

## IWT-TETRA-PROJECT 120135


**GEBRUIKERSGROEPVERGADERING 1**  
**3 OKTOBER 2012**

1

TOBCAT Gebruikersgroepvergadering



Lessius



## TETRA-PROJECT



- Tetra-project: TEchnologieTRansfer
  - Doel: kennis/technologie transfereren naar bedrijven
- Uitgevoerd door kennisinstellingen
  - 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

2



Lessius



## TOBCAT



- “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

3



Lessius

VOORSTELLING  
GEBRUIKERSGROEP

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eurosense</li> <li>• Van Hoecke</li> <li>• RoboVision</li> <li>• Vansteelandt</li> <li>• Vistalink</li> <li>• Entelec</li> <li>• Vision for vision</li> <li>• Biobest</li> <li>• Innogreen</li> <li>• Aris</li> <li>• Traficon</li> <li>• Grontmij contracting</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grontmij Monitoring&amp;Testing</li> <li>• Case New Holland</li> <li>• DataVision</li> <li>• Creative Computing</li> <li>• ...</li> <li>• DSPValley</li> <li>• KdG</li> <li>• Marc Leysen</li> </ul> |
|--|---|

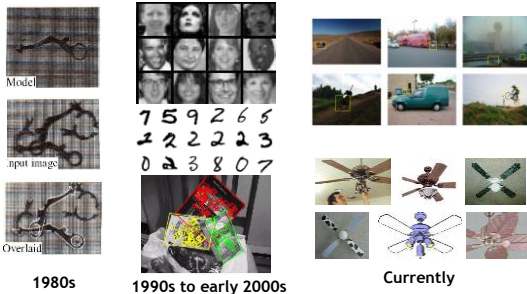
4



Lessius



## EVOLUTIE VAN OBJECTHERKENNING



1980s

1990s to early 2000s

Currently

K. Grauman, B. L...



Lessius



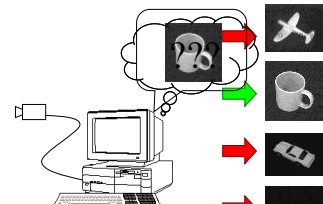
## OBJECTCATEGORISATIE?



Objectherkenning  
Object recognition  
Object identification

≠

Objectdetectie  
Object categorisation  
Object classification



6



Lessius



## OBJECTCATEGORISATIE?



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



- Koeien:



7



Lessius



## OBJECTCATEGORISATIE?



- Moeilijker naarmate er meer variabiliteit is:



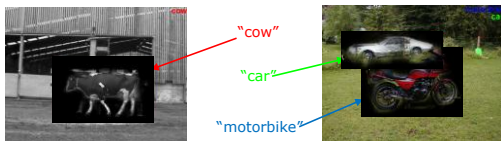
8



Lessius



## LEVELS OF OBJECT CATEGORIZATION



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

9

K. Grauman, B. Leibe



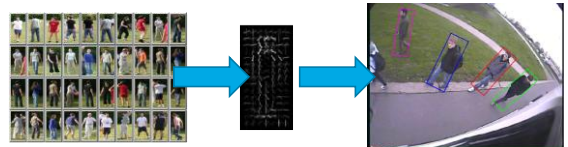
Lessius



## 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



10

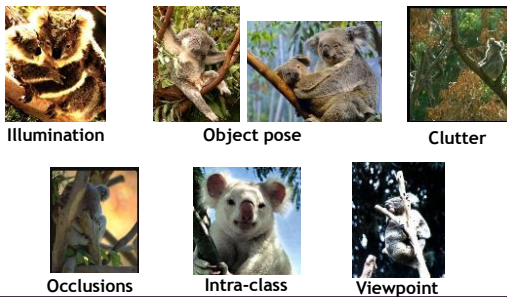
K. Grauman, B. Leibe



Lessius



## CHALLENGES: ROBUSTNESS

Intra-class  
appearance

Viewpoint

K. Grauman, B. Leibe



Lessius



## CHALLENGES: ROBUSTNESS



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

12



Lessius

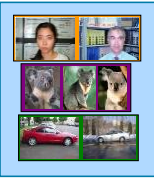
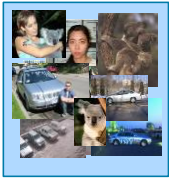


CHALLENGES: LEARNING WITH MINIMAL SUPERVISION



Less

More



Unlabeled, multiple objects

Classes labeled, some classes

Cropped to object parts and classes labeled

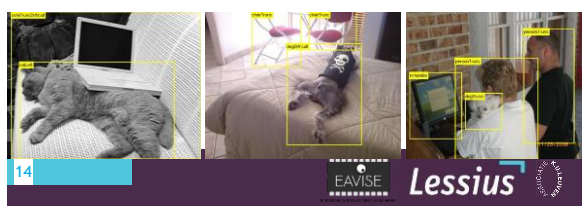
K. Grauman, B. Leibe

Lessius

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



14

EAVISE

Lessius

WERKPLAN



WP1: voorstudie

- WP1.1 aanbodside iteratieve algoritmes
- WP1.2 vraagzide: bevestiging gebruikersgroep
- WP2: operationeel maken
- WP2.1 implementatie algoritme
- WP2.2 ontwikkeling training omgeving
- WP2.3 ontwikkeling evaluatie tool

