



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de Engenharia

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Market Survey

Sistemas de Engenharia – Automação e Instrumentação

MS_v1.7_TR

Fernando Cunha	Miguel Lopes
Jorge Costa	Pedro Silva
João Gonçalves	Tiago Marques
Mário Martins	Tiago Reis

WonderFly Project

Versões

VERSÃO	DATA	AUTOR	DESCRIÇÃO
Versão 1.0	06-10-2013	Departamento Técnico	Estruturação e redação de uma versão inicial do Market Survey.
Versão 1.1	15-10-2013	Departamento Técnico	Desenvolvimento dos tópicos abordados na versão preliminar
Versão 1.2	17-10-2013	Departamento Técnico	Alterações e validação
Versão 1.3	17-10-2013	Departamento Técnico	Alterações e validação
Versão 1.4	19-10-2013	Tiago Marques	Alterações no capítulo de Processamento de Imagem – Hardware
Versão 1.5	19-10-2013	Jorge Costa	Alterações nos capítulos de comunicações e estação base
Versão 1.6	19-10-2013	Fernando Cunha	Alterações nos capítulos: Plataforma, Piloto automático
Versão 1.7	26-10-2013	Tiago Reis	Pequenas alterações e validação do documento



Índice

Versões	i
Índice de figuras	iv
Índice de tabelas	iv
Acrónimos	v
Objetivos	1
Abordagem.....	1
Veículos aéreos não tripulados.....	2
Plataformas	3
Cularis.....	3
Sedona.....	3
Zagi – ZGO	4
X8.....	4
Easy Star	4
Piloto Automático	5
Paparazzi Vs. ArduPilot	5
ArduPilot	5
Paparazzi	6
Procerus Kestrel	7
MicroPilot 2028 ⁹	7
Piccolo SL.....	7
Procerus Kestrel Vs. MicroPilot 2028 ⁹ Vs. Piccolo SL	7
Conclusão	8
Comunicações	9
Estação base	9
Processamento de imagem – Hardware.....	10
PandaBoard	10
Waysmall Silverlode, Gumstix	11
eBox 3300MX	12
Raspeberry Pi	14
IGEPv2 Embedded Computing Platform	15
BeagleBoard	16
EMP3530/03-SDK Media Development Platform.....	18
Conclusão	19



Visão – Hardware.....	20
Webcams.....	21
Câmaras “desportivas”	22
DSLR e Compact.....	24
Conclusão	25
Processamento de imagem	26
Possíveis Algoritmos	26
Transformada de Hough	26
Algoritmo artificial de colónia de abelhas	26
Aplicação de redes neuronais para identificação de objetos	27
Metodologias Possíveis	27
Bibliografia.....	29



Índice de figuras

Figura 1 - System breakdown structure.....	1
Figura 2 - Modelo Cularis.....	3
Figura 3 - Modelo Sedona.....	3
Figura 4 - Modelo Zagi-ZGO.....	4
Figura 5 - Modelo X8.....	4
Figura 6 - Modelo Easy Star.....	4
Figura 7 - Pandaboard.....	10
Figura 8 - Waysmall Silverlode.....	11
Figura 9 - eBox 3300MX.....	12
Figura 10 - Raspberry Pi.....	14
Figura 11 - IGEPv2.....	15
Figura 12 - BeagleBoard.....	16
Figura 13 - EMP 3530/03.....	18
Figura 14 - Figura ilustrativa dos conceitos.....	21
Figura 15 - Logitech C910.....	22
Figura 16 - Creative Socialize 1080.....	22
Figura 17 - Microsoft LifeCam.....	22
Figura 18 - GoPro Hero3.....	23
Figura 19 - Contour Roam2.....	23
Figura 20 - Sony HDR-AS15.....	23
Figura 21 - Isaw A2 ACE.....	23
Figura 22 - Cannon EOS 1100D.....	25
Figura 23 - Olympus SP-620 UZ.....	25
Figura 24 - Olympus VR-360.....	25

Índice de tabelas

Tabela 1 - Especificações Cularis.....	3
Tabela 2 - Especificações Sedona.....	3
Tabela 3 - Especificações Zagi-ZGO.....	4
Tabela 4 - Especificações X8.....	4
Tabela 5 - Especificações Easy Star.....	4
Tabela 6 - Comparação entre alguns modelos de pilotos automáticos.....	5
Tabela 7 - Paparazzi Vs. ArduPilot.....	6
Tabela 8 - Kestrel Vs. MP2028 Vs. Piccolo SL - Funções.....	7
Tabela 9 - Kestrel Vs. MP2028 Vs. Piccolo SL - Especificações.....	8
Tabela 10 - Kestrel Vs. MP2028 Vs. Piccolo SL - Gama de sensores.....	8
Tabela 11 - Especificações PandaBoard.....	11
Tabela 12 - Especificações Waysmall Silverlode.....	12
Tabela 13 - Especificações eBox 3300MX.....	13
Tabela 14 - Comparação entre diferentes modelos da série 3300MX.....	13
Tabela 15 - Especificações Raspberry Pi.....	14
Tabela 16 - Especificações IGEPv2.....	15
Tabela 17 - Especificações BeagleBoard.....	16
Tabela 18 - Comparação entre diferentes modelos BeagleBoard.....	17



Tabela 19 - Especificações EMP35030/03.....	18
Tabela 20 - Comparação do Hardware para processamento de imagem.....	19
Tabela 21 - Tabela comparativa de vários modelos de webcam.	22
Tabela 22 - Comparação entre alguns modelos de câmaras desportivas.	22
Tabela 23 - Comparação entre câmaras DSLR e Compact.	24

Acrónimos

UAV – Unmanned Aerial Vehicle
UAS – Unmanned Aircraft System
DDD – Dirty Dull and dangerous
SBS – System Breakdown Structure

Objetivos

O objetivo deste projeto consiste no desenvolvimento de um UAS (*Unmanned Aircraft System*) capaz de obedecer aos requisitos impostos pela competição internacional *UAS Challenge*. Desta forma, o presente documento contém uma análise e estudo das soluções atualmente existentes no domínio dos sistemas aéreos não tripulados, assim como do *hardware* que os constituem.

Abordagem

Os elementos alvo de análise neste *Market Survey* foram inicialmente identificados numa SBS (*System Breakdown Structure*) genérica para UAS, que se pode observar na figura 1.

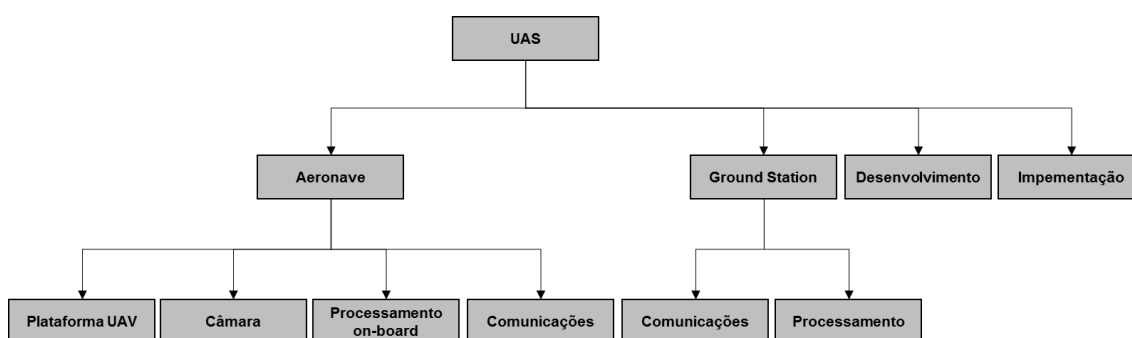


Figura 1 - System breakdown structure.

