

# 目录

---

## 一. 项目背景-----2

---

### 1. 无人机简介-----2

#### a. 概述-----2

#### b. 历史-----2

##### 萌芽期-----2

##### 发展期-----2

##### 蓬勃期-----3

### 2. 飞控系统-----3

### 3. Unity-----4

### 4. 树莓派-----5

## 二. 立项依据-----6

---

### 1. 飞控系统选择-----6

### 2. Unity-----8

### 3. 树莓派-----9

## 三. 前瞻性/重要性分析-----9

---

## 四. 相关工作-----11

---

### 1. DronePrixAR-----11

### 2. 无人机AR救援-----11

### 3. 无人机AR基建-----12

### 4. 无人机地面站-----13

### 5. Google 3D map-----13

### 6. Exyn公司无人机-----14

# 一. 项目背景

---

## 1. 无人机简介

---

### a. 概述

无人机：无人驾驶飞机的简称，缩写为“UAV”。是一种无线遥控的无人驾驶飞机。2016年无人机作为消费电子类的重点戏迅速点燃了整个消费市场,一时间家喻户晓,在引起消费者狂热追捧的同时,国内外的厂商也前赴后继地杀入无人机市场,力求在无人机市场占有自己的一席之地。

### b. 历史

#### 萌芽期

1917年，皮特·库珀（Peter Cooper）和埃尔默·A·斯佩里（Elmer A.Sperry）发明了**第一台自动陀螺稳定器**，这种装置能够使得飞机能够保持平衡向前的飞行，无人飞行器自此诞生。

1935年之前的空中飞行器飞不回起飞点，因此也就无法重复使用。蜂王号的发明，**使得无人机能够回到起飞点**，使得这项技术更具有实际价值。



蜂王号

#### 发展期

1986年12月首飞的先锋系列无人机的**为战术指挥官提供了特定目标以及战场的实时画面**，执行了美国海军“侦察、监视并获取目标”等各种任务。这套无人定位系统的花销很小，满足了20世纪80年代美国在黎巴嫩，格林纳达以及利比亚以低代价开展无人获取目标的要求，并首次投入实战。



先锋 RQ-2A

RQ-7B幻影是无人机家族中最小的一个，被美国陆军和海军陆战队用于伊拉克和阿富汗战场。这个系统能够**定位并识别战术指挥中心**\*\*125公里之外的目标，让指挥官的观察，指挥，行动都更加敏捷\*\*。幻影200广泛使用于中东地区，截止2010年5月份的累积飞行时间已经达到500000小时。



无人火力侦察机

## 蓬勃期

21世纪初，由于原来的无人机个头较大，目标明显且不易于携带，所以研制出了**迷你无人机，机型更加小巧、性能更加稳定**，一个背包就可搞定。同时无人机更加优秀的技能，催发了民用无人机的诞生。

2009年，美国加州3DRobotics无人机公司成立，这是一家最初主要制造和销售DIY类遥控飞行器(UAV)的相关零部件的公司，在2014年推出X8+四轴飞行器后而名声大噪，目前已经成长为与中国大疆相媲美的无人机公司。

2014年，一款用于自拍的无人机Zano诞生，曾经被称为**无人机市场上的iPhone**

2015年，是无人机飞速发展的一年，各大运营产商融资成功，为无人机的发展创造了十分有利的条件，还上线了第一个无人机在线社区**飞兽社区**。

同年美国Qualcomm公司相继推出自己的无人机开发平台，作为该公司布局IOT生态圈的重要一环。

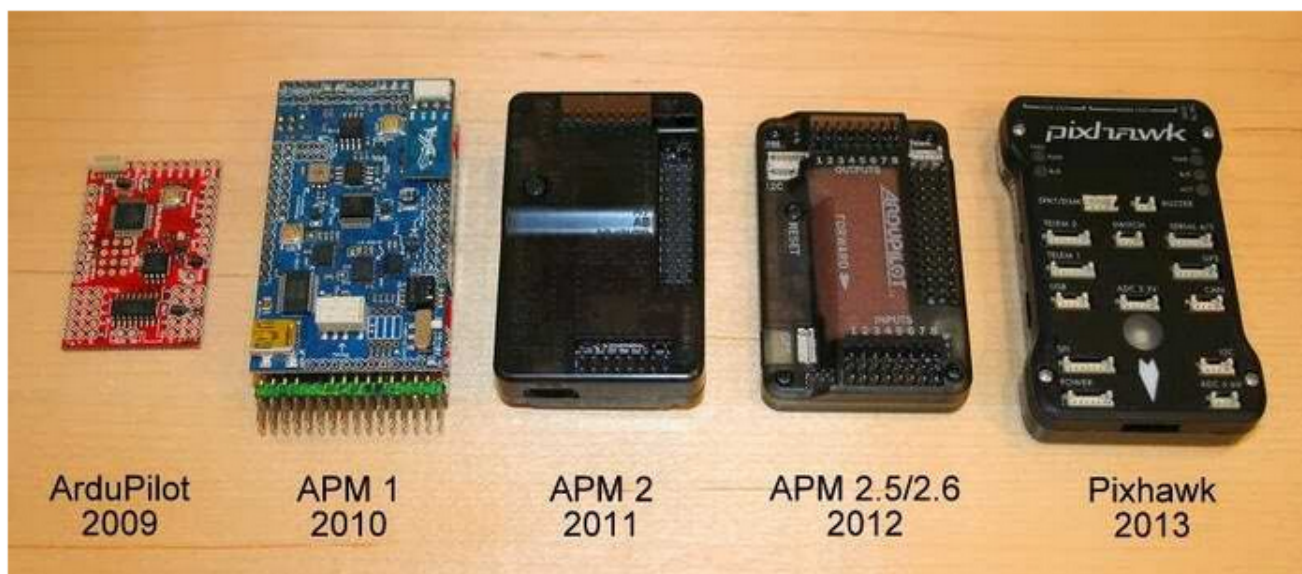
## 2. 飞控系统

PIXHAWK世界上最出名的开源飞控的硬件厂商3DR最新推出了最新一代飞控系统。

官网介绍:

