|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | | Snap!4iNav Project | | | | | | | | | | |
| **1** | **产品系统名称** | | **Snap!4iNav** | | | **2** | | **编号** |  |
| **2** | **部门名称** | |  | | | **4** | | **工种名称** | **R&D** |
| **5** | **产品流程阶段** | |  | | | **6** | | **本文档产出物**  **归档编号** |  |
|  | | | | | | | | | |
| **跨部门审核流程** | | | | | | | **备注** | | |
| **内审** | | | | **外审** | | |  | | |
| **□ 技术总监** | |  | | **□ 市场部门** |  | |
| **□ 技术内审** | |  | | **□ 结构部门** |  | |
| **□ 测试内审** | |  | | **□ 制造部门** |  | |
|  | | | | | | |
| **□ 总经理** | |  | | | | |  | | |

Change Log

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Date | Ver | Memo | Author | Check | Approve |
| 2022.11.09 | V0.1 | 初始版草稿，为了更好的整理思路与异地讨论。 | Daniel | -- | -- |
| 2022.11.10 | V0.2 | 1. 第6-8章格式修改; 2) CRWF模块中UWB功能点描述移动到UWB产品章节; 3) 增加CRWF模块相关功能点：链路锁定，恢复出厂设置等; 4) 系统框图增加光流计; 5) 补充机架及打印件配件章节 | Daniel | -- | -- |
| 2022.11.10 | V0.3 | CRWF硬件规格： > 20FPS (50ms)；蓝牙SpeedyBee； | Daniel | -- | -- |
| 2022.11.11 | V0.4 | 1. Snap4iNav开发技能更新; 2) 手机App增加SpeedyBee类似的配置界面功能; 3) 系统框图明确磁力计; 4) 修改Snap4iNav部分优先级; 5) CRWF模块改名Snap天空端; 6) 明确测距传感+定点传感; 7) 文档格式优化，增加飞控mini AIO工作; 8)新增定点定高模块; 9) 根据《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（征求意见稿）》进行限高和限制重量; 10) 增加天空端花飞动作[Companion Computer] | Daniel | -- | -- |
|  |  |  |  |  |  |

Contents

[1. Purpose 5](#_Toc20467)

[2. Background 5](#_Toc25321)

[3. Scope 5](#_Toc26183)

[4. Definitions 6](#_Toc28827)

[5. To Do 6](#_Toc30917)

[6. 总体需求&阶段安排 7](#_Toc32137)

[6.1需求 7](#_Toc8040)

[6.2阶段 7](#_Toc20856)

[7. 需求讨论 8](#_Toc15286)

[7.1 11月06日需求讨论 8](#_Toc25951)

[7.2 11月09日需求讨论 8](#_Toc12841)

[7.3 11月10日Snap天空端硬件选型讨论 8](#_Toc9646)

[7.4 11月11日EVT阶段Snap天空端目标讨论 8](#_Toc22498)

[8. 电子系统设计框图 9](#_Toc2986)

[8.1 偏硬(VI/VO，模拟) 9](#_Toc32536)

[8.2 偏软(推荐方案) 9](#_Toc28327)

[9. 【纯软件】手机App 10](#_Toc8162)

[9.1 功能点 10](#_Toc13359)

[9.2 人员要求 11](#_Toc18493)

[9.3 TODO 11](#_Toc32349)

[10. 【嵌入式模块】Snap天空端 12](#_Toc5522)

[10.1 功能点 12](#_Toc12775)

[10.2 人员要求 13](#_Toc19195)

[10.3 TODO 13](#_Toc14772)

[10.4 参考资料 13](#_Toc29463)

[11. 【纯软件】Snap4iNav 14](#_Toc23541)

[11.1 功能点 14](#_Toc12600)

[11.2 人员要求 14](#_Toc21773)

[11.3 TODO 14](#_Toc17697)

[12. 【纯软件】Snap实例编程 15](#_Toc20186)

[12.1 功能点 15](#_Toc7614)

[12.2 人员要求 15](#_Toc16152)

[12.3 TODO 15](#_Toc31342)

[13. 【套件】小机架(2.5寸) 16](#_Toc19948)

[13.1 功能点 16](#_Toc22496)

