

Дроны и .NET

Роман Булдыгин

Немного фото

FPV Коптеры Вуп



FPV Коптеры 7" и 16"



FPV Коптеры Коллекция



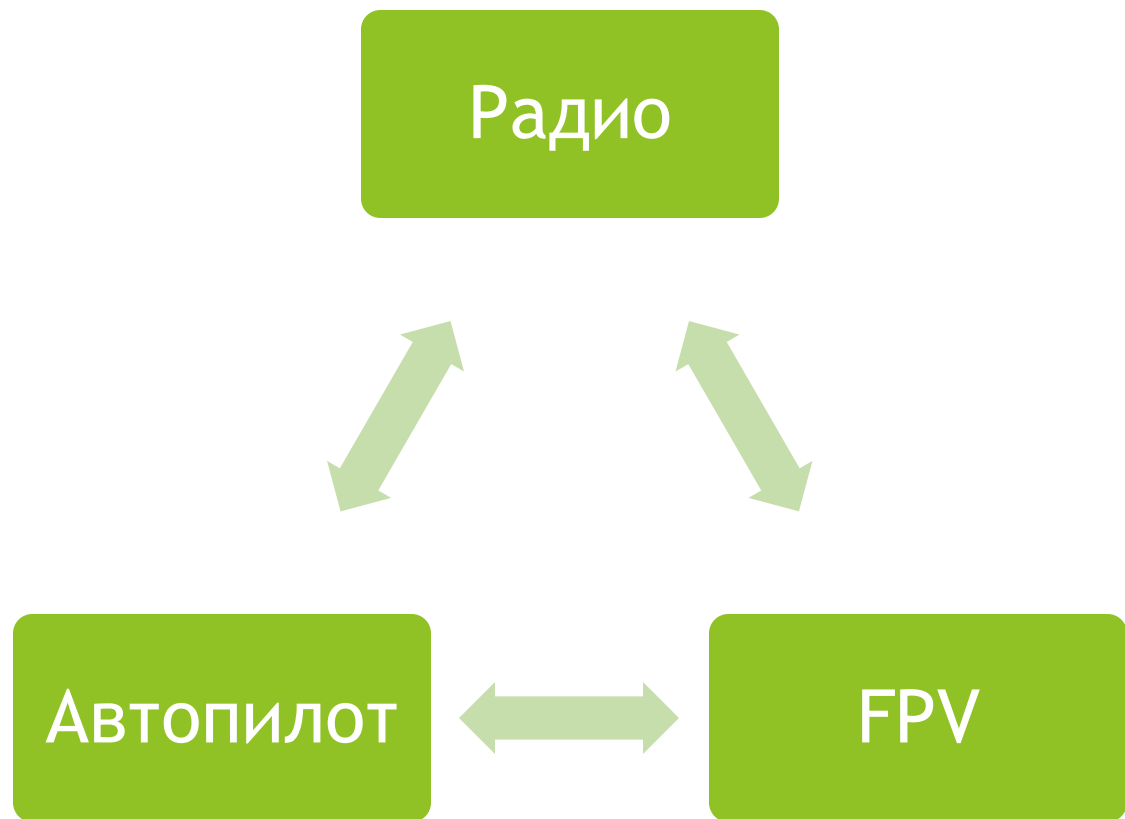
АВТО Дрифт



Автомобиль 3D печать



Немного терминологии



Радиоуправление



Аппаратура



Приёмник



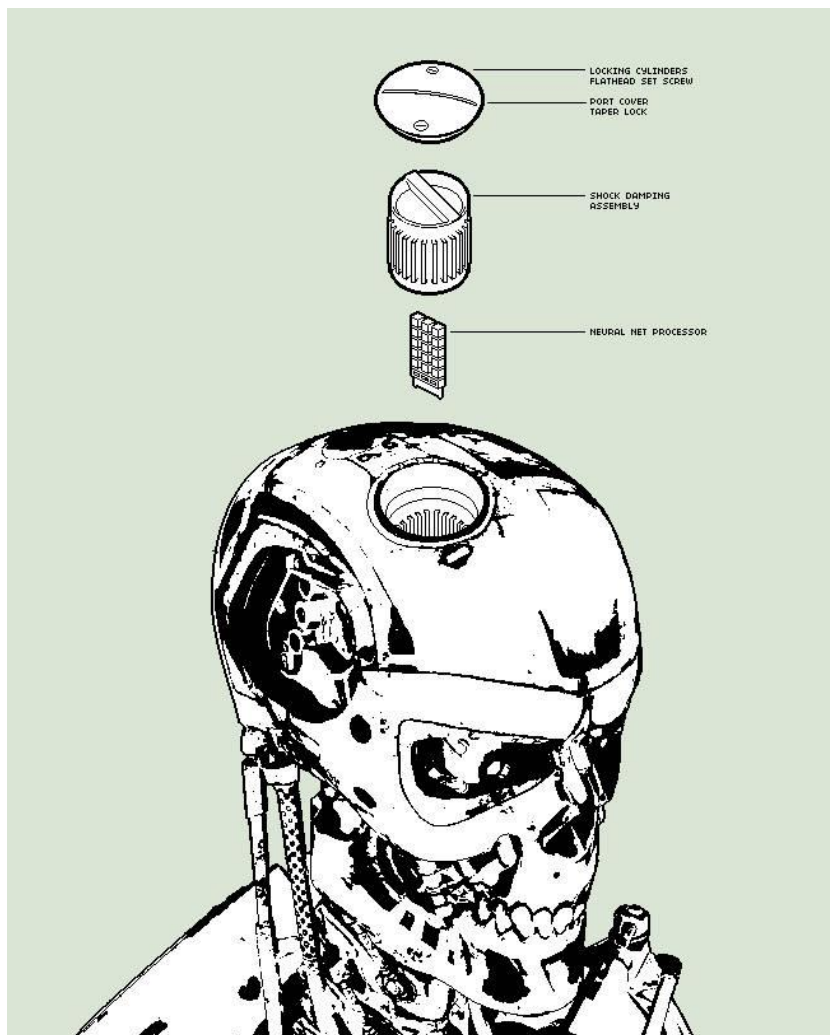
Сервомашинка



Мотор

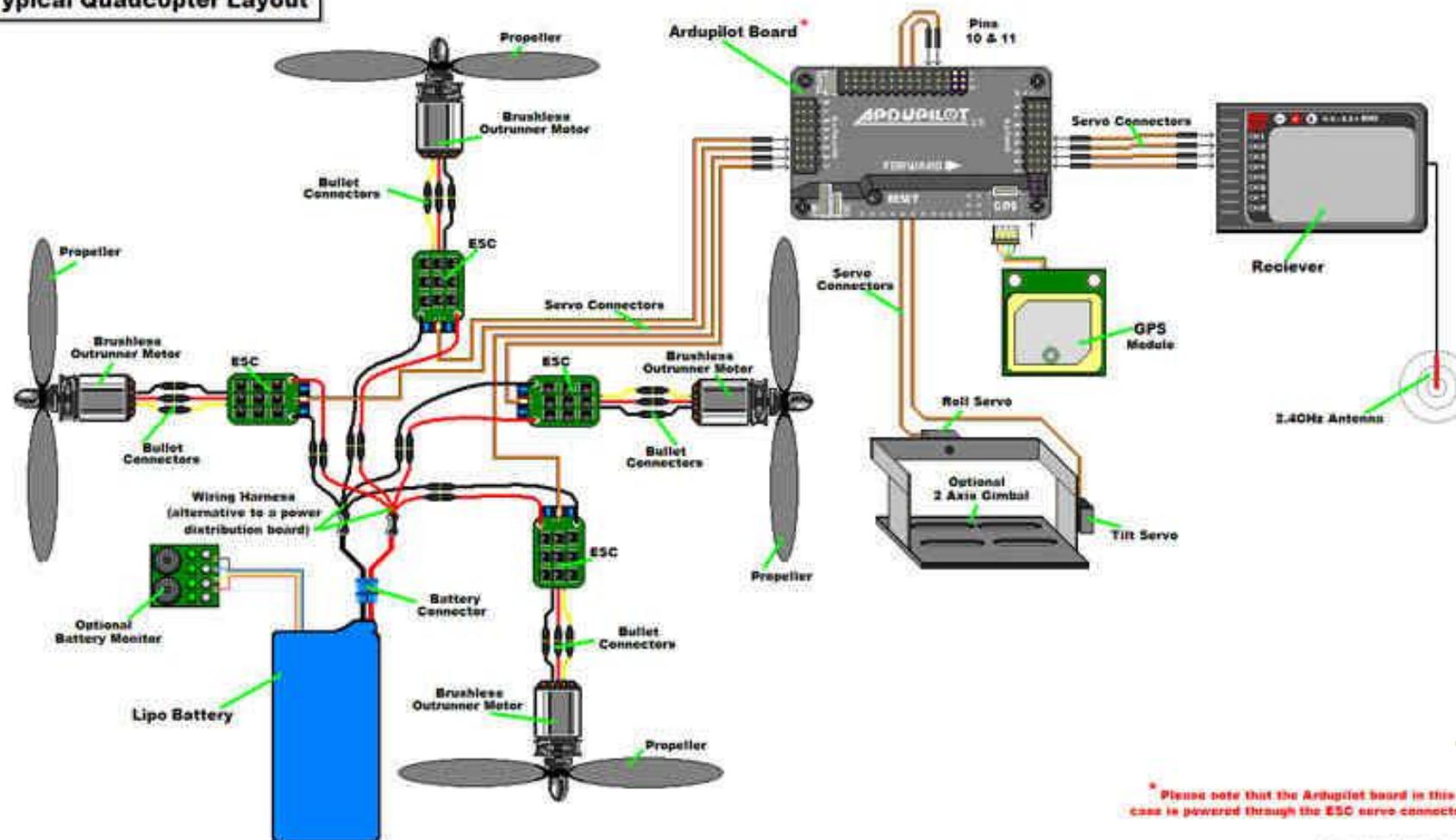
ESC+BEC 9

Революция квадрокоптеров



Коптеры - распределённые системы

Typical Quadcopter Layout



* Please note that the Ardupilot board in this case is powered through the ESC servo connectors

Вопросы автономности

Уровень 0	Уровень 1	Уровень 2			
Нет автоматизации	Немного автоматизации Контроль руления или торможения, но не обоих сразу, при определенных условиях	Больше автоматизации, но не автопилот Система может контролировать руление и торможения, при определенных условиях – например шоссе			
			Уровень 3	Уровень 4	Уровень 5
ABS и круиз-контроль – все еще Уровень 0	Адаптивный круиз-контроль – это система Уровня 1		Похоже на Уровень 2, только есть больше времени на взятие управления на себя	Настоящий автопилот, но при определенных условиях Может работать только в размеченной области	Полный автопилот без ограничений
			Спорно: насколько можно отвлекаться?	Большинство усилий по автоматизации направлено на Уровень 4	Возможно через много лет

АВТОНОМНОСТЬ И ПРОШИВКИ

FPV



АВТОПИЛОТ



FPV

Составные части:

AIR:

- Камера
- Передатчик
- OSD(для аналогового)

GROUND:

- Приемник
- Очки/дисплей



DJI

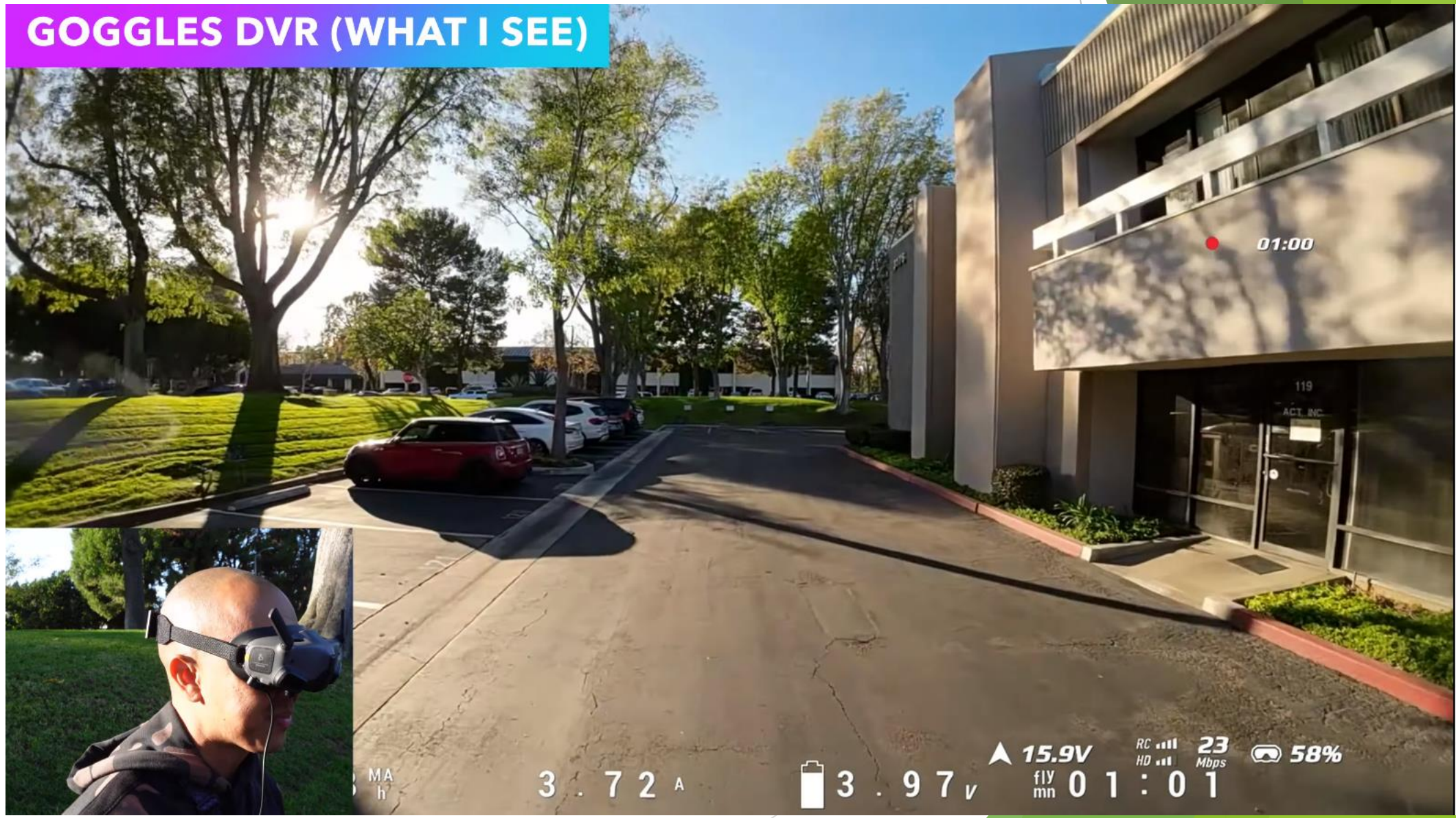


Аналог



Цифра

GOGGLES DVR (WHAT I SEE)



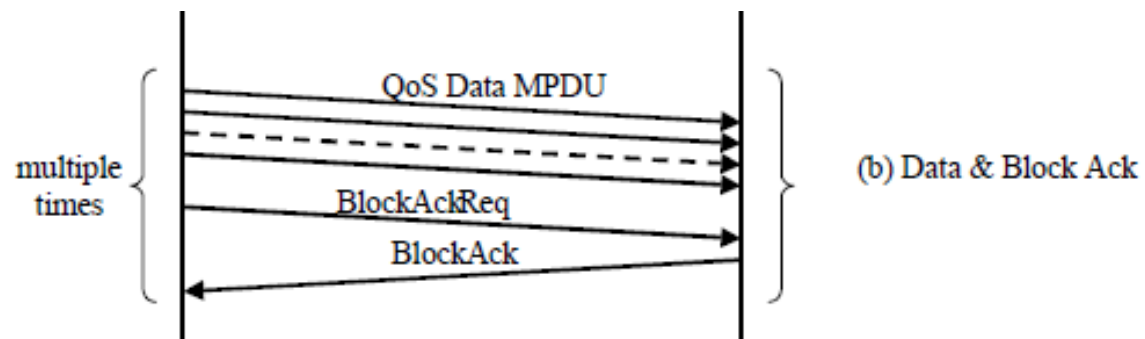
.NET кодер в мире embedded

- ▶ Беспомощность
- ▶ Ненависть и страдания
- ▶ Использование .NET там, где его быть не должно

