Fotogrammetrie onder water

Een handleiding voor de eerste stappen in de onderwater-fotogrammetrie

Versie: 6.0





Voorwoord

Deze handleiding is bedoeld voor iedereen die zich wil gaan verdiepen in de fotogrammetrie. Over fotogrammetrie onder water is weinig informatie te vinden, het is een vrij nieuwe tak van sport. Ik ben er enthousiast ingesprongen na een presentatie van Othmar Schimmel tijdens een bijeenkomst van de LWAOW. Met vallen en opstaan ben ik via experimenten, eerst op de tuinmeubels, daarna in de plassen bij

mij in de buurt en vervolgens op de Noordzee met ons schip, de Bernicia, te weten gekomen wat in ieder geval *niet* werkt. Gaandeweg heb ik ook wat opgestoken van de achtergronden en de werkingswijze van de software.

Daarmee wil ik niet zeggen dat ik DE methode heb gevonden om tot een perfect resultaat te komen, absoluut niet, helaas. Deze handleiding is geschreven om te voorkomen dat een nieuwkomer dezelfde fouten maakt als ik.



Het is mijn bedoeling om deze handleiding regelmatig te updaten, mede door aanvullingen van de gebruikers. Daardoor wordt het een document *van* ons allemaal *voor* ons allemaal.

Uw op- en aanmerkingen worden dus niet alleen op prijs gesteld, maar worden van u verwacht!

Hans van der Weide Wrakhistoricus Secretaris Stimon Duikteam Bernicia hans@wrakdata.nl



Inhoud

Wat is	
Toepassing en doel	
De praktijk	
Werking	
Vereisten en beperkingen	
Moeilijkheden onderwater	5
Apparatuur	
Algemeen	
Fotocamera's	6
Videocamera's	6
Lenskeuze	6
Computer	7
Hardware	7
Software	
PhotoScan (PS) versus RealityCapture (RC)	
Planning van de fotosessie	9
Planning	9
Meetwerk	9
Afspraken	11
Instellingen vooraf	
De fotosessie zelf	
De voorbehandeling van de opnames	12
Algemeen	12
Film	13
Foto-voorbewerking	13
Het maken van het model	14
Componenten / chunks	14
Controlepunten	15
De processtappen	
De nabehandeling	
Exporteren	
' Van computermodel naar geprint model	,
De afwerking van het geprinte model	18
Losse tins	10
	19
Bijiage	
Batch Rename Utility gebruiken	

Wat is....

Fotogrammetrie is het vakgebied dat zich bezighoudt met het gebruik van foto's van een object om een driedimensionaal beeld van dat object te maken. Het eindresultaat is een 3D-model van dat object.

Toepassing en doel

Voor het beheer van ons culturele erfgoed onder water is het in de eerste plaats van belang om een goed beeld te hebben van de exacte vorm en toestand van elk object op de zeebodem. Door het beperkte zicht en de 3-dimensionale structuur is die niet in een keer te overzien. Daardoor is het lastig om een gedetailleerd overzicht te krijgen van een gecompliceerde en uitgebreide site. Een nauwkeurig 3D-model kan een belangrijk hulpmiddel zijn voor het bestuderen van dergelijke sites, en ook voor het bepalen van hun staat van verval.

Daarnaast wordt het dan mogelijk om de achteruitgang van een wrak te monitoren. Door op een later tijdstip nogmaals een 3D-model te maken, kunnen de modellen eenvoudig vergeleken worden. Daarmee is exact te bepalen of, en zo ja, in welke mate, de conditie van het wrak verder is achteruitgegaan. Bovendien bieden dergelijke 3D-modellen een prachtige gelegenheid om het grote publiek kennis te laten maken met de wrakken.

In tegenstelling tot het inmeten en tekenen van een object, waarbij altijd een generalisatie plaatsvindt, geeft fotogrammetrie (en de foto's zelf) de exacte situatie weer waarin het object werd aangetroffen. Er kan op een later tijdstip altijd op worden teruggegrepen voor nadere informatie.

De praktijk

Werking

Er worden veel, overlappende foto's van het hele object gemaakt. Elke foto wordt vanuit een ander camerastandpunt genomen. De software vergelijkt alle foto's en zoekt punten uit die op overlappende foto's te zien zijn. Daaruit wordt eerst elke camerapositie en daarna de locatie van alle punten op elke foto berekend in een xyz-coördinatenstelsel. Dit resultaat vormt de Pointcloud.

Als volgende stap worden tussen naburige punten driehoeken getekend om het model een oppervlak te geven. Dit heet de Mesh.

De driehoeken worden ingekleurd volgens kleureninformatie die van de originele foto's afkomstig is, dit is de Texture.

Het toepassen van deze texture en de uiteindelijke belichting van het model is vaak een langdurig proces en wordt Renderen genoemd.

Vereisten en beperkingen

Elke foto heeft minimaal 60% overlap, zowel horizontaal als verticaal. De verlichting moet egaal zijn. Flitslicht werkt niet, want de felverlichte punten op de ene foto komen niet, of op een andere locatie, voor op de volgende foto. Bewegende wolken op de achtergrond bemoeilijken het proces, ook rondlopende mensen op de foto's verhinderen de software om gelijkende punten te vinden. Elk deel van het object dat niet op minstens twee foto's voorkomt wordt overgeslagen en vormt een gat in het model. Gladde, doorzichtige, reflecterende en/of monotone oppervlaktes leveren grote problemen op wegens gebrek aan herkenbare punten.



Moeilijkheden onderwater

Op een wrak hebben we te maken met andere omstandigheden dan boven water. Om er enige te noemen:

- Slecht zicht door zwevende deeltjes
- Slechte verlichting en donkere gaten
- Dieren zoals kwallen en vissen die voor het wrak zwemmen
- Andere duikers die door het beeld zwemmen
- Onoverzichtelijke situatie op het wrak zelf
- Kale zandvlaktes tussen wrakdelen
- Netten die over het wrak liggen
- Beperkte bodemtijd

Al deze factoren zullen moeten worden meegenomen om tot een goede aanpak en vervolgens een goed resultaat te komen.

Apparatuur

Algemeen

De kwaliteit van het uiteindelijke 3D-model hangt **volledig en uitsluitend** af van de kwaliteit van de foto's waar de software mee moet werken. Hier is **geen enkel** compromis mogelijk, de opnames, hoe ook gemaakt, moeten voldoende kwaliteit hebben om verwerkt te kunnen worden.

De eisen waaraan elke foto moet voldoen zijn, in volgorde van belangrijkheid:

- 1. Scherp
- 2. Goed belicht
- 3. Voldoende resolutie

De eisen van scherpte en belichting hangen helaas met elkaar samen. Voor een goede belichting is een lange sluitertijd nodig, voor een scherpe opname juist een zo kort mogelijke. Werken vanaf een statief is uitgesloten, flitsen geeft een hele grote kans op moeilijkheden tijdens de verwerking door de software. Door de steeds wijzigende positie van de flitser worden namelijk telkens andere punten extra belicht en zodoende niet als identieke punten herkend. Ook zweefvuil wordt, door te flitsen, veel storender in beeld gebracht. Lampen kunnen een oplossing zijn, maar het vereist een goede opstelling en lampen om een egale belichting van het hele beeldveld te bereiken.

Voor filmen geldt hetzelfde, met een hoge framerate (beelden per seconde ofwel "fps") bestaat de kans dat er te weinig licht op de sensor valt. Een lage framerate kan weer bewegings-onscherpte veroorzaken. Het advies is dan ook om niet onder de 50 fps te gaan.

Het sterk opvoeren van de gevoeligheid van de sensor leidt niet tot betere resultaten, door het verhogen van de ISO-waarde neemt ook de ruis op de foto toe. Daar heeft de software moeilijkheden mee. Voor gebruikers van fotocamera's geldt ook nog dat de scherptediepte voldoende moet zijn om alle objecten scherp af te beelden. Er zijn dus grenzen aan het opendraaien van het diafragma.

