通信协会亚太区杰出青年研究者。曾获2012年IEEE通信协会年度最佳期刊论文奖以及IEEE通信协会多个会议最佳论文奖。





2 课程简介

◆ 课程负责人



鄂炎雄，博士，讲师，清华大学团委副书记，分管学生创新创业工作，负责学生创业指导，创新创业平台建设等工作，长期担任创新创业团队指导教师。

EE学士（2001年）、博士（2016年）

朱小亮，博士，讲师，清华大学团委科创中心主任、创业指导中心主任，负责学生科技创新，学生创业指导工作。

DHE学士（2013年）、博士（2018年）





2 课程简介

◆ 课表安排

周次	时间	地点	内容	比赛
第1周	9.14 第6大节	6C102	赛事宣讲+初赛题目发布	
第2周	9.21 8:00-12:00	李兆基B643	第0讲：课程介绍+大疆讲座 实验0：课程准备	
第3周	9.28 8:00-12:00	李兆基B643	第1讲：ROS基础+坐标转换 实验1：坐标转换	ROS基础
第4周			国庆放假	
第5周	10.12 8:00-12:00	李兆基B570	第2讲：ROS通信+传统图像识别 实验2：二维码识别	ROS控制Tello
第6周	10.19 8:00-12:00	李兆基B643	第3讲：深度学习基础+图像识别 实验3：YOLO_V3	相机标定
第7周	10.26 8:00-12:00	李兆基B643	第4讲：决策+路径规划 实验4：路径规划仿真	ROS通信
第8周	11.2 8:00-12:00	李兆基B643	第5讲：系统集成 实验5：完成连贯任务	
第9周	11.9 8:00-12:00	李兆基B643	复赛	
第10周	11.16 8:00-12:00	李兆基B643	决赛赛题+答疑+调试备赛	
第11周	11.23 8:00-12:00	李兆基B643	答疑+调试备赛	
第12周	11.30 8:00-12:00	李兆基B643	答疑+调试备赛	
第13周	待定	罗姆楼11层 报告厅	决赛	



