Producao cartográfica – perguntas exame

1. Quais os passos de um projeto de fotogrametria

A base de todos os processos fotogramétricos para produção cartográfica é composta por duas grandes fases, que são o voo fotográfico, incluindo todas as suas componentes desde o planeamento até à análise da cobertura fotográfica obtida, e a determinação das orientações espaciais da fotografia, também denominada georreferenciação. Só após estas é que se pode passar à restituição do pormenor por estereorrestituicao ou retificacao.

Para cartas de traco a informação é estereorrestituida. Normalmente o nível de detalhe da representação cartográfica condiciona a priori a informação que se deve extrair, ie, quando se vai estereorrestituir já se sabe qual vai ser a escala da representação e só se recolhem do modelo estereoscópico os elementos representáveis cartograficamente para esse nível de detalhe. Caso não se saiba a priori, dever-se-á restituir para o maior nível de detalhe que a qualidade das imagens e da georreferenciação permitam. A informação estereorrestituida é guardada numa base de dados. A partir dessa informação poderão posteriormente ser geradas representações cartográficas a várias escalas. O passo de associação de atributos aos objetos estereorrestituidos designa-se edição cartográfica.

Os ortofotomapas são produtos fotogramétricos obtidos por retificação a partir de fotografias aéreas, onde o terreno e os objetos são representados pela sua radiometria em cores naturais. A retificação exige o conhecimento prévio do relevo da zona fotografada em forma de MDE.

1. Quais os elementos gráficos de uma carta impressa.

Quando impressa a carta tem uma escala associada. Quando não impressa tem um nível de detalhe associado.

GELADO T

Grelha, Escala, Legenda, Autor, Data/Datum, Orientação, Título.

1. Que tipos de cartas existem e em que critérios se podem dividir.

As cartas dividem-se em dois grupos principais: cartas topo-geográficas e cartas temáticas. Dentro destes grupos podem dividir-se segundo a área territorial abrangida (concelho, país), a especificidade do conteúdo (carta viária, hipsométrica, de declives) e a escala (pequena, média, grande).

Nas cartas topo-geográficas todos os fenómenos são representados no mesmo nível de importância. Nas cartas temáticas são representados determinados fenómenos da natureza e da sociedade. Alguns tipos de cartas temáticas são físico-geográficas (geológicas, botânicas), socioeconómicas (económicas, de recursos, populacionais) ou técnicas (náuticas, aeronáuticas). As cartas topo-geográficas são geralmente elaboradas e atualizadas sistematicamente a nível nacional ou regional e seguem as normas estabelecidas para casa escala ou NdD pela autoridade de cartografia, que não só define o catálogo de objetos a restituir e respetivos atributos como as precisões geométricas exigidas, a consistência do catálogo e a completude.

1. Quais as classes base de uma carta de traço e quais podem ser adquiridas por estereorrestituição?

ACHO MUITTO; Estereorrestituição S/N

Altimetria – S, Construções – S, Hidrografia – S, Ocupação do solo – S para as áreas delimitadoras, Mobiliário urbano e sinalização – S, Unidades Administrativas – N, Infraestruturas – S só se não forem subterrâneas, Toponímia – N, Transportes – S, Ortofoto – N

1. Tipos de estereorrestituidores e modos de estereorrestituição

Todos os estereorrestituidores têm:

- componente que permite importar a imagem

- componente que permite visualizar em 3D

- componente que permite reconstruir as orientações do par

- componente que permite medicao 3D (marca flutuante)

- componente para registo dos dados restuidos.

Fases:

- analógica: modelo estereoscópico formado por projecao ótica direta ou indireta.

- analítica: caracteriza-se pelo aproveitamento do desenvolvimento tecnológico da computação automática (equações fotogramétricas)

- digital: Dimensao da componente computacional nos estereorrestituidores foi aumentando de tal forma que se tornou possível conceber estereorrestituidores sem nenhuma componente mecânica. Muitas das operações fotogramétricas puderam ser automatizadas ou semi-automatizadas, tornando o trabalho do operador humano menos moroso. As estacoes podem ser utilizadas tanto para estereorrestituicao, como para ortorretificacao e restituição múltipla. Permitem uma classificação dos objetos durante e após a fase de restituição.

Modos

-gráfica: operação fotogramétrica que conduz ao desenho direto sobre uma folha que contenha a quadricula cartográfica à escala e os pontos de apoio implantados pelas suas coordenadas terreno. Este modo de estereorrestituicao era muito popular nos estereorrestituidores analógicos

- numérica: o produto imediato não é uma representação gráfica mas sim um ficheiro de dados numéricos. As operações de edição do desenho, revisão, implantação da completagem e quaiquer correcoes eram inicialmente feitas sobre o original da restituição em papel mas mais tarde passaram a ser feitas interactivamente sobre o monitor, com o aparecimento das estacoes gráficas interativas. Aquilo que se começou por designar por carta numérica é atualmente designado por “modelo numérico topográfico”. Este é o modo de estereorrestituicao nas estacoes fotogramétricas digitais atuais. A própria maneira de estereorrestituir difere da anterior. Os objetos planimétricos passaram a ser definidos pelo operador por meio do registo das coordenadas dos seus vértices ou pontos notáveis (modo pontual) e não pelo seguimento dos contornos dos objetos (modo linear).

