

FINGER VEIN BIOMETRIC SYSTEM

Stanislav Bělehrádek

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xbeleh05@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Mézl

E-mail: mezl@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of this paper is hardware realization and testing of a simple system for biometric user authentication based on finger veins detection. Proposed biometric system is cheap and able to achieve matching accuracy (EER) of 8,96 % for a testing group of 12 people. Cross-correlation of vein patterns is used for comparison of extracted features with templates. This approach gives interesting results.

Keywords: Biometric system, veins, finger, biometrics

1. ÚVOD

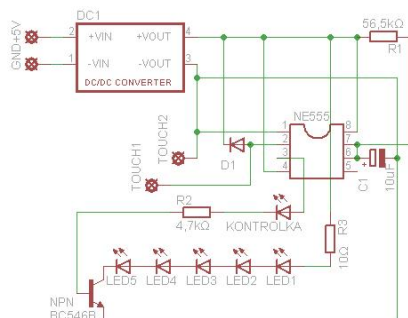
Biometrie krevního řečiště prstu využívá rozdílné absorbance blízkého infračerveného záření (NIR) ve tkáních a v deoxyhemoglobinu obsaženém v žilní krvi. Díky tomu je možné zobrazit žilní strukturu, která je pro každého jedince unikátní a neměnná – je tedy vhodná pro biometrické účely.

V této práci je popsána konstrukce vytvořeného přípravku umožňujícího snímat krevní řečiště prstu a dále je popsáno použité zpracování získaných dat. Vytvořené uživatelské prostředí umožňuje mj. zpracování obrazů nasnímaných přípravkem za účelem verifikace (porovnání 1:1) i identifikace (porovnání 1:N) konkrétní osoby.

2. KONSTRUKCE PŘÍPRAVKU

Snímání probíhá na principu transmisní metody, tzn. prst je umístěn mezi snímač a infračervené diody, které prst prosvětlují. Použité LED mají vlnovou délku záření 880 nm – spolu s použitím transmisní metody je takto dosaženo dostatečného kontrastu zobrazení žil oproti okolní tkáni.

Jako snímač je použita upravená webkamera, ze které je odstraněn IR blokující filtr. Místo něj je před optikou upevněn filtr blokující viditelnou část spektra – použity jsou dva polarizační filtry vzájemně otočené o 90°. Na **Obr. 1** je schéma zapojení obvodu spínání LED a fotografie vyrobeného přípravku. Pro dosažení co nejvyšší homogenity prosvícení prstu je použito 5 do série zapojených LED se zabroušeným pouzdem. Tyto diody jsou zapínány přiložením prstu na dotykové plochy přípravku. Pro napájení i přenos obrazových dat do PC je použito rozhraní USB.



Obr. 1: Schéma obvodu spínání diod a konstrukční řešení přípravku

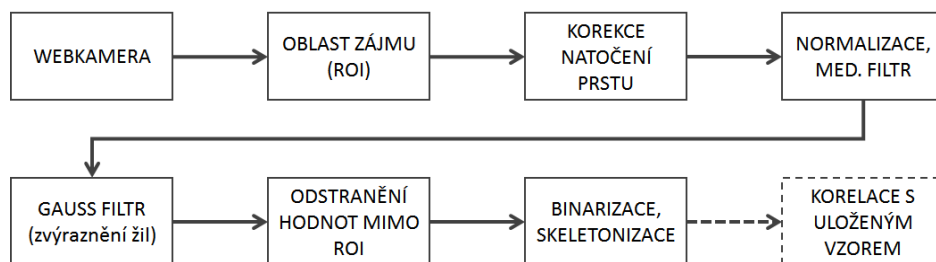
3. BIOMETRICKÉ ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Podstatnou částí každého biometrického systému je však použitý software. Uživatelské prostředí, výpočty i ovládání webkamery jsou naprogramovány v Matlabu. Uživatelské prostředí umožňuje provádět registraci a prohlížení uložených uživatelských údajů, verifikaci, identifikaci osoby z databáze a testování vlastní kvality systému hodnocením získaných snímků větvení žil prstů.

3.1. ALGORITMUS EXTRAKCE BIOMETRICKÉHO VZORU

Proces extrakce biometrického vzoru je popsán blokovým schématem na **Obr. 2**. Snímek z webkamery je z důvodu snížení výpočetních nároků zmenšen na velikost 108×192 pixelů a převeden do šedotónového obrazu. Důležitým krokem je definování oblasti zájmu – ROI (Region Of Interest). Tímto se odstraní nedůležité okolí prstu a navíc je možné z vytvořené masky pomocí detekce okraje prstu obraz vyrovnat. Pro zvýraznění žil byl použit Gaussův filtr [1]. Binarizace je prováděna jednoduchým prahováním obrazu [2] s hodnotou prahu nastavenou na 20 % z maxima (empiricky získaná hodnota). Pro srovnání s uloženým vzorem je použita funkce normalizované vzájemné 2D korelace (1), kde f je obraz, \bar{f} je průměr hodnot obrazu pod vzorem, t je vzor a \bar{t} je průměr hodnot vzoru. Výstupem je matice korelačních koeficientů γ vyjadřující podobnost obou srovnávaných obrazů hodnotami v intervalu -1 až 1 ve všech bodech obrazu [3]. Jako míra shody je bráno maximum v matici.

$$\gamma(u, v) = \frac{\sum_{x,y} [f(x, y) - \bar{f}_{u,v}] [t(x - u, y - v) - \bar{t}]}{\{\sum_{x,y} [f(x, y) - \bar{f}_{u,v}]^2 \sum_{x,y} [t(x - u, y - v) - \bar{t}]^2\}^{0,5}} \quad (1)$$



