

Computervisie

Bert De Saffel

Master in de Industriële Wetenschappen: Informatica Academiejaar 2018–2019

Gecompileerd op 5 maart 2019

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Inleiding | 2 |
| 2 | Beeldvorming | 3 |
| 2.1 | Punten | 3 |
| 2.2 | Lijnen | 3 |
| 2.3 | Twee-dimensionale transformaties | 4 |
| 2.3.1 | Similariteit Transformatie | 4 |
| 2.3.2 | Affiene transformatie | 4 |
| 2.3.3 | Projectieve transformatie | 4 |
| 2.4 | Drie-dimensionale transformaties | 5 |
| 2.4.1 | Drie-dimensionale rotatie | 5 |
| 2.5 | Pinhole model | 5 |
| 2.6 | Projectieve transformaties | 6 |
| 3 | ROC curves | 7 |
| 3.1 | Inleiding | 7 |
| 3.2 | Classifiers | 7 |
| 3.3 | Binaire classifiers | 7 |

Hoofdstuk 1

Inleiding

- Verschil tussen computervisie en computergrafiek:
 - Computervisie is de analyse van een beeld of video om zo de structuur en semantiek te achterhalen.
 - Computergrafiek bouwt aan de hand van structuurregels beelden op.
- Verschil tussen detectie en herkenning:
 - Detectie heeft als doel om te achterhalen of een object aanwezig is.
 - Herkenning heeft als doel om dit object te identificeren.

Hoofdstuk 2

Beeldvorming

2.1 Punten

- Elk 2D punt (x, y) kan gerepresenteerd worden via de **homogene coördinaten** $(\lambda x, \lambda y, \lambda)$ voor $\lambda \neq 0$. Homogene coördinaten worden ook **projectieve coördinaten** genoemd, en bevinden zich in het projectieve vlak \mathcal{P}^2 .
- Het cartesisch punt $(1, 2)$ kan gepresenteerd worden in homogene coördinaten als $(1, 2, 1)$ of zelfs $(2, 4, 2)$.
- Het origineel cartesisch punt kan bekomen worden te delen door λ :

$$(\lambda x, \lambda y, \lambda) = \left(\frac{\lambda x}{\lambda}, \frac{\lambda y}{\lambda}, \frac{\lambda}{\lambda}\right) = (x, y)$$

- Een punt kan door oneindig veel homogene coördinaten gerepresenteerd worden.
- Dit kan eenvoudig uitgebreid worden in drie dimensies:

$$(x, y, z, \lambda)$$

2.2 Lijnen

- Een lineaire vergelijking in \mathcal{R}^2 kent een aantal problemen:
 - De vergelijking $y = ax + b$ kan geen verticale lijnen voorstellen.
 - De vergelijking $x = ay + b$ kan geen horizontale lijnen voorstellen.
 - De vergelijking $ax + by = 1$ kan geen lijnen door de oorsprong voorstellen.
 - ...
- Een lineaire vergelijking in \mathcal{P}^2 heeft de volgende vorm:

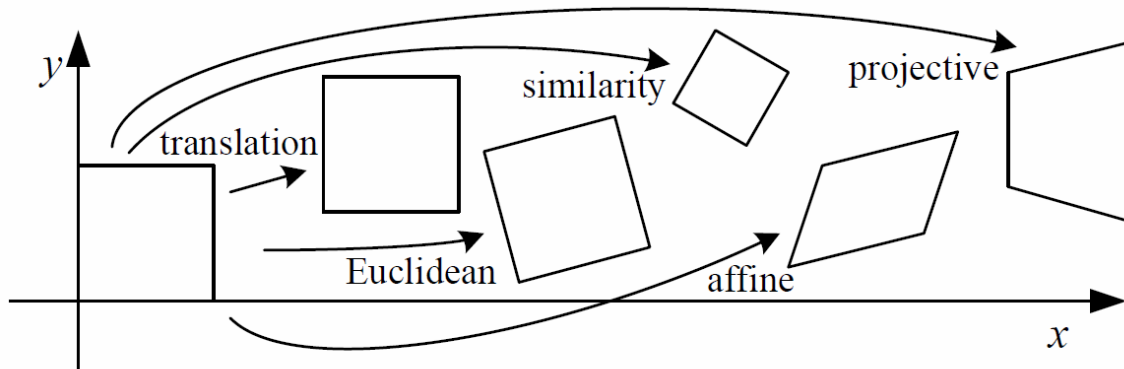
$$ax + by + cz = 0$$

Deze vergelijking kan alle mogelijke lijnstukken voorstellen.

- Deze veralgemening lost ook een aantal geometrische problemen op. In \mathcal{R}^2 kunnen twee lijnen ofwel elkaar snijden, ofwel nooit snijden. In \mathcal{P}^2 snijden twee lijnstukken altijd, maar kan eventueel in oneindig zijn.

2.3 Twee-dimensionale transformaties

Figuur 2.1 toont alle transformaties mogelijk in de twee-dimensionale ruimte. Elke transformatie



Figuur 2.1: Eenvoudige twee-dimensionale transformaties.

maakt gebruik van één of andere matrix.

2.3.1 Similariteit Transformatie

Deze transformatie combineert eigenlijk de rotatie, translatie en schaling met:

- een schalingsfactor s ,
- de rotatiehoek θ ,
- en deranslatie t_x en t_y .