1. Qual a precisão esperada dos elementos estereorrestituidos?

Depende de:

- tipo de objeto restituído

- modo de restituição (pontual ou linear)

- métodos de orientação utilizados (triangulação, orientação par a par)

- distorções da imagem

- qualidade radiométrica da imagem

- apoio fotogramétrico (PFs, parâmetros de orientação)

- estereorrestituidores utilizados

Text, letter

Description automatically generated

Restituicao linear:

Erro medio de uma linha de limite de objeto



2.3.3 – precisão da altimetria estereorrestituida

Restituicao pontual:

Raster ou pontos isolados:



Curvas de nível



1. Quais os requisitos para a representação da altimetria?

A altimetria é constituída pela morfologia da superfície terrestre. É exigida a reprodução precisa da posição, dimensão e formas do relevo e que a representação utilizada possibilite a determinação de cotas em qualquer área da carta bem como de desníveis relativos.

A representação deve facilitar a apreensão visual de vários tipos de relevo. A altimetria de uma carta topográfica pode ser representada de forma vetorial ou matricial.

Em forma vetorial – representados convencionalmente por curvas de nível, linhas que unem pontos de igual cota, sendo a diferenca de cotas entre 2 curvas de nível vizinhas denominada equidistância natural. O valor de equidistância natural está padronizado para cada escala ou NdD. Em zonas do terreno extensas que se encontrem entre curvas de nível ou onde a tendência do declive se altera há necessidade de incluir pontos isolados com informação da respetiva cota, os pontos isolados. Em terrenos quase planos incluem-se localmente curvas de nível intermédias com equidistância natural menor do que a estipulada para a escala da carta (geralmente metade). São também representadas por símbolos projecoes ortogonais das curvas de nível à equidistância natural que se toquem ou sobreponham , dificultando legibilidade (aterros, falésias).

Em forma matricial – MDT

1. O que é a orientação externa?

A orientação externa refere-se à posição da camara e à orientação do eixo fotográfico no espaco objeto.

1. O que é a orientação interna, relativa e absoluta?

A orientação interna refere-se à posição do plano imagem dentro da camara e à definição do feixe perspectivo de raios luminosos que originam a imagem.

A orientação relativa define a posição relativa de duas ou mais fotografias do mesmo objeto em relação umas às outras. No caso de um par de fotografias do objeto ter sido obtida segundo as regras da estereoscopia, é possível gerar um modelo estereoscópico.

A orientação absoluta é o conjunto de orientações do modelo estereoscópico no espaco objeto e a sua escala relativamente ao objeto.

1. Quais os parâmetros de orientação externa de uma fotografia aérea e como se obtêm?

Os parâmetros de orientação externa definem, no espaco objeto, a posição e orientação da camara no momento em que foi obtida a fotografia. Seis parâmetros independentes são suficientes para definir a orientação externa da fotografia: coordenadas objeto do centro de projecao: X0,Y0,Z0 e três ângulos que definem a orietacao do eixo fotográfico – em fotogrametria aérea ângulos de atitude do avião – ω,φ e κ. A determinação pode ser feita de modo indireto ou direto. O indireto é mais comum e consiste na determinação analítica dos parâmetros a partir de um mínimo de três pontos não colineares de coordenadas conhecidas que aparecam na fotografia. O modo direto consiste na determinação dos parâmetros na fase de aquisição da fotografia. Em fotogrametria aérea pode ser determinado diretamente em voo com um sistema GNSS/IMU.

1. Quais os parâmetros de orientação interna de uma fotografia aérea e como se obtêm?

Constituem parâmetros de orientação interna a constante da camara – c – e as coordenadas foto do ponto principal da camara x0,y0. Para além destes parâmetros incluem-se na orientação interna as funções que descrevem a distorção causada pelo sistema de lentes da objetiva – distorção radial – e a distorção causada pela descentragem das diversas lentes – distorção tangencial. Os parâmetros da orientação interna de uma camara aérea são geralmente determinados em laboratório na fase de calibração.

1. Quais os parâmetros de orientação relativa de uma fotografia aérea e como se obtêm?

Os parâmetros de orientação relativa definem como se posiciona e orienta um plano imagem relativamente a um outro na fase de aquisição das duas fotos em causa. A recuperação desta orientação permite criar o modelo estereoscópico da parte do objeto comum às duas fotografias. A orientação relativa de duas fotografias fica definida num sistema de coordenadas modelo tridimensional pelo vetor que une os dois centros de projecao das fotos e pelas rotações espaciais relativas das fotografias.

