

# Lokalizace žil pomocí blízkého infračerveného záření

Martin Šach

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze

Fyzikální seminář, letní semestr 2016

# Obsah

## Úvod

Cíle

## Zařízení

Princip funkce zařízení

Hardware

## Fotografie

## Zpracování dat

Cíl při zpracování dat

Použité algoritmy

Ukázka filtrů

Gaussův filtr

High-boost filtr

Ekvalizace histogramu

Adaptabilní prahový filtr

Závěr

# Cíle

- ▶ Postavit zařízení pro detekci žil (Vein finder)
- ▶ Zpracovat data ze zařízení do podoby vhodné pro další počítačové procesování
- ▶ Podrobně popsat použité algoritmy

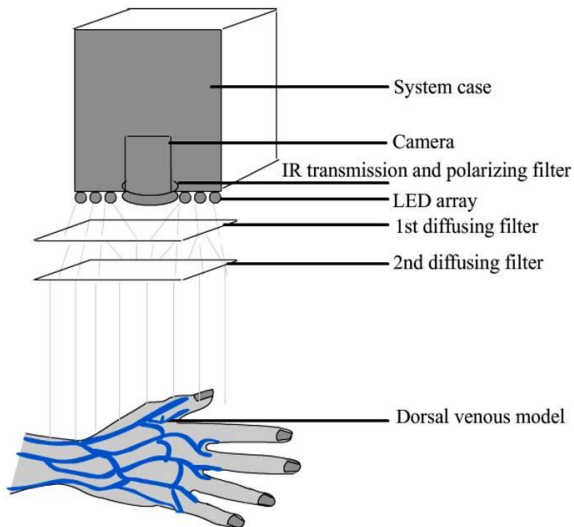
# Princip funkce zařízení

- ▶ Krev v žilách obsahuje deoxyhemoglobin
- ▶ Krev v tepnách neobsahuje deoxyhemoglobin - neleze detekovat tepny
- ▶ Záření o vlnové délce mezi 740 nm a 960 nm je sice tkání odraženo, ale může proniknout až do hloubky 3mm
- ▶ CCD prvky (Charged coupled device) jsou citlivé na blízké infračervené záření
- ▶ Jako zdroj blízkého infračerveného záření jsem použil LED diody s vlnovou délkou přibližně 880nm.
- ▶ Při ozáření požadované části těla těmito diodami můžeme pomocí CCD prvku detekovat žily až do hloubky 3mm pod kůží.

# Ideální design

1. Dobré osvětlení je klíčem k úspěchu a snižuje náročnost algoritmů při zpracování dat
2. V ideálním případě by měla být část těla rovnoměrně ozářena a nemělo by docházet k nežádoucím odrazům
3. Pro rovnoměrnější ozáření se používají "difuzéry"
4. K odbourání nežádoucích odrazů a předejití přesevětlení obrazu zachyceného CCD prvkem se používá polarizační filtr

# Ideální design

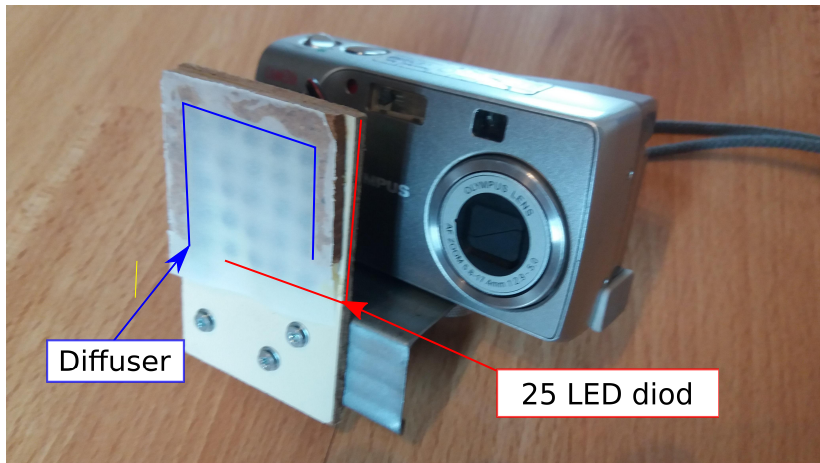


Obr.: Ideální design, autoři obrázku:  
[Crisan et al.(2010)Crisan, Tarnovan, and Crisan]

# Můj design

1. Jako zdroj záření jsem použil 25 infračervených diod o vlnové délce 880 nm.
2. Jako detektor infračerveného záření jsem použil starý digitální fotoaparát Olympus C-310, z kterého jsem vyndal infračervený filtr.
3. Difuzor jsem si vyrobil z pauzovacího papíru.
4. Místo profesionálního polarizačního filtru jsem použil černé brýle s touto vlastností.

