



Operace s obrázky

Úvod do analýzy obrazu

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

Obraz

- Aritmetické operace
- Logické operace
- Množinové operace

Aritmetické operace

- **Obrazy:** f, g (velikost $M \times N$)
- **Aritmetické operace** (prvek po prvku):
 - sčítání
 - odčítání
 - násobení
 - dělení

Součet obrazů

- $h(x, y) = f(x, y) + g(x, y)$
- $\forall x \in \{0, \dots, M\}, \forall y \in \{0, \dots, N\}$
- **Aplikace**
 - Morfing
 - Minimalizace šumu (průměrováním)



Obraz 1.



Obraz 2.



Morfing.

Součet obrazů

- $h(x, y) = f(x, y) + g(x, y)$
- $\forall x \in \{0, \dots, M\}, \forall y \in \{0, \dots, N\}$
- **Aplikace**
 - Morfing
 - Minimalizace šumu (průměrováním)



Jeden z obrazů obsahující šum.



Zprůměrovaný obraz.

Rozdíl obrazů

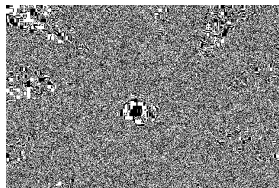
- $h(x, y) = f(x, y) - g(x, y)$
- $\forall x \in \{0, \dots, M\}, \forall y \in \{0, \dots, N\}$
- **Aplikace**
 - Zvýraznění rozdílů



Původní obraz.



Upravený obraz.



Rozdíl.

Součin obrazů

- $h(x, y) = f(x, y) \cdot g(x, y)$
- $\forall x \in \{0, \dots, M\}, \forall y \in \{0, \dots, N\}$

■ Aplikace

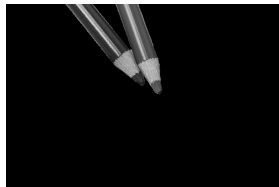
- Maskování
- Stínování



Původní obraz.



ROI.



Součin ROI a obrazu.

Součin obrazů

- $h(x, y) = f(x, y) \cdot g(x, y)$
- $\forall x \in \{0, \dots, M\}, \forall y \in \{0, \dots, N\}$

■ Aplikace

- Maskování
- Stínování



Původní obraz.



Obraz stínu.



Součin stínu a obrazu.

Podíl obrazů

- $h(x, y) = f(x, y)/g(x, y)$
- $\forall x \in \{0, \dots, M\}, \forall y \in \{0, \dots, N\}$
- **Aplikace**
 - Odstranění stínu



Obraz obsahující stín.



Obraz stínu.

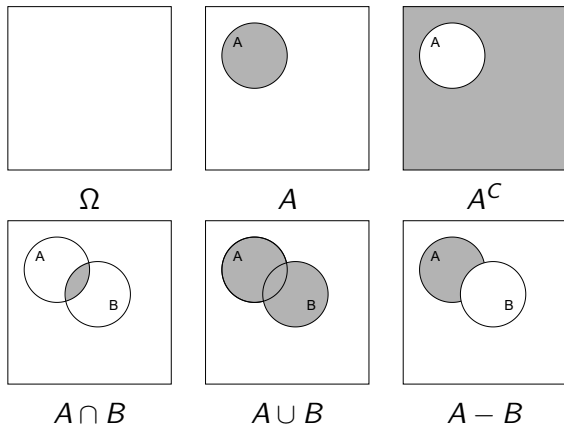


Obraz bez stínu.

Množinové operace

■ Základní pojmy

- univerzum Ω
- prvek množiny $a \in A$
- prázdná množina $\emptyset$
- Vennův diagram
- podmnožina $B \subseteq A$
- komplement A^C
- průnik množin $A \cap B$
- sjednocení množin $A \cup B$
- rozdíl $A - B$



Množinové operace

■ Množina:

- objekty v obraze
- pixely splňující nějakou vlastnost



Originální obraz.



Množina A .

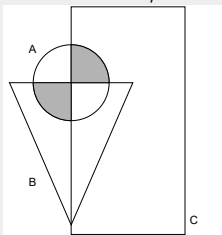


Množina B .

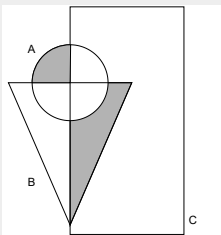
Množinové operace

Příklad

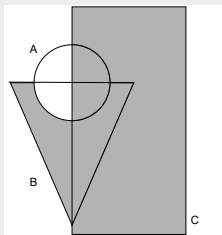
Vyjádřete množiny znázorněné následujícími diagramy pomocí množinových operací nad množinami A , B a C .



