

Lokalizace žil pomocí blízkého infračerveného záření

Martin Šach

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
martin.sachin@gmail.com

Abstrakt

Následující text shrnuje konstrukci zařízení sloužícího k lokalizaci žil pomocí blízkého infračerveného záření, anglicky zvaného Vein Finder. Dále se věnuje metodám, které se používají při vyhodnocování dat z tohoto zařízení.

1 Úvod

Lokalizace žil pro intravenózní podávání léků či odběry krve je každodenní součástí lékařské praxe. U některých pacientů však mohou být tyto běžné zákroky značně ztíženy například obezitou či pigmentem pokožky. V takovém případě mohou nastat komplikace, které vedou k diskomfortu pacienta.

Má práce se zabývala jednou z možností překonání těchto problémů a to za pomoci blízkého infračerveného záření. Zařízení fungující na tomto principu se již hojně využívají v lékařské praxi. Cílem mé práce bylo napodobit funkci uvedeného zařízení a to s co možná nejmenšími výrobními náklady.

2 Princip funkce zařízení

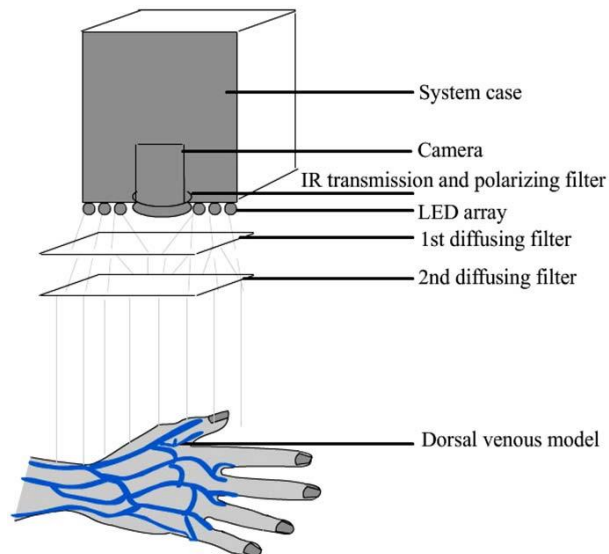
Jak jsem již předeslal, zařízení funguje za pomoci blízkého infračerveného záření. Deoxyhemoglobin, který se vyskytuje v žilách, totiž velmi dobře absorbuje záření o vlnových délkách v rozmezích 740 nm až 960 nm [1]. Záření o této vlnové délce zároveň velmi dobře penetruje okolní tkáň a to až do hloubky 3mm pod pokožku. Budeme-li tedy na požadovanou část těla svítit vhodným zdrojem, můžeme například pomocí CCD prvku detekovat pozice žil jako tmavá místa.

2.1 Ideální design

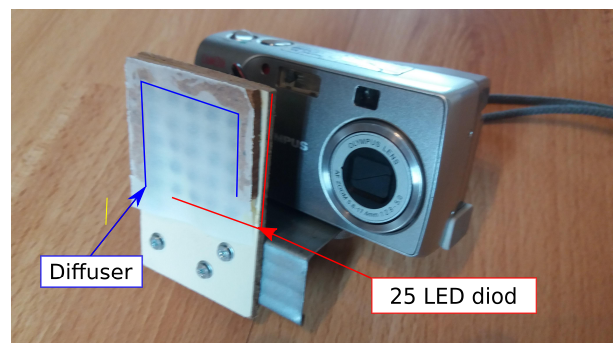
Při návrhu zařízení hraje roli několik faktorů. Nejdůležitějším faktorem je správný zdroj záření, vyobrazený na Obr. 1. V ideálním případě by měla být požadovaná část těla rovnoměrně osvětlena. Jako zdroj světla se používají LED diody o vhodné vlnové délce. Před nimi jsou umístěny dva difuzéry, ty zapříčiní rovnoměrnější osvětlení. Nezbytnou součástí zařízení je CCD prvek, na kterém se detekuje odražené záření. Před něj se někdy umísťuje polarizační filtr. Ten by měl odfiltrovat nežádoucí odlesky.