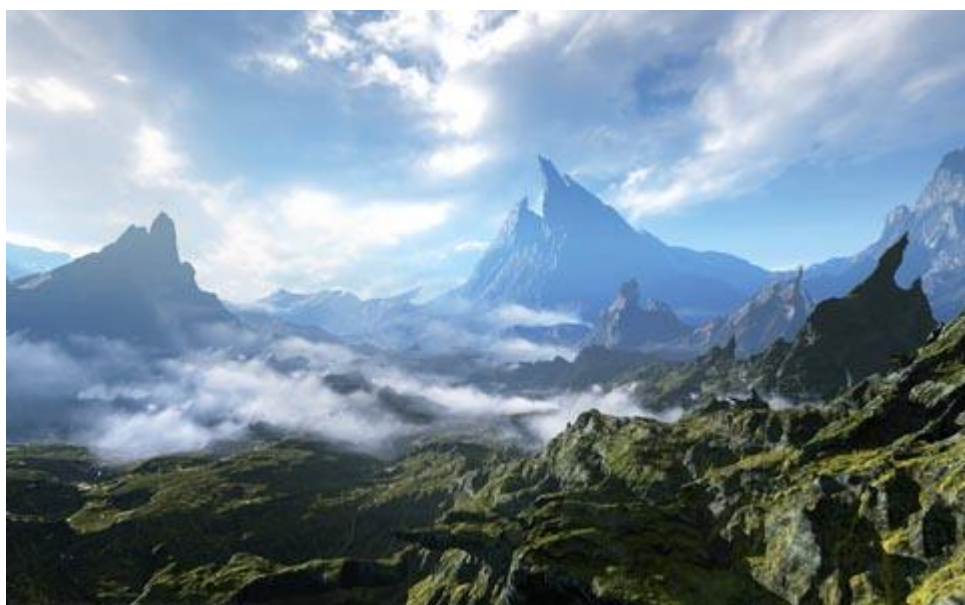
*PIXHAWK is a high-performance autopilot-on-module suitable for fixed wing, multi rotors, helicopters, cars, boats and any other robotic platform that can move. It is targeted towards high-end research, amateur and industry needs and combines the functionality of the PX4FMU + PX4IO.*

我们采用 PIXHAWK2.4.5 作为飞行控制器，它是世界上最出名的开源飞控的硬件厂商 3DR 最新推出了最新一代飞控系统，其前身是 APM，由于 APM 的处理器已经接近满负荷，没有办法满足更复杂的运算处理，所以硬件厂商采用了目前最新标准的 32 位 ARM 处理器，第一代产品是 PX4 系列，他分为飞控处理器 PX4FMU 和输入输出接口板 PX4IO。PX4 系列可以单独使用 PX4FMU，但是接线很复杂，也可以配合输入输出接口板 PX4IO 来使用，但是因为没有一个统一的外壳，不好固定，再加上使用复杂，所以基本上属于一代实验版本。通过 PX4 系列的经验，厂商终于简化了结构，把 PX4FMU 和 PX4IO 整合到一块板子上，并加上了骨头形状的外壳，优化了硬件和走线，也就是这款第二代产品 PIXHAWK。



