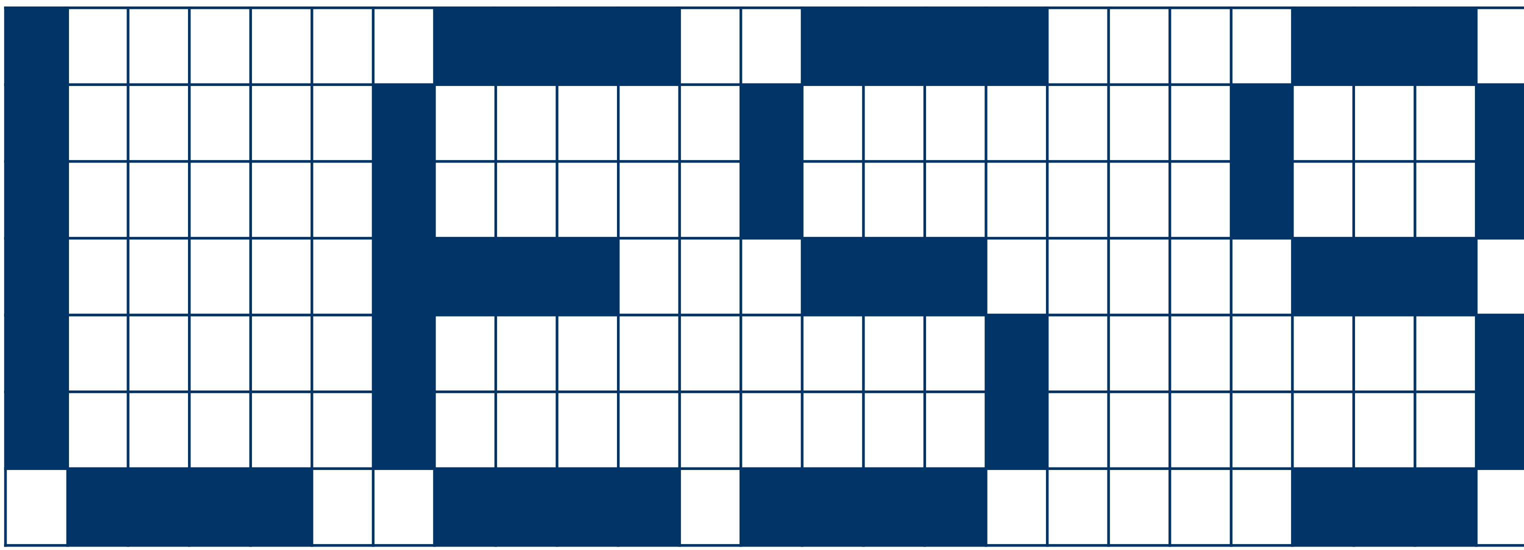
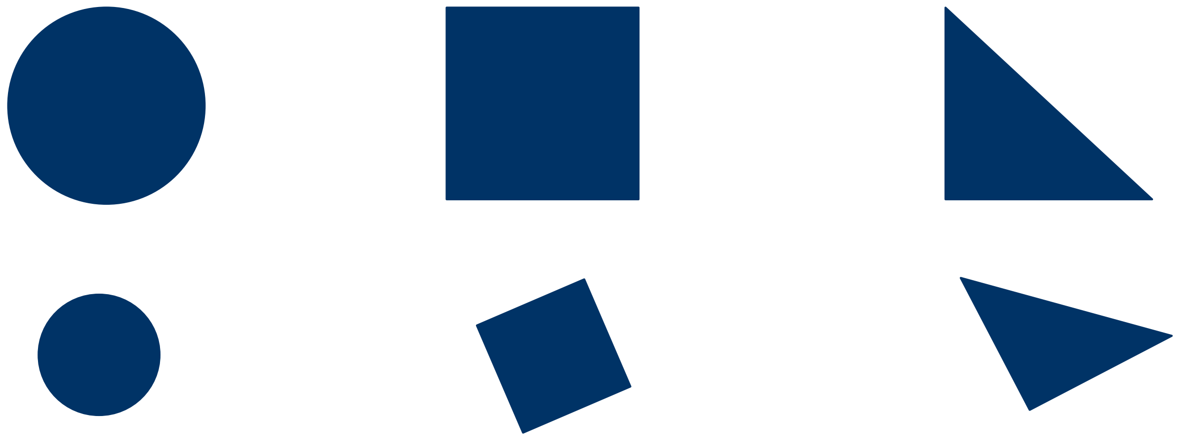
EVD1 – Vision operators