Een resolutie van minimaal 5 MP wordt aanbevolen. Met een hogere resolutie wordt de kans groter dat de software voldoende punten kan vinden die op meerdere foto's tegelijk voorkomen. In de praktijk kom ik met Gopro-foto's van 4,1 MP aardig weg.

Fotocamera's

De huidige generatie fotocamera's is in staat om hele goede foto's te maken, ook bij moeilijke lichtomstandigheden. Het is alleen niet realistisch om op de hand 1000 tot 4000 foto's te schieten. Vrijwel alle camera's hebben een timelapse-functie, waarbij om de zoveel tijd automatisch een foto wordt genomen. Dat werkt wel, maar (afhankelijk van de instellingen en de mogelijkheden van de camera) bestaat de kans dat er veel "bewogen" foto's genomen worden. Tests met een GoPro 5 Black gaven hele slechte resultaten, slechts één op de drie foto's was aanvaardbaar qua scherpte. Met een hoogwaardige camera met een lichtsterke lens en een grote sensor kan de sluitertijd kort genomen worden bij een hoge ISO-waarde zonder ruisproblemen, daarmee zou het misschien wel gaan.

Videocamera's

Onder sportduikers is de GoPro actiecamera populair. Door zijn uitgebreide mogelijkheden is die range camera's goed bruikbaar te maken voor de fotogrammetrie.

De GoPro kan zowel als fotocamera als videocamera gebruikt worden. Bij gebruik als videocamera wordt de gemaakte film tijdens de voorbewerking opgeknipt in afzonderlijke foto's. Het voordeel daarvan is dat er heel veel materiaal beschikbaar is om uit te selecteren, het nadeel is dat de resolutie een stuk lager ligt.

Lenskeuze

De verwerking van de gegevens uit de foto's hangt af van de gebruikte lens.

De software berekent zelf welke eigenschappen (qua vervorming) de toegepaste lens heeft, maar daar zijn wel grenzen aan. Als een extreem type lens gebruikt wordt, zoals bijvoorbeeld een fisheye, dan moet van tevoren in de software opgegeven worden welk type lens gebruikt is.

Er wordt aangeraden dit soort lenzen niet te gebruiken omdat de kans op succes daarmee kleiner is. De 'wide view'-instelling van de GoPro's levert geen problemen op.

Zoomlenzen moeten met één brandpuntsafstand gebruikt worden. De software berekent onder andere de brandpuntsafstand aan de hand van alle gebruikte foto's. Als daar verschil in zit dan werkt de berekening niet. Het is wel mogelijk om series foto's met verschillende brandpuntsafstanden te gebruiken, maar dan moeten ze als aparte "fotogroepen" worden ingeladen in de software.

Computer

Hardware

Ik heb geen verstand van Macintosh-computers, daarom bekijk ik hier alleen het Windows-gebeuren. In deze uiteenzetting gaat het uiteindelijk slechts over twee 3D-fotogrammetrie-programma's, namelijk PhotoScan van AgiSoft en RealityCapture van Capturing Reality. In het hoofdstuk "Software", hieronder, kom ik daar nog op terug.

Ik gebruik de term "Software" als ik beide programma's bedoel.

De bovengenoemde software-fabrikanten geven zelf aan welke computer-configuratie het best geschikt is. Een groot deel van de berekeningen worden door de processors op de grafische kaart verricht, daarom vragen beide programma's specifiek om een bepaald merk grafische kaart. Hieronder volgt een samenvatting van de eisen.

RealityCapture

- Minimum:
 - \circ Windows 8 of 10 64-bit
 - o 8GB RAM
 - Nvidia grafische kaart met CUDA2.0+ en 1 GB RAM
- Aanbevolen:
 - o Windows 8 of 10 64-bit
 - Processor met minimaal 4 cores
 - o 16GB RAM
 - \circ Nvidia grafische kaart met minimaal 1 GB RAM en 386 CUDA-cores.
- Voor het uitlijnen van de foto's heeft RC per 1000 foto's (met 40000 features per foto) 8GB RAM nodig, en dat loopt recht evenredig op.
- Door het object van tevoren in delen te splitsen kan je een geheugentekort omzeilen.
- Het maken van de mesh, het inkleuren en het texturen gaat bij RC buiten het geheugen om, dus dat is geen probleem.
- Zonder Nvidia-kaart is het niet mogelijk om een mesh en texture aan te maken.

Agisoft Photoscan

- Minimum:
 - Windows 8 of 10 64-bit
 - Processor met minimaal 4 cores
 - o 16GB RAM
 - Nvidia GeForce GTX980 of 1080
- Aanbevolen:
 - Windows 8 of 10 64-bit
 - Processor met minimaal 8 cores
 - \circ 32GB RAM
 - Nvidia GeForce GTX980Ti of GTX 1080
- Voor het uitlijnen van de foto's heeft PS per 1000 foto's (met 40000 features per foto) 5GB RAM nodig, en dat loopt recht evenredig op.
- De hoeveelheid RAM voor het berekenen van de puntenwolk is afhankelijk van de resolutie van de foto's, de overlap, de gewenste kwaliteit en ook de vorm van het object.
 - Medium quality:
 - 200 foto's 6 tot 18 GB
 - 500 foto's 15 tot 45GB
 - High quality:

- 200 foto's 24 tot 72 GB
 - 500 foto's 60 tot 180GB

Door het object van tevoren in delen te splitsen kan je een geheugentekort omzeilen.

De ervaring leert dat het vervangen van de traditionele harddisk door een SSD een enorme verbetering geeft in de totale verwerkingssnelheid (en een flinke vermindering van het banksaldo). Daarbij gaat het niet alleen om de 3D-software maar vooral ook om de behandeling van de foto's zelf. Er moeten honderden tot een paar duizend foto's stuk voor stuk bekeken en eventueel verbeterd worden. De vertraging tijdens het laden van elke foto van een gewone harddisk werkt dan al snel heel irriterend.

Software

Op Wikipedia staat een lijst met bijna 100 programma's die 3D-modellen uit foto's kunnen halen. Bij nadere beschouwing vallen er direct een aantal af wegens de prijs. Commerciële programma's die speciaal gemaakt zijn voor de landmeetkunde kosten al gauw 10.000\$ en meer. Andere programma's werken online, wat betekent dat je je foto's opstuurt en zij vervolgens je foto's verwerken. Daarbij heb je zelf dus geen enkele controle en je kan ook niet direct beslissen of je bijvoorbeeld met componenten wilt gaan werken. Bovendien is het aantal foto's dat ge-upload kan worden vaak beperkt. Sommige online-programma's claimen het gebruiks- en eigendomsrecht van je model voor hun eigen toepassingen, inclusief doorverkoop aan derden! Het is dus wel belangrijk om de voorwaarden, die iedereen altijd meteen wegklikt, heel goed te lezen voordat zo'n service gekozen wordt. De drie programma's die het meest gebruikt worden zijn PhotoScan van Agisoft, RealityCapture van Capturing Reality en VisualSFM. De laatste is voor mij te ingewikkeld om te gebruiken, er wordt daarin ook gebruik gemaakt van andere programma's om het model op te bouwen. Dan blijven er twee over, die elkaar niet veel ontlopen qua capaciteit. RealityCapture is nog in beta, dat betekent dat er nog volop aan gesleuteld wordt door de ontwikkelaars.

PhotoScan (PS) versus RealityCapture (RC)

Ik heb de standaardversies van beide programma's en de pro-versie van PS vrij uitvoerig getest. Ik gebruikte foto's die in onze Nederlandse duikomstandigheden in het binnenwater en op de Noordzee zijn gemaakt met diverse camera's.

Onderstaande vergelijking is gebaseerd op de standaardversies van beide programma's.

