

Orthofotomozaïek, middenschalig, zomeropnamen

versie 1.0

Inhoud

Orthofotomozaïek, middenschallig, zomeropnamen	1
Inhoud	2
1 Omschrijving	3
2 Productiemethode	3
2.1 Eerste fase: realisatie van multispectrale fotografische luchtopnamen	3
2.2 Tweede fase: Aanmaak van de orthofotomozaïek	4
2.2.1 Stereomodelvorming	4
2.2.2 Orthorectificatie	5
2.2.3 Mozaïekering	5
2.3 Derde fase: De aanmaak van de producten voor distributie	6

1 Omschrijving

Een orthofotomozaïek is een metrisch document, afgeleid uit luchtfoto's of satellietbeelden. Het is het eindresultaat van een complex proces, genaamd orthorectificatie, dat als doel heeft vertekeningen in de originele beelden weg te werken. Deze vertekeningen zijn te wijten aan het reliëf, de stand van de camera op het moment van de opname en interne cameravervormingen.

Daarnaast worden meerdere individuele, orthogerectificeerde luchtfoto's samengebracht tot één homogene mozaïek die een beeld biedt van een groter interessegebied (gemeente, provincie, Vlaanderen, ...). Hierbij worden de overlap en de kleurverschillen tussen de individueel orthogerectificeerde luchtopnamen verwijderd.

Globaal kunnen 3 vaste productiefasen onderscheiden worden, namelijk:

1. de realisatie van multispectrale fotografische luchtopnamen,
2. de aanmaak van de eigenlijke middenschallige orthofotomozaïek, en
3. het afleiden van producten voor distributie.

Specifiek voor de zomeropnamen is dat op basis van de multispectrale luchtfoto's 3 verschillende orthofotomozaïeken worden aangemaakt: 1 op basis van panchromatische (PAN) beelden (grijswaarden), 1 op basis van echte kleuren (RGB) beelden en 1 op basis van de kleur-infrarood (CIR) beelden.

Fasen 1 en 2 worden standaard uitbesteed op basis van een procedure van algemene offertevraag met Europese bekendmaking. AGIV staat in voor de kwaliteitscontrole van de leveringen en de afwerking en distributie van de producten.

In de volgende paragrafen wordt het productieproces van de middenschallige orthofotomozaïeken verder toegelicht.

2 Productiemethode

2.1 Eerste fase: realisatie van multispectrale fotografische luchtopnamen

Voor de productie van een orthofotomozaïek dienen eerst multispectrale luchtfoto's volgens strikte criteria opgenomen te worden. Zo dienen, onder andere, de foto's verticaal opgenomen te zijn en moeten ze elkaar voldoende overlappen.

De luchtopnamen gebeuren vanuit een speciaal aangepast vliegtuig. Het vliegtuig is uitgerust met een speciale fotogrammetrische camera en apparatuur (differentiële GPS en IMU) om de positie en de attitude van de camera te kennen op het moment van elke opname. De vlieghoogte van het vliegtuig is (samen met de gebruikte camera) bepalend voor de finale grondresolutie van de luchtfoto's. Voor de vegetatievlucht wordt gebruik gemaakt van een grondresolutie van 0.40m bij opname.

Typisch bij de ingezette digitale, vaste frame camera is dat één finaal beeld opgebouwd is uit verschillende deelbeelden die door verschillende sensoren in de camera werden opgenomen. Bovendien worden verschillende spectrale kanalen (kleuren) afzonderlijk geregistreerd. Het betreft hier het blauwe, groene, rode en nabij-infrarode kleurenkanaal. Daarnaast wordt een panchromatisch beeld opgenomen dat instaat voor de ruimtelijke resolutie van het finale beeld.

Het ruwe beeldmateriaal ondergaat een aantal voorbereidende processtappen vooraleer het aangewend wordt voor de aanmaak van de orthofotomozaïek. Belangrijk hierbij is dat de verschillende deelbeelden van het panchromatisch beeld eerst samengevoegd worden tot één opname met een centraal perspectief („stitching“). Hierbij worden ook alle eventuele lensvervalsingen weggewerkt. Vervolgens wordt aan de verschillende kleurenbanden de hogere resolutie van het panchromatisch beeld toegekend („pansharpening“). Finaal wordt per opname een RGB-kleurencomposiet samengesteld als input voor de volgende fase in het productieproces.

