

# Spolehlivost 3D čtečky obličeje

Reliability 3D Face Reader

Róbert Valovič

---

Bakalářská práce  
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Róbert Valovič**  
Osobní číslo: **A11070**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Spolehlivost 3D čtečky obličeje**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na biometrickou identifikaci osob.
2. V literární rešerši se zaměřte na způsob identifikace osob pomocí obličeje.
3. Proveďte základní měření identifikace osob pomocí 3D čtečky obličeje.
4. Navrhňte laboratorní úlohu pro studenty magisterského stupně studia. V rámci této úlohy studenti ověří spolehlivost zařízení (parametry FAR a FRR) a současně mezní podmínky měření.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. BITTO, Ondřej. Šifrování a biometrika, aneb, Tajemné bity a dotyky. Vyd. 1. Kralice na Hané: Computer Media, 2005, 168 s. ISBN 80-86686-48-5.
2. BLAŽEK, Vladimír a Radek TRNKA. Lidský obličej: Vnímání tváře z pohledu kognitivních, behaviorálních a sociálních věd. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1556-1.
3. DRAHANSKÝ, Martin a Filip ORSÁG. Biometrie. Vyd. 1. [Brno: M. Drahanský], 2011, 294 s. ISBN 978-80-254-8979-6.
4. RAK, Roman, Václav MATYÁŠ a Zdeněk ŘÍHA. Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. ISBN 978-80-247-2365-5.
5. JANEČEK, Tomáš. Biometrika [online] [cit. 2014-01-21]. Dostupné z <http://www.nula.wz.cz/biometrika/>

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.**  
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**7. března 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**10. června 2014**

Ve Zlíně dne 7. března 2014



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalárska práca hovorí o biometrii všeobecne a v ďalšom kroku sa venuje biometrickým bodom vďaka ktorým je proces identifikácie alebo verifikácie možný. Druhá časť práce sa venuje samotnej identifikácii a verifikácii pomocou 3D čítačky tváre.

V praktickej časti rieši samotnú otázku identifikácie pomocou zariadenia Broadway a programu určenému k ovládaniu zariadenia. V druhom bode tejto časti je navrhnutá úloha pre magisterský stupeň štúdia, ktoré slúži na overenie spoľahlivosti zariadenia pomocou parametrov FAR a FRR.

Klíčová slova: biometria, identifikácia, verifikácia, 3D čtečka tváre, spoľahlivosť

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis talks about biometrics in general and the next step is devoted to Biometric make it a point process identification or verification possible. The second part is about identification and verification using 3D face reader.

In the practical part addresses the issue of identifying itself using the device and Broadway program designed to control the device. The second part of this section is designed task for masters degree studies, which is used to verify the reliability of the device parameters using the FAR and FRR.

Keywords: biometrics, identification, verification, 3D face reader, reliability

Chcel by som sa poďakovať môjmu školiteľovi doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D za usmerňovanie pri písaní mojej bakalárskej práce, a tak isto za pomoc a odporúčania pri meraní. Ďalej by som sa chcel poďakovať Ing. Hane Talandovej a Stanislavovi Kovářovi za pomoc a ich cenné rady pri meraniach na zariadení. V neposlednom rade ďakujem rodine za podporu pri písaní mojej práce.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 BIOMETRIA</b> .....	<b>11</b>
1.1 IDENTITA.....	12
1.1.1 Identifikácia a verifikácia.....	12
1.1.2 Autentizácia.....	13
1.2 FAR A FRR .....	14
1.2.1 FAR – Pravdepodobnosť chybného zamietnutia .....	14
1.2.2 FRR – Pravdepodobnosť chybného prijatia .....	14
<b>2 HLAVNÉ PRVKY BIOMETRIE SNÍMANÉ NA ČLOVEKU</b> .....	<b>15</b>
2.1 BIOMETRIKA RUKY.....	16
2.1.1 Odtlačok prstu .....	16
2.1.1.1 Klasifikácia podľa troch základných vzorov .....	16
2.1.1.2 Význačné znaky .....	18
2.1.2 Geometria ruky.....	18
2.1.2.1 Založené na priamych meraniach .....	19
2.1.2.2 Zarovnávanie rúk .....	20
2.1.2.3 Analýza šírky prstov .....	20
2.1.3 Tvar krvného riečiska a tvar lôžka nechtu .....	21
2.1.3.1 Krvné riečisko .....	21
2.1.3.2 Lôžko nechtu.....	22
2.2 PÍSMO A PODPIS.....	22
2.2.1 Základy rozpoznávania .....	22
2.2.2 Metódy rozpoznávania podpisu .....	23
2.3 OČNÁ DÚHOVKA A OČNÁ SIETNICA .....	23
2.3.1 Identifikácia podľa dúhovky .....	23
2.3.1.1 Výhody a nevýhody .....	25
2.4 VERIFIKÁCIA PODĽA HLASU .....	25
2.4.1 Identifikácia podľa sietnice.....	26
2.4.1.1 História identifikácie podľa sietnice.....	26
2.4.1.2 Technológie a princípy .....	27
<b>3 IDENTIFIKÁCIA POMOCOU TVÁRE</b> .....	<b>28</b>
3.1 ANTROPOMETRIA A JEJ BODY .....	29
3.1.1 Nos a body v jeho okolí .....	30
3.1.2 Pery a ich body.....	30
3.1.3 Oči.....	31
3.2 SNÍMANIE TVÁRE POMOCOU 3D TECHNOLOGIE .....	32
3.2.1 Druhy reprezentácie tváre .....	33
3.2.2 Fázy procesu snímania a identifikácie .....	33
3.3 PODOBNOSTI A ICH HĽADANIE.....	35
3.3.1 Druhy podobností.....	35
3.3.1.1 ICP algoritmus .....	35
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>37</b>

---

<b>4</b>	<b>PRÁCA NA ZARIADENÍ A PRÁCA SO SOFTVÉROM .....</b>	<b>38</b>
4.1	PRIDÁVANIE OBJEKTOV DO DATABÁZY. ....	42
4.2	IDENTIFIKOVANIE A VERIFIKOVANIE .....	45
4.3	MÓD PRE KONTROLU VSTUPU .....	46
<b>5</b>	<b>OVERENIE SPOLAHLIVOSTI ZARIADENIA.....</b>	<b>48</b>
5.1	LABORATÓRNA ÚLOHA.....	48
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>55</b>



## ÚVOD

Prvé používanie jedinečných vlastností na človeku začali ľudia používať už v praveku keď sa zachovali odtlačky v jaskyniach, odtlačky prstov na rôznych výrobkoch čo slúžilo ako podpis jeho vynálezcu, v prípade malieb podpis autora, ktorý bol realizovaný odtlačkom dlane.

V dnešnej dobe pojem biometria v značnej miere rozvinul a využitie biometrie, resp. biometrických systémov je veľmi rozšírené. Tento vývoj úzko súvisí s vývojom počítačových technológií. Identifikácia podľa biometrických vlastností, ktoré sú jedinečné pre každého človeka, je v tejto dobe veľmi populárna a prikladá sa jej veľká váha v komerčnej sfére. Biometrické systémy sa dajú využiť na rôznych miestach, napríklad pre kontrolu vstupov, identifikáciu ľudí na verejných priestranstvách pri turniketoch (letiská, autobusové a vlakové stanice, banky). Tieto systémy majú veľkú výhodu oproti ostatným identifikačným zariadeniam. Pracujú s fyzickou identitou užívateľa, takže identifikačné karty alebo elektronické čipy nie sú potrebné a tým pádom sa zvyšuje možnosť zabránenia neželanému vstupu.

Avšak široká verejnosť stále pociťuje strach z toho, že zariadenia im môžu poškodiť zdravie, obzvlášť pri identifikovaní pomocou dúhovky. Niektoré druhy identifikácie sú menej akceptovateľné spoločnosťou. To však neplatí pre identifikáciu pomocou 3D čítačky tváre. Výber biometrického systému pomocou ktorého sa bude riadiť vstup do objektu je činnosť, ktorú nemožno podceňovať a treba pri nej myslieť na určité faktory podľa ktorých sa vykonáva finálna voľba systému.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 BIOMETRIA

Pojem biometria vznikol zložením dvoch slov. Prvým je „bios“ a druhým je „metron“. Tieto slová vo svojej podstate znamenajú „meranie života“. Podľa prekladu tohto pojmu je možné dedukovať o čom samotná biometria pojednáva a čoho sa bude týkať.

Biometria je rozpoznávanie ľudí na základe ich jedinečných rysov. Tieto rysy sa delia na anatomické (fyziologické) a behaviorálne.

Anatomické fyziologické vlastnosti vyplývajú z jedného charakteristického znaku, ktorý má každý človek. Je to konkrétna biometrická vlastnosť. Výhodou anatomickej vlastnosti je to, že je vždy prítomná, nedá sa ovplyvniť, bez vynaloženia úsilia, stavom dotyčného.

### **Anatomické fyziologické vlastnosti**

- odtlačok prstu
- tvár
- dúhovka a sietnica oka
- geometria ruky
- dlaň
- statická forma podpisu
- tvar ucha
- DNA

Dynamické vlastnosti, nazývajú sa aj behaviorálne, vyplývajú vždy z nejakej akcie, ktorú práve daný subjekt vykonáva. Tento spôsob analyzovania behaviorálnych vlastností sa nazýva dynamická metóda. Hlavnou nevýhodou tohto typu identifikovania je, že daná biometrická vlastnosť je ľahko ovplyvniteľná. Dá sa naučiť, nacvičiť, pri tóne hlasu napríklad modulovať hlas na požadovanú frekvenciu.

