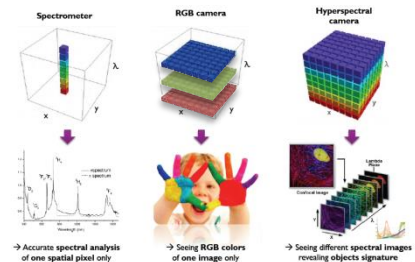


# Mhysti

*Demystifying multi and hyper spectral Imaging  
for industrial applications*

*In dit tweejarig tetra-onderzoeksproject gaan wij nieuw opkomende betaalbare multi- en hyperspectrale beeldsensoren bestuderen en uittesten, de dataverwerking hiervan onderzoeken en toepassen in cases in de machine vision en remote sensing.*

Klassieke camera's in visietoepassingen zijn, in nabootsing van het menselijk oog, beperkt tot drie spectrale banden. Deze gevoeligheid in enkel de rode, groene en blauwe kleurbanden geeft een realistisch ogend beeld. Maar als we meer kleurbanden kunnen waarnemen, zoals in multispectrale (tot 10 kleurbanden) en hyperspectrale (tot meer dan 100 kleurbanden) beeldvorming, dan wordt er heel wat meer mogelijk. Inderdaad, als we het volledige spectrum van een object kunnen waarnemen, dan kunnen we zaken onderscheiden die voor het menselijk oog er volledig identiek uitzien. Bij een goede kalibratie kunnen we zelfs het materiaal waaruit een object gemaakt is herkennen.



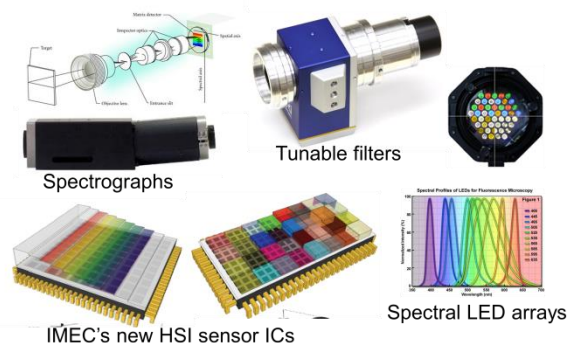
Figuur 1: Illustratie van spectrometrie, RGB beeldvorming en hyperspectrale beeldvorming

Het aftoetsen van deze hoge verwachtingen van hyperspectrale beeldvorming vormt de kern van dit onderzoeksproject. Voor heel wat visietoepassingen in de industrie zou het zeer handig zijn om objecten van verschillende materialen van elkaar te kunnen onderscheiden, zelfs als ze met het blote oog er volledig identiek uitzien.

Er bestaan wel een aantal hindernissen om multi- en hyperspectrale imaging toe te passen in een industriële context, zoals de dure sensoren, de grote datastromen en de ingewikkelde wiskunde die nodig is om hiermee een goed resultaat te bereiken. Deze hindernissen trachten we in dit project weg te werken door een aantal relevante industriële casestudies uit te werken, gebruik makend van moderne betaalbare sensoren en begrijpbare performante software.

Hyperspectrale sensoren kunnen zeer duur zijn, maar tegenwoordig zijn er een aantal betaalbare alternatieven die zich prima lenen voor industriële toepassingen:

- Een spectrograaf is een optische component die op een klassieke camera kan gemonteerd worden en die, net zoals een prisma, het invallend licht regenbooggewijs uitwaaiert in de verschillende spectrale componenten. Het resultaat is een lijnscanner die als *pushbroom sensor* ingezet kan worden.
- Ook tunable filters worden tegenwoordig betaalbaar én halen de nodige schakelsnelheden voor een real-time applicatie. Naast het klassieke kleurenwiel lijken vooral elektronisch gestuurde liquid crystal tunable filters, acousto-optical tunable filters en Fabry-Pérot-filters een studie waard.
- IMEC heeft recent een aantal veelbelovende HSI-sensoren ontwikkeld, waarbij de spectrale filters rechtstreeks op de CMOS-sensor aangebracht worden, zowel in de vorm van een lijnsensor als een 2D Bayer-patroon.
- In plaats van de sensor spectrumgevoelig te maken, kan ook de spectrale resolutie via de belichting ingebracht worden. Een zeer goedkope oplossing is via een set verschillende smalbandige LED's de reflectie van enkele specifieke golflengten op te meten.

