



Hands-on workshop over objectcategorisatie op basis van Linux, C++ & OpenCV

14 februari 2014

IWT-Tetra-project TOBCAT (nr. 120135)




Uw lunch werd gesponsord door

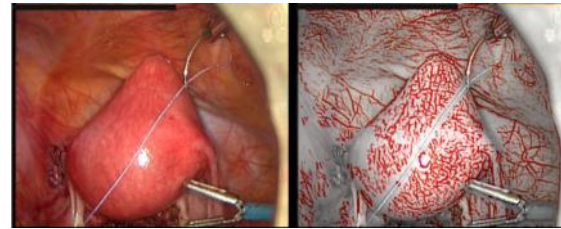


data vision

PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** **Verwelkoming & introductie EAVISE**
- 10u15** Introductie objectcategorisatie + voorstelling algoritme
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  **data vision**)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de 'kwaliteit' van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop


- **Vertalen** van state-of-the-art beeldverwerkings-algorithmes naar oplossingen voor specifieke problemen in industriële applicaties.
- **Implementeren** van geavanceerde beeldverwerkings-technieken op **embedded systemen**.
- Optimaliseren van visie-algoritmes tot **real time performantie**
- Toepassen van nieuwe **Artificial Intelligence** technieken in computer visie applicaties.



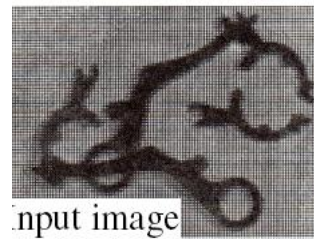
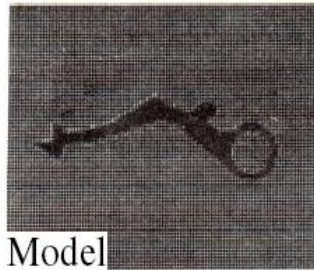
Anco_selfr_flour



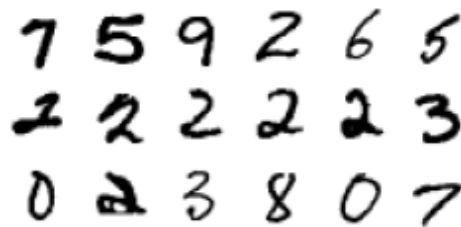
PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** **Introductie objectcategorisatie** + voorstelling algoritme
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  **data vision**)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de 'kwaliteit' van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop

RECENTE EVOLUTIE VAN VISUELE OBJECTDETECTIE



1980 's



1990 's tot begin 2000 's



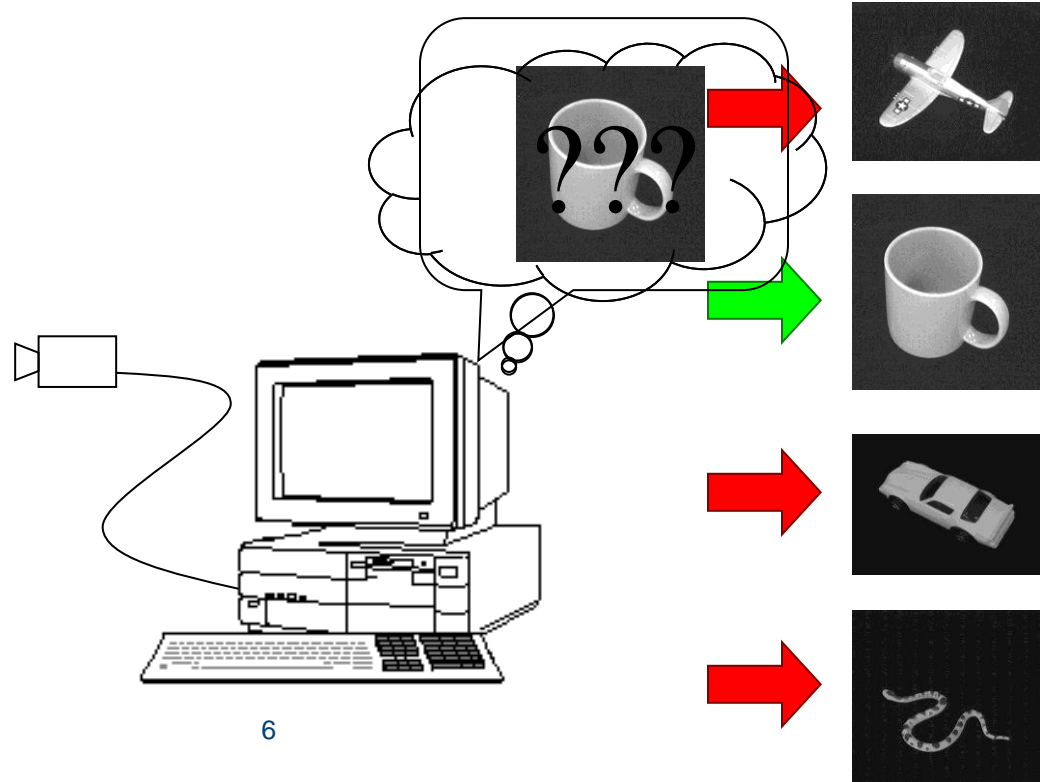
Momenteel

WAT IS OBJECTCATEGORISATIE?

Objectherkenning
Object recognition
Object identification

} ≠ }

Objectdetectie / classificatie
Object categorisation
Object classification



WAT IS OBJECTCATEGORISATIE?

- FOCUS → de objecten binnen een klasse vertonen onderlinge variatie in kleur vorm grootte zoals bij auto's

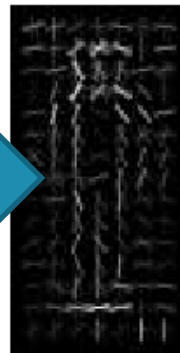


- Moeilijker naarmate er meer variatie is



ALGEMENE AANPAK BIJ OBJECTCATEGORISATIE

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



ALGEMENE AANPAK BIJ OBJECTCATEGORISATIE



HEEL WAT VARIATIE UITDAGINGEN IN OBJECT CATEGORISATIE.



Belichting



Pose v/h object



Clutter



Occlusie

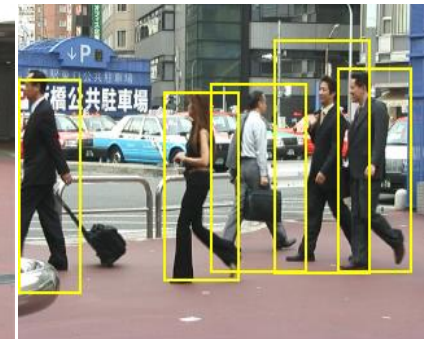
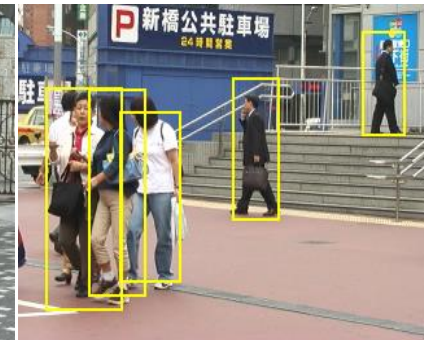
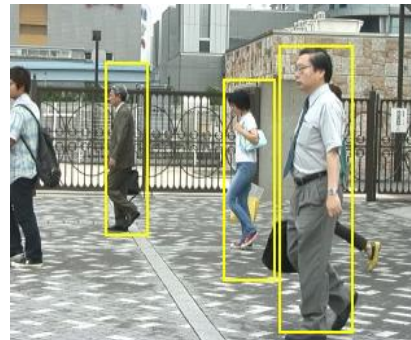


**Intra-klasse
variatie in het
voorkomen**



Aanzicht

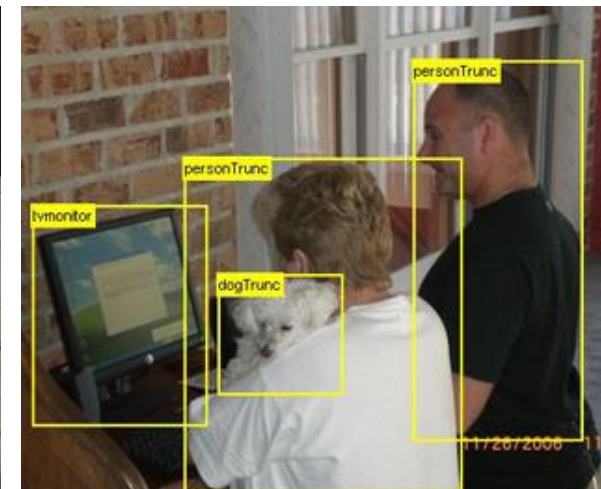
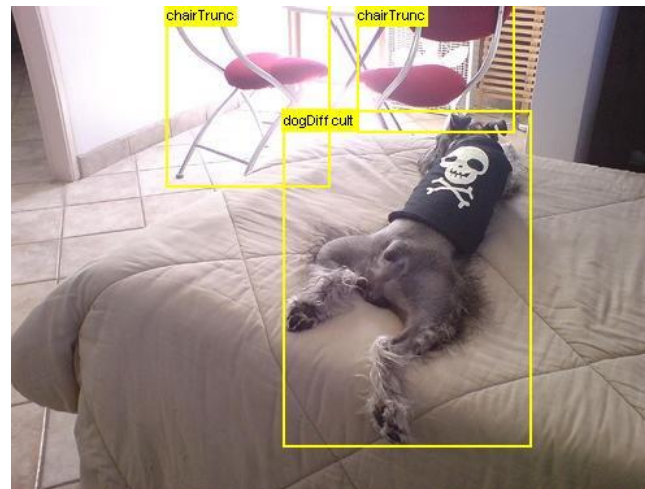
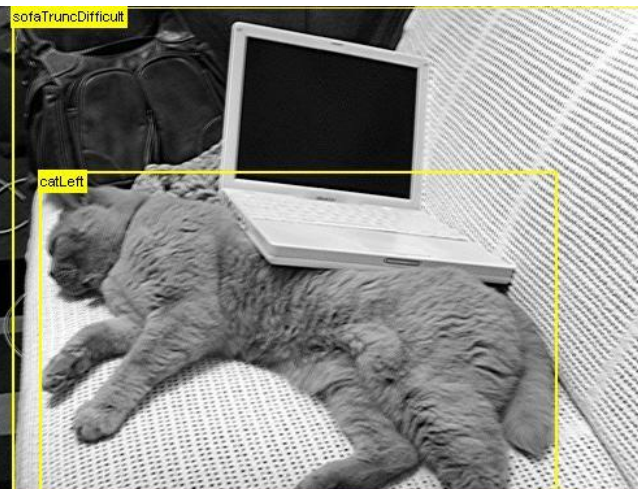
EEN ZO ROBUUST MOGELIJK RESULTAAT



- State-of-the-art technieken kunnen al heel wat:
 - Inleren van deze variatie (voorkomen, schaal, vorm, ...)
in de objecten
 - Compenseren voor clutter, occlusie en overlappende
objecten

