

# 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			
<input type="checkbox"/> 技术总监		<input type="checkbox"/> 市场部门			
<input type="checkbox"/> 技术内审		<input type="checkbox"/> 结构部门			
<input type="checkbox"/> 测试内审		<input type="checkbox"/> 制造部门			
<input type="checkbox"/> 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 AI0 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	--	--
2022.11.12	V0.5	Snap 天空端增加支持 Scratch 接口(Tello)，并对手机 App 相关功能做相应调整【Snap 天空端原型可以直接被用于 Tello 产品系】	Daniel	--	--

## Contents

1. Purpose .....	5
2. Background .....	5
3. Scope .....	5
4. Definitions .....	6
5. To Do .....	6
6. 总体需求&阶段安排 .....	7
6.1 需求 .....	7
6.2 阶段 .....	7
7. 需求讨论 .....	8
7.1 11 月 06 日需求讨论 .....	8
7.2 11 月 09 日需求讨论 .....	8
7.3 11 月 10 日 Snap 天空端硬件选型讨论 .....	8
7.4 11 月 11 日 EVT 阶段 Snap 天空端目标讨论 .....	8
8. 电子系统设计框图 .....	9
8.1 偏硬(VI/VO, 模拟) .....	9
8.2 偏软(推荐方案) .....	9
9. 【纯软件】手机 App .....	10
9.1 功能点 .....	10
9.2 人员要求 .....	11
9.3 TODO .....	11
10. 【嵌入式模块】Snap 天空端 .....	12
10.1 功能点 .....	12
10.2 人员要求 .....	14
10.3 TODO .....	14
10.4 参考资料 .....	14
11. 【纯软件】Snap4iNav .....	15
11.1 功能点 .....	15
11.2 人员要求 .....	15
11.3 TODO .....	15
12. 【纯软件】Snap 实例编程 .....	16
12.1 功能点 .....	16
12.2 人员要求 .....	16
12.3 TODO .....	16
13. 【套件】小机架(2.5 寸) .....	17
13.1 功能点 .....	17
13.2 人员要求 .....	17
13.3 TODO .....	18
14. 【第三方产品】UWB 定位系统 .....	19
14.1 功能点 .....	19
14.2 产品清单 .....	19
14.3 TODO .....	19

---

15. 【结构】 机架+打印件 .....	20
16. 【硬件】 飞控 AIO (mini).....	20
17. 【硬件】 定点定高 .....	20
18. Reference .....	21
19. Appendix .....	21

# 1. Purpose

The objective of the document is listed below:

- a) Standardize technical document;
- b) Make it easy for new requirements;
- c) Facilitate system level planning and changes;

# 2. 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.

# 3. 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.*

## 4. 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

## 5. To Do

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

## 6.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。<sup>[1]</sup>*

### 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)

## 7.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。**

### 7.1 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。

### 7.2 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。

### 7.3 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)

### 7.4 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。
5. 技术层面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。)