Moment theorie



Invariant voor:
verplaatsen
schalen
rotatie

Moment theorie

Een set van 7 <u>invariant momenten</u> is beschreven door Hu.

Wij bekijken de twee varianten die 'slechts' gebruik maken van tweede orde *genormaliseerde central moments*.

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4(\eta_{11})^2$$

Moment theorie

Het <u>moment</u> is een maat voor de distributie van pixelwaarden langs een as.

Images gebruiken derhalve 2D momenten.

2D momenten worden gegeven als:

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} x^p \cdot y^q \cdot f(x,y)$$

Momenten kunnen dus van grijswaarde images bepaald worden. <u>Wij gaan echter uit van binaire images.</u>

Moment theorie

Wat is de betekenis van m_{00} ?

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} x^p \cdot y^q \cdot f(x,y)$$

$$m_{00} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} 1 \cdot 1 \cdot f(x,y)$$

Dit is de som van alle pixels, oftewel het <u>oppervlak</u>.

Moment theorie

Wat is de betekenis van m_{10} ?

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} x^p \cdot y^q \cdot f(x,y)$$

$$m_{10} = \sum_{x=1}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} x^1 \cdot 1 \cdot f(x,y)$$

Dit is dus de som van alle <u>x-waarden</u>.

Moment theorie

Wat is de betekenis van m_{01} ?

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} x^p \cdot y^q \cdot f(x,y)$$

$$m_{01} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} 1 \cdot y^1 \cdot f(x,y)$$

Dit is dus de som van alle y-waarden.

Moment theorie

Met deze informatie kunnen we bepalen:

$$\left.\begin{aligned} &\textbf{De gemiddelde x-waarde:} \quad \bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \\ &\textbf{De gemiddelde y-waarde:} \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}} \end{aligned}\right\} (\bar{x}, \bar{y})$$

<u>Centroid</u>

(y_c, x_c)

Voorbeeld:

	0	1	2	3	4
0					
1		1			
2	1	1	1		
3		1			
4					

$$x_c = \frac{1+0+1+2+1}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

$$y_c = \frac{1+2+2+2+3}{5} = \frac{10}{5} = 2$$

Moment theorie

Een methode om <u>rotatie en positie invariantie</u> te bereiken, is door uit te gaan van de afstanden tot het centrum:

$$x - x_c$$

$$y - y_c$$

Door alle afstanden tot x_c en y_c op te tellen, worden de <u>central moments</u> uitgerekend:

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} (x - x_c)^p \cdot (y - y_c)^q \cdot f(x,y)$$

Moment theorie

Wat is de betekenis van u$_{00}$?

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} (x - x_c)^p \cdot (y - y_c)^q \cdot f(x,y)$$

$$\mu_{00} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} 1 \cdot 1 \cdot f(x,y)$$

Dit is de som van alle pixels, oftewel het <u>oppervlak</u>, oftewel m$_{00}$.

Moment theorie

Wat is de betekenis van u_{10} ?

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} (x - x_c)^p \cdot (y - y_c)^q \cdot f(x,y)$$

$$\mu_{10} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} (x - x_c)^1 \cdot 1 \cdot f(x,y)$$

Dit is de som van alle afstanden tot x_c

Echter, de som van alle afstanden tot het centrum moet (in theorie) 0 zijn!

$$\mu_{10} = 0 + -1 + 0 + 1 + 0 = 0$$

	0	1	2	3	4
0					
1		1			
2	1	1	1		
3		1			
4					

Moment theorie

Wat is de betekenis van u_{01} ?