# Můj design

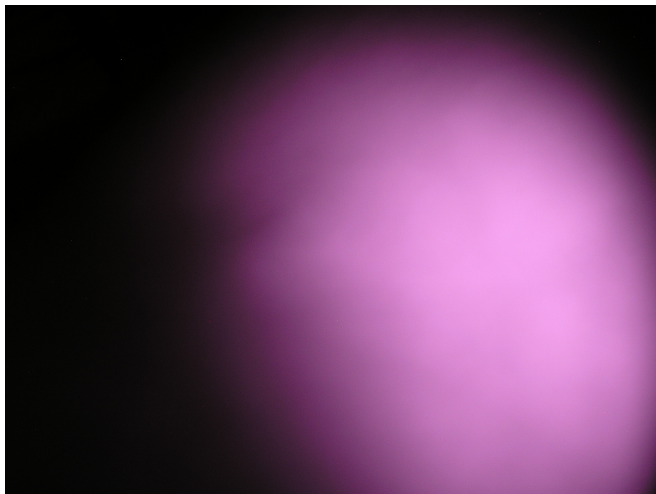


Obr.: Můj design



# Fotografie

- ▶ Fotil jsem v několika konfiguracích



Obr.: Snímek pořízený bez stativu, polarizačního filtru a difuzéru

# Fotografie



Obr.: Snímek pořízený se stativem a difuzérem

# Fotografie



Obr.: Snímek pořízený se stativem, difuzérem a s černými brýlemi před čočkou místo polarizačního filtru

# Fotografie



Obr.: Oříznutý předchozí snímek

# Cíl při zpracování dat

- ▶ Na obrázku získaném pomocí správně fungujícího detektoru a při správném ozáření jsou žíly jednoduše rozeznatelné pouhým okem
- ▶ I přesto takový obrázek obsahuje spoustu nežádoucího šumu
- ▶ Obrázek je v tomto stavu nevhodný pro další tzv. "počítačové vidění"
- ▶ Cílem je dosáhnout binárního obrazu žil

# Pojmy

- ▶ Obraz se skládá z pixelů
- ▶ "Lowpass" filtry snižují šum a zároveň zachovávají celkový obraz (rozmazávají obrázek)
- ▶ "Highpass" filtry zdůrazňují detaily, včetně šumu (ostří obrázek)
- ▶ Konvoluce - v případě filtrů:  $A * B = \sum_{ij} [A]_{ij} \cdot [B]_{ij}$

# Funkce filtrů

- ▶ Kernel(Maska) filtru, je matice která se používá při aplikaci filtru
- ▶ Aplikace velkého množství filtrů spočívá v konvoluci masky s obrázkem
- ▶ Konvoluce se provádí pro každý pixel (s přibráním adekvátního počtu sousedů)
- ▶ Lowpass filtry mají součet prvků v masce roven 1 a pouze kladná čísla v matici
- ▶ Highpass filtry mají součet prvků v masce roven 1 a záporná i kladná čísla v matici
- ▶ Filtry pro detekci hran mají součet všech prvků v masce roven 0.
- ▶ Při práci jsem pro filtrování použil knihovnu openCV

# Ukázka filtrů

Identický filtr

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Box blur

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Edge detection

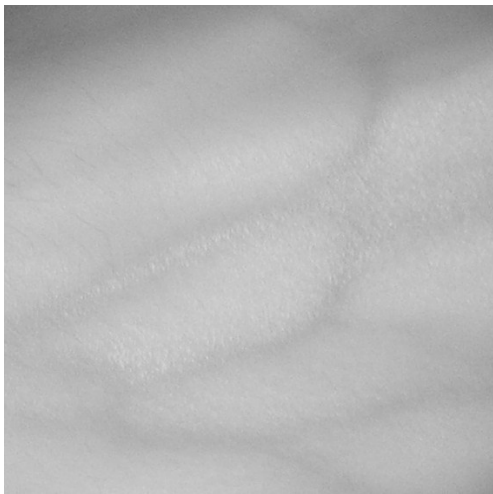
$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$