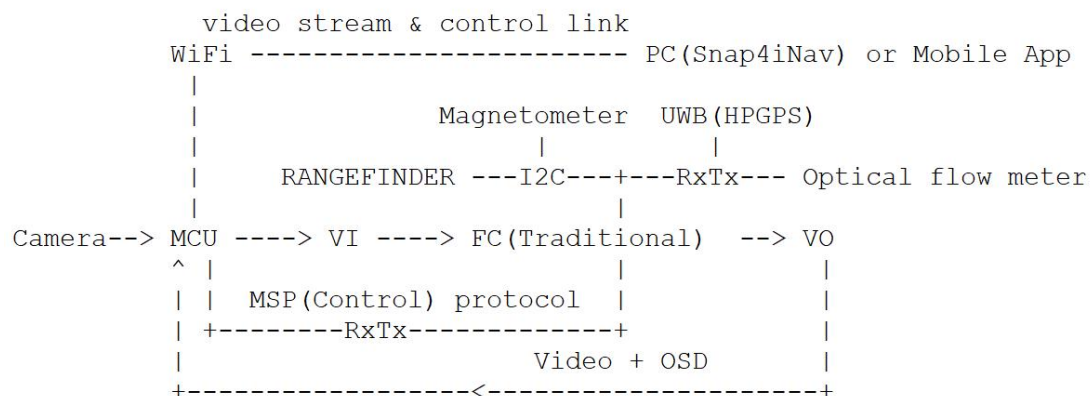
## 8. 电子系统设计框图

基于 iNav 飞控硬件，在不修改 iNav 飞控代码的前提下进行电子系统设计。

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

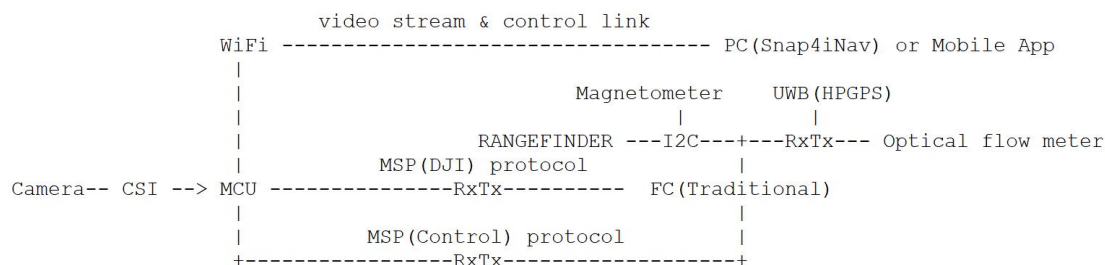
### 8.1 偏硬(VI/VO，模拟)

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。



### 8.2 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、模块化角度来说优选。



## 9. 【纯软件】手机 App

### 9.1 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】飞行时间
  - 【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 50m)
  - 【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
  - 【NICE2HAVE】SN
  - 【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

## 9.2 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

## 9.3 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

## 10. 【嵌入式模块】Snap 天空端

### 10.1 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
- 【MUST】支持 Scratch (Tello) 选项卡图像识别
- 【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】支持链路绑定密钥鉴权
- 【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, Bluetooth SPP Device)

#### ==》配置 & 功能

- 【MUST】支持恢复出厂设置 (AP, 【NICE2HAVE】清空密钥)
- 【NICE2HAVE】三次短上电硬件恢复出厂设置 (AP, 【NICE2HAVE】清空密钥) //如有一个按钮，可在开机状态下，长按电源键 5 秒，期间状态指示灯将熄灭后再闪烁。状态指示灯显示快闪后，WiFi 的 SSID 和密码将重置为出厂设置，默认无密码。

- 【MUST】支持 WiFi & USB 固件升级
- 【MUST】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 )

#### ==》支持 scratch (Tello)

- 命令模式
  - 【MUST】command //进入 SDK 命令模式
  - 【MUST】ap ssid password //转为 STA 模式，并连入到 AP；失败返回原有链路
  - 【MUST】wifi ssid password //转为 AP 模式