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s \cos \theta & -s \sin \theta & t_x \\ s \sin \theta & s \cos \theta & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

2.3.2 Affiene transformatie

Deze transformatie laat toe om een figuur scheef te maken terwijl parallelisme bewaart blijft.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & t_x \\ c & d & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

2.3.3 Projectieve transformatie

$$\begin{pmatrix} kx' \\ ky' \\ k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

| Transformatie | Matrix | Degrees of Freedom | Behoudt |
|---------------|--------------------------|--------------------|---------------|
| Translatie | $[I t]_{3 \times 4}$ | 3 | Oriëntatie |
| Rotatie | $[I t]_{3 \times 4}$ | 6 | Lengte |
| Similariteit | $[sR t]_{3 \times 4}$ | 6 | Hoeken |
| Affien | $[A]_{3 \times 4}$ | 12 | Parallellisme |
| Projectie | $[\hat{H}]_{4 \times 4}$ | 15 | Rechte lijnen |

Tabel 2.1: Hiërarchie van drie-dimensionale transformaties.

2.4 Drie-dimensionale transformaties

Tabel 2.1 toont de hiërarchie van drie-dimensionale transformaties.

2.4.1 Drie-dimensionale rotatie

- Elke rotatie in drie dimensies is rond een as $\hat{\mathbf{n}}$
- Een verzameling van rotaties rond verschillende assen kan vervangen worden door één rotatie rond één as.
- Rotaties in drie dimensies is niet commutatief.
- Stel:

$$[\hat{\mathbf{n}}]_{\times} = \begin{bmatrix} 0 & -\hat{n}_z & \hat{n}_y \\ \hat{n}_z & 0 & -\hat{n}_x \\ -\hat{n}_y & \hat{n}_x & 0 \end{bmatrix}$$

dan kan elk kruisproduct $\hat{\mathbf{n}} \times \mathbf{v}$ geschreven worden als

$$\hat{\mathbf{n}} \times \mathbf{v} = [\hat{\mathbf{n}}]_{\times} \mathbf{v}$$

- De rotatiematrix rond een as $\hat{\mathbf{n}}$ en hoek θ :

$$R(\hat{\mathbf{n}}, \theta) = \mathbf{I} + \sin \theta [\hat{\mathbf{n}}]_{\times} + (1 - \cos \theta) [\hat{\mathbf{n}}]_{\times}^2$$

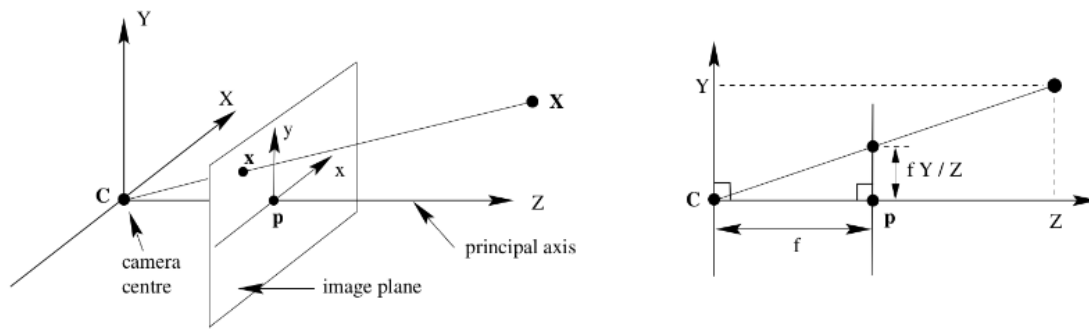
Dit staat bekend als de **formule van Rodrigues**.

- Elke beweging van een camera kan geschreven worden als de combinatie van een rotatie met rotatiematrix \mathbf{R} en een translatie met translatiematrix \mathbf{T} :

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{R} & \mathbf{T} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \\ 1 \end{bmatrix}$$

2.5 Pinhole model

- Er wordt een oogpunt C verondersteld.
- Op een afstand f bevindt er zich een projectievlak p . Op een lengte Z en hoogte Y bevindt er zich een punt in drie dimensies (analoog voor het xz -vlak, maar dan met lengte Z en hoogte X).
- Dit driedimensionaal punt kan op het projectievlak geprojecteerd worden door $y = f \frac{Y}{Z}$ en $x = f \frac{X}{Z}$.



Figuur 2.2: Het pinhole model, uitgewerkt voor de yz-vlak.

- Als we nu rekening houden met homogene coördinaten:

$$Z\mathbf{x} = Z \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} = K_f \mathbf{X}$$

De deling door Z verdwijnt en de projectie is nu een lineaire transformatie.

2.6 Projectieve transformaties

-

Hoofdstuk 3

ROC curves

3.1 Inleiding

- ROC = Receiver Operating Characteristic.
- Een eenvoudige manier om classifiers te evalueren.

3.2 Classifiers

- Het toekennen van een klasse uit een verzameling van voorgedefinieerde klassen aan een object.
- Een **Binaire classifier** kent slechts twee klassen.

3.3 Binaire classifiers

- Stel twee klassen α en β . We zijn nu geïnteresseerd of een object in klasse α zit.
- Een **False Positive** komt voor wanneer het object de klasse α krijgt, terwijl hij β is.
- Een **False Negative** komt voor wanneer het object de klasse β krijgt, terwijl hij α is.
- Binaire **confusion matrix**:

| Klasse | Voorspelde klasse | |
|---------------|-------------------|----------|
| | positief | negatief |
| positief (#P) | #TP | #FN |
| positief (#N) | #FP | #TN |

| Klasse | Voorspelde klasse | |
|---------------|-------------------|----------|
| | positief | negatief |
| positief (#P) | #TP | #P - #TP |
| positief (#N) | #FP | #N - #FP |

- De **true positive rate (TPR)** is:

$$TPR = \frac{\#TP}{\#P}$$

- De false positive rate (FPR) is:

$$FPR = \frac{\#FP}{\#N}$$