[13.2 人员要求 16](#_Toc11753)

[13.3 TODO 17](#_Toc3216)

[14. 【第三方产品】UWB定位系统 18](#_Toc22789)

[14.1 功能点 18](#_Toc23136)

[14.2 产品清单 18](#_Toc591)

[14.3 TODO 18](#_Toc9711)

[15. 【结构】机架+打印件 19](#_Toc19064)

[16. 【硬件】飞控AIO (mini) 19](#_Toc18832)

[17. 【硬件】定点定高 19](#_Toc30049)

[18. Reference 20](#_Toc26897)

[19. Appendix 20](#_Toc4425)

# Purpose

The objective of the document is listed below:

1. Standardize technical document;
2. Make it easy for new requirements;
3. Facilitate system level planning and changes;

# Background

After school education direction prevails due to quality education and burden reduction policy.

Snap!4iNav is designed for youth (kids and adult) to get a basic understanding of auto pilot, which will cultivate talents from generation to generation of automation, physics, electronics, mathematics, computer, aviation, and etc.

# Scope

Internal technical R & D personnel of the company, includes:

1. Technical Director
2. Project Engineer
3. Technology Manager
4. R & D Engineer
5. Test Engineer
6. Technical Support Engineer

（7） Operation and Maintenance Engineer

*Note: The above-mentioned relevant personnel do not involve management personnel.*

# Definitions

* UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
* NCP: Network Co-Processor
* MCU: Micro-Controller Unit
* CRC: Cyclic Redundancy Check
* ADC: Analog-to-Digital Converter
* RSSI: Received Signal Strength Indication
* EVT: Engineer Verification Test
* DVT: Design Verification Test
* PVT: Production Verification Test
* CRWF: Camera-Receiver-WiFi Module
* FC: Flight Controller

# To Do

* The capacity & operation of the market(World/China) is unknown.
* Cost/Retail price prediction might be needed, compared with similar products.

# 总体需求&阶段安排

***注：模型航空器，是指重于空气、有尺寸和重量限制、不载人，不具有控制链路回传遥控站（台）功能或者自主飞行功能，仅限在操纵员目视视距内飞行或者借助回传图像进行第一视角遥控操纵飞行的无人驾驶航空器，包括自由飞、线控、无线电遥控模型航空器。【1】***

## 6.1需求

1. 【HL】通过计算机可视化编程，将逻辑思维与物理世界联系起来。
2. 【HL】通过体验->学习->实践，循序渐进的螺旋式大脑认知体系，逐步掌握和理解计算机、自动化、电子、物理 、数学和导航等基础理论知识。
3. 【HL】【产品】紧密围绕开源社区，用先进科学的理念提供高质量系统产品
4. 【DL】【硬件】支持CleanFlight/BetaFlight/iNavFlight/EmuFlight/ArduPilot飞控原生固件
5. 【DL】【软件】支持CleanFlight/BetaFlight/iNavFlight/EmuFlight(航模)可视化编程
6. 【DL】【硬件】【结构】模块化设计，方便组装和维修替换
7. 【DL】【结构】安全、稳定、可靠、耐摔

## 6.2阶段

1. DEMO验证阶段(EVT) //验证样机(关键技术验证)
2. 产品开发阶段(DVT) //产品演示(可支持实验局)
3. 产品优化阶段(PVT) //小量出货(可支持商业应用)

# 需求讨论

***注1：进一步需求待澄清和细化。***

***注2：所有外购或者自研都需要走标准接口，否则很难保证与开源社区的长期兼容和共存。***

## 11月06日需求讨论

1. 简化复杂度(PC配置飞控固件，EVT阶段自由产品不支持蓝牙和SpeedyBee)，主要采用WiFi做为视频和控制链路。若后续产品需要SpeedBee，可以考虑引出RxTx外接模块。
2. 增加可视化编程的复用性，健壮性，易用性，不再自研Desktop应用来做专门的编队飞行软件。从进一步提高可视化编程的扩展性应用。
3. 分析2.5寸机型不大不小，可以用于验证样机。