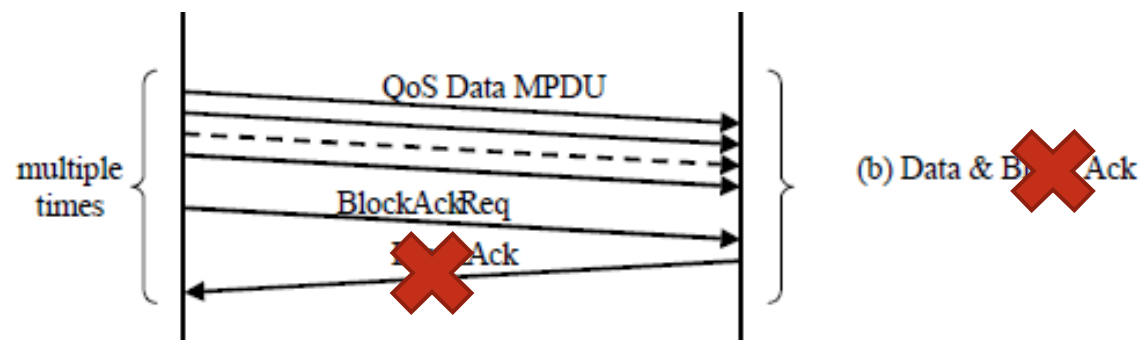
.NET там где его не должно быть

Пролог о WiFiBroadcast

WiFi



WFB



Userspace драйвер



Давай. Вошли и вышли, приключение
на 20 минут.

.NET там, где он заходит

- ▶ Конфигурации
- ▶ Автоматизация

Mission Planner

Mp Mission Planner 1.3.71 build 1.3.7451.16917

The interface shows a sidebar with the following menu items: DATA, PLAN, SETUP, CONFIG, SIMULATION, and HELP. The main panel is titled "Flight Modes" and displays the following settings:

- Current Mode: Stabilize
- Current PWM: 5: 0
- Flight Mode 1: Auto (Simple Mode)
- Flight Mode 2: Loiter (Simple Mode)
- Flight Mode 3: Drift (Simple Mode)
- Flight Mode 4: AltHold (Simple Mode)
- Flight Mode 5: Stabilize (Simple Mode)
- Flight Mode 6: Stabilize (Simple Mode)

A "Save Modes" button is located at the bottom of the flight mode settings.

The interface shows a 3D simulation of a drone in a "DISARMED" state. The simulation includes a compass, altitude scale, and various telemetry data. The map on the right shows the drone's position over a city area, with a "Guided Mode" label. The bottom of the interface displays a row of gauges: VSI, speed, Alt, and a heading indicator. The status bar at the bottom shows: Bat 12.59v 0.0 A 100% EKF Vibe GPS: 3D Fix. The map shows a city area with labels like Canberra, Fishwick, and Queanbeyan. The status bar at the bottom of the map shows: hdop: 1.2, Sats: 10, Direct to current WP, GPS Track (Black), GEO: -35.363261 149.165230 0.00m, Tuning, Auto Pan, Zoom 11.0.

С# для автоматизации

- ▶ Nuke автоматизирует всё
- ▶ https://www.youtube.com/watch?v=eepBpVt4WmE&list=PLbxr_aGL4q3QsWawTIJPOf6sMWpP54OoH
<https://github.com/DotNetRu/AuditBlobs/blob/master/slides/Nuke-Anatomy.pdf>
- ▶ cmake, buildroot, yocto...