- **【NICE2HAVE】quit** //退出 SDK 模式，进入 MSP 协议透传模式
- 查询命令
  - **【MUST】speed?** //获取当前设置速度(cm/s), 范围: [10. 100]
  - **【MUST】battery?** //获取当前电池剩余电量的百分比, 范围: [10. 100]
  - **【MUST】time?** //获取电机运转时间, 单位: 秒
  - **【MUST】wifi?** //获取 WiFi 信噪比
  - **【MUST】sdk?** //获取 SDK 版本号
  - **【NICE2HAVE】sn?** //获取模型 SN 号, 生产序列号
- 基础命令
  - **【MUST】rc roll pitch throttle yaw** //设置遥控器的 4 通道杆量, 范围: [-100, 100]
  - **【NICE2HAVE】mon** //打开识别卡探测, 默认: 同时打开前视和下视
  - **【NICE2HAVE】moff** //关闭识别卡探测
  - **【NICE2HAVE】mdirection x** //x = 0/1/2, 0 打开下视探测, 1 打开前视探测, 2 同时打开前视和下视探测。单个 20Hz, 两个方向 10Hz 频率。
  - **【MUST】streamon** //打开视频流
  - **【MUST】streamoff** //关闭视频流
- 简单动作
  - **【MUST】takeoff** //自动起飞
  - **【MUST】land** //自动降落
  - **【MUST】speed x** //设置当前速度为 x cm/s, x = [10, 100]
  - **【MUST】emergency** //停止电机转动
  - **【MUST】up x** //向上飞 x 厘米(x = 20 - 500)
  - **【MUST】down x** //向下飞 x 厘米(x = 20 - 500)
  - **【MUST】left x** //向左飞 x 厘米(x = 20 - 500)
  - **【MUST】right x** //向右飞 x 厘米(x = 20 - 500)
  - **【MUST】forward x** //向前飞 x 厘米(x = 20 - 500)
  - **【MUST】back x** //向后飞 x 厘米(x = 20 - 500)
  - **【MUST】cw x** //顺时针旋转 x 度 (x = 1 - 360)
  - **【MUST】ccw x** //逆时针旋转 x 度 (x = 1 - 360)
  - **【MUST】flip x** //朝 x 方向翻滚, x = l (left)/r (right)/f (forward)/b (back)
  - **【MUST】go x y z speed** //设置速度飞往坐标(x,y,z): x/y/z = [-500, 500]cm, speed = [10,100]cm/s, x/y/z 不能同时在[-20, 20]之间。
  - **【MUST】stop** //停止运动并悬停, 任何时候都可以触发该急停(此时其他复杂动作终止, 且恢复水平悬停)
  - **【MUST】curve x1 y1 z1 x2 y2 z2 speed** //设置速度飞弧线, 经过 p1 到达 p2, 若弧线半径不在 0.5-10 米范围, 返回提醒。x/y/z = [-500, 500]cm, speed = [10,100]cm/s, x/y/z 不能同时在[-20, 20]之间。
  - **【NICE2HAVE】go x y z speed mid** //设置速度飞往识别卡坐标点。mid =m-2/m-1/m1/m2.../m8, m-1 内部算法最快识别到的识别卡; m-2 距离当前位置最近的识别卡。x/y/z = [-500, 500]cm, speed = [10,100]cm/s, x/y/z 不能同时在[-20, 20]之间。
  - **【NICE2HAVE】curve x1 y1 z1 x2 y2 z2 speed mid** //置速度飞弧线, 经过 p1 到达 p2, 若弧线半径不在 0.5-10 米范围, 返回提醒。mid =m-2/m-1/m1/m2.../m8, m-1 内部算法最快识别到的识别卡; m-2 距离当前位置最近的识别卡。x/y/z = [-500, 500]cm, speed = [10,100]cm/s, x/y/z 不能同时在[-20, 20]之间。
  - **【NICE2HAVE】jump x y z speed yaw mid1 mid2** //飞往 mid1 坐标点悬停, 识别 mid2 识别卡, 并在 mid2 (0, 0, z) 的位置并转向到设置的 yaw 值(z>0)

==》复杂动作(花飞) 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

==》状态指示灯

- 【MUST】慢闪烁：等待连接
- 【MUST】快速闪烁：出厂模式(超时 180 秒，等待固件升级)
- 【MUST】两次闪烁：等待绑定状态(未设置密码)
- 【MUST】三次闪烁：异常状态(协议不匹配，自检错误等)
- 【MUST】常亮：已连接建立

**注：相应功能具体协议格式，需在架构和模块设计时给出，并进行接口版本管理。**

## 10.2 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)

## 10.3 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

## 10.4 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。

## 11. 【纯软件】 Snap4iNav

### 11.1 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

### 11.2 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

### 11.3 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

## 12. 【纯软件】Snap 实例编程

### 12.1 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

### 12.2 人员要求

软件工程师

- ==》开发技能: Python(Preferred, 解释性语言) or C/C++, Sanp!
- ==》领域经验: 无

### 12.3 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



## 13. 【套件】小机架(2.5 寸)

### 13.1 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)

### 13.2 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

## 13.3 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

## 14. 【第三方产品】UWB 定位系统

### 14.1 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

### 14.2 产品清单

==》【硬件】UWB 定位模块

==》【硬件】UWB 定位基站

### 14.3 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)*

## 15. 【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。

## 16. 【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

## 17. 【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。**

## 18. Reference

- 【1】[无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（征求意见稿）](#)
- 【2】[Tello 特洛无人机](#)
- 【3】[MakerFire 积木编程无人机](#)

## 19. Appendix

- 【1】[How is Snap4Arduino implemented?](#)
- 【2】[How to get http/https server respons?](#)

// 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。