

Hergebruik van gebouwelementen stimuleren met snel te maken digitale gebouwmodellen

Achtergrond

De bouwsector is verantwoordelijk voor een substantieel deel van het grondstoffengebruik en produceert een heleboel afval. Om de milieu-impact van de sector te verminderen is het implementeren van circulaire oplossingen van cruciaal belang. Een oplossing is om gebouwelementen een tweede leven te geven door ze te hergebruiken. Het inventariseren van de aanwezige gebouwelementen en hun exacte aantallen is daarin een belangrijke eerste stap. Deze inventarisatie is echter een tijdrovend proces, zeker als het om grote aantallen elementen gaat. Hoe kan dit proces vergemakkelijkt worden? En is dit mogelijk met betaalbare middelen? Voor het antwoord op deze vragen voerde het WTCB twee cases uit in samenwerking met [Rotor vzw](#) in het kader van de projecten [DigitalDeconstruction](#) en [FCRBE](#), beide gesteund door Interreg North-West Europe.

Wat?

In deze eerste case werd onderzocht of het exterieur van een gebouwencomplex snel kan worden verwerkt tot een digitaal gebouwmodel, en hoe dit kan worden bewerkstelligd met betaalbare en mobiele apparatuur. In een [tweede case](#) werd vervolgens gekeken of het snel verkregen digitale model kan worden gebruikt om automatische tellingen van elementen op uit te voeren. Het einddoel van de cases is het testen van de mogelijkheid om snelle, accurate tellingen te verrichten van elementen met potentieel voor hergebruik. We starten met een korte uiteenzetting van de twee technieken die werden ingezet voor de eerste case, namelijk [fotogrammetrie](#) en [360-graden fotografie](#).

Techniek 1: fotogrammetrie

Fotogrammetrie maakt het mogelijk om op eenvoudige wijze allerhande metingen op foto's te maken. Hier beperken we ons tot de mogelijkheid van fotogrammetrie om een digitaal 3D-model van de gevels van gebouwen te genereren. Voor dit doeleinde worden er reeksen van overlappende foto's van het gebouw genomen. Fotogrammetriesoftware kan deze foto's vervolgens automatisch analyseren voor corresponderende elementen die op de overlappende foto's zichtbaar zijn. Het resultaat van de analyse is een zogeheten puntenwolk. Anders dan bij laserscanners, waar de punten direct worden gemeten om zo tot een puntenwolk te komen, worden de punten bij fotogrammetrie dus afgeleid uit foto's. Doordat het bij fotogrammetrie gaat

om een afgeleide en niet om een directe meting is de nauwkeurigheid eerder in de orde van enkele centimeters en niet millimeters, zoals bij laserscanning.

Het voordeel van fotogrammetrie ten opzichte van laserscanning is onder meer dat de benodigde apparatuur stukken goedkoper en lichter is. Hoewel een professionele camera met veel megapixels en een grote beeldsensor ideaal is, kan een goede smartphonecamera ook al bruikbaar zijn. De *trade-off* is dat de kwaliteit van fotogrammetrie afhangt van de mate van detail dat aanwezig is in de omgeving. Meer details betekent namelijk dat er meer corresponderende elementen bepaald kunnen worden in de overlappende foto's. Muren met veel oneffenheden en onderscheidende kleuren worden daardoor beter verwerkt tot een 3D model dan witte muren zonder veel detail. Ook het weer speelt een rol: verandering van het licht tijdens de opnames of fel licht en schaduwen zijn storend en verminderen de kwaliteit van fotogrammetrie.

Techniek 2: 360-gradenfotografie

Op foto's genomen met een reguliere camera is telkens maar een klein deel van de omliggende omgeving zichtbaar. Een 360-gradenfoto is anders en capteert de gehele omgeving inclusief vloer en plafond in één foto. Hiertoe bevatten 360-gradentoestellen twee camera's die elk 180 graden van de omliggende omgeving opnemen. Het resultaat van de opname is geen platte foto maar een fotobol. Met een gratis fotoviewer kan in de fotobol rondgekeken worden op dezelfde manier als in Google Street View. De onderstaande video toont hoe deze techniek kan worden gebruikt om snel en eenvoudig complete omgevingen digitaal vast te leggen:



Opname van de omgeving op een 360-gradenfoto.

Naast reguliere camera's kunnen ook 360-gradencamera's worden ingezet voor het maken van digitale gebouwmodellen op basis van fotogrammetrie. Het gebruik van 360-gradencamera's heeft het voordeel dat er minder foto's nodig zijn om alles vast te leggen en men dus potentieel sneller en met minder moeite de benodigde deliverable in handen heeft. Deze methode heeft echter ook nadelen. Als een 360-gradenfoto met een normale fotoviewer wordt bekeken is er boven en onder in het beeld sterke vervorming zichtbaar doordat deze bedoeld zijn om bolvormig weergegeven te worden. Deze vervorming moet softwarematig worden gecorrigeerd. Daarnaast zullen tien reguliere foto's van dezelfde omgeving meer detail geven dan één 360-gradenfoto, simpelweg omdat elke camera een maximale resolutie (mate van detail) per foto heeft. De keuze voor het gebruik van reguliere foto's of 360-gradenfoto's is daarom genuanceerd: voor een hoge kwaliteit gebruikt men beter een reguliere camera. Als snelheid primeert zijn 360-gradencamera's dan weer net interessanter. In het volgende gedeelte kijken we hoe fotogrammetrie op basis van 360-gradenfoto's kan worden toegepast om snel een digitaal gebouwmodel te maken.