## Fotografie v 255 odstínech šedi

Pro zjednodušení výpočtů jsem poslední obrázek převedl do odstínů šedi



Obr.: Obrázek 555 x 556 pixelů v odstínech šedi

# Gaussův filtr (těž Gausovské rozostření)

- ▶ Gaussův filtr používám Gaussovu funkci k výpočtu hodnot v kernelu

- ▶ Pro dvojrozměrné pole:  $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$

- ▶ Kernel se tvoří tak, že se vyberou hodnoty, které odpovídají středům pixelů

- ▶ Příklad kernelu:  $\frac{1}{273} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 7 & 26 & 41 & 26 & 7 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix}$

Fotografie po použití Gasovského rozostření za účelem použití při následujícím high-boost filtru



Obr.: Gaussův filtr o velikosti 251 pixelů -  $\sigma$  se dopočítává automaticky

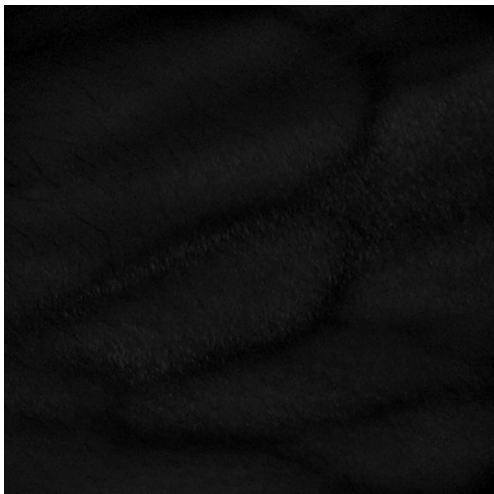
# High-boost filtr

- ▶ Zvýrazňuje detaily, zatímco ponechává informaci o celkovém obraze
- ▶ High-boost filtr jsem aplikoval na každý pixel jako

$$H_{highboost} = B \cdot A_{puvodni} - A_{gaus}$$

Kde  $A_{puvodni}$  reprezentuje jeden pixel původního obrázku a  $A_{gaus}$  reprezentuje jeden pixel obrázku po Gausovském rozostření

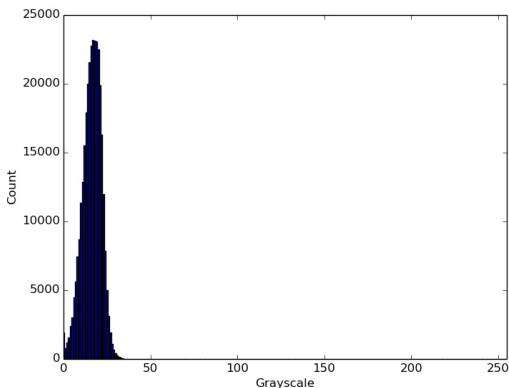
## Fotografie po použití hight-boost filtru



Obr.: Fotografie po použití hight-boost filtru s konstantou  $B = 1,2$

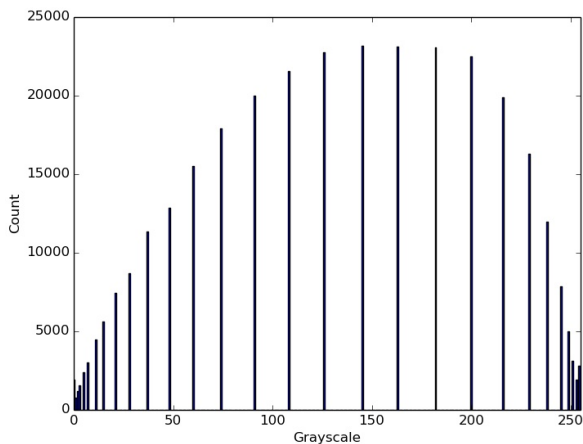
# Ekvalizace histogramu

- ▶ Zvyšuje kontrast obrazu
- ▶ Vezme histogram obrázku tj. počet výskytů každé úrovně šedi (255 odstínů) a pokusí se ho vyrovnat