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} (x - x_c)^p \cdot (y - y_c)^q \cdot f(x,y)$$

$$\mu_{01} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} 1 \cdot (y - y_c)^1 \cdot f(x,y)$$

Dit is de som van alle afstanden tot y_c

Echter, de som van alle afstanden tot het centrum moet (in theorie) 0 zijn!

$$\mu_{01} = 0 + -1 + 0 + 1 + 0 = 0$$

	0	1	2	3	4
0					
1		1			
2	1	1	1		
3		1			
4					

Moment theorie

Algoritme voor het bepalen van de central moments:

IF ((p==0 && q==1) || (p==1 && q==0))
  RETURN 0.0

Calculate m_{00}

IF (p==0 && q==0)
  RETURN m_{00}

Calculate m_{10}

Calculate m_{01}

Calculate y_c

Calculate x_c

Calculate u_{pq}

IF (p==0)

IF (q==0)

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{x_{max}-1} \sum_{y=0}^{y_{max}-1} \cancel{(x - x_c)^p} \cdot \cancel{(y - y_c)^q} \cdot f(x,y)$$

Return u_{pq}

Moment theorie

Echter, we zijn er nog niet….

Om de momenten <u>size invariant</u> te maken moeten ze onafhankelijk worden van het oppervlak.
Dit heet <u>normaliseren</u>.

De <u>genormaliseerde central moments</u> worden gegeven door:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{(\mu_{00})^{\gamma}}$$

$$\gamma = \frac{p+q}{2} + 1 \; (met\; p+q = \; 2,3, \dots)$$

Bij de voor ons interessante genormaliseerde central moments <u>is ϒ altijd 2</u>! (zie sheet 2)

Moment theorie

Functie voor normalized central moments:

```
double dNormalizedCentralMoments(image_t *img,
                                  uint8_t blobnr,
                                  int p,
                                  int q);
```

Als img->lut is LABELED, dan geeft blobnr de te analyseren blob aan

Als img->lut is BINARY, dan moet blobnr 1 zijn

Moment theorie

Algoritme voor de genormaliseerde central moments (ncm):

IF ((p==0 && q==1) || (p==1 && q==0))
RETURN 0.0

$$\eta_{01} = \frac{0}{(\mu_{00})^{1.5}} = 0$$

IF (p==0 && q==0)
RETURN 1.0

$$\gamma = \frac{0+0}{2} + 1 \qquad \eta_{00} = \frac{\mu_{00}}{(\mu_{00})^{1}} = 1$$

Calculate m_{00}, m_{01} and m_{10}

Calculate x_c and y_c

Calculate u_{pq}

Calculate ϒ: IS ALWAYS 2

$$\gamma = \frac{p+q}{2} + 1 \; (met\ p+q = \ 2{,}3, \ldots)$$

Calculate ncm $\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{(\mu_{00})^{\gamma}}$

RETURN ncm

Moment theorie

Een set van 7 invariant momenten is beschreven door Hu.

Wij bekijken de varianten die 'slechts' gebruik maken van tweede orde *genormaliseerde central moments*.

