

NON-LINEAR FILTRATION OF IMAGES

Jaroslav BAJER, Master Degree Programme (5)
Dept. of Computer Graphics, FIT, VUT
E-mail: xbajer03@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Dr. Adam Herout

ABSTRACT

This project is related to modifying of current graphical filters described by the convolution matrix. It extends the noise reduction and in-picture edge detection and correction filters' abilities. The aim of this project is to inovate existing algorithms and to extend their qualitative features. New insight to the image thresholding issue is the main yield of this project.

1 ÚVOD

Většina pokročilých grafických systémů užívá pro zpracování obrazových dat několik stupňů filtrace. První stupeň, kterým se budeme v této práci zabývat, je obvykle založen na filtrech využívajících popisu pomocí konvolučních jader. Další stupně filtrace poté využívají takto předpřipravená obrazová data a dále s nimi pracují. Výhodou takto navržených filtrů je jejich jednoduchost, která ovšem značně omezuje schopnosti těchto filtrů. Cílem této práce proto je nalézt vhodnou modifikaci těchto filtrů, která by značně rozšířila jejich schopnosti.

2 ROZBOR

Navrhované metody rozšíření se opírají o princip prahování, který je hojně používán u metod pro detekci hran v obraze. Princip je popsán algoritmem:

Pro každý pixel obrazu dělej:

Jestliže $pixel > prah$ ***potom*** $pixel = max$ ***jinak*** $pixel = min$

kde hodnoty min a max reprezentují obvykle černou a bílou barvu.

Méně se v literatuře uvádí užití prahování i pro prosté průměrování a ostření obrazu:

Pro každý pixel obrazu dělej:

Jestliže $|pixel_{OUT} - pixel_{IN}| > prah$ ***potom*** $pixel = pixel_{IN}$ ***jinak*** $pixel = pixel_{OUT}$

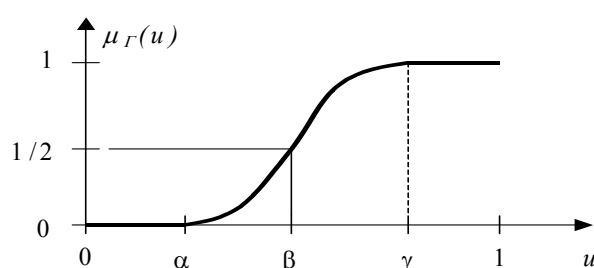
kde hodnota $pixel$ určuje výslednou hodnotu jednotlivých pixelů po prahování a hodnoty $pixel_{IN}$ a $pixel_{OUT}$ jsou hodnoty jednotlivých pixelů ze vstupního obrazu (nefiltrovaného) a obrazu po filtraci prostým průměrováním.

Užití pro filtry detekce hran a prostého průměrování však vnáší do výsledného obrazu nedokonalosti, které se projevují ostrými přechody mezi oblastmi, které jsou filtrovány a které nikoliv. To způsobuje skokový průběh takto popsaných funkcí. Tento neduh je možno eliminovat aproximováním tohoto přechodu pomocí spojité funkce. Jako vhodná se jeví tzv. S-funkce, užívaná v teorii Fuzzy množin. Popis je následující:

$$S(u, \alpha, \gamma) = \begin{cases} 0 & u \leq \alpha \\ 2(u - \alpha)^2 / (\gamma - \alpha)^2 & \alpha < u \leq \beta \\ 1 - 2(u - \gamma)^2 / (\gamma - \alpha)^2 & \beta < u \leq \gamma \\ 1 & u > \gamma \end{cases}$$

kde $\beta = (\alpha + \gamma) / 2$

Takto definovaná funkce má následující průběh:



Obr. 1: Průběh S-funkce

Výsledný obraz se potom vypočte podle algoritmu:

Pro každý pixel obrazu dělej:

$$pixel = pixel_{OUT} \cdot vaha + pixel_{IN} \cdot (1 - vaha),$$

$$kde \ vaha = S(|pixel_{IN} - pixel_{OUT}|, \alpha, \gamma)$$

Nicméně nevýhodou tohoto přístupu je nemožnost užití pro modifikaci filtru detekce hran. Důvodem je skutečnost, že takto získaný obraz je stejně zapotřebí klasicky prahovat, čímž se eliminuje přínos tohoto rozšíření.

