

IWT-TETRA-PROJECT 120135



GEBRUIKERSGROEPVERGADERING 1 3 OKTOBER 2012

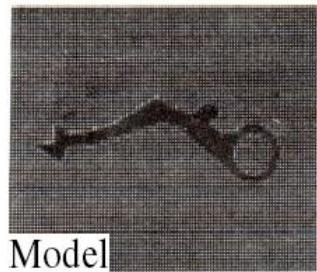
- Tetra-project: TEchnologieTRAnsfer
 - Doel: kennis/technologie transfereren naar bedrijven
- Uitgevoerd door kennisininstellingen
 - Verkennen en verspreiden van kennis
- Gebruikersgroep van bedrijven
 - Advies en sturing tijdens project
 - Eerste toegang tot projectresultaat
- 92,5% gefinancierd door IWT
 - Rest (7,5%) via cofinanciering door bedrijven

- “Industriële toepassingen van objectcategorisatie”
- Start: 1 sept 2012, looptijd: 2 jaar
- Projectpartners:
 - EAVISE, Lessius Mechelen - Campus De Nayer: Steven Puttemans, Wim Abbeloos (3D), prof. Toon Goedemé (projectleider)
 - MOBILAB, Katholieke Hogeschool Kempen, Geel: Glen Debard (ouderenmonitoring), prof. Bart Vanrumste
 - IMOB, Universiteit Hasselt: Tim De Ceunynck (verkeersmonitoring), prof. Stijn Daniëls

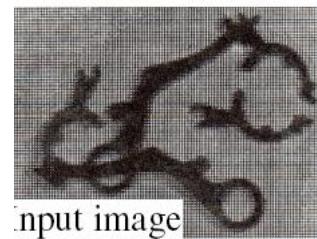
VOORSTELLING GEBRUIKERSGROEP

- Eurosense
- Van Hoecke
- RoboVision
- Vansteelandt
- Vistalink
- Entelec
- Vision for vision
- Biobest
- Innogreen
- Aris
- Traficon
- Grontmij contracting
- Grontmij Monitoring&Testing
- Case New Holland
- DataVision
- Creative Computing
- ...
- DSPValley
- KdG
- Marc Leysen

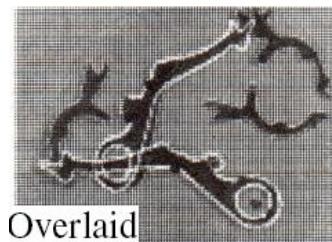
EVOLUTIE VAN OBJECTHERKENNING



Model



Input image



Overlaid

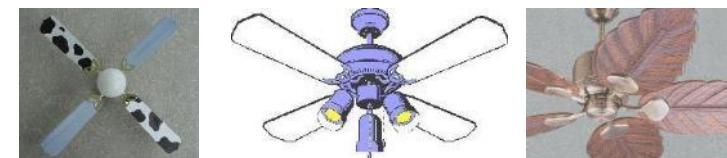
1980s



7 5 9 2 6 5
1 2 2 2 2 3
0 2 3 8 0 7



1990s to early 2000s



Currently

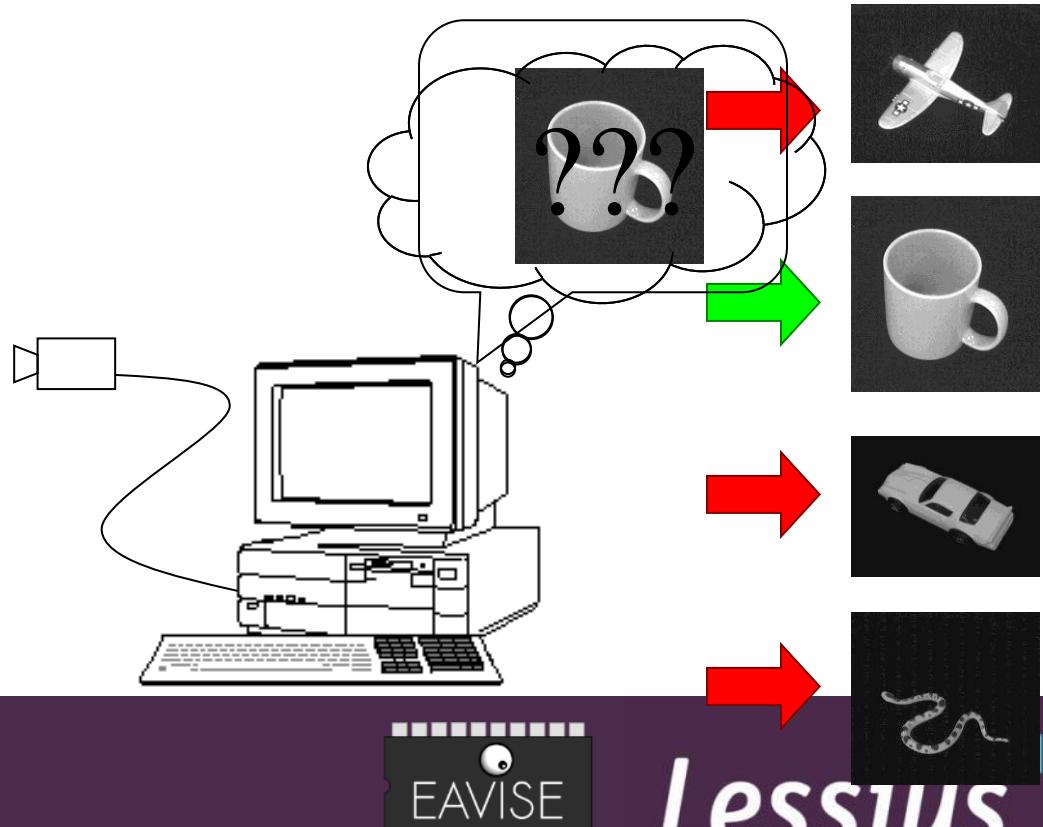
OBJECTCATEGORISATIE?

Objectherkenning
Object recognition
Object identification

}

≠

Objectdetectie
Object categorisation
Object classification



OBJECTCATEGORISATIE?

- Als de objecten binnen een klasse variaties vertonen
 - Auto's:



- Koeien:

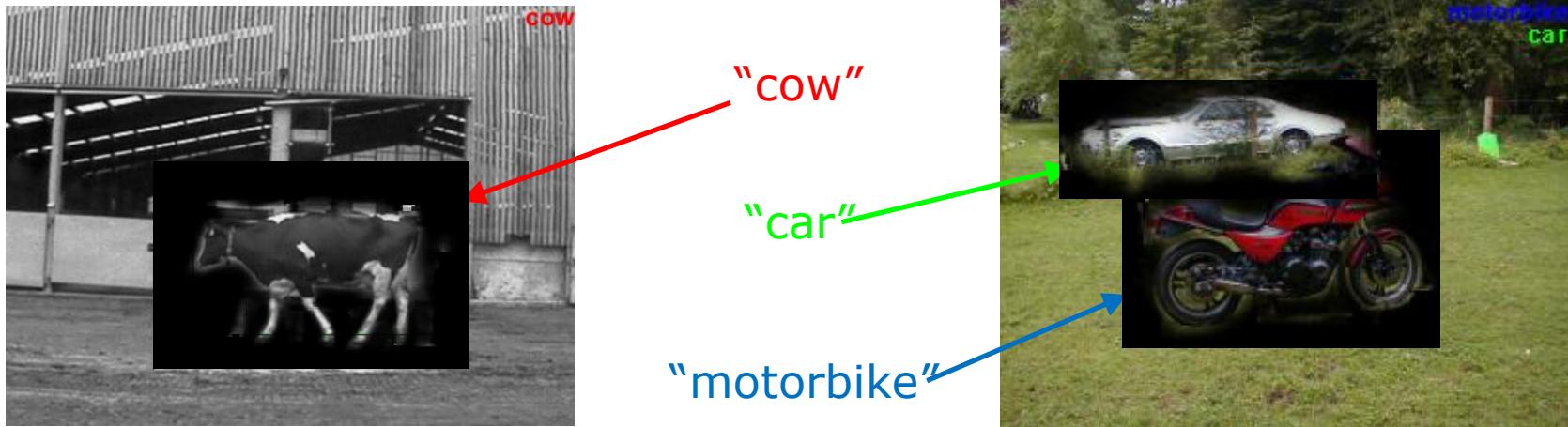


OBJECTCATEGORISATIE?

- Moeilijker naarmate er meer variabiliteit is:



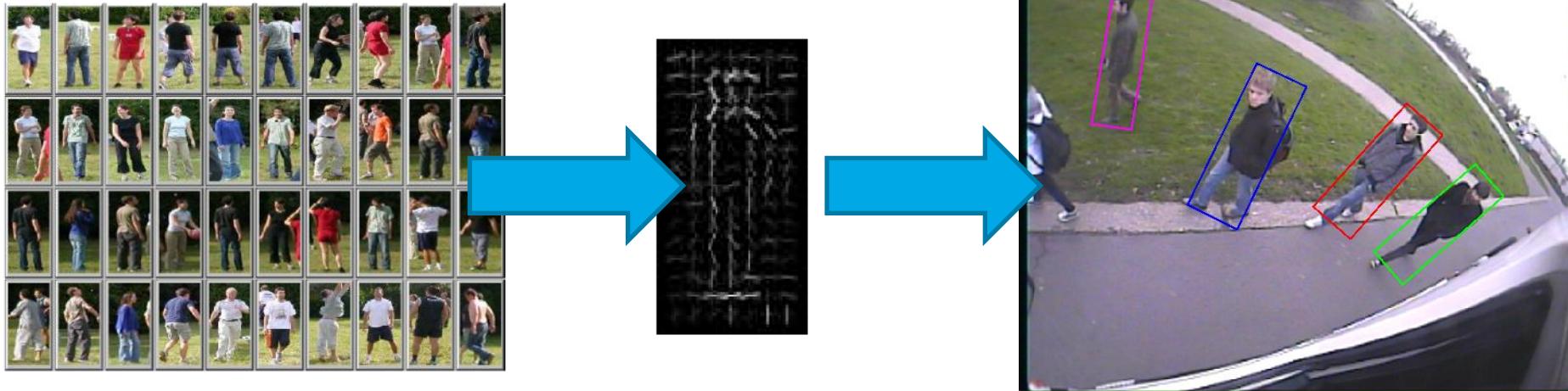
LEVELS OF OBJECT CATEGORIZATION



- Different levels of recognition
 - *Which object class is in the image?* ⇒ Obj/Img classification
 - *Where is it in the image?* ⇒ Detection/Localization
 - *Where exactly – which pixels?* ⇒ Figure/Ground segmentation

OVERALL APPROACH

- Trainingsstap: leer uit voorbeelden een algemene beschrijving van de objectklasse = model
- Detectiestap: zoek in nieuwe beelden naar object door met model te vergelijken