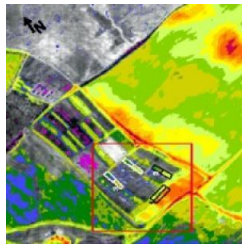
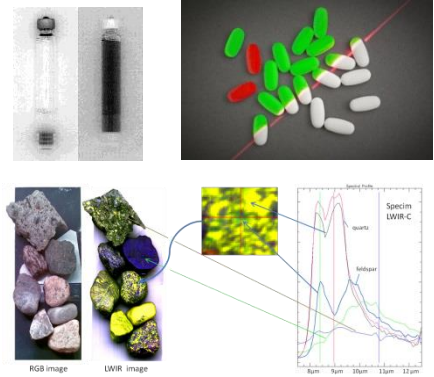


Figuur 2: verschillende betaalbare multi- en hyperspectrale sensoren

Deze sensoren, die wel beperkt zijn tot het VNIR gebied, zijn zeer veelbelovend én beschikbaar aan aanvaardbare prijzen. In dit project gaan we deze sensoren grondig uittesten en vergelijken via verschillende industriële case-studies, die zelf door bedrijven aangebracht kunnen worden. Om het project wat af te lijnen beperken we ons tot de toepassingsdomeinen van de *machine vision* en de *remote sensing*.

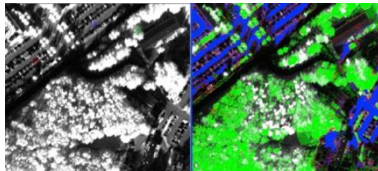
Voorbeelden van toepassingen in machine vision zijn onder andere:

- product mix-up detecteren bij medicijnen
- inspectie van tricolore sla-plantjes, net voor ze geplant worden
- materiaalkarakterisatie voor batterij-recyclage
- kwaliteitsinspectie van fruit en groenten
- aansturen van een fruitplukrobot
- kwaliteitscontrole bij een dorsmachine voor graan
- grading van orchideeën
- kwaliteitscontrole van farmaceutische producten in vials
- tellen van mijten in microscoopbeelden



In remote sensing denken we aan:

- onderhoud van wegen, opmeten van de verouderingsstatus van asfalt
- in kaart brengen van daken van asbestmateriaal
- dakbedekkingsmateriaalklassificatie ter interpretatie van thermische beelden
- akkerinspectie voor precisielandbouw
- combinatie van 3D fotogrammetrie met hyperspectrale materiaalkarakterisatie voor stadsmodellering
- in kaart brengen van biodiversiteit van natuurgebieden
- detecteren van archeologische overblijfselen in akkerlanden (crop marks)



Voor deze remote sensing-toepassingen kunnen we uiteraard gebruik maken van bestaande satelliet- en luchtbeelden. Maar een andere mogelijkheid is de hierboven voorgestelde sensoren te monteren op een UAV om zo gericht en op zeer hoge resolutie beeldmateriaal te verzamelen.

Naast het capteren van multi- en hyperspectrale beelden is uiteraard de visualisatie en verwerking ervan een hele uitdaging. Hiertoe gaan we in dit tetra-project de beschikbare softwarepakketten (Spectronon, Gerbil, ENVI/IDL, ...) uittesten, vergelijken en integreren in veelgebruikte frameworks zoals Halcon, Cognex VisionPro, OpenCV en Matlab. Om ervoor te zorgen dat de bedrijven van de doelgroep er zelf mee aan de slag kunnen, organiseren we interactieve workshops en publiceren we tutorials. Belangrijk is op een laagdrempelige manier inzicht te bieden in de toch soms complexe wiskundige methoden voor hyperspectrale klassificatie, die gebaseerd zijn op multivariate analytische technieken als principal component analysis (PCA), partial least squares (PLS), linear discriminant analysis (LDA), Fisher discriminant analysis (FDA), multi-linear regression (MLR) en artificial neural networks (ANN).