### Dynamické vlastnosti

- Mímika pier
- Mímika tváre
- Chôdza

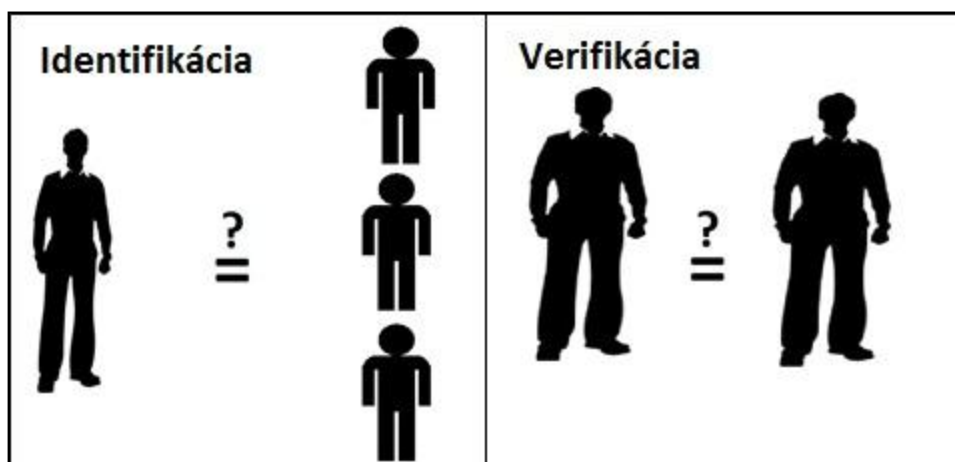
## 1.1 Identita

Pre ďalšie pokračovanie práce je nutné opísať pojem identita a ďalšie dva pojmy identifikácia a verifikácia. Komplexné rozpoznávanie osôb je založené na tom, že identifikácia druhého jedinca je vykonávaná podľa jeho jednoznačnej identity. Je to jednoznačná charakteristika každého z nás.

Identita má svoje delenie. Jedná sa buď o fyzickú alebo elektronickú identitu. Fyzická identita je definovaná našim zovňajškom, správaním sa v spoločnosti, chôdzou. Každý jeden človek má svoju identitu, ale nemôžeme zabúdať na to, že iba jednu jedinú. Elektronická identita je druhý typ. Jedná sa napríklad o účty na emailových klientoch, sociálnych sieťach ale tak isto aj identifikačné karty, prístupové karty. Počet vytvorených identít závisí čisto od jedinca a jeho požiadaviek.

### 1.1.1 Identifikácia a verifikácia

Na obrázku môžeme vidieť rozdiel medzi identifikáciou a verifikáciou. Oba tieto pojmy sú vysvetlené pod nimi.



Obrázok 1 - Identifikácia a verifikácia

*„Identifikace je proces porovnání, ztotožnění nasnímaného biometrického vzorku se všemi referenčními šablonami, uloženými v databázi vedúci ke zjištění, která referenční šablona (existuje-li v databázi) odpovídá šabloně vytvořené z nasnímaného vzorku. Identifikující biometrická aplikace pak rozpozná totožnost proěřované osoby. Identifikace odpovídá na otázku „Kdo to je?“.“ [2]*

K identifikácii dochádza vždy v prípade, keď je potrebné zistiť identitu človeka. Pre bližšie popísanie, je to situácia vtedy, keď osoba zadá systému svoju jedinečnú biometrickú vlastnosť (sken tváre, odtlačok prsta, sken dúhovky) a identita ostane utajená. Systém potom biometrickú vlastnosť spracuje a porovná s databázou kde sú k biometrickým vlastnostiam priradené identity ich vlastníkov. Výstupy sú len dva, buď je vypísaná nájdená identita, alebo výpis identita nenájdená. Systém je prepojený s databázou už existujúcimi záznamami identít s ktorými systém nachádzajúci sa v zariadení pracuje. Práve z tohto dôvodu sa pri rozsiahlejších databázach robí to, že sa vytvárajú pod kategórie aby sa znížil počet prehľadávaných záznamov o identite. Identifikácia má samozrejme aj iný názov. Hovorí sa jej buď porovnanie 1:N alebo porovnanie 1:MANY. V oboch týchto označeniach ide o to, že je jedna vzorka, ktorá sa porovnáva s N/MANY (veľa) vzorkami v databázy. [2]

V prípade verifikácie je princíp odlišný. Tu sa podľa elektronickej identity, ktorú má už subjekt zaevidovanú v spomínanej databázy, overuje fyzická identita. V databáze bude vyhľadáný príslušný záznam, ktorý obsahuje biometrické dáta. V prípade, že daný záznam neexistuje je užívateľovi zamietnutý prístup. V druhom prípade, keď záznam existuje, dôjde k porovnaniu dát a v prípade, že nastane zhoda tak je výstup Potvrdené. Ak zhoda, naopak, nenastane tak je výstupom Nepotvrdené. Výstupy hovoria o potvrdení alebo nepotvrdení danej identity. Verifikácii sa tak isto hovorí aj porovnanie 1:1. Podľa uvedeného údaju sa porovnáva jeden záznam s jedným s ďalším záznamom, ktorý je v príslušnom zozname. Je tomu tak aj v skutočnosti. Porovnávajú sa jedny vstupné dáta (elektronická karta) s dátami, ktoré sú uložené v databáze.

### 1.1.2 Autentizácia

V biometrii je veľmi pravdepodobné, že narazíme na termín autentizácia. Týka sa predovšetkým acces systémov (prístupových). Môže sa jednať o prístup do počítaču a tak isto aj priestorov.

Autentizácia je založená na potvrdzovaní autentičnosti danej osoby. Tento pojem potvrdzuje jej hodnovernosť. Využíva sa ako pri identifikácii, tak isto aj pri verifikácii.

## 1.2 FAR a FRR

Kritérií alebo charakteristík podľa ktorých sa porovnávajú biometrické systémy v dnešnej dobe už existuje veľa. Určite prvou charakteristikou, podľa ktorej je možné porovnávať systémy je rýchlosť spracovania, ďalšími možnosťami pre porovnanie je napríklad kapacita (počet identifikácií a verifikácií) alebo cena a tak isto aj prijateľnosť alebo akceptovateľnosť užívateľom. Existujú však aj ďalšie kritéria, ktoré sú v praxi viac významné ako vyššie spomínané charakteristiky. Tieto je možné tak isto nazvať aj nežiaduce vplyvy

### 1.2.1 FAR – Pravdepodobnosť chybného zamietnutia

Označenie vychádza z anglického **False Acceptance Rate** a pojednáva o chybnom zamietnutí užívateľa, ktorý má oprávnenie, algoritmom v dôsledku čoho sa musí celé snímanie ešte jeden krát zopakovať. [4]

Na vypočítanie tohto nežiaduceho javu existuje vzorec. [5]

$$FAR = \frac{\text{počet chybných prijatí}}{\text{počet pokusov neoprávnených osôb}}$$

### 1.2.2 FRR – Pravdepodobnosť chybného prijatia

Ako pri predchádzajúcom, vyplýva skratka z anglického **False Rejection Rate** a hovorí o pravdepodobnosti s akou bude systém pracovať chybné a nedôjde k rozpoznanie oprávneného užívateľa. Podmienka je, že tento užívateľ má uloženú svoju referenčnú šablónu (záznam). Z hľadiska bezpečnosti sa nejedná o jav, ktorý príliš narušuje bezpečnosť objektu. V prípade, že by užívateľovi bol prístup odmietnutý, podrobí sa druhému meraniu.

Ako aj v prvom prípade, vzorec je uvedený nižšie [5]

$$FRR = \frac{\text{počet chybných odmietnutí}}{\text{počet pokusov neoprávnených osôb}}$$

## 2 HLAVNÉ PRVKY BIOMETRIE SNÍMANÉ NA ČLOVEKU

Druhá kapitola bude venovaná hlavným prvkom biometrickej identifikácie na ľudskom tele, ktoré sa pomocou biometrických systémov porovnávajú, pridelujú danému človeku a analyzujú.

Každý jedinec (subjekt) je nejakým spôsobom jedinečný a práve s týmto tvrdením operujú biometrické systémy. Jedinečnými vlastnosťami disponuje každý človek, má určité znaky, prvky, ktoré je možné zaznamenať a prostredníctvom nich biometrický systém ďalej vyhodnotí či ten daný človek smie, alebo naopak nesmie napríklad vstúpiť do fabriky alebo na letisku identifikovať hľadaného.

Ako bolo spomínané vyššie, rozlišuje sa z dvoch kategórii vlastností. Pre pripomenutie sú to, behaviorálne a anatomické fyziologické vlastnosti. Podľa dostupnej literatúry sú uvedené tabuľky, ktoré jednoducho a zrozumiteľne ukazujú na hodnotách 1 – 3 hviezdičky (kde 1 – Nízka, 2 – Stredná, 3 – Vysoká) dva porovnávané aspekty. Prvým je presnosť a druhým je cena. Prvé rozdelenie je možné vidieť nižšie (Tabuľka 1), ktorá sa týka fyziologických vlastností. Pod ňou je druhé rozdelenie (Tabuľka 2), týkajúca sa behaviorálnych vlastností na človeku.

Tabuľka 1 – Fyziologické vlastnosti [2]

Prehľad základných fyziologických vlastností			
Typ	Fyziologické vlastnosti	Presnosť	Cena
Fyziologické	odtlačok prstu	* * *	*
	geometria ruky	* *	* *
	rozpoznávanie tváre	* *	* *
	očná dúhovka	* * *	* * *
	očná sietnica	* * *	* * *
	lôžko nechtu	* * *	* *
	DNA	* * *	* * *

Tabuľka 2 – Behaviorálne vlastnosti [2]

Prehľad základných behaviorálnych vlastností			
Typ	Behaviorálne vlastnosti	Presnosť	Cena
Behaviorálne	overenie hlasu	*	*
	dynamika podpisu	*	*
	dynamika stlačenia kláves	* *	*

Ako je možné vidieť v tabuľkách 1 a 2, ich hodnoty sa vzájomne líšia. Vo výsledku porovnaní z dvoch dostupných tabuliek je najvýhodnejšie a zároveň najefektívnejšie použiť zariadenie určené pre identifikáciu pomocou odtlačkov prstou. Cena aj jeho presnosť a hlavne vzťah medzi týmito dvoma položkami vykazujú optimálne prepojenie.

## **2.1 Biometrika ruky**

Do tejto kategórie spadá viac ako len jedna možnosť overovania a porovnávania. Na ruke sa nachádza veľa jedinečných a zároveň merateľných vlastností. Určite každého hneď pri pojme biometrika ruky, napadne odoberanie odtlačku prstu, ale ako bolo spomenuté vyššie, nie je to jediná možnosť. Ďalej existuje geometria ruky/dlane, dynamika podpisu, dynamika úderov prstov na klávesnicu, vzor krvného riečiska, tvar lôžka nechtu a tak isto aj absorbujúce spektrum ľudskej pokožky.

### **2.1.1 Odtlačok prstu**

Pri pohľade na ruku a jej časti, napríklad dlaň, prst, je možné vidieť určité čiarky tvorené prepádkami a vyvýšeniami. Odborne sa tieto čiarky nazývajú papilárne línie. Nachádzajú sa vždy na vnútornej strane prstu, či už na pokožke na rukách alebo nohách.

