matfyz

Computer Graphics Charles University

Kompozice rastrových obrázků

© 1997-2017 Josef Pelikán

CGG MFF UK Praha

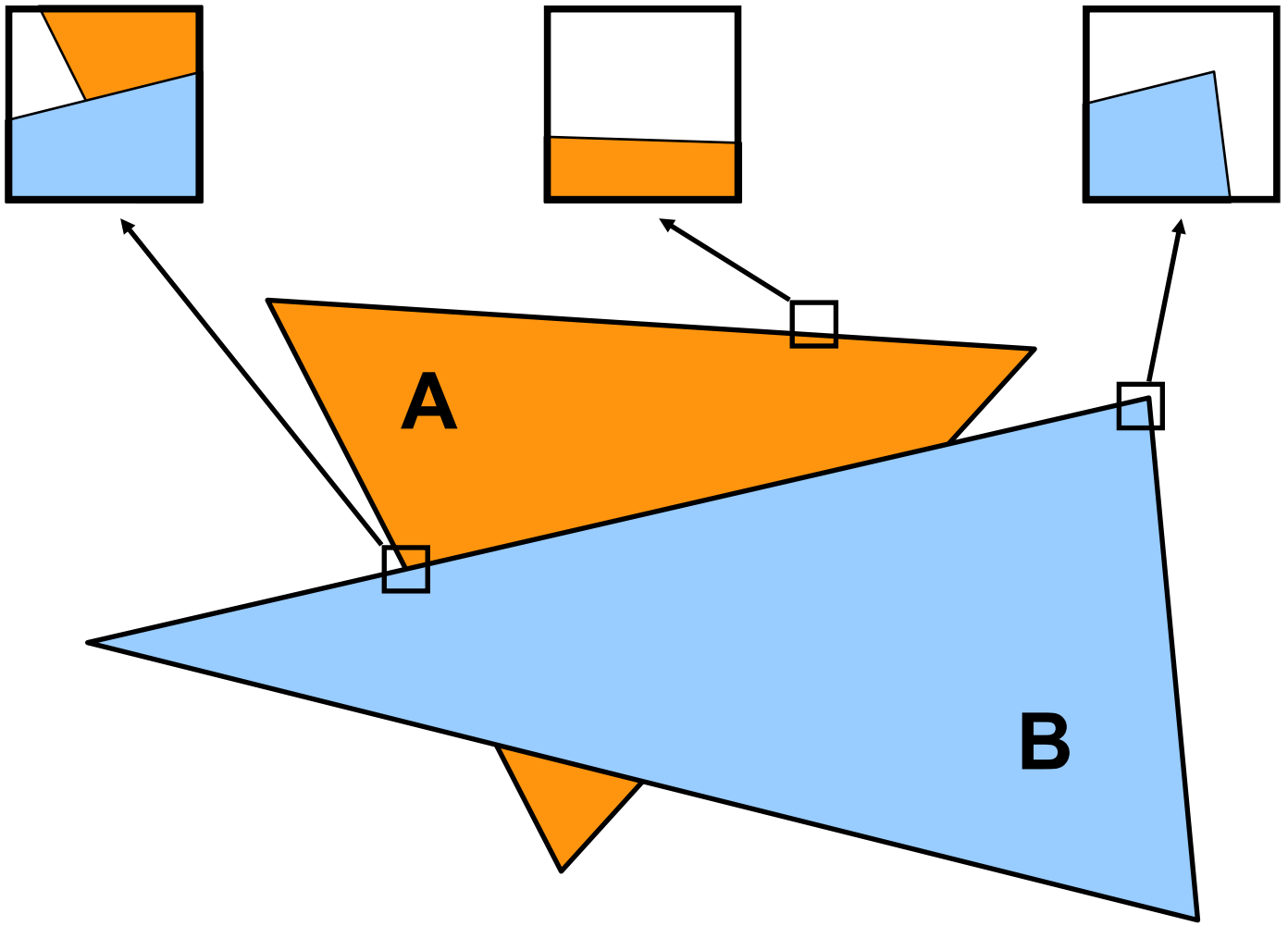
pepca@cgg.mff.cuni.cz

http://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

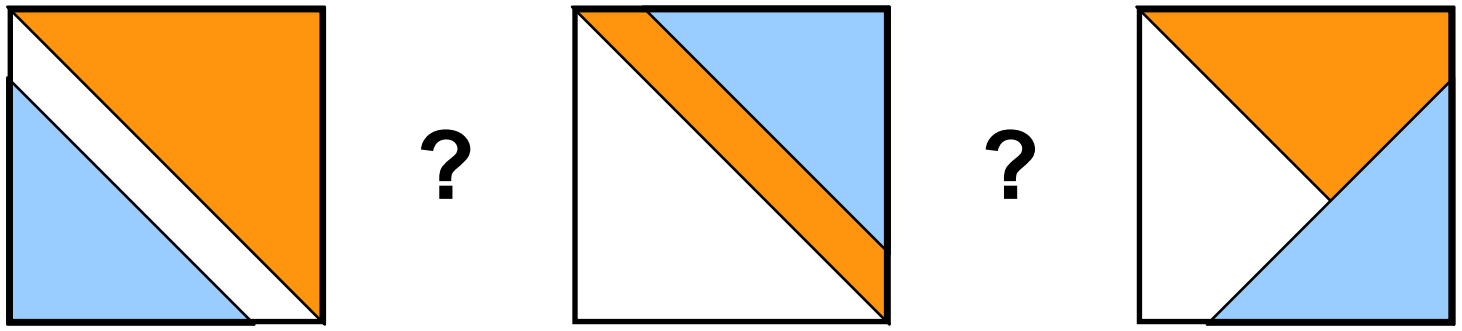
- procentuální **pokrytí pixelu** neprůsvitnou barvou
  - doplněk **průhlednosti**:
  - **α = 0** … zcela průhledný pixel (nemá vliv na výsledek)
  - **α = 1** … neprůhledný pixel („nic za ním neprosvítá”)

- ukládání hodnoty **α** v každém pixelu
  - často celočíselná reprezentace (0 ÷ 255)
  - čtveřice **[R, G, B, α]**
  - ještě častější reprezentace **[Rα, Gα, Bα, α]**

Skládání dvou obrázků

- dva skládané pixely **[A, α_A]** resp. **[B, α_B]**
  - potřebuji určit výslednou hodnotu **[C, α_C]**
- ? **model pro skládání pixelů** ?

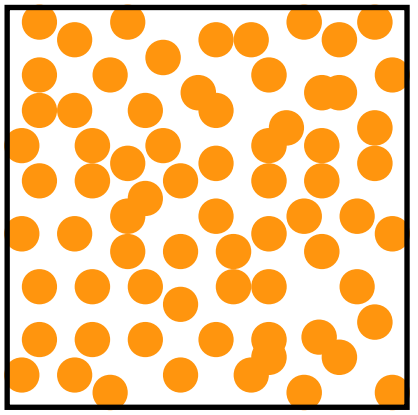
$\alpha_A = 0.5$ **$\alpha_B = 0.4$**



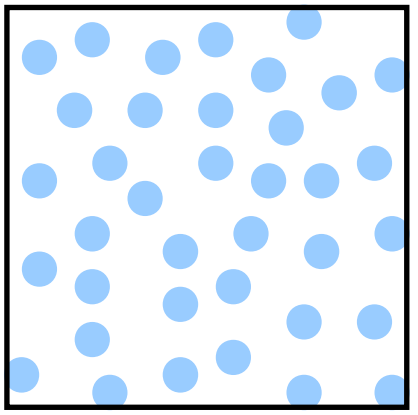
Model pokrytí pixelu

- pixel **[A, α_A]** je **náhodně pokryt** barvou **A**
  s rovnoměrně rozloženou pravděpodobností α_A
  - skládání geometricky nezávislých tvarů
  - vyhovuje ve většině případů

$\alpha = 0.5$



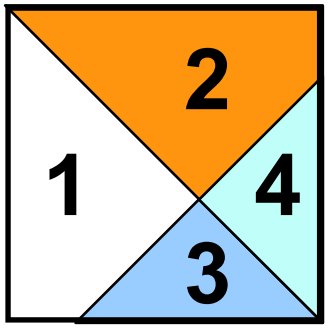
$\alpha = 0.2$



© Josef Pelikán, http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca

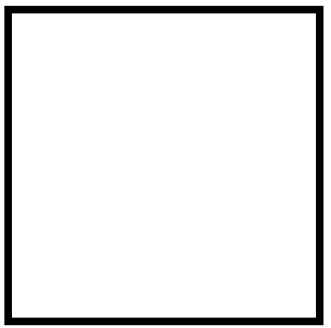
Překrytí dvou pixelů

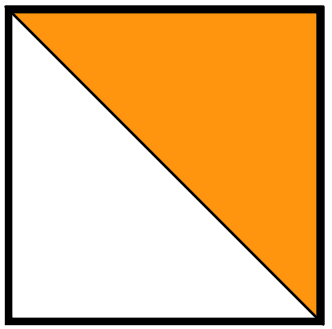
oblast		plocha	vybarvení
1	nic	$(1 - \alpha_A)(1 - \alpha_B)$	0
2	A	$\alpha_A(1 - \alpha_B)$	0, A
3	B	$\alpha_B(1 - \alpha_A)$	0, B
4	A i B	$\alpha_A\alpha_B$	0, A, B

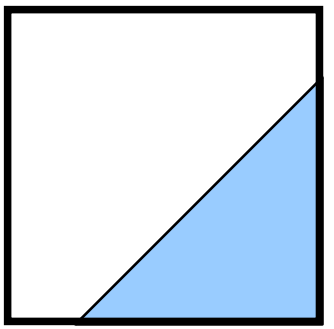


celkem **12 možností**

Operace skládání dvou pixelů



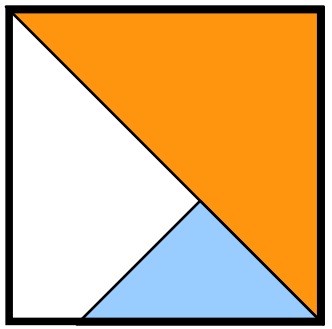


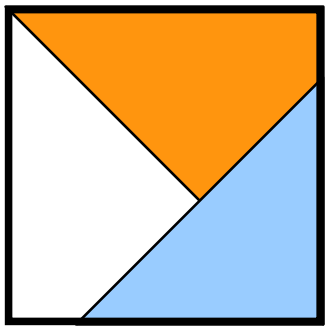


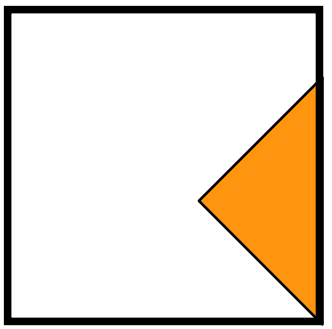
	nic clear	A	B
barvy	(0,0,0,0)	(0,A,0,A)	(0,0,B,B)
F_A	0	1	0
F_B	0	0	1

© Josef Pelikán, http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca

Operace skládání dvou pixelů



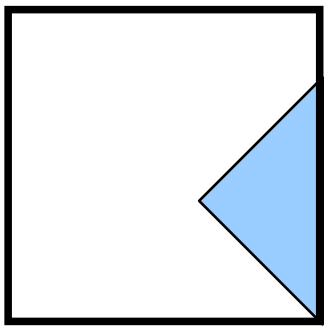


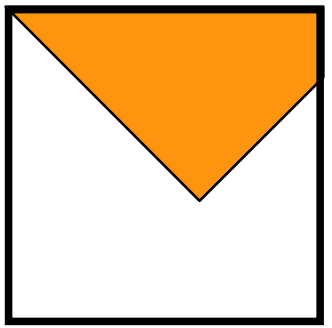


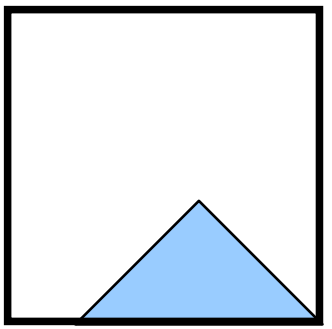
	A přes B A over B	B přes A B over A	A v B A in B
barvy	(0,A,B,A)	(0,A,B,B)	(0,0,0,A)
F_A	1	$(1 - \alpha_B)$	α_B
F_B	$(1 - \alpha_A)$	1	0

© Josef Pelikán, http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca

Operace skládání dvou pixelů



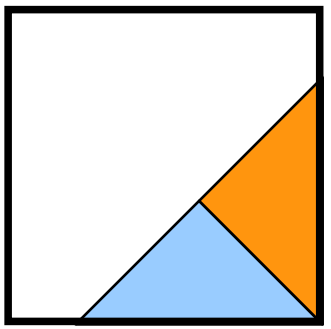


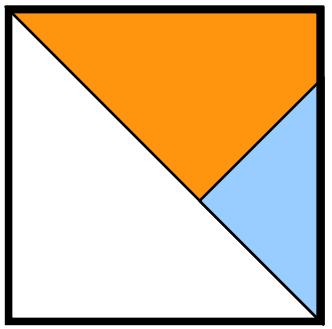


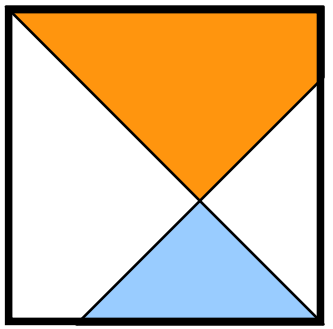
	B v A B in A	A mimo B A out B	B mimo A B out A
barvy	(0,0,0,B)	(0,A,0,0)	(0,0,B,0)
F_A	0	$(1 - \alpha_B)$	0
F_B	α_A	0	$(1 - \alpha_A)$

© Josef Pelikán, http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca

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	$(1 - \alpha_A)$

© Josef Pelikán, http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca

Implementace

- čtveřice **RGBα** se **ukládají** jako **[Rα, Gα, Bα, α]**
  - 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 $\mathbf{F_x}$
  - operace lineární kombinace na čtveřicích (SSE, GPU)

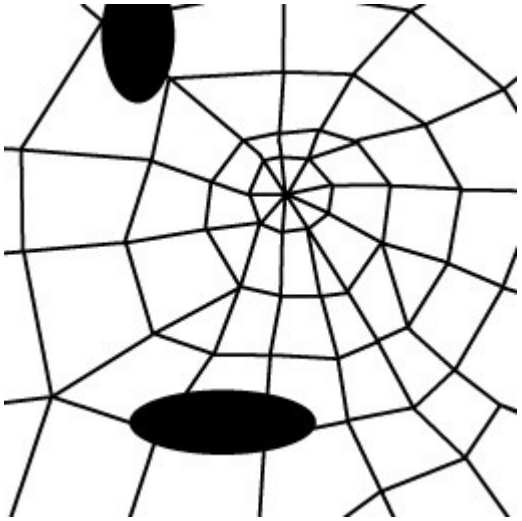
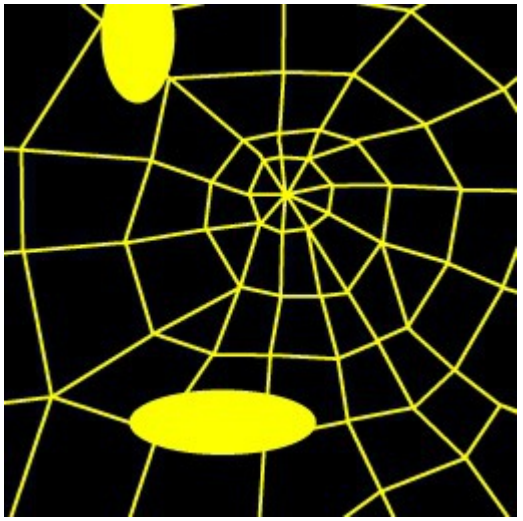
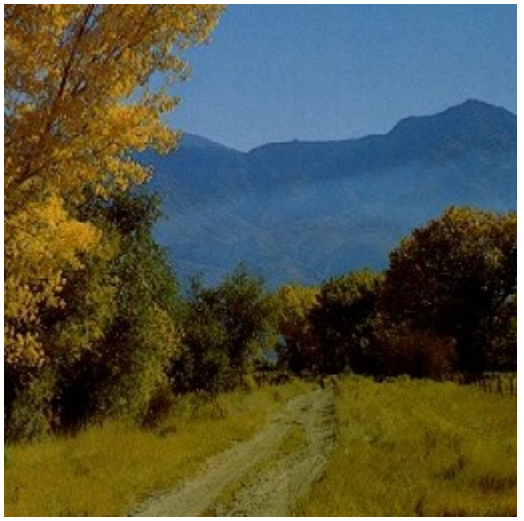
Operátory – shrnutí

- binární operace A **op** B:

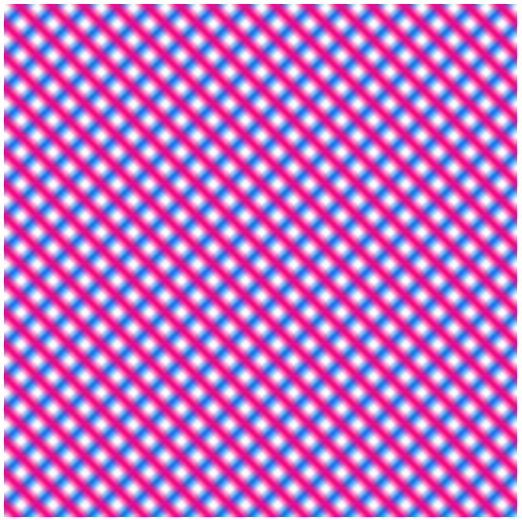
  $[\ F_A R_A + F_B R_B,\ F_A G_A + F_B G_B,\ F_A B_A + F_B B_B,\ F_A \alpha_A + F_B \alpha_B\ ]$

- **darken** (A, ρ) = $[\ \rho R_A,\ \rho G_A,\ \rho B_A,\ \alpha_A\ ]$
- **fade** (A, δ) = $[\ \delta R_A,\ \delta G_A,\ \delta B_A,\ \delta \alpha_A\ ]$
- **opaque** (A, ω) = $[\ R_A,\ G_A,\ B_A,\ \omega \alpha_A\ ]$

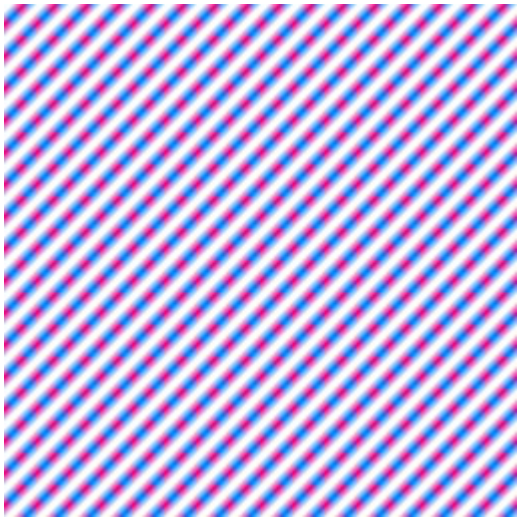
Ukázka – vstupy

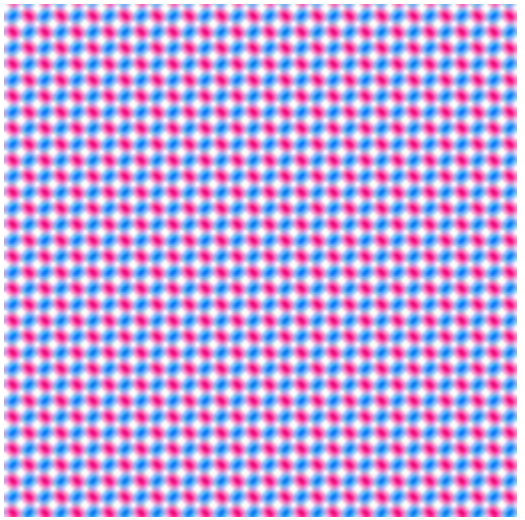
Ukázka – binární operace I



1 over 2



1 atop 2

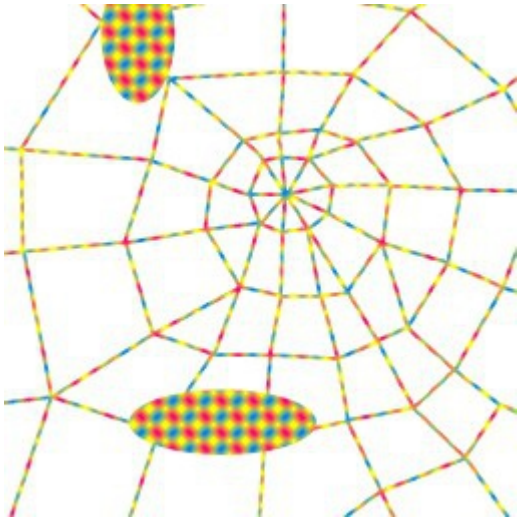


1 xor 2

Ukázka – binární operace II

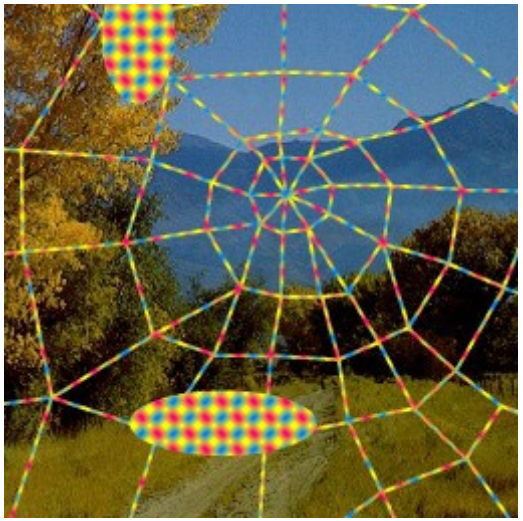
1 in 2

1 out 2

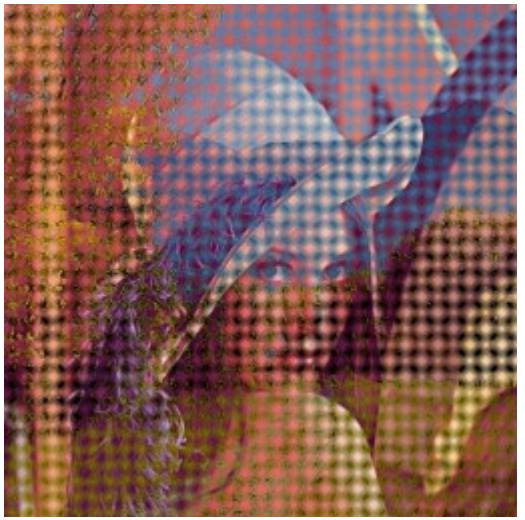


(1 xor 2) atop W

Ukázka – binární operace III



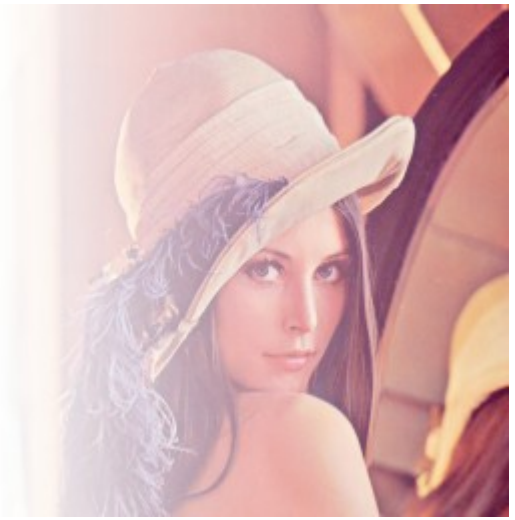
((1 xor 2) atop W) over V



(V atop (1 xor 2)) over L

V atop (1 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, α_A+α_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

Konec

Další informace:

- **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