

Modelação 3D com imagens adquiridas por UAV



UAV - O QUE SÃO?

- Aeronave sem piloto a bordo, que pode ser remotamente controlada por um operador num posto de controlo no solo, ou completamente autónoma, com base em planos de voo pré-programados, ou ainda uma combinação de ambos.



UAV - APLICAÇÕES

GEOENGENHARIA

- MDT e MDS
- Cartografia
- Ortofotos
- Áreas, Volumes e Terraplanagens
- Monitorização e Inspeção de Infraestruturas
- Fotografia aérea
- Acompanhamento de Obra
- Etc...

UAV - APLICAÇÕES

MAIS ABRANGENTES

- Emergência e Avaliação de danos
- Vigilância
- Agricultura
- Ambiente
- Monitorização
- Meteorologia
- Turismo



UAV – VANTAGENS

- Podem voar em zonas normalmente inacessíveis:
 - áreas montanhosas
 - áreas vulcânicas
 - áreas desérticas
 - regiões sísmicas
 - zonas de inundações
 - zonas de acidentes ambientais e outros
 - zonas afetadas por incêndios
 - ...
- Voar abaixo das nuvens → Dados sem interferências → Aumento da qualidade da Cartografia
- Custos de aquisição e operação bastante reduzidos (comparados com sistemas tradicionais)

UAV- DESVANTAGENS (mais ou menos)

- Carga limitada (requerem sensores de baixo peso, max. 5 kg. Implica uso de câmaras de pequeno formato e mais imagens).
- Devido ao peso, principalmente dos UAV mais comumente utilizados, as plataformas são grandemente dependentes de condições atmosféricas como o vento.
- Baixa autonomia (< 3 horas).
- E conseqüentemente, cobrem pequenas áreas (alguns Km²).

Estado da arte*

- A evolução destes sistemas é rapidíssima
- Há dezenas de soluções comerciais (todos os meses surgem novos anúncios)
- Há centenas ou milhares de investigadores (todas as semanas surgem novos artigos científicos)
- Mercado que move já biliões de dólares (estima-se 91 biliões nos próximos 10 anos)
- As evoluções são em todos os aspetos significativas;
- em:
- -hardware: miniaturização dos componentes (câmara, GNSS, INS); robustez dos equipamentos; autonomia das plataformas; novos tipos de sensores incluídos nas plataformas (LIDAR, câmaras Multi/Hiperespetrais/Térmicas).
- -firmware: o software de controlo da plataforma oferece cada vez mais segurança e controlo da plataforma; comunicações cada vez mais fiáveis e com maior alcance.
- -software de processamento das imagens cada vez mais robusto acomodando as diversas configurações de voo.

* João Marnoto, 2013 “Sessão Técnica Veículos aéreos não tripulados (VANT) para produção de Informação Geográfica”. Ordem dos Engenheiros

UAV – TIPOS (Mini UAV)

ASA FIXA



ASA ROTATIVA



Combinação: SONGBIRD



UAV – ASA FIXA



Aerodinâmica mais eficiente →

Voos mais prolongados e mais velocidade →

mais área de levantamento por voo!

- Necessita de rampa de lançamento
- As aterragens podem ser complicadas
- Sensíveis aos ventos (velocidades de menos de 12m/s)

UAV – ASA ROTATIVA



Capacidade de pairar sobre uma área ou um objeto →

Contacto visual sobre um alvo por longos períodos de tempo →

ideal para monitorizações e inspeções!

•Baixa autonomia – 30 minutos

UAV – COMBINADO - SONGBIRD



Reúne as vantagens e colmata as desvantagens dos sistemas de asa fixa e rotativa!

UAV – COMO FUNCIONA



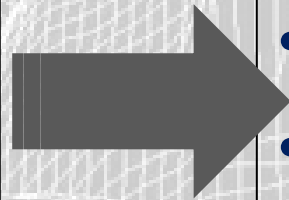
www.3dsurvey.si

UAV – PROCESSAMENTO?

SIM!

O Processamento é tão importante como a recolha de imagens com sistemas UAV

Imagens
+
Processamento



- Ortofotos
- Modelos Digitais de Superfície
- Modelos Digitais de Terreno
- ...

UAV – PROCESSAMENTO

Em fotogrametria tradicional, o processamento das imagens começa pela chamada aerotriangulação automática (AT), há muito estabelecida e comprovada. Todavia, o software existente da fotogrametria tradicional para AT não é, em geral, capaz de tratar blocos de imagens UAV uma vez que assenta em pressupostos - como por exemplo imagens verticais, escala fotográfica média aproximadamente constante, assim como as sobreposições e a atitude entre fiadas - que não se verificam com a aquisição de imagens UAV.

Pelo contrário, a irregularidade de blocos de imagens UAV não constituiu obstáculo à correspondência automática de imagens e ajustamento por feixes executados em software desenvolvido pela comunidade de visão computacional para fins mais gerais ou especificamente para voos UAV.

Com esta metodologia, denominada *Structure from Motion*, os parâmetros de orientação externa, assim como as coordenadas no sistema terreno dos pontos de passagem e ligação, podem ser estimados com grande precisão utilizando somente alguns pontos de controlo.