Devido à existência de uma coplanaridade entre os raios luminosos que formam as imagens de um ponto nas duas fotos e a base do modelo, apenas cinco parâmetros são independentes. Pode considerar-se por exemplo a base fixa e a rotação de uma das fotos fixa (bx,by,bz,ω1 = constante), ficando por determinar as rotações φ1, κ1, ω2, φ2 e κ2.

1. Quais os tipos de calibração de camaras estudados?

Câmaras analógicas – calibração com goniómetro ou com multi-colimador

Camaras digitais – calibração analítica em laboratório, para sensores lineares – calibração da objetiva com goniómetro adaptado.

1. O que consta no certificado de calibração de uma câmara analógica e qual a sua utilidade?

O certificado de calibração de uma câmara contém todos os dados da orientação interna. Do certificado de calibração constam normalmente os seguintes elementos:

- identificação da camara

- identificação da objetiva

- identificação da entidade calibradora

- data da calibração

- método de calibração utilizado

- constante da câmara equivalente

- coordenadas foto do ponto principal de auto-colimacao (PPA)

- coordenadas foto do ponto principal de simetria (PPS)

- coordenadas foto das marcas fiduciais

- esquema de identificação das marcas fiduciais

- distorção radial ao longo das quatro semi-diagonais

- distorção radial média.

1. Como se efetua a transformação de coordenadas imagem para coordenadas foto no caso das imagens digitais?

A necessidade de transformar coordenadas pixel que se medem no monitor de um computador para coordenadas foto surge do facto de os modelos matemáticos fotogramétricos relacionarem coordenadas foto com coordenadas objeto.

1. Conhecer a priori 4 parametros da imagem:

-dimensao do pixel em x – px x

-dimensao do pixel em y – px y

- numero de pixéis em x – npx x

- numero de pixéis em y – npx y

1. as coordenadas pixel estão referidas ao canto superior esquerdo da imagem

P=(xp,yp)

1. referir as coordenadas pixel ao centro da imagem:

P’=(xci,yci)

xci=xp-(npx x/2)

yci=(npx/2)-yp

1. podem ser obtidas coordenadas foto para qualquer ponto:

P’’=(x,y)

x=xci - px x

y= yci – px y

Para imagens digitalizadas seria necessário realizar uma transformação afim.

1. Qual o objetivo da imagem normalizada e como são obtidas?

Nas estacoes digitais a visualização do modelo é geralmente efetuada em imagens normalizadas obtidas a partir das originais por um processo analítico denominado reamostragem epipolar. Este processo consiste em criar duas imagens equivalentes às originais em radiometria mas com a geometria do caso normal da fotogrametria, o que significa terem os dois eixos fotográficos paralelos, o eixo dos xx coincidentes e paralaxe vertical nula em todos os pontos. O processo exige o conhecimento dos cinco parâmetros angulares de orientação relativa do par determinados considerando a base constante e ω1=0. Envolve as equações de colinearidade entre os pontos da imagem normalizada. Esta operação é apenas realizada para permitir a visualização estereoscópica e facilitar a correção de imagens e operações de feature based matching.

1. Diferenças entre câmaras de sensores lineares e matriciais?

Camaras de CCD linear – conseguem obter a partir da mesma trajetória três perspetivas. Câmara tem uma objetiva. Numero de vetores no plano focal colocados em diferentes posições mas sempre perpendiculares à linha de voo. As câmaras têm basicamente três vetores de sensores CCD posicionados em planos diferentes. Podem também ter sensores RGB+NIR. Utilizam a técnica push-broom, o terreno é varrido continuamente à medida que o avião avança na linha de voo.

A picture containing text

Description automatically generated

Camaras de CCD matricial – vários sensres acoplados no mesmo módulo, várias câmaras, cada uma com um sensor, objetiva e obturador montados num modulo. São mais populares.

1. Componentes de uma câmara analógica?

Na câmara:

- Base horizontável

- Bloco com motor para acionar processo automático de obtenção das fotos

- Cone com objetiva que assenta no centro do anel da base e contém plano de vidro com marcas fiduciais.

Externo à câmara:

- magazin de filme

- regulador de sobreposição

- telescópio de navegacao.

1. Quais os elementos presentes numa fotografia analógica?

(tamanho 23 cm x 23 cm.)

- contador automático de número de fotos

- relógio

- altímetro

- nível de bolha de ar

- data, número da camara e número de filme

- nome do projeto

- constante da câmara

- dados de orientação externa.

1. Componentes da câmara digital?

- módulo do sensor – objetiva, sensores, componente eletrónica

- unidades de memória de massa

- sistema GNSS/IMU

1. Como é obtida uma imagem RGB numa câmara linear

- a câmara linear obtém três imagens pancromáticas em diferentes perspetivas.