Após identificação dos elementos base de um sistema UAS, criam-se condições para uma análise individual de cada um dos constituintes deste sistema. Desta forma, e sendo esta uma competição que já conta com algumas edições em anos anteriores, será feito um levantamento das soluções anteriormente utilizadas, no que diz respeito aos diferentes tipos de plataformas das aeronaves, sistemas de comunicação, soluções de pilotos automáticos e estações base, plataformas de processamento de imagem e algoritmos de visão.

Para além das soluções já anteriormente utilizadas, será também feita uma pesquisa de soluções junto dos *sites* dos fabricantes de *hardware* de interesse, assim como do *software* e algoritmos.

Por último, é também importante identificar os principais critérios de avaliação neste estudo. O preço, desempenho, peso e popularidade em sistemas UAS são algumas das características de maior importância, analisadas ao longo deste documento.



Veículos aéreos não tripulados

Um UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) é definido como uma aeronave sem tripulação a bordo. Apesar de historicamente os UAVs serem aeronaves pilotadas de forma remota, o controlo autónomo é hoje em dia largamente utilizado. Assim, ainda que o alvo predominante deste tipo de tecnologia sejam as aplicações militares, é também crescente a sua utilização em todo o tipo de operações DDD (*Dirty, Dull and Dangerous*), sem que as suas missões e objetivos sejam postas em causa.

Plataformas

Existem diversos tipos de plataformas disponíveis como opção para este projeto. Neste capítulo são apresentadas as especificações básicas de um conjunto de modelos, juntamente com uma breve descrição de cada um.

Cularis

É um dos mais versáteis, principalmente devido à sua capacidade de planagem, de executar manobras rápidas e aterragens com elevada precisão.

Para além das boas características de voo, é também uma plataforma dotada de boa robustez e facilmente desmontável e transportável.

Especificações	
Material	Foam
Wing Span	2.61 m
Wing Area	0.55 m ²
Weight	1.68 Kg
Length	1.26 m
Wing Loading	3.5 Kg/m ²
Motor	Himax 3522-700 Brushless

Tabela 1 - Especificações Cularis.



Figura 2 - Modelo Cularis.

Sedona

Esta plataforma tem também boas características de voo, sendo capaz de planar e executar manobras com grande agilidade. As especificações como o peso, comprimento e as já referidas características de voo fazem com que este modelo uma boa opção para este projeto.

Especificações	
Wing Span	1.80 m
Weight	2.6 Kg
Length	1.47 m
Radio System	4 Channels w/ 4 Servos
Motor	NA

Tabela 2 - Especificações Sedona.



Figura 3 - Modelo Sedona.

Zagi – ZGO

Plataforma muito robusta e de extrema simplicidade. No entanto, não é um modelo capaz de planar, pelo que cairá em queda livre em caso de falha do motor.

Especificações	
Wing Span	1.219 m
Weight	0.65 Kg
Wing Loading	2.36 Kg/m ²
Airfoil	Semi-Symmetrical
Control	Aileron only

Tabela 3 - Especificações Zagi-ZGO.



Figura 4 - Modelo Zagi-ZGO.

X8

Partilha as principais características com o modelo Zagi-ZGO, tendo no entanto capacidade de planagem.

Especificações	
Wing Span	1.219 m
Weight	0.65 Kg
Wing Loading	2.36 Kg/m ²
Airfoil	Semi-Symmetrical, Reflexed
Control	Aileron only

Tabela 4 - Especificações X8.



Figura 5 - Modelo X8.

Easy Star

Modelo recomendado para iniciantes, devido à facilidade com que pode ser pilotado. É também ele um planador com boa estabilidade.

Especificações	
Material	Foam
Wing Span	1.37 m
Wing Area	0.24 m ²
Weight	0.680 Kg
Length	0.86 m
Wing Loading	3.28 Kg/m ²

Tabela 5 - Especificações Easy Star.



Figura 6 - Modelo Easy Star.

Piloto Automático

O piloto automático é um sistema utilizado para que a aeronave possa voar sem intervenção humana, e que integra as componentes de *hardware* e *software*. Desta forma, a responsável pela pilotagem automática é uma das que mais exige um estudo cuidadoso das soluções existentes.

Assim, neste capítulo será feita uma análise comparativa tendo por base as tecnologias mais frequentemente utilizadas nesta competição em anos anteriores e atualmente existentes no mercado.

Como primeira análise, é possível observar o preço médio de um conjunto de 5 pilotos automáticos, assim como a licença de *software* de cada um deles.

	ArduPilot Mega 2.5	Paparazzi	Piccolo SL	Procerus Kestrel	MicroPilot MP2028 ⁹
Preço	~250€	~500€	~4200€	~3600€	~4400€
Licença de software	Livre	Livre	Proprietária	Proprietária	Proprietária

Tabela 6 - Comparação entre alguns modelos de pilotos automáticos.

Tendo em conta que todos os pilotos automáticos da tabela 6 possuem os requisitos impostos pela competição, a escolha deverá ser fortemente influenciada pelo preço e plataforma.

Através de uma simples análise à tabela 6 é possível verificar que o preço das soluções com licença de *software* livre é consideravelmente inferior. De facto, a diminuição do preço dos sensores e restante *hardware* teve como consequência um aumento da investigação na área, levando ao aparecimento de plataformas livres com grande flexibilidade, em *software* e *hardware*.

Paparazzi Vs. ArduPilot

ArduPilot

Este piloto automático é um dos mais utilizados, tendo feito parte do projeto vencedor do *2012 Outback Challenge UAV competition*. Mesmo sendo um modelo com licença de *software* livre a preço reduzido, as suas características e funcionalidades permitem que todos os requisitos impostos pela competição possam ser cumpridos.

A já referida flexibilidade de *hardware* em modelos com licença de *software* livre verifica-se neste modelo. De facto, a unidade de GPS e o *kit* de telemetria são vendidos separadamente e essenciais para este projeto.

Paparazzi

Existem várias versões, sendo Paparazzi Lisa/M o modelo alvo de comparação [1]. Este modelo combina os sensores infravermelhos com o módulo GPS para conseguir um controlo de voo estável, e corre um filtro Kalman que possibilita uma rápida estimação da posição baseada nas coordenadas GPS. Tal como o ArduPilot, possui as funcionalidades obrigatórias para este projeto. No entanto, este piloto automático não é capaz de manter a velocidade da melhor forma, devido à falta do sensor de pressão dinâmica (opcional).

Na tabela 7 podem ser observadas as principais características destes dois modelos.

	Paparazzi	ArduPilot
Language	C	Arduino (C/C++)
Platform	ARM Linux	Arduino e WIP ARM RTOS
Main Board	Lisa, Twig/Twoog	ArduPilot Mega
Flight Platforms		
Fixed wind	Yes	Yes
Single rotor	-	Yes
Dual/Tri rotor	Yes	Yes
Quad rotor	Yes	Yes
Sensors		
Barometer	Yes	Yes
Magnetometer	Yes	Yes
Ultrasonic range	Yes	Yes
Air speed	-	Yes
Battery	Yes	Yes
GPS	Yes	Yes
Optic flow	No	Yes
Flight modes		
Acrobatic	No	Yes
Stable	Yes	Yes
Super stable	No	Yes
In-flight		
Waypoint navigation	Yes	Yes
Direction hold	Yes	Yes
Position hold	Yes	Yes
Altitude hold, barometer	Yes	Yes
Altitude hold, sonar	Yes	Yes
Auto take-off	Yes	Yes
Auto descend	Yes	Yes
Auto land	Yes	Yes
Wireless		
XBee, telemetry	Yes	Yes
XBee, control	Yes	Yes
WIFI, telemetry/control	Yes	No

Tabela 7 - Paparazzi Vs. ArduPilot

Procerus Kestrel

Especialmente desenhado para pequenos ou micro UAV, este modelo pesa apenas 16.7 gramas. Inclui sensores de pressão dinâmica e estática, magnetómetros de 2 eixos, acelerómetros de 3 eixos, entre outros.