WP3: gevalstudies

- Case E: verkeersmonitoring
- Case D: ouderenmonitoring
- Case C: landbouwbeob
- 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 infomiddag per domein
- WP4.4A publ. domein-specifiek tijdschrift
- WP4.3B automatisatie
- WP4.4B publ. domein-specifiek tijdschrift
- WP4.3C landbouwbeob
- WP4.4C publ. domein-specifiek tijdschrift
- WP4.3D ouderenmonitoring
- WP4.4D publ. domein-specifiek tijdschrift
- WP4.3E verkeersmonitoring
- WP4.4E publ. domein-specifiek tijdschrift
- WP4.5 evaluatie rapporten en keuzevrijheid
- WP4.6 verspreiding softwarecode + interfaces
- WP4.7 interactieve hands-on workshop
- WP4.8 handleidingen en lesmateriaal
- WP4.9 slothappening

15

EAVISE

Lessius

PLANNING



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

16

EAVISE

Lessius

ALGORITMES - PRINCIPE



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

17

Algoritmes

EAVISE

Lessius

ALGORITMES - OVERZICHT



- 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

18

Algoritmes

EAVISE

Lessius

## VIOLA&JONES



### • 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”

19

Algoritmes



Lessius

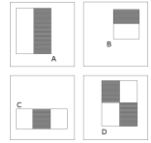


## VIOLA & JONES



### 1. Features selecteren

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



20

Algoritmes



Lessius

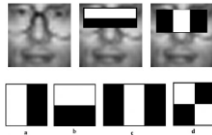


## VIOLA & JONES



### 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

21

Algoritmes



Lessius



## VIOLA & JONES



### 1. Features selecteren



22

Algoritmes



Lessius

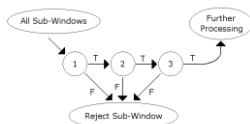


## VIOLA & JONES



### 2. Opbouwen classifier

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



23

Algoritmes



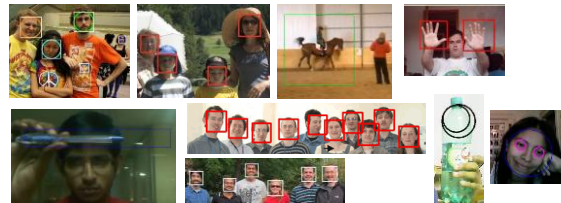
Lessius



## VIOLA & JONES



### 3. Gebruiken als detector



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

24

Algoritmes



Lessius



## FELZENSZWALB



## • 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”

25

Algoritmes



Lessius

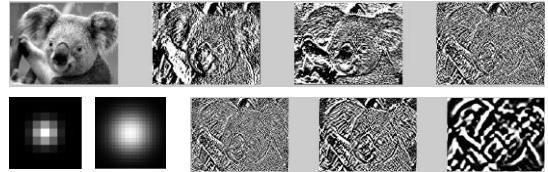


## FELZENSZWALB



## 1. Features selecteren

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



26

Algoritmes



Lessius

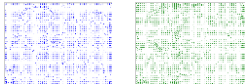


## FELZENSZWALB

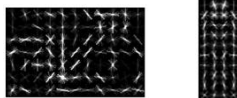


## 1. Features selecteren

- Gradient richting → afhankelijk van smoothing



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



27

Algoritmes



Lessius

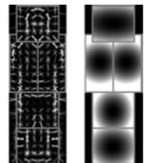


## FELZENSZWALB



## 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



28

Algoritmes



Lessius

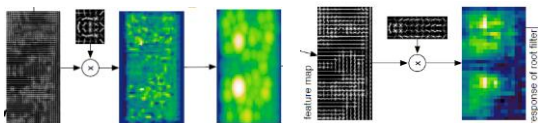


## FELZENSZWALB



## 2. Opbouwen classifier

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



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

29

Algoritmes



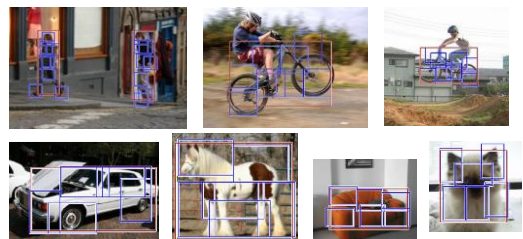
Lessius



## FELZENSZWALB



## 3. Gebruiken als detector



30

Algoritmes



Lessius





## ALGORITMES - OVERZICHT



- Twee voorgaande algoritmes
  - Algoritmes die werken op een getraind 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

31

Algoritmes



Lessius



## LEIBE&amp;SCHIELE



- 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.”