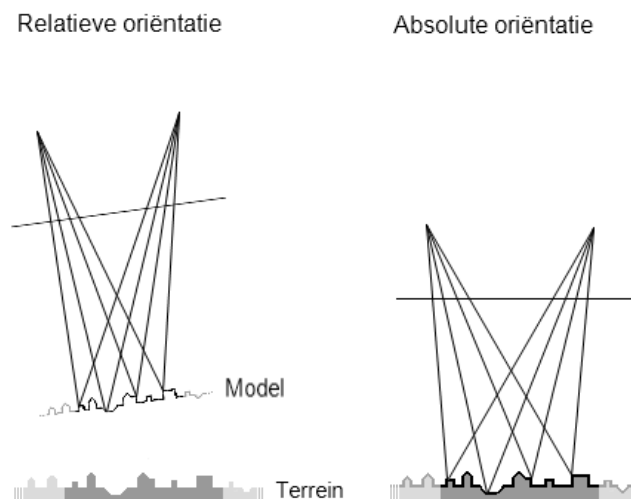
Vooraleer tot de volgende fase over te gaan, worden het beeldmateriaal en de aanverwante vluchtgegevens door het AGIV gecontroleerd om na te gaan of de foto's aan de technische eisen

voldoen voor de productie van de middenschalige orthofotomozaïeken. Hierbij worden de beelden gecontroleerd op hun radiometrische en geometrische kwaliteit en wordt o.a. nagekeken of er geen wolken op de beelden voorkomen.

2.2 Tweede fase: Aanmaak van de orthofotomozaïek

De aanmaak van de middenschalige orthofotomozaïek bestaat uit 3 onderdelen:

1. de stereomodelvorming (aerotriangulatie en blokvereffening),
2. orthorectificatie,
3. mozaïekering (inclusief kleurcorrecties).



Figuur 1 : de opeenvolgende stappen van de aerotriangulatie (relatieve oriëntatie) en de blokvereffening (de absolute oriëntatie).

2.2.1 Stereomodelvorming

De digitale luchtfoto's bezitten nog een aantal vervormingen die hen niet rechtstreeks geschikt maken om als kaartmateriaal te gebruiken. Om deze vervormingen te verwijderen, dienen een paar opeenvolgende berekeningen uitgevoerd te worden.

Tijdens de eerste berekening, de zogenaamde stereomodelvorming, worden alle vertekeningen veroorzaakt door de stand van de camera en de ongecontroleerde bewegingen van het vliegtuig (turbulenties) weggewerkt.

De eerste stap in deze berekening is de **aerotriangulatie** waarbij de lichtstralenbundels van de deels overlappende luchtfoto's aan elkaar gebonden worden (relatieve oriëntatie) tot stereomodellen. Dit geschiedt door de identificatie en het aanmeten van verbindingspunten (= gelijke punten die eenduidig in de respectieve foto's identificeerbaar zijn) in de overlappende delen van aanliggende foto's.

Een inwendige oriëntatie zoals bij analoge luchtfoto's, om bij elke individuele foto de lichtstralenbundel ten tijde van de opname te reconstrueren, is niet langer noodzakelijk. Tijdens de voorbereidende stappen werd namelijk een vaste interne geometrie gecreëerd voor iedere opname.

De tweede stap in deze berekening is de **blokvereffening**. De blokvereffening zorgt ervoor dat ieder stereomodel dat gecreëerd werd gedurende de relatieve oriëntatie effectief in relatie wordt gebracht met het terrein (absolute oriëntatie). Hiervoor zijn in het terrein opgemeten paspunten

nodig. Door de overdracht van de coördinaten van de paspunten (zowel in X, Y en Z) worden de stereomodellen met het terrein verbonden.

Deze berekeningsstappen worden in grote mate ondersteund door de nauwkeurige DGPS- en IMU-gegevens die tijdens de vlucht werden opgenomen.

Vooraleer tot de volgende stappen over te gaan, wordt ook de stereomodelvorming door het AGIV gecontroleerd om na te gaan of de positionering van de foto's aan de technische eisen voldoen voor de productie van de middenschalige orthofotomozaïeken. Hierbij worden stereoscopisch in de beelden controlepunten nagemeten om de geometrische kwaliteit van de stereomodellen te bepalen.

2.2.2 Orthorectificatie

Alle foto's vormen nu één samenhangend fotogrammetrisch blok. De luchtfoto's bevinden zich echter nog in een centrale projectie waardoor er, in combinatie met het reliëf, op de beelden schaalverschillen optreden. Deze schaafeffecten kunnen weggewerkt worden door over te gaan tot een orthogonale projectie (zie figuur 2). Dit gebeurt tijdens de tweede berekening in de productiefase, namelijk de **orthorectificatie**.

Hiervoor is in de eerste plaats gedetailleerde hoogte-informatie nodig. Deze informatie wordt voor het maaiveld verkregen door gebruik te maken van de hoogte-gegevens uit het Digitaal Hoogte Model Vlaanderen. Dankzij de absolute oriëntatie kan ieder model dat gedurende de stereomodelvorming is gecreëerd, gecorreleerd worden aan de hoogte-informatie waardoor de effectieve terreinsituatie opnieuw opgebouwd kan worden. Vanuit die terreinsituatie is het mogelijk een orthogonale projectie van de beelden te produceren.

