

ZPO technická správa

Filtrové "efekty" v obraze

Denis Dovičic
xdovic01@stud.fit.vutbr.cz

16.4.2021

Tým: Denis Dovičic (xdovic01@stud.fit.vutbr.cz)

1 Zadanie

Navrhnete několik filtrů (cca 3), které po aplikaci na obraz vedou k vytvoření esteticky hodnotného efektu. Může to být například obraz se zvýrazněnými hranami, "reliéf obrazu", kvantizovaný obraz apod. Výsledky zdokumentujte a prezentujte.

1.1 Upresnené zadanie

Implementácia troch filtrov extrakcia „reliéfu“ z obrazu, zvýraznenia hrán a kvantizáciu obrazu. Na extrakciu „reliéfu“ využiť emboss filter a jeho varianty zo všetkých strán. Zvýraznenie hrán pomocou Sobel/Prewitt filtra aplikácia na jednotlivé farebné kanály a získanie farebne zvýraznených hrán. Kvantizácia obrazu pomocou k-means clustering.

Webkamera

Všetky filtry aplikovat na stream webkamery filtrovat obraz realtime. Pre kvantizáciu obrazu implementácia dvoch variant, adaptívna - clustre sa updatujú pri každom snímku, statická - clustre sú spočítané len pri inicializácii filtru a následne aplikované tie isté počas celého streamu.

GUI

Demonštračná aplikácia, v ktorej bude vhodne zobrazený filtrovaný stream webkamery s nastaveniami príslušných filtrov.

2 Popis dát a demonštračná aplikácia

Ako už bolo spomenuté vyššie v upresnenom zadaní, filtrované dáta budú snímky kamery. Stream bude zobrazený v demonštračnej GUI aplikácii, na ktorý bude aplikovateľný každý z požadovaných filtrov. Demonštračná aplikácia bude obsahovať

aj parametrické nastavenia príslušných filtrov, na základe ktorých bude prebiehať automatická aktualizácia scény.

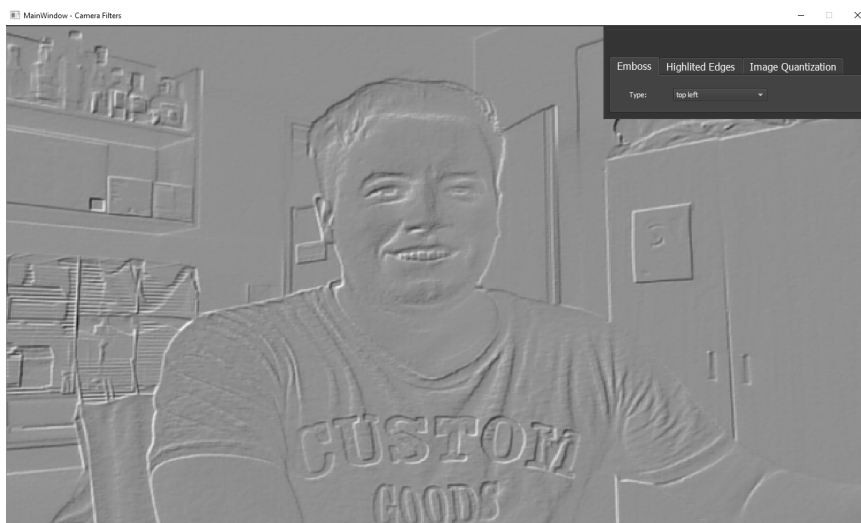
3 Filtrácie obrazu

V tejto časti technickej správy budú popísané požadované filtre z teoretického hľadiska. Najprv bude popísaný filter na extrakciu „reliéfu“ z obrazu, následne filter na zvýraznenie hrán a na koniec kvantizácia obrazu.

3.1 „Reliéf“ obrazu

K extrakcii „reliéfu“ obrázka je potrebná operácia konvolúcie a konvolučné jadro. Konvolučným jadrom je vhodné pre tento typ filtra zvoliť emboss filter. Filter dodáva efekt 3D povrchu pomocou zvýraznenia svetla a tieňa aplikovaním svojej masky na jednotlivé farebné kanály. Výsledný obrázok je nutné previesť do šedotónového formátu. V rovniciach nižšie je možné vidieť jednotlivé varianty emboss filtru aplikovateľné „z rôznych strán“ a na obrázku 1 je možné vidieť efekt spôsobený samotným filtrom. [1] [2]

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$



Obr. 1: Ukážka aplikácie emboss filtra.

