

Kompozice rastrových obrázků

© 1997-2019 Josef Pelikán
CGG MFF UK Praha

pepca@cgg.mff.cuni.cz
<https://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/>



Kompozice obrázků

Montáž několika reálných obrázků

- vkládání objektů do jiného pozadí ...

Prolínání obrázků, „fade-in“, „fade-out“

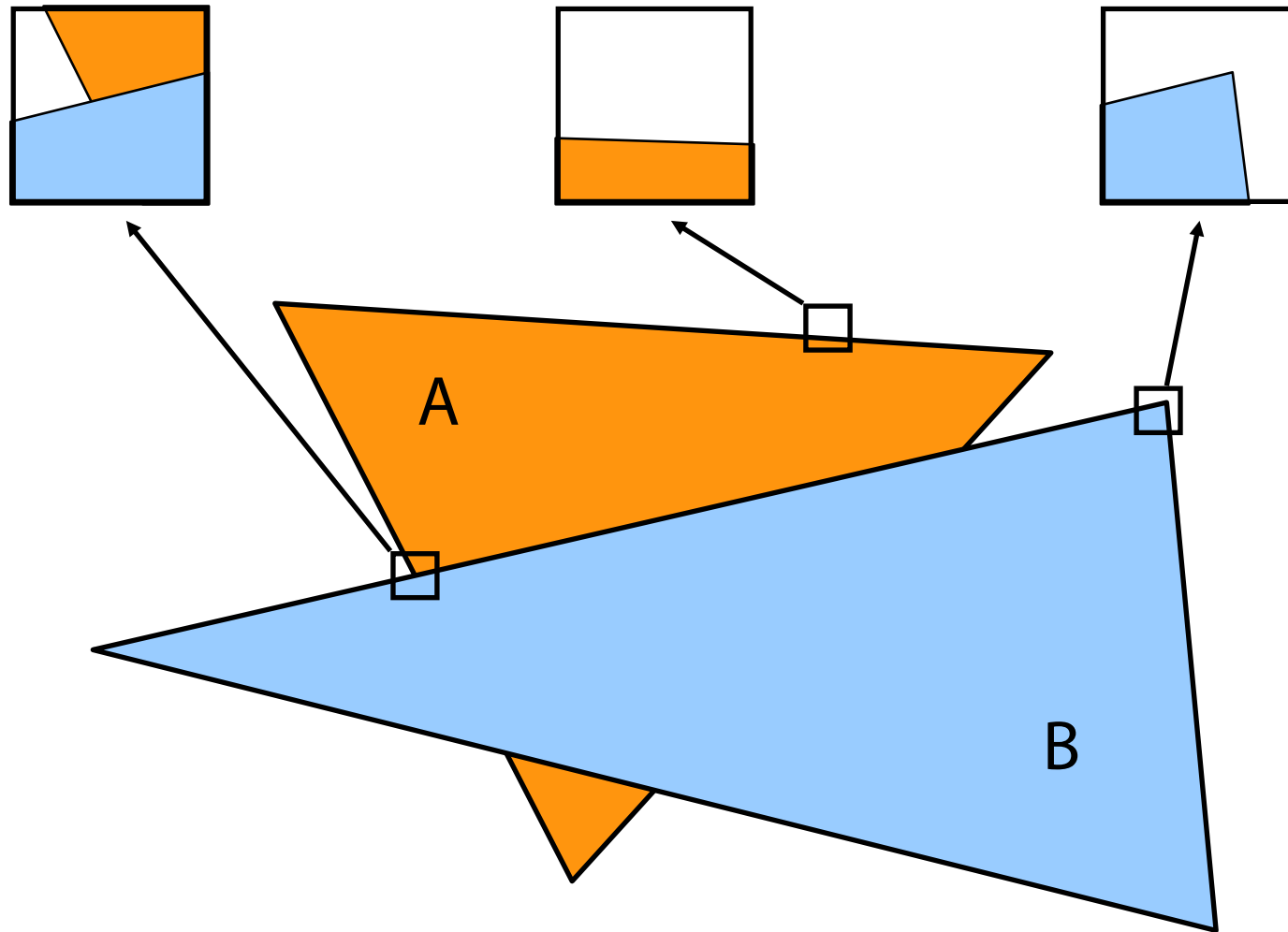
- animace, střih

Syntéza obrazu

- skládání umělého obrázku z několika samostatně vyrobených dílů (např. pozadí, popředí, plameny, mlha ...)