Keď nazrieme viac do histórie, dočítali by sme sa, že ako prvý človek, ktorý popísal typy charakteristických vzorov papilárnych línií bol Jan Evangelista Purkina. On ich klasifikoval do deviatich základných vzorov. Toto rozdelenie sa postupom času upravovalo a formovalo. V tejto dobe sa používajú tri základné vzory, ktoré vyplývajú z rozdelenia spomínaného vyššie. [2]

#### **2.1.1.1 Klasifikácia podľa troch základných vzorov**

Toto rozdelenie slúži k redukovaniu množstva vzorov, ktoré môžu byť relevantné. Vlastná identifikácia je však založená na porovnávaní markantov. Markanty sú napríklad body (veľmi malé ryhy), ostrovčeky (ryhy, ktoré sú o niečo málo väčšie ako body, ktoré ležia v priestore medzi rozdvojenou ryhou) alebo mostíky (ryhy, ktoré spájajú dve susedné ryhy).



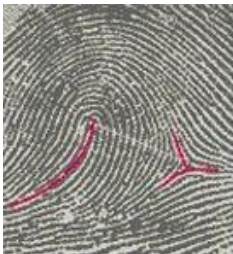
### Oblúk



V tomto prípade je možné vidieť, že papilárne línie majú tvar oblúku. Ďalej vzor neobsahuje žiadne útvary (deltý), v ktorých by bolo vidieť, že papilárne línie sa rozdeľujú do troch smerov.

Obrázok 2- Oblúk [6]

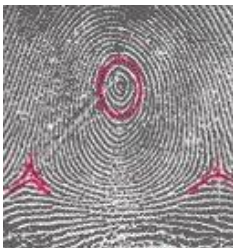
### Slučka



Pri druhom obrázku je potrebné si všimnúť ako sú línie vyformované. Na obrázku je možné vidieť tvár línií zvýraznených farbou. Tu platí, že medzi deltou a stredom musí byť aspoň jedna prebiehajúca línia.

Obrázok 3 – Slučka [6]

### Špirála



Podľa zvýraznených línií vidieť na obrázku, že línie vytvárajú špirálovité obrazce, ktoré majú svoje vlastné jadro v ich strede. Tu je podmienka, že vzor musí obsahovať aspoň dve delty, z toho jedna musí mať samostatne prebiehajúcu líniu.

Obrázok 4 – Špirála [6]

### 2.1.1.2 Význačné znaky

Ak je potreba niekoho identifikovať podľa jeho vlastného odtlačku prstu, využívajú sa k tomu práve tie význačné znaky respektíve markanty, ktoré tvoria papilárne línie.

V tejto dobe existuje už viac druhov markantov, podľa ktorých je možné identifikovať hľadanú osobu. Ako prvé by som určite spomenul body (veľmi malé ryhy), ostrovčeky (ryha, ktoré je o niečo málo väčšia ako bod, ležiaca v priestore medzi rozdvojenou ryhou) a ako posledné sú mostíky (malé ryhy, ktoré spájajú dve susedné ryhy).

V priemere, každý jeden odtlačok prsta obsahuje 75 – 175 markantov. Tak isto sa stáva, že niektoré z nich sa vyskytujú častejšie ako tie druhé.

### 2.1.2 Geometria ruky

Samotná geometria ruky sa delí na 2 metódy. Prvá metóda je založená na 2D geometrii ruky. Druhou, aj keď ešte nie tak veľmi používanou, metódou je 3D detekcia. Rekonštrukcia ruky pomocou 3D obrazu v tejto dobe nie je vôbec neznámy pojem. Veda a technika idú veľmi rýchlo vopred, preto je len otázkou času kedy sa budú zariadenia, schopné pracovať s 3D detekciou rúk, používať a bude po nich omnoho väčší dopyt ako je po 2D.

Ako každé aj toto rozpoznávanie je založené na tom, že každý jeden človek je jedinečný a tak isto má na svojom tele jedinečné markanty. Toto isté platí aj pri našej ruke.

Na rozpoznanie identity podľa ruky sa používajú 4 jedinečné charakteristiky a každý z nás ich má odlišné.

#### 4 hlavné charakteristiky:

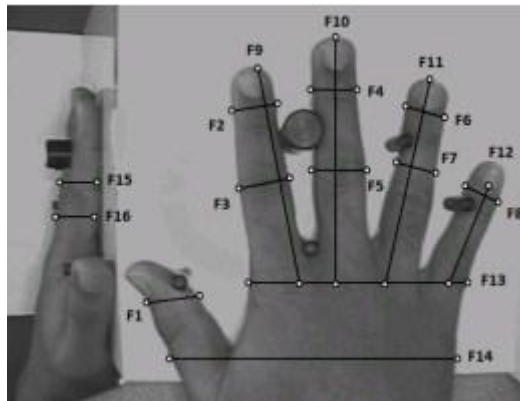
- dĺžka prstov
- šírka prstov
- výška prstov
- zakrivenie a lokálne anomálie

Podľa 2D a 3D geometrie ruky existujú isté základné metódy, podľa ktorých sa rozpoznávajú osoby. Keďže sa práca primárne nevenuje rozpoznávaniu osôb pomocou ich rúk, tak metódy budú len stručne popísané a nebudú opisované podrobnejšie.

### 2.1.2.1 Založené na priamych meraniach

Ako hovorí nadpis, táto metóda je založená na priamych meraniach, konkrétne na priamych meraniach, ktoré sú zamerané na rozličné významné rozmery. Tieto rozmery sa merajú a analyzujú zo snímky ruky.

Pre ilustráciu je priložený obrázok (Obrázok 5) zariadenia, bežne používaného v priemysle komerčnej bezpečnosti. Je veľmi dobre vidieť miesto kam sa pokladá ruka. Na obrázku je tak isto vidieť aj distančné kolíky.



Obrázok 5 – Rozmiestnenie prstov [16]

Distančné kolíky presne definujú pozíciu ruky pri meraní, ďalej znemožňujú do istej miery hýbať s rukou. Je to veľkou výhodou, pretože potom nie je treba prevádzať korekciu pre orientáciu celej ruky, posunutia ruky, vzdialenosti medzi prstami. Po vylúčení všetkých vyššie vymenovaných korekcií, bude algoritmus, slúžiaci k výpočtom, zjednodušený a celé spracovanie prebehne rýchlejšie.



Obrázok 6 – Priame meranie [15]

### 2.1.2.2 Zarovňavanie rúk

Ďalšou, zároveň druhou metódou je metóda zarovňavania rúk. Jej princíp je vlastne v tom, že človek musí natočiť svoje ruky do polohy, ktorá je už vopred definovaná. Potom prebiehajú merania, ktoré majú za úlohu zistiť ako a či vôbec sa od seba líši vzor s obrazom.

Táto metóda sa skladá s niekoľko častí, ktoré majú svoju postupnosť a sú popísané nasledovne:

Ako prvý krok pri tejto metóde je odstránenie distančných kolíkov. Slúži k tomu maska (obsahuje pozície kolíkov), vďaka ktorej sa nahradia farbou pozadia. Druhým krokom je extrakcia kontúry a používa sa tu adaptívne prahovanie (binarizácia). Toto sa týka konkrétne tvaru ruky. Tretie v poradí nasleduje extrakcia a zarovnanie prstov. Ako názov napovedá ide o extrahovanie pozícií a smery prstov. Toto zarovnanie je robené kvôli tomu, že snímok sa prekryje šablónou pre porovnanie. Štvrtým a zároveň najdôležitejším krokom je výpočet párových zariadení. Zarovnanie prstov a ruky vytvorí veľmi veľa bodov, množiny a tieto vzdialenosti týchto zhodných bodov slúžia k tomu aby sa z nich vypočítala priemerná vzdialenosť. Zväčša býva označovaná skratkou MAE (Mean Alignment Error). Posledným bodom je verifikácia. Tá porovnáva či je MAE väčšie alebo menšie ako T. Ak platí to, že  $MAE < T$ , tak sa jedná o dve zhodné ruky.

### 2.1.2.3 Analýza šírky prstov

V tejto metóde sa pre rozpoznávanie analyzuje šírka jednotlivých prstov ľudskej ruky. Úpravou pomocou binarizácie obrázku a Otsuovej metódy sa dosiahne to, že nasnímaná ruka je oddelená od pozadia a vznikne čierna ruka na bielom pozadí. Vytvorí sa hlavná os ruky, ktorá sa vypočítava pomocou vlastných vektorov matice zotrvačnosti. Druhá os, vedľajšia, musí byť kolmá na hlavnú os a zároveň musí obsahovať najdlhší segment ruky. Táto os rozdeľuje ruku na oblasť obsahujúcu prsty a oblasť, ktorá prsty neobsahuje.

V ďalšom kroku nastáva analýza okraju prstu. Naznačené sú špičky, ktoré symbolizujú koniec resp. okraj prstu a tzv. údolia, ktoré sa nachádzajú na konci prstu. Ak sa dobre pozriete, v prípade, že dáte svoje dva prsty do tvaru, ktorý pripomína písmeno „V“ v oboch dolných koncoch prstov sa vytvorí údolie. Týmto pádom sa obraz segmentuje na jednotlivé prsty.

Posledný krok spočíva v tom, že každý jeden bod je premietnutý na osu jedného prstu. Spočítajú sa všetky vzdialenosti bodov od osy a vytvorí sa histogram dĺžok.

### **Otsuová metóda**

Prvý krát sa svet stretol s týmto pojmom v roku 1979 v Otsu a neskôr bola ďalej rozpracovaná na viacprahovú segmentáciu v roku 2001.

Otsuova metóda rieši rozdelenie pixelov do dvoch tried. Prvá trieda symbolizuje daný objekt, vyššie spomínaná ruka a druhá trieda je pridelená k pozadiu v ktorom sa objekt nachádza. [14,17]

### **2.1.3 Tvar krvného riečiska a tvar lôžka nechtu**

Vyššie sú vymenované a popísané charakteristiky na ruke, ktoré je možné merať. Patria medzi najznámejšie a tak isto aj najpoužívanejšie v priemysle komerčnej bezpečnosti.

Všetky popisované metódy sa týkali fyzickej časti ruky respektíve dlane. Či už sa jednalo o šírku bruška prstu alebo odtlačky. V tejto dobe už nie je problém identifikovať človeka aj pomocou ďalších vlastností, ktoré nám poskytuje ľudská ruka. Budeme hovoriť o tvare krvného riečiska a tak isto sa sem radí aj lôžko ľudského nechtu.