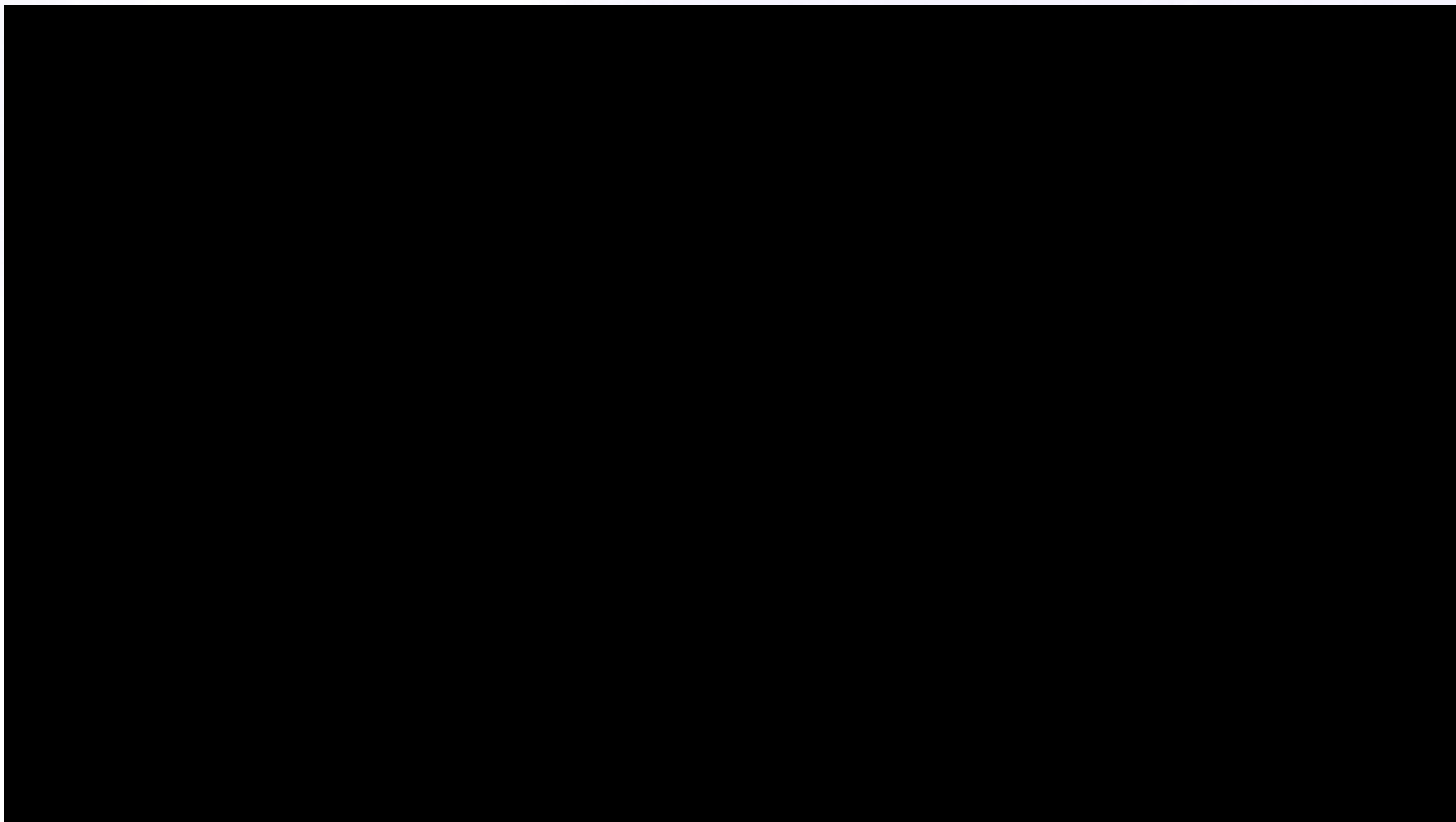
2 课程简介

◆ 分组安排

- 课前签到。
- 推荐2人一组，先自由组队，在网络学堂上提交组队成员的**学号和姓名**。
若1人成队，在网络学堂上进行说明。未组队成功的同学由助教随机分配。
- 每队一台Tello无人机，编号唯一，实验课前分发，课后回收。
- 注意实验安全！！
 - 无人机只能在规定区域内飞行，不得随意起飞，以免伤人。
 - 电池充电时保证现场有人，不得无人充电。
- 实验原则上是周六上午完成，如果有同学存在问题，周六全天可以进行答疑。
- 比赛筹备阶段，调试时间另行安排，需提前分配好给每组的调试时间段。



3 课程硬件配置



Tello

视频来源: <https://www.ryzerobotics.com/cn/tello-edu/videos>



3 课程硬件配置

◆ Tello无人机: <https://www.ryzerobotics.com/cn/tello>



重量: 约80克 (含桨叶和电池)

尺寸: 98×92.5×41 mm

桨叶: 3 英寸

内置功能: 红外定高, 气压计定高, LED指示灯, 下视视觉, WiFi连接, 高清720P图传

接口: Micro USB充电接口

最大飞行距离: 100米

最大飞行速度: 8m/s

最大飞行时间: 13分钟

最大飞行高度: 30米

照片: 500万像素

FOV: 82.6°

视频: HD720P30

格式: JPG (照片), MP4 (视频)