Pokrytí plochy pixelu





Kanál alfa

Procentuální **pokrytí pixelu** neprůsvitnou barvou

- doplněk **průhlednosti**
- $\alpha = 0$... zcela průhledný pixel (nemá vliv na výsledek)
- $\alpha = 1$... neprůhledný pixel („nic za ním neprosvítá“)

Ukládání hodnoty α v každém pixelu

- často celočíselná reprezentace ($0 \div 255$)
- čtveřice [**R, G, B, α**]
- ještě častější reprezentace [**$R\alpha, G\alpha, B\alpha, \alpha$**]



Skládání dvou obrázků

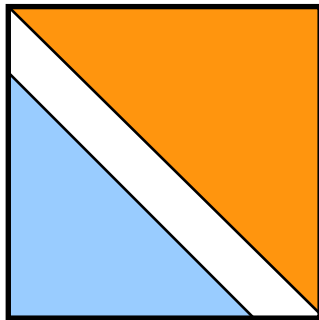
Dva skládané pixely [**A**, α_A] resp. [**B**, α_B]

– potřebuji určit výslednou hodnotu [**C**, α_C]

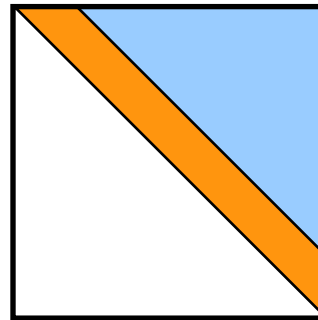
? model pro skládání pixelů ?

$$\alpha_A = 0.5$$

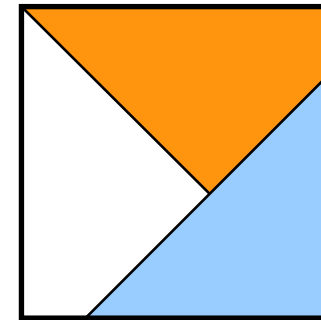
$$\alpha_B = 0.4$$



?



?



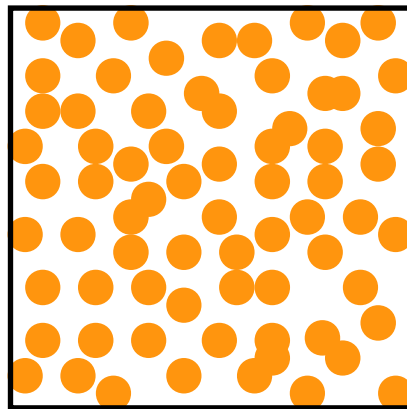


Model pokrytí pixelu

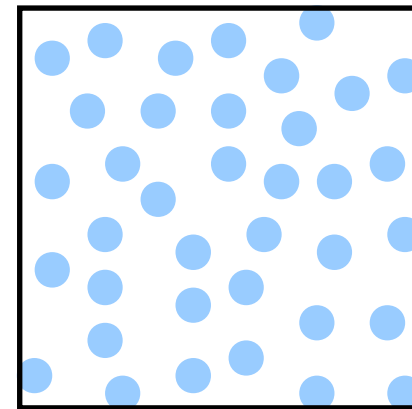
Pixel $[A, \alpha_A]$ je náhodně pokryt barvou A s rovnoměrně rozloženou pravděpodobností α_A