3.2 Zvýraznenie hrán

Jedným z najčastejších prístupov k zvýrazneniu hrán obrazu je využitie operácie konvolúcie a jadra s nejakými váhami. Známym jadrom pre túto filtráciu je Prewit-

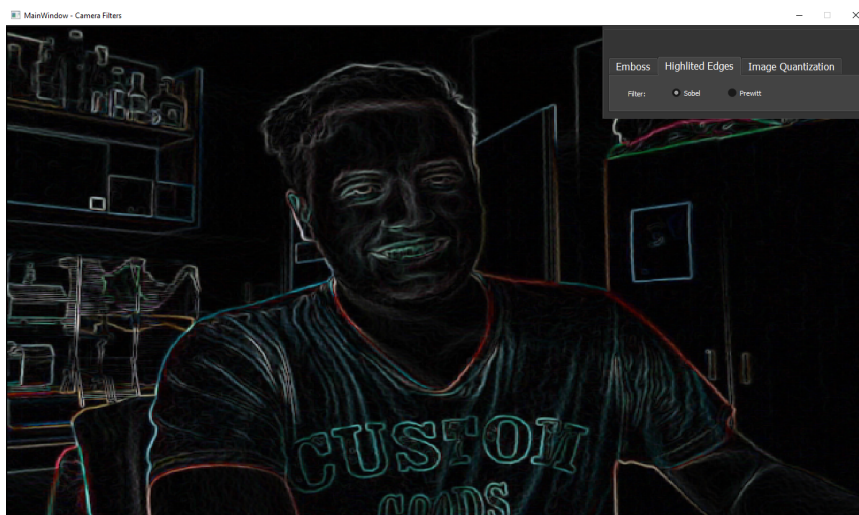
toho filter, ktorý sa skladá z dvoch masiek uvedených v rovnici 2. [2]

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Zdvojnásobením centrálnych váh týchto masiek vznikne jeden z najznámejších filtrov pre zvýraznenie hrán, Sobelov filter. Jeho reprezentáciu masiek je možné vidieť v rovnici 3. [2]

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Pri aplikácii filtra oddelene na jednotlivé farebné kanály a následné spojenie vyfiltrovaných kanálov do RGB obrázku, je možné získať farebne zvýraznené hrany ako je vidieť na obrázku 2.



Obr. 2: Ukážka demonštračnej aplikácie.

3.3 Kvantizácia obrazu

Kvantizácia je proces digitalizácie nejakého rozsahu. Kvantizácia obrazu je teda technika stratovej kompresie dosiahnutá znížením rozsahu hodnôt na niekoľko kvantových hodnôt. Aplikovať tento proces na obraz je možné napríklad znížením počtu farieb potrebných k jeho zobrazeniu. [3]

Na nižšie uvedených obrázkoch 3 je možné vidieť kvantizáciu do dvoch, štyroch, šiestich a ôsmich farebných zhlukov. Okrem toho je na obrázkoch pozorovateľný špeciálny efekt známky ako kontúrovanie. [3]

Zvolený prístup ku kvantizácii bol pomocou k-means zhlukovania. Jednotlivé RGB zložky sú považované ako pozície v „3D“ priestore a algoritmus sa snaží nájsť ich odpovedajúce zhluky, ktorých počet je parametricky nastaviteľný. Popis algoritmu je možné vidieť nižšie.



Obr. 3: Kvantizácia obrazu na 2, 4, 6 a 8 zhlukov.

K-means zhlukovanie

Algoritmus začína náhodným zvolením centroidov, bodov reprezentujúcich stredy zhlukov (sú považované za východiskové body). Následne prebieha iteratívna aktualizácia centroidov pomocou priemernej hodnoty jednotlivých dát v aktuálnom zhluku, na základe ktorej sú všetky dáta znovu prerozdelené do svojich zhlukov ku ktorým momentálne najlepšie sedia (od ktorého centroidu majú najmenšiu vzdialenosť). Tento iteratívny postup končí v prípade, že sa už centroidy prestanú aktualizovať (našli sa najideálnejšie pozície) alebo bol dosiahnutý maximálny počet iterácií. [4]

4 Implementácia

Na implementáciu bol využitý jazyk *C++*, knižnica *Qt5* a *OpenCV* (len na získavanie snímok z kamery a reprezentáciu základných štruktúr ako *cv::Mat*) a pre preklad bol využitý *cmake*. Aplikácia sa skladá z dvoch logických častí:

- statická knižnica *ImageFilters* - obsahuje implementáciu popísaných filtrov z kapitoly 3,
- demonstračná GUI aplikácia - výzor aplikácie je možné vidieť vo všetkých obrázkoch tejto technickej správy.

Literatúra

- [1] Lode. Lode's computer graphics tutorial. <https://lodev.org/cgtutor/filtering.html>. [Online; navštívené 21.3.2021].
- [2] ScienceDirect. Sobel edge detection. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/sobel-edge-detection>. [Online; navštívené 21.3.2021].

- [3] TutorialsPoint. Concept of quantization. https://www.tutorialspoint.com/dip/concept_of_quantization.htm. [Online; navštívené 21.3.2021].
- [4] Michael J. Garbade. Understanding k-means clustering in machine learning. <https://towardsdatascience.com/understanding-k-means-clustering-in-machine-learning-6a6e67336aa1>. [Online; navštívené 21.3.2021].