CHALLENGES: ROBUSTNESS



Illumination



Object pose



Clutter



Occlusions

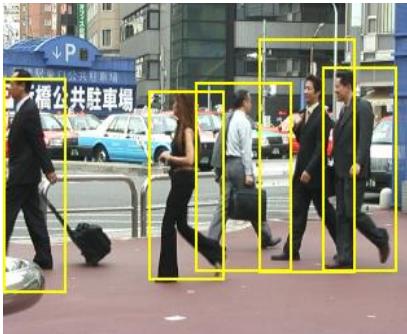
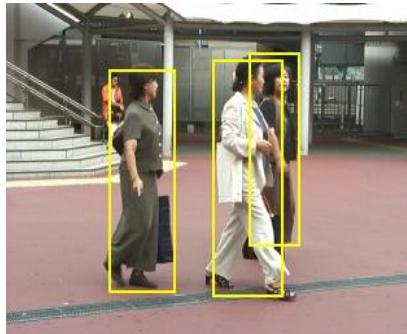
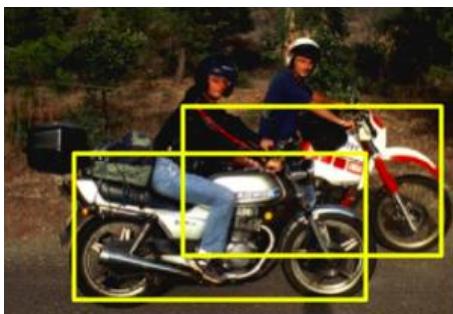
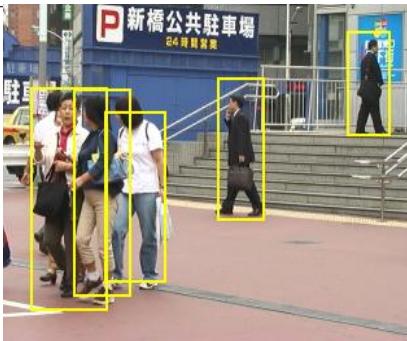


Intra-class
appearance



Viewpoint

CHALLENGES: ROBUSTNESS



- Moderne technieken kunnen al heel wat:
 - Learn object variability
 - Changes in appearance, scale, and articulation
 - Compensate for clutter, overlap, and occlusion

CHALLENGES: LEARNING WITH MINIMAL SUPERVISION

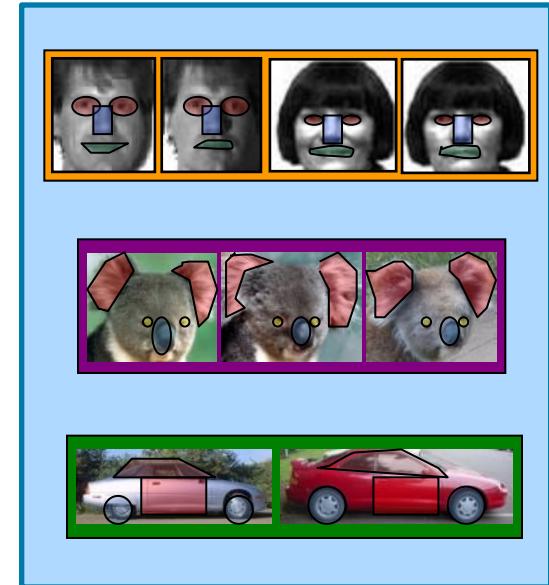
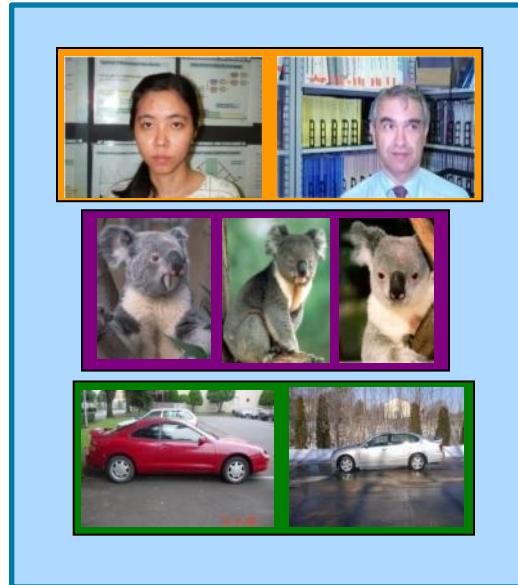
Less

:



More

:



Unlabeled,
multiple objects

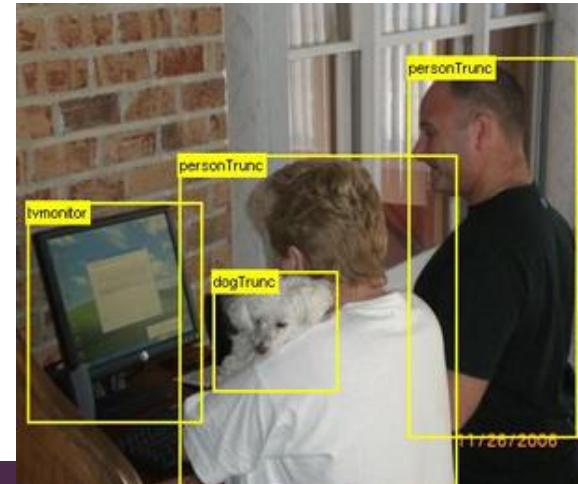
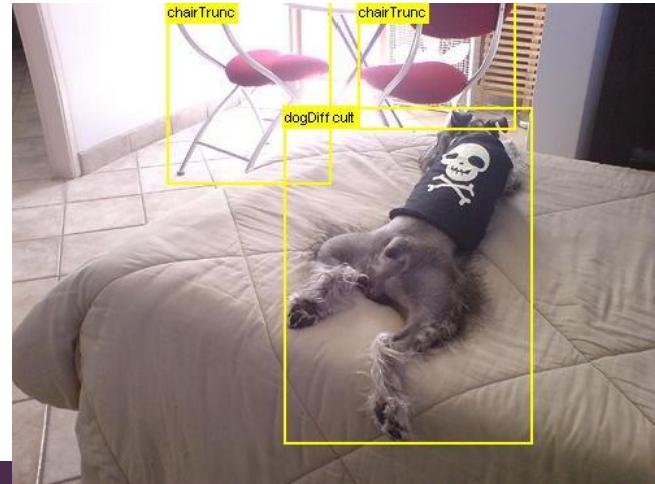
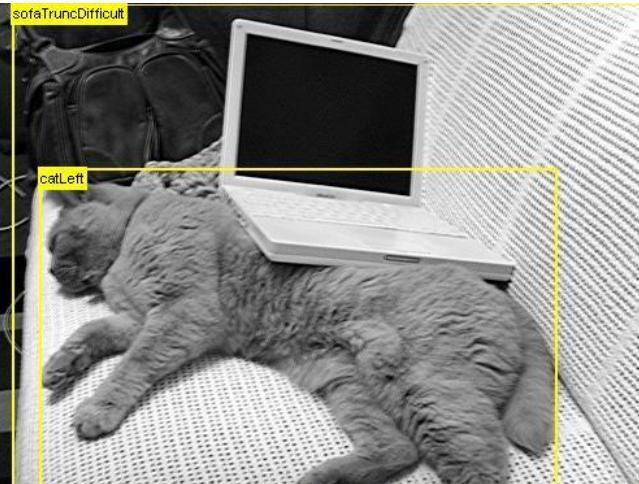
Classes labeled,
some clutter

Cropped to object
parts and classes



DOEL PROJECT

- moderne technieken van objectclassificatie bekend maken bij de doelgroep
- **toegankelijk en transparant maken** van de beschikbare technologie voor de bedrijven van de doelgroep
- objectclassificatie **effectief bij bedrijven** uit de doelgroep **introduceren** zodat zij het kunnen toepassen voor effectieve industriële problemen



WP1: voorstudie

WP1.1: aanbodzijde:
literatuurstudie algoritmes

WP1.2: vraagzijde:
bevraging gebruikersgroep

WP2: operationeel maken

WP2.1: Implementatie
algoritmecode

WP2.2: Ontwikkeling
trainingsomgeving

WP2.2: Ontwikkeling
evaluatietool

WP3: gevalstudies

Case E: verkeersmonitoring

Case D: ouderenmonitoring

Case C: landbouw/bio

Case B: automatisatie

Case A: remote sensing

WP3.1A: Data
verzamelen en annoteren

WP3.2A: uitvoering
testen

WP3.3A: Evaluatie

WP4: valorisatie

WP4.1: wetenschappelijk
symposium

WP4.2: wetenschappelijke
publicaties

WP4.3A: infonamiddag
per domein
A: Remote sensing

B: automatisatie

C: landbouw/bio

D: ouderenmonitoring

E: verkeersmonitoring

WP4.5: evaluatierapporten en
keuzewijzer

WP4.6: verspreiding
softwarecode + interfaces

WP4.9: slothappening

WP4.4A: publ. domein-
specifiek tijdschrift
A: Remote sensing

B: automatisatie

C: landbouw/bio

D: ouderenmonitoring

E: verkeersmonitoring

WP4.7: interactieve hands-on
workshop

WP4.8: handleidingen en
lesmateriaal

PLANNING

| partner | jaar 1 | | | | jaar 2 | | | | |
|-------------|---------------------|----|------------------|------------------|--------|-----|---------------|----|-------------------------|
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | |
| EAVISE | WP1 | | | | | | | | kleurcode: onderzoek |
| | WP2 | | | | | | | | valorisatie |
| | | | WP3A, WP3B, WP3C | | | | | | |
| | | | | | | WP4 | | | |
| MOBILAB | | | WP3D | | | | | | |
| IMOB | | | WP3E | | | | | | |
| milestones: | SW klaar voor cases | | | demo cases klaar | | | slothappening | | |

- 3 vaste stappen

1. Selecteren features / kenmerken
2. Opbouwen van een classifier
3. Detector die gebruik maakt van classifier

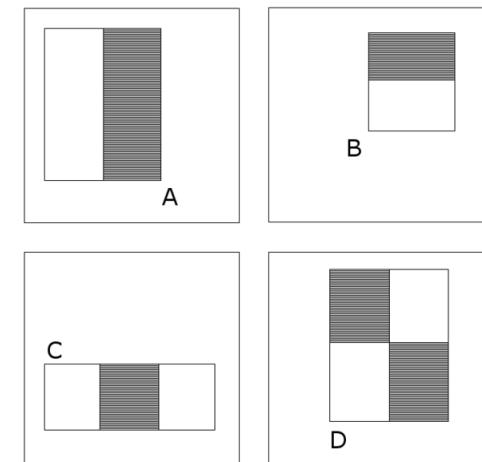
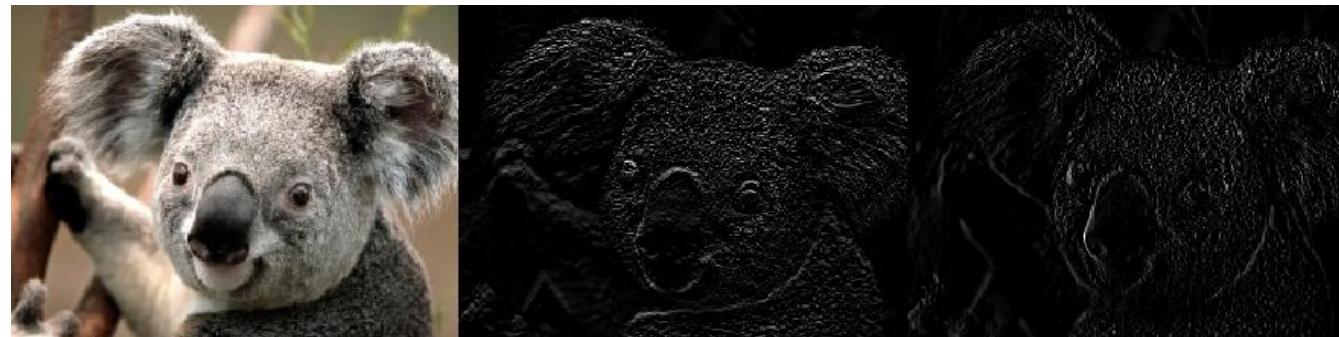
- Single view object detection
 1. Viola&Jones : cascade of simple features
 2. Felzenswalb : deformable part models
- Multiview object class detection
 3. Leibe&Schiele + Thomas : implicit shape model with scale adaptive mean shift search
 4. Gall&Lempitsky : class specific Hough Forests
- Halcon : Sample Based Identification