DOEL TOBCAT PROJECT

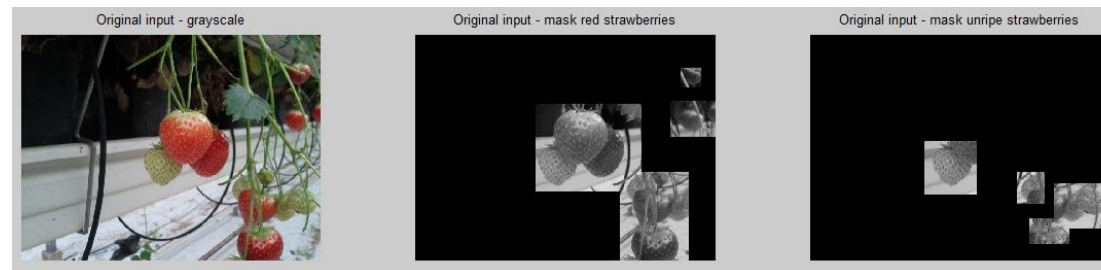
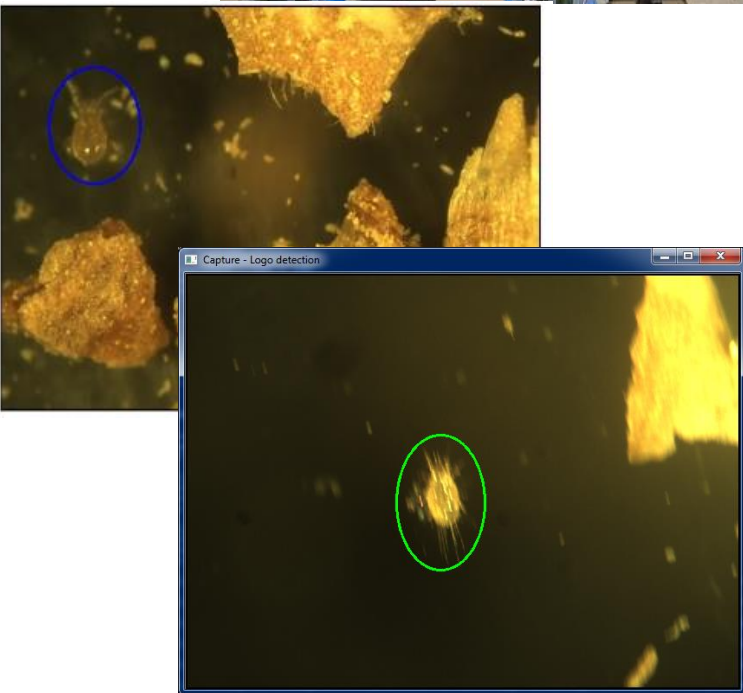
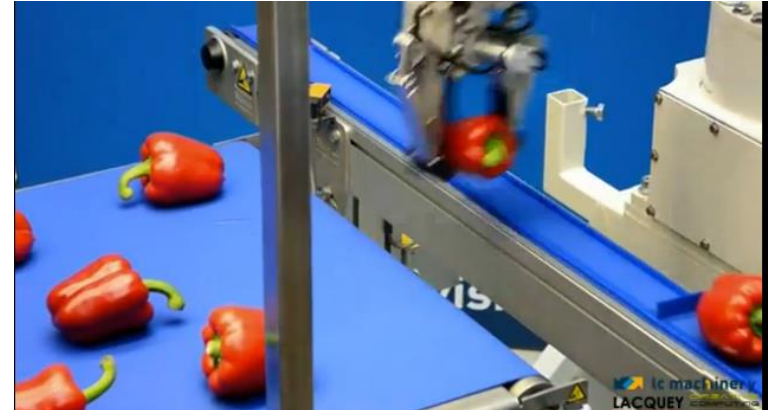
- Deze modernere state-of-the-art technieken van objectclassificatie **bekend maken** bij de doelgroep van industriële bedrijven
- **Toegankelijk en transparant maken** van de beschikbare technologie voor de bedrijven van de doelgroep, zodat men er zelf mee aan de slag kan gaan
- Objectcategorisatie **effectief bij bedrijven** uit de doelgroep **introduceren** zodat zij het kunnen toepassen voor hun industrieel relevante problemen → **doel van deze workshops**



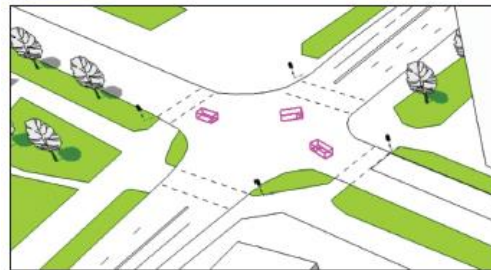
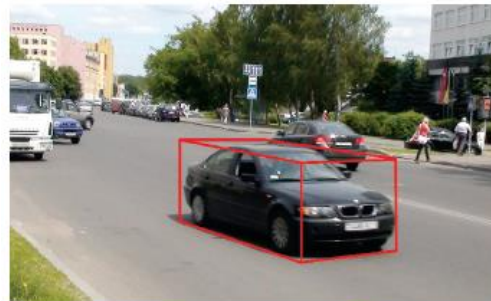
TOEPASSINGEN IN TOBCAT (1)



TOEPASSINGEN IN TOBCAT (2)



TOEPASSINGEN IN TOBCAT (3)

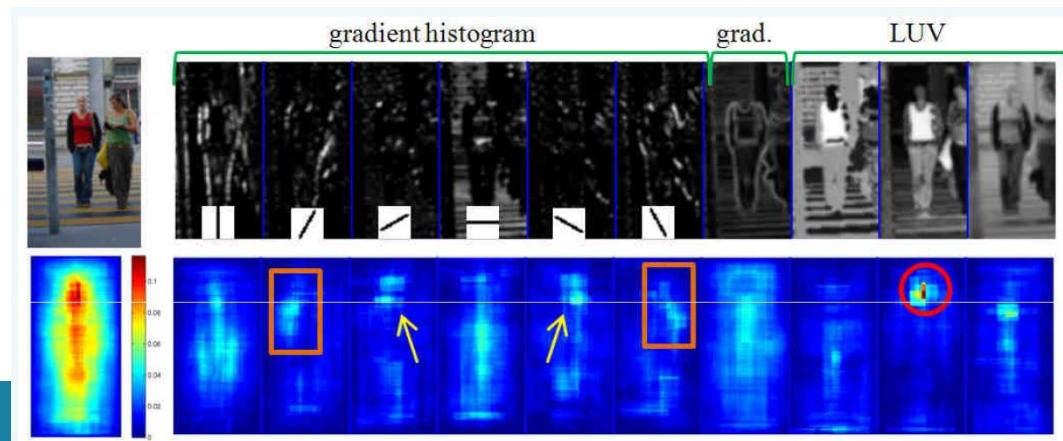
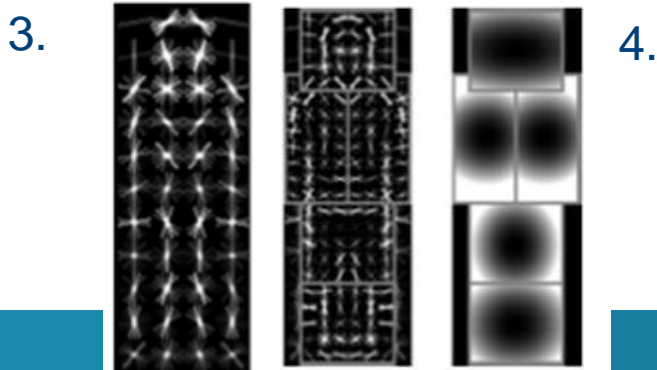
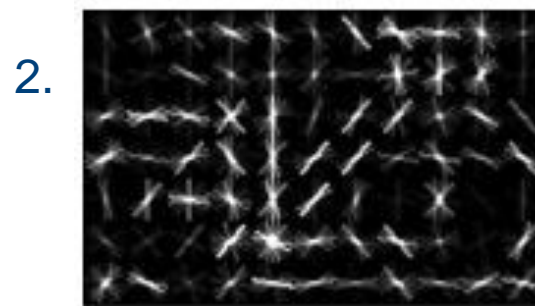
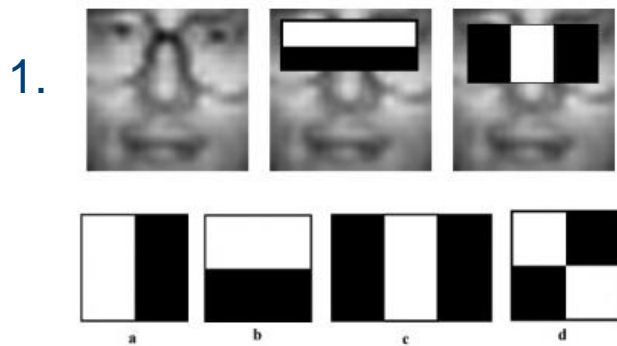


PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** Introductie objectcategorisatie + **voorstelling algoritme**
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  **data vision**)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de ‘kwaliteit’ van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop

STATE-OF-THE-ART ALGORITHMS

1. Viola&Jones : Haar/AdaBoost [CVPR2001] (workshop)
2. Dalal&Triggs : HOG/SVM [CVPR2005]
3. Felzenswalb : deformable part models [CVPR2010]
4. Dollár : integral channel features [BMVC2009]



VANDAAG GEBRUIKTE TECHNIEK: VIOLA & JONES

*Kort overzicht van de genomen stappen in het algoritme
Vertrekken vanuit een sliding window aanpak*

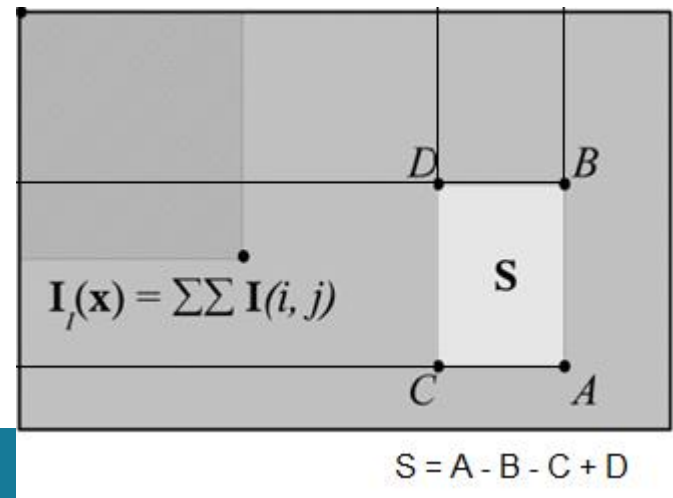
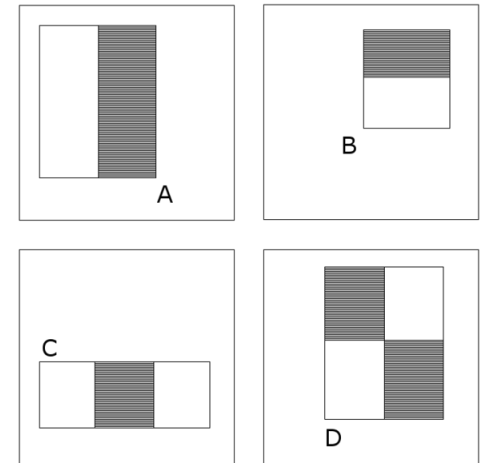
1. Features selecteren
2. Opbouwen zwakke classifiers
3. Combineren tot een sterke classifier



VANDAAG GEBRUIKTE TECHNIEK: VIOLA & JONES

1. Features selecteren

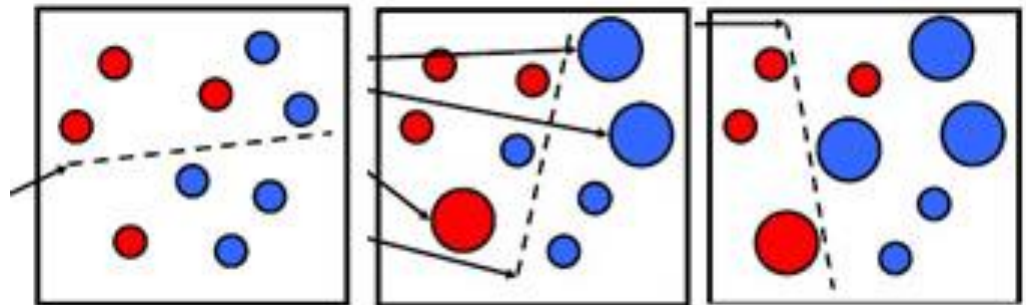
- Gebruik HAAR-like wavelets
- Kleine filters door vergelijken pixel waarden in regio's in beeld
- Som pixel intensiteitswaarden grijs
- som pixel intensiteitswaarden wit
- 24x24 pixels \rightarrow +-50,000 features
- Gebruik van integraalbeeld
- Snel sommen uitrekenen



VANDAAG GEBRUIKTE TECHNIEK: VIOLA & JONES

2. Opbouwen weak classifiers

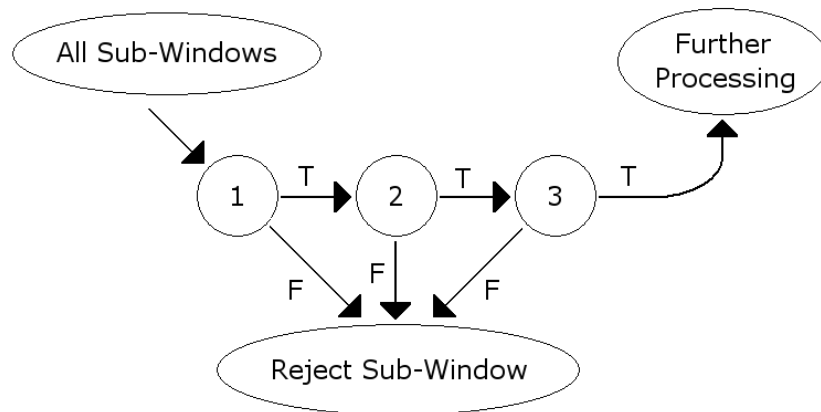
- AdaBoost algoritme
- Welke feature of combinatie van features kan snel object en niet-objecten van elkaar scheiden
- Tot een bepaalde accuraatheid behaald wordt




VANDAAG GEBRUIKTE TECHNIEK: VIOLA & JONES

3. Combineren tot een strong classifier

- Cascade / waterval structuur
- Weak classifiers → sneller uitrekenen / minder features
- Om de fout te reduceren (*individueel zeer hoog*)
- 'Early rejection'