Pixhawk指的是一款开源的硬件,是把原来的PX4FMU+PX4IO两块电路板合成一块,Pixhawk=PX4FMU+PX4IO。

### 3. Unity





这是Unity 3D的官方简介：

"Unity 2017: 世界顶尖的游戏与VR/AR开发引擎

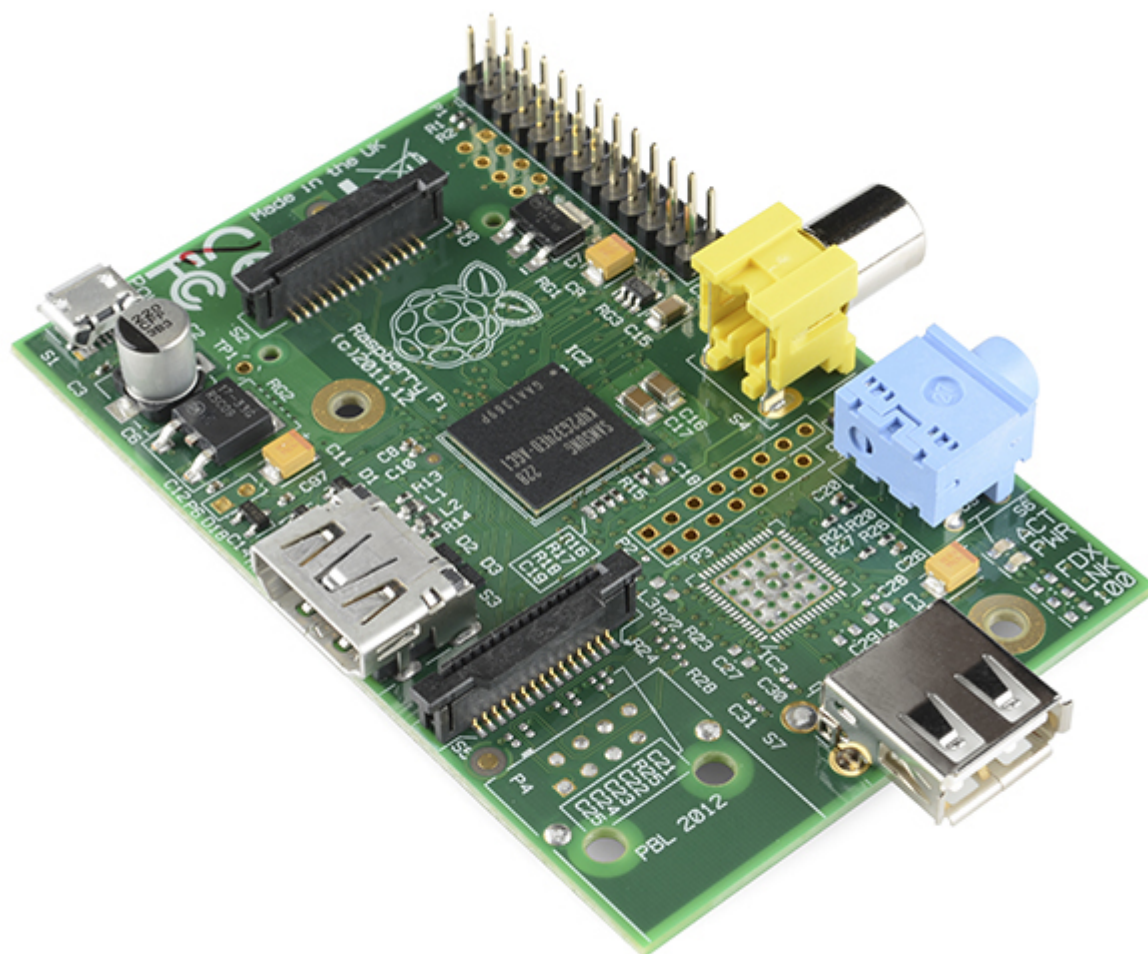
Unity 2017全新功能将帮助开发者和艺术家共同创造出众的体验与内容。Timeline和Cinemachine等强大的新功能，将让艺术家在没有程序员帮助的情况下，自主创造出影视内容和游戏桥段。无需等待，创造者们将有更多时间去挥洒创意。"

实际上，Unity 3D的确在近年来非常火爆，这与它的良好特性是分不开的：

- 1) 强大的引擎性能
  - 2) 对AR,VR的良好支持
  - 3) 丰富的资源
- etc.

## 4. 树莓派

---



**树莓派**（英语：**Raspberry Pi**），是一款基于[Linux](#)的[单片机](#)电脑。它由[英国](#)的树莓派基金会所开发，目的是以低价[硬件](#)及[自由软件](#)促进学校的基本[计算机科学](#)教育。

树莓派由两家拥有生产许可的公司进行生产（生产是通过有生产许可的两家公司：Element 14/Pr）。mier Farnell和[RS Components](#)。这两家公司都在网上出售树莓派。

树莓派配备一枚[博通](#)（Broadcom）出产的[ARM架构](#)700MHz BCM2835处理器，256MB[内存](#)（B型已升级到512MB内存），使用[SD卡](#)当作存储媒体，且拥有一个[Ethernet](#)、两个[USB接口](#)、以及[HDMI](#)（支持声音输出）和[RCA端子](#)输出支持。树莓派面积只有一张信用卡大小，体积大概是一个火柴盒大小，可以运行像《[雷神之锤III竞技场](#)》的游戏和进行[1080p](#)视频的播放。操作系统采用开源的[Linux](#)系统：[Debian](#)、[ArchLinux](#)，自带的[Iceweasel](#)、[KOffice](#)等软件，能够满足基本的网络浏览、文字处理以及电脑学习的需要。分A、B两种型号，售价分别是A型25美元、B型35美元。树莓派基金会从2012年2月29日开始接受B型的订货。

树莓派基金会提供了基于ARM架构的[Debian](#)、[Arch Linux](#)和[Fedora](#)等的发行版供大众下载，还计划提供支持[Python](#)作为主要编程语言，支持BBC BASIC(通过RISC OS映像或者Linux的"Brandy Basic"克隆)、[C语言](#)和[Perl](#)等编程语言。

树莓派基金会于2016年2月发布了树莓派3，较前一代树莓派2，树莓派3的处理器升级为了64位的博通BCM2837，新增了[Wi-Fi](#)无线网络及[蓝牙](#)功能，而售价仍然是35美元。

而根据 RPi FAQ的数据，LAN9512 的工作温度范围在 0°C 到 70°C，BCM2835 的工作温度范围在 -40°C 到 85°C。

## 二. 立项依据

---

### 1. 飞控系统选择

---

#### APM、PX4、PIXHAWK的比较

- \* APM2.5与2.6是传统ardupilot飞控的最新（也是最终）版本
- \* PX4FMU与PX4IO 是这个新飞控家族的最初两个版本
- \* Pixhawk是结合 PX4FMU / PX4IO改进而开发出的PX4飞控的单块电路板版本。
- \* APM 8位CPU在储存和CPU计算能力上不足
  - PX4FMU / PX4IO 是由一个Lorenz Meier所在的瑞士小组所开发的学校项目。
- \* PX4拥有一个32位处理器，提供更多内存、运用分布处理方式并且包含一个浮点运算协处理器。
- \* 与APM相比，PX4 / Pixhawk具有其10倍以上的CPU性能和更多其他方面的改进。
  - Pixhawk是由DIYDrones、3DR和最初的瑞士PX4团队联合开发的。
- \* 开发的重点是Pixhawk，所以PX4系统的开发可能会滞后并且某些问题可能很久都不会得到解决。
- \* APM系统已经走到了它的终点，PX4FMU/IO系统只是开发Pixhawk的过渡。

