

PULSE VISUALIZATION IN VIDEOSEQUENCE OF FACE

Pavel Bernátek

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xberna11@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Oto Janoušek

E-mail: janouseko@feec.vutbr.cz

Abstract: Eulerian video magnification method may be used for visualization of the pulse in the videosequence of face. This article describes its utilization with combination of Viola-Jones face detection algorithm and Kanade-Lucas-Tomasi algorithm for tracking faces in the videosequence.

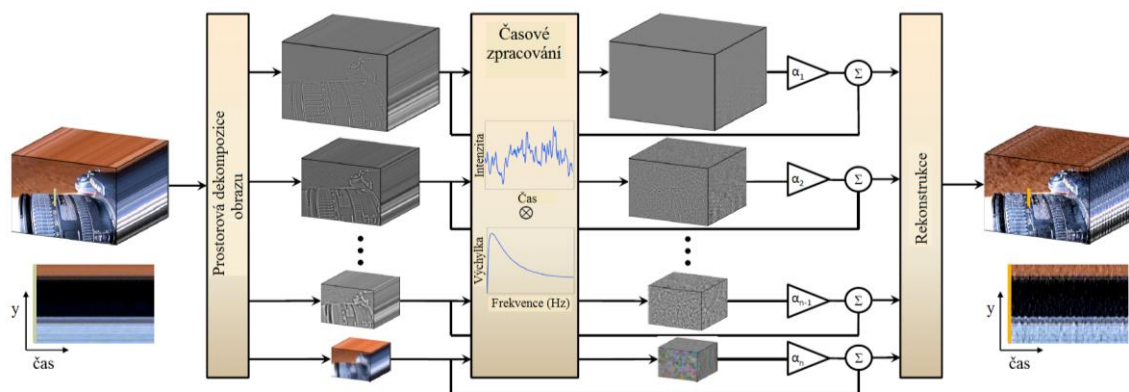
Keywords: Non-contact pulse measurement method, Eulerian video magnification, Viola-Jones algorithm, Kanade-Lucas-Tomasi algorithm, Matlab.

1. ÚVOD

Bezkontaktní detekce srdeční frekvence, která by mohla zvýšit komfort neinvazivního monitorování, spočívá v monitorování obličeje pacienta videokamerou. Získání hodnot srdečního tepu je podmíněno volbou vhodných metod pro analýzu videozáznamu.

2. EULERIAN VIDEO MAGNIFICATION

Metoda Eulerian video magnification se využívá k vizualizaci barevné variace scény a zvětšení jemných pohybů v obraze. Výsledný signál v dané prostorové frekvenci je pak zesílen, díky čemuž je pozorovatel schopen odhalit okem neviditelné informace ve videozáznamu.



Obrázek 1: Metoda Eulerian Video Magnification [1]

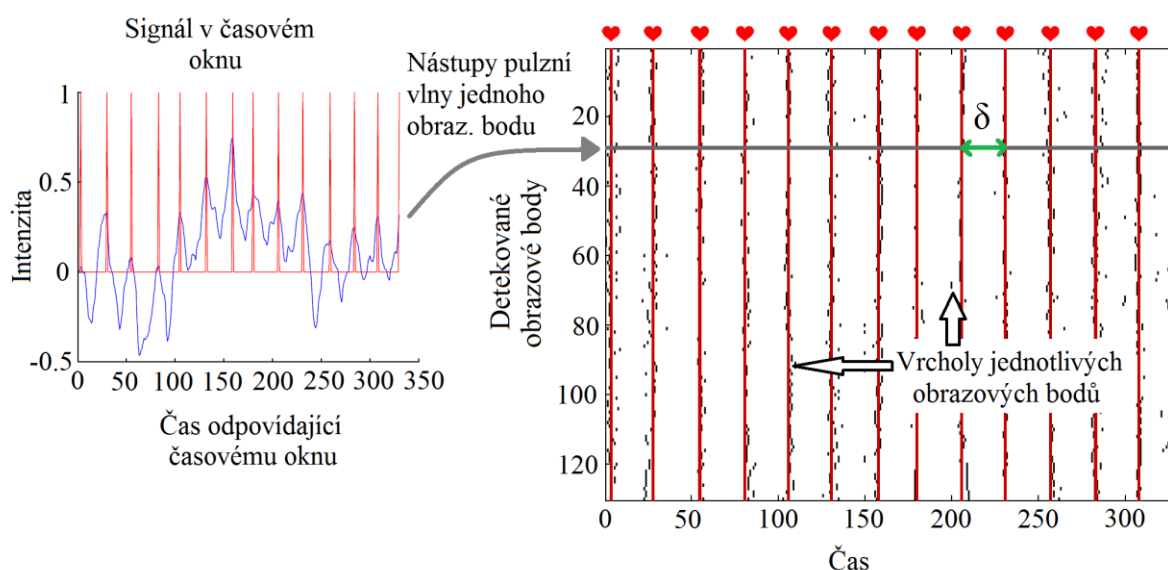
Metoda Eulerian video magnification zpracovává standardní videosekvenci, na níž aplikuje prostorovou filtraci, následovanou časovou filtrací. Systém nejprve rozkládá vstupní video na sekvenci snímků do různých prostorových frekvenčních pásem s využitím Gaussovy pyramidy. V této práci se signál rozkládá na 5 úrovní. Následná filtrace pásmovou propustí je jednotná pro všechny dekompozice, a pro všechny obrazové body v každé úrovni dekompozice. Hodnoty pásmové propusti aplikované v této práci mají hodnoty v rozmezí od 0.83 Hz do 1 Hz. Hodnoty pásmové propusti se však mohou lišit na základě aktuálního pulzu pacienta. Trend signálu je potřeba odstranit filtrací horní propustí. Poté se dle požadavků experimentátora násobí extrahovaný signál amplifikačním

faktorem α . Každé frekvenční pásmo může být individuálně zesíleno. V této práci se hodnota amplifikačního faktoru α pro frekvenční pásmo zájmu nastavovala na hodnotu 100. Šum, rušivé artefakty způsobené například pohybem obličeje či kamery a hodnoty prostorových frekvencí, ve kterých se kýžený signál určený k vizualizaci nenachází se pak násobí faktorem α menším jak jedna. Amplifikovaný signál se přičte k originálu a rekonstrukcí prostorové Gaussovy pyramidy se získá finální výstup. [1] Princip metody shrnuje obrázek 1.