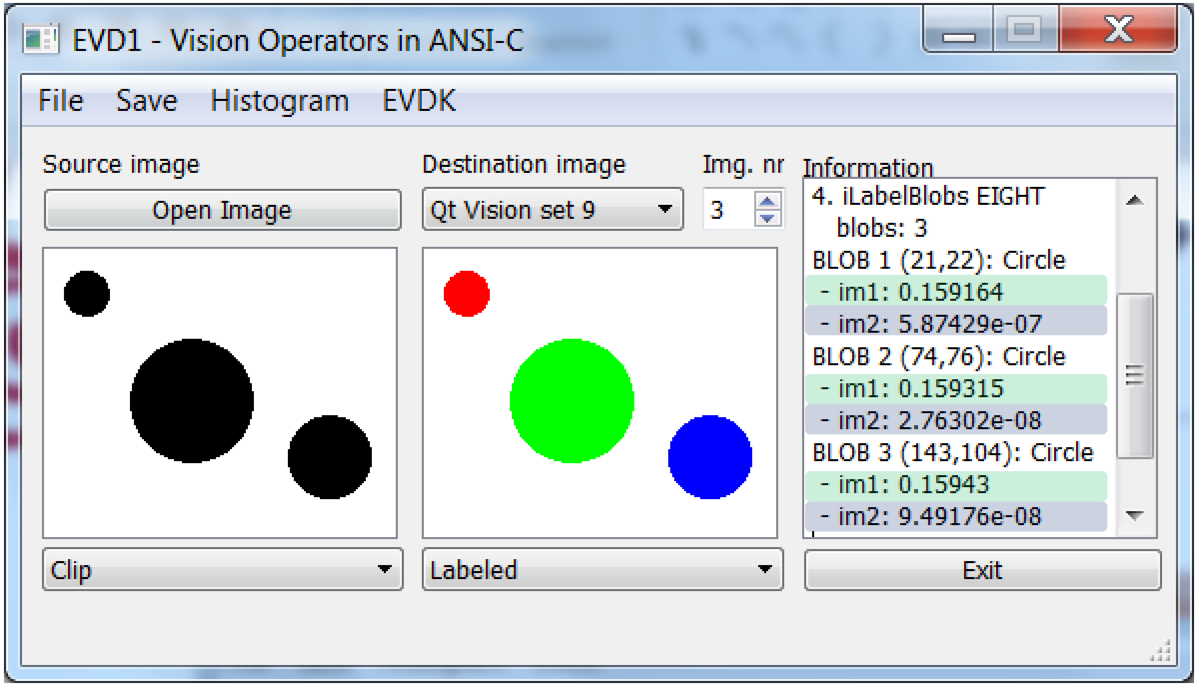
$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4(\eta_{11})^2$$