Jupyter notebook

Расшарь свои исследования

Файл Правка Выделение Вид Переход Выполнить Терминал Справка

latency.ipynb calc.ipynb

Возьмём размеры пропеллеров в дюймах

```
1 var inchSizes = Enumerable.Range(1,16).Select(s => Convert.ToDouble(s)).ToList();
```

✓ 0.5s

Приведём к метрам

```
1 var meterSizes = inchSizes.Select(s => new {Inches = s, Meters = s * 0.0254}).ToList();
```

✓ 0.2s

Пределы скорости: Считаем, что скорость звука 340 м/с, а дозвуковая скорость < 0.8M

```
1 var sonicSpeed = (double)340;
2 var underSonicMaxSpeed = sonicSpeed*1;
3 display($"{underSonicMaxSpeed} m/s");
```

✓ 0.2s

340 m/s

Возьмём: $V = 2\pi(D/2) \cdot (RPM/60)$

Тогда: $RPM = (V * 2 * 60) / (2 * \pi * D) \Rightarrow RPM = (V * 60) / (\pi * D)$

```
1 var maxOrbSpeeds = meterSizes.Select(s => new { Size = s, MaxRPM = (underSonicMaxSpeed*60)/(Math.PI * s.Meters)}).ToList();
2 maxOrbSpeeds
```

✓ 0.3s

index	value
0	Size = { Inches = 1, Meters = 0,0254 }, MaxRPM = 255650,45976965866
1	Size = { Inches = 2, Meters = 0,0508 }, MaxRPM = 127825,22988482933
2	Size = { Inches = 3, Meters = 0,07619999999999999 }, MaxRPM = 85216,81992321956
3	Size = { Inches = 4, Meters = 0,1016 }, MaxRPM = 63912,614942414664
4	Size = { Inches = 5, Meters = 0,127 }, MaxRPM = 51130,09195393173
5	Size = { Inches = 6, Meters = 0,15239999999999998 }, MaxRPM = 42608,40996160978
6	Size = { Inches = 7, Meters = 0,17779999999999999 }, MaxRPM = 36521,494252808385
7	Size = { Inches = 8, Meters = 0,2032 }, MaxRPM = 31956,307471207332
8	Size = { Inches = 9, Meters = 0,2286 }, MaxRPM = 28405,606641073187
9	Size = { Inches = 10, Meters = 0,254 }, MaxRPM = 25565,045976965866
10	Size = { Inches = 11, Meters = 0,2794 }, MaxRPM = 23240,95088815079
11	Size = { Inches = 12, Meters = 0,30479999999999996 }, MaxRPM = 21304,20498080489
12	Size = { Inches = 13, Meters = 0,3302 }, MaxRPM = 19665,419982281433
13	Size = { Inches = 14, Meters = 0,35559999999999997 }, MaxRPM = 18260,747126404192
14	Size = { Inches = 15, Meters = 0,381 }, MaxRPM = 17043,36398464391
15	Size = { Inches = 16, Meters = 0,4064 }, MaxRPM = 15978,153735603666

СТРУКТУРА

Возьмём размеры пропеллеров в дюймах

```
In [1]: var inchSizes = Enumerable.Range(1,16).Select(s => Convert.ToDouble(s)).ToList();
```

Приведём к метрам

```
In [2]: var meterSizes = inchSizes.Select(s => new {Inches = s, Meters = s * 0.0254}).ToList();
```

Пределы скорости: Считаем, что скорость звука 340 м/с, а дозвуковая скорость < 0.8M

```
In [3]: var sonicSpeed = (double)340;
var underSonicMaxSpeed = sonicSpeed*1;
display($"{underSonicMaxSpeed} m/s");
```

340 m/s

Возьмём: $V = 2\pi(D/2) \cdot (RPM/60)$

Тогда: $RPM = (V * 2 * 60) / (2 * \pi * D) \Rightarrow RPM = (V * 60) / (\pi * D)$

```
In [4]: var maxOrbSpeeds = meterSizes.Select(s => new { Size = s, MaxRPM = (underSonicMaxSpeed*60)/(Math.PI * s.Meters)}).ToList();
maxOrbSpeeds
```

index	Size		MaxRPM
	Inches	Meters	
0	1	0.0254	255650.45976965866
1	2	0.0508	127825.22988482933
2	3	0.07619999999999999	85216.81992321956
3	4	0.1016	63912.614942414664