PhotoScan

- 1. Standaardversie van PS kost eenmalig ongeveer 200€. (De pro-versie kost ongeveer 3200€.)
- 2. Aantal te verwerken foto's is in principe onbeperkt, maar voor 2000 foto's heeft PS al 32 GB intern geheugen nodig.
- 3. Maakt één chunk van een serie foto's en negeert de overgebleven foto's.
- Niet mogelijk om op de hand controlepunten op foto's te plaatsen om de uitlijning te verbeteren.
 (Dit kan alleen in de Pro-versie)
- 5. Werkt eenvoudig met maskers om ongewenste delen van een foto te verwijderen.
- 6. Kan het model niet in de juiste dimensies schalen aan de hand van gemeten punten. (Dit kan alleen in de Pro-versie)
- 7. Stelt zware eisen aan de computerconfiguratie, loopt vast bij onvoldoende capaciteit.
- 8. Is in het algemeen langzamer dan RC.
- 9. Heeft een hele goede gebruiksaanwijzing.

10. Is heel gebruiksvriendelijk.

RealityCapture

- 1. Er is een gratis versie. (De pro-versie kost 14000€.)
- 2. Je betaalt pas als je helemaal tevreden bent en wilt exporteren.
- 3. Onbeperkt aantal foto's in een keer verwerken.
- 4. Maakt meerdere componenten uit één serie foto's.
- 5. Wel mogelijk om handmatig controlepunten op de foto's te plaatsen.
- 6. Werken met maskers om ongewenste delen van een foto te verwijderen is omslachtig en moet met een fotobewerkingsprogramma gedaan worden.
- 7. Kan het model wel in de juiste dimensies schalen aan de hand van gemeten punten.
- 8. Werkt met de beschikbare hardware-configuratie, maar wordt heel traag met beperkte capaciteit.
- 9. Is in het algemeen sneller dan PS.
- 10. Heeft geen gebruiksaanwijzing, info zit verstopt in helpfiles.
- 11. Is wat minder gebruiksvriendelijk.

Planning van de fotosessie

Het is van groot belang dat van tevoren goed is nagedacht over de volgorde van werken. Overboord springen en kriskras over het wrak zwemmen leidt gegarandeerd niet tot een 3D-model! Zoals bij het kopje *De Praktijk* al is aangegeven hebben we te maken met uiterst ongunstige omstandigheden. Daarom moeten **die** factoren, die we wel in de hand hebben, maximaal worden geoptimaliseerd. Dat zijn:

- Planning van de werkzaamheden
- Meetwerk
- Afspraken met mededuikers
- Scherpe foto's
- Goede belichting
- Voldoende overlap

Planning

Het is bij een "gemiddeld" wrak niet mogelijk dat één duiker in één duik het hele wrak fotografeert. Het is beter zich te concentreren op een deel en dat goed in beeld te krijgen. Als dan ook bekend is, op een schets, waar dat deel zich bevindt, dan kan een volgend deel later of door de volgende duiker worden opgenomen. Het verwerken van delen werkt heel overzichtelijk. Achteraf proberen een opnames van een heel wrak te splitsen in delen omdat er iets is misgegaan, is vrijwel ondoenlijk.

Voor het plannen van de werkzaamheden is het dus gemakkelijk als er al een schets van het wrak voorhanden is. Als die er niet is, dan kan één duiker daarmee belast worden. Deze duiker kan dan meteen aangeven wáár op het wrak hij de eerste fotografen aan het werk heeft gezien tijdens het schetsen. Dan hebben de volgende duikers alvast een richtlijn waar ze moeten beginnen met het volgende deel.

Meetwerk

Voor het vastleggen van de complete situatie van het wrak is alleen een mooi model niet voldoende. Het model zal in ieder geval van de juiste afmetingen moeten zijn. Ook de oriëntatie en de positie moeten worden vastgelegd om het verhaal compleet te maken.

Afmetingen

Het wrak zal moeten worden opgemeten om het digitale model ook op de juiste schaal te brengen. Het mee-fotograferen van een meetlatje van één meter op een wrak van 50 meter gaat niet nauwkeurig werken. Voor kleinere objecten kan het wel een oplossing zijn. Er moeten twee punten op het wrak gevonden worden die duidelijk herkenbaar zijn, zonder obstructies ertussen. Hoe verder uit elkaar hoe beter voor de nauwkeurigheid. Misschien kan een label gebruikt worden. Die punten moeten ook duidelijk op de schets worden aangegeven, zo mogelijk met een detailschets erbij. Als meerdere metingen op verschillende punten worden verricht, is een goede controle mogelijk.

Oriëntatie

Hangende aan de opstijglijn kan, zodra het wrak een beetje zichtbaar is, met een kompas de oriëntatie van het wrak worden opgenomen. Zodra je op het wrak zit werkt het kompas niet meer. Voor het maken van het model zelf heeft deze informatie geen nut.

Positie

In de software kan een model in een coördinatenstelsel geplaatst worden, maar dan zijn er minimaal drie bekende punten nodig op het wrak. Bovendien moeten deze drie punten een X, Y en Z-coördinaat hebben. Dat is zonder gespecialiseerde apparatuur onuitvoerbaar.

Het is wel vrij eenvoudig om in ieder geval van één punt op het wrak nauwkeurige coördinaten te hebben. Als het schip zelf aan het wrak verankerd is, kan op de kaartplotter het ankeralarm geactiveerd worden. Door de plotfunctie in te schakelen, wordt een deel van de cirkel opgetekend, waar het schip omheen gedraaid heeft tijdens de kentering. Het midden van de cirkel geeft exact de locatie van de opstijglijn op het wrak aan. Als dat punt op de onderwater-foto's terug te vinden is, dan zijn de positie plus de oriëntatie bij elkaar voldoende om het model bijvoorbeeld in een GIS-pakket op te nemen voor verder onderzoek. Op het binnenwater, dicht bij een oever, kan Google Earth uitkomst bieden. In combinatie met herkenbare punten, zowel op het scherm als buiten, kan nauwkeurig geplot worden.

Diepte

Op het wrak kunnen de dieptes van een paar kenmerkende punten vastgelegd worden door middel van de dieptemeter, die elke duiker hopelijk wel bij zich heeft. Zo kan de relatieve ligging van het wrak vrij nauwkeurig bepaald worden, dus de helling waaronder het ligt. Een opname van de duikcomputer ter plekke bespaart opschrijfwerk en fouten, tijdens de verwerking van de beelden komt dat shot vanzelf weer in beeld.

Bij een wrak in de binnenwateren is het vrij eenvoudig om een referentie te maken naar het NAP (Normaal Amsterdams Peil) om de precieze ligging in het verticale vlak vast te leggen. Er is altijd wel ergens een peilschaal op een brug of sluis te vinden die de waterstand aangeeft. In geval van een oude peilschaal is het raadzaam om er nog een te zoeken ter controle, ze staan erom bekend soms niet nauwkeurig te zijn.

Op zee ligt de zaak een stuk ingewikkelder, daar speelt het tij een belangrijke rol. Afhankelijk van de locatie stijgt en daalt het water meer of minder hoog dan in bijvoorbeeld een haven. De hoogtes uit een getijdentabel van die haven kunnen dus niet zonder meer gebruikt worden. Ook op- en afwaaiing speelt een rol. Daarnaast is er de keuze van het referentievlak, NAP, Chart Datum (CD) of Lowest Astronomical Tide (LAT). Het voert te ver om er hier op in te gaan. Een vermelding van de waterdiepte, eventueel met vermelding van HW- of LW-kentering, geeft al veel informatie.

Afspraken

Zoals al gezegd is het van belang dat er zo min mogelijk bewegende objecten op de foto's komen. Over vissen, kwallen en zweefvuil hebben we geen controle. Het gebruik van handgranaten vóór de duik zou het wrak kunnen beschadigen. Mededuikers moeten ervan op de hoogte gebracht worden dat ze niet gewenst zijn ter plaatse van de opnames. Het gaat niet alleen om de duiker zelf, maar ook zijn kolom luchtbellen. Als ze langs de andere kant van het wrak zwemmen om de fotograaf niet te storen, kunnen de bellen nog steeds storend in beeld komen. Hou tijdens het fotograferen dan ook altijd de omgeving in de gaten!