Os algoritmos de controlo de voo presentes neste piloto automático recorrem ao tradicional controlo PID, sendo os seus parâmetros ajustáveis em tempo real durante o voo. Para além destas características, tem também integrado *software* capaz de verificar o estado dos sensores antes do voo e outras proteções de segurança.

MicroPilot 2028^g

O conjunto de sensores disponíveis neste piloto automático é em tudo semelhante ao do Kestrel, com a exceção de não ter magnetómetro. O módulo de GPS já vem integrado, não sendo no entanto uma vantagem. Uma vez que a proximidade do módulo GPS da restante eletrónica é maior, a interferência eletromagnética será superior, podendo causar maiores erros de posição.

Piccolo SL

Também dotado dos sensores disponíveis nos modelos Kestrel e MicroPilot, tem ainda a possibilidade de configurar os seus sensores para que possam ser corrigidos erros de *offset*, orientação, entre outros.

Das todas as soluções apresentadas, este é o modelo mais utilizado em versões anteriores da competição UAS Challenge.

Procerus Kestrel Vs. MicroPilot 2028^g Vs. Piccolo SL

As principais funções de cada um destes pilotos automáticos podem ser analisadas na tabela 8.

	Kestrel	MP 2028 ^g	Piccolo SL
Waypoint Navigation	Yes	Yes	Yes
Auto-takeoff/Landing	Yes	Yes	Yes
Altitude Hold	Yes	Yes	Yes
Air Speed Hold	Yes	Yes	Yes
Multi-UAV Support	Yes	No	Yes
Attitude Control Loop	-	30Hz	-
Servo Control Rate	-	50Hz	-
Telemetry Rate	-	5Hz	25Hz
Onboard Log Rate	<100Hz	5Hz	-

Tabela 8 - Kestrel Vs. MP2028 Vs. Piccolo SL - Funções.

Como já foi referido, todas estas soluções têm especificações que permitem cumprir os requisitos da competição. Desta forma, torna-se importante fazer uma análise a outros aspetos,

como as especificações físicas e a gama dos sensores. As tabelas 8 e 9 permitem perceber as principais diferenças destes três modelos nesses aspetos.

	Kestrel 2.2	MP 2028^g	Piccolo SL
Size (cm)	5.08*3.5*1.2	10*4*1.5	13*5.9*1.9
Weight (g)	16.7	28	45
Consumption (W)	2.5	0.78	4
DC In (V)	6-16.5	4.2-26	4.8-24
CPU	29MHz	3MIPS	40MHz
Memory (K)	512	-	448

Tabela 9 - Kestrel Vs. MP2028 Vs. Piccolo SL - Especificações.

	Kestrel 2.2	MP 2028^g	Piccolo SL
Operating Temperature (°C)	-40 ~ +85	-	-40 ~ +85
Max. Angular Rate (Deg/S)	±300	±150	-
Max Acceleration (g)	±10	±2	-
Max Magnetometer (G)	±1	-	-
Altitude (m)	-13.7 ~ 3414	0 ~ 12000	-
Air Speed (mile/hour)	0 ~ 130	0 ~ 311	-

Tabela 10 - Kestrel Vs. MP2028 Vs. Piccolo SL - Gama de sensores.

Conclusão

A plataforma física de um UAV tem por norma um espaço limitado, o que faz com que aspetos como o peso, tamanho e consumo do piloto automático sejam de extrema importância. No entanto, e sendo este um projeto de carácter académico, o preço final do produto deve ter um peso significativo na escolha. Os modelos Kestrel 2.2, MP 2028^g e Piccolo SL estão numa gama de preços muito superior à das opções com licença de *software* livre, pelo que nenhum deles é opção para este projeto.

Assim, o ArduPilot Mega 2.5 é o modelo escolhido, não só pelo baixo preço e características, mas também pelas provas dadas em projetos semelhantes.



Comunicações

A aeronave e estação de controlo devem comunicar recorrendo a tecnologias sem fios, pelo que é necessário fazer um levantamento das soluções existentes nesse domínio e aplicáveis neste projeto.

A quantidade de canais de comunicação necessários para este projeto está dependente do processamento de imagem feito pelo sistema, podendo ser necessária uma transmissão de vídeo da aeronave para a estação base, para posterior processamento.

Assim, torna-se necessário analisar soluções para as seguintes comunicações:

- Comunicações Piloto automático/Estação base
- Transmissão de vídeo

A melhor opção será utilizar a comunicações *Wireless* com o protocolo *Wi-Fi*. Assim consegue-se amplificar o sinal para grandes distâncias e obter uma transferência de dados rápida.

A norma *Wi-Fi* (norma 802.11n) funciona na banda de frequência de 2.4GHz ou 5 GHz, usa uma largura de banda de 20 ou 40MHz e consegue atingir a velocidade máxima de 300 ou 600Mbit/s, respetivamente. Utiliza o método de transmissão MIMO-OFDM e o alcance é de 250m. Outra possibilidade seria a norma 802.11b que funciona com uma frequência de 2,4GHz atingindo uma capacidade (teórica) de 11 Mbit/s e utiliza DSSS (*Direct Sequency Spread Spectrum* – Sequência Direta de Espalhamento de Espectro) para conseguir diminuir a interferência, mas o seu alcance é 140m no exterior.

Sendo assim, irá ser utilizado a norma 802.11n, pois o material para a mesma já se encontra disponível, não sendo assim necessário utilizar recursos monetários para a sua aquisição.

Estação base

A estação base será a responsável pelo controlo em terra da aeronave, pelo acompanhamento da evolução da missão, recolha e monitorização de dados, entre outras tarefas de elevada importância.

Existem diversas alternativas e soluções no mercado, incluindo as de alguns fabricantes de pilotos automáticos que disponibilizam *software* para interação com os seus produtos.

As estações base mais usadas estão diretamente ligadas ao piloto automático utilizado no avião (Piccolo e Paparazzi), existindo também *software* de plataforma livre que apresentam boas características com um preço reduzido como os da Paparazzi, Qground Control, OpenPilot e Happy Killmore.

Processamento de imagem – Hardware

Para que os requisitos associados ao *UAS Challenge* possam ser cumpridos, é necessário utilizar uma unidade capaz de processar as imagens captadas, executando os algoritmos inerentes a esse processamento.

Este processamento pode ser feito em terra, na estação base, ou a bordo da aeronave. Estas duas soluções apresentam vantagens e desvantagens em determinados parâmetros, como a influência no peso da aeronave, a resolução, complexidade, entre outros.

Para se proceder a uma escolha, tem de se ter em conta alguns fatores importantes, tais como, a capacidade de processamento e o consumo energético, não desprezando, a capacidade de trabalho simultâneo entre subsistemas, dimensões ou peso.

PandaBoard

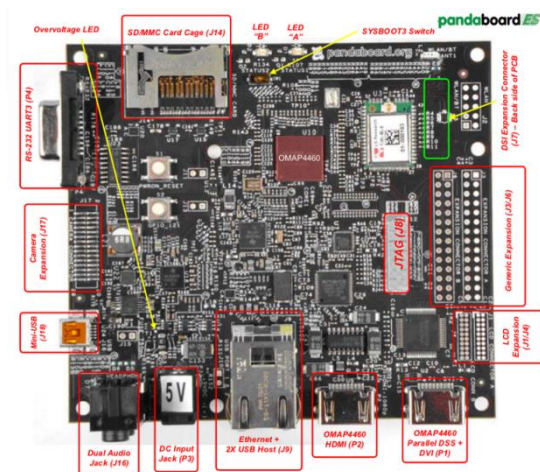


Figura 7 - Pandaboard.