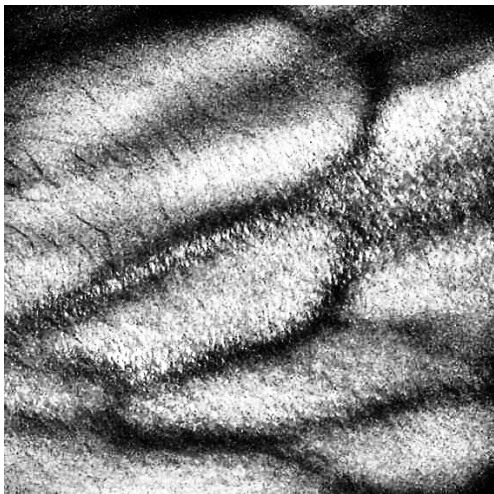
Obr.: Histogram obrázku před použitím ekvalizace histogramu

# Histogram obrázku po použití ekvalizace histogramu



Obr.: Histogram obrázku po použití ekvalizace histogramu

## Obrázek po použití ekvalizace histogramu



Obr.: Obrázek po použití ekvalizace histogramu



## Další postup

- ▶ Předchozí použití filtrů se v angličtině nazývá "Histogram equalization of high-boost filtered image"
- ▶ Velmi dobře zvýrazní žíly z fotografie
- ▶ Včetně žil ale také zvýrazní nežádoucí šum
- ▶ Pro získání binárního obrazu je nutné tento šum odfiltrovat (aplikací Gausovského rozostření) a použitím adaptabilního prahového filtru získat binární obraz

## Po opětovném použití Gaussova filtru



Obr.: Gaussův filtr o velikosti 101 pixelů

## Po použití adaptabilního filtru



Obr.: Adaptabilní prahový filtr o velikosti 51 pixelů

## Výsledný obrázek



# Závěr

- ▶ Pomocí metody "Histogram equalization of high-boost filtered image" jsem úspěšně detekoval žíly v ruce
- ▶ Touto metodou jsem však i některé stíny vyhodnotil jako žíly
- ▶ V praxi se používá rovnoměrnější osvětlení, dva difuzéry a nejlépe dva polarizační filtry
- ▶ Binární obraz je možné zpětně promítnout na ruku, nebo dále procesovat
- ▶ Rozložení žil v paži je jednoznačná biometrická charakteristika tuto metodu lze tedy v tomto směru úspěšně aplikovat

# Reference I



Histogram equalization, 2016.

URL [https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram\\_equalization](https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_equalization).

Navštíveno: 12. 4. 2016.



Gaussian blur, 2016.

URL [https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian\\_blur](https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_blur).

Navštíveno: 12. 4. 2016.



High boost filtering, 2016.

URL <http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/gradient/node2.html>.

Navštíveno: 12. 4. 2016.



Low pass filter, 2016.

URL [https://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass\\_filter](https://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass_filter).

Navštíveno: 12. 4. 2016.



Kernel, 2016.

URL [https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel\\_\(image\\_processing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_(image_processing)).

Navštíveno: 12. 4. 2016.



Septimiu Crisan, Ioan Gavril Tarnovan, and Titus Eduard Crisan.

Radiation optimization and image processing algorithms in the identification of hand vein patterns.

*Computer Standards & Interfaces*, 32(3):130 – 140, 2010.

ISSN 0920-5489.

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2009.11.008>.

URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920548909001007>.

{XV} {IMEKO} {TC4} Symposium on Novelties in Electrical Measurements and Instrumentation and

{XII} International Workshop on {ADC} Modelling and Testing.

# Reference II



M. Mansoor, S. N. Sravani, Sumbul Zahra Naqvi, I. Badshah, and M. Saleem.

Real-time low cost infrared vein imaging system.

In *Signal Processing Image Processing Pattern Recognition (ICSIPR), 2013 International Conference on*, pages 117–121, Feb 2013.

doi: 10.1109/ICSIPR.2013.6497970.



R. Deepak Prasanna, P. Neelamegam, S. Sriram, and Nagarajan Raju.

Enhancement of vein patterns in hand image for biometric and biomedical application using various image enhancement techniques.

*Procedia Engineering*, 38:1174 – 1185, 2012.

ISSN 1877-7058.

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.06.149>.

URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812020620>.

{INTERNATIONAL} {CONFERENCE} {ON} {MODELLING} {OPTIMIZATION} {AND}  
{COMPUTING}.