UAV – SOFTWARE DE PROCESSAMENTO - OS MAIS CONHECIDOS:

AGISOFT PHOTOSCAN

- Duas soluções: edição *standard* e *professional*
- Algoritmo de matching baseado em *Structure from Motion*
- Bastante intuitivo
- *Workflow* simples
- Características e Produtos: Triangulação Fotogramétrica, Edição e Classificação de Nuvens de Pontos, Mosaico de Ortofoto e o Modelo Digital de Superfície com ou sem textura, Medições de distâncias, áreas e volumes, Processamento de imagens multiespectrais, Scripts *Python* para personalizar o fluxo de trabalho, , Modelação 4D para cenas dinâmicas e Processamento em rede.
- Preço: menos de 3000 € a versão Pro (low-cost)

Nota: Primeiro software fotogramétrico do mercado para dados provenientes de drone

PIX4D MAPPER

- Três soluções: *discovery*, *professional* e *enterprise*
- Algoritmo de matching baseado *Structure from Motion*
- Bastante intuitivo
- *Workflow* simples
- Características/Produtos: Triangulação Fotogramétrica, Edição e Classificação de Nuvens de Pontos, Mosaico de Ortofoto com possibilidade de edição, Modelo Digital de Superfície com e sem textura, Modelo Digital do Terreno, Geração de animações *fly-through*
- Preço: 6500 € versão pro com possibilidade de aluguer por 260 € (1 mês) e 2600 € (ano)

UAV – SOFTWARE DE PROCESSAMENTO

OUTROS:

- 3DSurvey
- TRIMBLE Inpho UASMaster
- SimActive Corrilator 3D UAV
- APS - Photogrammetry Software da Menci
- ...

UAV – Processamento e Produtos



UAV – MODELAÇÃO 3D

APLICAÇÃO

Produção de 2 modelos

- Baião
- Zona Histórica de Águeda

WorkStation

- Intel Xeon 8 cores
- 32 GB de RAM
- Disco SSD 512GB
- 2 Placas gráficas NVIDIA Quadro K2200

Software

- Agisoft

UAV – MODELAÇÃO 3D

APLICAÇÃO BAIÃO

- UAV - DJI Phantom 3 Professional
- Câmera - Sony Exmor 1 / 2.3"
- Altura média de voo – 80 m
- Tamanho pixel no terreno – 3 cm
- 249 imagens

[Baião - Modelo 3D](#)



UAV – MODELAÇÃO 3D

APLICAÇÃO ÁGUEDA

- UAV - eBee - SenseFly
- Câmara – Canon IXUS 110
- Altura média de voo – 146 m
- Tamanho pixel no terreno – 5 cm
- 234 imagens

UAV – RESULTADOS

LINK_MODELO_BAIÃO

- Qualidade Visual: Muito Boa
- Tempo de Processamento: 44 horas
- Tamanho Modelo: 34MB

LINK_MODELO_ÁGUEDA

- Qualidade Visual: Boa
- Tempo de Processamento: 08 horas
- Tamanho Modelo: 236MB

Diferença do tempo de processamento entre os dois modelos poderá resultar do facto da configuração do voo em Baião ser mais intrincada que do voo em Águeda, da complexidade das imagens de Baião ser muito superior à das de Águeda. Em adição, o tamanho do pixel das imagens de Baião é 60% mais pequeno do que nas de Águeda.

UAV – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE EXATIDÃO DOS MODELOS 3D

Pesquisando em literatura da especialidade sobre avaliação geométrica de Modelos 3D, diversos resultados são obtidos dependendo das condições meteorológicas, do mapa de voo, da câmara utilizada, do sistema de posicionamento e navegação, da configuração e número de pontos de controlo e do software utilizado:

Utilizando um software de processamento fotogramétrico tradicional, o SocetSet da BAE Systems:

Exatidão em Z, com utilização de pontos de controlo e um pixel no terreno de 2,5 cm:

- Em condições meteorológicas normais - 15,0 cm

UAV – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE EXATIDÃO DOS MODELOS 3D

Noutro estudo, em que foram testados diferentes cenários utilizando algoritmos baseados em *Structure From Motion* e *Multi-view Stereo*, incidindo sobre a distribuição, medição e número de pontos de controlo usados no processamento das imagens e diferentes alturas de voo na aquisição:

Exatidão em Z, com utilização de pontos de controlo e um pixel no terreno de 2,5 cm:

- Altura de voo entre 40 e 50 m e pontos de controlo bem distribuídos pela área de estudo – entre 6,0 cm e 10,0 cm

UAV – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE EXATIDÃO DOS MODELOS 3D

O último UAV da SenseFly, o eBee com RTK, juntamente com o software de processamento Pix4D, permite obter resultados extraordinários:

Exatidão em Z, sem utilização de pontos de controlo e um pixel no terreno de 2,5 cm:

- Em condições meteorológicas ideais - 3,5 cm
- Com condições atmosféricas desfavoráveis (vento e fraca luminosidade) – 7,0 cm

Introduzindo 1 ou mais pontos de controlo, a exatidão em Z poderá baixar para menos de 2,0 cm.

UAV – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE EXATIDÃO DOS MODELOS 3D

Contrariamente à fotogrametria aérea tradicional, os valores da exatidão dos modelos 3D fornecidos pela literatura, não podem ser diretamente extrapolados para outros modelos uma vez que serão produzidos muito provavelmente a partir de imagens adquiridas com sensores com características diversas em voos com configurações muito diferentes e usando algoritmos de processamento também distintos.

UAV – TRABALHO FUTURO

Terminar a avaliação de software para produção de modelos 3D, em termos de tempo de execução e qualidades visual e geométrica.

Avaliar a qualidade dos valores de volumes de aterro calculados utilizando modelos 3D produzidos com imagens adquiridas por UAV.