## 11月09日需求讨论

1. 基于V0.1 开展相关测试内容，得出测试数据以便进一步调整功能点优先级以及后续重点工作事项。
2. UWB模块产品市场有定义，真实售卖产品需要进一步对接，如果有需要购买进行实测。如果没有需要根据测试结果，考虑阶段性目标是否涉及UWB定位（尤其是可视化群飞应用）
3. 了解下大疆Tello的产品规格和功能特点。

## 11月10日Snap天空端硬件选型讨论

1. 性价比考虑：图传+接收机+蓝牙(SpeedyBee)
2. 核心亮点：Snap4iNav AIO硬件；支持可视化编程；支持手机遥控；支持蓝牙调参
3. 硬件选型：全志MR100/ESP32-S3(性能可能不够)/其他淘宝玩具对应硬件方案
4. 考虑规格：WiFi距离200~300米可视距离；2.4G更为常规，5.8G干扰少；25FPS(40ms)

## 11月11日EVT阶段Snap天空端目标讨论

1. 玩具飞机的WIFI摄像方案验证测试样机，相对低成本，且市场成熟。
2. 若可行，在DVT阶段做标准协议的Snap天空端。
3. 特洛Tello链路：scratch 2 <--> node js (http2udp bridge) <--> Tello (udp)
4. 考虑先用无人机玩具进行验证，飞控硬件仍然用开源的，软件期望沿用Tello那套。可能存在较多软件层面的接口转换问题(Tello采用闭源固件，黑盒对外接口与MSP协议差距较大; 根据Tello SDK协议对模型进行厘米级别的移动操作，需要伴机电脑基于传感融合数据做出动作，因此更需要Snap天空端进行精确的控制处理。)。