电子防抖: 支持



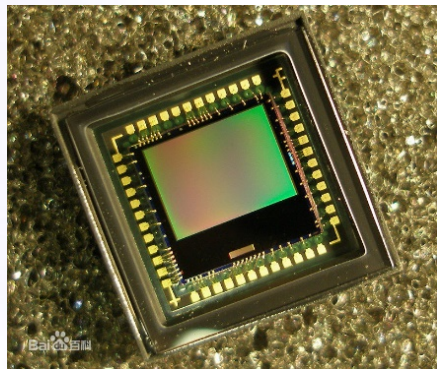
3 课程硬件配置



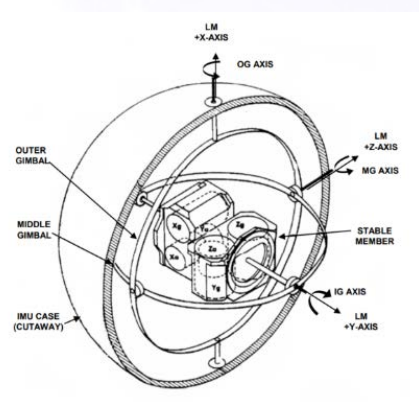
Tello EDU



3 课程硬件配置



无人驾驶飞机 (Unmanned Aerial Vehicle) 具有灵活的运动能力，可以进入人类不便到达的区域执行任务，其上搭载各种传感器，将其它形式的信息转化为电信号存储、处理和传输，是人类感官的延伸，因此在军事、救援、航拍等领域都有重要应用。



- **图像传感器**如CCD、CMOS等是摄像头的重要组成部分，利用感光器件将光信号转化为电信号，获取视觉信息；
- **惯性测量单元**简称惯导，通常含有加速度计与陀螺仪，前者用于检测物体在XYZ三轴方向的加速度，后者用于检测物体在导航坐标系中的角速度信号。

图片来自网络：

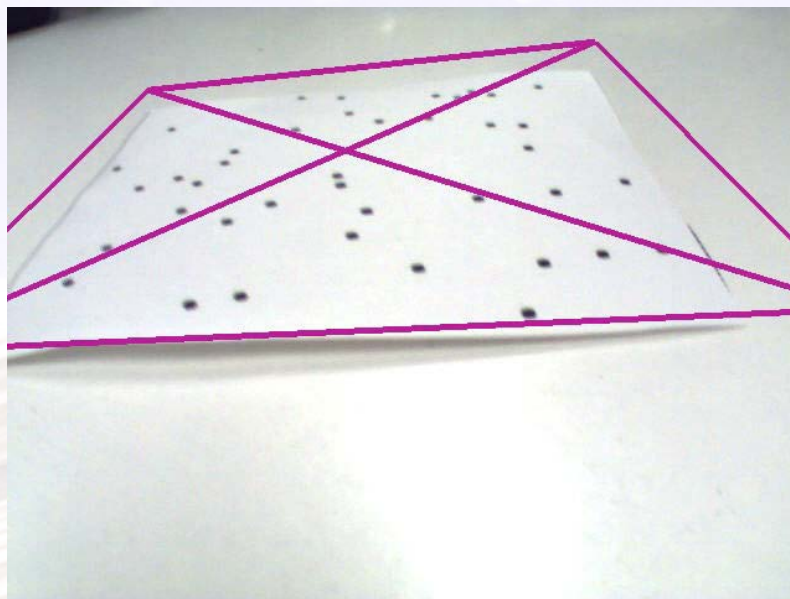
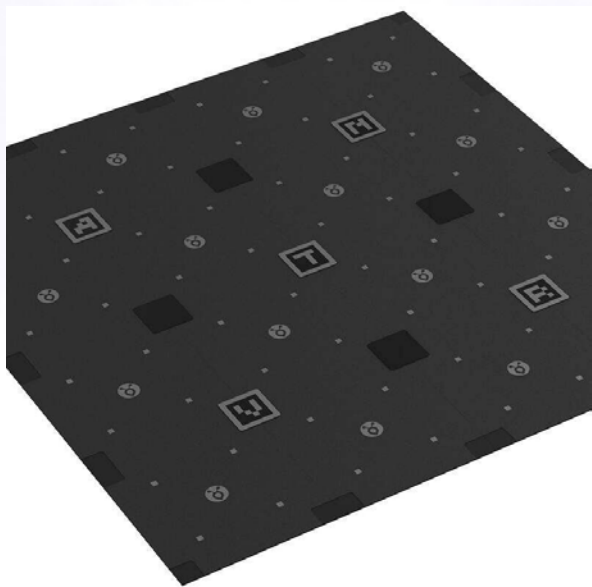
<https://baike.baidu.com/item/%E5%9B%BE%E5%83%8F%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8/1136905>