Instellingen vooraf

Film

Scherpe foto's zijn belangrijker dan een hoge resolutie. De ervaring leert dat filmen met 25fps veel minder scherpe beelden oplevert dan 50fps. Bij een hogere opnamesnelheid bestaat echter de kans dat er niet genoeg licht op de sensor komt, met als gevolg onderbelichte beelden. Ervaring leert hierin hoe ver je kunt gaan met de opnamesnelheid. Experimenten met een GoPro 5Black met 25 fps resulteerden in heel veel bewogen (onbruikbare) foto's.

De GoPro's hebben een "Low Light"-instelling. Die zorgt ervoor dat de fps wordt teruggeschroefd als er weinig licht voorhanden is. Dat betekent dat je in een donkere hoek langzamer moet filmen om bewegingsonscherpte te voorkomen. "Low Light" werkt niet bij opnames in 4K, dus dan is 2,7K het hoogst haalbare.

Een GoPro 4K-opname levert foto's van 3840x2160 pixels, dat is 8,3MP Een GoPro 2,7K-opname levert foto's van 2704x1520 pixels, dat is 4,1 MP

Foto

De camera moet worden ingesteld op de hoogst haalbare resolutie.

Opnemen in RAW-formaat heeft geen zin, de software zet die zelf toch om in een ander formaat. Als het gebruikte toestel in staat is om ongecomprimeerde (!) JPG's op te slaan, dan is dat de aangewezen weg. Op die manier kunnen veel meer foto's opgeslagen worden op het geheugenkaartje.

Gebruik de laagst mogelijke ISO-waarde om ruis in de foto's te voorkomen.

Zorg ervoor dat de scherptediepte voldoende is om het hele beeld, van voor tot achter, scherp op de foto te krijgen.

De fotosessie zelf

Een belangrijke vaardigheid die ontwikkeld moet worden, is het vermogen om tijdens het filmen al te visualiseren hoe de software de foto's gaat uitlijnen. Daarmee kunnen opnames gemaakt worden die anders misschien niet gemaakt zouden zijn.

Driehonderd foto's te veel is een klein ongemak, tien foto's te weinig resulteert misschien in een mislukt model. Daar kom je thuis pas achter!

De belangrijkste regel: Alleen datgene wat op minstens twee foto's is opgenomen komt in het 3D-model! Scheuren en nauwe openingen zijn lastig in beeld te brengen, dus maak extra opnamen en zorg voor ruime overlap.

Bij het ronden van een hoek zijn extra foto's nodig om de software te laten begrijpen dat er "iets aan de hand" is.

Zorg voor ruime overlap, 60% horizontaal en verticaal is een absoluut minimum!

Elke foto moet vanuit een andere camerapositie komen, het maken van een panorama-overzicht heeft geen enkele zin. Juist door de veranderde camerapositie kan de afstand van de camera berekend worden. Doe langzaamaan tijdens het veranderen van richting, verander de camerahoek hooguit 30° per foto. Start met een overzicht van het deel dat je wilt opnemen, ga daarna in stappen dichterbij. Als je in één keer dichterbij gaat, dan is er een grote kans dat de software de details op de dichtbij-opnamen niet terugvindt in de veraf-opnamen en zo het spoor bijster raakt. Het is belangrijk om opnames van dichtbij te maken om het effect van zweefvuil zo klein mogelijk te houden.

Wees niet bang dat de software het overzicht kwijtraakt. Op het wrak van "De Straatvaarder" in het Oostvoornsemeer zijn meer dan 7000 foto's van het vlak gemaakt, die in 11 delen zijn verwerkt en daarna succesvol aan elkaar gezet. Door het slechte zicht was de gemiddelde opnameafstand 66 centimeter! Hou in gedachten dat je, om de software te helpen, een "pad" van foto's maakt die het programma vervolgens aan elkaar kan plakken. Ook door op dezelfde plek te eindigen als waar je begonnen bent help je de software.



In de foto een stuk scheepswand wat met onvoldoende overlap is opgenomen, de software probeert er op eigen houtje wat van te maken...

1Rechte scheepswand zonder overlap

Het is het meest logisch om in de lengterichting over het object te zwemmen. Je krijgt zo een hele rits foto's die waarschijnlijk prima verwerkt worden in de software. Als de overlap naar links/rechts echter onvoldoende is, eindig je met diverse losse componenten

(zie bij "Het maken van het model"). Als je ook een paar slagen dwars over het object maakt, dan heb je in ieder geval de benodigde overlap om desnoods op de hand de losse componenten aan elkaar te koppelen. De neiging bestaat om meer aandacht te schenken aan de interessante delen, met veel details. Bedenk wel dat de software delen met veel details makkelijker aan elkaar kan zetten dan een saai stuk scheepshuid. Hoe minder details, hoe meer opnames er nodig zijn!

Als je meerdere delen in één duiksessie gaat opnemen, is het handig om tussen de series wat anders in beeld te brengen, zoals je duikcomputer of zo. Tijdens de nabewerking kan je de series opnames dan makkelijk splitsen en van een aparte naam voorzien.

De voorbehandeling van de opnames

Algemeen

Zorg ervoor dat de verschillende fotoseries of filmfragmenten per wrak, per datum, per filmer en per wrakdeel uit elkaar gehouden worden door een duidelijke naamgeving voor de bestanden te verzinnen. Wellicht wordt het wrak later nog eens bezocht om nog meer foto's te maken. Na verloop van tijd moet misschien een compleet nieuw 3D-model van hetzelfde wrak gemaakt worden. Dan is het essentieel dat de oude gegevens feilloos teruggevonden kunnen worden.

Bedenk dat door de verschillende bewerkingen van het originele materiaal er verschillende versies van de opgenomen series naast elkaar gaan komen. Dit vreet opslagruimte op de computer. Ook daarom heeft JPG

de voorkeur boven TIFF of RAW. Als voorbeeld: een 4MP-TIFF is 16,5 MB, dezelfde JPG is 2,3MB. Een handige tool om alle opnames in één keer van naam te veranderen, is het gratis 'Bulk Rename Utility'. Een korte handleiding is opgenomen in de bijlagen achterin.

Film

De film moet worden verwerkt tot foto's. Zowel Metashape als Reality Capture kunnen dat zelf. Er kan gekozen worden tussen het knippen van 1 of meerdere foto's per seconde filmopname. RC werkt met een 'jumplength': Stel je hebt 5 minuten film. Dat is 300 seconden. Met een jumplength van 0,5 wordt elke 0,5 seconde een frame gepakt, dus je eindigt met 600 foto's. Metashape doet het anders: via 'Import-Video' kan je, na selectie van de film en dergelijke, de 'Framestep' opgeven. Stel je hebt 5 minuten film opgenomen met 30 frames per second, dat is 300 seconden maal 30 geeft 9000 frames. Met een 'framestep'van 20 hou je 9000/20=450 frames over. De keuze daartussen ligt ingewikkelder dan het lijkt. Beeld voor beeld bekijkend zal blijken dat het ene beeld veel scherper is dan het andere, door een onverhoedse beweging of zo. Alleen scherpe beelden zijn bruikbaar, de rest moet weg! Als nu door pech een aantal beelden achter elkaar onbruikbaar zijn, dan hebben we met 1 foto per seconde een veel groter "gat" dan met 5 foto's per seconde. Bij een keuze voor 5 foto's per seconde is de kans dus 5x zo groot dat er een goede foto tussen zit die de serie compleet maakt. De keerzijde van de medaille is dat er 5x meer foto's op de hand beoordeeld moeten worden.

Als de omstandigheden en de gebruikte camera het toestaan, is het natuurlijk altijd eerst te proberen met 1 foto per seconde. Een enkel "slecht" stukje kan dan worden aangevuld met een betere foto uit de '5 per seconde'-fotoreeks.

