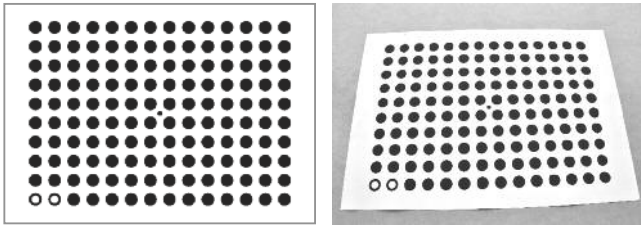


Onbemande vliegtuigjes gebruiken camerabeelden om te navigeren. Maar in die beelden zitten allerlei vertekeningen: hoeken veranderen, voorwerpen vervormen. Er zijn heel wat trucs nodig om uit te rekenen hoe de werkelijkheid eruit ziet.

# Rekenen aan camerabeelden

Camerabeelden hebben toepassingen op de meest uiteenlopende plaatsen. Jaap van de Loosdrecht en Klaas Dijkstra van het Kenniscentrum Computer Vision (NHL Hogeschool) werken aan onbemande vliegtuigjes, maar bijvoorbeeld ook aan een project om de bewegingen van koeien in een stal te volgen. In die stal hangen verschillende camera's en de bedoeling is om op een plattegrond aan te geven waar elke koe op welk moment was. Van de Loosdrecht: "Dat is lastiger dan het lijkt. De camera's hangen allemaal onder een andere hoek en een koe kan op het ene beeld veel groter lijken dan op het andere." Ook geven de gebruikte groothoeklenzen een tonvormige vertekening: alles in beeld lijkt naar de rand te worden getrokken. Al met al zijn de beelden op allerlei manieren vervormd.

Om die vervorming in kaart te brengen, leggen de onderzoekers een patroon voor de camera waarvan alle afstanden bekend zijn. Hiervoor gebruiken ze een patroon met tien rijen van elk veertien stippen. Alle stippen zijn zwart, behalve de eerste twee van de bovenste rij, zodat altijd te zien wat de linkerbovenhoek van het beeld moet zijn. Uit de vervorming van deze keurig geordende stippen is de precieze beeldvertekening af te leiden. Dit heet camerakalibratie. Het doel van de kalibratie is om uiteindelijk vanuit een camerabeeld terug te rekenen naar de oorspronkelijke driedimensionale coördinaten in de werkelijkheid.



Links het stippenpatroon, rechts de foto die dat oplevert. De lijnen zijn niet meer recht en sommige stippen lijken groter dan andere.

## Puntenwolk

Dijkstra: “Bij de kalibratie moeten we vijftien onbekenden schatten. Dat zijn bijvoorbeeld de vervorming van de lens in drie verschillende richtingen, maar ook de hoek waaronder de camera hangt. We gebruiken daarvoor dat patroon van 14x10 punten. We krijgen zo een wolk van 140 punten in een vijftien-dimensionale ruimte en zoeken een niet-lineaire relatie tussen die punten. Dat is lastig met klassieke wiskunde.”

De onderzoekers omschrijven hun kijk op wiskunde als praktisch: ze zijn vooral geïnteresseerd in oplossingen die goed werken. Zij zoeken daarom ook niet naar de exacte oplossing, maar naar een benadering die goed genoeg is voor hun toepassingen. Dat doen ze met zogenaamde genetische algoritmen: een computerprogramma dat de evolutie nabootst. Ze beginnen met een aantal willekeurige schattingen voor de vijftien onbekenden. Vervolgens berekenen ze voor elk van die schattingen de bij-

behorende fout: hoe beter de gevonden niet-lineaire relatie de puntenwolk in de vijftien-dimensionale ruimte beschrijft, hoe kleiner de fout.

Vervolgens mogen de beste schattingen zich voortplanten (het is net *survival of the fittest*). Daarbij worden twee schattingen gecombineerd tot een nieuwe schatting. Net als in de natuur is hun “nakomeling” niet puur een mengsel van zijn twee ouders: er vindt ook een klein aantal willekeurige veranderingen plaats. Zo ontstaat een nieuwe generatie. Dit proces blijft zich herhalen. Elke keer mogen de beste schattingen zich voortplanten, net zolang tot er een oplossing is gevonden waarbij de fout klein genoeg is. Hoe klein de fout mag zijn, hangt af van de toepassing.

## Vliegtuigjes

Onbemande vliegtuigjes moeten vanuit hun camerabeelden afstanden en hoeken tot op de pixel nauwkeurig kunnen inschatten. Ook daar werken ze aan op de NHL Hogeschool. Van de Loosdrecht: “Vanmorgen stonden we nog zo’n vliegtuig te testen in een lokaal waar normaal dansles wordt gegeven: dat is een lekker hoge ruimte.” Deze vliegtuigjes moeten in de toekomst windmolenbladeninspecties doen in plaats van de mensen die dat nu met gevaar voor eigen leven doen. Dijkstra: “Vliegtuigjes die nu gebruikt worden hebben vaak extra camera’s nodig die op een vaste plek in de buurt zijn opgesteld, en computers op de grond doen het rekenwerk. Wij willen puur de camera’s en apparatuur op het vliegtuig zelf gebruiken, want dan pas kun je de techniek echt overal inzetten. Maar daarvoor moeten we dus wel die camerabeelden heel goed kunnen analyseren.” Ze presenteren hun resultaten op de International Micro Air Vehicle 2014, een conferentie waar experts op het gebied van onbemande vliegtuigen uit de hele wereld samenkomen.