https://en.wikipedia.org/wiki/Inertial_measurement_unit



3 课程硬件配置

◆ 无人机定位：定位毯



- 生成 marker 数据库[1];
- 在定位毯上放置若干 marker;
- 获取其在世界坐标系中的三维坐标。

- 无人机摄像头拍摄图片;
- 提取 marker 特征点, 获取特征点二维坐标;
- 在数据库中寻找匹配 marker;
- 根据 marker 在像素坐标系中的二维坐标与世界坐标系中的三维坐标的对应关系, 利用 PnP 算法解算相机三维坐标。

图片来自于:

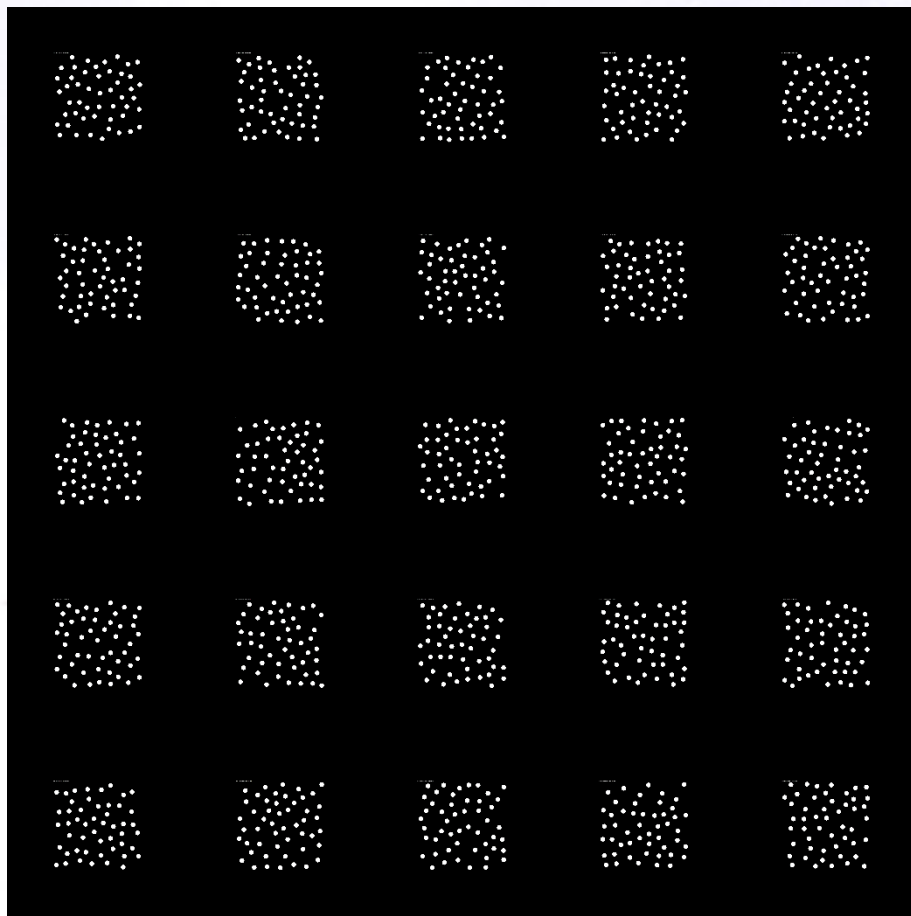
<https://image.baidu.com>

[1] Uchiyama H, Saito H. Random dot markers[C]// Virtual Reality Conference (VR), 2011 IEEE. IEEE, 2011.