- Techniek 1

“P. Viola and M. Jones, Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001”

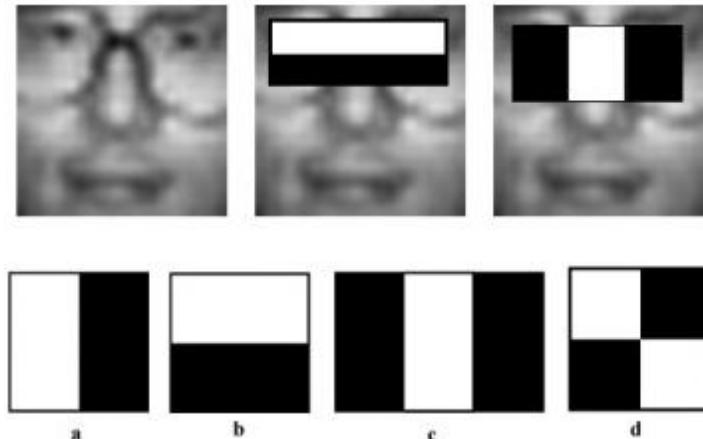
1. Features selecteren

- Gebruik Haar wavelet - achtige features
- Niet pixel gebaseerd maar window gebaseerd (24×24)
- RGB → Grijswaarden - luminantie
- Som pixel intensiteitswaarden grijs
- som pixel intensiteitswaarden wit



1. Features selecteren

- Sneller → Integraalbeeld
- Dubbel integraalbeeld
(horizontaal + verticaal)



2. Opbouwen classifier

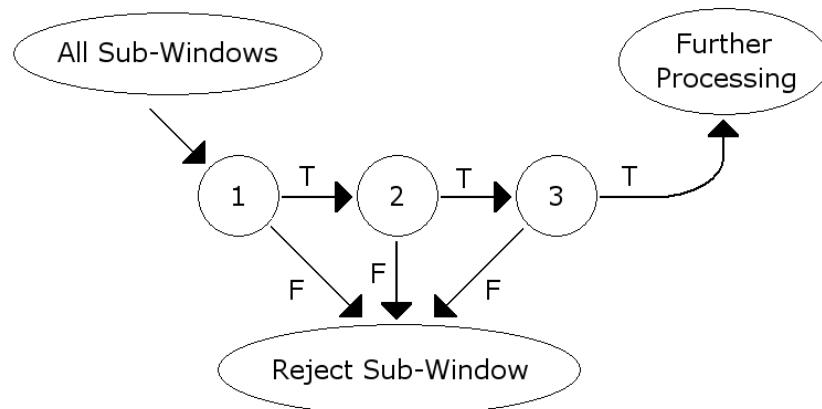
- AdaBoost algoritme
 - 45396 features voor elke sub window mogelijk
 - Slechts enkelen leiden tot een effectieve classifier
- Komen tot een set van belangrijke features

1. Features selecteren

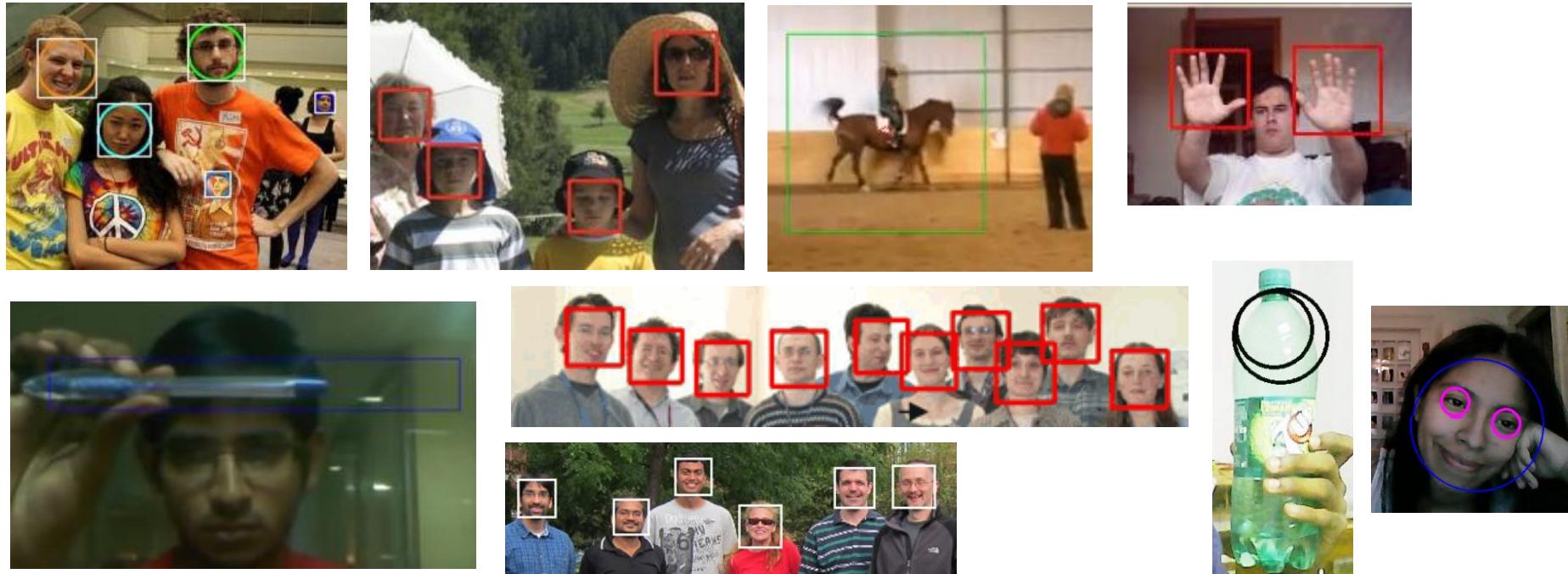


2. Opbouwen classifier

- Combineren van meerdere ‘zwakke’ classifiers
- Om error te reduceren (*individueel hoog*)
- Ontstaan van cascade structuur
- Speed up voor de finale detector



3. Gebruiken als detector



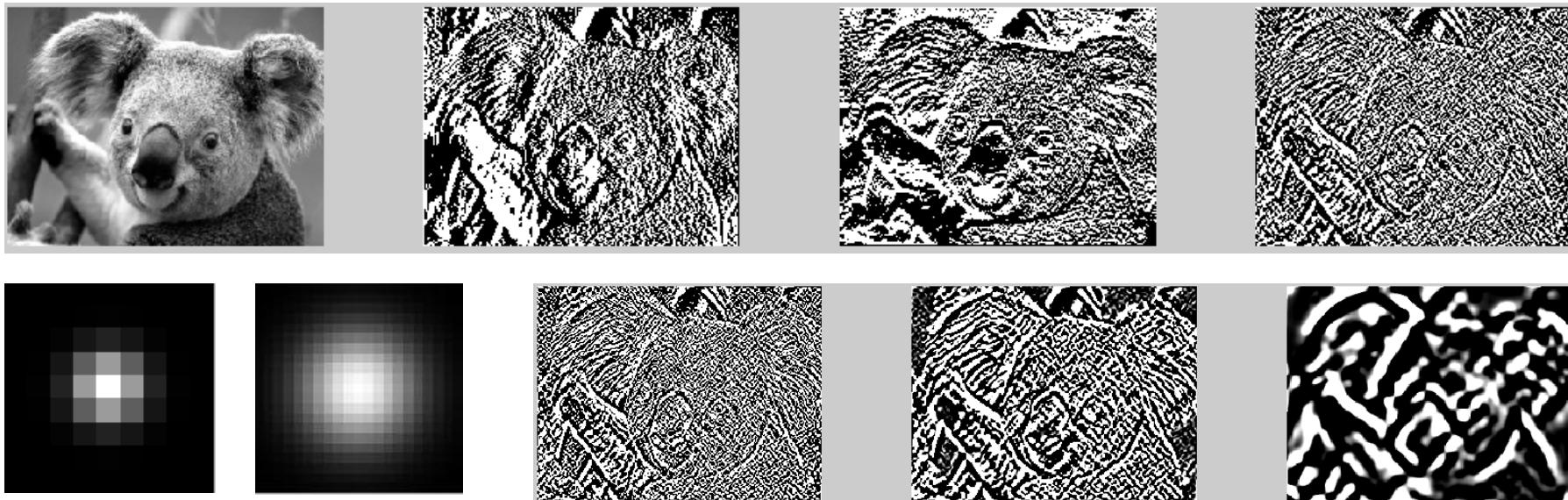
4. Opmerking: mogelijkheid Viola&Jones met andere features (*Local Binary Patterns*)

- Techniek 2

“P. Felzenszwalb, R. Girshick, D. McAllester,
Cascade Object Detection with Deformable Part
Models, IEEE Conference on Computer Vision
and Pattern Recognition (CVPR), 2010”

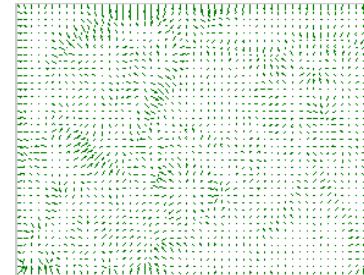
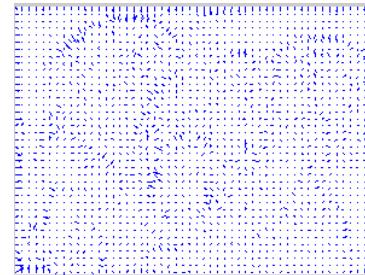
1. Features selecteren

- HoG features = histogram of oriented gradient
= filter met $[-1,0,1]$ & $[-1,0,1]'$
- Image smoothing → belangrijke zaken uit beeld halen

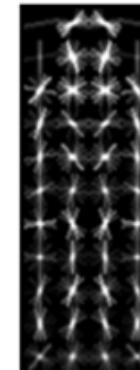
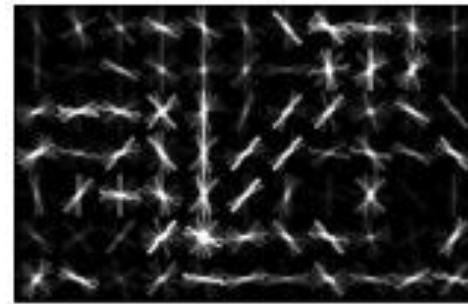