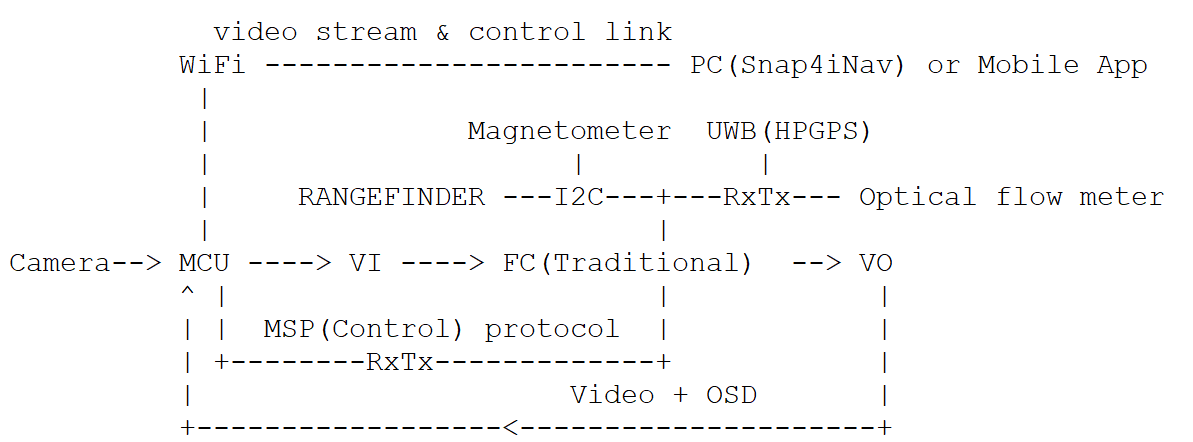
# 电子系统设计框图

基于iNav飞控硬件，在不修改iNav飞控代码的前提基础上进行电子系统设计。

***注：FC(Traditional)指目前市场上常规的飞控，传感器集成IMU/Baro。***

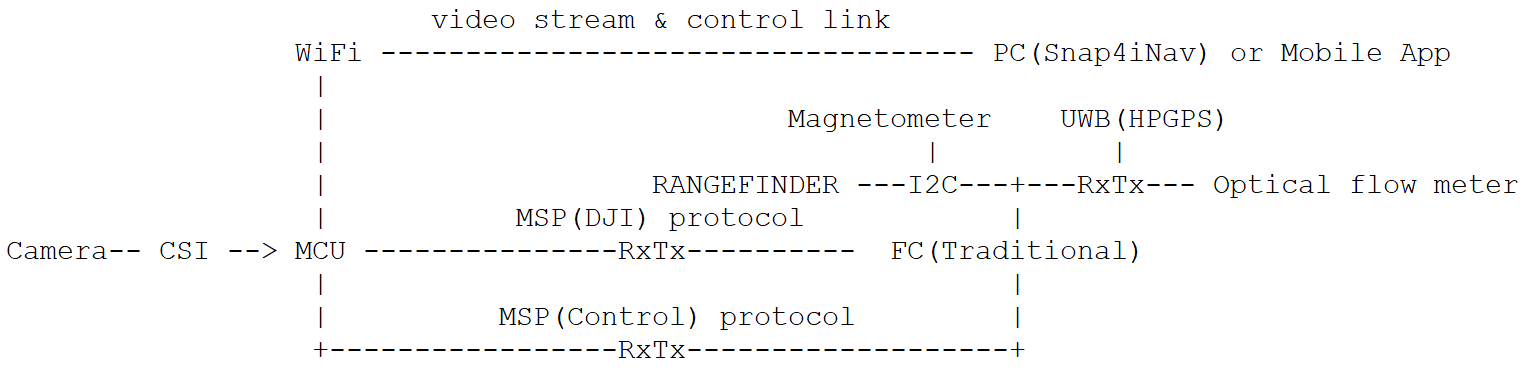
## 偏硬(VI/VO，模拟)

该方案基于模拟图传方案，有较多冗余电子器件，整体成本偏高且链路逻辑复杂。



## 偏软(推荐方案)

该方案采用数字图传方案，从整体设计简洁性、复用性、模块化角度来说是优选。



# 【纯软件】手机App

## 功能点

==》视频(链路：WiFi)

- 【MUST】实时显示：整体延时(摄像头到手机界面，WiFi信号良好状态)<25ms

- 【MUST】视频录像、回放

- 【MUST】拍照、相册浏览

- 可配置：【MUST】手机录像[Yes or No]; 【OPTION】卡录[Yes or No]

==》控制(链路：WiFi)

- 【MUST】arm/disarm

- 【MUST】throttle/pitch/roll/yaw

- 【MUST】一键自动降落

- 【MUST】低电告警

- 【NICE2HAVE】mode: altHold/auto/acro，默认配置：altHold

- 【MUST】链路信号告警(心跳检测)

- 【OPTION】一键FAILSAFE

- 【MUST】自动扫描模型飞机

- 【MUST】自动绑定模型飞机

- 【NICE2HAVE】模型飞机链路锁定/解锁

==》花飞动作(链路：WiFi) //可在App上实现动作时间快速测试验证，然后移植到天空端

- 【MUST】一键360度旋转

- 【MUST】一键环绕

- 【NICE2HAVE】一键轻松弹跳

- 【NICE2HAVE】八向翻滚

- 【NICE2HAVE】一键飞远

- 【OPTION】一键抛飞

==》界面

- 控制界面

* 【MUST】视频
* 【MUST】throttle/pitch/roll/yaw
* 【MUST】信号质量
* 【MUST】电池电压
* 【MUST】支持告警(闪烁+变色，提示)
* 【MUST】飞行速度、高度 (高度、速度告警: > 30m, > 40km/h, 限高50米)
* 【MUST】虚拟摇杆

- 视频配置

* 【MUST】帧速率 20/25/50/60/120 FPS ???
* 【MUST】4:3 or 16:9
* 【OPTION】卡录[Yes or No]

- 设备校准

* 【NICE2HAVE】IMU校准
* 【NICE2HAVE】Mag校准
* 【NICE2HAVE】光流计校准

- 设备信息

* 【MUST】WiFi工作模式
* 【MUST】WiFi地址
* 【MUST】状态信息：电压等
* 【OPTION】UUID
* 【OPTION】固件升级

- 参数配置

* 【MUST】恢复天空端出厂设置
* 【MUST】虚拟摇杆 [美国手 or 日本手]
* 【NICE2HAVE】配置WiFi模式：STA/AP (ssid, password)
* 【NICE2HAVE】配置蓝牙模式
* 【OPTION】对模型飞机进行类似SpeedyBee的参数配置等 //具体项目待讨论