Obr. 2: Blokové schéma získání vzoru žil

3.2. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

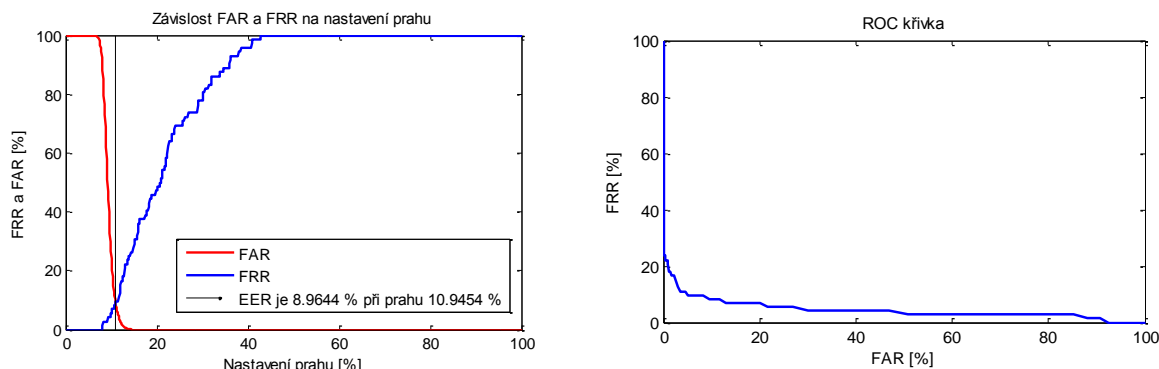
Na **Obr. 3** je vlevo navržené uživatelské prostředí v režimu verifikace a vpravo ukázka fotografie prstu spolu s filtrovaným obrazem, na kterém je patrná korekce natočení prstu směrem doleva. Při použití korelace je největší prakticky dosažená shoda pro stejný prst mezi 50 a 60 %. Práh pro rozhodování je pevně nastaven na 15 %, což se po testování jeví jako optimální hranice.



Obr. 3: Uživatelské prostředí programu a ukázka filtrovaného obrazu

4. HODNOCENÍ KVALITY SYSTÉMU

Pro hodnocení biometrických systémů jsou důležitými údaji hodnoty FRR a FAR. Velikost FRR (False Reject Rate - míra chybného odmítnutí) vyjadřuje, s jakou pravděpodobností systém uživatele nesprávně odmítne a FAR (False Accept Rate - míra chybného přijetí) s jakou pravděpodobností přijme neoprávněného uživatele. Z těchto hodnot se dále získává tzv. ROC křivka (závislost FRR na FAR) a EER (Equal Error Rate – míra vyrovnání chyb při FAR = FRR) [4]. Na **Obr. 4** je vlevo zobrazení EER a vpravo výsledná ROC křivka pro skupinu 12 osob. Každý prst byl snímán pětkrát.



Obr. 4: EER a ROC křivka

Výsledné EER 8,96 % při prahu 10,95 % není optimální, běžně se hodnoty podobných systémů pohybují pod 1 %. Z ROC křivky lze vyčíst, že při požadavku na vysokou bezpečnost (FAR = 0 %) by přibližně čtvrtina osob musela pokus o autentizaci opakovat. Při prahu nastaveném na 15 % je FAR = 0 % a FRR = 27,78 %. Pro testovanou skupinu osob je průměrná shoda pro jiný prst 9,35 % a 21,60 % pro stejný prst. Čas potřebný k identifikaci uživatele z databáze 12 osob je na notebooku s dvoujádrovým procesorem s frekvencí 1,75 GHz a 6 GB paměti RAM průměrně 6,7 sekund.

5. ZÁVĚR

Vytvořený biometrický systém vykazuje i při použití obyčejné vzájemné korelace jako funkce pro porovnání vzorů dobré výsledky. Při snímání s pozměněnými parametry nastavení barev webkamery bylo v testovacích podmínkách dosaženo mnohem lepších výsledků s EER = 4,1 %. Dalším postupem bude testování a srovnávání různých metod filtrace, snímání žil prstu pro větší skupinu osob a optimalizace rychlosti výpočtů pro větší databázi.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu MŠMT LD14013.

REFERENCE

- [1] LEE, Eui Chul, Hyunwoo JUNG a Daeyeoul KIM. New Finger Biometric Method Using Near Infrared Imaging. *Sensors* [online]. 2011, vol. 11, issue 12, s. 2319-2333 [cit. 2015-03-02]. DOI: 10.3390/s110302319.
- [2] TRAVIESO, Carlos M., Juan Jose FUERTES a Jesus B. ALONSO. Derivative method for hand palm texture biometric verification. In: *2011 Carnahan Conference on Security Technology* [online]. IEEE, 2011, s. 1-5 [cit. 2015-03-21]. ISBN 978-1-4577-0903-6. DOI: 10.1109/CCST.2011.6095889
- [3] TSAI, Du-Ming a Chien-Ta LIN. Fast normalized cross correlation for defect detection. *Pattern Recognition Letters* [online]. 2003, vol. 24, issue 15, s. 2625-2631 [cit. 2015-03-02]. DOI: 10.1016/S0167-8655(03)00106-5.
- [4] DRAHANSKÝ, Martin a Filip ORSÁG. *Biometrie*. 1. vyd. [Brno: M. Dražanský], 2011, 294 s. ISBN 978-80-254-8979-6