1. Features selecteren

- Gradient richting → afhankelijk van smoothing

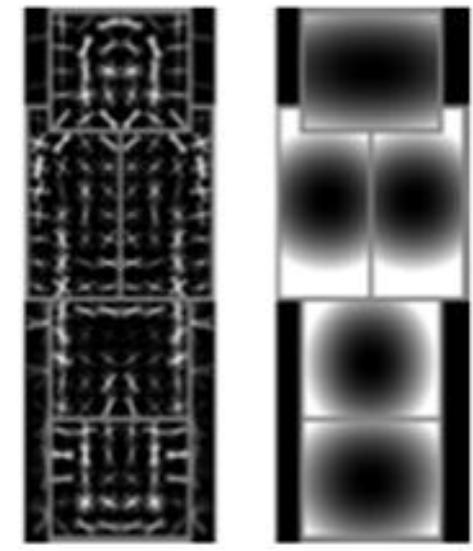


- Combineren in een HoG gradient richting plot via histogram vote op de orientaties



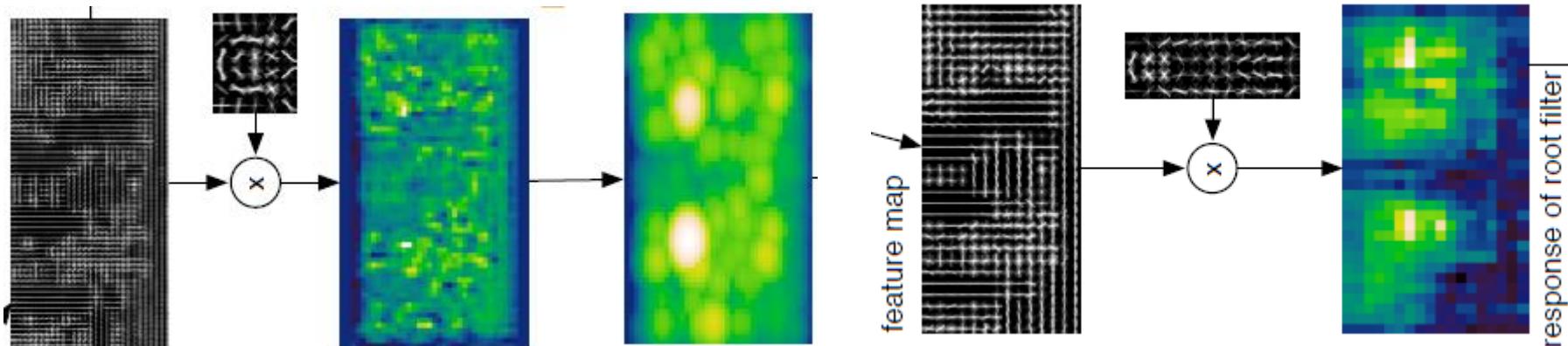
1. Features selecteren

- In algemene model :
 - Aanduiden van parts
 - Toekennen van probability binnen part model
- Voordelen :
 - Parts individueel detecteren
 - Positie van een part – maat verandering



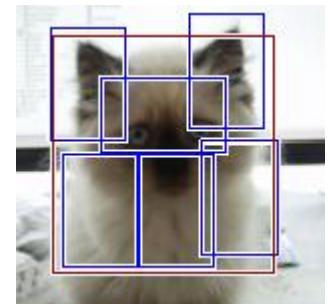
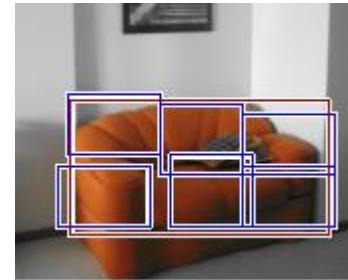
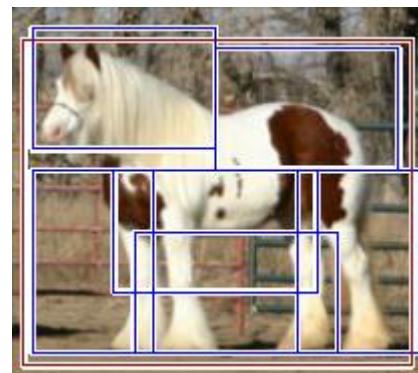
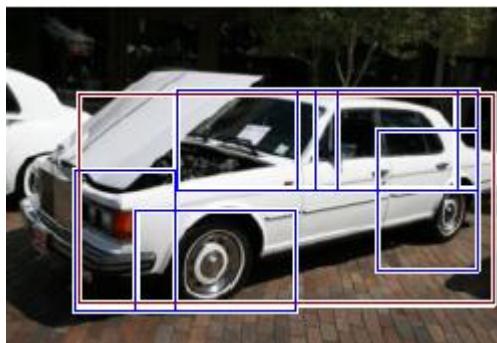
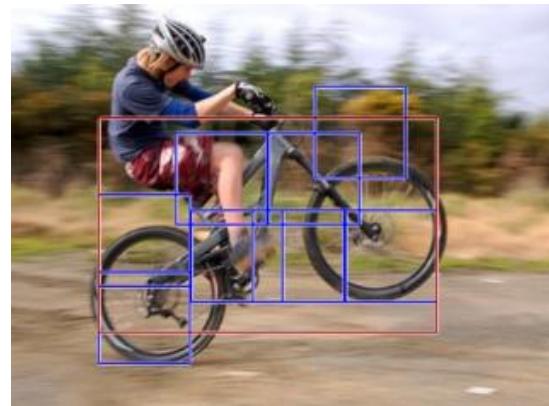
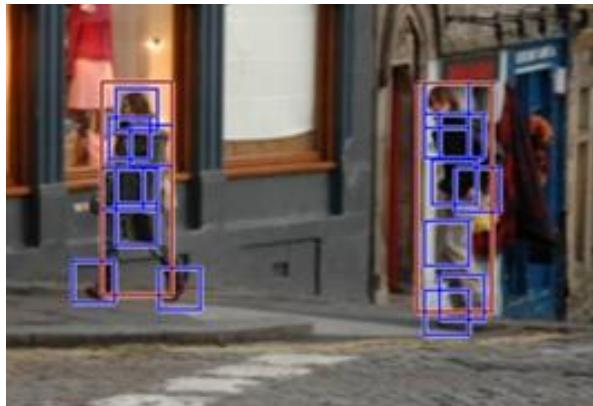
2. Opbouwen classifier

- HoG map root = geheel
- HoG map onderdelen
- Waarschijnlijkheid detecteren via SVM



- Van part models → gehele model (cascade - sneller)

3. Gebruiken als detector



- Twee voorgaande algoritmes
 - Algoritmes die werken op een getrained object
 - Werkt goed in single view
 - Oplossing voor multi-view → combineren classifiers
- Overstappen op multi-view toepassingen
 - Reduceren rekenwerk
 - Opbouwen van single classifier
 - Betere detectie van object categorieën

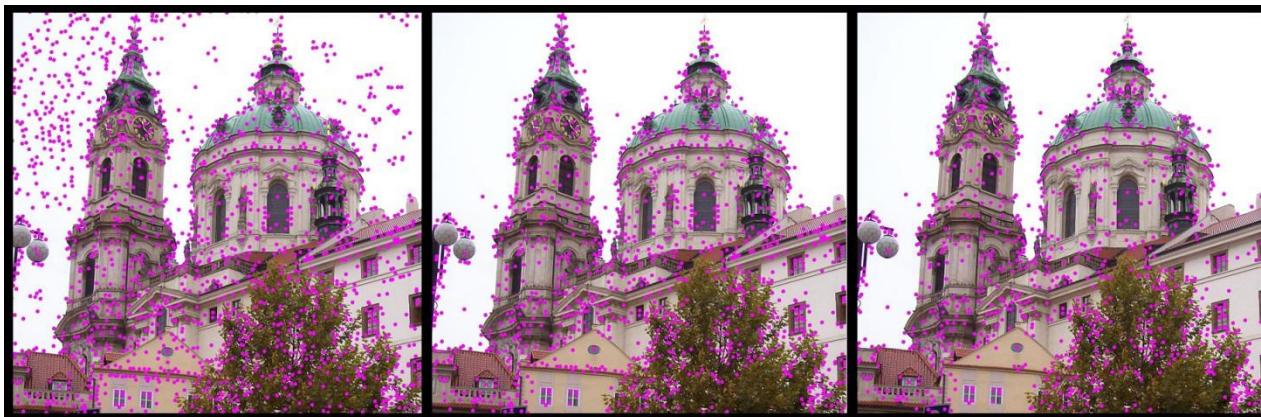
- Techniek 3

“B. Leibe and B. Schiele. Scale-Invariant Object Categorization using a Scale-Adaptive Mean-Shift Search, DAGM, pp. 145-153, 2004.”

“A. Thomas, V. Ferrari, B. Leibe, T. Tuytelaars, B. Schiele, and L. Van Gool, "Towards Multi-View Object Class Detection", Proceedings Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. II, pp. 1589-1596, 2006.”

1. Features selecteren

- Op zoek naar interest points in beeld = keypoints
- SIFT algoritme
- Gebruikmakend van Difference of Gaussian approach



- Wegwerpen : laag contrast / punten op edges

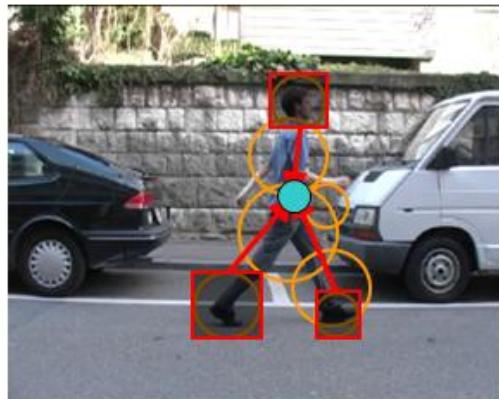
2. Opbouwen classifier

- Gebruik implicit shape model
 - Automatisch leren van een groot aantal locale elementen die voorkomen in een object = **appearance codebook**
 - Leren van een ster topologie structuur model
 - Features zijn onafhankelijk
- Zones rondom de keypoints selecteren en gebruiken als locale descriptor van keypoint
- Clustering van zones

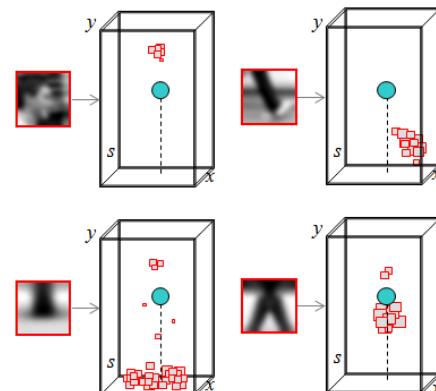


2. Opbouwen classifier

- Match de codebook met trainingsbeelden
- Zoek de distributies van de verschillende elementen ten opzichte van het center van het object