#### **2.1.3.1 Krvné riečisko**

Na úvod treba spomenúť to, že táto metóda je zatiaľ veľmi málo známa a rozšírená v praxi. Podľa tejto metódy, je možné dokonca odlišiť aj jednovaječné dvojčatá, pretože majú odlišný tvar krvného riečiska.

Celý proces snímania krvného riečiska a následnej identifikácia by sa dal stručne popísať v nasledujúcich krokoch.

Prvý krok spočíva v tom, že užívateľ, ktorý sa má podrobiť snímaniu vloží svoju ruku do čítacieho zariadenia. Snímanie funguje na báze infračerveného žiarenia a pomocou neho sa vyhotoví obraz ruky. Veľkou výhodou tejto metódy je aj to, že snímanie nie je ovplyvnené prípadnými nečistotami na koži, jazvami, popáleninami ako napríklad u metódy odoberania odtlačkov.

V druhom kroku nám infračervené žiarenie zhotoví snímok. Ten má farebnú hĺbku o hodnote 256 odtieňov šedej a vďaka tomu sa na miestach kde sa nachádzajú žily vytvorí ich tmavé siluety a to reprezentuje tvar krvného riečiska.

Tretí krok má za úlohu to, že žily, ktoré sú znázornené čiernou farbou budú v snímku zachované a zostatok pozadia sa prekonvertuje na bielu farbu. Od rýchlosti vykonania tohto procesu závisí aj celková rýchlosť snímania.

V poslednom kroku sa zabezpečí to aby jednotlivé žily bolo čo najtenšie a potom už môže nastať finálna fáza. Tou je meranie charakteristických znakov, ktoré sú merané práve v tejto metóde. Výsledné dáta sa porovnávajú s referenčnou šablónou.

### **2.1.3.2 Lôžko nechtu**

Pri bližšom pohľade na nech je možné na ňom vidieť, že nemá rovný povrch. Je to spôsobené tým, že nech pri svojom raste kopíruje celé lôžko nechtu a tým pádom nemôže byť povrch úplne rovný. Každý jedinec má lôžko prstu iné a dokonca aj každý jeden prst zvlášť má odlišné lôžko.

## **2.2 Písmo a podpis**

Rozpoznávanie týchto dvoch vlastností, ktorými je písmo a podpis využíva z pohľadu biometrie dve vlastnosti. Čiastočne statické a čiastočne dynamické vlastnosti. Obidva druhy rozpoznávania môžeme popísať nasledovne:

Rozpoznávanie podľa písma je metóda, kde sa klasifikujú písmená do tried. Vytvárajú sa vety z obrazového podkladu a tak isto sa rozpoznáva zmysel písaného textu.

Rozpoznávanie podľa podpisu je metóda, ktorá je založená na určovaní vlastností podpisu. Tieto vlastnosti sú pre každého človeka jedinečné, nekladie sa ohľad ani na to či sú vlastnosti podpisu statické alebo dynamické.

### **2.2.1 Základy rozpoznávania**

Pre rozpoznanie zadávateľa a určenie jeho identity pomocou písania alebo kreslenia je nutné zadať súvislý text, alebo nakresliť obrázok. Z toho vyplýva, že existujú dve metódy zadávania.

Prvou metódou je autentizácia pomocou určitej frázy. Táto metóda vyžaduje od jej užívateľa zadať úryvok textu alebo podpis. Jedná sa o vzorku, ktorú nám poskytne užívateľ. Identifikácia tohto vzorku trvá v priemere 5 sekúnd. Tento typ vzorky obsahuje veľmi veľa individuálnych vlastností. Vlastnosti sú jednoducho reprodukovateľné a stabilné. Nevýhodou tejto metódy je nulová anonymita ak sa jedná o podpis.

Druhá metóda je autentizácia pomocou náčrtu. V tomto spôsobe autentizácie užívateľ nakreslí buď jednoduchý obrázok alebo nákres. Výhodou je práve čas, počas ktorého sa dokáže nákres analyzovať a verifikovať sa identita danej osoby. Tento čas sa pohybuje okolo 2 sekúnd. Výhodou tejto metódy je práve to, že anonymita je stopercentná.

### 2.2.2 Metódy rozpoznávania podpisu

- Holistická metóda – založená na práci s vektormi rysov, porovnáva vzdialenosti medzi danými vektormi
- Regionálna metóda – založená na práci so sekvenciou vektorov
- Lokálna metóda – táto metóda je založený na funkciách času a priestoru, elastické porovnávanie dát

## 2.3 Očná dúhovka a očná sietnica

V ľudskom oku sa nachádzajú dve dôležité časti, významné pre identifikáciu osôb pomocou oka. Poskytujú obrovskú výhodu, pretože obe tieto časti vykazujú vysokú biometrickú entropiu. Prvou spomínanou časťou oka je dúhovka a druhá sa nazýva sietnica. Sietnica sa nachádza vo vnútri oka takže ju voľným okom nie je vidieť. Toto však ale neplatí pri dúhovke.

Pri tomto druhu identifikácia však nastávajú isté komplikácie z radu osôb, ktoré podliehajú práve očnému skenovaniu. Jedná sa o to, že ľudia majú strach z nepoznaného, boja o sa o svoj zrakový orgán, majú nedostatok informácii a preto sa skenovanie oka môže javiť ako perfektná metóda, ale spoločensky nie je až tak príliš akceptovaná. Na obrázku je vidieť časti oka, na ktorých je celá identifikácia osôb založená.

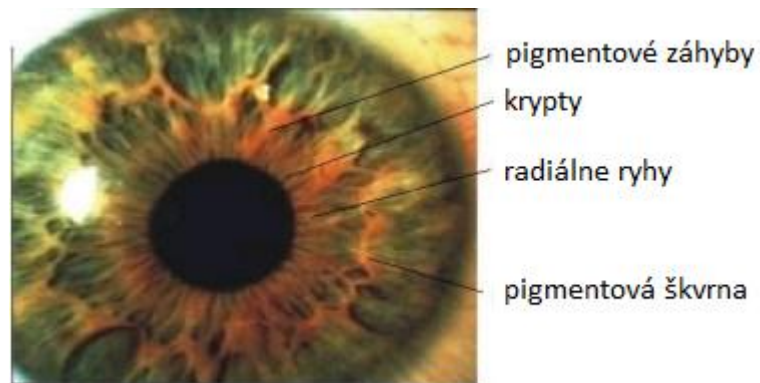
### 2.3.1 Identifikácia podľa dúhovky

Očná dúhovka sa stala vďaka svojej jedinečnosti a unikátnosti základom pre radu ďalších biometrických technológií. Myšlienka na identifikáciu osôb pomocou oka vznikla už v roku 1987 kedy páni Aran Safir a Leonard Flom dostali nápad a nechali si ho patentovať. Neskôr bol požiadaný tretí pán John Daugman o pomoc. Ten mal na starosti návrh algoritmov, ktoré mali za úlohu riešiť vlastné porovnávanie charakteristík. V súčasnosti sa identifikácia využíva hlavne v nápravno-výchovných zariadeniach, letiskách alebo napríklad v prístavoch.

Pri detailnejšom skúmaní oka, konkrétne dúhovky, je vidieť niekoľko jasných charakteristík, ktorými disponuje a práve vďaka nim je tento druh identifikácie tak rozšírený a používaný.

**Jasne viditeľné vonkajšie charakteristiky, na ktorých je identifikácia založená:**

- Krypty – tmavé miesta, dúhovka je pomerne tenká.
- Radiálne ryhy – ryhy začínajú veľmi blízko pri zornici a vybiehajú v podobe lúčov až k úplnému okraju dúhovky.
- Pigmentové škvrny – škvrny nemajú presnú lokalizáciu, vyskytujú sa výlučne náhodne v riasovej oblasti oka.
- Pigmentové záhyby – vznikajú ako dôsledok inej akcie, nie sú v oku od jeho vzniku ani sa nevytvárajú samé od seba. Vznik týchto záhybov má za dôsledok vystupujúca spodná vrstva dúhovky, ktorá je v blízkosti zornice.



Obrázok 7 – Priame meranie [12]

Znaky sa snímajú pomocou CCD kamery. Zhotovené snímky sú čiernobiele a majú veľké rozlíšenie – vysokú kvalitu. Neviditeľné infračervené svetlo ktoré vychádza z kamery osvetľuje oči kvôli zlepšeniu kvality snímku. [1,7]



### 2.3.1.1 Výhody a nevýhody

#### Výhody:

- Nemennost' behom života jedinca
- Veľkosť šablóny pre porovnávanie urobených vzoriek má malú veľkosť
- Dobrá ochrana dúhovky voči vonkajším vplyvom (počasie, prach, špina, mechanické poškodenie) vďaka svojmu umiestneniu.
- Vysoká miera biometrickej entropie

#### Nevýhody:

- Systém je možné oklamať, používa sa na to kontaktná šošovka alebo fotografia dúhovky
- Už vyššie spomínané predsudky a nevedomosť užívateľov (poškodenie oka počas robenia snímky)

Tak isto medzi nevýhody je možné zaradiť aj tieto ďalšie obmedzenia. Je to napríklad nutnosť spolupráce užívateľa pri získavaní obrazu jeho dúhovky. Musí stáť v presne preddefinovanej vzdialenosti a pozícii pred kamerou, ktorá mu sníma oko. Druhým problémom, ktorý býva vo väčšine technických vecí, je vysoká cena výrobkov v prípade, že požadujeme vysokú kvalitu a presnosť. Od kvality závisí veľmi veľa a pre sa do týchto nevýhod radí aj nízka kvalita zhotovených fotiek. Nízka kvalita spôsobuje nepresnosti a chyby pri registrácii, verifikácii alebo identifikácii. Vyššie bolo písané, že dúhovka sa počas života nemení. To ale neplatí v prípade operácie alebo chorôb, ktoré postihujú práve dúhovku oka. Slepý ľudia nemusia mať dúhovku vôbec viditeľnú, pretože majú oko zakalené z dôvodu slepoty. Ako posledná vec, ktorá nie je moc výhodná je to, že ľudské oko je orgán a viaže sa k ďalším vnútorným orgánom a preto je tu možnosť zistiť napríklad zdravotný stav osoby pomocou naskenovaného vzoru.