#### PX4FMU / PX4IO与PIXHAWK的比较

- \* 新的PX4 Pixhawk模块是目前FMU和IO模块的升级，并且与两者完全兼容。
- \* 主要区别是目标用户群不同：

- \* PX4FMU和IO的元件封装地非常密集，所以板子比较小（一个8通道接收机的尺寸）。Pixhawk有更多的空间、更多的接口和更多的PWM输出。
- \* 一共有两组舵机接口，主要的一组8个接口是通过备用处理器连接，另外一组辅助的6个通道则直接连在主处理器上。
- \* 标有“RC”的接口适用于普通PPM信号或者futaba SBUS信号的输入，标有“SB”的接口则用于读取RSSI信号，输出SBUS信号至舵机。
- \* 顶上有一个Spektrum 卫星接收机兼容接口（标有SPKT/DSM）。
- \* 二者的基本操作方式是相同的，并且软件也是通用的。
- \* 在Pixhawk中，FMUv2与IOv2在同一块电路板上工作（并且开发者会发现软件将适用于FMUv2和IOv2）

## PX4FMU / PX4IO与Pixhawk的主要区别

- \* 14个PWM输出（Pixhawk） vs. 12个PWM输出（PX4）
- \* 所有的Pixhawk PWM输出都是在舵机输出端口（PX4： 8个在舵机输出端口，4个在15pin DF13端口）
- \* 5个串行端口 vs. 4个（因为某些有双重功能，所以旧版本在某些配置下只有3个）
- \* 256 KB RAM 与 2 MB 闪存 vs 192 KB RAM 与 1 MB 闪存（旧版）
- \* 更先进的传感器模块（最新一代）
- \* 大功率蜂鸣器驱动（旧版：VBAT驱动，不如新的响）
- \* 大功率彩色LED（旧版：仅支持外接BlinkM）
- \* 支持装在面板上的USB外接模块（旧版：无此功能）
- \* 重新改进与设计的供电结构
- \* 更好的输入输出针脚的短路与高压保护
- \* 更好的检测供电电压（内置的或者外接的，例如：舵机电压）
- \* 支持Spektrum卫星接收机对频（在v1版本里需要手动接线才能实现，但是软件支持）
- \* v2版本里没有再使用固态继电器
- \* 外壳的结构可以帮助正确的放置插头，使得接头更容易插拔（在另一帖里，这个部分有更详细的说明）
- \* 外壳可以防止舵机接头的脱落
- \* 新的模块跟原来相比高度相同，体积会稍稍大一些，但是操作起来更方便。
- \* 外置供电模块与现有的3DR供电模块类似（每个Pixhawk都带有一个免费的供电模块）。
- \* 每一代产品都有一个备用处理器，如果在固定翼飞行时自动驾驶失效，故障切换机制将会启动，协处理器将接替主处理器工作。
- \* 对于软件开发者，区别在于PX4中间软件有良好的抽象，可以在运行时中找到或构建。

## 固件选择

选择了飞控系统，下面我们来选择能在Pixhawk 运行的固件（在PIXHAWK上运行的软件代码）

官网介绍:

Autopilot Software

The Pixhawk autopilot module runs a very efficient real-time operating system (RTOS), which provides a POSIX-style environment (i.e. printf(), pthreads, /dev/ttyS1, open(), write(), poll(), ioctl(), etc). The software can be updated with an USB bootloader. We support multiple flight stacks: PX4 and APM.

有两种: PX4和APM (是不是有疑问为什么PX4又出现了, 那么继续看)

## PX4与APM的区别:

这里的PX4与APM其它是指的软件代码的区别,可不是硬件啊,它们都可以运行在Pixhawk上,注意PX4有两层意思 (1.pixhawk的前身的飞控硬件也叫px4, pixhawk的一种固件(代码)也叫px4),请注意!

那么比较一下这两种软件代码:

**PX4是pixhawk的原生固件, 专门为pixhawk开发的**,是由一个NB的学院(是哪个呢? 待查)开发的代码,也是开源的。

**ArduPilot (APM) 是APM的固件, 所以称ArduPilot固件也叫APM**

APM 代码指ArduPilot代码,由一群爱好者开发维护的,从最早的APM1,APM2开始,后来软件代码不断壮大,结果原来的APM2的硬性能不太够,不能胜任最新代码,再后来开发者就把ArduPilot代码转移到了Pixhawk平台上,所以就导致现在Pixhawk上有两套飞控代码的原因,

所以在pixhawk硬件平台上可以运行PX4固件(原生固件),也可以运行APM固件

APM固件程序比较混乱,零散。维护者多,代码风格不太统一,而且是单片机这种调用程序,不好入门。但是成熟稳定,支持硬件多。PX4固件,在nuttx嵌入式实时操作系统上运行。采用多任务,模块化设计。相对来说方便入门,代码风格比较统一。但是支持硬件少,相比APM固件不太稳定。

所以,我们选择pixhawk硬件和PX4固件。

## 2. Unity

对于我们的实验来说,Unity 3D提供的丰富接口可以很方便地让我们实现一个三维可视化地面站,我们可以尝试将Google地图的API与之对接来实现对无人机周围空间的三维可视化。

实际上已经有人尝试过使用Unity 3D实现可视化:

根据Lofter博主 [瑾寒](#) 描述:

他的无人机控制界面以Unity3D为开发环境,基本功能包括无人机选取、无人机控制、无人机之间距离控制、添加和删除无人机、无人机坐标采集、数据网络传输。

无人机选取采用鼠标选取,利用Unity3D的相机与鼠标形成的射线选取物体。被选取的无人机使用wsad控制在当前水平面内的前后左右移动,通过eq完成上升和下降。无人机采用刚体模型(rigidbody),因此无人机之间具备最小距离,彼此之间碰撞符合Unity3D默认刚体模型的物理规则。添加和删除采用按钮控制。所有无人机均为GameObject Players的子对象,坐标采集依靠C#遍历players所有子对象完成,每帧采集一次,并将所有无人机坐标打包,即写进一个字符串中,通过socket发送到服务器端。



## 3. 树莓派

对于我们的项目，我们可以在树莓派和本地电脑上分别装上两个速传模块，然后树莓派连接无人机上的飞控系统。这样，我们便可通过树莓派将无人机的高度，速度，俯仰角等飞行信息传输到电脑上。其次，我们也可以通过本地电脑发送信号（遵守Mavlink协议）到树莓派上，以此来控制飞机的飞行状态。

现今，已经有工作完成通过树莓派，用手机操控无人机，其树莓派作用如下：首先树莓派创建一个带DHCP服务器（以获得IP地址）的私人wifi网络，这个网络没有互联网接入，只能与智能手机连接。Websocket连系服务器（树莓派）和用户（智能手机app），它接受来自app的命令，然后通过USB连接到Multiwii，向Multiwii发送来自智能手机的命令信息。（Multiwii是法国一个基于Arduino的开源项目，由于他是开源的所以我们可以找到很多种Multiwii，本教程使用的是类似于CRIUS AIO PRO V2的版本。它是一个飞行控制器，发送速度信号保持飞行器在空中。）