2.1. EXTRAKCE SRDEČNÍHO PULZU

Cílem této práce je odhalit změny barvy kůže ve videu, které jsou obtížné nebo nemožné vidět pouhým okem a vizualizovat je. Základní přístup je zaměřen na obrazový bod a jeho barevné hodnoty měnící se v čase a zesílení kolísání barevné hodnoty v daném frekvenčním pásmu.

Výchylka signálu jednoho obrazového bodu může být závislá na hustotě periferních cév ve scéně. Popisovanou metodou lze zachytit pulz na více místech na tváři v nezpracované úrovni pyramidy. V úzkopásmovém signálu se najdou maxima signálu v rámci lokálního časového okna.



Obrázek 2: Detekce pulzních nástupů [1]

V levé části obrázku 2 je znázorněn úzkopásmový signál s jeho detekovanými pozicemi pulzních vrcholů z jednoho bodu obličeje ve videu v časovém okně. Velikost časového okna může být zvolena v závislosti na detekované frekvenci. Bylo zjištěno, že časové okno 10-15 snímků pro video o třiceti snímcích za sekundu dosahuje dobrých výsledků [1]. Pravá část obrázku 2 ilustruje jednotlivé pulzní nástupy zobrazené v časové ose. Každý řádek na ose obrazových bodů odpovídá jinému bodu na tváři. Černé obrazové body představují zjištěné polohy píků v každém bodě, a červené svislé čáry odpovídají mediánům pulzních nástupů srdce, které jsou použity pro výpočet srdeční frekvence. Extrémní odchylky větší než očekávaná chybovost (vyjádřená parametrem δ a znázorněná zelenou šipkou) lokálních pulzních nástupů v každém měřeném obrazovém bodě byly odstraněny. Lze si všimnout, že i když odhad pulzu v některých místech na obličeji může zanést nepřesnost do výsledků, odhad využívající kombinaci více bodů poskytuje robustní odhad pulzního signálu. [1]

3. DETEKCE A SLEDOVÁNÍ OBLIČEJE

Pro robustnější analýzu videosekvence pomocí uvedené metody bylo nutné detekovat obličej figu-ranta. Detekce obličeje v obraze je realizována pomocí algoritmu Viola-Jones. Detektor pracuje s obrazy ve stupních šedi. Algoritmus tohoto detektoru vytvoří integrální obraz, následně něj aplikuje Haarovy příznaky a nakonec tyto příznaky sdružuje pomocí metody AdaBoost.

Za předpokladu, že lidská tvář byla v sekvenci obrazů lokalizována, pokračuje se ve sledování obličeje pomocí Kanade-Lucas-Tomasi algoritmu. Tato metoda je postavena na výběru znaků založených na texturách. Algoritmus počítá součet čtverců intenzity rozdílů mezi znaky v předchozím obrázku a znaky v aktuálním snímku. Posunutí specifických znaků je potom interpretováno jako posunutí obličeje. Algoritmus umožňuje kontinuální sledování obličeje. [2]

4. VÝSLEDEK

Videozáznam obličeje zpracovaný pomocí navržené metody barevně pulzoval. Levá horní část obrázku 3 znázorňuje časovou sekvenci snímků kamery snímající figuranta. V levé dolní části je identická sekvence snímků zpracovaná pomocí programu realizující navrženou metodu, která demonstruje pulzující obraz videosekvence podle srdeční frekvence figuranta. Podle hodnoty frekvence změny barevné složky v obraze lze konstatovat, že tato frekvence odpovídá srdeční tepové frekvenci. V pravé horní části obrázku 3 je znázorněn spektrogram nezpracované videosekvence snímající figuranta. V pravé dolní části obrázku 3 je spektrogram videosekvence zpracované pomocí programu, na kterém je vidět jasná pulzující složka ilustrující srdeční pulzaci figuranta.



Obrázek 3: Videozáznam obličeje zpracovaný metodou Eulerian video magnification

5. ZÁVĚR

V článku je popsána metoda Eulerian video magnification, která se využívá pro vizualizaci srdečního pulzu v obličeji. Vysvětlen zde byl princip zpracování videosekvence. Metoda je unikátní ve snímání více obrazových bodů naráz. Dosažené výsledky naznačují kvalitní detekci srdeční pulzace. Metoda může nalézt uplatnění při neinvazivním snímání tepové frekvence na lékařských pracovištích.

REFERENCE

- [1] RUBENSTEIN, Michael. *Analysis and visualization of temporal variations in video*. Massachusetts Institute of Technology, 2014. Disertační práce. Massachusetts Institute of Technology. Vedoucí práce William T. Freeman.
- [2] WAGENER, Dirk W. a Ben HERBST. *Face Tracking: An implementation of the Kanade-Lucas-Tomasi Tracking algorithm*. Matieland 7602, South Africa