- skládání geometricky nezávislých tvarů
- vyhovuje ve většině případů

$\alpha = 0.5$



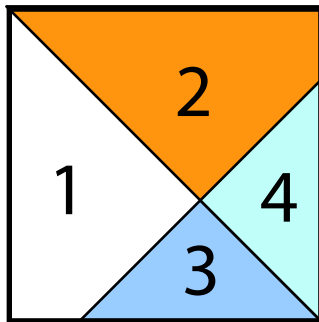
$\alpha = 0.2$





Překrytí dvou pixelů

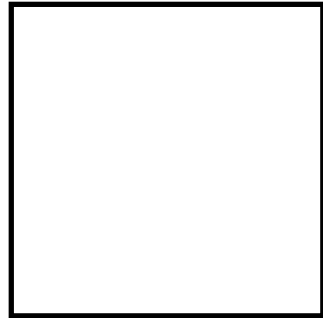
	oblast	plocha	vybarvení
1	nic	$(1 - \alpha_A)(1 - \alpha_B)$	0
2	A	$\alpha_A(1 - \alpha_B)$	0, A
3	B	$\alpha_B(1 - \alpha_A)$	0, B
4	A i B	$\alpha_A \alpha_B$	0, A, B



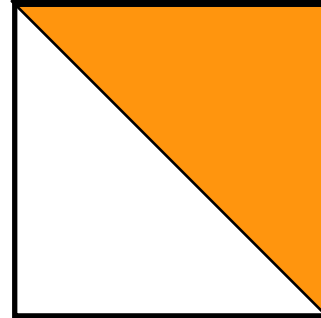
celkem 12 možností



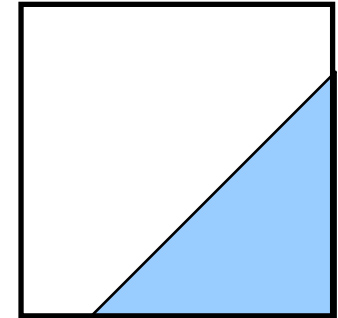
Operace skládání dvou pixelů



nic
clear



A



B

barvy

$(0,0,0,0)$

$(0,A,0,A)$

$(0,0,B,B)$

F_A

0

1

0

F_B

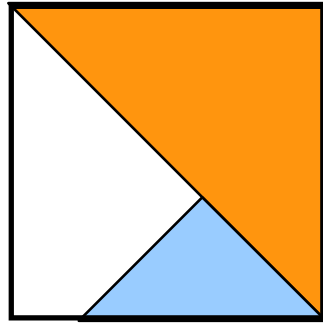
0

0

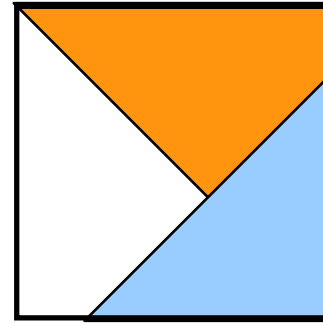
1



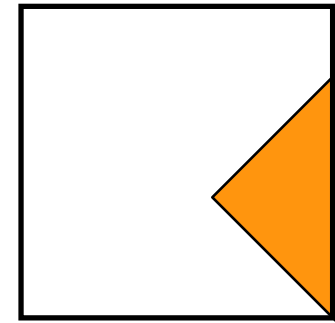
Operace skládání dvou pixelů



A přes B
A over B



B přes A
B over A



A v B
A in B

barvy

$(0, A, B, A)$

$(0, A, B, B)$

$(0, 0, 0, A)$

F_A

1

$(1 - \alpha_B)$

α_B

F_B

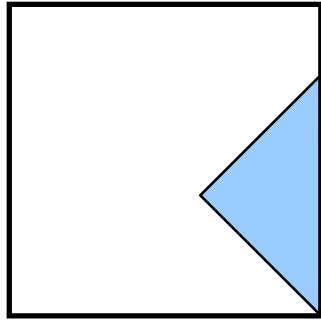
$(1 - \alpha_A)$

1

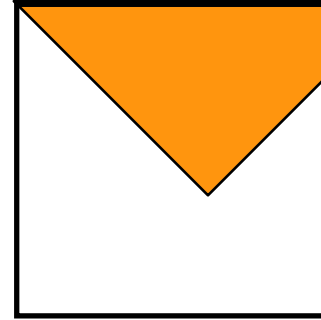
0



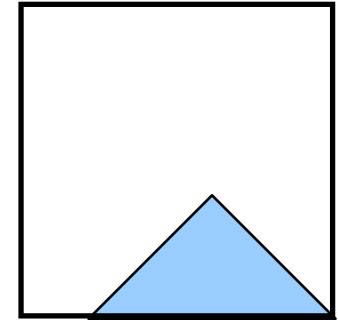
Operace skládání dvou pixelů



B v A