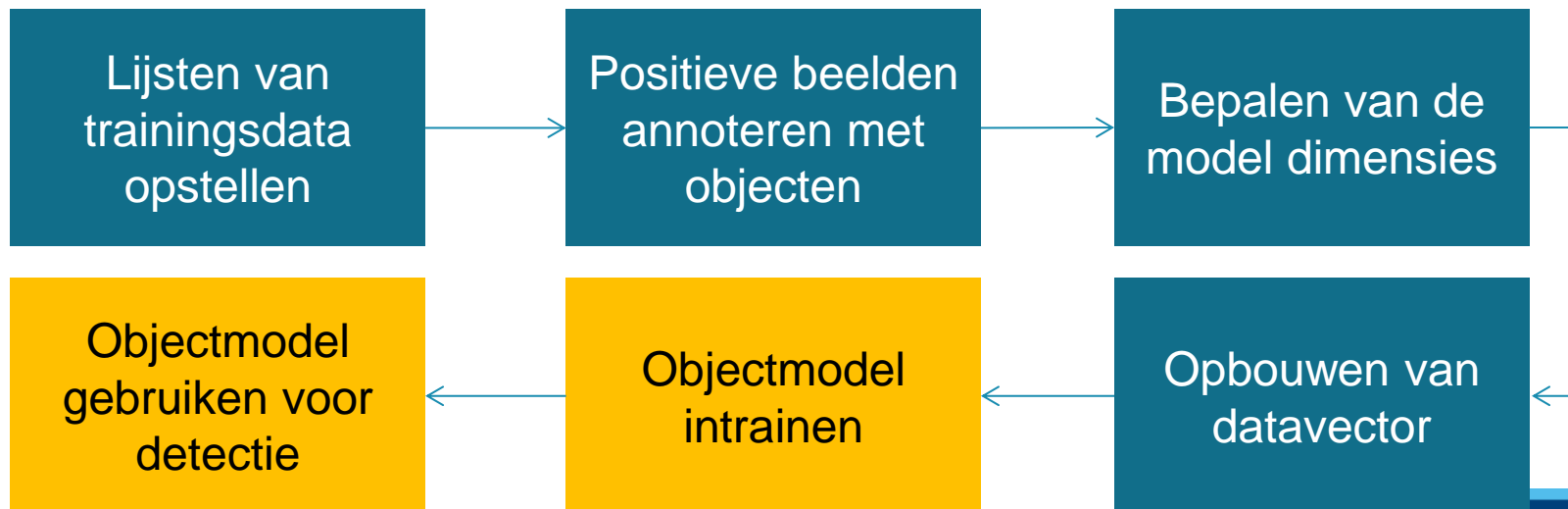


PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** Introductie objectcategorisatie + voorstelling algoritme
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  data vision)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de 'kwaliteit' van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop

HET IDEE HANDS-ON 1

- Vanuit een dataset, alles klaarstomen om een volledig objectmodel op te bouwen.
- *Hoe kan een bedrijf een willekeurig object detecteren op verschillende achtergronden.*
- Uit te voeren stappen:



ENKELE RICHTLIJNEN VOOR HANDS-ON GEDEELTES

- Inloggen op computers via tobcats account, pwd = tobcats
- Open een terminal window
 - Standaard ~/ directory
 - Wij zullen werken vanuit
/home/tobcat/Documents/tobcat_workshop/
- Enkele veelgebruikte commando's
 - cd <path> → veranderen van folder
 - ls → opsomming van inhoud huidige folder
 - ./<executable_naam> [groene kleur in ls] → code snippets
 - Als executable niet groen is → chmod +x <executable>



ENKELE RICHTLIJNEN VOOR HANDS-ON GEDEELTES

- Als C++ ontwikkelomgeving maken we gebruik van Code::Blocks.
 - Vooraf geïnstalleerd
 - Folder software bevat alle projecten → reeds geconfigureerd
 - Folder code_blocks bevat code voor tweede hands-on
- Veel voorkomend probleem = Code::Blocks ‘vergeet’ OpenCV
 - Project – Build Options – Linker settings – Additional Linker Commands
 - Add `pkg-config opencv --libs`
- Indien problemen met software, aarzel niet om een assistent aan te spreken!

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

We verplaatsen ons naar de folder

```
../tobcat_workshop/data/mini_model/
```

We zien hier een bestaande structuur

- Positive folder bevat alle afbeeldingen **met** objecten
- Negative folder bevat alle afbeeldingen **zonder** objecten
- Deze structuur dien je zelf op te bouwen op je systeem
- Naam van de folders is niet belangrijk, al is een betekenisvolle naam wel duidelijker

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

We verplaatsen ons naar de folder

`../tobcat_workshop/data/mini_model/`

We zien hier een bestaande structuur

- Positive folder bevat alle afbeeldingen **met** objecten
- Negative folder bevat alle afbeeldingen **zonder** objecten
- Deze structuur dien je zelf op te bouwen op je systeem
- Naam van de folders is niet belangrijk, al is een betekenisvolle naam wel duidelijker

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

Welke stappen dienen er nu te gebeuren voor we een model van een objectklasse kunnen intraineren?

1. Alle code snippets werken op basis van een txt file waarin referenties zitten naar de data

SNIPPET – ./folder_listing

NODIG – positives.txt / negatives.txt / testset.txt

2. Object annotatie - zorgen dat de objecten uit positive files gescheiden worden van achtergrondinformatie

SNIPPET – ./annotate_images

NODIG – annotate van elk object – universeel formaat

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

1	NAME	#DETECTIONS	X1	Y1	W1	H1	...	Xn	Yn	Wn	Hn				
2	D:\cookies\positives_1.png	6	160	1	138	132	321	5	136	141	153	139	151		
3	D:\cookies\positives_1a.png	5	90	50	150	146	25	199	168	155	1	354	192		
4	D:\cookies\positives_2.png	6	141	14	148	138	309	2	141	146	165	164	150		
5	D:\cookies\positives_2a.png	3	87	47	152	151	33	209	158	138	4	358	135		
6	D:\cookies\positives_3.png	6	131	43	156	129	299	4	142	137	180	180	149		
7	D:\cookies\positives_3a.png	3	81	34	143	154	25	206	174	146	6	347	137		
8	D:\cookies\positives_4.png	6	132	57	153	129	199	195	143	137	261	349	1		
9	D:\cookies\positives_4a.png	3	77	36	150	157	31	195	160	154	8	349	138		
0	D:\cookies\positives_5.png	6	117	69	143	152	253	5	154	149	345	145	152		
1	D:\cookies\positives_5a.png	3	77	39	147	156	34	201	153	150	5	355	142		
2	D:\cookies\positives_6.png	6	87	89	149	154	180	219	153	143	228	14	148		
3	D:\cookies\positives_7.png	6	197	19	148	146	75	116	146	153	173	239	14		
4															

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

Welke stappen dienen er nu te gebeuren voor we een model van een objectklasse kunnen intraineren?

3. De geannoteerde data moet in een OpenCV data vector komen

- Universeel formaat voor modeltraining
- Schaalt naar modelgrootte

SNIPPET – ./average_dimensions & ./create_samples

NODIG – datavector.vec

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

Welke stappen dienen er nu te gebeuren voor we een model van een objectklasse kunnen intraineren?

3. De geannoteerde data moet in een OpenCV data vector komen

- Universeel formaat voor modeltraining
- Schaalt naar modelgrootte

SNIPPET – ./average_dimensions & ./create_samples

NODIG – datavector.vec

OBJECT ANNOTATIE TOOL & PREPROCESSING STAPPEN

Nuttige tools - snippets voor bedrijven

1. `./video2images` – veel data gecapteerd als videomateriaal. Deze snippet zet een video compressieloos om in frames.
2. `./generate_negatives` – veel bedrijven verzamelen beeldmateriaal in van objecten, maar niet van de achtergronden afzonderlijk
 - Leest een annotatie file in
 - Knipt de annotaties uit positieve beelden
 - Gebruikt de overschot van de beelden als negatieve beelden
 - Heeft wel invloed op performantie! (onnatuurlijke overgangen)

LUNCH


De maaltijd wordt aangeboden door  **data vision**

- Systeem van zelfbediening voor maaltijd
- Eten in zaal 'de fruytenborg'
- Koffie nadien inbegrepen

PITCH – Data Vision

Een kleine bedrijfspitch van  **data vision**

PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** Introductie objectcategorisatie + voorstelling algoritmes
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  data vision)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intrainer van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de 'kwaliteit' van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop

TRAININGSPROCES + TESTEN DETECTOR MET OBJECTMODEL

We hebben data klaargestoomd om een model in te trainen.

- `./train_cascade SNIPPET`
- Overzicht van alle parameters - een woordje uitleg
- Test met 'eenvoudig' model
 - Variatie zit in de snoepjes → segmentatie is hier al moeilijker door opdruk
 - Op achtergrond testopstelling
- Output van training van dichterbij bekijken

TRAININGSPROCES + TESTEN DETECTOR MET OBJECTMODEL

Voor tweede hands-on baseren we ons op ingetrained model

- Ga naar .../data/candy/
- 160 positieve beelden 1000 negatieve beelden
- 17 stage classifier = # gecombineerde zwakke detectoren

Eerst interface voor detectie in OpenCV uittesten

Daarna zelf schrijven

1. Beeld preprocessen – BGR2GRAY / histogram equalisatie
2. Detectiestap + invloed parameters
3. Vizualisatiestap + invloed parameters

ROTATIE INVARIANTIE

1 model = 1 oriëntatie


- Hoe omgaan met verschillende rotaties
- Alles in 1 model?
- Afbeelding roteren? Patch roteren?

Live simulatie van rotatie invariante candy detector

- Invloed van parameters
- Real time performance mogelijk?

De broncode even dieper bekijken, welke stappen dien je te nemen?

PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** Voorstelling algoritmes + introductie in de software
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  data vision)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de 'kwaliteit' van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop

ENKELE KNELPUNTEN (ROTATIE, CLUTTER, OCCLUSIE)

Rotatie werd reeds besproken!

Techniek half bestand tegen clutter

- Hangt sterk af van trainingsdata
- Enkel perfecte voorbeelden → imperfecte voorbeelden zullen nooit gedetecteerd worden

Techniek niet bestand tegen occlusie

- Detectoren haken al snel af als er occlusie optreedt
- DPM techniek is een waardig alternatief
 - Iets robuuster dan V&J framework

ENKELE KNELPUNTEN (ROTATIE, CLUTTER, OCCLUSIE)

In begin stelden we 4 technieken voor, wat kan je verwachten van OpenCV en C++ naar enkele mogelijkheden toe.

- Viola & Jones
 - Goed ondersteund – tutorials / documentatie / bugfree
 - Grote community die ondersteuning kan bieden
- SVM + HOG
 - Afzonderlijke componenten JA
 - Gecombineerd tot een effectief algoritme NEEN
 - Machine learning SVM → slechte ondersteuning – bugs

ENKELE KNELPUNTEN (ROTATIE, CLUTTER, OCCLUSIE)

In begin stelden we 4 technieken voor, wat kan je verwachten van OpenCV en C++ naar enkele mogelijkheden toe.


- DPM model Felzenswalb
 - In openCV enkel detectiesoftware – LatentSVM module
 - Gebaseerd op xml modellen van Pascal VOC Challenge
 - Challenge gestopt, dus ook toevoer modellen
 - Training niet voorzien → origineel project nodig
- ICF Dollar
 - In openCV ‘development’ branch
 - Geen robuuste implementatie ...

ENKELE KNELPUNTEN (ROTATIE, CLUTTER, OCCLUSIE)

In begin stelden we 4 technieken voor, wat kan je verwachten van OpenCV en C++ naar enkele mogelijkheden toe.