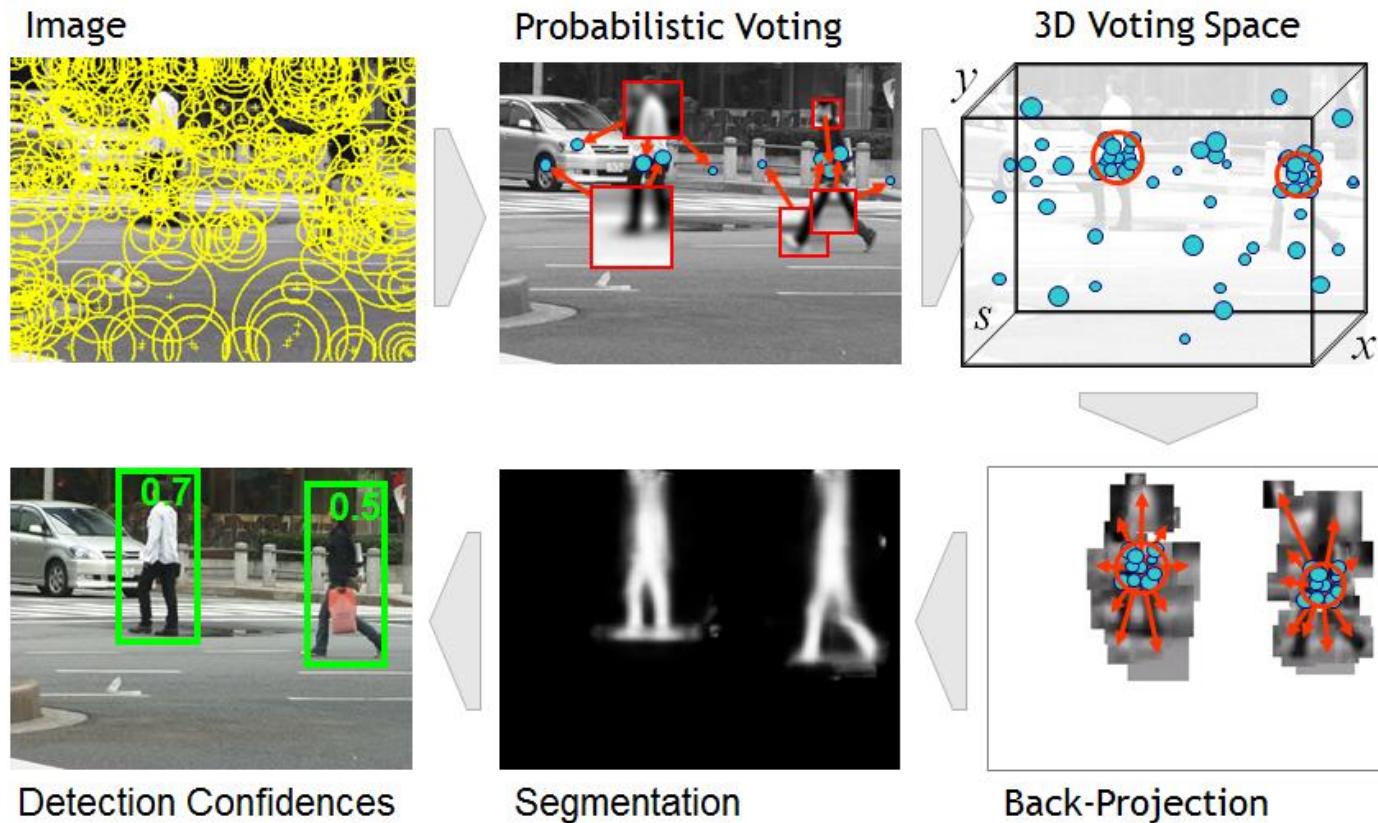
Star-Model



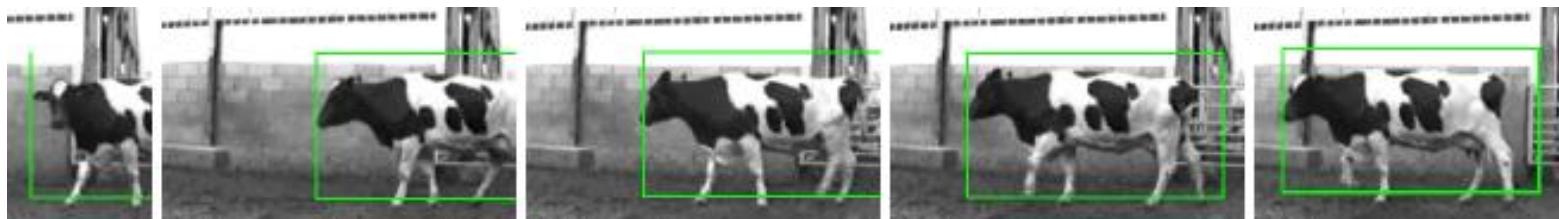
Spatial occurrence distributions

- Hough voting space → zoeken van maxima

3. Gebruiken als detector

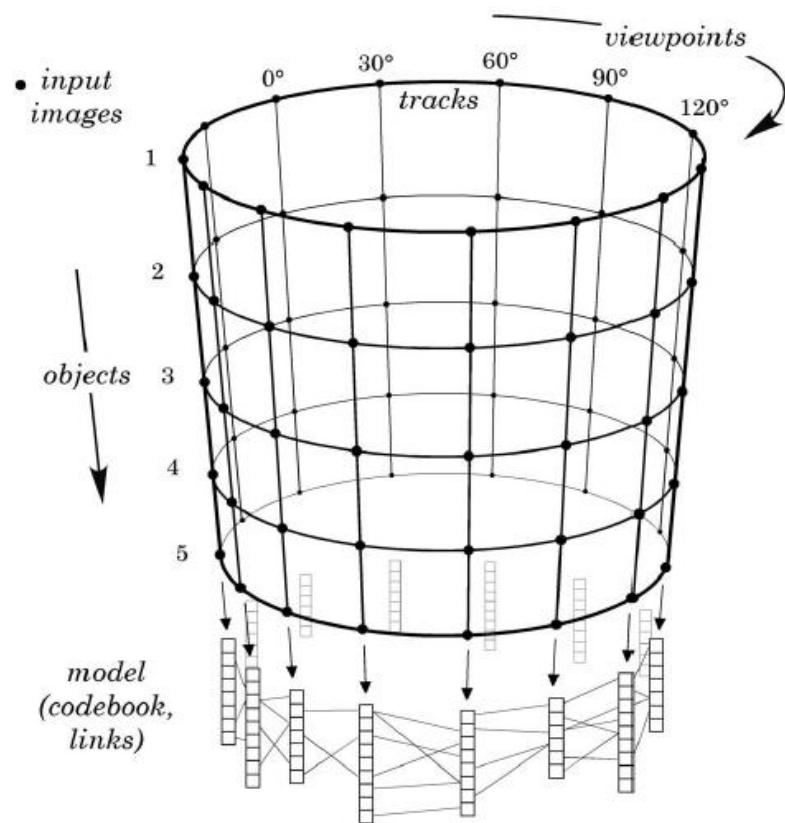


3. Gebruiken als detector



4. Multi-view uitbereiding

- Maakt gebruik van meerdere viewpoints over images heen
- Legt relaties tussen gemeenschappelijke keypoints
“Activation links”
- Gebruiken om extra votes door te geven in Hough voting space



4. Multi-view uitbereiding

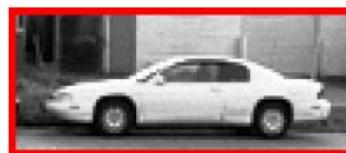


- Techniek 4

“Gall J. and Lempitsky V., Class-Specific Hough Forests for Object Detection, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'09), 2009”

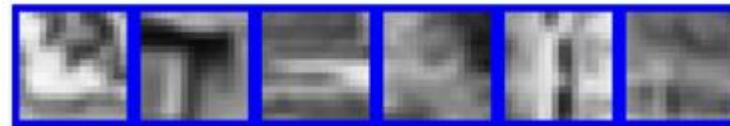
1. Features selecteren

- Detecteren van object parts
- Random samples (in bounding box) worden genomen van de positieve trainingsbeelden
- Elke sample wordt een **label** (class) en **offset** meegegeven t.o.v. bounding box center
- Negatief : geen offset / label 0



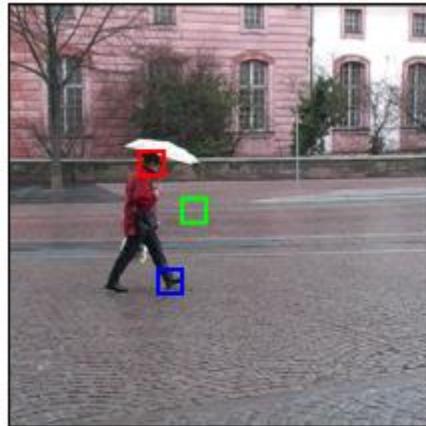
2. Opbouwen classifier

- Op basis van geannoteerde beelden
- Opbouwen van binary decision trees
- Alle trees → samen *random hough forest*
- Aangezien tree getrained wordt met class specifieke beelden → *class specific hough forest*

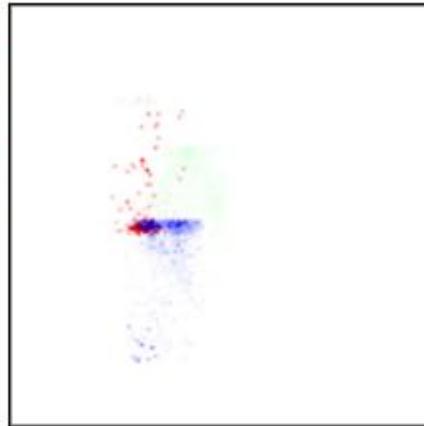


3. Gebruiken als detector

- Patches van het beeld → classifier
- Die geeft een klasse mee (been, voet, hoofd)



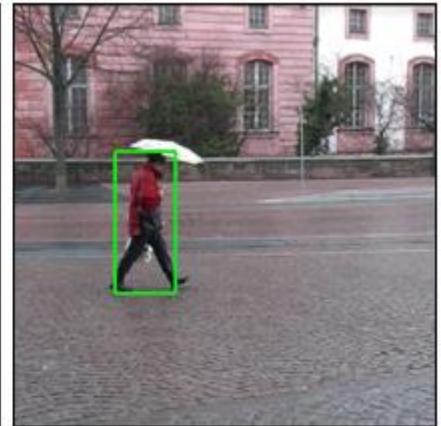
Each patch votes for the object centroid.



Votes from the three patches.



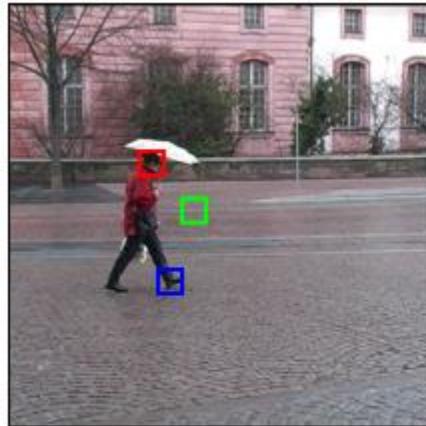
Hough image accumulates the votes from all patches.



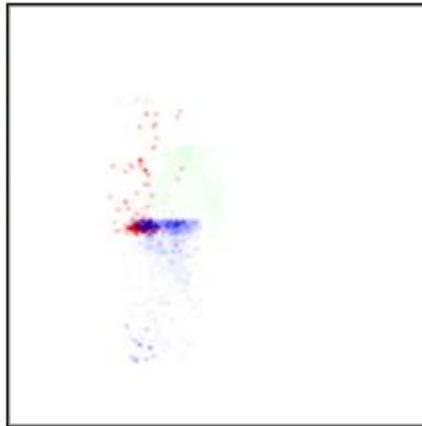
Detection.