## 人员要求

软件工程师

==》开发技能：Android/iOS

==》领域经验：手机App开发经验; TCP/IP二进制协议开发经验; WiFI摄像头视频流开发经验; 【可选】蓝牙串口开发经验

## TODO

==》1) 开发人员安排

==》2) 功能点细化(PR)

==》3) 时间节点规划：GitHub repo/Milestone

# 【嵌入式模块】Snap天空端

## 功能点

==》支持摄像头

- 【MUST】500W像素，支持4:3(2560×1920) /16:9(2560×1440)

- 【MUST】支持视频流 //比如：RTP/RTSP协议, 建议基于UDP的视频流(干扰环境，牺牲质量)

- 【MUST】图像延迟不超50ms，> 20FPS //主要目的手机App通过WiFi重传等延时，实测

- 【NICE2HAVE】支持MIC音频

- 【NICE2HAVE】支持MSP(DJI)协议

- 【OPTION】支持卡录[Yes or No] //编组飞行带宽可能不够，甚至控制链路延迟增加

- 【TBD】其他摄像头规格，待基本嵌入式软硬件选型确定在做拓展

==》WiFi桥接 & 功能 // udp + 心跳

- 【MUST】支持自动扫描模型飞机 // 比如：ONVIF/PSIA or 自定义广播/组播???

- 【MUST】支持自动绑定模型飞机 (最多支持2个绑定，遥控器+地面站)

- 【NICE2HAVE】支持链路绑定秘钥鉴权

- 【NICE2HAVE】支持模型飞机链路锁定/解锁 (锁定后将不再被扫描到; 无链路自动解锁)

- 【MUST】支持MSP控制协议

- 【MUST】支持链路心跳检测 //超过50秒心跳丢失，触发飞控FAILSAFE

- 【OPTION】支持UUID辨识模型飞机 //编组飞行

==》蓝牙桥接 & 功能

- 【NICE2HAVE】支持MSP控制协议 (SpeedyBee App)

==》配置 & 功能

- 【MUST】支持恢复出厂设置 (AP, 【NICE2HAVE】清空秘钥)

- 【NICE2HAVE】三次短上电硬件恢复出厂设置 (AP, 【NICE2HAVE】清空秘钥)

- 【NICE2HAVE】支持手机配置WiFi模式：STA/AP (ssid, password)

- 【NICE2HAVE】支持手机配置蓝牙模式

==》硬件接口

- 【MUST】RF性能：200-300米左右(大约50mW~100mW，实测)

- 【MUST】类似DJI的Connector (7-24V, GND, OSD\_Rx, OSD\_Tx, MSP\_Rx, MSP\_Tx )

- 【OPTION】兼容DJI数字图传接口(7-24V, GND, Rx, Tx, GND, SBUS )

==》花飞动作 TBD //[趋势]能减轻控制链路带宽压力，且动作完整性和时序控制会更加的精准

- 【MUST】一键360度旋转 //altHold + MSP\_ALTITUDE + MSP\_ATTITUDE + MSP\_SET\_RAW\_RC

- 【MUST】一键环绕 //altHold + MSP\_ALTITUDE + MSP\_ATTITUDE + MSP\_SET\_RAW\_RC + MSP\_RAW\_GPS

- 【NICE2HAVE】一键轻松弹跳 //altHold + MSP\_ALTITUDE + MSP\_SET\_RAW\_RC

- 【NICE2HAVE】八向翻滚 //altHold + MSP\_ALTITUDE + MSP\_ATTITUDE + MSP\_SET\_RAW\_RC

- 【NICE2HAVE】一键飞远 //altHold + MSP\_ALTITUDE + MSP\_ATTITUDE + MSP\_SET\_RAW\_RC + MSP\_RAW\_GPS

- 【OPTION】一键抛飞

## 人员要求

嵌入式软件 + 嵌入式硬件 工程师

==》开发技能：嵌入式软件(C/C++, shell(bash), Linux); 嵌入式硬件(略)

==》领域经验：嵌入式软件(摄像头开发经验, CF/BF/iNav开发经验, 熟悉MSP协议尤其是MSP-DJI)

## TODO

==》1) 开发人员安排

==》2) 功能点细化(PR)