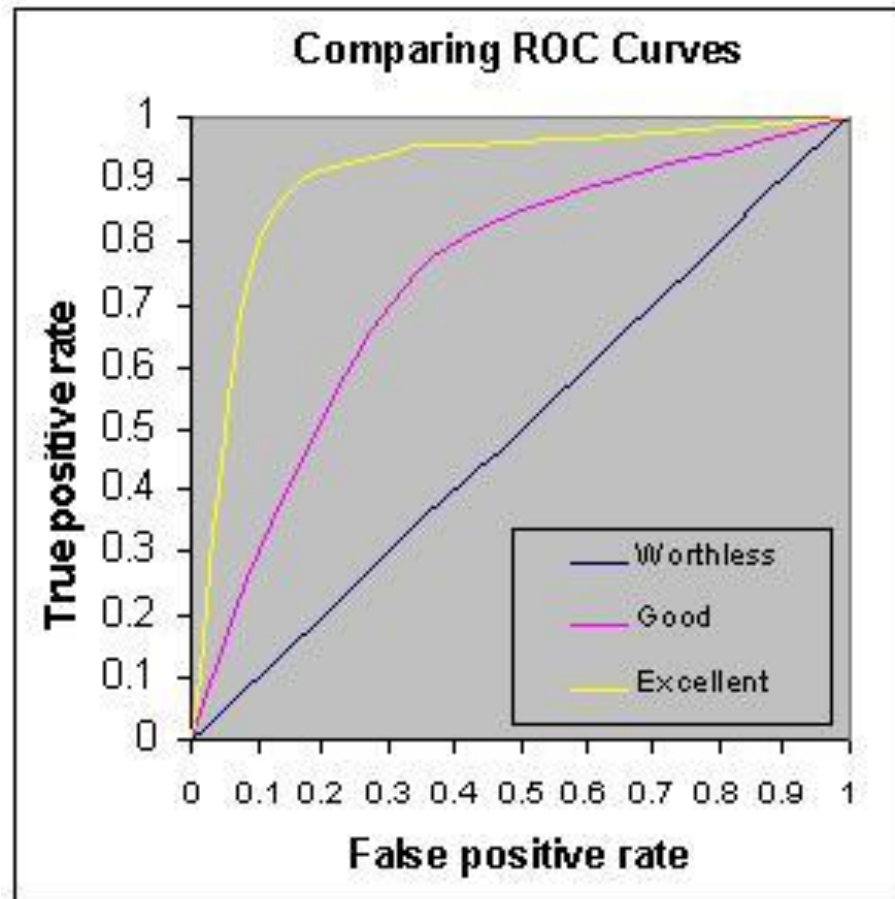
- Al deze software zal ter beschikking gesteld worden via tobcat projectwebsite
- Alsook via de github account (source code repository)
<https://github.com/StevenPuttemans/tobcat>

PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** Voorstelling algoritmes + introductie in de software
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  data vision)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de 'kwaliteit' van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop

EVALUEREN VAN OBJECTDETECTOREN

1. Receiver Operating Characteristic







INTRODUCTIE TOT ROC CURVES

- *ROC = Receiver Operating Characteristic*
- Vind zijn oorsprong in elektronische signaal detectie theorie (1940 's – 1950 's)
- Zeer populair geworden in biomedische toepassingen, vooral in radiologie en beeldverwerking
- Ook gebruikt in machine learning applicaties om de kwaliteit van classifiers te definiëren
- Kan gebruikt worden om opstellingen / procedures met elkaar te vergelijken





ROC CURVES: EEN VOORBEELD CASE

- Neem bijvoorbeeld een diagnostische test voor een ziekte
- Deze testen hebben 2 mogelijke uitkomsten:
 - ‘positief’ = aanwezigheid van een ziekte
 - ‘negatief’ = er is geen ziekte aanwezig
- Een individu kan een positief of negatief label krijgen bij een diagnostische test

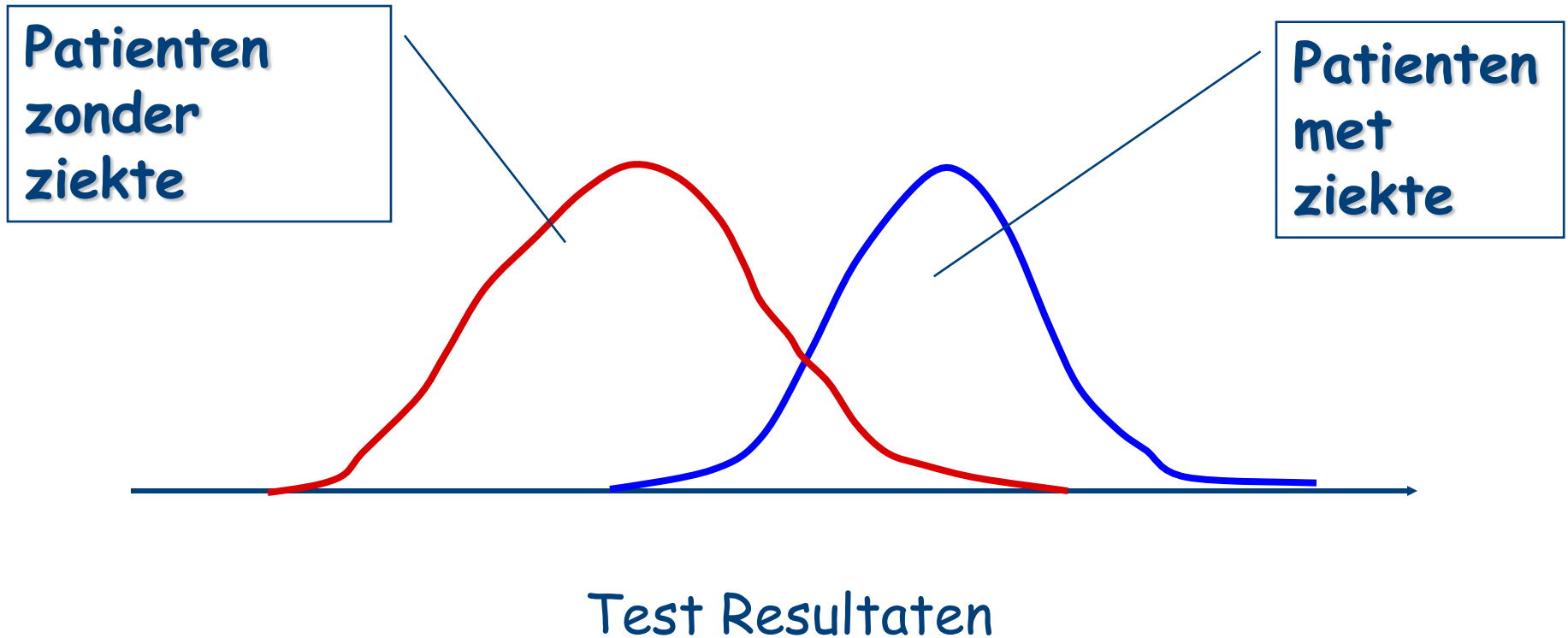
True disease state vs. Test result

Disease \ Test	Not rejected	rejected
No disease ($D = 0$)	 specificity	 Type I error (False +) α
Disease ($D = 1$)	 Type II error (False -) β	 Power $1 - \beta$; sensitivity

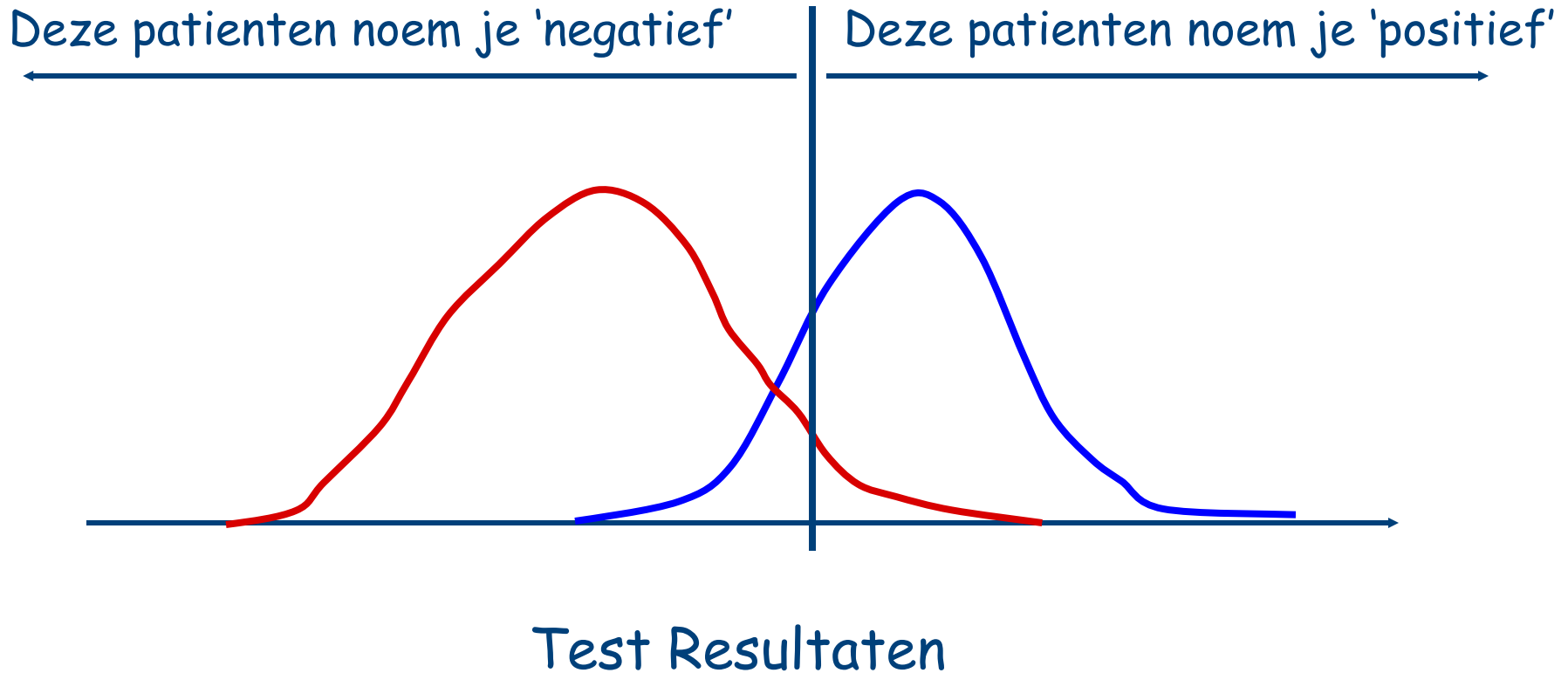
True disease state vs. Test result

Disease \ Test	not rejected	rejected
No disease (D = 0)	 True Positive TP	 False Negative FN
Disease (D = 1)	 False Positive FP	 True Negative TN