32

Algoritmes



Lessius



## LEIBE &amp; SCHIELE + THOMAS



## 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

33

Algoritmes



Lessius



## LEIBE &amp; SCHIELE + THOMAS



## 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



34

Algoritmes



Lessius

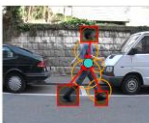


## LEIBE &amp; SCHIELE + THOMAS

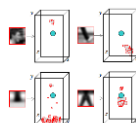


## 2. Opbouwen classifier

- 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

35

Algoritmes



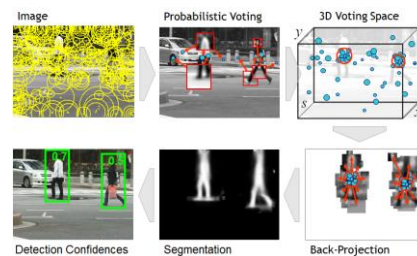
Lessius



## LEIBE &amp; SCHIELE + THOMAS



## 3. Gebruiken als detector



36

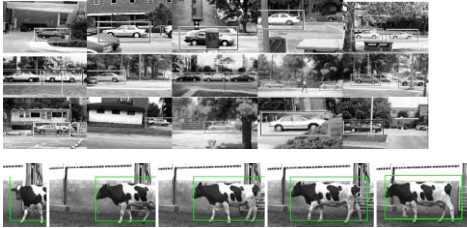
Algoritmes



Lessius



## 3. Gebruiken als detector



37

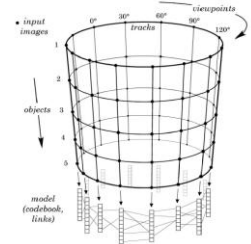
Algoritmes

EAVISE

Lessius

## 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



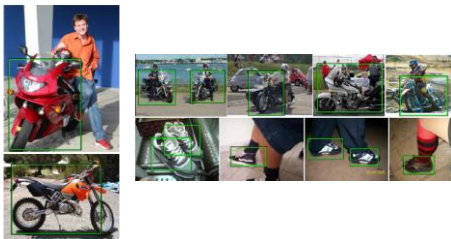
38

Algoritmes

EAVISE

Lessius

## 4. Multi-view uitbereiding



39

Algoritmes

EAVISE

Lessius

## • 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"

40

Algoritmes

EAVISE

Lessius

## 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



41

Algoritmes

EAVISE

Lessius

## 2. Opbouwen classifier

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



42

Algoritmes

EAVISE

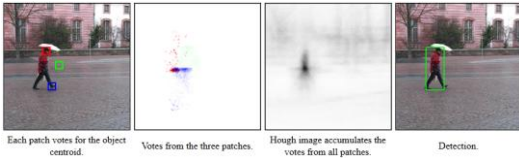
Lessius

GALL & LEMPITSKY



3. Gebruiken als detector

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



43

Algoritmes



Lessius

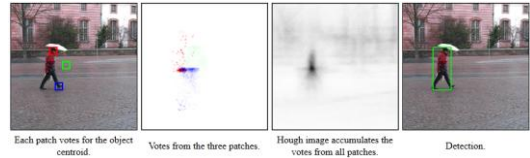


GALL & LEMPITSKY



3. Gebruiken als detector

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



44

Algoritmes



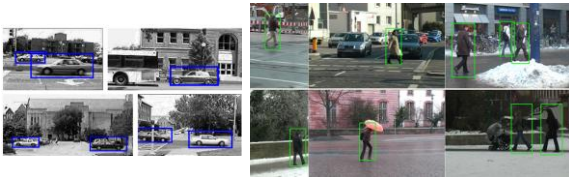
Lessius



GALL & LEMPITSKY



3. Gebruiken als detector



45

Algoritmes



Lessius



ALGORITMES - ALGEMENE PROBLEMEN



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 voorhanden

46

Algoritmes



Lessius



ALGORITMES - PRO / CONTRA



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

47

Algoritmes



Lessius



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

48

Software implementatie



Lessius





## 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?

49

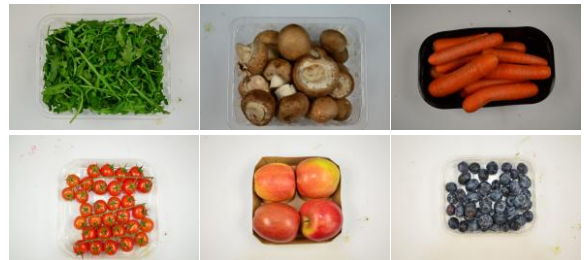
Halcon



Lessius



## HALCON : ALGORITME?



50

Halcon



Lessius



## HALCON : ALGORITME?



Current object: blueberry  
Identified as: blueberry  
Error rate: (0/6) = 0.0%



51

Halcon



Lessius



## HALCON : ALGORITME?



Current object: bonbon\_tomato  
Identified as: bonbon\_tomato  
Error rate: (0/50) = 0.0%