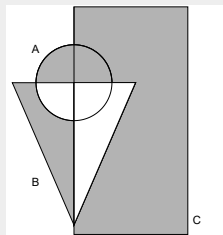
(a)



(b)



(c)



(d)

Logické operace

- pravda (true, nebo 1) a nepravda (false, 0)
- binární obrázky
- **negace** (NOT), **logický součin** (AND), **logický součet** (OR) a **exkluzivní součet** (XOR)

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>not a</i>	<i>a and b</i>	<i>a or b</i>	<i>a xor b</i>
0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0

Úpravy obrazu

■ Geometrické transformace



■ Jasové transformace



■ Operace s okolím



Geometrické transformace

■ transformace souřadnic: $(x, y) = T(v, w)$

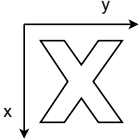
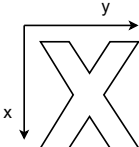
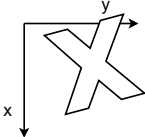
■ **afinní transformace**

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

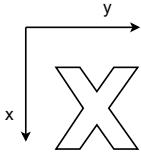
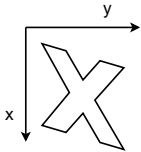
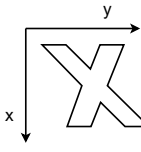
■ výpočet nových souřadnic

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ w \\ 1 \end{bmatrix}$$

Geometrické transformace

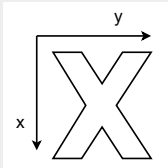
Název	Afinní matice	Rovnice	Ukázka
Identita	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v$ $y = w$	
Zvětšení	$\begin{bmatrix} c_x & 0 & 0 \\ 0 & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = c_x v$ $y = c_y w$	
Otočení	$\begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v \cos \theta - w \sin \theta$ $y = v \sin \theta + w \cos \theta$	

Geometrické transformace

Název	Afinní matice	Rovnice	Ukázka
Posunutí	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v + t_x$ $y = w + t_y$	
Zkosení (vertikální)	$\begin{bmatrix} 1 & s_v & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v + s_v w$ $y = w$	
Zkosení (horizontální)	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ s_h & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$x = v$ $y = s_h v + w$	

Geometrické transformace – příklad

Příklad

Název	Afinní matice	Rovnice	Ukázka
Zvětšení	$\begin{bmatrix} c_x & 0 & 0 \\ 0 & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} x &= c_x v \\ y &= c_y w \end{aligned}$	

Operaci zvětšení při vhodné volbě c_x a c_y můžeme použít také pro operaci překlopení. Jak?

Geometrické transformace – skládání

■ Násobení matic

Příklad

Určete, jak by vypadala matice transformace, která provádí následující operace:

- 1 Zvětšení a posunutí.
- 2 Zvětšení, posunutí a rotaci.

Záleží na pořadí matic při jejich násobení?

Geometrické transformace – aplikace

■ Dopředné mapování

- $(x, z) = T^1(v, w)$

■ Zpětné mapování

- $(v, w) = T^{-1}(x, y)$

Příklad

Máme funkci $(x, z) = T^1(v, w) = (3v, 2w)$. Jakou transformaci tato operace představuje? Jak by vypadala funkce zpětného mapování? Jak by afinní matice tohoto zobrazení?

Příklad

Máme funkci $(x, z) = T^1(v, w) = (v + 0.4w, w)$. Jakou transformaci tato operace představuje? Jak by vypadala funkce zpětného mapování? Jak by afinní matice tohoto zobrazení?

Interpolace – demonstrace

- obrázek 1×6 pixelů chceme ho zvětšit $1.5\times$ v ose x



- zvětšení $1.5\times$ v ose x (výsledný obrázek 1×9)



- zvětšení pixelů na původní velikost – výběr barvy

- nejbližší soused



- bilineární interpolace



- bikubická interpolace

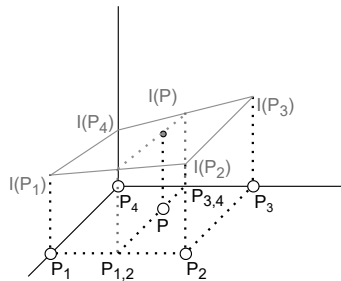


Interpolace – bilineární

$$I(P_{1,2}) = I(P_1) + (I(P_2) - I(P_1)) \frac{|P_{1,2} - P_1|}{|P_2 - P_1|}$$

$$I(P_{3,4}) = I(P_3) + (I(P_4) - I(P_3)) \frac{|P_{3,4} - P_3|}{|P_4 - P_3|}$$

$$I(P) = I(P_{1,2}) + (I(P_{3,4}) - I(P_{1,2})) \frac{|P - P_{1,2}|}{|P_{3,4} - P_{1,2}|}$$



Interpolace



Interpolace nejbližším sousedem



Bilineární interpolace



Bikubická interpolace

Registrace

- vstupní a referenční obraz
- geometrická transformace?
- **kontrolní body**

$$x = a_1 v + a_2 w + a_3 vw + a_4,$$

$$y = a_5 v + a_6 w + a_7 vw + a_8,$$

Warping

■ Jednoúčelové



■ Obecné

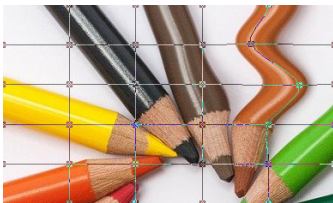
Warping – síť



Původní obraz.



Síť.



Modifikovaná síť.



Výsledný obraz.

Warping – síť

- dva průchody – pro řádky, pro sloupce
- položíme síť



- najdeme průsečíky

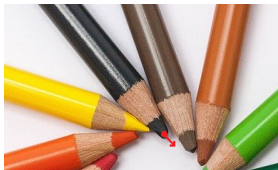


- interpolujeme

Warping – magnety



Původní obraz.



Magnet.



Výsledný obraz.

Warping – síť



Původní obraz.



Modifikovaná síť.



Výsledný obraz.