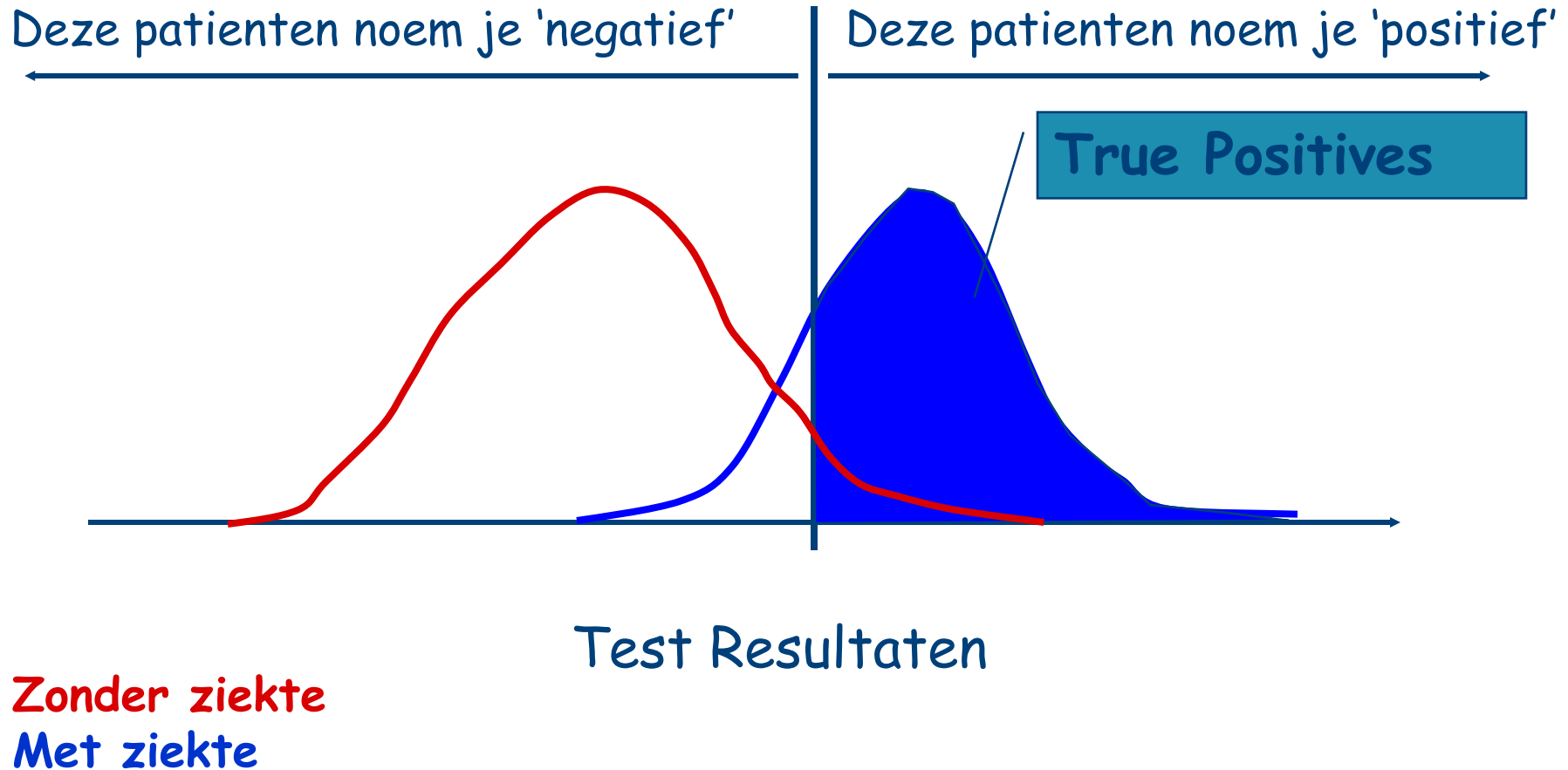
SPECIFIEK VOORBEELD



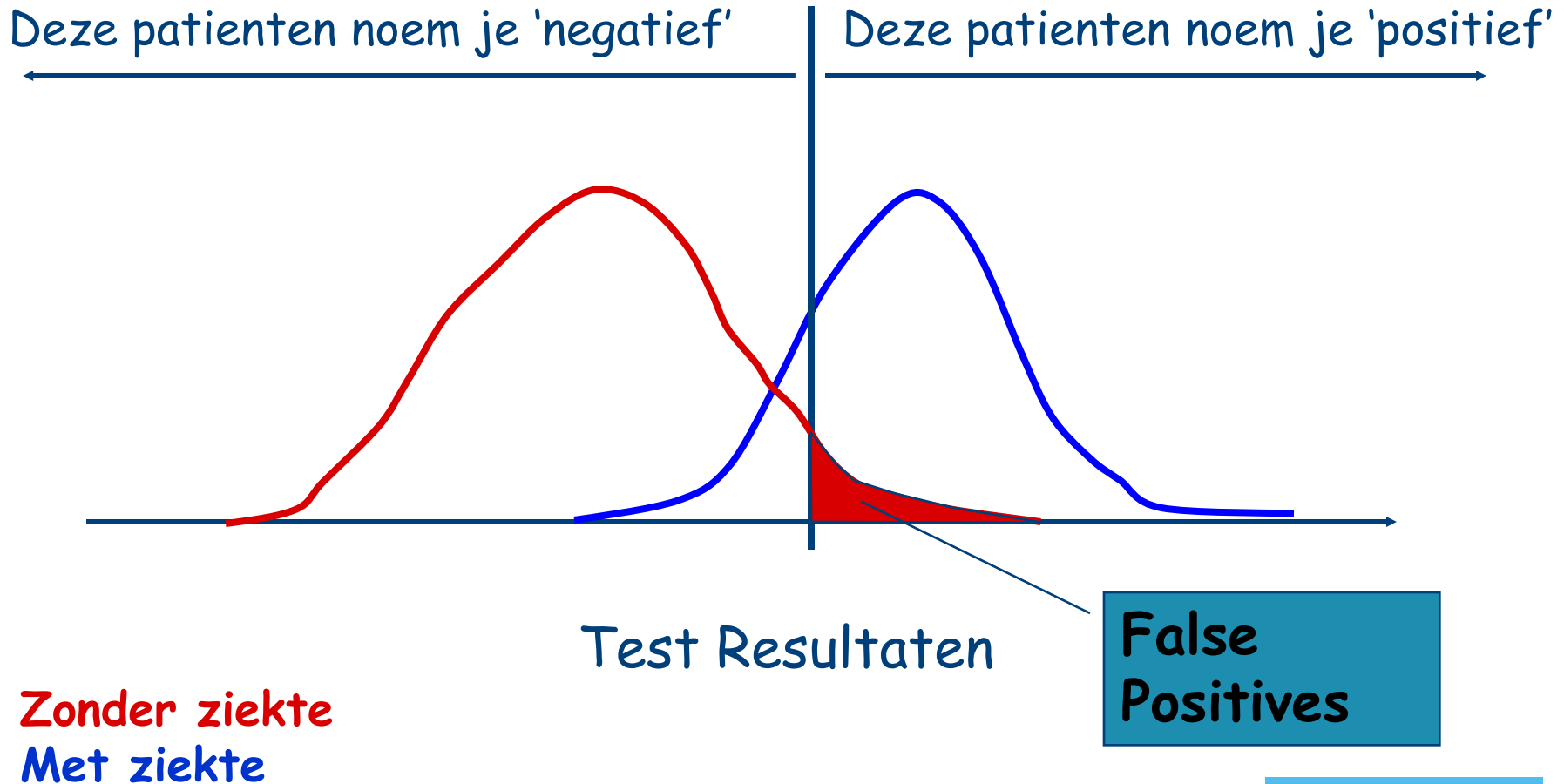
OP BASIS VAN EEN THRESHOLD



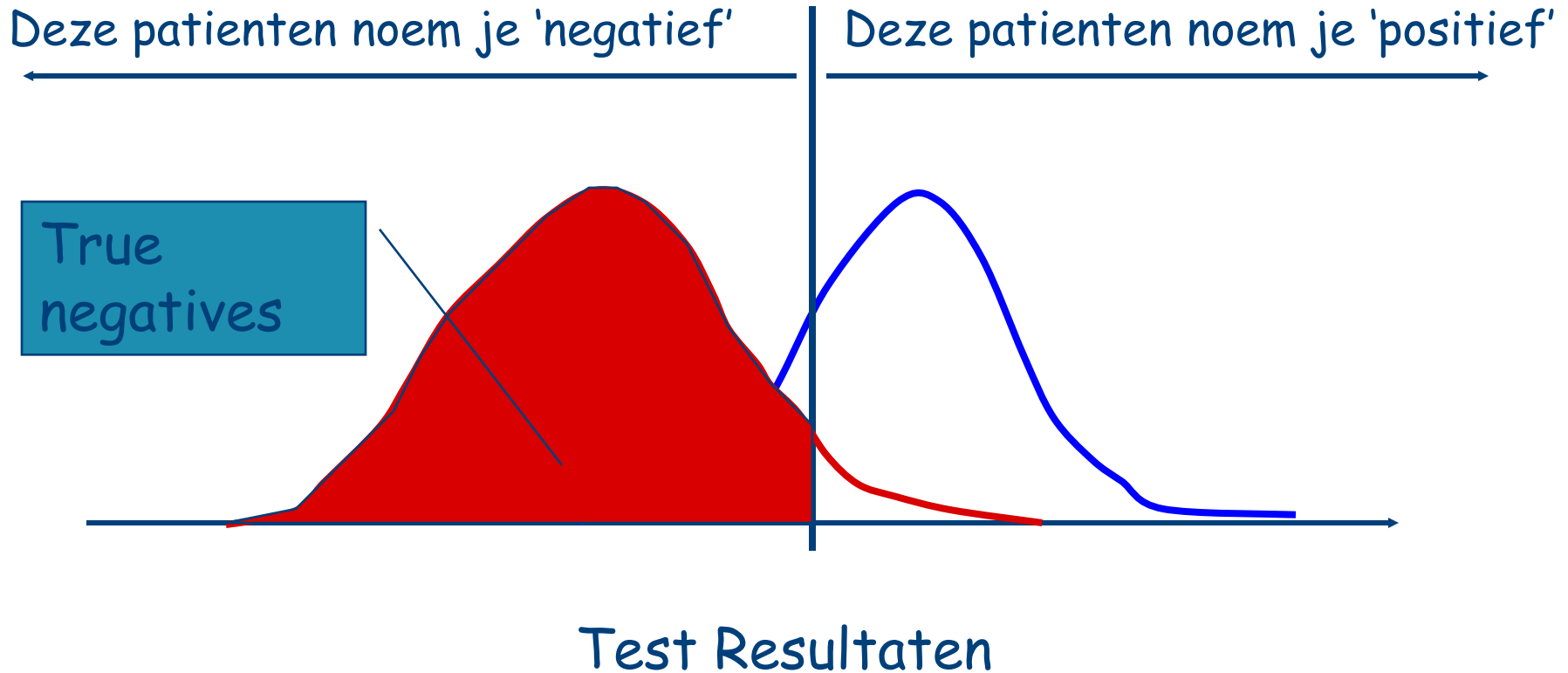
DEFINITIES



DEFINITIES

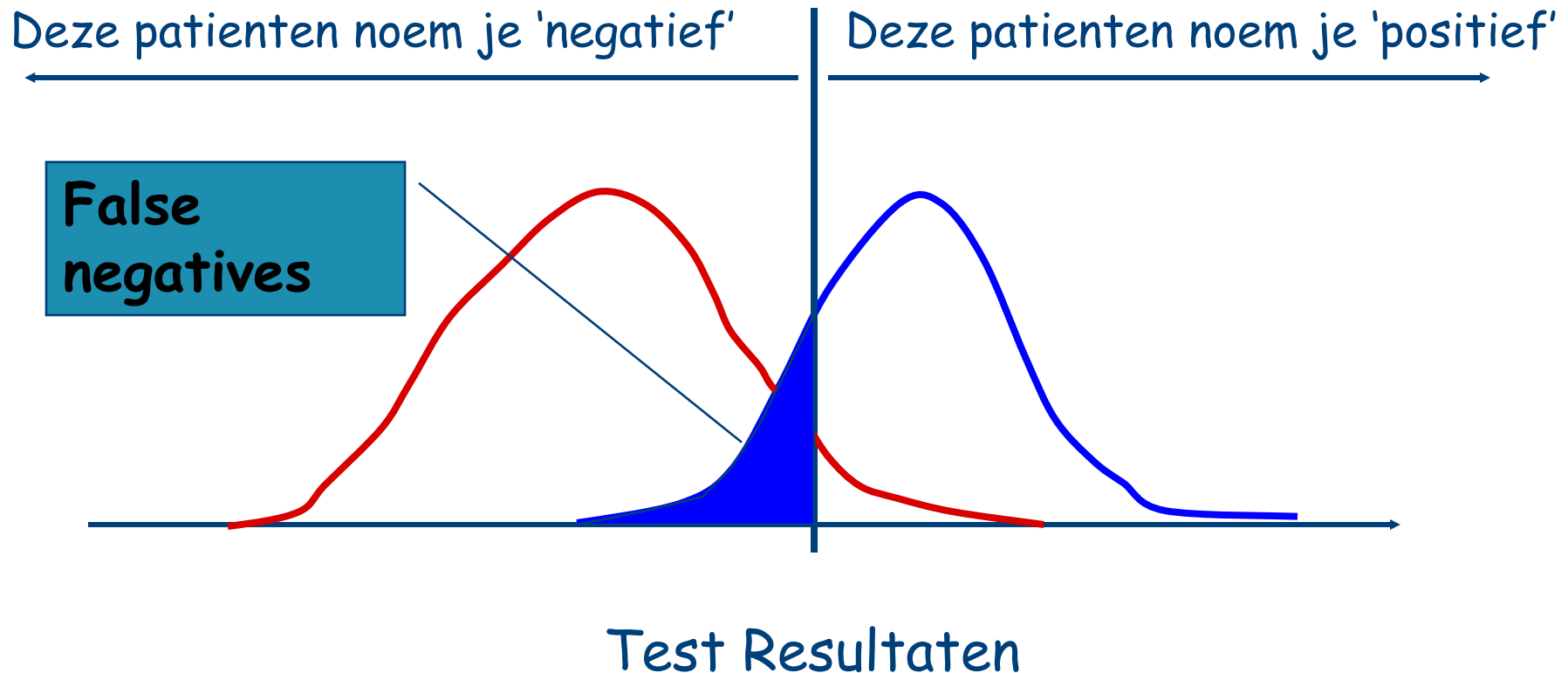


DEFINITIES



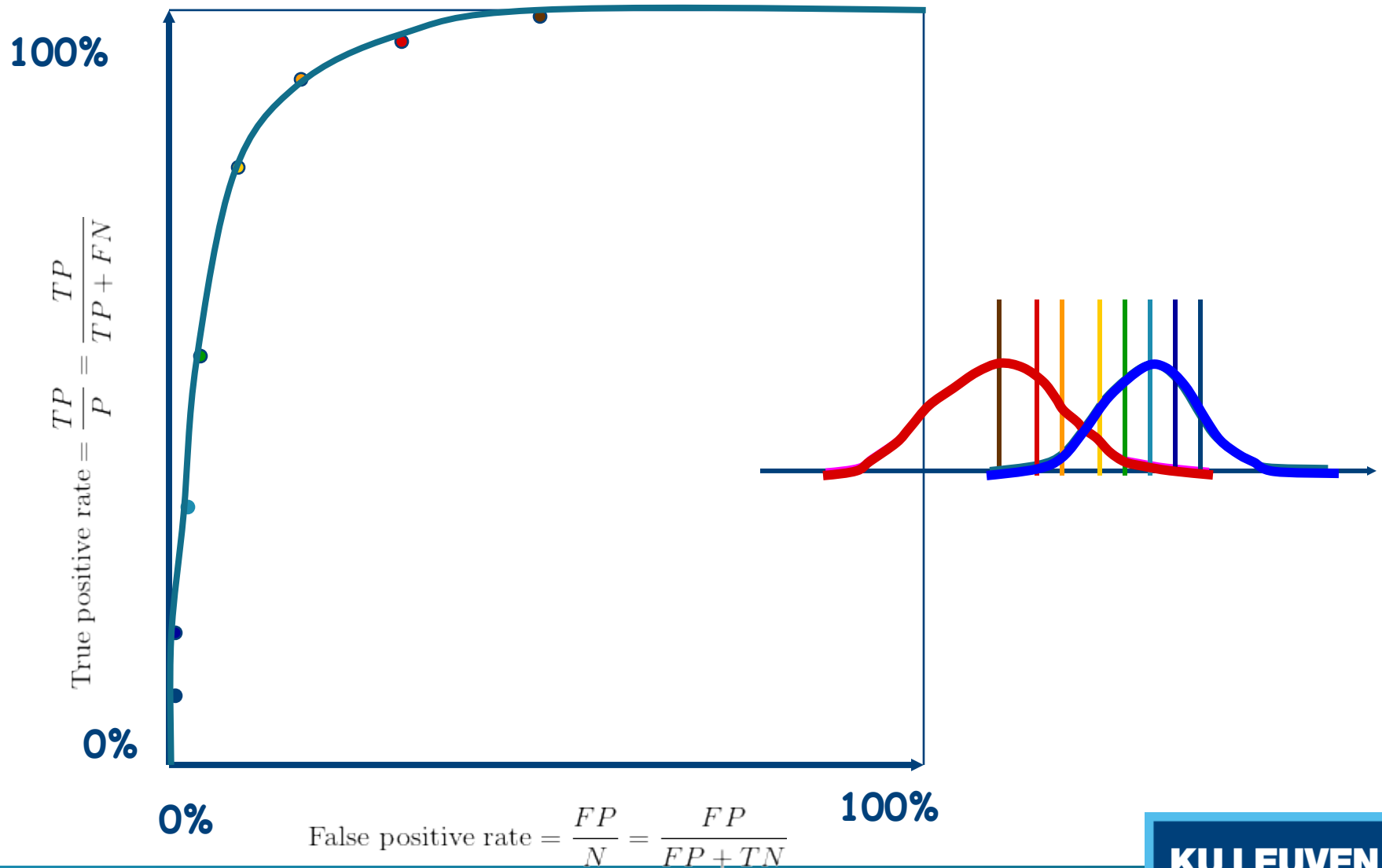
Zonder ziekte
Met ziekte

DEFINITIES



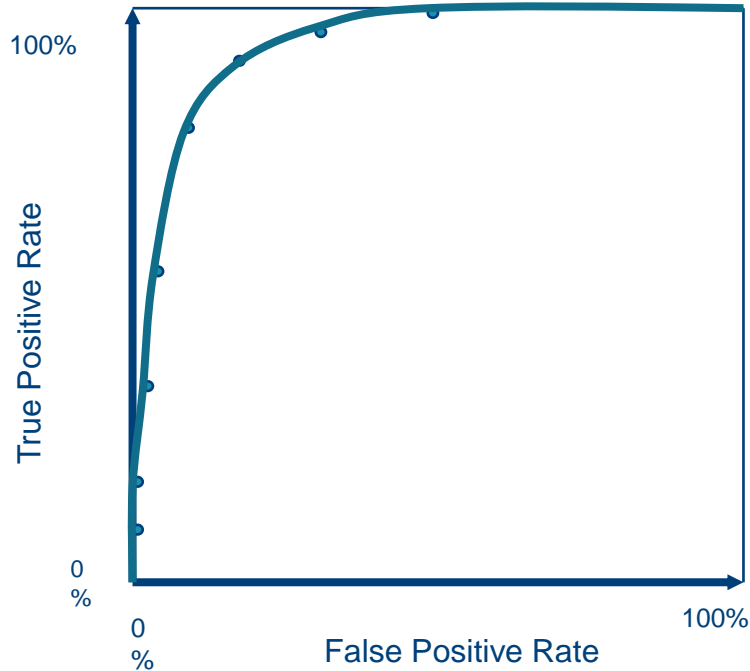
Zonder ziekte
Met ziekte

ROC CURVE = VERSCHUIVEN VAN DE THRESHOLD WAARDE

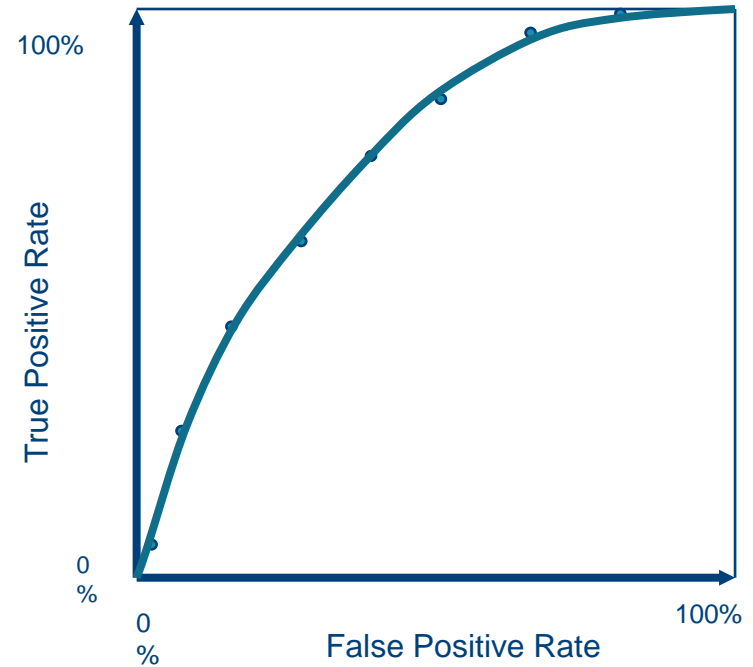


ROC CURVES VERGELIJKEN

Een goeie test:

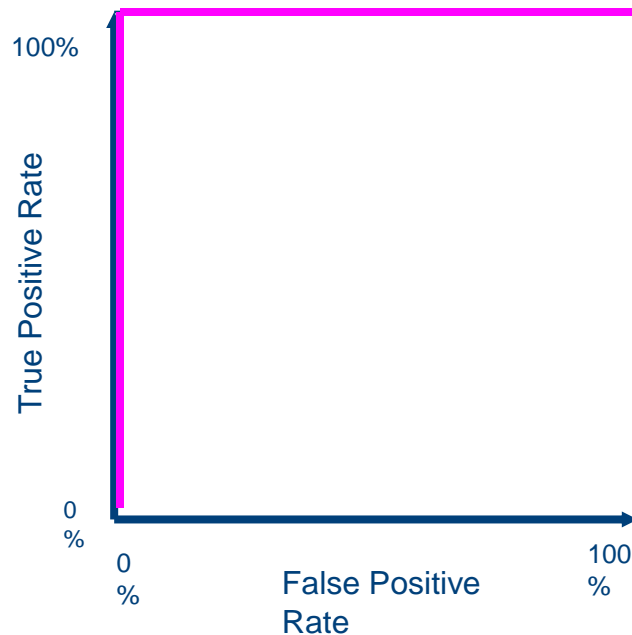


Een slechte test:



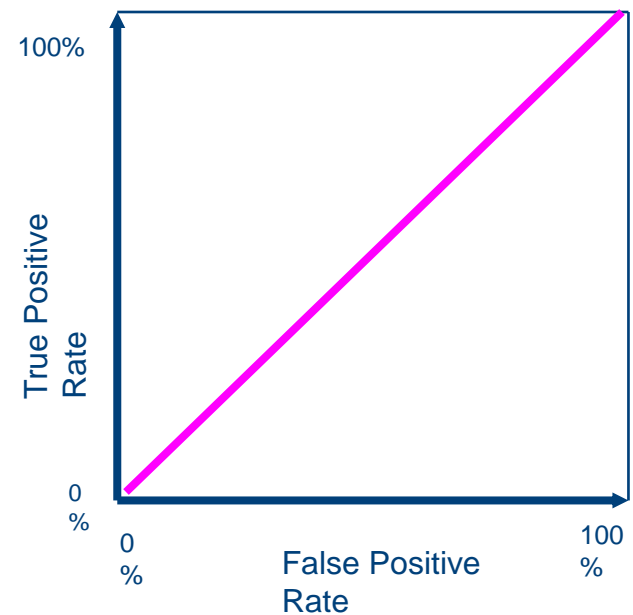
ROC CURVES: EXTREMA

Beste Test:



Geval wanneer de distributies niet overlappen

Slechtste test:

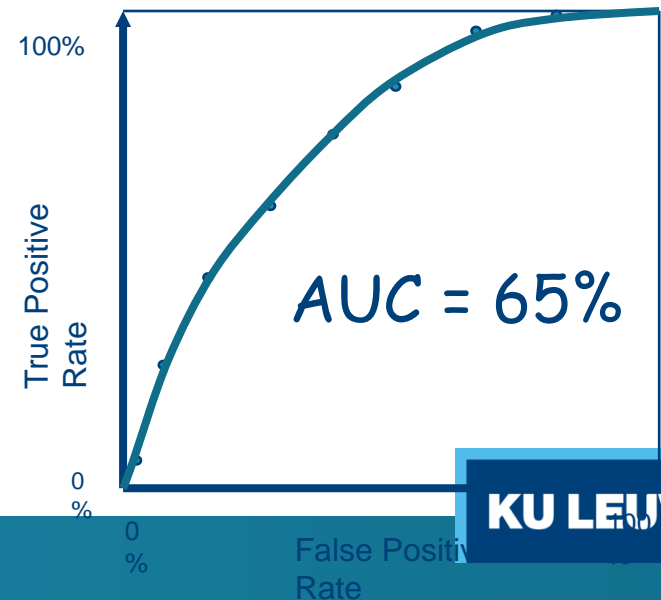
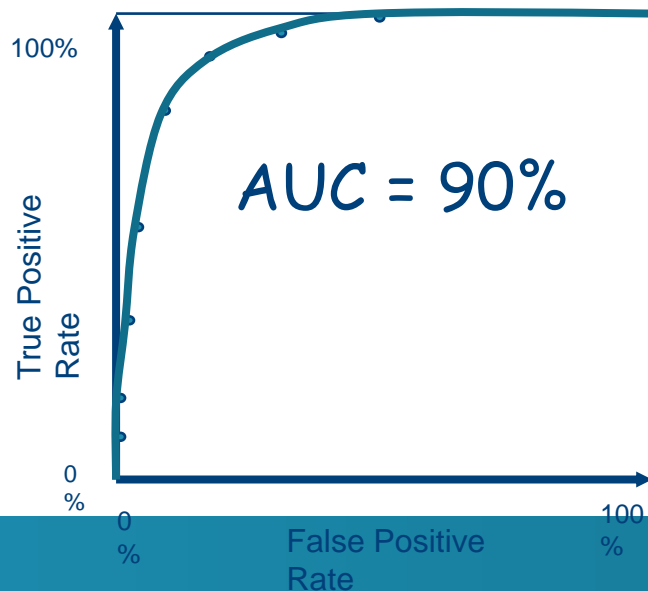
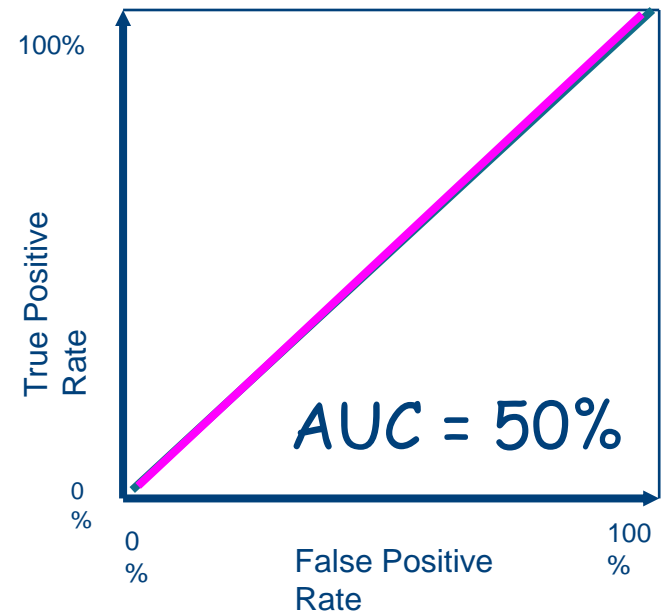
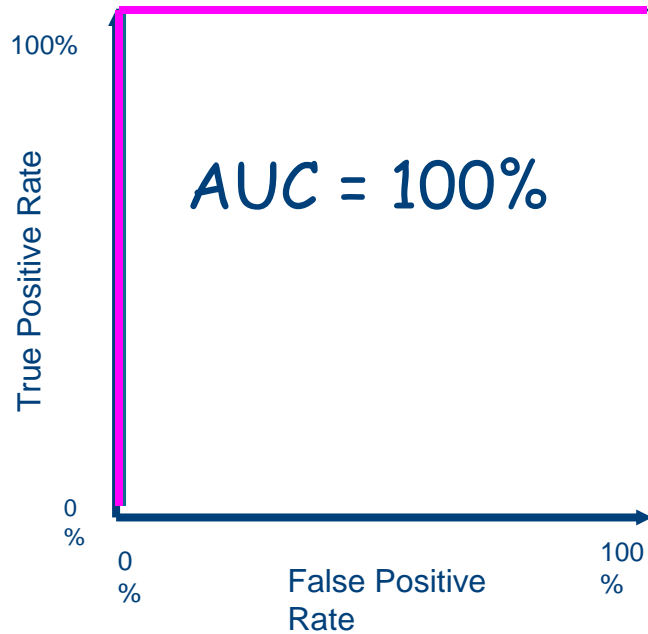


Wanneer de distributies volledig overlappen

AREA UNDER ROC CURVE (AUC)

- Een *algemene maat* van test *prestatie*
- Twee testen *vergelijken* gebaseerd op hun *geschatte AUC*
- *Continue data* gebruikt men de *Mann-Whitney U-statistic*

AREA UNDER ROC CURVE (AUC)



TOEPASSEN OP OBJECT DETECTOREN

- Detectoren gaan over een afbeelding in een sliding window aanpak over de verschillende schaken heen:
- Elk window wordt aan een analyse van de detector onderworpen.