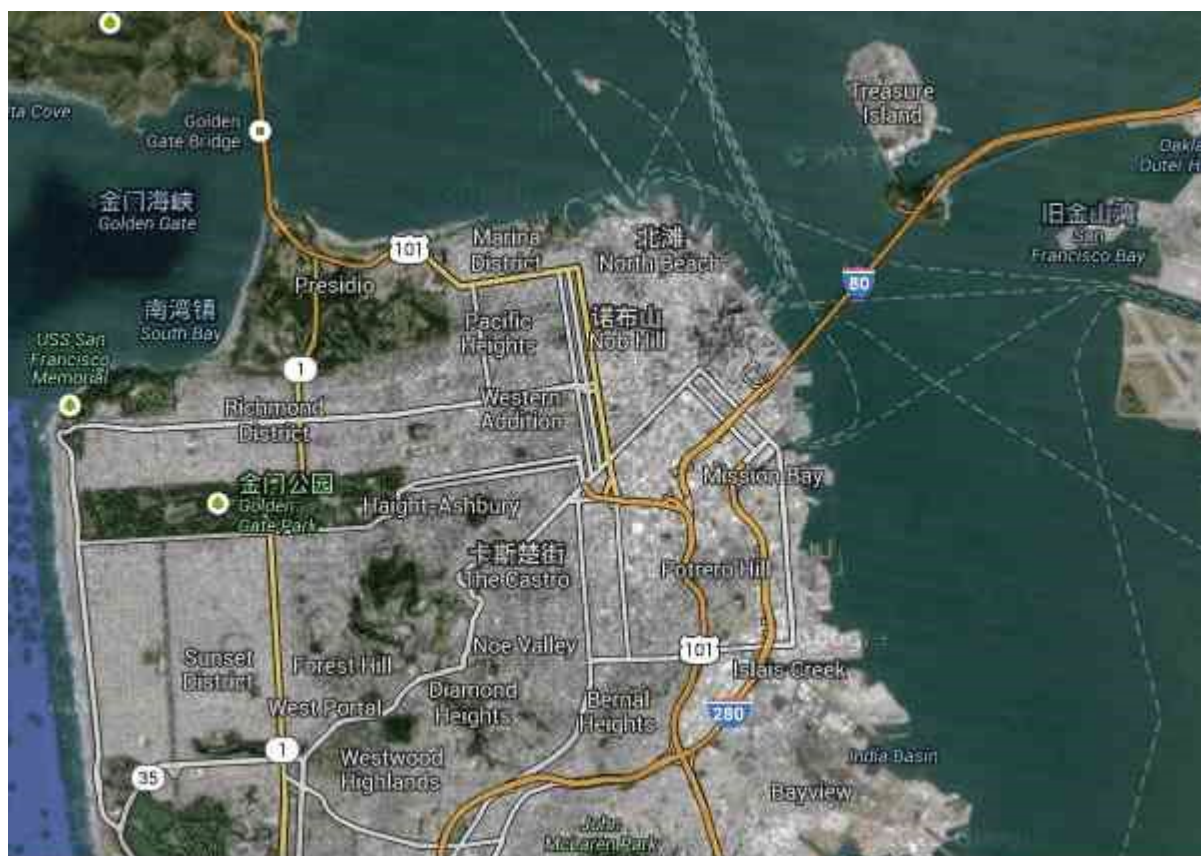
## 三. 前瞻性/重要性分析

### 1. 现有工作的局限性

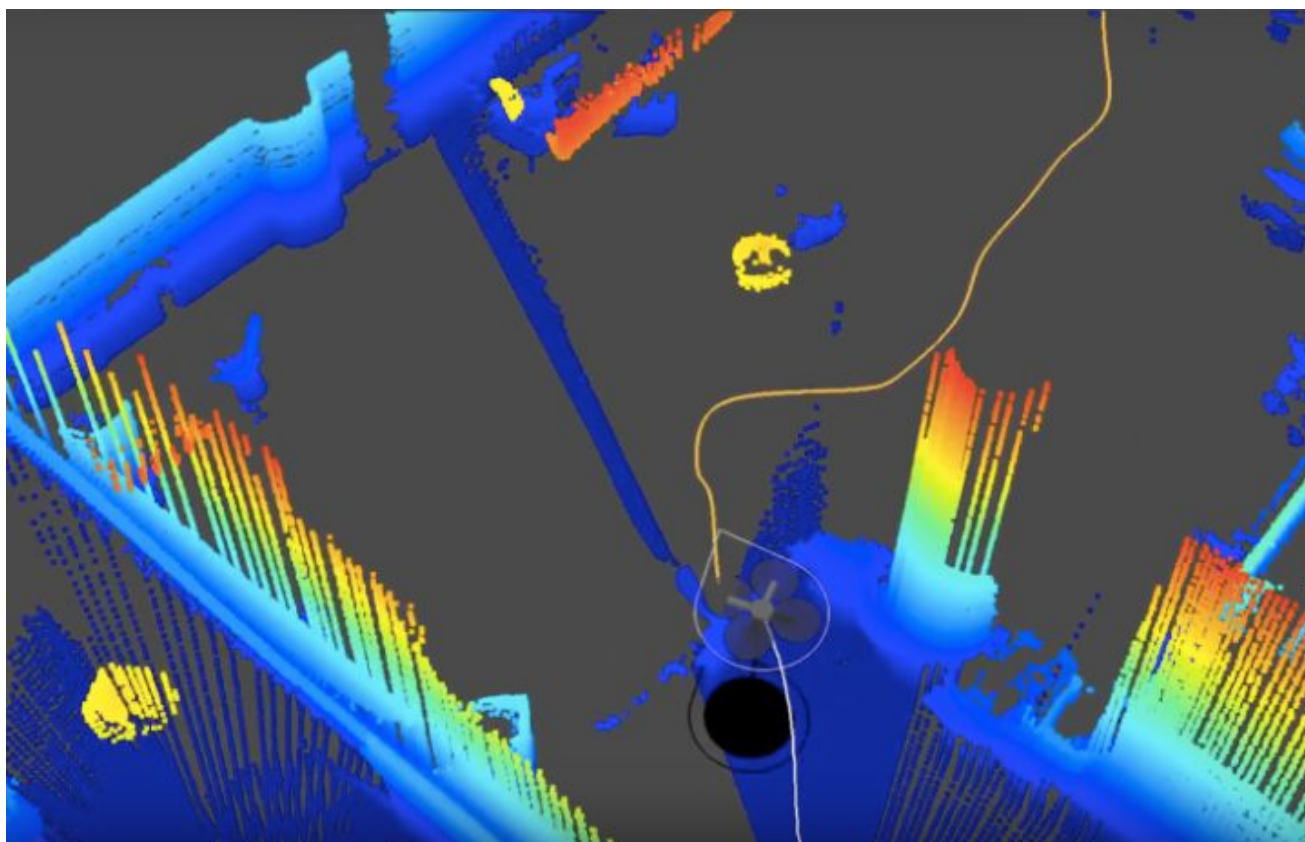
现有的操控无人机的方式，大多数通过抬头看着无人机，然后通过遥控器操控无人机；或者在无人机上装上摄像头，通过第一人称视角来操控无人机。而这具有一定的局限性：对于前者，抬头看无人机操控，并不是一种轻松的操控方式，长时间的抬头必然导致人身体的疲劳，并且通过眼睛看无人机，并不能精确地确定无人机的位置；对于后者，虽然通过第一人称能够很好的了解无人机周围的情况，但是这个视角所能看到的角度是有限的。比如，如果你的摄像头在前边，你就看不到两边及后边的建筑物情况，当无人机在高密度的建筑物之间飞行时，这是十分不利的。



再者，现有的无人机地面站所显示的大多数是平面的卫星图象，其是扁平化的，并不能很好的表现出地势的起伏或者是建筑物的高低。



Exyn公司已经实现了无人机实时3D地图的创建，但是这个3D地图创建地太过粗糙，并没有很准确地反映现实世界的情况，故不可能只通过这个地图就能让人操控无人机。



## 2.我们工作的亮点

我们通过Unity对现实世界完成3D建模（此工作需要3D地图的配合），然后将这个用作地面基地的操控面板，从而我们便能在unity中准确地模拟出无人机的位置。并且由于是unity中已经建好模的3D地图，所以我们能看到无人机周围的所有障碍物情况。从而我们实现了人对着电脑屏幕便可远距离对无人机进行操控的功能。此外，我们还打算在控制面板的右上角显示无人机摄像头传来的实时画面，这样更加提高了无人机的可操作性。