B in A



A mimo B
A out B



B mimo A
B out A

barvy

$(0,0,0,B)$

$(0,A,0,0)$

$(0,0,B,0)$

F_A

0

$(1 - \alpha_B)$

0

F_B

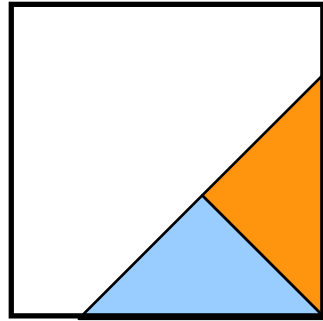
α_A

0

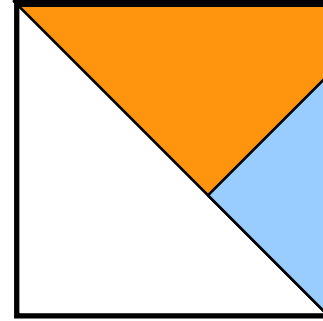
$(1 - \alpha_A)$



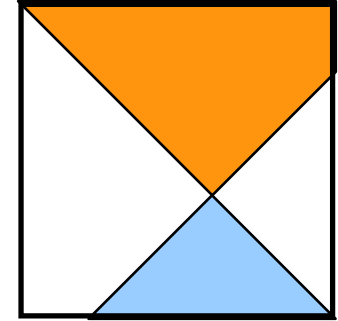
Operace skládání dvou pixelů



A na povrchu B
A atop B



B na povrchu A
B atop A



A xor B

barvy

$(0,0,B,A)$

$(0,A,0,B)$

$(0,A,B,0)$

F_A

α_B

$(1 - \alpha_B)$

$(1 - \alpha_B)$

F_B

$(1 - \alpha_A)$

α_A

$(1 - \alpha_A)$



Implementace

Čtveřice $RGB\alpha$ se ukládají jako $[R\alpha, G\alpha, B\alpha, \alpha]$

- při skládání se stejně vždy barva násobí alfa-kanálem

Při zpětném převodu do RGB by se barevné složky vydělily alfa-kanálem

- nedělá se to často
- pouhé odstranění čtvrté složky dává lepší výsledek

Při operaci skládání dvou pixelů se násobí všechny čtyři složky faktorem F_x

- operace lineární kombinace na čtveřicích (SSE, GPU)



Operátory – shrnutí

Binární operace $A \text{ op } B$ (F_A, F_B podle tabulky)

$$[F_A R_A + F_B R_B, F_A G_A + F_B G_B, F_A B_A + F_B B_B, F_A \alpha_A + F_B \alpha_B]$$