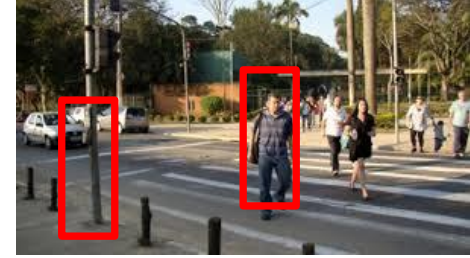
- Sliding window over image
- Each sub-window is analyzed by detector




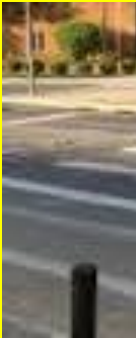


WAT DE DETECTOR ZIET



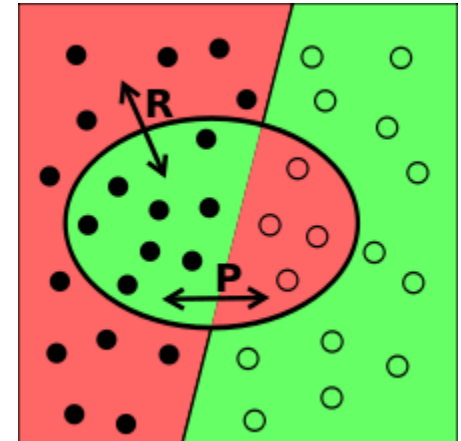
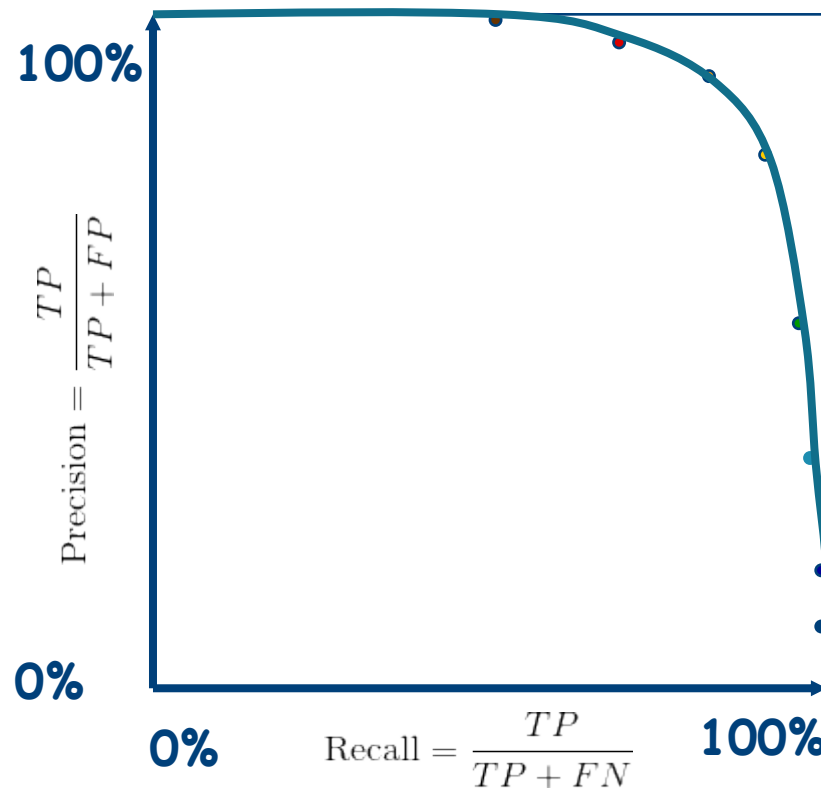
EVALUEREN VAN DETECTOR RESULTATEN



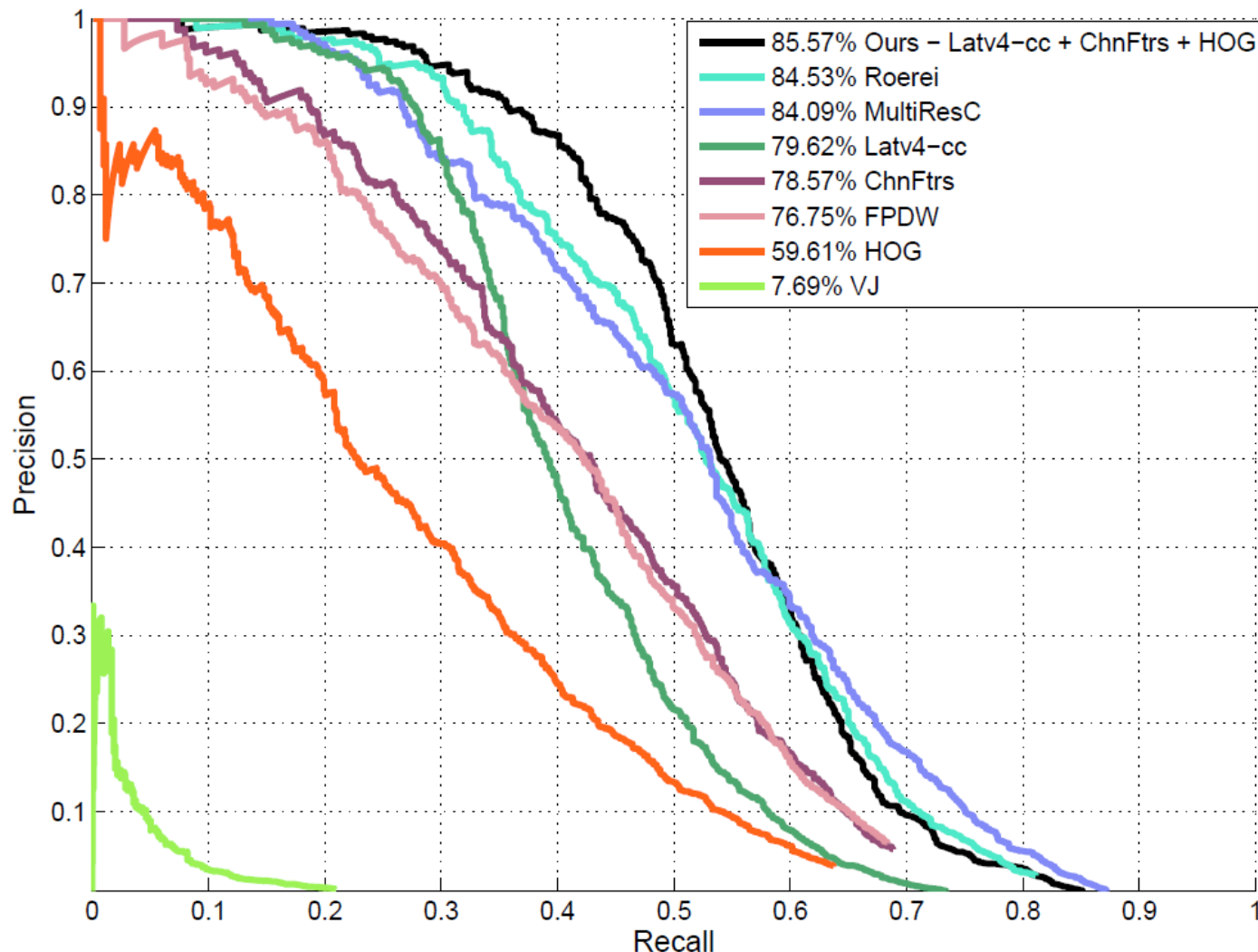
Detector result Ground Truth	detected	not detected
Object present	 😊 True Positive	 ✗ False Negative
Object not present	 ✗ False Positive	 😊 True Negative

PROBLEEM MET ROC CURVES VOOR DETECTOREN

- Het aantal true negatives is voor afbeeldingen niet gekend
- Alternatief: precision-recall curve

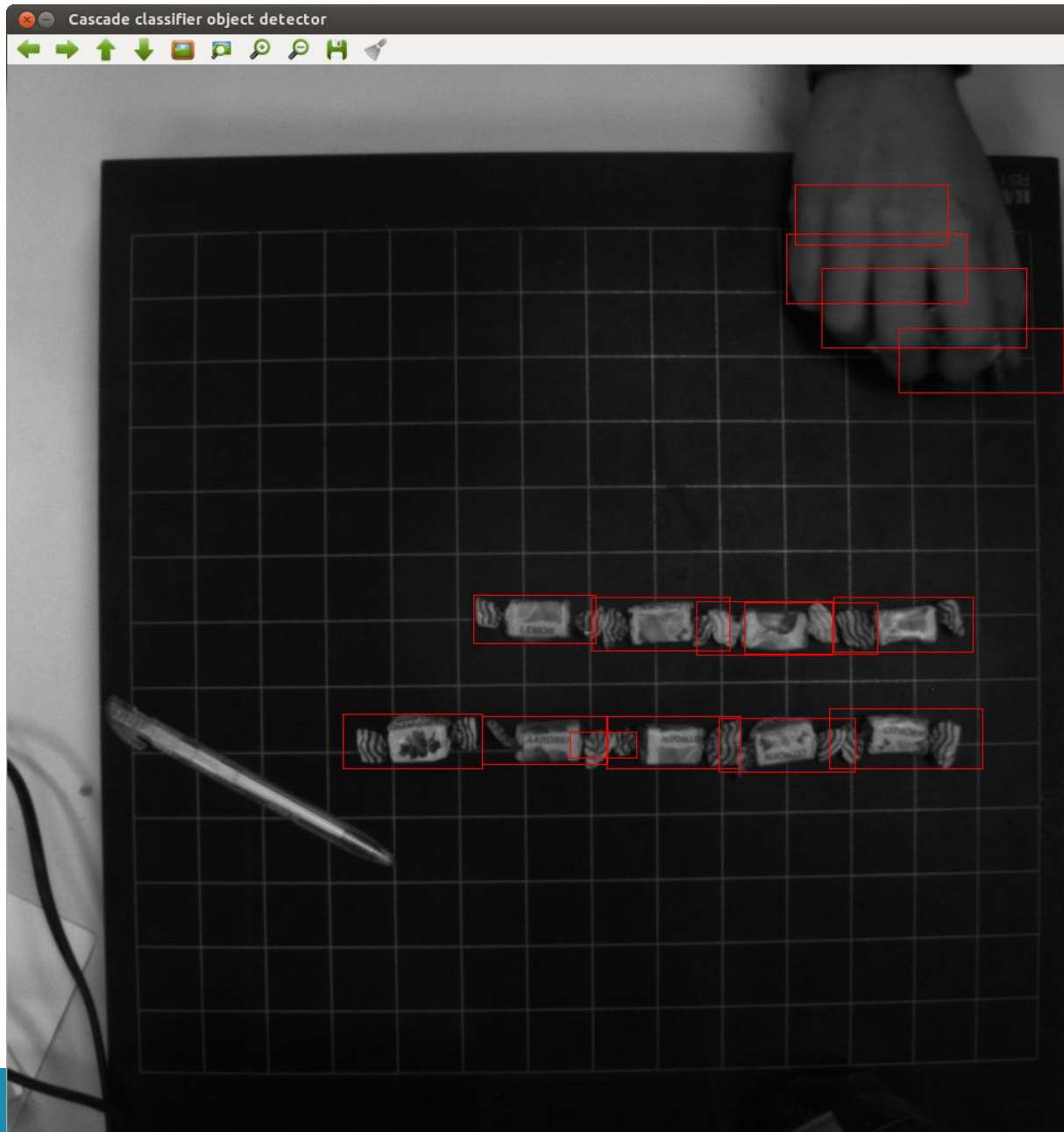


PRECISION-RECALL CURVES VOOR VOETGANGER DETECTOREN



Resultaten van
state-of-the-art
voetganger
detectoren op
een standard
test set
“Caltech”