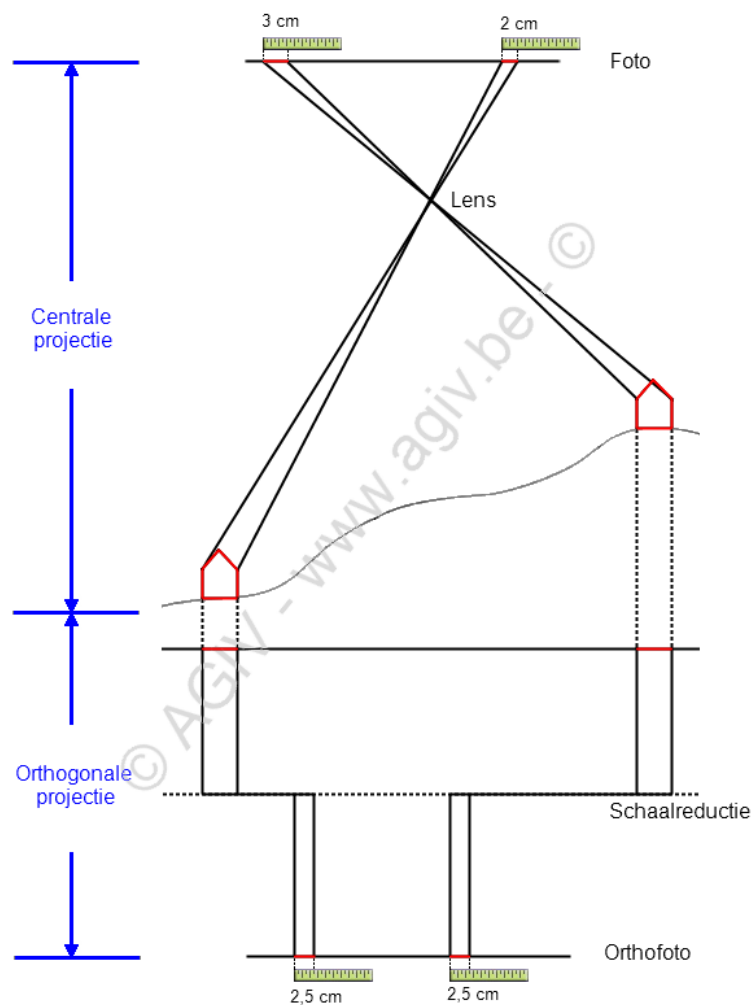
2.2.3 Mozaïekering

De afzonderlijke orthofoto's die zo ontstaan, dienen in een laatste productiestap nog te worden samengevoegd, en in sommige gevallen gegeneraliseerd, tot een **gebiedsdekkende orthofotomozaïek met een resolutie van 40cm**.

Hierbij dienen de radiometrische verschillen tussen de individuele orthofoto's te worden weggewerkt en worden zogenaamde kniplijnen (seamlines) gedefinieerd die de overgang tussen aangrenzende orthofoto's bepalen. De orthofotomozaïek is dus het globale beeld van het gefotografeerde gebied waarbij geen onderscheid meer kan gemaakt worden tussen de individuele orthofoto's. Dergelijke orthofotomozaïeken worden respectievelijk aangemaakt met de panchromatische (PAN), de RGB- en de CIR-beelden.

Finaal worden de aangeleverde middenschalige orthofotomozaïeken door het AGIV gecontroleerd op hun radiometrische (homogeen kleurenbeeld) en geometrische kwaliteit. De geometrische kwaliteit van de producten wordt bepaald door volgende parameters:

- RMSE $\leq$ 0.50m,
- Absolute fout: max. 1.50m.



Figuur 2 : centrale versus orthogonale projectie (let op de schaalverschillen te wijten aan de projectie van de identieke huizen naargelang hun positie op het terrein).

2.3 Derde fase: De aanmaak van de producten voor distributie

Iedere orthofotomozaïek wordt tenslotte individueel in een **SDE-databank** opgeslagen. Vanuit deze databank worden de verschillende producten voor de verdeling afgeleid.

Omwille van het datavolume van een orthofotomozaïek is het gebruik ervan niet altijd even evident voor elke potentiële gebruiker. Daarom wordt geopteerd deze te verdelen in verschillende kleinere versnijdingen volgens 1/1e NGI-kaartbladen met een resolutie van 40cm.

Enkel de entiteiten van de echte kleurencomposiet (RGB) en kleur-infraroodcomposiet (CIR) worden voorbereid voor overdracht via voorgedefinieerde pakketten. De entiteiten worden verdeeld als RGB 24-bit bestanden (8 bit per kleurkanaal: Rood Groen en Blauw) en opgeslagen in het **JPEG2000**-formaat (Joint Photographic Experts Group, versie 2000) met een kwaliteitsfactor 20. Elk beeld wordt geleverd in jpeg2000 formaat (*.jp2) met het georeferentiebestand "jw2". De beelden zijn in het Belgische Lambert 72 (BEREF2003)-coördinatenstelsel geleverd.