Invariant moment 2 is gelijk aan 0 voor symmetrische figuren

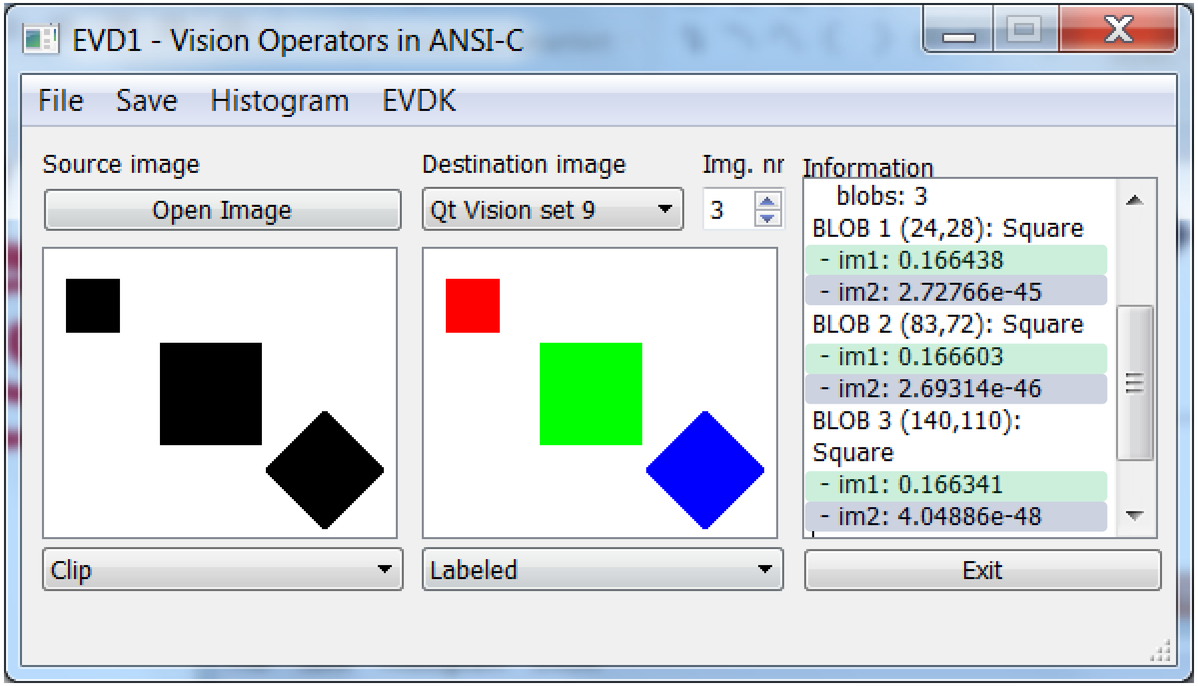
Moment theorie

Voorbeelden



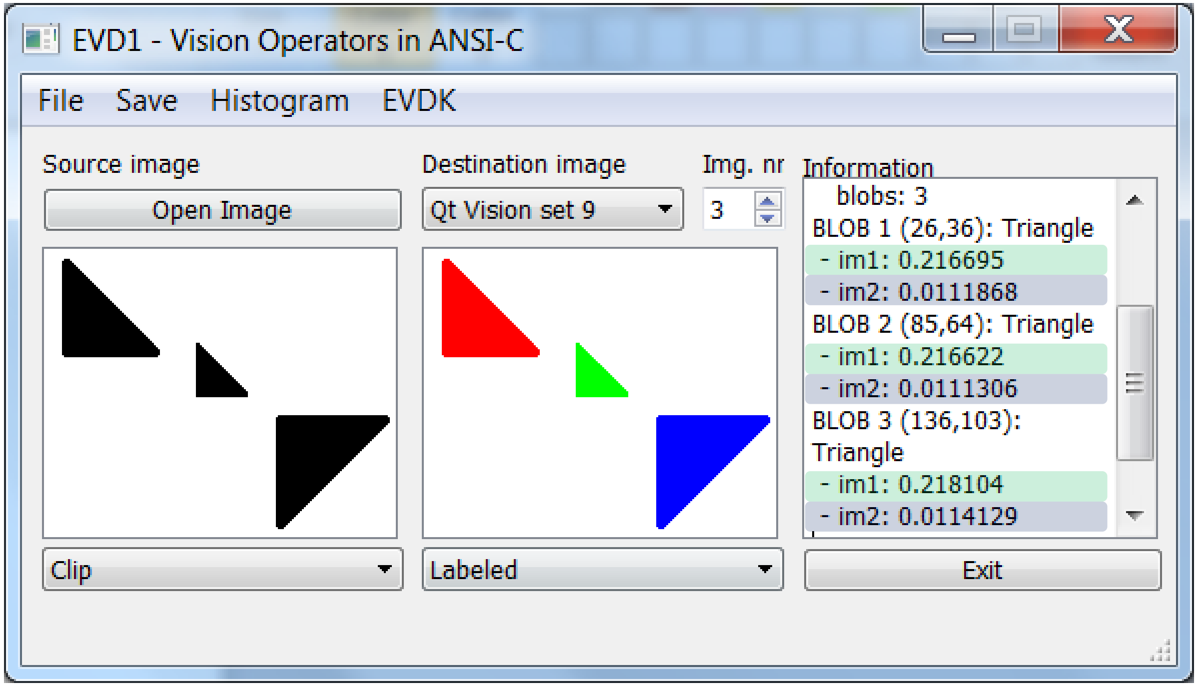
Moment theorie

Voorbeelden



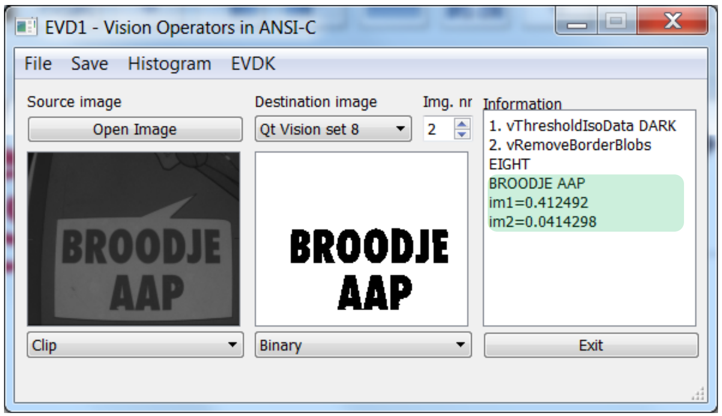
Moment theorie

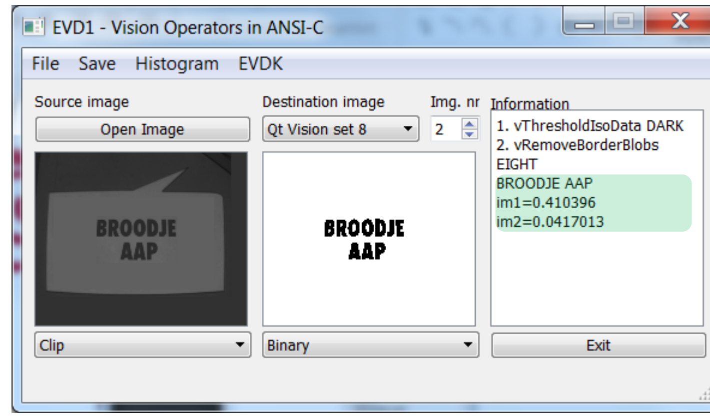
Voorbeelden

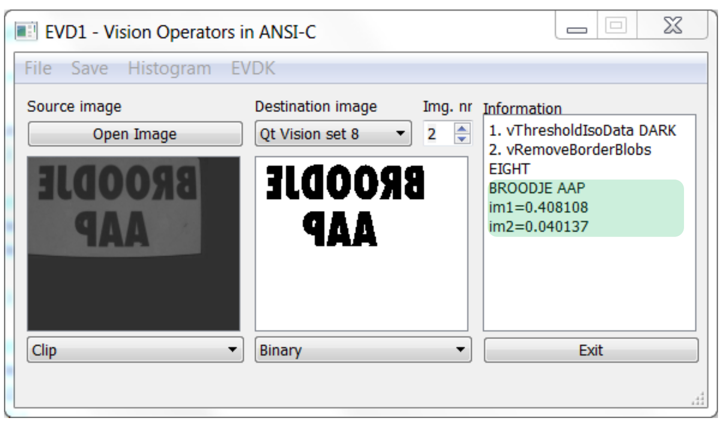