Foto-voorbewerking

Voordat de foto's gereed zijn voor de verwerking, moeten ze nog wel 'even' geselecteerd worden. Elke foto moet beoordeeld worden op scherpte, en of er geen vissen toevallig voor een belangrijk kenmerk zwemmen. Het heeft geen zin om alle goede foto's te bewaren, zorg alleen voor ruim voldoende overlap met de vorige. Als het cruciaal is om een "slechte" foto in de serie op te nemen, waar bijvoorbeeld een andere duiker op staat, dan zou deze foto "gemaskerd" kunnen worden. Dat betekent dat het ongewenste deel van de foto verwijderd wordt en ingevuld met een neutrale kleur. In PS is daar een hulpprogramma voor beschikbaar, in RC moet dat met een los fotobewerkingsprogramma. Elke foto handmatig ontdoen van vissen en duikers door met masks te werken is ondoenlijk dus alles moet er op gericht zijn om een dergelijke situatie te voorkomen.

De software werkt alleen met de originele foto's. Op de hand bijsnijden of roteren kan dus niet. Ook ruisreductie-programma's kunnen niet gebruikt worden. Bedenk dat de software alleen maar naar de pixels en hun onderlinge samenhang kijkt. Alles wat op pixel-niveau ook maar iets verandert aan de opname zorgt voor problemen.

Het enige middel dat de foto's een klein beetje helpt is het 'oprekken' van het contrast van elke foto. In het (gratis) programma Gimp zit, in de NL-vertaling, een bewerking met de naam "TVH oprekken". (In de Engelse versie is dat "Stretch HSL"). Deze bewerking bekijkt in hoeverre de tint, de verzadiging van de kleuren en de helderheid kunnen worden benut om het maximale uit die drie componenten te halen. De meeste foto's worden er niet fraaier van, maar wel duidelijker. Gimp heeft gelukkig een batch-programma ter beschikking (Bimp), waarmee alle foto's tegelijk behandeld kunnen worden. Het is geen wondermiddel, maar de software selecteert op de behandelde foto's meer herkenningspunten. De resultaten zijn nogal onvoorspelbaar, maar het kan een redmiddel zijn. Experimenten met Adobe Lightroom, waar een vergelijkbare bewerking in zit, leverden vreemd genoeg geen enkele verbetering op bij de verwerking door de software.



Voor TVH

Na TVH

Het maken van het model

In een ideale wereld worden alle foto's allemaal in één keer tot één model samengevoegd. Helaas hebben wij te maken met een hele rits problemen waardoor dat meestal niet lukt.

Componenten / chunks

Als er wat misgaat bij de verwerking van een set foto's, dan wordt maar een deel van de foto's gebruikt om een component te maken. Door de relatief slechte kwaliteit van de foto's is dat niet te voorkomen. Afhankelijk van de gebruikte software gebeuren er dan twee dingen:

- PS maakt één chunk en negeert de andere foto's.

- RC maakt meerdere componenten van die set foto's. Er worden zoveel mogelijk foto's met bekende punten samengevoegd tot losse componenten. In plaats van één model eindig je met enkele tot tientallen delen.

Dan volgt de meest tijdrovende klus: het samenvoegen van zoveel mogelijk van die componenten tot één geheel.



Controlepunten

Het samenvoegen van de componenten is in principe heel eenvoudig:

Er wordt van component A een foto opgezocht waar ook een stukje van component B op te zien is. Vervolgens wordt van component B een foto opgezocht waar datzelfde stukje opstaat. Op beide foto's wordt een duidelijk zichtbaar punt gekozen (leve de zeeanemonen!) en daar wordt op de hand een controlepunt op gezet. Dit punt moet op minimaal twee foto's van elk component geplaatst worden zodat de software het kan herkennen op het 3D-model. Er zijn minimaal 3 van die controlepunten nodig, zover mogelijk uit elkaar. Dus je hebt 3 controlepunten die elk op beide component op meerdere foto's staan. Nu weet de software hoe die twee componenten bij elkaar horen en na herberekening van het geheel wordt er één component van gemaakt. Dit doe je voor zoveel mogelijk componenten. Is veel werk maar teruggaan om even wat meer foto's te maken is vaak geen optie.





Het opsplitsen van een wrak in meerdere delen is al aan de orde geweest bij de planning. Dit systeem werkt ook in de software door. Als van delen van het wrak voldoende opnames zijn gemaakt, dan wordt dat deel verwerkt. Aannemende dat alles goed gaat dan komt daar, na verwerking, een component (RC) of een chunk (PS) uit. Het is voor de software veel eenvoudiger om die blokken in hun geheel te manipuleren. Als die blokken overlappen dan kunnen ze later worden samengevoegd tot één groter blok, enzovoort. In RC is dat in de standaardversie mogelijk, bij PS is het alleen in de Pro-versie beschikbaar.



De makers van de beide pakketten hebben er helaas niet voor gezorgd dat bijvoorbeeld chunks uitgewisseld kunnen worden tussen de beide programma's. Dat moet via andere programma's geregeld worden en vereist veel handigheid en inzicht.

De processtappen

Beide programma's werken in grote lijnen hetzelfde. Het vertalen van de termen in het Nederlands is zinloos, de handleidingen zijn ook in het Engels.

Align photo's

In de eerste stap worden op elke foto kenmerkende punten (feature points) gezocht en vergeleken met alle andere foto's. Als die er zijn dan overlappen de foto's blijkbaar. Uit de gegevens van die overlappende foto's berekent de software eerst de eigenschappen van de gebruikte lens en daarna de locaties van waaruit elke foto genomen is. Met deze locatiegegevens wordt de locatie van elk feature point teruggerekend en krijgt dat punt een xyz-coördinaat. Hiermee is de basis van elk 3D-model, de Sparse Point Cloud, gerealiseerd.

Voor wie meer wil weten: zoek op internet naar 'SIFT-algoritm'.

Build dense cloud (RC combineert deze stap met de volgende)

Nu zowel de originele cameraposities en de calibratie van de lens bekend zijn, kan de software exact berekenen welke foto's elkaar overlappen. In eerste instantie wordt gezocht naar punten die op drie foto's voorkomen, omdat die het meest nauwkeurig berekend kunnen worden. Daarna worden punten berekend die maar op twee foto's voorkomen. Dit is in het algemeen de meest tijdrovende klus voor de software. Samen met de al eerder behandelde Sparse Point Cloud vormen al deze punten de Dense Point Cloud. Eigenlijk is het model nu gereed, wat volgt is alleen het 'opmaken' van het model.

Build mesh

Om het model structuur te geven moet het voorzien worden van een bekleding. De afzonderlijke punten uit de cloud (vertices) worden onderling verbonden door lijnen (edges) op zo'n manier dat driehoeken ontstaan (faces). Die driehoeken hebben een oppervlak (surface) en dat oppervlak vormt de zichtbare bekleding van de puntenwolk. De software houdt zelf rekening met plaatsen waar niet genoeg foto's zijn genomen en waar dus een gat in het model zit. Kleine gaatjes worden bedekt, grote gaten blijven open. Het model heeft nu een wit omhulsel gekregen omdat de surfaces standaard wit worden gemaakt.

Build texture

In deze stap bekijkt de software voor elke face van welke foto die afkomstig is en 'plakt' dat stuk foto op die face. Het eindresultaat is een natuurgetrouw model. De texture wordt in een aparte file opgeslagen en staat bekend als 'texture map' of 'texture atlas'. Hiermee is het eigenlijke model zelf voltooid.

De nabehandeling

De enige nabehandeling die het model nog nodig heeft is het op de juiste schaal brengen van het model. Op schaal brengen is eigenlijk niet de juiste term, omdat het model dezelfde afmetingen krijgt als het wrak zelf. Dat wil zeggen dat de lengte tussen de ingemeten punten tijdens de duik gelijk worden gemaakt met de lengte tussen die punten op het model. Zodra dat is gedaan kan is het model geschikt om er allerlei metingen op te verrichten.