## 2.4 Verifikácia podľa hlasu

Identifikácia podľa hlasu sa radí do elektronickej identifikácie, v ktorej sa využíva digitálna analýza. Konkrétne sa jedná o rozšírenú analýzu, ktorá analyzuje digitálny obraz, lepšie povedané „odtlačok“ hlasu. Časť ľudských úst a krku z jeho vnútornej strany modulujú hlas a upravujú ho do konečnej, pre druhého človeka počuteľnej podoby. Medzi spomínané orgány sa radia zuby, jazyk, ústna dutina a samozrejme aj tvar hlasiviek a tak

isto sú tieto spomenuté orgány dostatočne odlišné na to aby sa mohli použiť na identifikáciu. [7]

Hovorené slovo respektíve reč je možné nazvať aj signálom. Celkový pojem sa teda nazýva signál reči, teda hovoreného slova. Pri tomto existujú dva typy analýzy. V prvom prípade sa analyzuje iba jedno slovo alebo malá skupinka slov, pri druhom type analýzy sa analyzujú vety, pretože veta obsahuje viac informácií a čím viac informácií tým lepšia verifikácia je možná.

Analýza signálu reči je jedna z najúspešnejších techník používaných v tejto dobe. Prebieha pomocou spektrálnej analýzy, ktorá je na prvotných priečkach pri vnímaní ľudskej reči. Akustická informácia je informácia, ktorá je prenášaná rečou prostredníctvom akustického signálu a prostredníctvom tohto neho sa vykonávajú porovnávacie operácie, ktoré majú za úlohu nájsť absolútnu zhodu medzi vzorkou prijatého hlasu a vzorkou hlasu ktorý je v databáze. Vzorka hlasu v databáze je samozrejme už prevedená do digitálnej informácie pomocou analýzy signálu reči. [7]

#### **2.4.1 Identifikácia podľa sietnice**

Na začiatok treba spomenúť, že toto je tak isto jedna z metód, ktoré sú menej akceptované spoločnosťou, pretože pri odoberaní snímku sietnice musí identifikovaný spolupracovať a to tak, že sa musí snažiť o čo najmenší pohyb okom po dobu niekoľkých sekúnd. Ďalším problémom sú očné šošovky, ktoré si objekt podstupujúci sa identifikácii musí dávať dole a potom následne späť na oko. Pre objekt je to nepraktické a veľa krát sa stáva, že pri prístroji, ktorý ho má identifikovať nebýva na to usposobené prostredie, čiže nie je dostatočne hygienické.

Na druhú stranu, táto metóda sa nedá nijak oklamať a identifikácia je jednoznačná, pretože sietnicu a cievy v nej konkrétne má každý človek jedinečné a tým pádom sa nedá nijak falšovať alebo napodobniť. Asi najkomplikovanejším krokom je práve získanie snímku dost' kvalitného pre následnú identifikáciu.

##### **2.4.1.1 História identifikácie podľa sietnice**

Prvé prístroje pre identifikáciu sietnice vznikol už v roku 1975 ale toto zariadenie bolo len koncept. Dôležitý rok je rok 1976 kedy firma EyeDentify, ktorá bola založená Robertom Hill-om sa začala venovať výskumu a snahe zhotoviť zariadenie, ktoré bude automatizovane rozpoznávať osobu pomocou očnej sietnice. Prvé zariadenia používali iba

viditeľné svetlo. To ale bolo príliš silné a veľké a tým pádom nevhodné pre užívateľov. Moderné systémy fungujú pomocou spektra ktoré je blízko infračervenej oblasti. [3]

#### **2.4.1.2 Technológie a princípy**

Fungovanie zariadenia od vyššie spomínanej firmy EyeDentify sa dá spísať do troch bodov.

Prvým krokom je snímanie očnej sietnice kde sa používa kamera, ktorá sníma odrazené svetla. Svetlo a jeho následný odraz vzniká tak, že zdroj svetla vyšle signál o požadovanej vlnovej dĺžke. Toto svetlo ma charakter sústredených lúčov aby ich šošovka oka zaostrila smerom na sietnicu. Tá odráža svetlo späť do kamery.

Druhá časť celej identifikácie spočíva v reprezentácii očnej sietnice a vytvorení referenčného záznamu.

*„Zpracovaný registrační záznam oka může být popsán jako normalizovaný průběh kontrastu celého nasnímaného kruhu. V každem bodu bereme v úvahu poměr jasu k průměrnému jasu oblasti.“* [3]

Podľa literatúry je priebeh kontrastu normalizovaný tak, že jeho minimum alebo maximum sa reprezentuje do 4 bitov. Od počtu bitov sa líšia dva druhy reprezentácie sietnice. Pôvodný druh reprezentácie obsahoval 40 bajtov, v ktorých boli obsiahnuté údaje o kontraste, ktoré mali formu imaginárnych a reálnych súradníc vo frekvenčnej doméne. Druhý druh už obsahuje 48 bajtov v časovej doméne. Výhoda časovej domény je v čase spracovania. [3]

Pre vytvorenie referenčného záznamu zariadenie vykoná registráciu a to tým, že získa niekoľko fotiek sietnice. Hodnota korelácie zhotovených snímok musia byť v hodnotách 0,75-0,8 aby sa splnila požiadavka na kvalitu snímky. Samotné vytvorenie záznamu je po tomto kroku už iba spriemerovanie hodnôt z viacerých snímok. [3]

### 3 IDENTIFIKÁCIA POMOCOU TVÁRE

Vnímanie tváre je neodlúčiteľnou súčasťou každodenného existovania. Človek sa s vnímaním a poznávaním tváre stretáva každý deň. Stretáva členov svojej rodiny, kamarátov, kolegov v práci ale tak isto aj neznámych ľudí cestou do práce. Toto spoznávanie nemusí byť vždy pri fyzickom stretnutí. Tak isto sa toto spoznávanie aplikuje v televízii, keď bez akýchkoľvek problémov človek spozná herca alebo známeho moderátora v televízii alebo na plagátoch umiestnených na verejne prístupných miestach.

Ľudská tvár patrila vždy k prvej biometrickej črte v rámci sociálnych interakcií. Každý človek si vytvorí v pamäti obraz toho druhého vďaka, ktorému ho spozná a priradí mu jeho identitu. Vo väčšine prípadov je tvár každého z nás odlišná, výnimkou bývajú iba jednovaječné dvojčatá, ktoré síce nemajú úplne rovnakú tvár ale ich podobnosť je veľmi veľká. Vďaka ľudskej tvári a jej jedinečným črtám vznikla celá myšlienka s objavením a následným používaním biometrických systémov pre identifikáciu osôb. Tvár ako biometrický rys nájdeme používanú už skoro všade. Identifikačné karty a preukazy, ďalej napríklad v elektronických účtoch (sociálne siete, emaily, diskusné fóra). Slovné spojenie „muž bez tváre“ tiež nevzniklo len tak z ničoho. Súvisí to taktiež s identifikáciou podľa tváre a človek ktorý je pre nás utajený, skrýva svoju identitu.

Jedinečné črty ako bolo už spomenuté vyššie sú antropometrické body, ktoré sa nachádzajú na každej jednej tvári. Samozrejme je nutné spomenúť, že táto tvár musí byť kompletná bez nejakého fyzického poškodenia, ktoré môže byť spôsobené popáleninou, mechanickým zásahom alebo poškodením týchto bodov. Tieto body majú veľké využitie či už pre identifikáciu, simulovanie a následné modulovanie starnutia alebo pri animovaní mimického správania tváre.

Neustály progres informačných technológií dnes už ponúka možnosti identifikácie pomocou 2D a 3D spôsobov. Prvé systémy pracovali na technológiách, ktoré rozpoznávali tvár vďaka 2D identifikácii. Tie už boli prekonané novými 3D technológiami. Výhodou tejto identifikácie je práve to, že snímky vykonané na subjekte, ktorý sa podrobuje identifikovaniu sú v 3D formáte a tým pádom je možné vylúčiť pokusy o podvrh prostredníctvom fotografie alebo inej metódy slúžiacej na oklamanie zariadenia.

### 3.1 Antropometria a jej body

Táto časť vednej disciplíny sa zaoberá meraním a skúmaním ľudského tela a sú v nej obsiahnuté ďalšie dve a síce, somatometria a osteometria. Prvá spomínaná skúma živé telo a jeho tvary, zatiaľ čo druhá, osteometria, sa venuje rekonštrukcii tela pomocou jeho kostí. Obom odborom slúži na korektné a správne meranie tela a tváre sústava medzinárodne štandardizovaných antropometrických bodov a mier. Pomocou týchto bodov a mier je možné identifikovať človeka, odhadnúť a porovnať morfológické zmeny, veľké využitie našli tak isto aj v antropológii a v dobe rozvinutých IT technológií ani nehovoriac.

Bodov, podľa ktorých sa skúma následne identifikuje je na ľudskom tele veľa. Charakteristiky hovoria celkovo o 44 bodoch, ale kvôli komplexnosti práce a jej predpísanému rozsahu bude nižšie popísaných 5 základných bodov, ktoré postačujú na identifikáciu tváre. Na začiatok je ale nutné spomenúť, že ľudská tvár má desať základných typov, ďalej sa skladá v podstate len z 3 základných plôch, ktoré obsahujú ďalšie 3 významné štruktúry: oči, nos a ústa. Podľa týchto troch štruktúr sa ďalej skúma okolie očí, úst a medzi týmito dvoma sa nachádza nos. Pre tieto tri identifikačné štruktúry platí to, že ich variabilita je veľmi vysoká. Tieto plochy sa nazývajú aj vnútorné oblasti, pretože sú v značnej miere ovplyvnené umiestnením kostí.