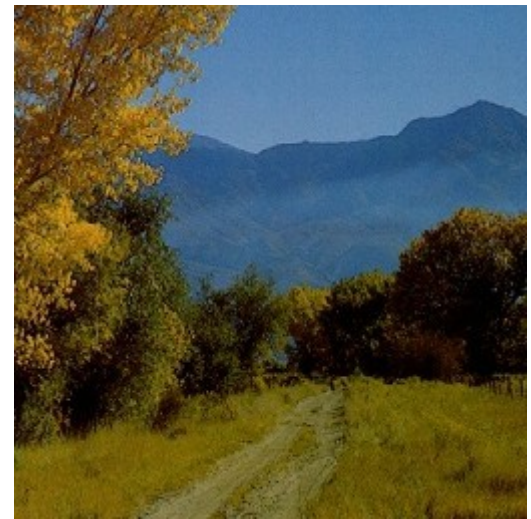
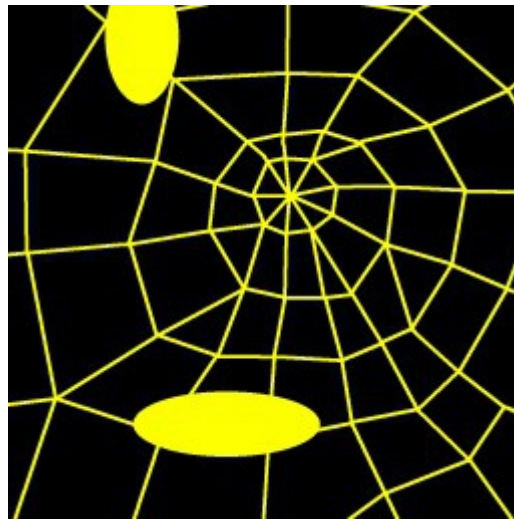
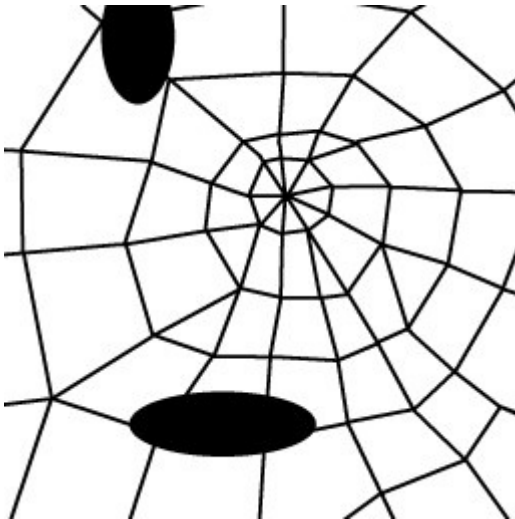
$$\text{darken} (A, \rho) = [\rho R_A, \rho G_A, \rho B_A, \alpha_A]$$

$$\text{fade} (A, \delta) = [\delta R_A, \delta G_A, \delta B_A, \delta \alpha_A]$$