Esta unidade associa um processador dual-core a um suporte de imagens em Full HD. Suporta ainda *software* baseado em Linux. Permite a realização de comunicações Ethernet, WIFI e Bluetooth e possui um *slot* para a ligação de uma câmara. As especificações deste modelo podem ser observadas na tabela seguinte:

Especificações	
Processador	<ul style="list-style-type: none"> Dual-core ARM Cortex -A9 MPCore com multiprocessamento simétrico (SMP), com 1 GHz em cada núcleo. Codificação/descodificação de vídeo multi-padrão em Full HD (1080p) Núcleo gráfico POWERVR SGX540 que suporta as principais API's incluindo OpenGL ES v2.0, OpenGL ES v1.1, OpenVG v1.1 and EGL v1.3. Low power audio
Display	<ul style="list-style-type: none"> Conector HDMI v1.3 (Tipo A) para acionar monitores HD Conector DVI-D (pode ter uma segunda exibição, exibição simultânea; requer adaptador HDMI para DVI-D)

	<ul style="list-style-type: none"> • Slot expansível para LCD
Memória	<ul style="list-style-type: none"> • 1 GB RAM DDR2 de baixa potência • Abertura de tamanho total de cartão SD/MMC com suporte para cartões High-Speed & High-Capacity SD
Audio	<ul style="list-style-type: none"> • 3.5" Audio in/out • HDMI Audio out
Expansão	<ul style="list-style-type: none"> • 1x porta USB 2.0 de alta velocidade On-the-go • 2x portas USB 2.0 de alta velocidade • Slot expansível para uso geral (I2C, GPMC, USB, MMC, DSS, ETM) • Slot expansível para câmara • Expansão de sinal LCD usando um conjunto de resistências
Conectividade	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet 10/100 onboard • Wireless 802.11 b/g/n (baseado em WiLink™ 6.0) • Bluetooth® v2.1 + EDR (baseado em WiLink™ 6.0)
Debug	<ul style="list-style-type: none"> • JTAG • UART/RS-232 • 2 LEDs de estado (configurável) • 1 botão GPIO
Dimensões	<ul style="list-style-type: none"> • Altura: 4,5 "(114,3 milímetros) • Largura: 4.0 "(101.6 mm) • Peso: 74 gramas
Preço	<ul style="list-style-type: none"> • 133.5 €

Tabela 11 - Especificações PandaBoard.

Waysmall Silverlode, Gumstix

Sistema com baixo consumo de potência. Corre Ubuntu a 800MHz, com 512MB de RAM e 512MB NAND, uma 8GB Flash Drive, USB Host de alta velocidade, vídeo DVI-D e Ethernet 10/100 Mbps. As especificações deste sistema, ilustrado na figura 9, podem ser observadas na tabela 13.



Figura 8 - Waysmall Silverlode.

Especificações	
2 x 70-pin AVX connectors	Included
40-pin header	Not populated
Architecture	ARM Cortex-A8
Battery conector	Battery holder for 6mm rechargeable coin
Camera Connector	27-pin connector for camera signals
Case Mounting Holes	Four (4) x #2 mounting holes
COM Mounting Holes	Four (4) x #0 mounting holes
DVI-D (HDMI)	HDMI
Height	1.8 cm (0.71 inches)

Length	11.0 cm (4.3 inches)
NAND	512 MB
Overo	In the Overo series
Performance	Up to 2,000 Dhrystone MIPS
Power	5V wall adapter
Processor	Texas Instruments OMAP3703
Processor Speed	1 GHz (Recommended @ 800MHz)
RAM	512 MB
Stereo Audio	Stereo Audio In /Out jacks
USB Console	Included
USB Host	Included
USB OTG	Included
Width	4.4 cm (1.73 inches)
Temperature Rating	0°C<T<70°C
Preço	147.221 €

Tabela 12 - Especificações Waysmall Silverlode.

eBox 3300MX

Verifica-se a existência de vários modelos deste sistema, destacando-se o eBox 3300MX pelas suas características. Trata-se de um mini-computador com um processador de 1GHz e 512MB de memória RAM que permite executar o *software* de imagem *LabView* numa versão do Windows XP. As especificações deste sistema, ilustrado na figura 10, podem ser observadas na tabela 14.

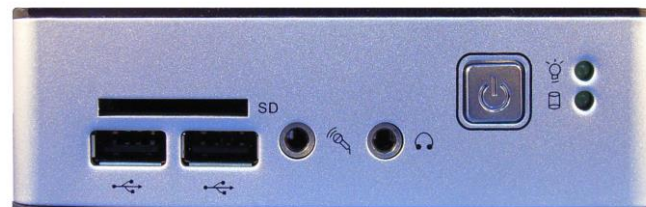


Figura 9 - eBox 3300MX.

Especificações	
<ul style="list-style-type: none"> • Processador de 1GHz • RAM: 512 MB • Chip integrado de processamento gráfico • VESA mounting hole support • MSTI PMX-1000 • Onboard 512 MB DDR2 • SD boot • 3 X USB V2.0 port (2 in front) • 10/100Mbps LAN • Audio • PXE diskless boot • 3 x RS-232 (optional) • 1 x RS-422 (optional) • 1 x RS-485 (optional) • 24 bit GPIO (optional) • Mini PCI socket (optional) • Wireless LAN (optional) • 2.5" SATA Hard Disk installation support (option) • Ultra Low Power • Power: DC +8V ~ +15V • Preço: 116.888 € 	

Tabela 13 - Especificações eBox 3300MX.

Na tabela seguinte apresentam-se as diferenças entre alguns dos vários modelos existentes:

	M	H	C	C22	C85	T
Processor	MSTI PMX-1000 (1GHz)					
Memory	Onboard 512MB DDR2					
VGA	Integrated Graphics Chip / D-Sub 15-pin					Integrated Graphics Chip / RCA Jack
Ethernet	10/100 Mbps LAN (RJ-45 connector) Built-in PXE diskless boot function					
USB	External : 3 ports (2 in the front) Internal : 1 port (reserve for USB Dongle)					
Audio	Mic in and Line out					
GPIO	N/A					
SD Slot	1X					
SATA**	N/A	1x	N/A	N/A	N/A	1x
PS2	PS/2 for Keyboard/Mouse x 1					
RS-232	N/A	N/A	3x	2x	2x	3x
RS-422	N/A	N/A		1x		
RS-485	N/A	N/A			1x	
Power	DC +8V ~ +15V					
Dimensions	115 x 115 x 35 mm					
Weight	500g					
Operation Temp.	5 ~ 50 °C					

Tabela 14 - Comparação entre diferentes modelos da série 3300MX.

Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um computador baseado num *system on a chip* (SoC) Broadcom BCM2835,7 que inclui um processador ARM1176JZF-S de 700 MHz, GPU VideoCore IV, e 512 MB de memória RAM. O projeto não inclui uma memória não-volátil - como um disco rígido - mas possui uma entrada de cartão SD para armazenamento de dados.

Existem, atualmente, dois modelos: Modelo A e Modelo B. A grande diferença entre ambos é que o Modelo B possui um controlador Ethernet e duas portas USB, enquanto o Modelo A possui apenas uma porta USB e nenhuma porta Ethernet. No entanto, o Modelo A pode ser conectado à internet através de um adaptador USB de Ethernet ou Wi-Fi.



Figura 10 - Raspberry Pi.