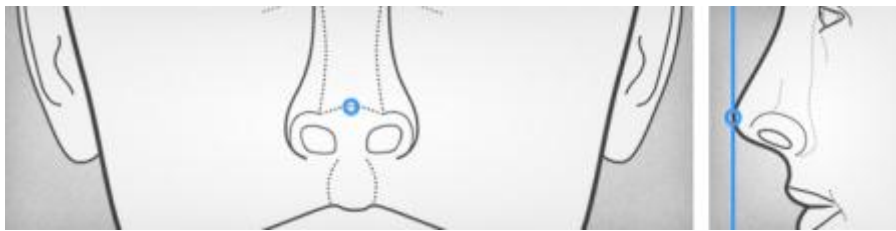
Typ tvaru tváre je veľmi významnou charakteristikou. Vytvára celkový profil tváre z ktorého sa vzťahujú spomínané štruktúry. Tieto typy uvádza väčšina antropologických zdrojov. [8]

1. **Eliptický** - najväčšia šírka sa nachádza v oblasti jarmových kostí
2. **Oválny** - delenie na dva body, prvý sa zužuje k brade, druhý k temenu hlavy
3. **Gul'atý** - tvár je krátka, hornú aj spodnú časť má rovnomerne zaoblenú
4. **Obdĺžnikový**
5. **Štvorcový** - odlišnosť v relatívnej výške
6. **Romboidný** - zúženie hornej aj dolnej časti
7. **Trapézoidný** - rozšírenie spodných partií tváre, brada je vystúpená mierne vpred
8. **Obrátene trapézoidný** – brada tak isto vystúpená mierne vpred, rozšírenie hore
9. **Päťuholníkový**

### 3.1.1 Nos a body v jeho okolí

Na úvod je nutné povedať, že tvar nosa je tvorený hlavne v jeho prvej tretine kosťami. Táto časť sa nazýva koreň nosa. Existujú dva hlavné typy prechodu do čela. Prvý typ prechodu sa vyznačuje tým, že prechod je zaniknutý, nebadateľný. Takýto nos sa vyskytoval hlavne v období antického Grécka a v dnešnej dobe už je skôr vzácny a vyskytuje sa hlavne u ženského pohlavia. Druhým typom prechodu v čelo je prechod kde nosný koreň je umiestnený viac do vnútra lebky a je jasne vidieť hranica medzi čelom a nosom. Ostávajúca väčšia časť je tvorená chrupavkami, ktoré sú medzi sebou prepojené väzivom, takže už tvar zostávajúcich dvoch tretín nie je ovplyvňovaný tvarom lebky.

Na špičke nosa, presne v jej strede, sa nachádza bod s názvom *pronasale* (Obrázok 6). Ak má špička nosa vo svojom strede priehlbínu tak tento bod leží presne v strede tejto priehlbiny. Na obrázku je vidieť presné umiestnenie bodu.

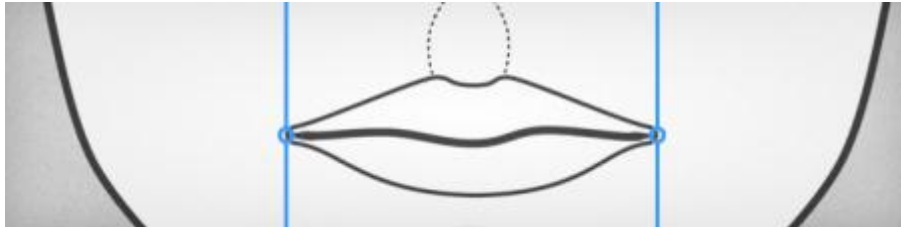


Obrázok 8 – Pronasale [9]

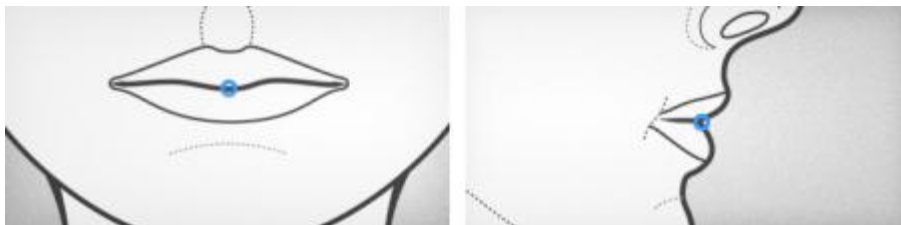
### 3.1.2 Pery a ich body

Pery sú na tvári umiestnené medzi bradou a nosom. V dolnej časti tváre sú veľmi výrazným plastickým útvarom. Plastickým pretože nie sú podložené kostným základom ako napríklad u nosu alebo brady. Sú tvorené svalovou hmotou pomocou ktorej sa ovládajú. Pery je možné pomocou svalov zúžiť, otvoriť, ďalej používať mimiku, komunikovať a tak isto menia aj ich uloženie. Hranica hornej pery súvisí s nosom a síce s nosnou prepážkou. Od nej ide, dalo by sa to nazvať, brázda, ktorej dve krajné línie vytvoria najvyšší bod hornej pery z pravej a ľavej strany. Dolná línia je tvorená polkruhovou ryhou. Vyhĺbenie a smer tejto ryhy smeruje k brade.

Na perách sú umiestnené 3 body. Dvojica bodov je umiestnená na pravej a ľavej strane (Obrázok 7) a posledný, tretí, bod je umiestnený presne v strede pier. Ak sa pery otvoria tento bod leží na dolnej hranici na hornej pere (Obrázok 8).



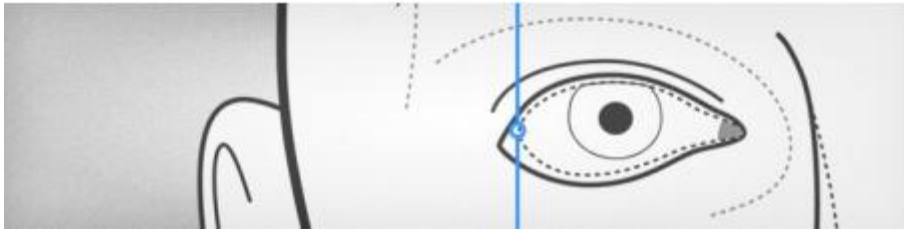
Obrázok 9 – Cheilion [9]



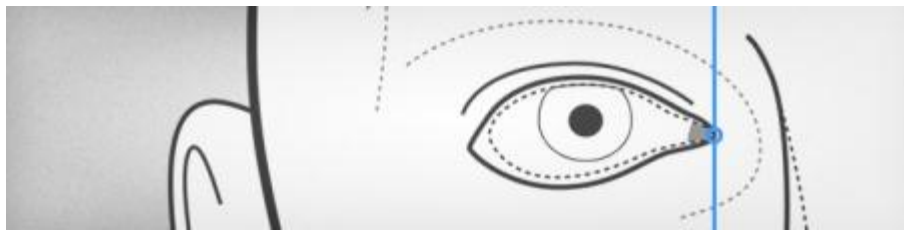
Obrázok 10 – Stomion [9]

### 3.1.3 Oči

V prípade očí sa bude jednať znovu o dva body. Na názornej ukážke (Obrázok 9) je možné vidieť prvý bod (ľavostranný), ktorý sa nachádza na kútiku oka na vonkajšej strane. Ak je pohľad na kútik znemožnený, bod sa dá získať pomyselným predĺžením oboch okrajov viečka. Druhý bod (pravostranný) je vidieť na druhej ukážke (Obrázok 10) sa nachádza na druhej strane oka. Je to vnútorný kútik alebo preťatý okraj horného a dolného viečka z jeho vnútornej strany. Keby sa naskytla situácia, že tento vnútorný kútik je zakrytý nejakým predmetom alebo kožným výrastkom (väčšinou sa jedná o kožnú riasu), je možné urobiť priamku v mieste styku riasy a dolného viečka. Oba tieto body sú ľavostranné a pravostranné, pretože oči sa nachádzajú na oboch stranách tváre.



Obrázok 11 – Ektokantion [9]



Obrázok 12 – Entokantion [9]

### 3.2 Snímanie tváre pomocou 3D technológie

Medzi 2D a 3D snímaním je základným rozdielom konštrukcia zariadenia, ktorá má tvár snímať. Pri 2D snímaní je postačujúce mať zariadenie, ktoré zhotovuje fotky akým je napríklad fotoaparát alebo digitálna kamera, avšak pri 3D technológii je už proces identifikácie zložitejší. Tu sa vyžaduje špeciálne zariadenie, ktoré je určené a projektované na vytváranie 3D snímku tváre a následného porovnania nasnímaného modelu tváre s modelmi tváre v databáze. Tieto zariadenia využívajú vo väčšine prípadov takzvaný 2,5D snímok. Podstata tohto snímku spočíva v tom, že sa vytvorí 2D obraz. Modelovanie tváre na 3D obraz je zaistený tým, že každý bod na tvári má svoju hĺbku a tá je zapísaná v tom bode ako istý druh informácie. Technológia 2,5D modelu tváre má však jednu nedokonalosť. Tou je práve to, že keď je potreba zaznamenať dva body, ktoré ležia na rovnakej pozícii ale majú odlišnú hĺbku naskytá sa problém. K prerobeniu na konečný 3D model sa obvykle využíva infračerveného alebo dostupného viditeľného svetla.

Metódy pre trojdimenzionálne spracovávanie obrazu operujú s informáciami o ,v prvom rade týkajúcich sa intenzity obrazu, tak ako u staršej 2D technológie, v druhom rade informáciu o hĺbke obrazu.



### 3.2.1 Druhy reprezentácie tváre

Po nasnímaní tváre sa táto informácia v podobe dát ukladá do počítača. Tieto dáta majú tri rôzne druhy reprezentácie. [1]

- **Mrak bodov:** tento spôsob využíva iba body, ktoré sú určené 3D súradnicami a nemajú žiadne vzájomné prepojenie. Najjednoduchšia metóda avšak ak nie je známe okolie práca s touto metódou sa príliš neodporúča, pretože je značne sťažená.
- **Polygonálna sieť:** druhý spôsob reprezentácie 3D tváre, používa sa väčšinou trojuholníková sieť. Povrch tváre je znázornený sieťou polygónov a často sa vyskytuje v počítačovej grafike.
- **Hĺbková mapa:** posledný spôsob znázorňovania tváre je takzvaná hĺbková mapa kde sa jedná o 2D obraz. Veľkosť intenzity jednotlivých bodov závisí od ich vzdialenosti v priestore. Vyššie bola táto metóda už spomínaná, jedná sa o 2,5D snímok tváre.

Pre správnu 3D identifikáciu založenú na trojdimenzionálnom snímku tváre je nutné aby systém, ktorý slúži práve na túto operáciu dokázal pracovať aj so snímkou zhotovenou v inom uhle. Lepšie povedané, musí byť schopný zaznamenať a následne porovnať s databázou aj tvár, ktorá sa nenachádza v dráhe priameho výhľadu kamery. Práve kvôli tejto špecifikácii je samozrejme, že na tieto prístroje sú kladené väčšie požiadavky a s rastúcimi požiadavkami stúpajú aj finančné náklady na skonštruovanie takéhoto zariadenia. Tak isto náročnejšie sú aj výpočtové operácie, ktoré musia porovnávať dané snímky so snímkami v existujúcej databáze tvárí, ktoré majú povolený vstup.