## 3. 前瞻性

现今“绝地求生”游戏的火爆让我们不得不想到在未来，也许可以运用无人机进行真实的机战。而我们实时的3D操控面板就很适合这个游戏，给这个游戏添加了可操作性。

可在3D地图中加入实时导航系统。在操控无人机时，若不知道该如何到达目的地，可在3D地图上显示路线规划。这样的话，比2D地图上的路线规划更加的对用户友好。

# 四. 相关工作

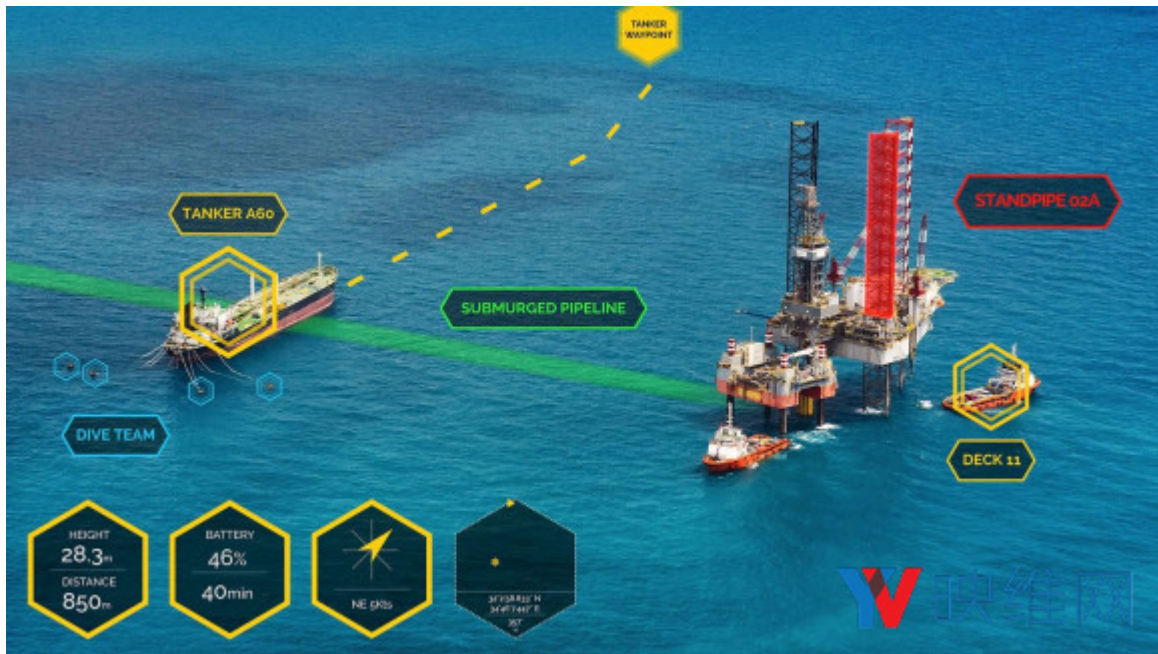
## 1. 大疆和以色列初创公司Edgybees合作一款无人机AR竞速游戏《DronePrixAR》



这款名为《Drone Prix》的AR游戏可以把在你面前的环境打造成一个无人机赛场，它能够随机生成地图奖励和障碍，考验无人机操控者们的技巧。与无人机制作专家大疆和Epson合作，《Drone Prix》专为大疆无人机进行了定制，并使用Epson Moverio BT-300无人机版智能眼镜进行操控。通过这款眼镜，玩家们可以用第一人称视角直播从无人机内置摄像头拍摄的镜像。通过这些图像，玩家们也可以更好地通过大疆 GO应用用大疆手柄操控无人机的飞行。

## 2. 无人机+AR救援服务





Edgybee日前在以色列耶路撒冷举行的OurCrowd峰会上展示了他们的技术。在演示过程中（一个关于紧急响应的模拟），第一反应者身骑摩托车到达现场并部署了一架大疆无人机。他们的软件能够结合谷歌地图数据叠加无人机摄像头的实时影像，帮助工作人员查明紧急情况发生的确切地点。（※这通过摄像头实现了无人机的三维可视化，但是数据传输方面可能有一定的问题，对传输的要求比较高。）

接下来，这些坐标可以被发送给第一响应者。在传统交通工具无法轻易进入的环境中，Edgybees可以为步行，摩托车，自行车或其他交通工具上辅助志愿者，而所述交通工具可以到达汽车，消防车和救护车所无法到达的事故现场。

### 3. 基建公司项目规划未来趋势：无人机+增强现实



Bentley Systems是一家基建规划公司，业务涉及全球范围的水利、交通等基建项目的设计和运营。近日，该公司通过综合应用无人机和增强现实（AR）技术，加强了对项目建设过程的跟踪管理。

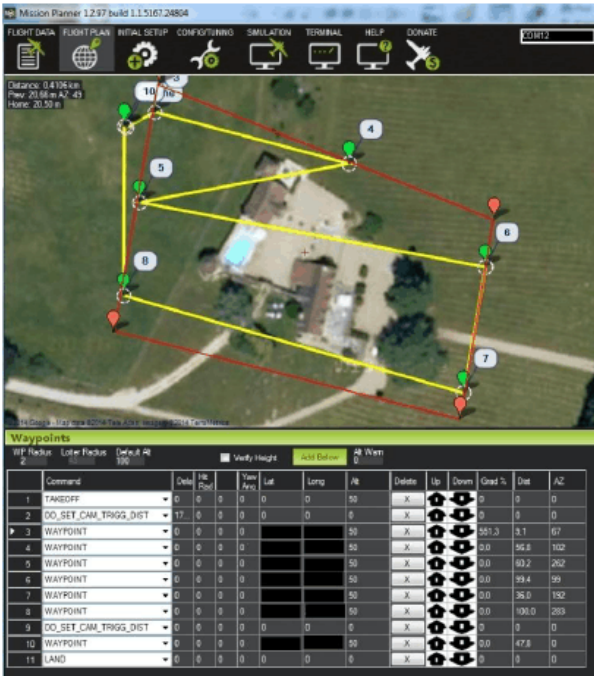
他们展示了如何利用无人机和AR技术提高工程建设效率：无人机在厂址上方盘旋，并传送回画面，在此基础上，工作人员用AR模拟出规划中的建设内容应该建在哪、会如何呈现。