52

Halcon



Lessius



## 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



53

Halcon



Lessius



## 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

54

Halcon



Lessius



## HALCON : NIET IDEALE OMSTANDIGHEDEN



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



55

Halcon



Lessius



## 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%

56

Halcon



Lessius



## 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

57

Doel



Lessius



## 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

58

3D



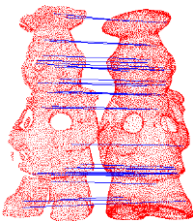
Lessius



## HERKENNEN 3D OBJECTEN



- 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

59

3D



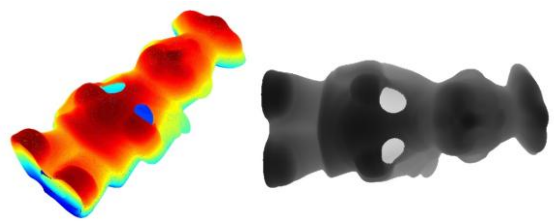
Lessius



## HERKENNEN 3D OBJECTEN



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



60

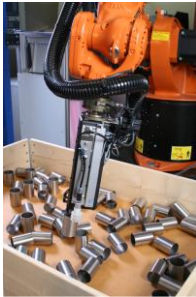
3D



Lessius



## HERKENNEN 3D OBJECTEN



61

3D



Lessius



## CASES



- 5 geselecteerde domeinen:

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

Vanuit projectpartners:

- Mobilab - KHK
- IMOB - UHasselt

62



Lessius



## CASE: OUDERENMONITORING



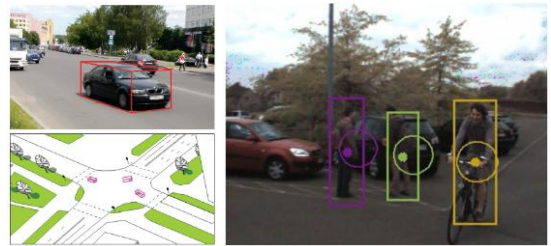
63



Lessius



## CASE: VERKEERSMONITORING



64



Lessius

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, routieve overstekbewegingen,...)



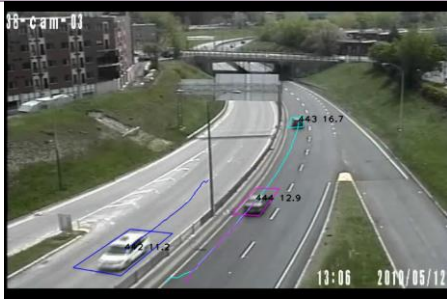
Lessius



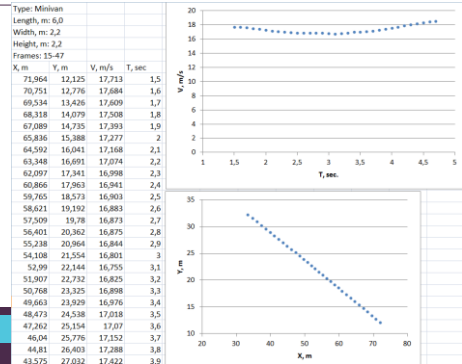
Lessius



## GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK



## GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK



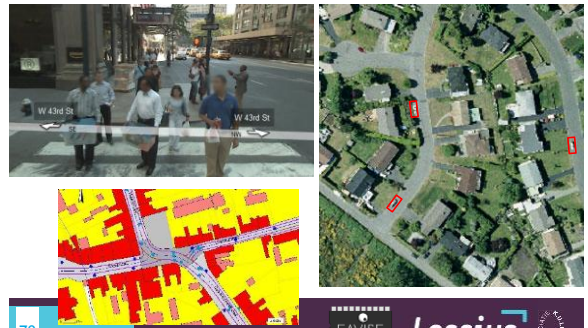
## GEVALSTUDIE VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK



- Tussenstappen:
  - Detecteren en traceren van verschillende types weggebruikers op camerabeelden
  - Reeds toepassingsmogelijkheden voor eindgebruikers:
    - » Geautomatiseerde verkeersstellingen
    - » 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



70



## CASE: AUTOMATISATIE



71

## CASE: LANDBOUW/BIO



72



## PRAKTISCHE AFSPRAKEN



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

73


**Lessius**


## CONTACTGEGEVENS



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

74

The quick brown fox jumps over the lazy dog.


**Lessius**