==》3) 时间节点规划：GitHub repo/Milestone

## 参考资料

==》[BetaFlight模块设计之三十二：MSP协议模块分析](https://blog.csdn.net/lida2003/article/details/125260025) //扩展支持BetaFlight/iNav

==》可考虑并评估ESP32-S3-CAM等摄像头方案。ESP32硬件上WiFi和BLE好像不是并行的，采用时分复用的，且ESP32没有视频编码引擎，性能可能不理想，可以咨询硬件解决方案。

# 【纯软件】Snap4iNav

## 功能点

==》【MUST】搜索所有模型飞机

==》【MUST】连接最先搜索到的模型飞机

==》【MUST】断开模型飞机链接

==》【NICE2HAVE】模型飞机链路锁定

==》【NICE2HAVE】连接指定模型飞机 //IP or UUID，编队飞行

==》基础功能

- 【MUST】arm/disarm //编程飞行必须auto level模式

- 【MUST】throttle

- 【MUST】pitch

- 【MUST】roll

- 【MUST】yaw

==》高级功能

- 【MUST】altHold

- 【MUST】autoLand

- 【NICE2HAVE】posHold

- 【NICE2HAVE】goto

- 【NICE2HAVE】mission

- 【OPTION】flyPolygon

- 【OPTION】orbit

## 人员要求

软件工程师

==》开发技能：Sanp!, NW.js or C/C++ or python or Electron.js

==》领域经验：HTTP/HTTPS服务开发经验; TCP/IP二进制协议开发经验; Snap! Block开发经验

## TODO

==》1) 开发人员安排

==》2) 功能点细化(PR)

==》3) 时间节点规划：GitHub repo/Milestone

# 【纯软件】Snap实例编程

## 功能点

实例编程

==》【MUST】【基础编程】解锁 + 上锁

==》【MUST】【基础编程】解锁 + 起飞 + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【基础编程】解锁 + 起飞 + 动作(高度保持) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【基础编程】解锁 + 起飞 + 动作(前进 和/或 后退) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【基础编程】解锁 + 起飞 + 动作(左倾 和/或 右倾) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【基础编程】解锁 + 起飞 + 动作(左旋 和/或 右旋) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【中础编程】解锁 + 起飞 + 动作(位置保持) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【中级编程】解锁 + 起飞 + 动作(任务轨迹运动) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【中级编程】解锁 + 起飞 + 动作(多边形轨迹运动) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【中级编程】解锁 + 起飞 + 动作(loiter轨迹运动) + 自动降落 + 上锁

==》【MUST】【高级编程】编队飞行 + 音乐

==》【NICE2HAVE】【高级编程】UWB电子围栏

==》【OPTION】【高级编程】花飞动作设计(PowerLoop/Split-S/MattyFlip等等)

==》【OPTION】【高级编程】程控竞速 // 需要额外红外硬件应答设备

## 人员要求

软件工程师

==》开发技能：Python(Prefered, 解释性语言) or C/C++, Sanp!

==》领域经验：无

## TODO

==》1) 开发人员安排

==》2) 功能点细化(PR)

==》3) 时间节点规划：GitHub repo/Milestone

# 【套件】小机架(2.5寸)

## 功能点

==》飞控：控制板 + 模组

- 【MUST】控制板：IMU + baro + ESC

- 【MUST】光流计：Optical flow meter //方便结构安装，位于飞机底部(视觉定位)

- 【MUST】测距传感：laser range finder //低空定高 4 - 400cm, VL53L0X/VL53L1X

- 【MUST】Snap天空端：Camera-Receiver-WiFi Module //信号最优，优化结构

- 【NICE2HAVE】支持GPS or UWB

- 【NICE2HAVE】支持蓝牙(speedybee)

- 【NICE2HAVE】支持外接RxTx传统接收机 //引出串口GND/Rx/Tx

- 【OPTION】支持数字VTX(DJI数字图传) //模拟暂不考虑，WiFi图像会更有，充其量对接数字FPV设备(但结构受限)

==》续航时间

- 【MUST】5~10分钟 //满足一首歌曲编队飞行时间要求 >5分钟

- 【MUST】电池规格2S ~ 【NICE2HAVE】3S

==》硬件版本

- 【NICE2HAVE】 HPC版本：支持BF/CF/Emu/iNav/ArduPilot; ArduPilot主流MCU选型(>=2MB Flash)