- as imagens pancromáticas são usadas no processo fotogramétrico

- as três perspectivas são usadas para um MDT

- perspectiva nadiral + MDT = ortofoto

- a radiação proveniente de cada área elementar do terreno é dividida nas três cores fundamentais (RGB) através de um filtro tricroíde

- a imagem RGB construída tem a mesma resolução geométrica que a pancromática

- imagens finais coloridas são obtidas após a ortorretificacao, sendo associada a cada posição as respetivas cores.

1. Descreva a camara Microsoft UltraCam X

- camara digital matricial

- modulo do sensor constituído por 8 câmaras

- as quatro camaras centrais captam imagens pancromáticas de alta resolução

- as quatro câmaras periféricas são multiespectrais de menor resolução e captam RGB+NIR

- todas as câmaras estão montadas com eixos óticos paralelos, as quatro pancromáticas estão alinadas com a linha de voo.

- uma destas camaras é designada por cone master (a 3ª pancromática), pois a imagem final é definida no seu plano focal

- Cada câmara tem um número diferente de sensores matriciais (9 no total)

- câmaras podem ser disparadas simultaneamente (mais comum) ou sintopicamente (mesmo local no espaco – menos comum devido à sensibilidade a vibrações)

- imagem final composta pela sobreposição das imagens obtidas por cada sensor matricial pancromático

- camaras multi espetrais captam toda a área

- imagem RGB e NIR obtidas por pan-sharpening, que consiste em dividir os pixéis da imagem colorida (que são de maior dimensão) para ficarem com a mesma dimensão dos da imagem pancromática.

Diagram, venn diagram

Description automatically generated

1. Como funciona a câmara ADS?

A ADS é uma câmara composta por uma só objetiva cuja constante é 62 mm. Para além do cone da objetiva possui uma cabeca onde se encontra o plano focal com os vetores dos sensores e todas as componentes eletrónicas necessárias à aquisição de informação radiométrica. Em cada momento são captadas uma linha da imagem do terreno por cada vetor. O tempo de captação e registo de cada linha é de 1.2ms. As imagens que se obtêm após justaposição das linhas captadas são faixas contínuas do terreno fotografado.

Estas imagens originais apresentam distorções devidas ao facto de cada linha ter sido obtida de uma posição espacial diferente e a atitude do avião variar também ao longo da captação de várias linhas. Para as distorções poderem ser corrigidas a câmara tem que incluir um sistema GNSS/IMU. Tendo em conta as orientações externas as imagens são reprocessadas de modo a criar novas imagens isentas de distorções devidas à atitude do avião. As imagens pancromáticas corrigidas vão ser utilizadas no processamento fotogramétrico. Constituem 3 faixas. Cada linha da imagem perpendicular à linha de voo é composta por 12000 px que correspondem à largura da imagem, podendo ser teoricamente tão longo como a faixa voada.

(ver pergunta dos sensores lineares e das imagens RGB em sensores lineares)

1. Como funciona a câmara DMC?

-O módulo do sensor é constituído por quadro câmaras centrais e quatro periféricas

-As centrais são de maior resolução e destinam-se à captação da imagem pancromática.

-As periféricas destinam-se a captar as 3 cores fundamentais e a radiação infravermelha.

- As quatro camaras pancromáticas estão alinhadas de modo a que os seus eixos sejam ligeiramente convergentes, o que garante uma pequena sobreposição entre as imagens captadas por cada câmara.

- As quatro câmaras espetrais periféricas têm menor resolução e estão alinhadas de modo a que cada câmara capte toda a área que as câmaras centrais captam em conjunto.

- Todas as câmaras estão sincronizadas para dispararem simultaneamente

- As subimagens obtidas por cada câmara são pós-processadas em terra a im de se obterem imagens finais.

- para se gerar uma imagem pancromática, as quatro sub-imagens centrais são orientadas relativamente a um referencial interno por triangulação de feixes perspetivos com base nos pontos das zonas comuns.

- A imagem final resultante é uma projecao central sem distorções cuja constante da câmara é sintética. A imagem final pancromática é um rectângulo com a maior dimensão na direcao perpendicular à do voo.

-as imagens RGB e NIR são projetadas no mesmo plano virtual e é feita uma composição de canais

- a imagem colorida final é obtida por um processo designado por pan-sharpening que consiste em dividir os pixéis da imagem colorida (que são de maior dimensão) para ficarem com a mesma dimensão dos da imagem pancromática

- a obtenção de imagens digitais com este tipo de câmaras é independente de quaisquer dados de navegacao (GNSS/IMU)

- nova série DMC II tem apenas 5 câmaras, contendo um sensor pancromático matricial de maiores dimensões em vez dos quatro da versão anterior.

