

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Biometrické systémy

Rozpoznání otisku prstu

Obsah

1	Úvod	2
2	Technológia	2
3	Biometrika	2
4	Databáza odtlačkov	2
5	Algoritmus rozpoznávania	2
5.1	Transformácia do čierno - bielej	3
5.2	Invertovanie čiernej a bielej	3
5.3	Skeletonization	3
5.4	Ridge count	4
5.5	Feature vector	4
5.6	Porovnanie	4
6	Výkonnosť systému	4
7	Záver	5
	Reference	6

1 Úvod

Úlohou projektu bolo implementovať biometrický systém, ktorý rozpoznáva odtlačok prsta. Následne mal byť implementovaný biometrický systém otestovaný na vybranej biometrickej databáze a zhodnotený jeho parametre výkonnosti (FAR, FRR, ...).

Tento dokument popisuje biometriku, použité algoritmy a postup práce.

2 Technológia

Systém je postavený na BIO.frameworku[1] - biometrický framework ktorý uľahčuje získavanie a prezentáciu výsledkov. Samotný BIO.framework je tvorený v jazyku C# a na uľahčenie práce s obrázkami využíva EmguCV[2] - wrapper nad knižnicou OpenCV[3].

3 Biometrika

Odtlačok prsta je jednou z najznámejších a najpoužívanějších biometrík. Odtlačok je tvorený obrazcom, ktorý vytvárajú tzv. papilárne línie. Ako biometrika je veľmi vhodná pre autorizačné a identifikačné účely a to vďaka svojim vlastnostiam ktoré popisujú nasledovné daktyloskopické zákony[4]:

- Na svete neexistujú žiadny dvaja ľudia, ktorých papilárne línie by mali rovnakú štruktúru.
- Vzor tvorený papilárnymi líniami zostáva po celý život jedinca relatívne nemenný.
- Papilárne línie sú obnovované dorastaním kože na povrchu prstov. Tieto línie nemôžu byť poškodené či odstránené, ak nie je poškodená epidermiálna vrstva kože. Potom už nedôjde na tomto mieste k obnove papilárnych líní.
- Konfiguračné typy sa individuálne menia, ale zmeny sú natoľko malé, že ležia v tolerančných limitoch a tým umožňujú systematickú klasifikáciu.

4 Databáza odtlačkov

Pre testovanie systému bola použitá databáza UPEK Fingerprint Database, ktorá je voľne k stiahnutiu na stránke advancedsourcecode.com[5]. Od ostatných databáz sa vyznačuje jasnými fotografiami bez popisu v obraze a s porozumiteľnými názvami súborov. Databáza obsahuje 128 fotografií vo formáte .PNG pričom každý unikátny prst/palec je nasnímaný vždy osem krát. Názvy súborov sú v tvare *idOdtlacku_poradoveCislo*.

5 Algoritmus rozpoznávania

Pri procese rozpoznávania sa postupne na vstupný obrázok aplikujú tieto kroky:

1. Transformácia do BW (OTSU'S thresholding)
2. Invertovanie čiernej a bielej
3. Ztenčenie papilárnych líní (Skeletonization)
4. Detekcia počtu papilárnych líní (Ridge count)
5. Vytvorenie feature vektora
6. Porovnanie

5.1 Transformácia do čierno - bielej

Kedže vstupné fotografie sú v rôznych stuňoch šedej, je potrebné ako prvý krok vykonať prevod na čierno-biely obraz. K transformácii bola využitá metóda Otsu's Thresholding ktorá je implementovaná v EmguCV knihovni. Táto metóda sa vyznačuje svojim automatickým vypočítaním hodnoty *threshold* pre daný obrázok tak, aby sa dosiahol čo najlepší prevod.



Obrázek 1: Odtlačok po BW transformácii

5.2 Invertovanie čiernej a bielej

V ďalšom kroku sa invertuje čierna farba na bielu a vice versa. Táto operácia je potrebná pre ďalší krok - skeletonizáciu.

5.3 Skeletonization

Výsledok predošlých krokov obsahuje extrahované papilárne línie, ktoré budú v tomto kroku stenšené. Implementovaný algoritmus ztenšenia využíva *Morfologickú transformáciu Opening* spolu s *Erode* implementované v OpenCV. V iteráciách sa na vstupný obrázok aplikuje Opening, logický súčet s výstupom a Erode, až pokiaľ zo vstupného obrázka nič neostane. Tento algoritmus sa pre účely odtlačkov prstov ukázal ako osvedčený.



Obrázek 2: Odtlačok po stenčení

5.4 Ridge count

Na stenčenom odtlačku sa dobre vykonáva počítanie papilárnych línií. Detekovaním zhlukov bielych pixelov za sebou s maximálnou medzerou 2 pixely sa určí jedna línia. V projekte je implementovaná funkcia pre počítanie v horizontálnom a vertikálnom smere zvlášť. Na obrázku 3. sú sivou farbou detekované zhluky pixelov predstavujúce papilárne línie.



Obrázek 3: Detekovanie papilárnych línií v horizontálnom smere

5.5 Feature vector

Feature vector v tomto projekte predstavuje pole piatich *integer* hodnôt. V každom odtlačku spočítame počet papilárnych línií na piatich osiach, dvoch vertikálnych a troch horizontálnych. Hodnoty počtov sú jednoducho vložené do poľa.



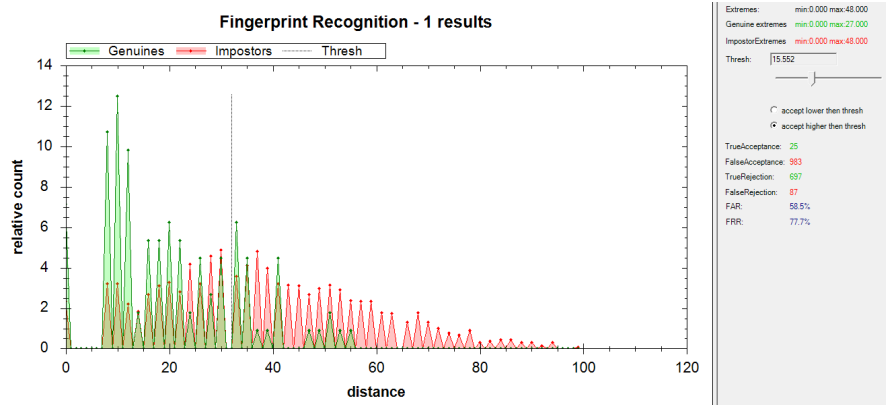
Obrázek 4: Osy počítania papilárnych línií.

5.6 Porovnanie

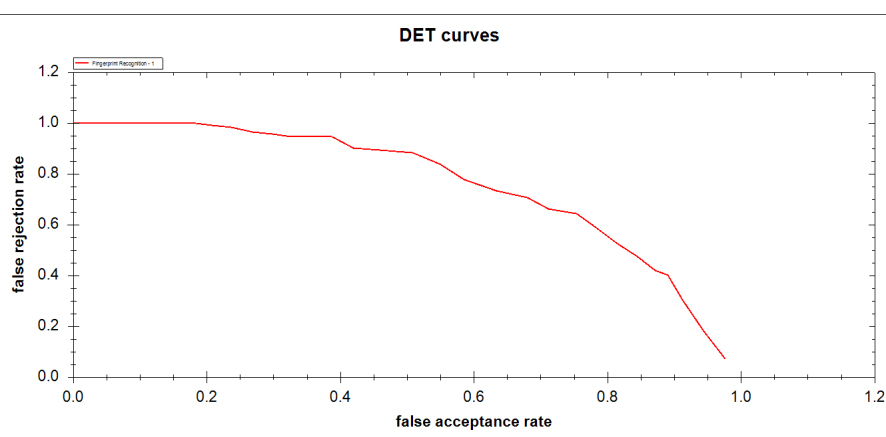
Na základe priamočiarosti feature vectora, komparátor dvoch feature vectorov vypočítava *Matching score* jednoduchým spočítaním absolútnych hodnôt rozdielov príslušných počtov papilárnych línií.

6 Výkonnosť systému

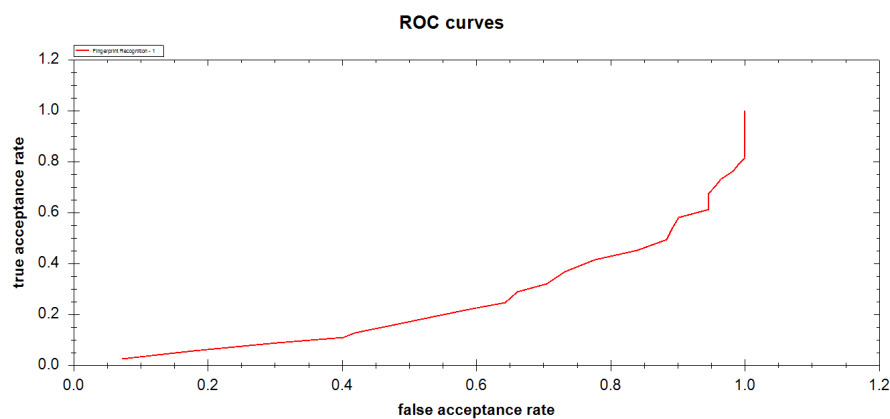
Implementovaný systém sa ukázal ako veľmi nepresný. Pri najpriaznivejšom nastavení hranice boli stále ukazovatele FRR a FAR na hodnotách 77% a 58%. Na nasledujúcich obrázkoch je výkonnosť detailnejšie popísaná.



Obrázek 5: Celkový graf výsledku



Obrázek 6: DET graf



Obrázek 7: ROC graf

7 Záver

Výstupom projektu je implementácia biometrického systému na rozpoznávanie odtlačkov prstov. Zvolený algoritmus bohužiaľ nedosahoval prijateľné výsledky z čoho vyplýva nevhodnosť rozpoznávať odtlačky prstov len a len na základe počtu papilárnych línií. Takýto biometrický určite nieje vhodný na nasadenie do reálneho sveta, ale je to solídny základ pre ďalšie optimalizácie a úpravy.

Reference

- [1] Bio.framework source code. www.fit.vutbr.cz/~ikanich/BIOFW_demo.zip.
- [2] EmguCV library. http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page.
- [3] OpenCV library. <https://opencv.org/>.
- [4] Kanich Draňanský. Rozpoznávání podle otisků prstů. online, 2014.
- [5] Advanced source code. <http://www.advancedsourcecode.com/fingerprintdatabase.asp>.