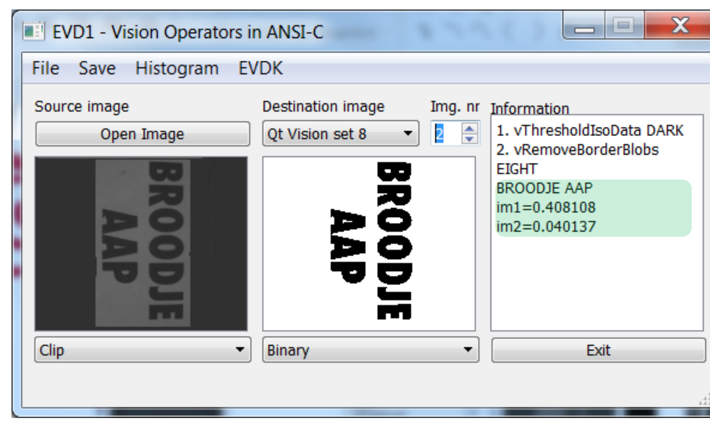
Moment theorie

Voorbeelden









Moment theorie

Meer info en achtergronden:

Gonzalez, R. (). 11.3.4 Moment Invariants. In *Digital Image Processing.* pp. 839-842. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Myler, R. (2010). Moments. In *The Pocket Handbook of Image Processing Algorithms in C*. pp. 157-159. New Jersey: Prentice Hall.