Er kan pas geschaald worden nadat alle componenten tot een geheel zijn samengevoegd in één model!

Exporteren

Zodra het model gereed is dan kan het worden opgeslagen en geëxporteerd. Daar zijn verschillende formaten voor beschikbaar, afhankelijk van wat er verder mee moet gebeuren.

De bekendste zijn *.obj , *.ply en *.xyz. Daarbij geeft *.obj ook de texture mee, *.ply geeft alleen de mesh en *.xyz geeft alleen de pountcloud.

In Reality Capture bestaat de mogelijkheid om het model direct te exporteren naar Sketchfab, een community van 3d-makers. Je moet dan wel eerst een gratis account aanmaken op Sketchfab.

Enige programma's die speciaal geschikt zijn om verder aan het model te werken zijn onder andere Blender, MeshLab, Meshmixer en CloudCompare.

Blender is meer gericht op het uiterlijk van het model, het manipuleren van de texture.

MeshLab gaat meer over het manipuleren van het model. In MeshLab is het bijvoorbeeld mogelijk om componenten samen te voegen en op schaal te brengen.

Meshmixer is heel bruikbaar om het model op te schonen. Het verwijderen van "mislukte" stukjes gaat heel eenvoudig. Ernie de Jonge heeft een handleiding geschreven, 'Van fotogrammetrie model naar 3D print', waarin hij stap voor stap uiteenzet hoe je het model gereed kan maken voor de printer. De handleiding is ook op de sites van Stimon en LWAOW te vinden.

CloudCompare is erop gericht om twee, bijna identieke puntenwolken met elkaar te vergelijken en daaruit de verschillen duidelijk te laten zien.

Voor al deze programma's zijn op Youtube korte, heldere instructiefilms te vinden waardoor je veel sneller resultaat bereikt dan met zelf experimenteren. De tijd die je besteedt aan het bekijken ervan win je meervoudig terug bij het gebruiken.

Van computermodel naar geprint model

Deze handleiding behandelt alleen het maken van het 3D-model op de computer. Om van dit computermodel een geprint 3d-model te maken moet er nog heel wat werk verzet worden. Ernie de Jonge heeft zich daar uitputtend in verdiept en heeft de handleiding "Van fotogrammetrie model naar 3D print" geschreven, waarmee het mogelijk is om van het computermodel een werkelijk printbaar model te maken. Zijn handleiding is ook op de sites van de Stimon en de LWAOW te downloaden.

De afwerking van het geprinte model

In deze handleiding wordt ook niet ingegaan op het afwerken van het geprinte model, dat is een andere tak van sport.

Wel een paar tips:

- De meest gebruikte kunststof, PLA, verweekt bij 60º Celsius. Denk daaraan vóór je je model in de zon zet!
- Voor het schilderwerk moet het plastic vetvrij zijn. Dat gaat goed in koud water met een klein beetje afwasmiddel. Daarna spoelen in koud kraanwater, als laatste met gedemineraliseerd water en heel goed laten drogen. Het laatste wat je wil is dat de verf gaat afbladderen omdat de ondergrond niet schoon was.
- Acrylverf ruikt bijna niet en is prima binnenshuis te gebruiken.
- Een werklamp met daglichtkleur en een vergrootglas werkt heel prettig.
- De kans is groot dat je gaat airbrushen, daarmee behoud je alle details. Als je zelf duiker bent dan hoef je geen compressor aan te schaffen, je hebt immers een duikfles. In bouwmarkten is een eenvoudige drukregelaar te koop, die prima voldoet. De afgebeelde regelaar is voorzien van ¼" binnendraad, met een adaptor kun je er een inflatornippel inschroeven. Een hele dag airbrushen kost ongeveer 30 bar. En je hebt perfecte droge lucht!





Op de foto staat een 'basis' airbrush-set, die (voor mij) voldoet aan alle eisen.

- Een goede primer op het plastic zorgt voor optimale resultaten. Acrylverf, en ook primer, moet goed geschud worden voor gebruik! Spuit de primer in minimaal drie hele dunne lagen. Pas na de laatste laag moet de dekking compleet zijn. Acrylprimer is snel droog, maar is pas na 24 uur volledig uitgehard.
- Afdekken met een doorzichtige laag beschermt de verf tegen beschadigingen. Een matte vernis geeft een natuurlijk ogend resultaat. Ook de vernis moet heel dun en in meerdere lagen worden aangebracht. Een te dikke laag droogt melkachtig op.

Losse tips

 Bij de GoPro wordt meestal een drijvend handvat gebruikt, om hem bij verlies terug te kunnen vinden. Dit is op het binnenwater een prima oplossing, maar op de Noordzee, met golven en stroming is hij onzichtbaar en snel uit beeld verdwenen. Mijn eerste GoPro, die ik liet zwemmen, werd na twee weken door een eerlijke vinder vanaf het strand van Texel geretourneerd. Ik zou daar geen gewoonte van durven maken. Op de Noordzee steek ik een stuk metaal in het holle handvat, zodat de camera bij verlies in ieder geval op het wrak blijft liggen.

- Met het verzwaarde handvat heb ik meer scherpe opnamen dan zonder. Helpt blijkbaar tegen trillingen.
- Maak op elke camera/geheugenkaart een foto van je naam en adresgegevens. Zodoende weet de eerlijke vinder je te vinden.

Geraadpleegde bronnen

Handleiding onderwateropnamen voor 3d-fotogrammetrie: J. Opdebeeck
Photogrammetry in paleontology: Mallison & Wings
Computer Vision Photogrammetry for Underwater Archaeological Site: T.van Damme
Underwater photogrammetric mapping of an intact standing steel wreck: SM. Nornes et al.
Building 3D-models with digital photographs: K. Hunter
Vele bronnen op het Internet, waaronder in het bijzonder:

https://dinosaurpalaeo.wordpress.com/2015/10/11/photogrammetry-tutorial-11-how-to-handle-a-project-in-agisoft-photoscan/