Especificações		
	Modelo A	Modelo B
SoC	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, e SDRAM)	
CPU	700 MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family)	
GPU	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p30 decodificador h.264/MPEG-4 AVC	
Memória (SDRAM)	512 MB (compartilhada com GPU)	
Portas USB 2.0	1	2 (via hub USB integrado)
Saídas de vídeo	RCA Composto (PAL & NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4) , Painéis LCD via DSI 14 resoluções HDMI de 640x350 à 1920x1200 mais diversos padrões PAL e NTSC.	
Saídas de áudio	Conector de 3.5 mm, HDMI	
Armazenamento onboard:9	SD / MMC / slot para cartão SDIO	
Rede onboard	Nenhuma	10/100 Ethernet (RJ45)
Periféricos de baixo nível:	8 x GPIO, UART, I ² C, SPI com dois seletores de chip, +3.3 V, +5 V, terra	
Power ratings:	500 mA (2.5 W)	700 mA (3.5 W)
Fonte de energia	5 volt via MicroUSB ou header GPIO	
Tamanho	85,60 mm x 53,98 mm	
Sistemas Operativos	Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux, Raspbian, RISC OS	
Imagem	Alta resolução (1080p e H264)	
Preço	Ronda os 20 €.	

Tabela 15 - Especificações Raspberry Pi.

IGEPv2 Embedded Computing Platform

O IGEPv2 é um sistema embebido, que tem como grande vantagem a sua flexibilidade na escolha da plataforma a usar, sendo a sua grande desvantagem a impossibilidade de executar a plataforma Windows.



Figura 11 - IGEPv2.

Especificações	
Processor	<ul style="list-style-type: none"> • Texas Instruments OMAP3530 or DM3730 multicore processor • 720 MHz (OMAP3530) or 1 GHz (DM3730) ARMv7 Cortex-A8 CPU[1] • NEON SIMD coprocessor • 110 MHz (OMAP3530)[2] or 200 MHz (DM3730)[3] Imagination Technologies PowerVR SGX530 graphics core • IVA2.2 image, video, audio accelerator sub-system • 520 MHz (OMAP3530)[2] or 800 MHz (DM3730)[3] TMS320C64x+ DSP core • 512MB of NAND flash memory • 512MB of LPDDR SDRAM @ 200 MHz
Peripheral connections	<ul style="list-style-type: none"> • Mini AB USB 2.0 OTG host/slave port • Type A USB 2.0 host port • DVI-D out port using HDMI connector • microSD slot with support for SD and SDHC cards • Integrated WiFi IEEE 802.11b/g and Bluetooth 2.0 antenna • Ethernet 10/100 Mb port • 3.5mm standard stereo in and out jacks
Power	<ul style="list-style-type: none"> • 5 V via 3.5 mm barrel DC connector (AC adapter available) • JST connector also supported
Other Expansions	<ul style="list-style-type: none"> • Two bicolor user programmable LEDs • RS-485 with transceiver • UART, McBSP, McSPI, I2C, GPIO • Keyboard button matrix
Debug	<ul style="list-style-type: none"> • Console RS-232 port • JTAG Interface
Dimensions	<ul style="list-style-type: none"> • 93x65 mm (3.6x2.5 inches)
Preço	<ul style="list-style-type: none"> • 495.00 €

Tabela 16 - Especificações IGEPv2.

BeagleBoard

BeagleBoard é um computador de placa única, classificada como *hardware* livre. Este equipamento destaca-se pela portabilidade e baixo consumo (2 watts). Permite conexões, tais como, S-Video, Ethernet, MicroSD/MMC, entrada e saída Estéreo, RS-232. Funciona com os sistemas: Android, Angstrom Linux, Fedora, Ubuntu, Gentoo, Arch Linux ARM, Maemo Linux, Windows CE e RISC OS.



Figura 12 - BeagleBoard.

Especificações	
Processor	<ul style="list-style-type: none"> • Processor TI DM3730 Processor - 1 GHz ARM Cortex-A8 core • 'HD capable' TMS320C64x+ core (800 MHz up to 720p @30 fps)[13] • Imagination Technologies PowerVR SGX 2D/3D graphics processor supporting dual independent displays[8] • 512 MB LPDDR RAM[13] • 4 GB microSD card supplied with the BeagleBoard-xM and loaded with The Angstrom Distribution
Peripheral connections	<ul style="list-style-type: none"> • DVI-D (HDMI connector chosen for size - maximum resolution is 1400x1050) • S-Video • USB OTG (mini AB) • 4 USB ports • Ethernet port • MicroSD/MMC card slot • Stereo in and out jacks • RS-232 port • JTAG connector • Power socket (5 V barrel connector type) • Camera port • Expansion port
Development	<ul style="list-style-type: none"> • Boot code stored on the uSD card • Boot from uSD/MMC only • Alternative Boot source button. • Has been demonstrated using Android,[16] Angstrom Linux,[17] Fedora, Ubuntu, Gentoo,[18] Arch Linux ARM[19] and Maemo Linux distributions,[20] FreeBSD,[27] the Windows CE operating system,[21] and RISC OS.
Preço	<ul style="list-style-type: none"> • De 33.3 € a 92.4 €

Tabela 17 - Especificações BeagleBoard.

Uma vez mais, como existem vários modelos segue uma breve comparação:

Modelo	BeagleBone Black	BeagleBone	BeagleBoard-xM	BeagleBoard
SoC	TI AM3359	TI AM3358/9	TI DM3730	TI OMAP3530
CPU	1 GHz ARM Cortex-A8	720 MHz ARM Cortex-A8	1 GHz ARM Cortex-A8	720 MHz ARM Cortex-A8
GPU	PowerVR SGX530	PowerVR SGX530	Unspecified PowerVR SGX, TMS320C64x+ DSP	Unspecified PowerVR SGX
Memory	512 MB DDR3 (2GB on-board flash version available)	256 MB DDR2	512 MB DDR2	256 KB L2 cache
Video outputs	microHDMI, cape add-ons	cape add-ons	DVI-D, S-Video	DVI-D, S-Video
Audio outputs	microHDMI, cape add-ons	cape add-ons	3.5 mm stereo jack	3.5 mm stereo jack
Low-level peripherals	4x UART, 8x PWM, LCD, GPMC, MMC1, 2x SPI, 2x I2C, A/D Converter, 2xCAN Bus, 4 Timers	4x UART, 8x PWM, LCD, GPMC, MMC1, 2x SPI, 2x I2C, A/D Converter, 2xCAN Bus, 4 Timers, FTDI USB to Serial, JTAG via USB	McBSP, DSS, I2C, UART, LCD, McSPI, PWM, JTAG, Camera Interface	McBSP, DSS, I2C, UART, McSPI, PWM, JTAG
Size	86.40 mm x 53.3 mm (3.402 in x 2.10 in)	-	-	-
Weight	39.68 g (1.400 oz)[34]	-	-	-
Operating systems	Out-of-the-box in distributions like Fedora Core. Android (code named rowboat), Ubuntu, openSUSE and Ångström. The board also supports other OSes such as FreeBSD, OpenBSD, QNX, MINIX 3, and Windows Embedded.			

Tabela 18 - Comparação entre diferentes modelos BeagleBoard.

EMP3530/03-SDK Media Development Platform



Figura 13 - EMP 3530/03.

O seu *hardware* integra um processador Cortex™-A8 ARM de alto desempenho junto com TMS320C64x™, tecnologia de processamento de sinal digital de DSP e aceleração multimédia para imagens, vídeo e gráficos. Oferece grandes vantagens técnicas em vídeo / imagem / áudio, codificação / decodificação, análise de vídeo, processamento de imagem, processamento de som, e tem a capacidade de vídeo HD 720p. Esta plataforma foi projetada para aplicações que exigem rapidez.