Mnohem vhodnějším přístupem je přenést tento princip přímo do algoritmu výpočtu konvoluce. Principiálně zůstávají předešlé algoritmy stejné, rozdíl je ve skutečnosti, že hodnota výsledného pixelu se neurčuje porovnáním pixelu vstupního s pixelem výstupním, ale porovnáním původního pixelu s hodnotou aktuálního pixelu, pro který se daná konvoluce počítá.

Pro každý pixel obrazu a každý pixel důležitý pro výpočet konvoluce proved'

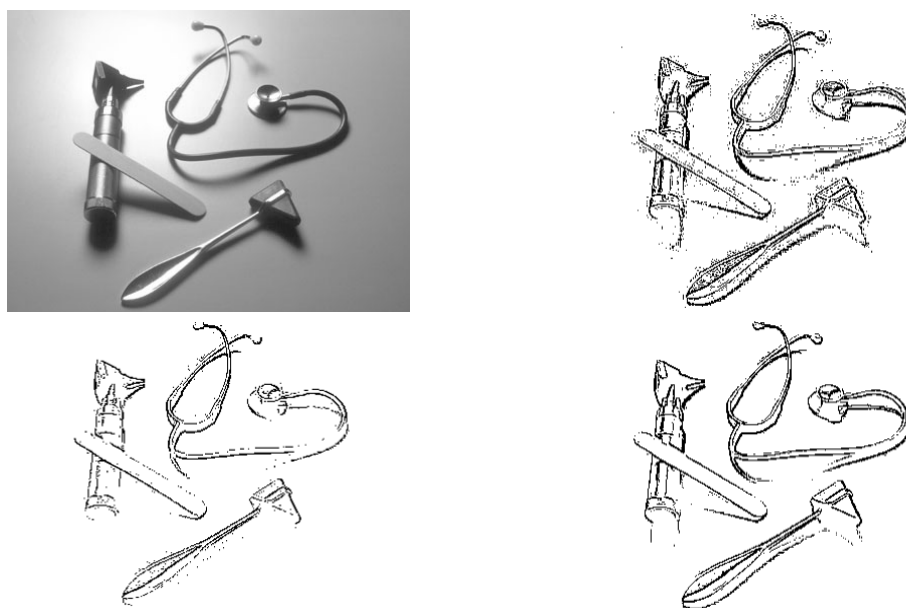
$$\mathbf{Jestliže} \ |pixel_{IN} - pixel_R| > \mathbf{prah} \ \mathbf{potom} \ pixel = pixel_R \ \mathbf{jinak} \ pixel = pixel_{IN}$$

kde $pixel_R$ je daná hodnota pixelu, pro který se konstruuje konvoluce a $pixel_{IN}$ jsou pixely ve vstupním obraze určené tvarem konvolučního jádra. Hodnoty $pixel$ jsou potom hodnotami, které vstupují do samotného výpočtu konvoluce.

Lepších výsledků se samozřejmě dosahuje opět adekvátním užitím spojité S-funkce.

3 VÝSLEDKY

Dané metody rozšíření je nejlépe ilustrovat na samotných snímcích, které byly takto získány. Na následujícím obrázku je vidět původní obrázek a další tři snímky, které byli získány odlišnou metodou filtrace pro detekci hran. Pravý horní snímek ukazuje klasickou detekci hran s hodnotou prahu zvolenou tak, aby zůstaly zachovány všechny významné hrany v obraze. Nicméně to vede k projevům šumu v tomto snímku. Na dolním levém snímku je prahování zvoleno tak, aby se již neprojevoval šum, což ale zapříčinilo potlačení i některých významných hran v obraze. Na dolním pravém snímku je ilustrována modifikovaná metoda, tak jak je popsána v této práci. Významné hrany v obraze zůstaly zachovány, šum byl eliminován.



Obr. 2: Detekce hran (originální snímek, nízké prahování, vysoké prahování, prahování pomocí S-funkce)

4 ZÁVĚR

V této práci byla navržena nová metoda modifikace stávajících filtrů založených na popisu pomocí konvolučních jader. Nicméně tato metoda je vhodná i pro jiné typy filtrů, jako je např. filtrace medianem. Nicméně základním nedostatkem těchto filtrů je jejich výpočetní složitost, která zabraňuje jejich užití v real-time aplikacích. Proto je cílem dalšího zkoumání nalézt vhodné metody jejich urychlení.

LITERATURA

- [1] Žára, J., Beneš, B., Felkel, P.: Moderní počítačová grafika, Brno, Computer Press 1998
- [2] Hlaváč, V., Sedláček, M.: Zpracování signálů a obrazů, Praha, ČVUT 2002
- [3] Jura, P.: Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování, Brno, VUTUM 2003