2.2 Můj design

V mém případě jsem jako zdroj záření použil 25 infračervených diod o vlnové délce 880 nm. Detektor infračerveného záření jsem vyrobil ze starého fotoaparátu Olympus C-300, z kterého jsem vyndal infračervený filtr. Difuzor jsem si vyrobil z pauzovacího papíru a místo profesionálního polarizačního filtru jsem použil polarizované černé brýle. Celé zařízení jsem uzavřel do svěráku, tak abych dosáhl stabilního obrazu. Zařízení je vyfocené na Obr. 2.



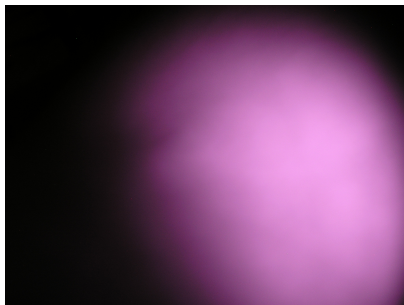
Obr. 1: Ideální design [1]



Obr. 2: Můj design

3 Fotografie

S tímto zařízením jsem pořídil několik fotografií předloktí a ruky. Pro srovnání zde na Obr. 3 uvádím i fotografii u které jsem nevyužil stativ, difuzér ani polarizační filtr. Na Obr. 4 je snímek bez polarizačního filtru a na Obr. 5 je snímek s polarizačním filtrem.



Obr. 3: Snímek pořízený bez stativu, polarizačního filtru a difuzéru



Obr. 4: Snímek pořízený se stativem a difuzérem



Obr. 5: Snímek pořízený se stativem, difuzérem a s černými brýlemi před čočkou místo polarizačního filtru

4 Zpracování dat

Na snímku získaném pomocí správně fungujícího detektoru jsou žily lokalizovatelné pouhým okem, i přesto ale takový obrázek stále obsahuje velké množství nežádoucího šumu. Tento šum je překážkou pro další počítačové zpracování a je nutné ho odfiltrovat. Po je možné získat tzv. binární obrazu (snímek na kterém je pouze černá a bílá).

4.1 Filtry

Při zpracování dat jsem ořízl Obr. 5 a převedl ho do odstínů šedi Obr. 6. S obrázkem jsem tedy pracoval jako s polem hodnot od 0 do 255 kdy každá hodnota reprezentuje jeden odstín. Filtrování jsem prováděl tak, že jsem na každý pixel a jeho několik sousedů A provedl konvoluci s maskou filtru. Masku filtru je matice $M \in T^{n,n}$, kde n je liché. V případě filtrování se konvoluce provádí podle následujícího vzorce:

$$[A * M]_{x,y} = \sum_{ij} [A]_{ij} \cdot [M]_{ij}, \quad (1)$$

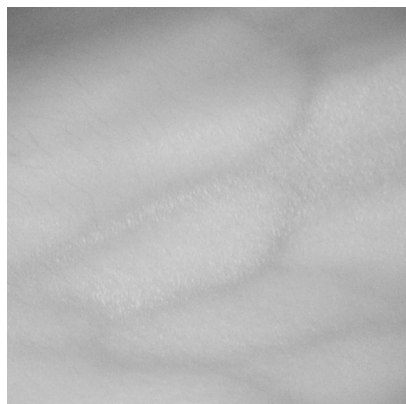
kde x, y jsou souřadnice pixelu ve výsledném obrázku, $i \in \{x - \frac{n-1}{2}, \dots, x + \frac{n-1}{2}\}$ a $j \in \{y - \frac{n-1}{2}, \dots, y + \frac{n-1}{2}\}$.