Diagram

Description automatically generated

1. Quais as técnicas para obtenção da amostra primária que criam o DSM e o DTM?

A amostra primária de pontos cotados necessária para a elaboração dos modelos digitais de elevação pode ser recolhida pelos seguintes métodos:

- estereofotogrametria – o operador humano restitui curvas de nível, perfis ou mede a cota de um conjunto de pontos isolados no modelo estereoscópico do terreno. Tanto é possível recolher uma amostra para um MDT (todos os pontos no chão) como para um MDS (pontos no cimo das árvores e casas onde estas existirem).

- correspondência automática de imagens (processamento digital de imagem) – realizada por diversos operadores de PDI cujo objetivo é determinar pontos homólogos em pares estereoscópicos. Como este operadores se baseiam apenas na informação radiométrica das imagens, a amostra que se obtém poderá apenas gerar um MDS. Amostras obtidas por este método podem ser muito densas.

- laser – scanning (LiDAR) – método que se baseia num voo efetuad por um avião equipado com um dispositivo emissor de um feixe de raios laser. À medida que o avião se vai deslocando, o dispositivo vai oscilando e emitindo impulsos laser para a superfície terreste. Em cada ponto da superfície o feixe é refletido e captado pelo mesmo dispositivo. O intervalo de tempo entre emissão e reepcao do feixe multiplicado pela velocidade da luz resulta na dupla distancia entre o emissor e o ponto à superfície terreste. O avião está também equipado com um sistema GNSS/IMU que possibilita determinar para cada momento qual a posição espacial do emissoe e qual a orientação do feixe. Assim sendo, podem-se calcular as coordenadas 3D de cada ponto visado à superfície da Terra e daí gerar um MDS. A densidade da amostra pode ser muito alta para voos baixos, representando este método um sério concorrente da estereofotogrametria. Em zonas arborizadas a amostra recolhida contem geralmente pontos no topo das árvores e pontos no chão permitindo elabrar filtros de modo a ser possível obter não só um MDS como também um MDT da mesma amostra. Em zonas urbanizadas por vezes isso também é possível.

- interferometria de radar (InSAR) - método necessita de duas antenas e um emissor de impulso radar, estando o avião também equipado com um sistema GPS/IMU tal como o LiDAR. Método não resulta bem em zonas densamente urbanizadas devido a prolemas multi-trajeto, mas tem a vantagem de poder ser operado quando existem nuvens na atmosfera.

1. Aplicacoes para o DSM, DTM e nDSM?

- DSM ou MDS é o Modelo Digital de Superfície e este descreve toda a superfície terrestre com todas as suas edificações e arvoredo, ou seja, tem as cotas mais elevadas e é usado para gerar ortofotos.

- O DTM ou MDT é o Modelo Digital de Terreno e descreve o relevo ao nível do terreno ignorando assim o que sobre ele está edificado, a sua aplicação no âmbito da produção de cartas de traço é relevante na geração das curvas de nível para a altimetria da carta.

- O nDSM é o Modelo Digital de Superfície Normalizado que é calculado pela diferença entre o DSM e o DTM, dando assim a altura dos objetos.

1. De que fatores depende a precisao do MDT

-tipo de cobertura do solo (zona aberta, florestada, urbanizada)

- tipo de relevo (plano, com colinas, montanhoso)

1. Como pode ser descrito o relevo?

O relevo do terreno pode ser descrito de várias formas:

- por curvas de nível (linhas de cota constante e orientação variável no plano XY)

- por perfis (linhas de cota constante no plano XY e de cota variável)

- por conjuntos de pontos cotados de distribuição regular ou irregular no plano XY

- por uma superfície continua:

- multifacetada, composta por planos adjacentes de orientação espacial variável (triângulos espaciais)

- por um conjunto de superfícies de curvatura variável, limitadas por figuras geométricas regulares no plano XY (quadrados, retângulos, hexágonos, etc.)

Geralmente designa-se a superfície continua que descreve o relevo de uma região por modelo digital de elevação. O MDE é uma função continua que fornece um e só um valor de cota para cada ponto de coordenadas planimétricas X,Y.

1. O que são linhas de quebra e onde são utilizadas?

As descontinuidades, normalmente denominadas linhas de quebra, representam acidentes do terreno que provocam uma mudança brusca na curvatura da superfície, como por exemplo linhas de água, taludes, falésias, etc.

Na elaboração de um modelo digital do terreno, deve-se ter em consideração as linhas de quebra, obrigando o algoritmo a integrar os seus pontos como pontos cotados da amostra primária. Em geral é feita a distinção entre linhas de quebra de orientação (soft break) e linhas de quebra de profundidade (hard break). Enquanto que as primeiras apenas indicam um vinco na superfície (ex. linhas de água) devendo o MDT ligar os pontos de um lado e do outro da linha aos pontos da linha, as segundas (ex. cristas de falésias) indicam que os pontos de um lado da linha não devem ser ligados aos do outro lado da linha pela mesma superfície.