Especificações	
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • TI OMAP3530 Dual Core processor with ARM Cortex-A8 and C64X+ DSP 600MHz processor (fanless) • 256MB DDR SDRAM • 256MB NAND Flash • Digital DVI-D video out for High Definition Display Panel convertible to HDMI with optional adapter cable (display resolution up to 720p) • Component video out (display resolution up to 720p) • Analog Composite video out (NTSC/PAL) • Stereo speaker output or Audio line out (using jumper) • SD card slot • 10/100 Ethernet port (RJ45) • SATA hard drive supported with internal USB to SATA controller • IR motion sensor • Real Time clock with coin cell battery backup • RS232 port • PCB dimensions: 150mm X 190mm • Options of expansion board (sold separately): <ol style="list-style-type: none"> 1. 1 USB wireless comm port (choice of USB WiFi or 3.5G GSM modem)* 2. Up to 8 USB ports for connection to USB RFID readers
Software	<ul style="list-style-type: none"> • LEOs® Linux Embedded OS onboard • Codecs available (licensing required) • LEOs® Media Player 1.0 Engine (licensing required)
Operating Systems	<ul style="list-style-type: none"> • Windows CE • Android

Tabela 19 - Especificações EMP35030/03.

Conclusão

Em seguida, é apresentada uma breve comparação entre as várias plataformas, no que diz respeito às principais características que influenciam a escolha da mesma. Uma vez que, as opções expostas apresentam os requisitos necessários para a competição, os fatores que se devem ter em conta para a escolha são a capacidade de processamento, o preço, o consumo de potência e o peso. Outros fatores, não menos importantes (p/ exemplo, a possibilidade de ligação Ethernet e WIFI, a possibilidade de ligação de uma câmara, etc.), não são tidos em conta nesta comparação, pois todas as opções apresentadas possuem valências semelhantes.

	Processamento	Peso (g)	Preço (€)	Consumo (W)
PandaBoard	Dual-core (1GHz)	74	133.5	< 4
PandaBoard ES	Dual-core (2GHz)	81,5	134.7	≈4
Waysmall Silverlode, Gumstix	Texas Instruments OMAP3703 (1GHz)	-	147.2	2.5
eBox 3300MX	Vortex86MX SoC (1GHz)	500	116.9	10
Raspeberry Pi	Broadcom BCM2835 (700MHz Single-core)	45	20,63	> 2.5 e < 3.5
IGEPv2 Embedded Computing Platform	Texas Instruments OMAP3530 or DM3730 multicore (700MHz ou 1GHz)	170	188.0	> 3.75 e < 3.9
BeagleBoard	Processor TI DM3730 (De 720 MHZ a 1GHz)	37	De 33.3 a 92.4	> 6 e < 10 W
EMP3530/03-SDK	TI OMAP3530 Dual Core (600MHz)	-	-	-

Tabela 20 - Comparação do Hardware para processamento de imagem

Após uma breve análise, conclui-se que, relativamente ao consumo, todas apresentam um valor dentro de uma gama baixa. Quanto aos restantes fatores, as diferenças são significativas. Analisando o quadro de cima, conclui-se o seguinte:

- Quanto à capacidade de processamento, a PandaBoard ES seria a melhor escolha.
- Relativamente ao peso, a Raspeberry Pi e a BeagleBoard são as plataformas que apresentam mais vantagens.
- A eBox 3300MX tem uma massa muito superior às restantes o que a torna um pouco imprópria para a aplicação.
- A IGEPv2 tem um preço elevado, comparada com as outras.

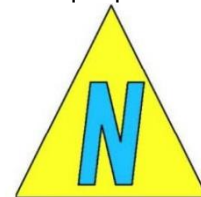
Concluindo, a melhor opção divide-se entre a Raspeberry Pi e a BeagleBoard. Como na FEUP existe a BeagleBoard, e esta apresenta ligeiras vantagens relativamente à Raspeberry Pi, esta plataforma é a melhor escolha.

Visão – Hardware

O veículo terá de ter a capacidade de examinar o solo em busca de alvos. Para isso é necessário a captura de imagens e sua posterior análise. Para a escolha da câmara de vídeo/fotográfica é essencial saber que tipo de imagens se vão capturar e para que fim. Pela análise dos requisitos da competição é possível adquirir essa informação.

De acordo com o *hardware* de processamento escolhido, a comunicação/ligação ideal entre a câmara e esse equipamento é de formato USB. Essa ligação pode também ser realizada por protocolo IP, sendo esta opção excluída devido a fraca qualidade de imagem que estas câmaras oferecem. Foram igualmente excluídas as câmaras que utilizem outros protocolos de comunicação, como o Wi-Fi, pois para além do elevado preço, não oferece nenhuma vantagem (irá ser usado único canal de comunicação entre a estação base e o UAS) comparativamente. Se o único fator a ter em atenção for a qualidade de imagem, facilmente optaríamos por uma câmara fotográfica DSLR que permite distâncias focais muito longas permitindo ter uma resolução e nitidez de imagens quase perfeitas, mas estas câmaras acarretam desvantagens: tamanho, peso e preço. Segue-se uma breve introdução teórica para que se possa perceber alguns conceitos que irão influenciar a escolha da câmara.

O veículo terá de conseguir identificar alvos sobrevoando a uma altitude que pode variar entre 30 e 230 metros. Os alvos irão ter formas e tamanhos muito específicos. As dimensões dos alvos variam entre 0.6 e 2.44 metros (largura/altura). O alfanumérico contido no alvo possui entre 50 e 90% da largura/altura do tamanho total do alvo (no mínimo 0.3 metros) e espessura de 5 a 15 centímetros.



Portanto, para determinar qual o melhor tipo de câmara será necessário abordar mais conceitos além da resolução da imagem. A abertura da lente, distância focal e ângulo de visão são fatores a ter em conta pois a distância de captura das imagens é significativa (máximo 230 metros). Para estimar a área que a imagem “cobre” é possível usar a seguinte fórmula:

$$\text{dimensão cena} = \frac{\text{dimensão sensor} * \text{distância}}{\text{distância focal}}$$

Por vezes é difícil encontrar informação técnica de certos produtos, portanto a “dimensão da cena” também pode ser calculado da seguinte forma:

$$\text{dimensão cena} = 2 * \text{distância} * \tan \frac{FOV}{2}$$

- Distância – corresponde a altura que o UAS se encontra do solo, neste caso será no máximo 230 metros;
- Distância focal e dimensão do sensor – são características da câmara;
- FOV – “field of view” (ângulo de visão);
- Dimensão cena – corresponde a uma das dimensões (comprimento ou largura) da área coberta pela imagem captada.

A figura 14 ajuda a perceber estes conceitos.