4.2 Vyhodnocení

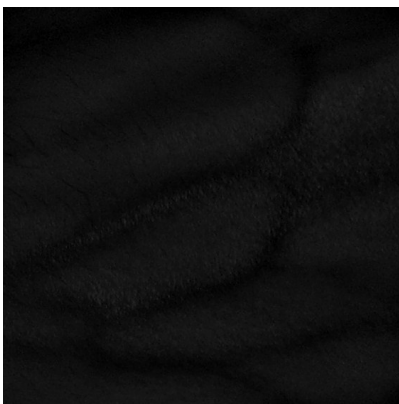
Pro zvýraznění žil v obrázku jsem použil techniku Histogram equalization of highboost filtered image [3]. Tato metoda se skládá z několika kroků. První krok je na obrázek aplikovat highboost filtr [6], který zvýrazňuje detaily, zatímco ponechává informace o celém snímku. Výsledek tohoto filtru je na Obr. 7. Toto sice zvýrazní detaily, ale omezí hodnoty odstínů šedi na malý interval.

Pro zvýšení kontrastu se tedy používá metoda Histogram equalization. Ta zvýší kontrast obrázku tím, že namapuje hodnoty odstínů šedi z omezeného intervalu po použití highboost filtru na celý interval od 0 do 255. Výsledek použití metody Histogram equalization of highboost filtered image je na Obr. 8.

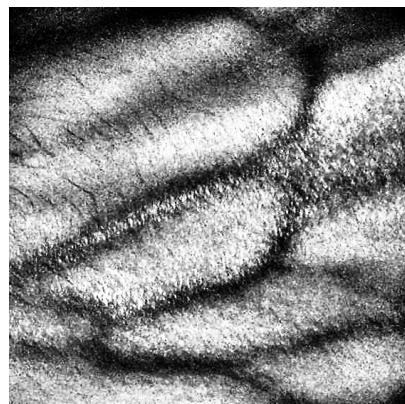
Nakonec jsem na obrázek použil adaptabilní prahový filtr. Díky němu jsem získal binární obraz. Výsledek je na Obr. 9.



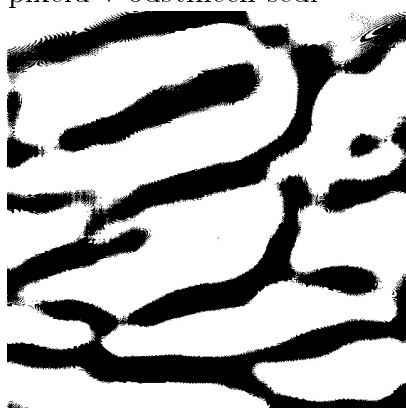
Obr. 6: Obrázek 555 x 556 pixelů v odstínech šedi



Obr. 7: Fotografie po použití hight-boost filtru



Obr. 8: Obrázek po použití ekvalizace histogramu



Obr. 9: Adaptabilní prahový filtr

5 Závěr

Úspěšně jsem sestavil zařízení s jehož pomocí jsem lokalizoval žíly v ruce. Na nejlepší snímek jsem aplikoval metodu Histogram equalization of highboost filtered image. Díky ne zcela rovnoměrnému osvětlení požadované části těla jsem však vyhodnotil některé stíny jako potenciální žíly. V běžné praxi tento problém řeší profesionální difuzéry a polarizační filtry. Získal jsem binární obraz, který je vhodný pro další zpracování, nebo je ho možné promítnout pacientovi zpátky na ruku, tak aby lékaři mohli v reálném čase lokalizovat žíly.

Reference

- [1] S. Crisan, I. G. Tarnovan, and T. E. Crisan, *Radiation optimization and image processing algorithms in the identification of hand vein patterns*,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920548909001007>
- [2] 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
- [3] 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*,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812020620>
- [4] Wikipedia, *Histogram equalization*, 2016,
https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_equalization
- [5] Wikipedia, *Gaussian blur*, 2016,
https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_blur
- [6] *High boost filtering*, 2016,
<http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/gradient/node2.html>
- [7] Wikipedia, *Low pass filter*, 2016,
https://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass_filter
- [8] Wikipedia, *Kernel*, 2016,
[https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_\(image_processing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_(image_processing))