1. Como se geram curvas de nível a partir de um modelo TIN?

A contrucao de um modelo TIN é feita em várias fases:

- aquisição de uma amostra de pontos cotados, a qual pode provir diretamente de medições ou indiretamente de curvas de nível ou de perfis restituídos

- geração de uma rede de triângulos de vértices nos pontos cotados

- criação de superfícies planas limitadas pelos triângulos

A rede de triângulos tem de seguir determinados critérios para melhor se adaptar à distribuição espacial local e geral dos pontos da amostra. O método mais frequentemente utilizado é o da triangulação de Delauney, na qual o circulo que passa pelos três vértices de qualquer um dos triângulos não contem nenhum outro ponto de amostra no seu interior.

1. Como se geram curvas de nível a partir de um modelo GRID para uma malha irregular?

Para gerar um modelo GRID é necessário uma amostra de pontos cotados. No entanto, os procedimentos divergem consoante a distribuição espacial da amostra seja regular ou irregular. Caso seja irregular o processo passa primeiro por craicao de um modelo TIN, a partir do qual são interpoladas as cotas de pontos regularmente espacados para o modelo GRID. O conjunto destes pontos denomina-se amostra secundaria.

Caso a amostra primária seja regular poderá ela própria ser utilizada para a geração de um modelo GRID. O modelo GRID pode ser composto por células regulares de cota constante no seu interior e igual à do ponto da amostra, ou então por uma malha regular cujos nodos são os pontos da amostra com as respetivas cotas. A cota é determinada no primeiro caso pela célula onde calha e no segundo caso por interpolcacao numa superfície curva que se adapte ‘as cotas dos nodos da malha onde o ponto calha, e por vezes das malhas vizinhas, utilizando o método de interpolação do vizinho mais próximo, bilinear (4 vizinhos) ou bicubico (16 vizinhos)

1. Como é obtido um ortofoto real

A utilização de um modelo digital de terreno preciso elimina a influencia do relevo do terreno na escala da imagem. No entanto, todos os objetos que sobressaem do terreno, como é o caso das árvores e das construções, aparecem na imagem retificada em posicoes que não correspondem à sua projecao ortogonal dando origem ao efeito de prédios deitados, deslocamentos em pontes, etc. Este efeito pode ser eliminado se em vez de se considerare um DTM se considerar um DSM. Os DSM podem ser adquiridos por estereofotogrametria ou altimetria de laser.

As ortofotos assim produzidas desgnam-se ortofotos reais, pois nelas todos os objetos estão representados apenas pela sua projecao ortogonal no plano horizontal, não aparecendo quaisquer planos verticais rebatidos (ex fachadas de casas). A utilização de um DSM gera, no entanto, lacunas em todas as zonas que na imagem original estavam encobertas pelos objetos elevados distorcidos radialmente. Como a direcao da distorção desses objetos varia de foto para foto, a zona encoberta pelo mesmo objeto elevado também varia. É necessário gerar varias ortofotos reais da mesma zona a partir de fotografias diferentes mas usando o mesmo DSM. As zonas de lacuna de umas correspondem a zonas de não lacuna de outras. A ortofoto final será composta pela informação retificada proveniente de várias ortofotos.

1. Como dar a sensação de relevo a uma ortofoto?

A observação de uma ortofoto simples não proporciona informação altimétrica sobre o terreno fotografado. Esta, ou é sobreposta à imagem na forma de curvas de nível ou é introduzida por complementação da ortofoto com elementos que permitam ao utilizador uma perceção do relevo. As técnicas mais usadas para tal são:

- o anáglifo suplementar: projecao de duas imagens adjacentes de um voo, não retificadas, sobre uma mesma área, com cores complementares, desfasadas de uma determinada paralaxe, de modo a que por observação com óculos de filtros anaglíficos se tenha a perceção do relevo na zona.

-a estéreo-ortofoto: uma ortofoto e dois estereossocios que devem ser observado por um estereoscópio de espelhos para ser possível percepcionar o relevo da região Os estereossocios podem ser criados a partir das fotografias adjacentes à utilizada para a ortofoto

-hipsoimagens: ortofotos reais cujos pixéis em vez de refletirem a radiometria original da imagem fotográfica são modificados de modo a apresentarem a intensidade original mas uma cor falsa. A cor de cada pixel indica a sua informação altimetrica, à qual corresponde uma escala de cores compreendendo o espetro da luz visível (vermelho =alto, azul = baixo). A observação com óculos de prismas proportcionam a sensação do relevo (cromostereoscopia).

1. Método indireto da ortorretificacao (vantagens)

Parte-se de cada posição na imagem retificada a ser criada, à qua correspondem determinadas terreno (X,Y,Z, retiradas do MDT) e calcula-se a posição correspondente na imagem digitalizada da foto, à qual se vai buscar o valor de cinzento a atribuir à posição XY da imagem retificada. Este valor de cinzento é normalmente interpolado dos valores dos pixéis vizinhos, visto a posição calculada (números reais) geralmente não coincidir com o centro de qualquer pixel (números inteiros).