- 【MUST】 Pro版本：支持BF/CF/Emu/iNav (含摄像头)

- 【NICE2HAVE】 Mini版本：支持教学编程；BF/CF/Emu/iNav (精简版本)

==》【MUST】总质量不超过250g (含动力电池)

## 人员要求

飞手/硬件工程师/软件工程师

==》开发技能：焊接，组装，调试，试飞

==》领域经验：模型飞机组装/调试经验

## TODO

==》0) 【校准】要确保IMU水平校准、桨叶、电机动平衡、无风室内场地(若后面测试效果不好，反过来再次校准是否有改善)

==》1) 【测试】小飞机在没有光流计/UWB的情况下，是否有漂移，大致漂移数据多少cm，视频(且根据视频进行卡尺测量)

==》2) 【测试】小飞机在有光流计, 无UWB的情况下，是否有漂移，大致漂移数据多少cm，视频(且根据视频进行卡尺测量)

==》3) 【测试】小飞机在有光流计, 有UWB的情况下，是否有漂移，大致漂移数据多少cm，视频(且根据视频进行卡尺测量)

==》4) 【整理】2.5寸样机配件清单(各结构，硬件，附件等具体品牌和参数细化，形成整机清单)

==》5) 开发人员安排

==》6) 功能点细化

==》7) 时间节点规划：验证样机/演示样机/产品样机

# 【第三方产品】UWB定位系统

## 功能点

==》支持UWB定位

- 【MUST】符合NMEA-0183标准协议，HPGPS(High Precision Ground Position System)

==》支持模块指向 //提供机头指向信息，GPS只有运动才能提供指向(UWB???)

- 【NICE2HAVE】磁力计

## 产品清单

==》【硬件】UWB定位模块

==》【硬件】UWB定位基站

## TODO

==》1) 同类产品市场搜索，同时了解UWB模块静态是否能提供指向？

==》2) 【测试】没有磁力计时，飞机方向是否能保持一个方向，尤其是运动时误差如何？

==》3) 【测试】在没有光流传感器情况下，定位精度多少cm？

==》4) 【测试】对比Tello可视化编程下左右、上下、前后cm级精度误差控制？

==》5) 硬件方案选型对比 // **如果没有现成的产品：那就是一个嵌入式产品；这里不展开，根据优先级再做考虑。**

==》6) 产品立项（略）

***注：符合NMEA-0183标准协议，可以市场上寻找下产品HPGPS(High Precision Ground Position System)***

# 【结构】机架+打印件

TBD //鉴于模块安装的特殊性，考虑机架和打印件等系统产品附件。

# 【硬件】飞控AIO (mini)

TBD //结合结构，可能部分电子器件需要集成。比如：磁力计

# 【硬件】定点定高

TBD //根据测试情况，可以集成光流计+测距传感；

建议：硬件接口：(VCC, GND, Rx, Tx, SDA, SCL)

***注：光流计有方向性。***

# Reference

【1】[无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（征求意见稿）](https://baike.baidu.com/item/%E6%97%A0%E4%BA%BA%E9%A9%BE%E9%A9%B6%E8%88%AA%E7%A9%BA%E5%99%A8%E9%A3%9E%E8%A1%8C%E7%AE%A1%E7%90%86%E6%9A%82%E8%A1%8C%E6%9D%A1%E4%BE%8B%EF%BC%88%E5%BE%81%E6%B1%82%E6%84%8F%E8%A7%81%E7%A8%BF%EF%BC%89/22363468?fr=aladdin)

【2】[Tello特洛无人机](https://www.ryzerobotics.com/cn)

【3】[MakerFire积木编程无人机](https://www.makerfire.cn/)

# Appendix

【1】[How is Snap4Arduino implemented?](https://forum.snap.berkeley.edu/t/how-is-snap4arduino-implemented/12672)

【2】[How to get http/https server respons?](https://forum.snap.berkeley.edu/t/how-to-get-http-https-server-respons/12670)

// 有些无法以参考资料给出或者下载的文档，通过链接+关键部分截图的方式进行附件保留和跟踪。