Ako bolo spomínané vyššie, je nutné aby prístroj dokázal zaznamenať všetky body na tvári potrebné pre ďalšie spracovanie. Človek nepotrebuje k rozpoznávaniu veľa námahy, nemusí mať objekt na ktorý sa pozerá zarovnaný presne v určitej polohe, nemusí analyzovať mimiku a rôzne ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú konečný vizuálny snímok. Počítač má na takéto situácie presné algoritmy, ktoré celý postup identifikácie rozdeľujú do jednotlivých fáz.

### 3.2.2 Fázy procesu snímania a identifikácie

Podľa dostupnej literatúry, uvedenej na konci riadku, sú tieto kroky vymenované nasledovne:[2]

- Detekcia tváre
- Úprava obrazu
- Vytvorenie vzoru
- Porovnanie so vzormi v databáze

V prvom kroku má systém za úlohu nájsť tvár. Obraz je preto skúmaný a hľadá sa tvar, zodpovedajúci parametrom pre tvár. Parametrami sa myslia už vyššie spomínané body. Na Obrázku 11 vidieť 3 prepojené body (*Pronasale*, *Entokantion* pravostranný aj ľavostranný), tento systém sa používa aj pri zarovnaní snímku na požadovanú polohu. Pri detekcii nosa sa väčšinou využíva predpoklad, že nos bude časť, ktorá je na snímku najbližšie ku kamere. Keďže objektom je človek, nie je možné zaručiť, že sa bude do kamery pozerieť priamo a preto je nutné brať do úvahy možnú rotáciu hlavy. Pre vykompenzovanie tohto faktu sa používajú systém, ktorý má osy x, y, z. Má to jednu nevýhodu a síce, v prípade zlého pozadia za snímaným objektom môže byť detekcia zhoršená a tým pádom aj znížená úspešnosť správneho priradenia. Vyhľadávanie tváre je zaistené algoritmami, v literatúre bol uvedený algoritmus takzvaný kĺzajúce okno. [10], [9], [1]



Obrázok 13 – Body na tvári

[13]

Úpravou obrazu sa dosahuje softvérové natáčanie, v prípade potreby aj zmenšovanie alebo zväčšovanie zhotoveného obrazu do veľkosti požadovanej pre ďalšie spracovanie.

V tretej fázy sa vytvára šablóna. To má na starosti špeciálny algoritmus, ktorý zakóduje obraz zosnímanej tváre do šablóny. Posledné čo ostáva je porovnanie tejto vytvorenej šablóny s už existujúcimi záznamami v databáze. Podľa miery zhody je výstupom výsledok celej vykonanej identifikácie podľa tváre.

### 3.3 Podobnosti a ich hľadanie

Hľadanie podobnosti je významný faktorom pri priradovaní identity k danému snímku tváre. Stále neexistuje zjednotená a univerzálna metóda pre nájdenie podobnosti, preto je viac základných, ktoré sa používajú.

#### 3.3.1 Druhy podobností

V prvej metóde sa jedná o podobnosť u 3D modelov a využíva sa algoritmus ICP.

##### 3.3.1.1 ICP algoritmus

Registrovanie obrazu ako operácia, ktorú je možné zaradiť medzi základné operácie pri spracovávaní obrazu, ktorý má ďalej slúžiť pre ďalšie spracovanie. Pri 3D technológiách je obvykle tento algoritmus ich výstupom.

#### Popis algoritmu v krokoch:

- Výber kontrolných bodov v jednej množine
- Korešpondencia (nachádzanie najbližších bodov v druhej množine)
- Na základe vyššie vykonanej korešpondencie sa ďalej vypočíta optimálna transformácia medzi dvojicou množín
- Body sa transformujú a algoritmus sa opakuje od druhého bodu, opakovanie prebieha podľa počiatočného zadania [1]

Algoritmus funguje na princípe spracovanie dvoch vstupných mračien bodov. Pre tieto dva mraky určí algoritmus odhad ich vzájomnej transformácie. Pre túto operáciu stačí tzv. hrubý odhad transformácie. Nasledujúce kroky sú iteratívne prepočítavanie (v tomto kroku sa generujú páry bodov, ktoré spolu korešpondujú). Iteratívne prepočítavanie končí vtedy ak sa dosiahne splnenie minimálne jednej z nižšie uvedených podmienok. [11]

- Splnenie vopred zadaného počtu iterácií

- Rozdiel medzi dvoma transformáciami (prechádzajúcou a novo určenou) je na nižšej úrovni ako hodnota, ktorá bola zvolená

Druhá metóda využíva 3D model. V používanom 3D modely sú obsiahnuté aj textúrové informácie. Tento model je uložený už vo vytvorenej šablóne, ktorá sa vytvorila pre pridávaní objektu do databázy. Druhou potrebnou snímkou je 2,5D sken, ktorý je zhotovený na objekte, ktorý sa v tom čase testuje. Táto podobnosť pracuje na princípe hľadania určitej transformácie pôvodného modelu, ktorá sa najlepšie zhoduje s pôvodnou snímkou a ďalej sa zaoberá riešením aj vizuálnej stránky kvôli čo najlepšej zhode s aktuálnou snímkou. [1]

Využíva sa algoritmus ICP, ktorý ponúkne, zjednodušene povedané, určitú skupinu kandidátov ktorý najviac zodpovedajú snímke a syntéza vzhľadu je sa vykoná len pre tú určitú skupinu objektov. Výstupom je podobnosť, ktorá je kombinovaná tvarovo aj vzhľadovo. [18]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 PRÁCA NA ZARIADENÍ A PRÁCA SO SOFTVÉROM

Pre prácu so zariadením Broadway je nutné mať v počítači nainštalovaný k nemu príslušný softvér, ktorý je určený na komunikáciu so zariadením a podľa neho budeme vykonávať nasledovné operácie: verifikácia, identifikácia, pridanie nového člena vytvorenie jeho referenčného záznamu.

Zariadenie Broadway potrebuje k svojej správnej funkcii statív, na ktorom je zariadenie umiestnené. Pred uvedením do chodu sa musela čítačka umiestniť na statív ako je možné vidieť na fotografii.

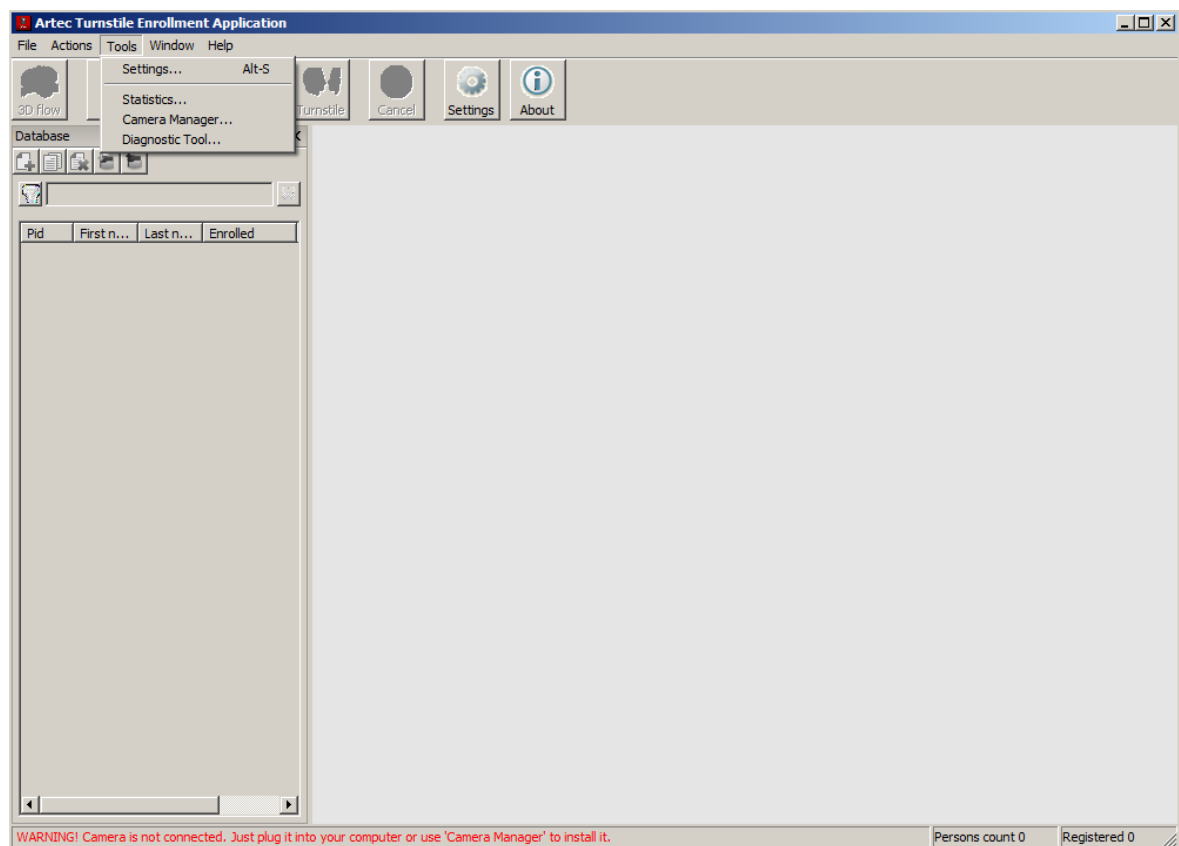


Obrázok 14 – Zariadenie  
Broadway

Po zložení kamery so statívom je nutné spojiť zariadenie prostredníctvom USB s notebookom, ktorý má nainštalovaný softvér a notebook prepojiť s počítačom pomocou ktorého som pristupoval k vytvorenej databáze.