Text, letter

Description automatically generated

Propriedades do método indireto:

- cada pixel da carta-imagem tem um correspondente na imagem original

- os valores de cinzento na carta-imagem são interpolados dos originais

- não há lacunas de informação na carta-imagem.

1. De que depende a precisão gráfica e geométrica de um ortofoto?

Densidade e qualidade do modelo digital de terreno utilizado.

1. Método direto da ortorretificacao

Part-esse de cada pixel da imagem digital da fotografia e calcula-se a posição desse pixel no terreno (MDT) e em seguida na imagem retificada a ser criada, atribuindo a cada posição o valor de cinzento do pixel original.

Text, letter

Description automatically generated

Text

Description automatically generated with medium confidence

Propriedades do método direto:

- cada pixel da imagem original tem um correspondente na carta-imagem

-os valores de cinzento da carta imagem são os originais

- poderá haver lacunas de informação na carta-imagem devidas a pixéis sem correspondentes na imagem original.

1. Qual a informação necessária para a criação de uma ortofoto?

- fotografias em formato digital

- modelo digital do terreno / de superfície do terreno fotografado

- parâmetros de OI/OE de cada fotografia a retificar.

1. Como é criada uma ortofoto?

A retificacao tem como objetivo transformar uma fotografia, que é uma projecao central, numa imagem que seja uma projecao ortogonal do terreno. A ortofoto apresenta uma escala uniforme, talk como a carta, pelo que é necessário eliminar distorções perpectivas. Na geração de uma ortofoto tem-se em vista a eliminação de todas as influencias negativas da projecao central na representação do terreno de modo a que no produto final se conjugue “o melhor de dois mundos”: a informação visual densa com a geometria rigorosa da carta. Existem vários métodos de retificacao, desde gráfica (tira de papel), analítica (condições de colinearidade imagem e ponto) , projecao subjetiva, retificacao otico-mecanica, diferencial e digital, que é utilizada atualmente. Na retificacao digital a ortofoto pode ser obtida a partir do método direto (foto 🡪 MDS 🡪 ortofoto) ou do método indireto (ortofoto 🡪 MDS 🡪 foto).

1. Como é obtida a amostra primária a partir de um ALB LADS?

Um ALB, ou LiDAR batimétrico, utiliza um principio semelhante ao do LiDAR aéreo, no entanto está adaptado para obtenção de batimetria de corpos aquáticos em zonas de baixa profundidade, próximas da linha de costa. Enquanto no ALS é enviado um pulso de laser infravermelho e é registado o seu retorno, no ALB são enviados dois pulsos, um infravermelho e um verde (metade do comprimento de onda) sendo que o verde consegue penetrar a água e o infravermelho não. O feixe infravermelho é enviado sempre na direção nadiral e o varrimento é feito com o feixe verde. O sensor tem assim um primeiro retorno do sinal infravermelho e o retorno do sinal verde ao fim de um intervalo de tempo. Esse intervalo de tempo permite determinar a profundidade da zona em estudo. A taxa de emissão é geralmente inferior ao do ALS.

O LADS utiliza um varrimento em perfis retilineos perpendiculares à linha de voo, com uma abertura máxima de 15º. A profundidade máxima registada por este sistema é de 70m, sendo afetado também pela turbidez da água e a sua transparência.

(SHOALS o ângulo com o nadir em que o feixe é emitido é fixo nos 20º e o feixe scila ao longo de um semi-cone. As profundidades típicas atingidas vao de 30-50m. O shaols permite na mesma missão executar o levantamento de superfíies emersas e submersas, podendo ser aplicado em toda a zona costeira).

1. Como corrigir os erros existentes na nuvem de pontos?
2. O que são EFs?

Para corrigir os erros da nuvem relativamente ao terreno não se pode recorrer a pontos fotogramétricos pois estes não são identificáveis na nuvem de pontos. Para isso, para o controlo ou a correccao da georreferenciação da nuvem recorre-se aos chamados elementos fotogramétricos (EFs), localizados em zonas estratégicas da cobertura. Os EFs são conjuntos de pontos 3D medidos no terreno (min 3) por técnicas topográficas que se encontram num mesmo plano horizontal ou inclinado. Os planos conseguem-se identificar bem em nuvens LiDAR. Estes planos podem ser telhados de casas, campos de jogos ou outras superfícies planas conspícuas na nuvem. Na nuvem detetamos primeiro planos, depois linhas pela intersecao de 2 planos e finalmente pontos pela interseccao de 3 planos. Tanto a linha como o pondo podem não esta materializados por pontos existentes na nuvem mas podem sempre ser calculados. A um EF no terreno corresponde um plano na nuvem.