Digitaal model van een gebouwencomplex

Hoe kan een digitaal model van een gebouwencomplex snel en met betaalbare middelen worden gemaakt? Het gebruik van fotogrammetrie ligt hierbij voor de hand omdat dit werkt met een relatief betaalbare camera en de captatie van de foto's snel gaat. Wat het soort camera betreft, zijn er verschillende keuzes. Zo kunnen reguliere foto toestellen en mini drones met een ingebouwde camera bijvoorbeeld worden ingezet voor fotogrammetrieprojecten. Voor het doel van deze case werd specifiek gekozen voor het gebruik van een 360-gradencamera omdat deze plaatsonafhankelijk en daardoor ad hoc ingezet kan worden. Dit is een voordeel ten opzichte van drones, waarvan de directe inzetbaarheid naargelang de locatie kan verschillen vanwege mogelijk geldende restricties. Omdat 360-gradencamera's de hele omliggende omgeving ineens capteren, zijn er ook minder foto's nodig dan bij het gebruik van normale (drone)camera's. De *trade-off* van de hoge snelheid is dat er minder data wordt gecapteerd, waardoor de kwaliteit van het te genereren digitale gebouwmodel ook afneemt. De afweging die dan ook gemaakt moet worden is welke kwaliteit afdoende is voor het beoogde eindresultaat.

Dit zijn enkele situatiefoto's van het gebouwencomplex dat voor deze case werd gedigitaliseerd:



Gebouwencomplex Recyclart in Sint-Jans-Molenbeek waar de case werd uitgevoerd.

Voor de opnames werd een 360-gradencamera op een driepoot geplaatst. Omdat dit type camera de complete omliggende omgeving capteert, brengt dit ook een aandachtspunt met zich mee. Zonder aanpassing staat de fotograaf namelijk zelf ook telkens op de foto, wat kan storen in de verwerking van de foto's tot digitaal gebouwmodel. Om dit te verhelpen werd de camera zo ingesteld dat deze snel achtereen twee 180-gradenfoto's nam in plaats van een enkele 360-gradenfoto. Dit maakt het voor de fotograaf mogelijk om tijdens het nemen van de foto's telkens aan de kant van de camera te gaan staan waar op dat moment geen foto genomen wordt.

In totaal werden meer dan 80 360-gradenfoto's genomen. Enkele voorbeelden:





360-gradenfoto's van het Recyclart-gebouwencomplex.

De foto's werden vervolgens verwerkt tot digitaal gebouwmodel door middel van fotogrammetriesoftware. Eenmaal ingesteld verwerkt de software de foto's via verschillende tussenstadia automatisch tot een fotorealistisch 3D-model. De tijd die nodig is voor de verwerking is sterk afhankelijk van het aantal foto's en van de snelheid en het werkgeheugen van de gebruikte pc. Voor de software zijn zowel gratis open source als betaalde professionele oplossingen beschikbaar. De basisfunctionaliteit van beide typen oplossingen is hoofdzakelijk hetzelfde. Het verschil zit met name in het feit dat professionele oplossingen veelal een meer geavanceerde functionaliteit en een gebruiksvriendelijkere interface hebben. Daarnaast zal afhankelijk van het type omgeving de kwaliteit van het genereerbare digitale model hoger zijn.

Dit is een bovenaanzicht van het model waarop de gehele locatie zichtbaar is. De blauwe bollen geven de plaatsen aan waar de 360-graden foto's werden genomen:



Bovenaanzicht van het gebouwencomplex. Fotolocaties zijn met blauw aangeduid.

Een voordeel van een digitaal bouwmodel is dat dit op elke gewenste wijze kan worden bekeken. Deze *fly-through* van het gebouwencomplex is daar een voorbeeld van:



Fly-through door de locatie.

Zodra het digitale bouwmodel beschikbaar is, kunnen er vervolgens met enkele muisklikken de verschillende gevels en grondvlakken uit worden geëxtraheerd die interessant zijn omdat ze inventariseerbare elementen bevatten. Enkele voorbeelden hiervan:



Gevens geëxtraheerd uit het digitale gebouwmodel.



Grondoppervlak van het digitale gebouwmodel.

Zoals blijkt uit de bovenstaande resultaten kan met 360-gradenfoto's en fotogrammetrie de buitenkant van een gebouwencomplex snel worden vastgelegd en semiautomatisch verwerkt tot een digitaal model. De kwaliteit van het model varieert: deze is relatief hoog voor die delen die van dichtbij zijn gefotografeerd en/of die veel detail bevatten. Het grondoppervlak van de kasseien is daar een goed voorbeeld van. De kwaliteit van verderaf staande gebouwen of delen met minder details is lager. Of het gebruik van 360-gradenfoto's een goede optie is, hangt af van het belang van de snelheid, het gebruiksgemak en de betaalbaarheid van deze methode, waarbij de kwaliteit op de tweede plaats komt. Wil men in het bijzonder voor omgevingen met minder details toch fotogrammetrie gebruiken om de omgeving in 3D te reconstrueren, dan ligt het gebruik van een professionele fotocamera meer voor de hand, gezien deze foto's neemt met een hogere resolutie en dus meer kleine details capteert.

Conclusie

Samenvattend stellen we dat, in die gevallen waarin middelhoge kwaliteit volstaat, het uitvoeren van fotogrammetrie op 360-gradenfoto's bruikbaar is als relatief snelle en betaalbare methode voor het maken van digitale modellen van gebouwcomplexen. De kwaliteit van het eindresultaat is onder meer afhankelijk van de mate van detail aanwezig in de omgeving.

Na de digitalisatie van het gebouwencomplex in deze eerste case kijken we in de [tweede case](#) of het digitale gebouwmodel vervolgens kan worden gebruikt om automatische tellingen van elementen op uit te voeren.

Deze case werd mede mogelijk gemaakt door ondersteuning van de volgende projecten:

