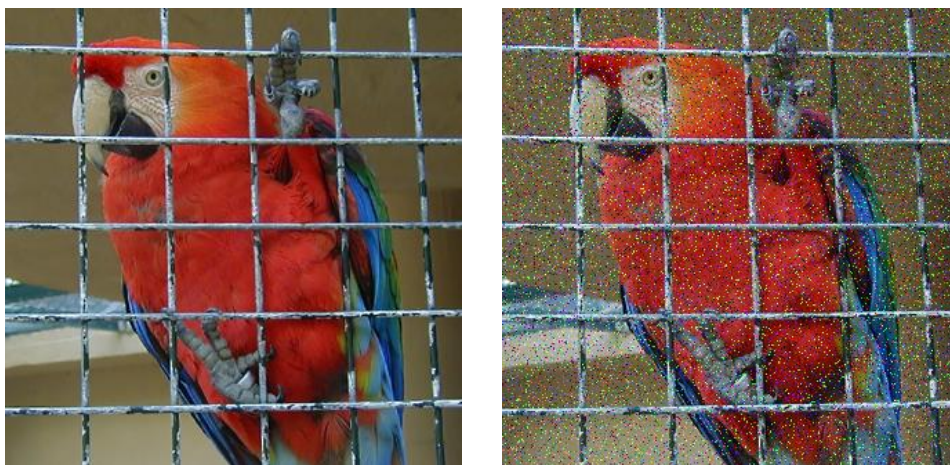


## 4.8 Automatická metóda filtrácie farebného obrazu

Farba je kľúčový znak používaný na opis obrazu a porozumenie jeho obsahu. Je to vhodná charakteristika, pretože je invariantná voči mnohým obrazovým operáciám (posunutie, rotácia, zmena rozlíšenia).

Cieľom opísaného [Hero00] je odstrániť, alebo aspoň potlačiť skreslenie zo vstupného farebného obrazu, ktoré bolo spôsobené impulzným šumom. Ide o *adaptívnu metódu*, pričom filtrácia šumu je intenzívna predovšetkým v homogénnych oblastiach obrazu. Toto kritérium je založené na predpoklade, že človek citlivejšie vníma impulzný šum na konštantnom pozadí, než v oblastiach s veľkým množstvom detailov. Okrem toho, intenzívna filtrácia šumu v takýchto členitých oblastiach by viedla zároveň k potlačeniu detailov na obraze.



(a)

(b)

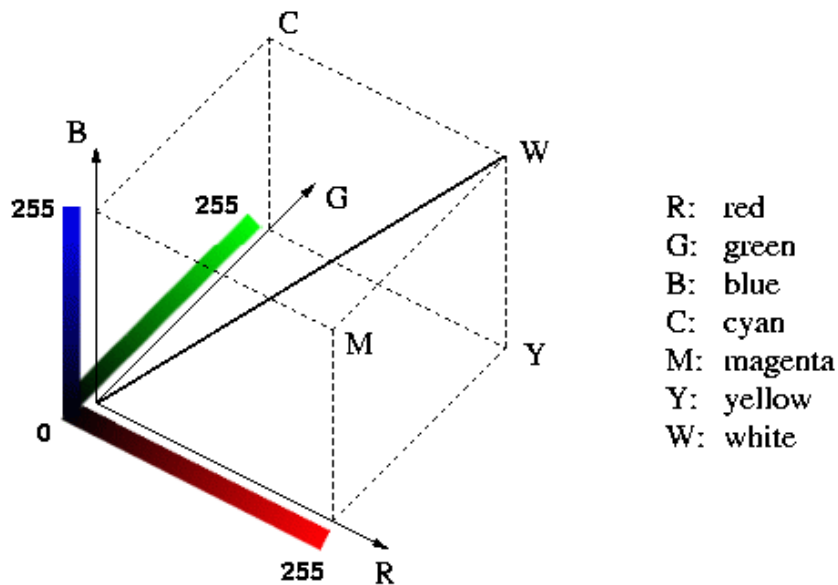
**Obr. 4.41** (a) Originál, (b) obraz poškodený impulzným šumom

Reprezentácia farby na digitálnych obrazoch je založená na teórii troch základných farieb. Farba v každom bode obrazu je vyjadrená vo forme 3–zložkového vektora v danom farebnom priestore. V našom prípade budeme pracovať s obrazmi v modeli RGB.

Na potlačenie šumu použijeme **multikanálový filter** (jednotlivé kanály predstavujú farebné zložky R,G a B).

## Vektorová filtrácia farebných obrazov

Máme farebný obraz v priestore RGB (Obr. 4.42).



Obr. 4.42 Model farieb RGB

Vektory farby v homogénnych oblastiach na obraze majú približne rovnakú veľkosť a smer. Rozdiel v smere vektorov farby použijeme ako kritérium – nazvime ho **uhlové kritérium** – na určenie „vzdialenosti vektorov“ v modeli RGB. Čím je podobnosť medzi vektormi väčšia, tým je uhol  $A$  menší. Napr. uhol  $A(v_i, v_j)$  medzi vektorom  $v_i$  rýdzo červenej farby a vektorom  $v_j$  rýdzo zelenej farby je  $\pi/2$  (viď Obr. 4.42).

Vzdialenosť  $a_i$  asociovaná s vektorom šumu  $v_i$  vo vnútri spracovávaného okna  $W$  dĺžky  $n$ :

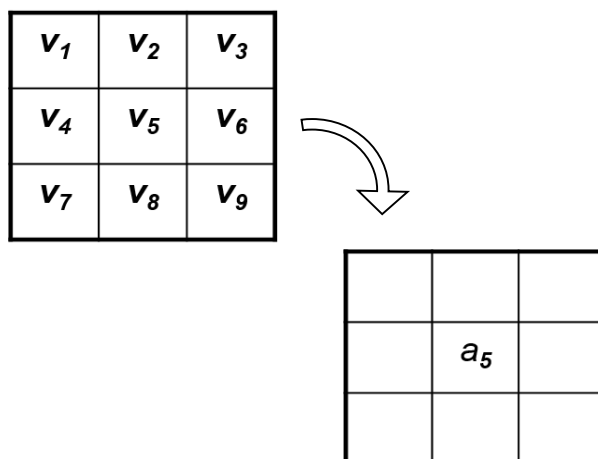
$$a_i = \sum_{j=1}^n A(v_i, v_j) \quad (4.24)$$

$$A(v_i, v_j) = \cos^{-1} \left( \frac{v_i^T v_j}{|v_i| |v_j|} \right) \quad (4.25)$$

kde

$W$  je kľzavé okno konečných rozmerov – spravidla štvorcové, napr 3x3 pixely (dĺžka filtra je potom  $n=3 \times 3=9$ )

$V_j$ , pre  $j = 1, 2, \dots, n$  sú vektory farby v bodoch obrazu poškodeného impulzovým šumom vo vnútri okna  $W$



**Obr. 4.43** Ilustrácia určenia vzdialenosti  $a_i$  v okne  $W$  (3x3 pixely) použitím vzťahu (4.24)

Všeobecný tvar filtra je daný ako **fuzzy váhovaný priemer** vstupných vektorov  $v_j$  vo vnútri okna  $W$ . Sledovaný príznak je **farebná homogenita oblastí**.

**Fuzzy miera vzdialenosti** od sledovaného príznaku: „vzdialenosť“ vektorov v modeli RGB. Čím je podobnosť medzi vektormi väčšia, tým je uhol menší.

### Fuzzy transformácia

Fuzzy váha (hodnota funkcie príslušnosti do fuzzy množiny)  $w_i$  (4.26) určuje v každom bode obrazu intenzitu filtrácie. Výstupná hodnota  $p_v$  v bode obrazu  $v$  po filtrácii je daná vzťahom (4.28 a,b,c).

$$w_i = \frac{\beta}{(1 + \exp(a_i))^\rho} \quad (4.26)$$

$$w_{1i} \in \left[ \beta / \left( 1 + \exp \left( n \cdot \frac{\pi}{2} \right), \beta / 2 \right) \right] \quad (4.27)$$

$\beta$  – prah miery váhovania  
 $\rho$  – prispôsobenie váhovej funkcie

uhlové kritérium  $a_i$  (4.24) je z intervalu:  $a_i \in \left[ 0, n \cdot \left( \frac{\pi}{2} \right) \right]$

Pre  $n = 9$ , t.j. okno  $W$  rozmerov (3x3) obrazové body:  $w_i \in [1.4 \cdot 10^{-12}, 1]$ .

Výstup filtra v strede okna  $W$  je:

$$p_v = \frac{\sum_{j=1}^n w_j v_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (4.28a)$$

$$\xi_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (4.28b)$$

$$p_v = \sum_{j=1}^n \xi_j v_j \quad (4.28c)$$

Váhovacie koeficienty filtra  $w_j$  sú počítané adaptívne na každej pozícii obrazu.

Transformácia môže nadobúdať hodnoty z intervalu  $[0;1]$ .

Pre neskreslený odhad na výstupe filtra je nutná normalizácia (4.28b). Musí platiť, že

každá váha je kladné číslo,  $\xi_j \geq 0$  a pre súčet váh v okne platí:  $\sum_{j=1}^n \xi_j = 1$  pre  $j = 1, 2, \dots, n$ .



*a) originál*



*c) okno 3x3*



*b)obraz poškodený  
impulzným šumom*



*d) okno 5x5*

**Obr. 4.44 (a)** Príklad filtrácie impulzného šumu na farebnom obraze - adaptívna metóda



a) originál



b)obraz poškodený impulzným šumom



c) filtrovaný obraz, filter 3 x 3

**Obr. 4.44 (b)** Príklad filtrácie impulzného šumu na farebnom obraze - adaptívna metóda