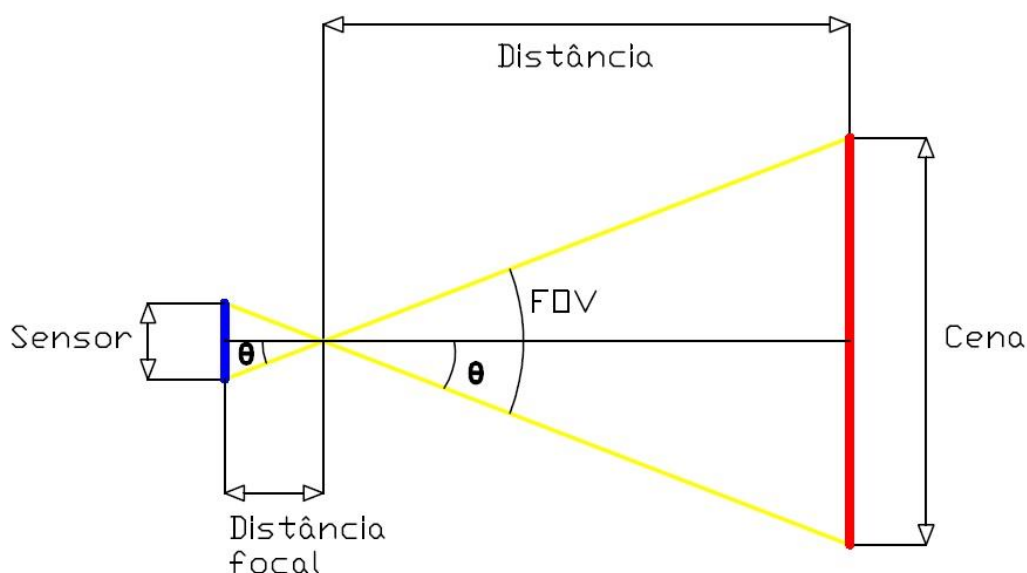


Figura 14 - Figura ilustrativa dos conceitos.

Webcams

Este tipo de câmaras comportam características interessantes para o projeto a ser desenvolvido. O seu custo reduzido e facilidade de utilização em diferentes panoramas ditam as principais vantagens destas câmaras USB. Por outro lado, como foram desenvolvidas para captar imagens a curta distância têm uma amplitude de captação grande, o que implica uma desvantagem. A grande maioria das “webcam HD” são muito semelhantes, abaixo encontra-se uma tabela de comparação entre as três mais indicadas que se encontram no mercado.

Especificações	Logitech HD Pro Webcam C910	Crative Live Cam Socialize 1080	Microsoft LifeCam Studio
Resolução Imagem	5MP	2MP	2MP
Resol interpolação	15MP	12MP	5MP
Resolução Vídeo	2MP	2MP	2MP
FOV	83°	75°	75°
Diâmetro Sensor	1/ 2,5"	1/3"	1/ 3.2"
Imagem Sensor	7,182mm	6mm	5.68mm
Distância focal	4.3mm	4.4mm	4,5mm
Tipo de Focagem	Auto	Auto	Auto
Dimens Img a 230m	~395m	~336m	~321m
ppcm*	127	60	62
Preço	€115	€450	€60

Tabela 21 - Tabela comparativa de vários modelos de webcam.

*ppcm – pixels por centímetro (neste caso a conta foi feita ao tamanho da imagem e dimensão real da cena fotografada).



Figura 15 - Logitech C910.



Figura 16 - Creative Socialize 1080



Figura 17 - Microsoft LifeCam.

A Logitech HD Pro Webcam C910 apesar de não ser a mais apelativa no âmbito do preço, apresenta uma qualidade de imagem superior, como podemos ver no campo ppcm.

Câmaras “desportivas”

Com este tipo de câmaras é conseguida uma versatilidade enorme devido ao reduzido tamanho, robustez e qualidade de vídeo.

Especificações	GoPro Hero3 Black Edition	Contour Roam2	Sony HDR-AS15 Actioncam	Isaw A2 ACE
Resolução Imagem	12MP	5MP	12MP	3.5MP
Resolução Vídeo	3.7MP	2.1MP	2.1MP	2.1MP
FOV	170°	170°	170°	140°
Lente	f/2.8	f/2.8	f/2.8	f/2.0
Imagens por seg	30fps	30fps	30fps	7fps
Peso	350gr	154gr	227gr	680gr
Preço	€449.0	€199.99	€249.00	€176

Tabela 22 - Comparação entre alguns modelos de câmaras desportivas.



Figura 18 - GoPro Hero3.



Figura 19 - Contour Roam2.



Figura 20 - Sony HDR-AS15.



Figura 21 - Isaw A2 ACE.

O enorme ângulo de visão (~170°) que estas câmaras possuem produziria imagens (capturadas a 230m) de 5300m que prejudica a qualidade e detalhe das imagens capturadas. Este problema é facilmente contornável com a colocação de lentes (objetivas) que reduzem o ângulo de visão e aumentam a qualidade da focagem de acordo com o pretendido.

Destas quatro câmaras a melhor e mais popular é a GoPro Hero3 sendo capaz de captar imagens com 12MP de resolução e velocidade de captura de 30fps. Apesar das suas características superiores em comparação com os concorrentes diretos, a relação qualidade/preço é baixa, neste campo a Contour Roam2 e a Sony HDR-AS15 Actioncam apresentam valores mais aliciantes. Por outro lado a GoPro oferece uma quantidade mais diversificada de acessórios disponíveis do que as "rivais", o essencial, para o requisito funcional em questão, são as diferentes lentes que podem ser instaladas na GoPro. Conclui-se que entre as quatro a melhor opção, apesar do elevado preço, é a GoPro.

DSLR e Compact

Este tipo de câmaras digitais são muito usadas a nível doméstico e profissional devido a elevada qualidade e resolução. Aqui a oferta é vastíssima mas a escolha foi reduzida a três máquinas com preços razoáveis.

Especificações	Cannon EOS 1100D + EF-S 18-55 mm DC III	Olympus SP-620 UZ	Olympus VR-360
Resolução	12MP	16MP	16MP
Tipo	DSLR	Compact	Compact
ISO	100-6400	80-1600	80-1600
Distância focal	18 – 55mm	4.5 – 94.5mm	4.2 - 52.5 mm
Velocidade	3 fps	0.65 – 14 fps	0.6 – 7.2 fps
FOV	entre 74° a 27°	21x zoom óptico	12.5x zoom óptico
Dimens lmg a 230m	347m - 110m	394m – 19m	422m – 34m
ppcm	345 - 1091	406 - 8421	379 – 4706
Peso	495+200=695gr	435gr	172gr
Preço	€340	€145	€110

Tabela 23 - Comparação entre câmaras DSLR e Compact.

Como podemos ver na tabela 23 a melhor câmara em qualidade de imagem é a Cannon EOS 1100D. Este facto é facilmente explicado pelo tipo desta câmara: DSLR. As máquinas DSLR produzem muito pouco ruído nas suas capturas de imagens e por isso apresentam imagens com focagem e nitidez de elevada qualidade. Mas a apesar de ser a melhor em características técnicas de imagem, possui desvantagens que não podem ser ignoradas, nomeadamente, elevado peso, baixa velocidade de disparos contínuos e preço.

É óbvio que a Olympus SP-620 UZ é superior à Olympus VR-360 em quase todas as especificações, exceto peso, tamanho e preço. Devido a estes três fatores decidimos optar pela Olympus VR-360.



Figura 22 - Canon EOS 1100D.



Figura 23 - Olympus SP-620 UZ.



Figura 24 - Olympus VR-360.

Conclusão

Através das regras da competição “AUSVI SUAS Student Competition” é possível determinar a resolução das imagens a adquirir para posterior análise. Para isso foram ponderados vários tipos de câmaras e tecnologias a usar na captura de imagens: *WebCam*, câmaras desportivas e câmaras digitais SLR e compactas. Após análise das características de cada tipo e estudo de alguns exemplares que se encontram no mercado foi possível chegar a um modelo de máquina fotográfica ideal para o projeto a ser desenvolvido. Essa câmara é a Olympus VR-360 e apresenta particularidades adequadas como elevada resolução de imagem, velocidade de captura elevada, ângulo de visão variável, baixo peso e preço razoável.



Processamento de imagem

Ao nível do processamento de imagem o grupo decidiu em conjunto o uso da ferramenta *Matlab*, visto que vários elementos já haviam tido uma unidade curricular, para processamento de imagem em que trabalhavam com essa ferramenta o que facilita imenso uma primeira abordagem ao problema, sendo mais rápida a integração nesta parte do trabalho.