3. Gebruiken als detector

- Elke patch krijgt een vote in hough space
- Zoeken naar maxima = locatie centroide
- Detectie van persoon



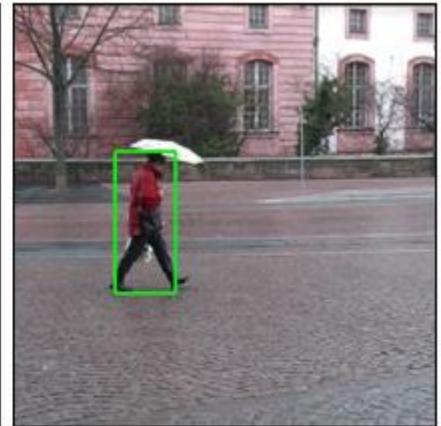
Each patch votes for the object centroid.



Votes from the three patches.

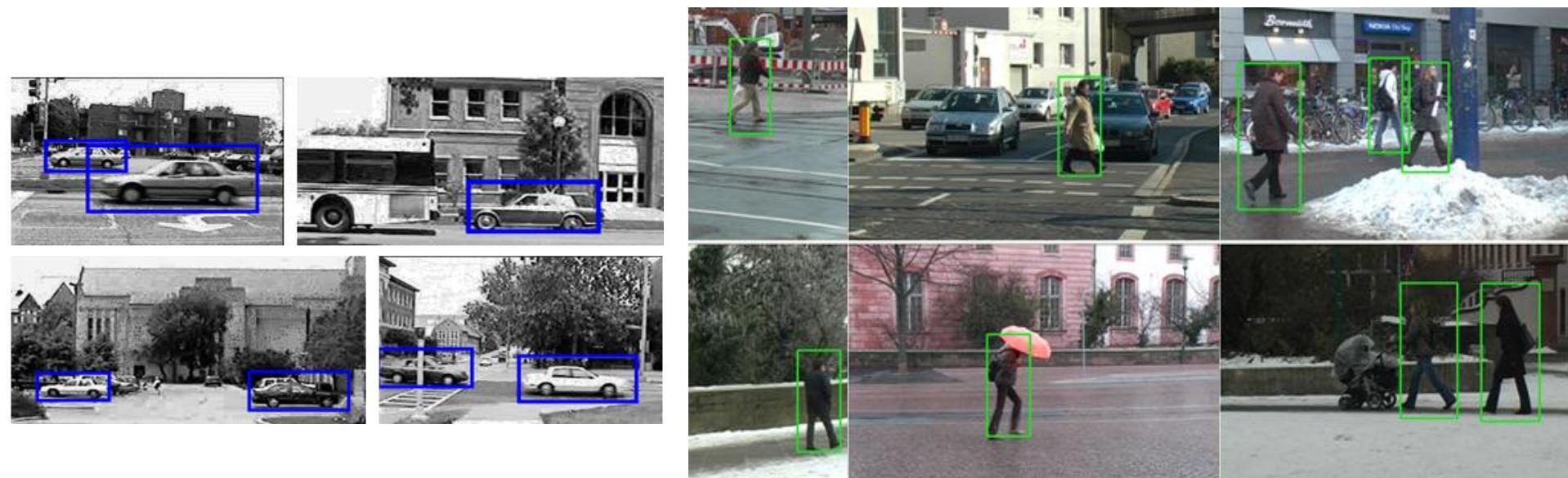


Hough image accumulates the votes from all patches.



Detection.

3. Gebruiken als detector



1. Gebruik van zeer algemene datasets

- Zaken zoals auto's / paarden / schoenen
- Geen industrieel draagvlak
- Ook enkel onderzoek in academische context
- Veel proof-of-concept's

2. Gebruik van eigen getrainde classifiers

- Niet publiek beschikbaar
- Vaak geen classifier beschikbaar voor een specifiek industrieel probleem
- Software om classifiers te trainen niet steeds vorhanden

ALGORITMES - PRO / CONTRA

| Algoritme | Pro | Contra |
|--------------------------|--|---|
| Viola & Jones Haar | <ul style="list-style-type: none">• Goede resultaten• Zelf trainen mogelijk• Diverse toepassingen• OpenCV implementatie | <ul style="list-style-type: none">• Trainen duurt zeer lang (+- week)• Single view |
| Viola & Jones LBP | <ul style="list-style-type: none">• Sneller trainen (+- dag)• Sneller detecteren• OpenCV implementatie | <ul style="list-style-type: none">• Minder nauwkeurig• Single view |
| Felzenszwab | <ul style="list-style-type: none">• Goede persoonsdetectie• Hoge detectiegraad• OpenCV implementatie• State-of-the-art | <ul style="list-style-type: none">• Trage detectie |
| Leibe & Schiele + Thomas | <ul style="list-style-type: none">• Multi view | <ul style="list-style-type: none">• Omslachtig• Voorbijgestreefd |
| Gall & Lempitsky | <ul style="list-style-type: none">• Multi view• Snelle detectie• State-of-the-art• Goed met grote datasets | <ul style="list-style-type: none">• Maturiteit• Iets minder nauwkeurig dan Felzenszwab |

VOORZIENE SOFTWARE IMPLEMENTATIES

- Voorzien om een implementatie te voorzien in zowel OpenCV, als in Halcon
- OpenCV
 - Open Source Library - geen licentie nodig
 - Alle broncode beschikbaar
 - Niet gebruiksvriendelijk → wrapper nodig
- Halcon
 - Op vraag van bedrijfswereld
 - Veel gebruikte software
 - Broncode niet beschikbaar
 - Licentie nodig
 - Gebruiksvriendelijk

HALCON : ALGORITME?

- *Sample Based Identification*
- Laatste nieuwe techniek in Halcon
- Training: reeks van beelden (10/klasse)
- Input: 1 voorbeeld
- Output: classificatie
- Mogelijkheid tot detectie van een object?
- Noodzakelijke omstandigheden?

HALCON : ALGORITME?



HALCON : ALGORITME?



HALCON : ALGORITME?



HALCON : NIET IDEALE OMSTANDIGHEDEN

- Onderzoek toont aan dat
 1. Kleursegmentatie (histogram-analyse)
 2. Textuurdetectie (fourier-analyse)gebruikt worden in deze techniek
- Eigen trainingsset + gelijke testset



HALCON : NIET IDEALE OMSTANDIGHEDEN

- Resultaat bij eigen set
 - Enkel kleursegmentatie Error rate : 2/16 - 12,5%
 - Enkel textuur Error rate : 3/16 - 18,8%
 - Beiden Error rate : 1/16 - 6,3%
- Echter
 - Zeer selecte beelden (training ~= test)
 - Weinig background informatie (dus veel eisen voor omgeving)
 - Geen lokalisatie, enkel identificatie

HALCON : NIET IDEALE OMSTANDIGHEDEN

- Test met beelden waar een mok in voorkomt maar met veel background informatie



HALCON : NIET IDEALE OMSTANDIGHEDEN

- Test met beelden waar een mok in voorkomt maar met veel background informatie
 - Enkel kleursegmentatie Error rate : 3/10 - 30%
 - Enkel textuur Error rate : 5/10 - 50%
 - Beiden Error rate : 3/10 - 30%

UITEINDELIJKE DOEL

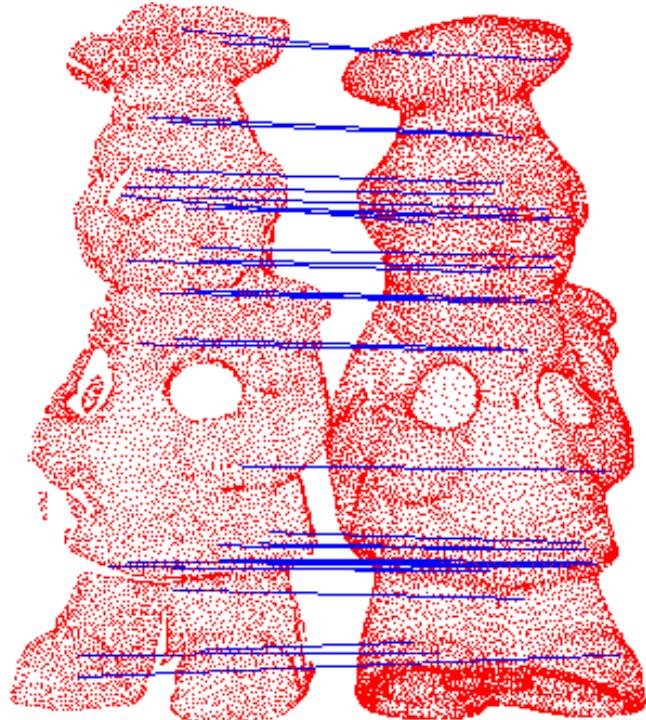
- Implementatie van de algoritmes
- Black box componenten
 - Gebruiksvriendelijk
 - Geen kennis inwendige algoritmes nodig
 - Inwendige structuur wel openbaar maken
- Betere oplossing voor industriële detectie problemen via objectcategorisatie

HERKENNEN 3D OBJECTEN



Chavdar Papazov, Sami Haddadin, Sven Parusel, Kai Krieger, and Darius Burschka,
"Rigid 3D geometry matching for grasping of known objects in cluttered scenes", *The International Journal of Robotics*, 2012

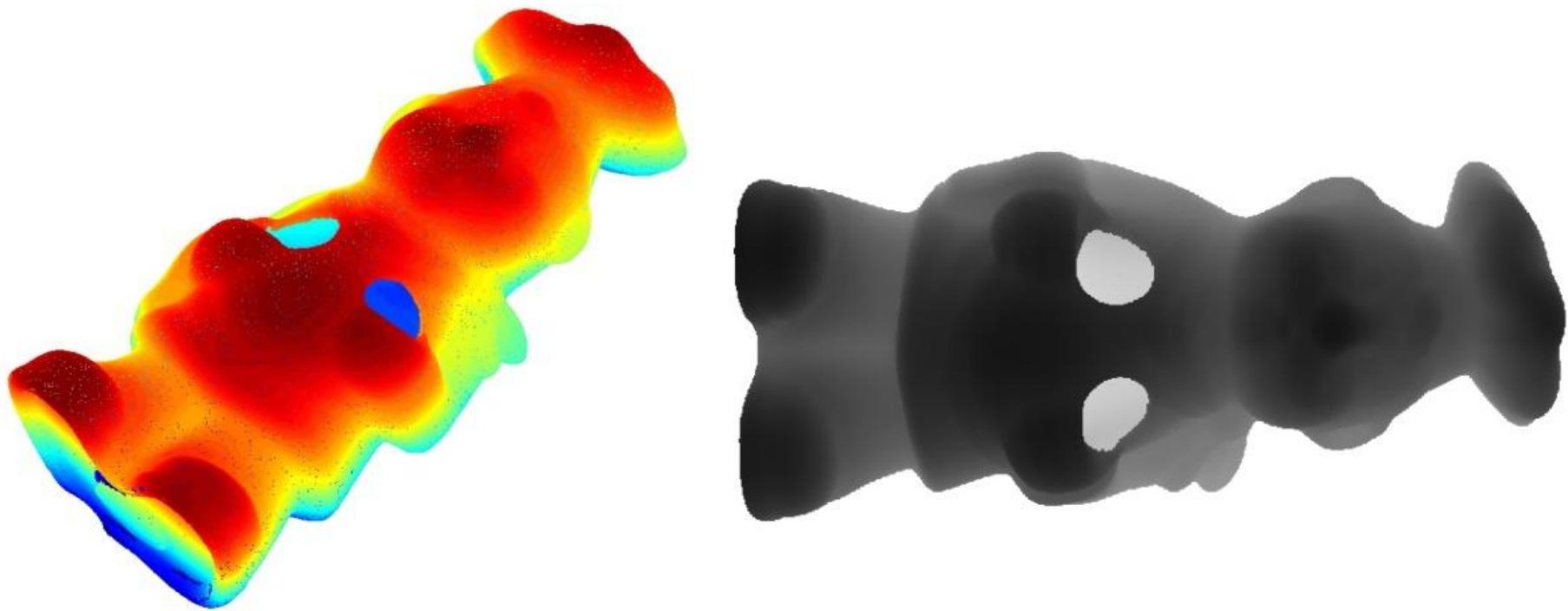
- Zoeken naar geschikte keypoints
- Matching tussen features model en meting