Naast het hoofddoel van dit project, via een aantal casestudies bedrijven in staat stellen om zelf multi- en hyperspectrale beeldvorming en -verwerking toe te passen, gaan we ook onderzoek doen naar een aantal innovatieve nieuwigheden in dit domein:

- De integratie van meerdere spectrale componenten in een state-of-the-art objectdetectie-algoritme als Dollár's Integral Channel Features detector [Integral Channel Features, P. Dollár, Z. Tu, P. Perona, and S. Belongie, BMVC 2009] (door ons bestudeerd in ons vorige project "TOBCAT"), om op een gefundeerde wijze spectrale klassificatie én vormherkenning te combineren om objecten te detecteren.
- Het monteren van een grijswaardencamera en een hyperspectrale lijnscanner op een UAV om 3D fotogrammetrie (door ons bestudeerd in ons vorige project "3D4SURE") uit te breiden met hyperspectrale data. Dit geeft een driedimensionaal hyperspectraal model van de scene, waarop zeer interessante analyses gedaan kunnen worden.
- De mogelijkheid bekijken om d.m.v. hyperspectrale beelden doorheen mist of rook te kijken, door enkel golflengten te registreren die niet tegengehouden worden door de mist of rook. In theorie moet dit mogelijk zijn bij een bekend veronderstelde spectrale absorptiespectrum van het medium.

# FAQ

## Over IWT TETRA projecten

### 1. Waarom deelnemen aan een TETRA-project?

- U kan risicoloos kennismaken met de technologie van verschillende aanbieders en krijgt ondersteuning van het projectteam bij het uitwerken van uw eigen cases.
- U kan het project van nabij opvolgen en de bestudeerde technologie als eerste toepassen.
- U kan het project mee sturen zodat wat er bestudeerd wordt echt nuttig is voor uw bedrijf.
- Technieken die in het project ontwikkeld worden, kan u kosteloos overnemen na afloop.
- Uw bedrijf krijgt een grotere naambekendheid door vermelding op de website en in publicaties.
- Binnen KU Leuven | Thomas More krijgt het project ook veel aandacht van de studenten, zodat ook deze potentieel interessante doelgroep uw bedrijf leert kennen. Ook bedrijfsspecifieke eindwerken in het kader van het project worden aangemoedigd.
- Binnen het project worden er verschillende vergaderingen (minstens 3 per jaar), workshops en events georganiseerd, die netwerkmogelijkheid bieden met bedrijven in uw eigen en aangrenzende sectoren.

### 2. Wat kost deelname aan zo'n TETRA-project?

- Deze projecten worden voor 92,5% gesubsidieerd door het IWT. De overige 7,5% komt van de deelnemende bedrijven. Per bedrijf wordt een cofinancieringsbijdrage tussen de 1.500 en 5.000 EUR gevraagd, afhankelijk van de grootte van het bedrijf en de mate waarin het projectteam een bedrijfsspecifieke case uitwerkt voor u.

### 3. Wat met IP-rechten?

- Algoritmes en implementaties die tijdens het project ontwikkeld worden, zijn intellectuele eigendom van de universiteit/hogeschool. Wij geven deze na afloop van het project gratis vrij onder een non-virale open source licentie zodat de bedrijven deze zonder IP-hindernissen kunnen gebruiken.
- Via bedrijfscases ingebrachte kennis en data kan u beschermen via een NDA.
- Binnen de gebruikersgroep kan elk bedrijf vrij beslissen hoeveel kennis het vrijgeeft. Niemand is verplicht om informatie te delen. Het doel van een tetra-project is immers technologietransfer naar de bedrijven toe.

## Over de onderzoeksgroep

### 1. Wie zal dit project juist uitvoeren?

- De onderzoeksgroep EAVISE (KU Leuven) is een multidisciplinaire onderzoeksgroep waartoe onderzoekers van de departementen ESAT (elektrotechniek), Computerwetenschappen en bouwkunde van KU Leuven behoren.
- Deze onderzoeksgroep verzorgt onderwijs in de opleiding Industriële Ingenieurswetenschappen op Campus De Nayer, in de richtingen Elektronica-ICT, Elektromechanica en Landmeten.

### 2. Welke relevante ervaring heeft deze groep?

- De kernactiviteit van EAVISE is het ontwikkelen van industriële toepassingen van state-of-the-art beeldverwerkingsalgoritmes en technieken uit Artificiële Intelligentie. Onderzoekers uit deze groep zijn dus perfect geplaatst om de meest geschikte algoritmes voor de verschillende case studies te selecteren en efficiënt te implementeren.
- Een overzicht van deze projecten is te vinden op de website [www.eavise.be](http://www.eavise.be)

## Contactgegevens

Prof. dr. ir. Toon Goedemé  
[toon.goedeme@esat.kuleuven.be](mailto:toon.goedeme@esat.kuleuven.be)  
EAVISE Embedded & Artificially intelligent Vision Engineering  
KU Leuven Campus De Nayer  
Jan De Nayerlaan 5, 2860 Sint-Katelijne-Waver  
[www.eavise.be](http://www.eavise.be)