http://adv-geo-research.blogspot.de/2015/06/photoscan-crash-course-v1-1.html

Bijlagen

• Batch Rename Utility gebruiken

Batch Rename Utility gebruiken

Pulle Demonstra Litility	Kenaming Options Special Heij						
Bulk Rename Utility							CB.
G:\Fotogrammetrie\Bernicia\20	1171021 originelen						
E Deze pc	Name A	New Name	Size Modfied				^
1 JU-objecten	MG_0172.JPG	Petrel 19102018-1.JPG	5,27 MB 21-10-2017 15:23:11				
B B maublad	MG_0173.JPG	Petrel 19102018-2 JPG	6,29 MB 21-10-2017 15:23:16				
E Documenten	MG_0174.JPG	Petrel 19102018-3.JPG	6,84 MB 21-10-2017 15:23:21				
🗉 🐺 Downloads	MG_0175.JPG	Petrel 19102018-4.JPG	6,08 MB 21-10-2017 15:23:24				
iCloud-foto's	MG_0176.JPG	Petrel 19102018-5.JPG	5,56 MB 21-10-2017 15:23:29				
🕀 🎝 Muziek	MG_0177,JPG	Petrel 19102018-6.JPG	6,77 MB 21-10-2017 15:23:34				
🗈 🚰 Video's	MG_0178JPG	Petrel 19102018-7.JPG	6,81 MB 21-10-2017 15:23:37				
E Lokale schif (C:)	MG_01/9.JPG	Petrel 19102018-8.3PG	7,69 MB 21-10-2017 15:23:40				
Programmas (D:)	MG_0180.JPG	Petrel 19102018-9.JPG	7,05 MB 21-10-2017 15:23:47				
DataHans (E:)	MG_0181.JPG	Petrel 19102018-10.JPG	4,24 MB 21-10-2017 15:23:48				
DataAnnemieke (F:)	MG_0182.JPG	Petrel 19102018-11.JPG	4,75 MB 21-10-2017 15:23:52				
E Fotogrammetrie (G:)	MG_0183.JPG	Petrel 19102018-12.JPG	6,14 MB 21-10-2017 15:23:56				
Fotogrammethe	MIMG_0184.JPG	Petrel 19102018-13.3PG	6,19 MB 21-10-2017 15:24:01				
Agemeen Remisio	MG_0185.JPG	Petrel 19102018-14.JPG	7,06 MB 21-10-2017 15:24:05				
20171021	MG_0186.JPG	Petrel 19102018-15.JPG	6,51 MB 21-10-2017 15:24:09				
Bemicia2	MG_0187.3FG	Petrel 19102018-16.3PG	5,45 MB 21-10-2017 15:24:12				
FI-Project	MG_0188.JPG	Petrel 19102018-17.JPG	6.20 MB 21-10-2017 15:24:16				
Resultaat		Petrel 10102010-10.JPG	5,76 MB 21-10-2017 15,24-20				
⊕ Handleiding	MG_0191 IPG	Peter 19102010-1931-0	6.51 MB 2110 2017 15:24:24				
Hondsbosch		Peter 19102019-20.0FG	5,03 MB 2110/2017 10:24:34				
a Kotter3	IMG_0192.0FG	Petrel 19102010-21.0FG	5.03 MB 21-10-2017 15-24-40 5.02 MB 21-10-2017 15-24-47				
E Kotter		Potent 10102010-22.01G	6 79 MB 21 10 2017 15 24 49				
Duderken		Peter 19102010-23.0FG	6.70 MB 2110 2017 15:24:45				
E Petrel		Petrol 19102019-25 IPG	6.94 MB 21.10.2017 15:25:07				
		10001010201020010	0.04 80 2110 2017 10.20.07				Ŷ
RegEx (1)		Replace	(3)	<u>₹ 8</u>	Remove (5)	Add (7)	Auto Date (8) V B Kumbering (10)
Match		Replace			First n 0 ÷ Last n 0 ÷	Prefix I	Mode None Mode Suffix at 0
Beplace		With			From 0 - to 0 -	Insert	Type Creation (Cur + Start 1 - Incl. 1 -
T Instanta Fast		E March	C		Chave Words		Pad 0 - Sen
T Include Ext.			Case		Chais Words	at pos. 0 🕂	Finit DMY
Name (2)		Case (4)		✓ <u>R</u>	Crop Before	Suffix	Sep. Seg. Dieak o I Polder
Name Fixed		Same	•		Digits High Char	Word Space	Custom Type Base 10 (Decimal) -
Petrel 19102018-		Excep.			D/S Accents Crist		Cent. Off. 0 - Roman Numerals None -
					i synt codd boar [non		
Move/Copy Parts (6)					N R	Append Folder Name	
None 💌 📔 🗄	None 💽 1 🗄 Sep.					Name None V Sep.	Levels 1 🛨 Same 💌
Filters (42)		ni c	and the section (47)				ol.
Filters (12)			pymove to cocation (13)				<u></u>
Mask *	2 M Folders I Hidden Na	me Len Min 0	n				E
🕫 🗆 Match Case 🗆 Regi	Ex Piles I Subfolders P	atri Len Min 0 🕂 Max 0 🕂 🛛 🤷	Copy not Move				
	Condition	2					
Special (14)							
Change File Attributes	Change Ele Timestamos Ch	waster Translations Increased Benamin	Bulk Rename Utility 64-bit (Unicode)				Reset
Status: Not Set	Status: Not Set	Statur: Not Set	TGRMN Software 2001-2016				Bename
		olana. Hor ou	Version: 3.0.0.1 Check for Updates				Revert
Pulk Rename I thibu is free for nor	and kinemen and keep	ou une in a commencial en économit a commencia	Linesse is see incl. More Info				

1. Selecteer de map waar de foto's in staan.



2. Selecteer de foto's

File Actions Display Options	Renaming Options Special Help								
Bulk Rename Utility								1	<u>A</u> B
G:\Fotogrammetrie\Bernicia\2013	71021 originelen								6
E Deze pc	Name 🔺	New Name		Size Modified					^
🗉 🧊 3D-objecten	MG_0172.JPG	Petrel 19102018-1.JPC	5,2	7 MB 21-10-2017 15:23:11	-				
🗄 📰 Afbeeldingen	MG_0173.JPG	Petrel 19102018-2.JPC	6,2	9 MB 21-10-2017 15:23:16					
Bureaublad	IMG 0174 JPG	Petrel 19102018-3.JPC	6.8	4 MB 21-10-2017 15:23:21					
Documenten	IMG_0175.JPG	Petrel 19102018-4.JPC	6.0	8 MB 21-10-2017 15:23:24					
Downloads	MG_0176.JPG	Petrel 19102018-5.JPC	5,5	6 MB 21-10-2017 15:23:29					
- S ILloud-foto's	MG_0177.JPG	Petrel 19102018-6.JPC	6,7	7 MB 21-10-2017 15:23:34					
E Wideo's	IMG_0178.JPG	Petrel 19102018-7.JPC	6,8	1 MB 21-10-2017 15:23:37					
E lokale schif (C)	IMG_0179.JPG	Petrel 19102018-8.JPC	7,6	9 MB 21-10-2017 15:23:40					
F Programmas (D:)	IMG_0180.JPG	Petrel 19102018-9.JPC	7.0	5 MB 21-10-2017 15:23:47					
DataHans (E:)	IMG_0181.JPG	Petrel 19102018-10.JF	G 4.2	4 MB 21-10-2017 15:23:48					
DataAnnemieke (F:)	IMG_0182.JPG	Petrel 19102018-11.JF	G 4.7	5 MB 21-10-2017 15:23:52					
E Fotogrammetrie (G:)	IMG_0183.JPG	Petrel 19102018-12.JF	G 6,1	4 MB 21-10-2017 15:23:56					
E Fotogrammetrie	MG_0184.JPG	Petrel 19102018-13.JF	G 6,1	9 MB 21-10-2017 15:24:01					
B- Algemeen	MG_0185.JPG	Petrel 19102018-14.JF	G 7,0	6 MB 21-10-2017 15:24:05					
B- Bernicia	MG_0186.JPG	Petrel 19102018-15.JF	G 6,5	1 MB 21-10-2017 15:24:09					
20171021	MG_0187.JPG	Petrel 19102018-16.JF	G 5,4	9 MB 21-10-2017 15:24:12					
E Bemicia2	MG_0188.JPG	Petrel 19102018-17.JF	G 6,2	0 MB 21-10-2017 15:24:16					
Project Resultant	MG_0189.JPG	Petrel 19102018-18.JF	G 5.7	6 MB 21-10-2017 15:24:20					
Handleiding	MG_0190.JPG	Petrel 19102018-19.JF	G 6,5	1 MB 21-10-2017 15:24:24					
Handshosch	MG_0191.JPG	Petrel 19102018-20.JF	G 6,5	9 MB 21-10-2017 15:24:34					
E Kotter3	MG_0192.JPG	Petrel 19102018-21.JF	G 5,6	3 MB 21-10-2017 15:24:40					
E Kotter4	MG_0193.JPG	Petrel 19102018-22.JF	G 5,8	2 MB 21-10-2017 15:24:47					
Ouderkerk	MG_0194.JPG	Petrel 19102018-23.JF	G 6,7	8 MB 21-10-2017 15:24:49					
E Petrel Y	MG_0195JPG	Petrel 19102018-24.JF	G 6,7	1 MB 21-10-2017 15:24:52					
< >	Mg_0196.3PG	Petrel 19102018-25.JF	6 6,3	4 MB 21-10-2017 15:25:07					~
RegEx (1)		R R	Replace (3)		R B	Remove (5)	Add (7) - 🔽 R	Auto Date (8)	Numbering (10)
Match			Replace			First n 0 ÷ Last n 0 ÷	Prefix	Mode None -	Mode Suffix - at 0 -
Benlace			With			From 0 1 to 0	Inset	Type Creation (Creat	Start 1 - Incr. 1
E.F.			E Hunt Care			Chan U Julanda		Creation (Cul •	Rad 0 Sec
T TO BOEM.			1 Match Lase			chais wolds	at pos. 0 ÷	Fmt DMY	
me (2)			Case (4)		R B	Crop Before -	Sulliv	Sep. Seg.	Break U I Folder
The Fixed			Same			Digits High Trim		Custom	Type Base 10 (Decimal) -
						D/S Accents Chars	1 Word Space		Danna Marriela III
Petrei 19102018-			Excep.			Sym. Lead Dots Non -		I Cent. Off. 0	None •
ove/Copy Parts (6)						R B	Append Folder Name	9) 🔽 R	Extension (11)
None 11 + P	None V 1 Sep.						Name None - Ser	Levels 1	Same •
								· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Filters (12)			DI Convittovo to Los	ation (12)					PL
Mark E	- 🖌 🖂 Saltan 🖂 Watan - Name Lan Min 🗖		Path Dath						
Mask *	From Forders Hidden Name Cerrimin	- Max lo	- Paul						
🕫 🗆 Match Case 🗆 RegEx	 I Files I Subfolders Pain Len Min [0 	Max 0 -	🗧 🏸 🔽 Copy not 🕅	love					
C	Condition								
Special (14)				Bulk Bename Utility 64-bit	(Unicode)				Reset
Change File Attributes	- Change File Timestamps Character Transla	tions T Javasci	ipt Renaming	TGRMN Software 2001-2016					Bename
Status: Not Set	Status: Not Set	et 🔛 Sta	tus: Not Set	Version: 3.0.0.1 Check for Upda	ates.			¢	Revert
		202 12 000							
Bulk Rename Utility is free for perso	onal, non-commercial, home use. For use in a co	mmercial environment,	a commercial license is require	d More Info					