EVALUATIE SNOEP DETECTOR



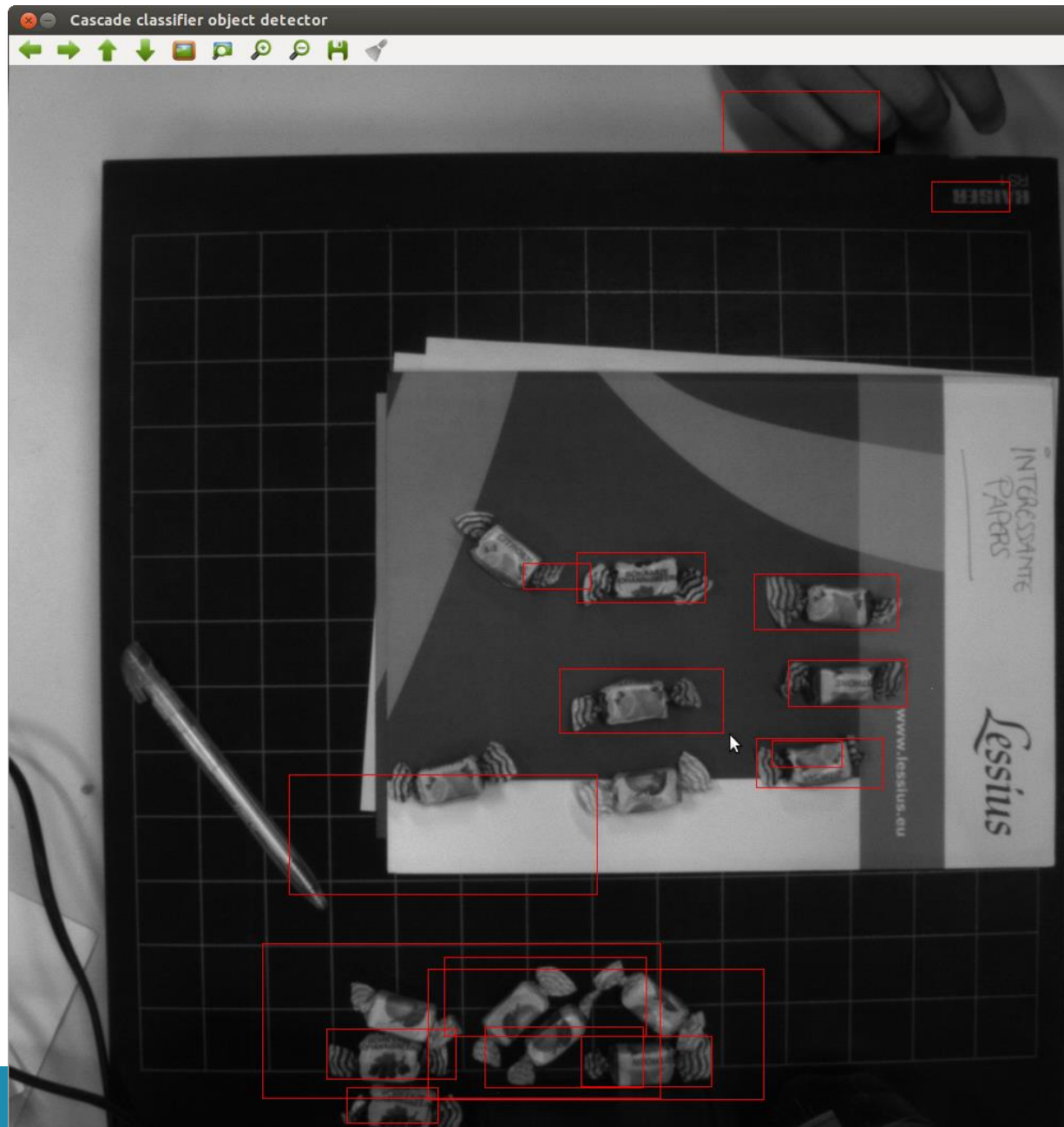
Threshold = 5

TP?
(object gedetecteerd)

FP?
(een detectie op een
niet object)

FN?
(een object werd niet
gedetecteerd)

EVALUATIE SNOEP DETECTOR



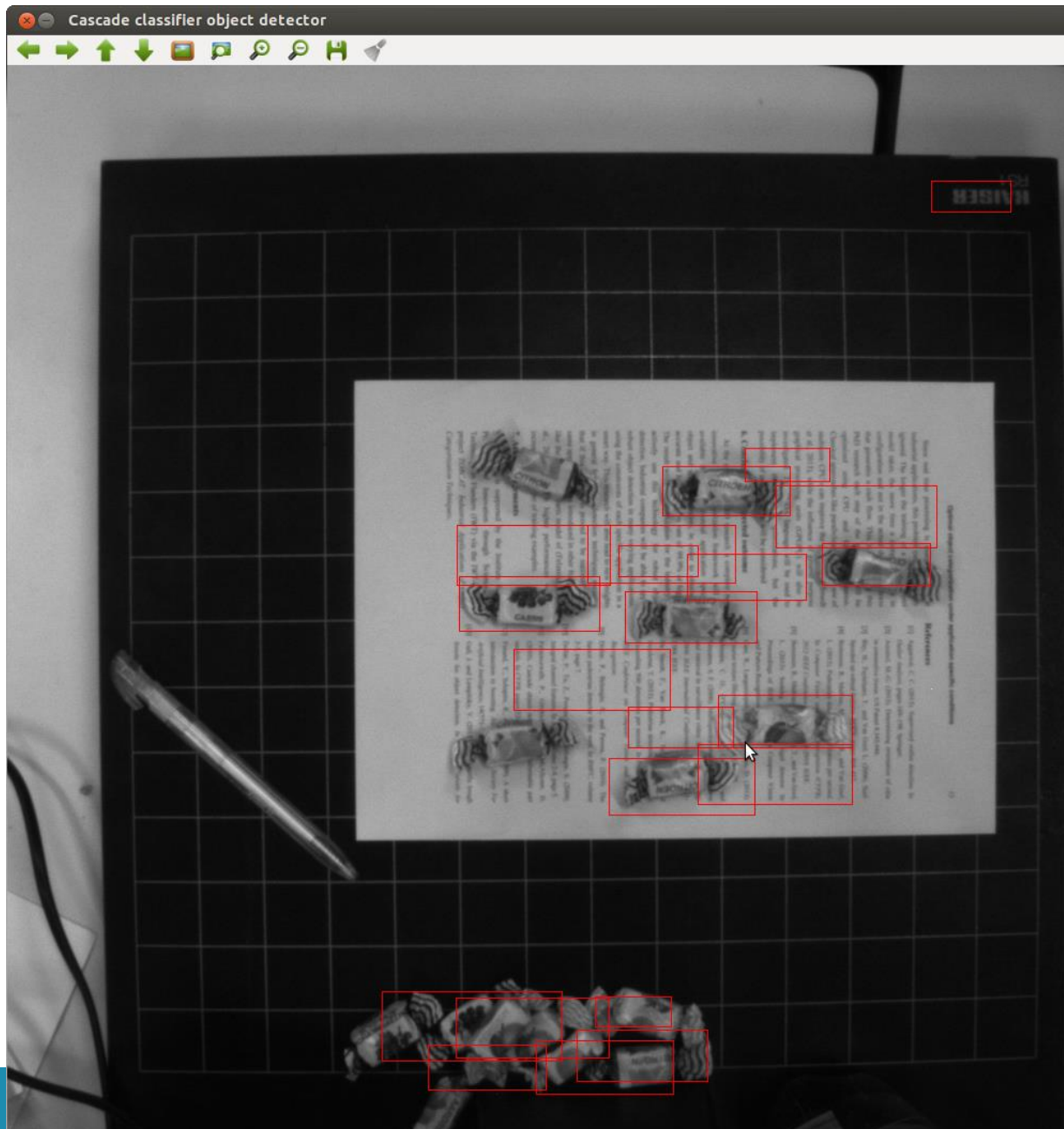
Threshold = 5

TP?
(object gedetecteerd)

FP?
(een detectie op een
niet object)

FN?
(een object werd niet
gedetecteerd)

EVALUATIE SNOEP DETECTOR



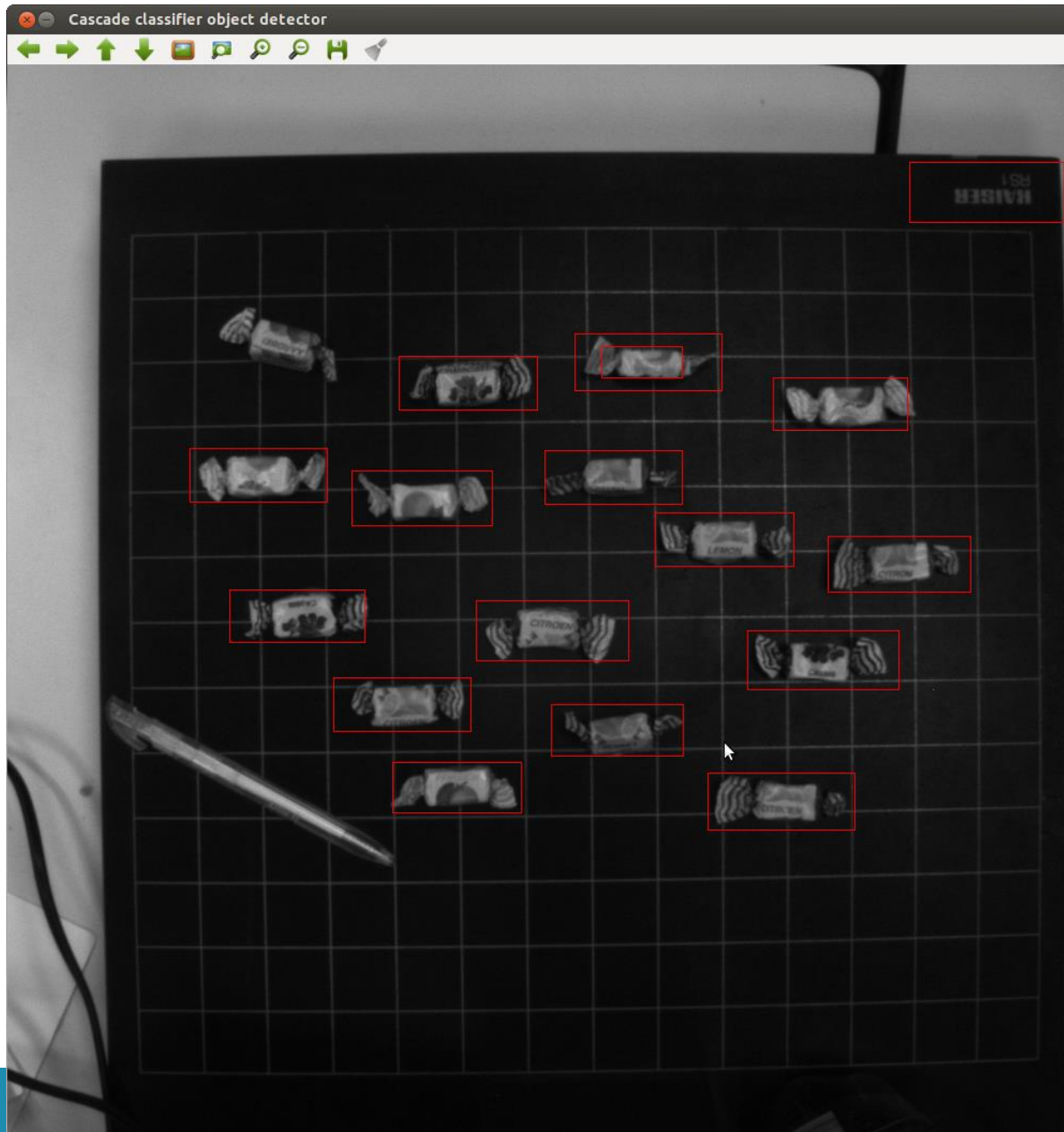
Threshold = 5

TP?
(object gedetecteerd)

FP?
(een detectie op een
niet object)

FN?
(een object werd niet
gedetecteerd)

EVALUATIE SNOEP DETECTOR



Threshold = 5

TP?
(object gedetecteerd)

FP?
(een detectie op een
niet object)

FN?
(een object werd niet
gedetecteerd)

EVALUATIE SNOEP DETECTOR


$$\text{Precision} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FP})$$

$$\text{Recall} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN})$$

CONCLUSIE

- Om een object detector te evalueren:
 - Een set beelden annoteren
 - Op een subset van de annotaties een detector trainen (training set)
 - De overige beelden (test set) gebruiken om TP, FP & FN rates te berekenen
 - Vervolgens precision & recall uitrekenen
 - Precision-recall curves for uitplotten voor verschillende threshold waarden
- **OPGELET OpenCV:** sommige detectoren (e.g. Viola&Jones) geven niet automatisch een score terug waardoor je geen threshold kan toepassen
 - ➔ geen PR-curve mogelijk

PROGRAMMA

- 09u30** Ontvangst met koffie
- 10u00** Verwelkoming & introductie EAVISE
- 10u15** Voorstelling algoritmes + introductie in de software
- 11u00** Pauze
- 11u15** Eerste hands-on sessie: de object annotatie tool en de preprocessing van de nodige data
- 12u30** Middagmaal – warme lunch (aangeboden door  **data vision**)
- 13u30** Tweede hands-on sessie: het trainingsproces dieper bekijken, het intraineren van een objectmodel en het uittesten van detector
- 15u00** Pauze
- 15u15** Toelichting van enkele knelpunten (rotatie, clutter, occlusie) en de ‘kwaliteit’ van de detector bespreken
- 15u50** Vragen & evaluatie
- 16u00** Einde van de workshop