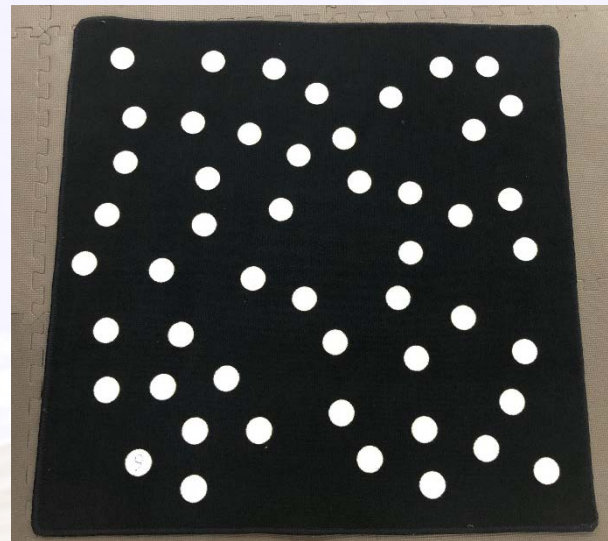


3 课程硬件配置

◆ 无人机定位：定位毯



10m*10m定位毯示意图



正在用的4块毯子





3 课程硬件配置

◆ 无人机定位：Opti-track

- Opti-track即光学运动捕捉系统，可实现对运动物体高速、高精度、鲁棒的运动捕捉，因此在生物力学研究、影视动画制作、机器人/无人机定位追踪、虚拟现实等领域成功应用；
- 其基本原理为多台摄像机同步发射红外光线，在目标物体表面固定特制的标记点，标记点在红外光线下强烈反光，通过融合多个摄像机的信息确定标记点的三维空间位置信息。





2 无人机简介

- 控制计算机通过WIFI等无线传输模块输出飞行控制指令给无人机，无人机自主飞行过程中，控制计算机利用Motive运动捕捉软件，根据无人机的飞行轨迹，并结合运动捕捉系统获得的六自由度信息，不断修正飞行参数，从而控制无人机高精度、平稳、无偏差的飞行。



决赛会采用的opti-track系统



相机



3 课程硬件配置

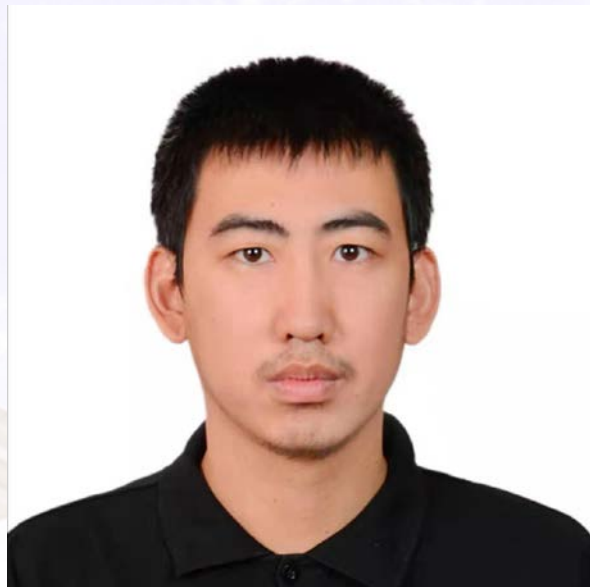
- 无人机比赛视频





大疆讲座

- 周谷越，大疆创新科技有限公司产品经理，教育产品线负责人。
- 2014年获得香港科技大学电子计算机工程系博士学位，研究方向为机器人视觉，发表国际高水平论文近20篇，拥有国际发明专利100余项，其中题为“三维环境智能感知系统研发及应用”的研究成果获深圳市科学进步一等奖。博士期间曾获IEEE Embedded Vision Workshop Best Poster Award，应MIT Technology Review邀请在Innovators Under 35大会上介绍无人机前沿技术。
- 2012年起加入大疆创新，先后负责视觉研发，感知系统，智能制造和教育技术等研发部门并担任多款创新型产品的产品经理，其中视觉导航模组Guidance为全球首款量产视觉导航产品，无人机Spark入选2017年《时代周刊》全球十大电子产品（排名第四），无人机Tello入选2018年Google全球最具影响力的10大节日玩具（排名第五）。所负责产品在全球累计销售约300万台，累计销售额约50亿元。





谢谢!