Este projeto baseia-se na aquisição e tratamento de imagens, recolhidas para identificação de objetos (alvos), através de câmaras fotográficas, presentes num avião que sobrevoará um terreno e captará imagens da área. Dever-se-á fazer a separação dos alvos, obtenção dos seus atributos, análise de classificadores dos alvos e fazer a sua catalogação.

Depois da aquisição das imagens poderá ser necessário um pequeno tratamento das mesmas devido a fatores externos, tais como: ruído de alta/baixa frequência, *aliasing*, uma distribuição espectral no histograma mal balanceada, tamanhos e aspetos irregulares; e como tal esses efeitos devem ser tratados com filtragem, reamostragem, redimensionando a tela, e outros processos que se apropriem à situação.

Os alvos a detetar têm formas e feitios distintos, pelo que devem ser identificados através da sua cor, textura, e formato, fazendo uma classificação através de um método baseado no algoritmo de Bayes por exemplo, algoritmo esse do conhecimento de elementos do grupo devido a unidades curriculares passadas.

Para que possam ser classificados, estes objetos devem ser agrupados por características: altura, área, perímetro, largura, simetria, convexidade, e outros; podendo-se para isso recorrer a métodos baseados em redes neuronais.

Possíveis Algoritmos

Transformada de Hough

Como é sabido, uma imagem computacional (digitalizada) engloba um conjunto de pontos com determinadas características, denominados *pixels*. A transformada de Hough possibilita mapear um *pixel* da imagem numa curva de parâmetros.

Este algoritmo vai percorrer um percurso em torno da imagem pretendida, identificando os contornos aí existentes e possibilitando a identificação da forma do alvo, que poderá ser quadrada, elíptica, circular entre outras formas.

Algoritmo artificial de colónia de abelhas

Algoritmo baseado em meta-heurística que replica o comportamento de abelhas, tentando identificar objetos - que é o ponto requerido - numa imagem usando o *Template Matching* (fazer uma correspondência). Esta é uma técnica bastante complexa, que com a



fotografia tirada vamos realizar uma correspondência com uma imagem de referência, tendo em conta as mudanças possíveis no ambiente em redor, iluminação, posição, tamanho e afins.

Este é um problema de otimização, utilizando ACA para correspondência de imagem tirada do alvo com a de referência, determinando a sua translação nos eixos das coordenadas (x,y), ângulos de rotação e fatores de escala. Vemos assim a complexidade e morosidade do método, usando para isso os métodos de otimização com meta-heurísticas.

Este algoritmo imita o padrão de voo das abelhas na otimização da procura de alimento, em longas distâncias e múltiplas direções, relacionando a melhor e ótima procura com a prosperidade da colmeia. Assim, este algoritmo vai procurando ajustar melhor forma de identificar padrões, adaptando as diferentes posições das imagens recolhidas, realizando iterações, até se chegar à ótima solução para o problema.

Conclui-se que, apesar de não necessitar de conhecimentos complexos de programação nem algoritmia, é um algoritmo muito pesado.

Aplicação de redes neuronais para identificação de objetos

Simulação do funcionamento do raciocínio humano, construindo algoritmos de aprendizagem computacional inteligente, capazes de compreender situações e saber como reagir, ou seja baseia-se na inteligência artificial; o algoritmo mais usado para treinar estas redes é o de “retro propagação”, que possibilita minimizar erros no sistema, erros esses que se baseiam no método do “gradiente descendente”.

Inicia-se o processo de treino das redes neuronais, dando pequenos valores aleatórios aos fatores definidos previamente. Seleciona-se um conjunto de treinos e aplicamos padrões à rede; obtendo-se uma saída; seguidamente calculamos a diferença entre a saída propriamente dita e o desvio que se obtém ou seja, um erro; ajusta-se os parâmetros da rede minimizando o erro; e repetimos estes passos, até obtermos um erro insignificante.

Metodologias Possíveis

Como referido acima na transformada de Hough podemos constatar que este processo vai ser realizado com um algoritmo de deteção de regiões, em que se desenvolvem modelos das regiões a identificar, e determinamos a probabilidade de um conjunto de *pixels* pertencer a uma determinada região e permitir assim identificar o objeto requerido. Usar-se-á ainda o método de correlação cruzada em que se rastreia uma característica específica e definida previamente e com a correlação cruzada da imagem encontrar semelhanças, com uma subimagem para análise, possibilitando a previsão da potencial localização do objeto, usando esta correlação a transformada de Fourier para processo. E finalmente poder-se-á usar um algoritmo de modelos



protótipos deformáveis, em que usamos o modelo parametrizado para identificar o objeto alfanumérico dentro do alvo circundante.

A vantagem destes métodos é que são simples de implementar na ferramenta *Matlab*, que será porventura a usada pelo grupo; fora esta ferramenta o processo torna-se muito complicado.



Bibliografia

- 1] "Paparazzi AutoPilot," [Online]. Available: <http://paparazzi.enac.fr/wiki/Lisa>.
- 2] "Undergraduate Students Unmanned Aerial Systems Competition," 2011. [Online]. Available: http://www.auvsi-seafarer.org/documents/2010RFP20090824_updated.pdf. [Accessed 10 2013].
- 3] "AUVSI Seafarer Chapter," [Online]. Available: <http://www.auvsi-seafarer.org/>. [Accessed 10 2013].
- 4] "APM - Multiplatform Autopilot," [Online]. Available: <http://ardupilot.com/>. [Accessed 10 2013].
- 5] "Piccolo SL," [Online]. Available: http://www.cloudcaptech.com/piccolo_sl.shtm. [Accessed 10 2013].
- 6] "Kestrel Flight Systems," [Online]. Available: <http://www.lockheedmartin.com/us/products/procerus/kestrel.html>. [Accessed 10 2013].
- 7] "MicroPilot," [Online]. Available: <http://www.micropilot.com/packages-mp2128g.htm>. [Accessed 10 2013].
- 8] "LSTS - Cularis," [Online]. Available: <http://lsts.fe.up.pt/vehicules/cularis>. [Accessed 10 2013].
- 9] "LSTS - X8," [Online]. Available: <http://lsts.fe.up.pt/vehicules/x8>. [Accessed 10 2013].
- 10] "Zagi-ZGO," [Online]. Available: <http://www.zagi.com/>. [Accessed 10 2013].
- 11] "Easy Star," [Online]. Available: <http://diydrones.com/profiles/blogs/705844:BlogPost:18211>. [Accessed 10 2013].
- 12] "<http://pandaboard.org/content/platform>," 11 10 2013. [Online].
- 13] "<https://store.gumstix.com/index.php/products/283/>," 11 10 2013. [Online].
- 14] "<http://www.compactpc.com.tw/ebox-3300MX.htm>," 11 10 2013. [Online].
- 15] "<http://www.empowertechnologies.com/emp35xsdk.html>," 11 10 2013. [Online].



16] "http://sites.poli.usp.br/org/sistemas.logisticos/pesquisa_destaque/algorithm_colonia_abelhas_%20clusteriza%C3%A7%C3%A3o.pdf," 12 10 2013. [Online].

"

17] http://sites.poli.usp.br/org/sistemas.logisticos/pesquisa_destaque/algorithm_colonia_abelhas_%20clusteriza%C3%A7%C3%A3o.pdf," 12 10 2013. [Online].

18] "http://stuff.storediudrones.com/APM_v25.pdf," 11 10 2013. [Online].

19] "<http://paparazzi.enac.fr/wiki/Autopilots>," 13 10 2013. [Online].