Em altimetria corrigem-se os erros do seguinte modo:

1. Definir um plano de referencia a partir de um EF
2. Medir Xmed e Ymed de alguns pontos no plano correspondente ao EF na nuvem
3. Calcular Zref para esses pontos pelo plano de referencia através da equação do plano de referencia e calcular a diferenca Zref-Zmed.
4. Faz-se a diferenca das médias
5. Repete-se o processo para outros Efs horizontais
6. Ajusta-se as cotas de toda a nuvem de um valor médio das diferencas de cota

Em planimetria, considerando-se a altimetria já ajustada:

1. Efs devem ser planos inclinados e próximos uns dos outros
2. Um conjunto de Efs define um ponto no terreno
3. Na nuvem os 3 planos correspondentes ao EF também se intersectam num ponto que é correspondente ao anterior
4. Cada conjunto define um ponto idêntico a um na nuvem lidar. Calculam-se os parâmetros da transformação plana para X e Y entre a nuvem e o terreno (TES, Transformacao Afim)
5. Toda a nuvem é reposicionada pela transformação plana ajustando em X e Y
6. Quais as componentes do LIDAR?
7. Como se georreferencia uma nuvem LIDAR?

O LIDAR é composto por um emissor de feixe laser (contínuo ou por impulsos), um defletor ótico ou eletrónico que desvia o feixe para direcoes diferentes da de saída do emissor, um codificador de ângulo de saída d feixe associado ao defletor, um recetor do sinal refletido e um sistema IMU de alta precisão para fornecer dados de atitude. O equipamento é instalado numa plataforma móvel aérea em contacto direto com o exterior, com o equipamento laser direcionado para o nadir. À plataforma tem ainda de estar associado um recetor GNSSS com alta taxa de aquisição. Durante o levantamento é necessário colocar um segundo recetor GNSS em terra na zona de levantamento sobre um ponto de coordenadas conhecidas para permitir a coordenação da trajetória da plataforma por posicionamento diferencial e a ligação ao Datum em que se pertendem os resultados.

1. Como funciona um levantamento LIDAR topográfico?

O funcionamento do laser scanning ocorre do seguinte modo:

1. A unidade laser emite impulsos de radiação laser com uma determinada duração (~10ns) num feixe com uma determinada direcao
2. O defletor desvia esse feixe em direção à superfície terreste. Em geral o defletor é um dispositivo que desvia os sucessivos impulsos segundo ângulos diferentes num plano perpendicular à direção de voo. O ângulo de saída de cada impulso em direção à terra é registado pelo codificador de ângulo;
3. O feixe/impulso laser é refletido pelo solo/objeto e parte desse reflexo é captado pelo recetor
4. A distancia percorrida pelo impulso laser é calculada, segundo o equipamento;
   1. Pelo tempo de voo para impulsos
   2. Pela diferença de fase para feixe continuo
5. À medida que o avião vai avançando esses pontos cobrem, no solo, uma faixa cuja largura depende da altura de voo e do angulo máximo de deflexão.
6. Quais as vantagens e desvantagens de UAVs?

Vantagens:

- flexíveis

- rapidez de aquisição de dados

- baixo custo de aquisição vs meios tradicionais

Desvantagens:

-pouca cobertura

-mais exigente e moroso no processamento devido à irregularidade da cobertura e quantidade de fotos

-duração da bateria elétrica muito limitada

-UAVs com motores não elétricos são mais autónomos, mas menos flexíveis (logística)

-em caso de queda, grave perda dos sensores

- Zonas cobertas de pequenas dimensões e com muitas imagens

- Muitos PFs necessários numa pequena área.

- microDSM não funciona bem em zonas urbanas de grande densidade de construção

- Ortomosaico apresenta nestas zonas muitos artefactos

- estereorrestituição possível mas muito morosa e pouco rentável

- Grandes restrições ao voo de UAVs sobre zonas habitadas

1. Quais as diferencas de aplicação fotogramétrica de UAVs vs fotogrametria tradicional?

Um projeto de fotogrametria com UAV segue os passos normais de qualquer projeto (plano de voo, PFs, voo, análise do voo, aerotriangulacao, DEM, ortofotos, estereorrestituicao) mas é mais exigente moroso no processamento devido ‘a irregularidade da cobertura e quantidade de fotos.

‘E necessário voar com sobreposição = 80% e voar fiadas numa direcao e depois na direcao perpendicular para garantir múltipla cobertura do solo apesar da instabilidade da plataforma.

Devido à grande quantidade de imagens, de pequena dimensão e com variações de escala e perfectiva ‘e necessário automatizar o processo, utilizar novos operadores de interest points e de correspondência de imagens. Devido à grande quantidade das imagens os operadores conseguem detatar pontos homólogos de cada pixel, tornando possível gerar um microDSM. Devido à irregularidade das forma dos modelos estereoscópicos, a estereorrestituicao é possível mas muito morosa e pouco rentável.