Jupyter notebook

Попробуй F#

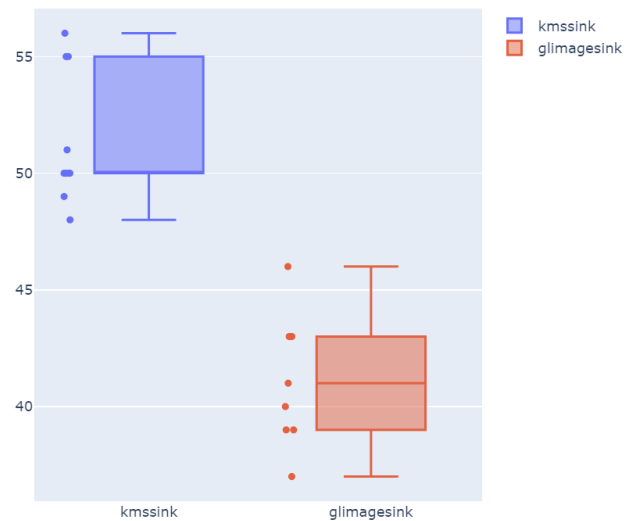
```
1 #r "nuget: Plotly.NET, 4.2.0"
2 #r "nuget: Plotly.NET.Interactive, 4.2.0"
3 #r "nuget: Plotly.NET.ImageExport"
4
5 open Plotly.NET
6 open Plotly.NET.ImageExport
7
8 let kmsSink = [50;55;50;50;55;50;51;56;48;49]
9 let glimagesink = [41;43;46;39;39;43;37;40;43]
10
11 let box =
12     [
13         Chart.BoxPlot(X = "y", Y = kmsSink, Name="kmssink", Jitter=0.1, BoxPoints=StyleParam.BoxPoints.All);
14         Chart.BoxPlot(X = "y", Y = glimagesink, Name="glimagesink", Jitter=0.1, BoxPoints=StyleParam.BoxPoints.All);
15     ]
16     |> Chart.combine
17
18 display(box)
19
20 let svgString =
21     box
22     |> Chart.toSVGString()
23
24
25 DisplayExtensions.DisplayAs(svgString, "image/svg+xml")
```

✓ 10.3s

Installed Packages

- Plotly.NET, 4.2.0
- Plotly.NET.ImageExport, 5.0.1
- Plotly.NET.Interactive, 4.2.0

Loading extensions from 'C:\Users\buldo\.nuget\packages\plotly.net.interactive\4.2.0\lib\netstandard2.1\Plotly.NET.Interactive.dll'



Полезные библиотеки

- ▶ System.IO.Ports
- ▶ System.IO.Pipelines
- ▶ System.Threading.Channels
- ▶ Hid.Net
- ▶ Asv.Mavlink
- ▶ SIPSorcery

Что пошло не так

- ▶ Интероп с C++
- ▶ Низкая производительность
 - ▶ Все думают, что производительность низкая

Сообщество

- ▶ oscarliang.com - кладезь знаний
- ▶ t.me/spbfpvwings - FPV самолёты
- ▶ t.me/spb_copters - коптеры
- ▶ t.me/printedwings - 3D печатные самолёты
- ▶ t.me/printedRC - 3D печатное, нелетающее
- ▶ vk.com/rc.orda - крытая трасса для авто
- ▶ vk.com/3dfpv - крытая площадка для whoop

СКОЛЬКО СТОИТ

На минималках

- ▶ Radiomaster Pocket EdgeTX 6500р
Аппаратура управления
- ▶ Happymodel Mobula7 12000р
Коптер, немного запчастей
- ▶ WhoopStor 3000р
Зарядник
- ▶ Eachine EV800 6500р
Видеошлем
- ▶ + аккумуляторы

Итого: 28000р



Ворваться на максималках

MOBLITE7 WALKSNAIL

- ▶ RadioMaster TX16S MKII MAX 25000р
Аппаратура управления
- ▶ Moblite7 Walksnail 24000р
Коптер, немного запчастей
- ▶ WhoopStor 3000р
Зарядник
- ▶ Walksnail Avatar HD Goggles X 45500р
Видеошлем
- ▶ + аккумуляторы

Итого: 97500р