3. Geef de foto's een duidelijke omschrijving

File Actions Display Options	Renaming Options Special Help									
Bulk Rename Utility										AB
G:\Fotogrammetrie\Bernicia\2017	71021 originelen									6
E Deze pc	Name 🔺	New Name		Size Modified						^
🖲 🇊 3D-objecten	MG 0172 JPG	Petrel 19102018-1.JP		5 27 MB 21-10-2017 15:23:11	-					
🗈 📰 Afbeeldingen	MG 0173.JPG	Petrel 19102018-2 JP	1	6.29 MB 21-10-2017 15:23:16						
🗄 🛄 Bureaublad	MG 0174 JPG	Petrel 19102018-3 JP	-	6.84 MB 21-10-2017 15:23:21						
🗄 🛅 Documenten	MG 0175, JPG	Petrel 19102018-4 JP		6.08 MB 21-10-2017 15:23:24						
Downloads	MG_0176.JPG	Petrel 19102018-5.JP0	à	5,56 MB 21-10-2017 15:23:29						
Cloud-foto's	MG_0177.JPG	Petrel 19102018-6.JP	à	6,77 MB 21-10-2017 15:23:34						
E Muzek	MG_0178.JPG	Petrel 19102018-7.JP	3	6.81 MB 21-10-2017 15:23:37						
E Lokala schif (C-)	MG_0179.JPG	Petrel 19102018-8.JP0	5	7,69 MB 21-10-2017 15:23:40						
Programmas (D:)	IMG_0180.JPG	Petrel 19102018-9.JP0	à	7,05 MB 21-10-2017 15:23:47						
DataHans (E:)	MG_0181.JPG	Petrel 19102018-10.JF	G	4.24 MB 21-10-2017 15:23:48						
DataAnnemieke (F:)	MG_0182.JPG	Petrel 19102018-11.JF	G	4.75 MB 21-10-2017 15:23:52						
E- Fotogrammetrie (G:)	IMG_0183.JPG	Petrel 19102018-12.JF	G	6.14 MB 21-10-2017 15:23:56						
E Fotogrammetrie	MG_0184.JPG	Petrel 19102018-13.JF	G	6,19 MB 21-10-2017 15:24:01						
Agemeen	IMG_0185.JPG	Petrel 19102018-14.JP	G	7,06 MB 21-10-2017 15:24:05						
B-Bernicia	MG_0186.JPG	Petrel 19102018-15.JF	G	6.51 MB 21-10-2017 15:24:09						
201/1021	MG_0187.JPG	Petrel 19102018-16.JF	G	5,49 MB 21-10-2017 15:24:12						
Benicia2	MG_0188.JPG	Petrel 19102018-17.JF	G	6,20 MB 21-10-2017 15:24:16						
Project Regularit	MG_0189.JPG	Petrel 19102018-18.JF	G	5.76 MB 21-10-2017 15:24:20						
Handleiding	MG_0190.JPG	Petrel 19102018-19.JF	G	6,51 MB 21-10-2017 15:24:24						
Hondsbosch	IMG_0191.JPG	Petrel 19102018-20.JF	G	6,59 MB 21-10-2017 15:24:34						
E- Kotter3	MG_0192.JPG	Petrel 19102018-21.JR	G	5,63 MB 21-10-2017 15:24:40						
	MG_0193.JPG	Petrel 19102018-22.JP	'G	5.82 MB 21-10-2017 15:24:47						
Ouderkerk	MG_0194JPG	Petrel 19102018-23.JF	G	6.78 MB 21-10-2017 15:24:49						
Petrel	MG_0195.JPG	Petrel 19102018-24.JP	G	6.71 MB 21-10-2017 15:24:52						
< >	1 No_0136.3PG	Petrel 19102016-25.0	0	6,54 MB 21-10-2017 15:25:07						- ·
RegEx (1)		R R	Replace (3)		17 <u>R</u>	Remove (5)	Add (7) R	Auto Date (8)	Numbering (10)	⁶ Bh
Match			Replace			First n 0 🕂 Last n 0 ÷	Prefix	Mode None 💌	Mode Suffix 💌 at	0
Replace			With			From 0 + to 0 +	Insert	Type Creation Cur -	Start 1 - Incr.	1
C Include Ext			E Match Case			Chars Words	1 000 0 1	End DMY	Pad 0 - Sep.	
		ET al	C				arbor 10 -		Break 0	E Eddar
Name (2)			Case (4)		N H	Crop Betore -	Suffix	Sep. Seg.	uleak ju	Poloei
Name Fixed -			Same	•		Digits High Chars	Word Space	Custom	Type Base 10 (Decimal	4) 💌
Petrel 19102018-			Excep.			Sym. Lead Dots Non -		Cent. Off. 0	Roman Numerals None	e 💌
Move/Copy Parts (6)						₽ Bh	Append Folder Nam	e (9) 🔽 🖓 B	nsion (11)	I¥ Bh
None	None 👻 1 🕂 Sep.						Name None - Se	Levels 1	Same 👻	
, _, _,										
Filters (12)			- R - Copy/Move to	o Location (13)						B
Mask *	🖉 😎 Folders 🔲 Hidden 🛛 Name Len Min	0 + Max 0 -	Path							
S FRANCE FRAN	Files Subfolders Path Len Min	n Max n	- N							-
· I Match Lase I Regex		· · · ·	- iv copy	/ not move						
Co	ondition	6	•							
Special (14)				Bulk Desses Utility 64 kit i	01-1				nue I	
Change File Attributes	Change File Timestamps Character Transl	ations Javasc	ipt Renaming	TGRMN Software 2001-2016	(Unicode)				rieset B	lename
Status: Not Set	Status: Not Set	ser 😰 Sta	ILLS: INOT SIEL	Version: 3.0.0.1 Check for Upda	<u>ites</u>				Revert	
Bulk Rename Utility is free for perso	onal, non-commercial, home use. For use in a co	ommercial environment,	a commercial license is re	squired. More Info						

4. Zet een nummer achter de foto's

Na elke stap zie je het resultaat in de tweede kolom verschijnen. Druk vervolgens op 'Rename' rechtsonder en klaar!