$$\text{opaque} (A, \omega) = [R_A, G_A, B_A, \omega \alpha_A]$$

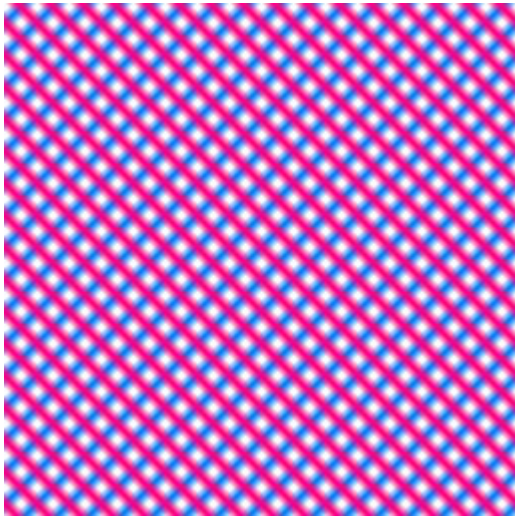


Ukázka – vstupy

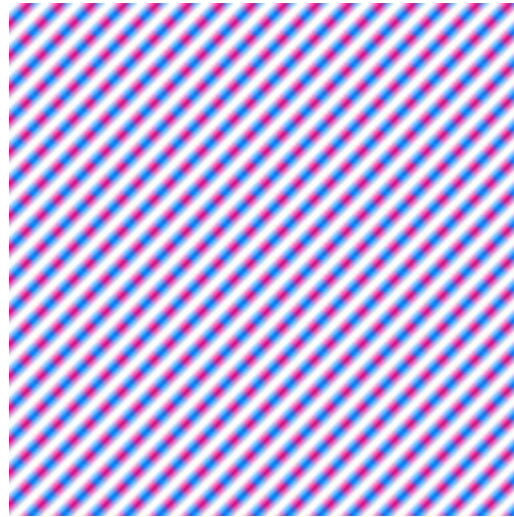




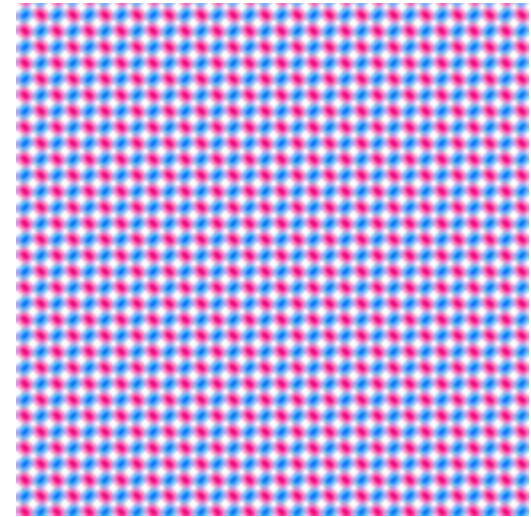
Ukázka – binární operace I



1 over 2



1 atop 2



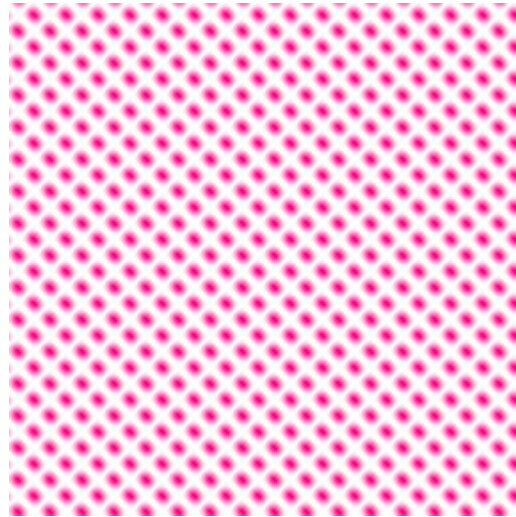
1 xor 2



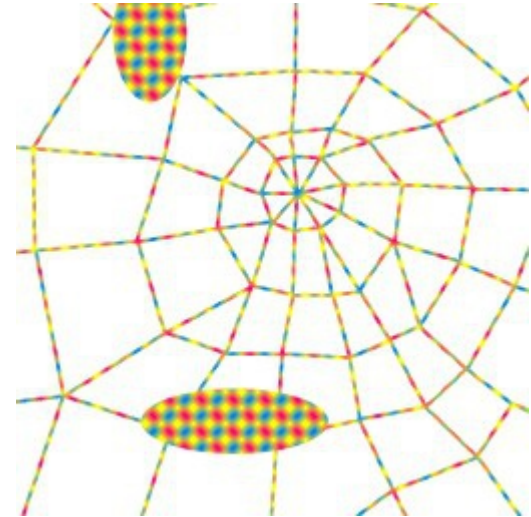
Ukázka – binární operace II



1 in 2



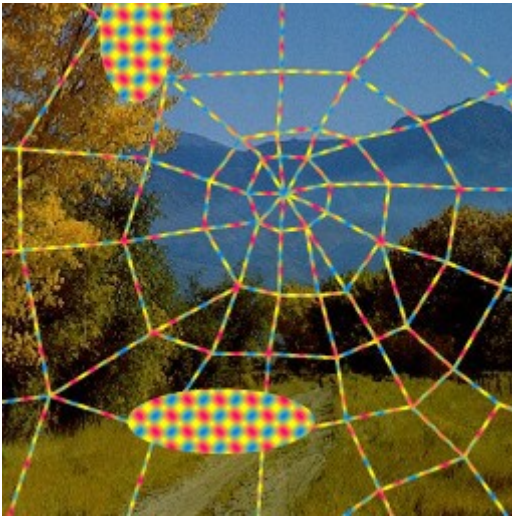
1 out 2



(1 xor 2) atop W



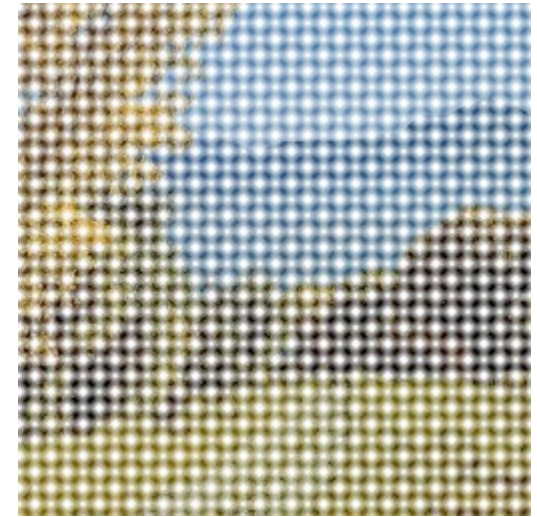
Ukázka – binární operace III



$((1 \text{ xor } 2) \text{ atop } W) \text{ over } V$

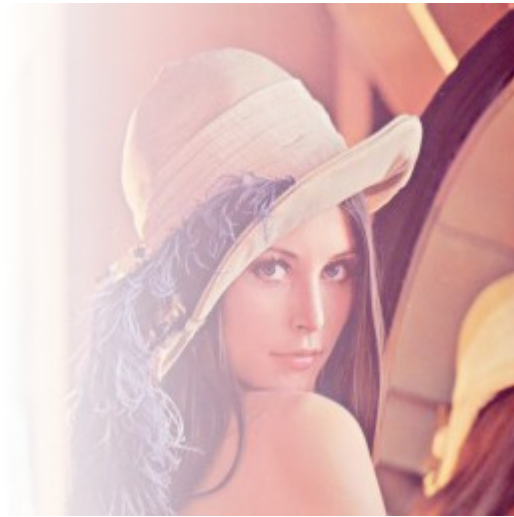


$(V \text{ atop } (1 \text{ xor } 2)) \text{ over } L$

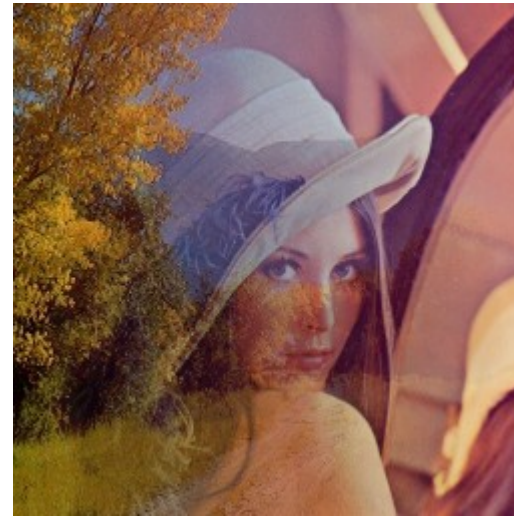


$V \text{ atop } (1 \text{ xor } 2)$

Ukázka – prolínání



fade(L, horiz)



fade(L, horiz) over V



Operace „plus“

Aditivní operátor **A plus B**

[$R_A + R_B$, $G_A + G_B$, $B_A + B_B$, $\alpha_A + \alpha_B$]

– pozor na přetečení!

Příklad 1: **prolínání dvou obrázků**

fade(A,t) plus fade(B,1 - t)

Příklad 2: **hořící strom**

(FFire plus (BFire out Tree)) over darken(Tree,0.8) over Background

Originál je z filmu Star Trek II (1982) – „Genesis Effect“

<https://www.youtube.com/watch?v=Qe9qSLYK5q4>



Literatura

J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes: *Computer Graphics, Principles and Practice*, 835-843

**T. Porter, T. Duff (Lucasfilm): *Compositing Digital Images*,
Computer Graphics 18(3), 1984**

– <https://keithp.com/~keithp/porterduff/p253-porter.pdf>