Ajmal Mian, M. Bennamoun and R. Owens, "On the Repeatability and Quality of Keypoints for Local Feature-based 3D Object Retrieval from Cluttered Scenes", International Journal of Computer Vision, 2009

HERKENNEN 3D OBJECTEN

- Zoeken naar geschikte features kan efficiënt vooraf gebeuren op gesimuleerde data



HERKENNEN 3D OBJECTEN



- 5 geselecteerde domeinen:

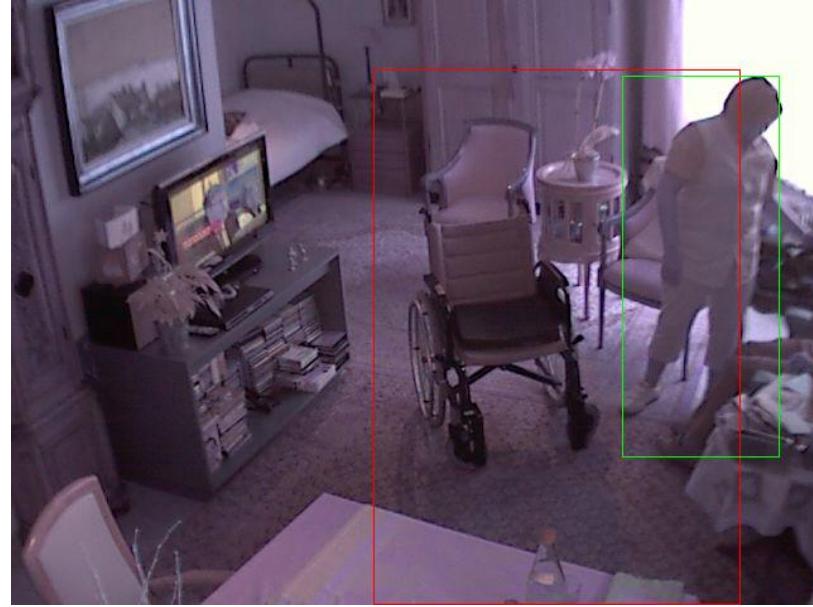
- Remote sensing
- Automatisatie
- Landbouw/bio
- Ouderemonitoring
- Verkeersmonitoring



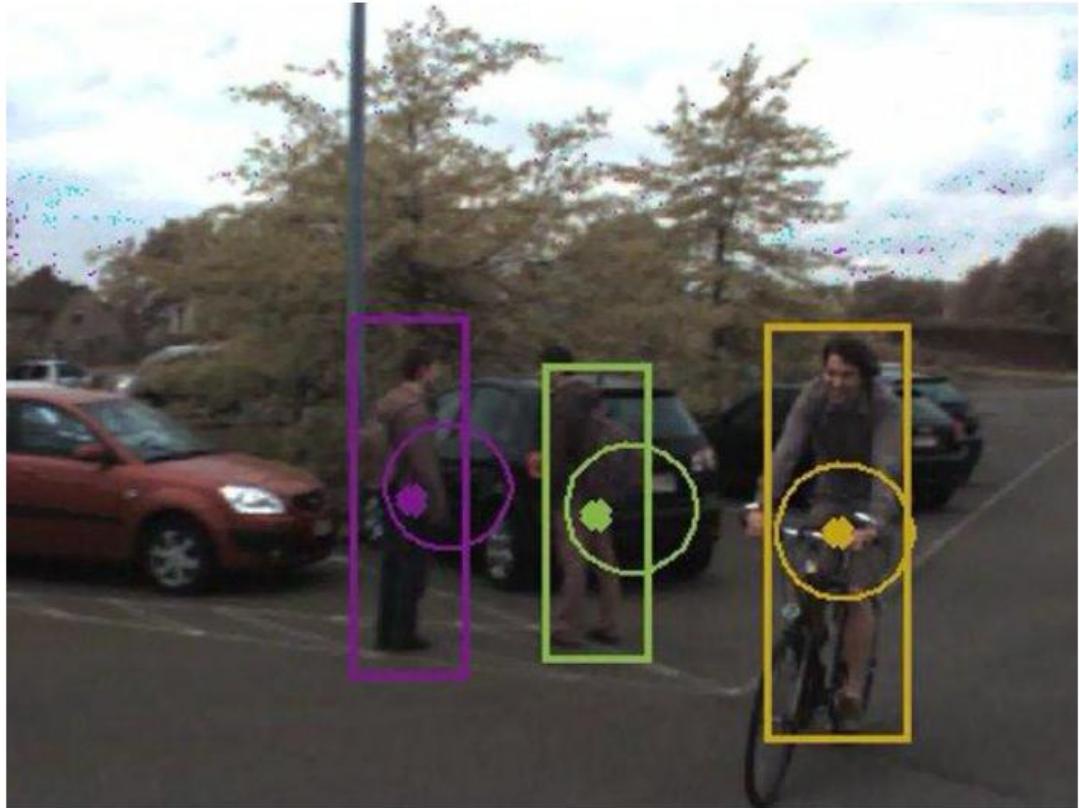
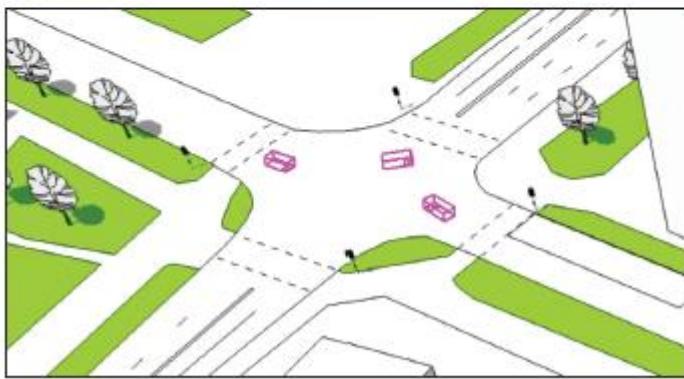
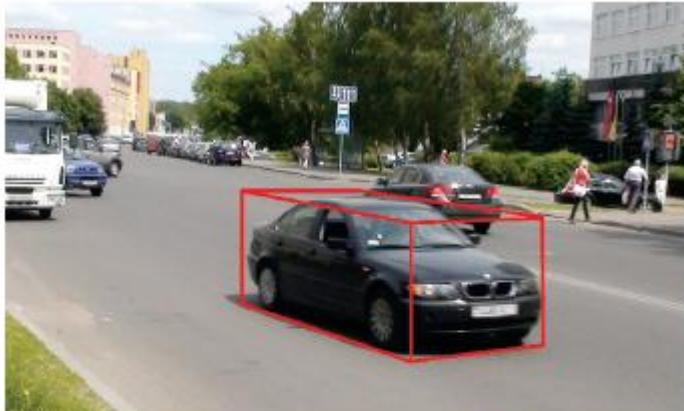
Vanuit projectpartners:

- Mobilab - KHK
- IMOB - UHasselt

CASE: OUDERENMONITORING



CASE: VERKEERSMONITORING



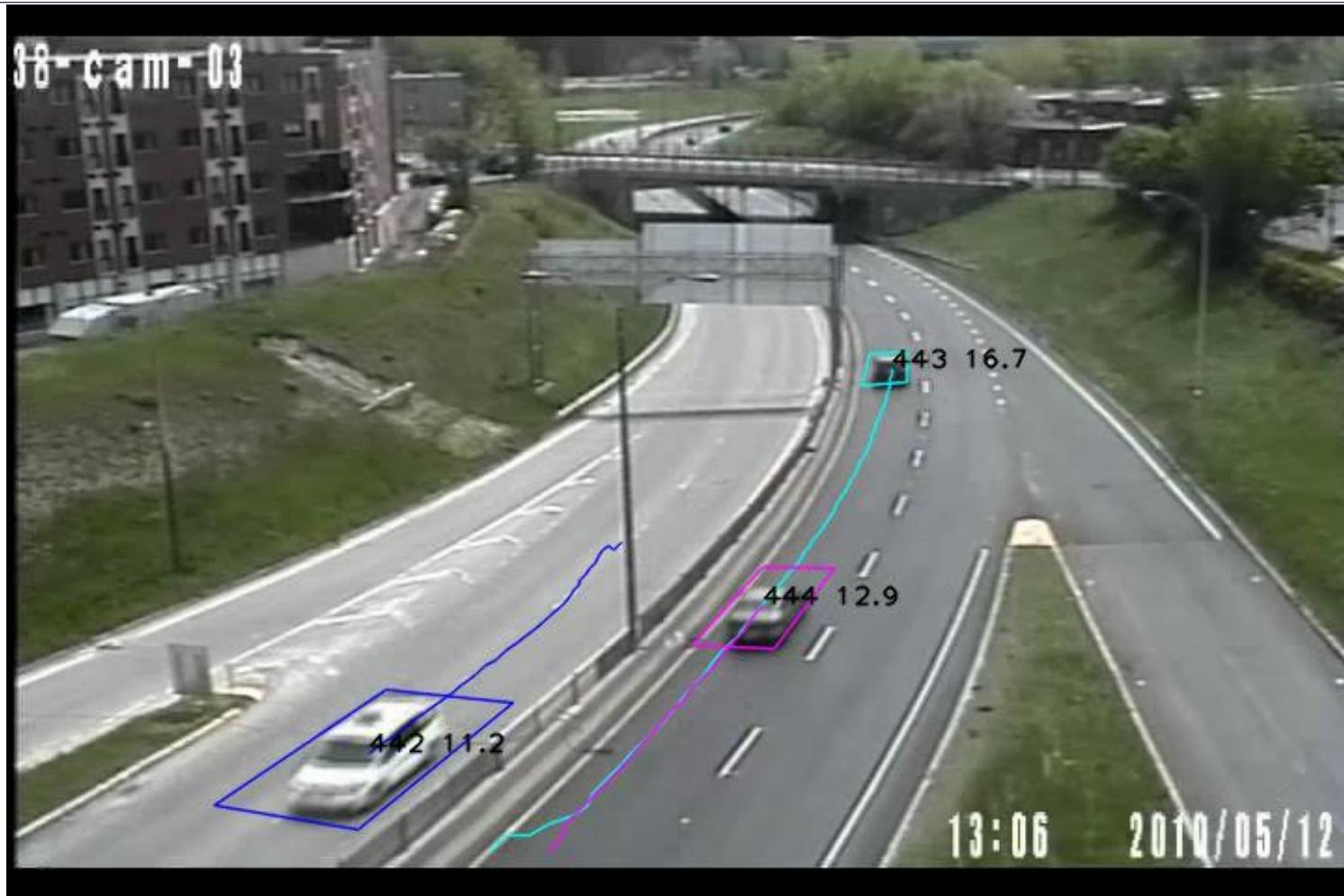
GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK

- Doel: automatische detectie en analyse van gevaarlijke situaties uit videobeelden
 - Op basis van objectieve meting van conflicternst (meestal o.b.v. snelheid en afstand)

GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK

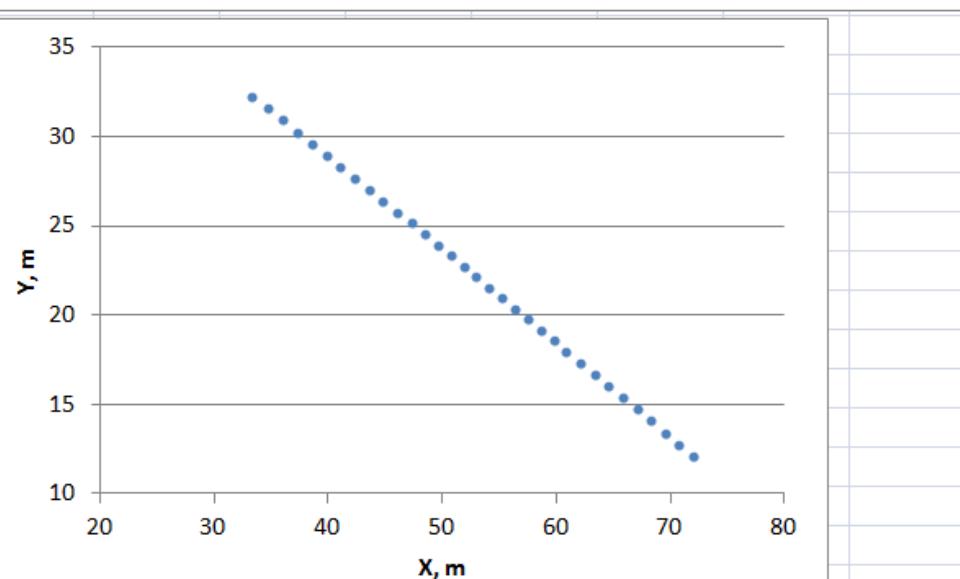
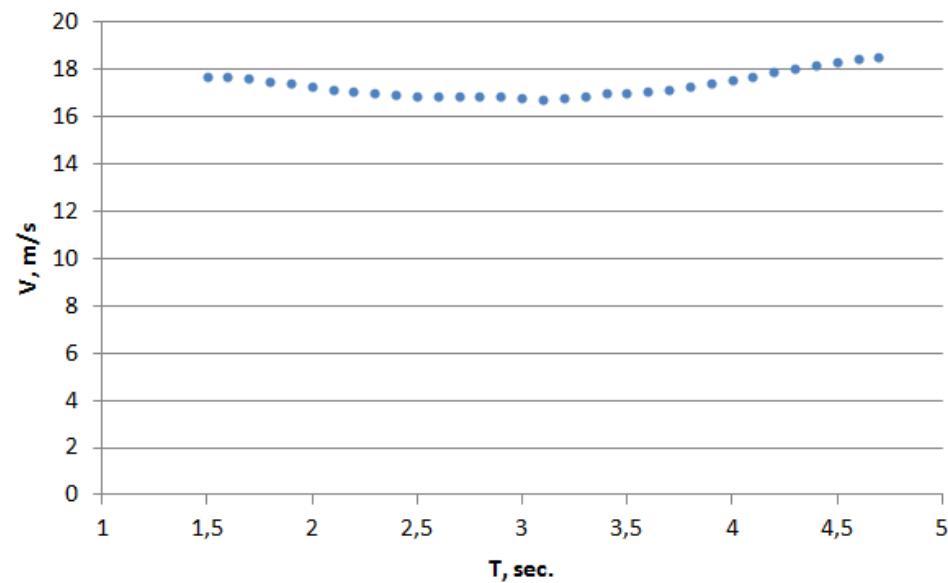
- Belang:
 - Ernstige beperkingen ongevalgegevens
 - Zeldzame evenementen
 - » Kleine dataset leidt zelden tot harde conclusies
 - » Vatbaar voor toeval
 - Onderrapportering
 - Weinig informatie over relevante gedrags- en omgevingsfactoren
 - Reactief; trage evaluatie
 - Nood aan onderzoekstool om maatregelen of verkeerssituatie sneller te evalueren
 - Wetenschappelijk onderzoek
 - TOEGEPAST ONDERZOEK: diagnose stellen
 - Mogelijkheid tot selecteren van bepaalde gedragingen voor nadere analyse op detailniveau (bv. fietsers in tegenrichting, foutieve oversteekbewegingen,...)

GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK



GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK

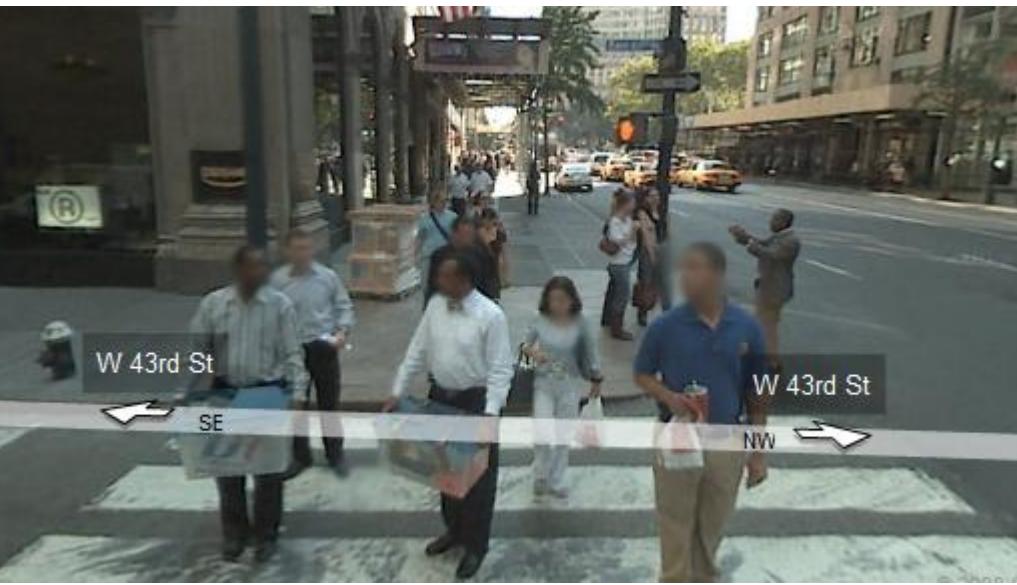
| Type: Minivan | | | |
|----------------|--------|--------|--------|
| Length, m: 6,0 | | | |
| Width, m: 2,2 | | | |
| Height, m: 2,2 | | | |
| Frames: 15-47 | | | |
| X, m | Y, m | V, m/s | T, sec |
| 71,964 | 12,125 | 17,713 | 1,5 |
| 70,751 | 12,776 | 17,684 | 1,6 |
| 69,534 | 13,426 | 17,609 | 1,7 |
| 68,318 | 14,079 | 17,508 | 1,8 |
| 67,089 | 14,735 | 17,393 | 1,9 |
| 65,836 | 15,388 | 17,277 | 2 |
| 64,592 | 16,041 | 17,168 | 2,1 |
| 63,348 | 16,691 | 17,074 | 2,2 |
| 62,097 | 17,341 | 16,998 | 2,3 |
| 60,866 | 17,963 | 16,941 | 2,4 |
| 59,765 | 18,573 | 16,903 | 2,5 |
| 58,621 | 19,192 | 16,883 | 2,6 |
| 57,509 | 19,78 | 16,873 | 2,7 |
| 56,401 | 20,362 | 16,875 | 2,8 |
| 55,238 | 20,964 | 16,844 | 2,9 |
| 54,108 | 21,554 | 16,801 | 3 |
| 52,99 | 22,144 | 16,755 | 3,1 |
| 51,907 | 22,732 | 16,825 | 3,2 |
| 50,768 | 23,325 | 16,898 | 3,3 |
| 49,663 | 23,929 | 16,976 | 3,4 |
| 48,473 | 24,538 | 17,018 | 3,5 |
| 47,262 | 25,154 | 17,07 | 3,6 |
| 46,04 | 25,776 | 17,152 | 3,7 |
| 44,81 | 26,403 | 17,288 | 3,8 |
| 43,575 | 27,032 | 17,422 | 3,9 |



GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK

- Tussenstappen:
 - Detecteren en traceren van verschillende types weggebruikers op camerabeelden
 - Reeds toepassingsmogelijkheden voor eindgebruikers:
 - » Geautomatiseerde verkeerstelleringen
 - » Detectie specifieke gedragingen
 - Meten van snelheden, afstanden,... door geometrische informatie toe te voegen in algoritme
 - Implementatie conflictmaatstaven (bv. TTC, PET, Time Advantage,...)
 - Objectieve beoordeling van ernst van een interactie tussen weggebruikers

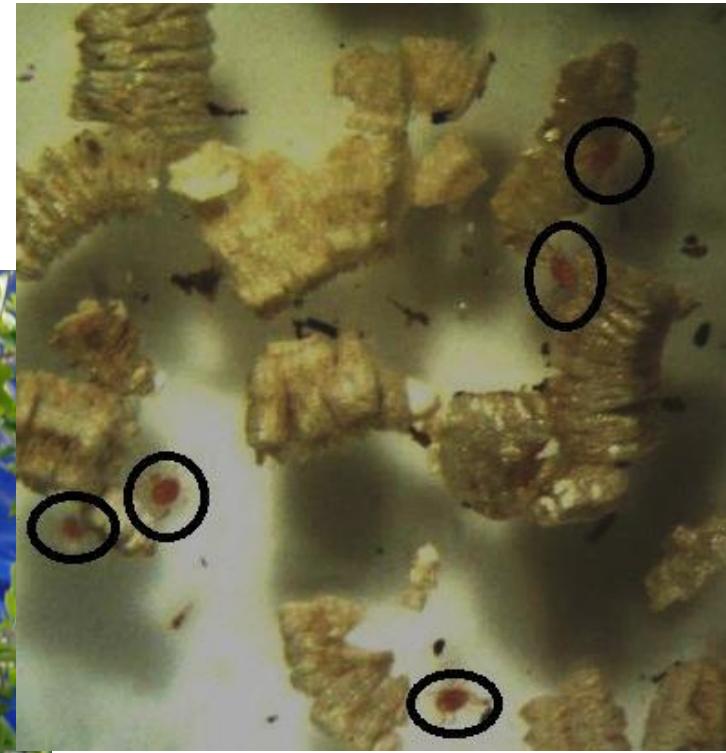
CASE: REMOTE SENSING



CASE: AUTOMATISATIE



CASE: LANDBOUW/BIO



- Alle feedback altijd welkom via mail/tel/...
- Website: www.eavise.be/tobcat
- IWT e-tool “gebruikerspoll”
 - verzamelt via online bevraging feedback na elke vergadering
- Vergaderfrequentie?
- IP-rechten
- Regelement van Orde
- Cofinanciering

CONTACTGEGEVENS

- EAVISE:
 - Toon Goedemé
 - toon.goedeme@lessius.eu
 - 015/31 69 44
- MOBILAB:
 - Bart Vanrumste
 - bart.vanrumste@esat.kuleuven.be
 - 014/56 23 10
- IMOB:
 - Stijn Daniëls
 - stijn.daniels@uhasselt.be
 - 011/26 91 11