勘测结果并不是实时的，但据称随着技术进步，有可能实现虚拟建模与实地勘测的同步。

Bentley Systems的研发总监Stephane Cote表示：“未来，人们将经常使用无人机采集建设项目的各种图像。无人机将图像上传至云端服务器后，技术人员可以依据建筑物的BIM模型生成网格模型，随后通过AR技术模拟出其建成后的场景。

## 4. 无人机地面站

○Mission Planner地面站



这是地面站的视图界面，可以看到它能显示卫星图像。

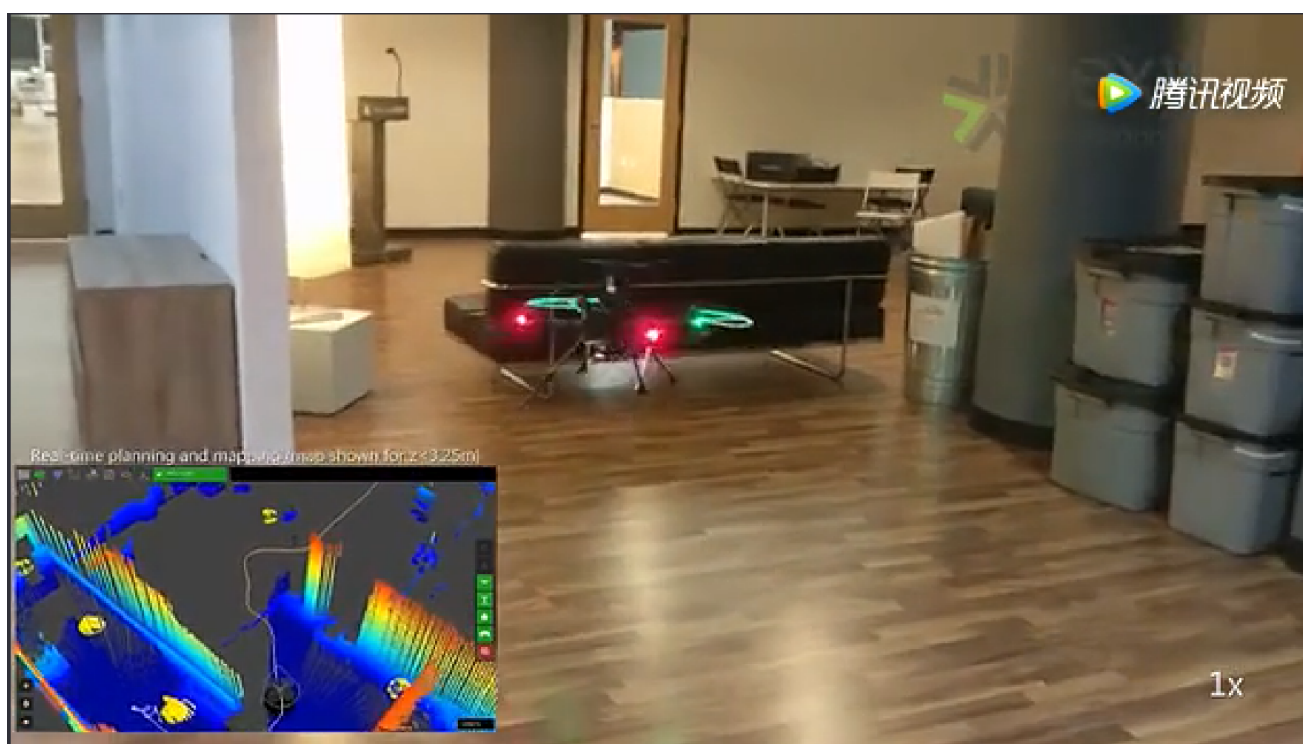
## 5. Google 3D map





该搜索公司正在[开放](#)其Maps实时数据并提供新的软件工具包，以帮助开发人员基于该数据构建游戏。该软件包括一个将地图信息翻译成Unity游戏引擎的工具包，以及另一个可帮助制作使用该位置数据的游戏的工具包。该组合将建筑物和其他地标转变为可定制的3D对象，并让您操纵这些物体以适合您的游戏世界。例如，它可以将每个真正的酒店都替换成冒险家的旅馆，或者为了检查点而添加任意兴趣点。

## 6. Exyn公司无人机实时构建3D地图并自主飞行



近日，初创公司 Exyn 公布了其研发的 AI 系统及演示视频。在这套系统的帮助下，视频里的无人机能够在**狭小、光线不充足、有障碍物的房间里和没有 GPS 导航的情况下自主飞行**。过程中，有两名实验员分别在不同时间出现并挡在无人机面前，无人机依旧能轻松躲过并最终到达目的地。Exyn 的实验员表示，**他们只是对无人机下达了一个指令：找到并飞向距离最近的门口，另外并没有对路线进行预编程，在无人机飞行期间也没有进行任何操作和干预。无人机身上融合了多个接收不同频谱的传感器，从起飞那一刻就能实时构建 3D 地图，并在飞行中更新地图并重新规划路线，最终飞达目的地**。Exyn 是宾夕法尼亚大学 GRASP 实验室的一个分支，旨在利用传感器融合的技术，赋予无人机如人类般自主感知环境的能力。基于前辈们在自主飞行器（包括科研、工业用无人机，以及 DJI 模型等）的理论研究基础，以及反复的实验数据，Exyn 对该 AI 系统的算法进行不断的调整。