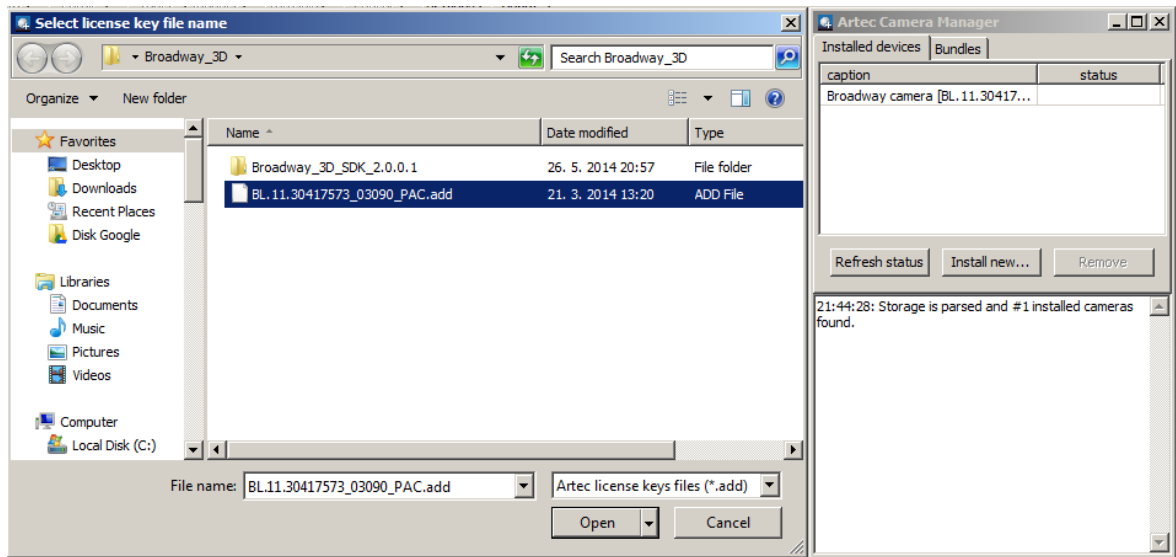
Softvér, určený pre prácu so zariadením je nutné si nainštalovať. Keďže je voľne dostupný tak som ho mohol použiť pre meranie. Po nainštalovaní softvéru je nutné vyplniť prihlasovacie heslo. Ja som zadal heslo „root“.

Po spustení programu je vidieť rôzne možnosti, ktoré sú pri pripojenej čítačke aktívne a je možné s nimi pracovať. Na obrázku nižšie je vidieť hornú ponuku v sekcii *Tools*. Táto sekcia je pre správne nastavenie kamery a databázy obzvlášť dôležitá pretože všetko nastavenie a pripojenie sa realizuje prostredníctvom možnosti *Settings*.



Obrázok 15 – TEA

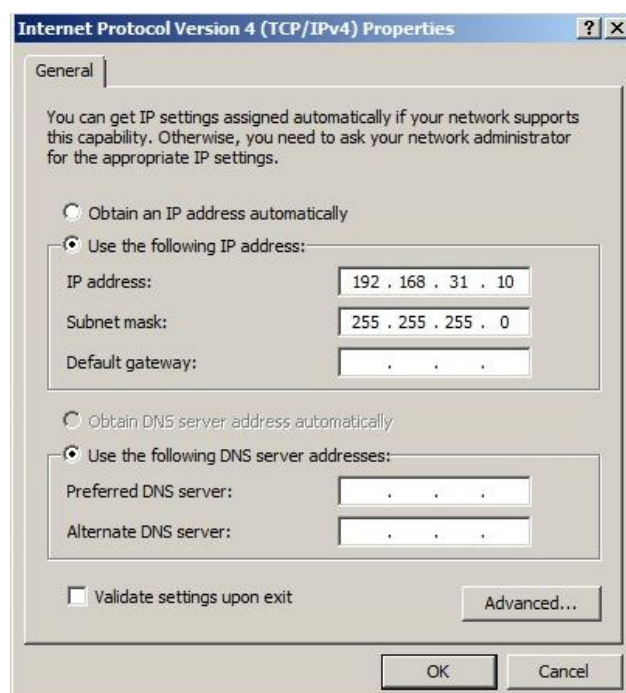
Pred hlavným nastavovaním mnou požadovanej databázy bolo k programu potrebné pridať kameru pomocou funkcie *Camera manager*. Po zakliknutí tejto možnosti sa zjavilo ďalšie okno pomocou ktorého som pridal súbor, ktorý je pomenovaný „BL.11.30417573\_03090\_PAC.add“.



Obrázok 16 – Prepojenie kamery s počítačom

Po nainštalovaní priloženého súboru je lepšie overiť či proces inštalácie prebehol správne. Pre toto overenie použijeme funkciu *Refresh status*.

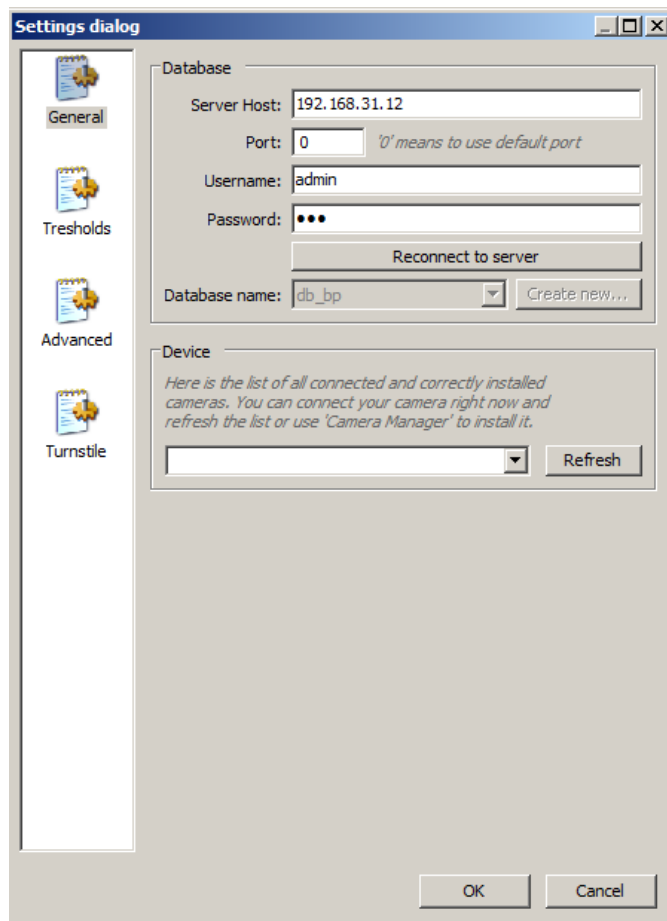
Keďže zariadenie funguje pomocou databázy, ktorá je umiestnená na serveri, je potrebné nastaviť sieťový adaptér v počítači, ktorý bude používaný pre zadávanie pokynov kamere. Nastavenie sa bude realizovať pomocou požadovaných parametrov, tj. vypnúť automatické pridelovanie IP adresy a nadstaviť IP adresu a masku podsiete manuálne.



Obrázok 17 – Nadstavenie IP adresy



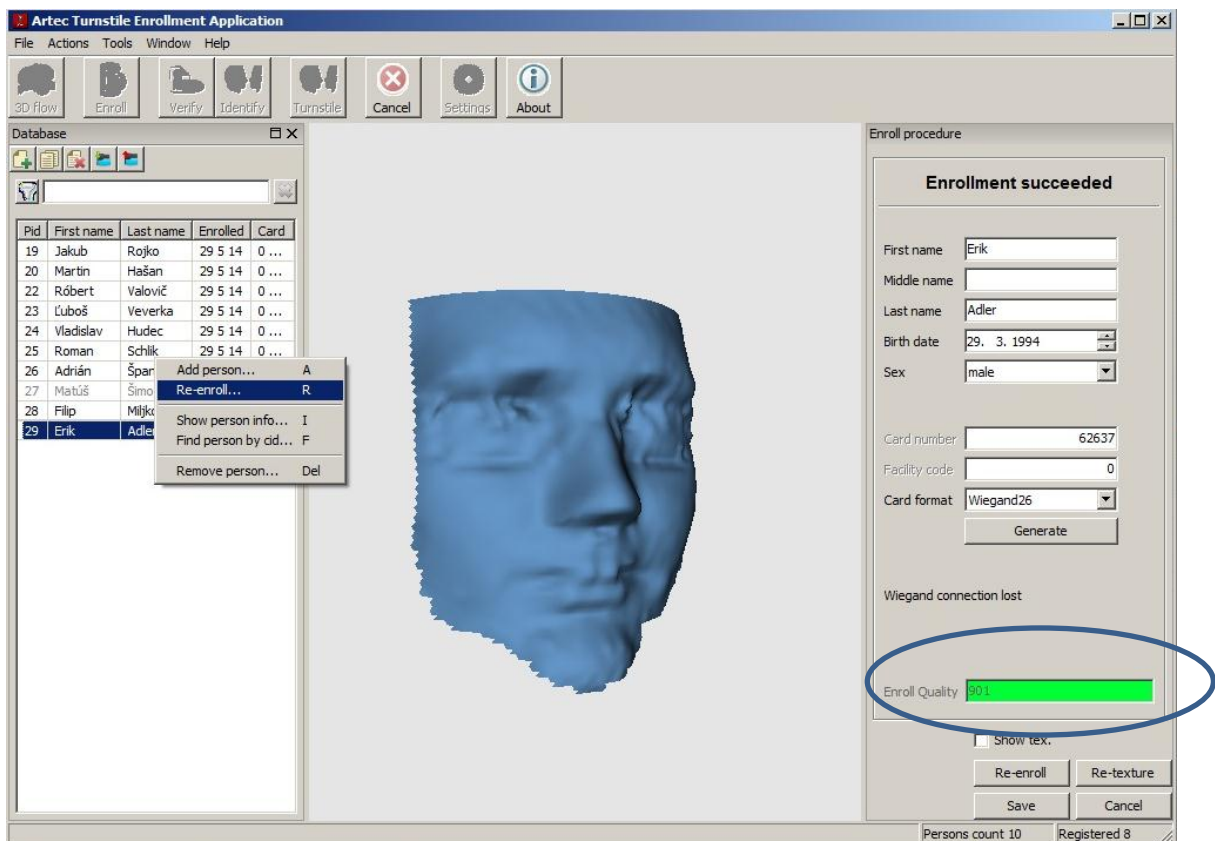
Toto je už posledné nastavenie sieťového adaptéru. Znovu sa vrátíme k možnosti Settings, ktorá bola spomínaná vyššie. Tu je potrebné napísať IP adresu, port, prihlasovacie meno a heslo. Podľa priloženého dokumentu sú prihlasovacie údaje takéto: Username – admin, Password – bss.



Obrázok 18 – Nastavenie  
v programe TEA

Vytvorenie databázy sa realizuje pomocou funkcie **Create new**. Po vytvorení databázy boli pridané objekty (ľudia), ktorým boli vyplnené osobné údaje (meno a dátum narodenia) a pomocou funkcie Enroll bol získaný ich referenčný záznam spolu s ich fotografiou do ich profilu.

## 4.1 Pridávanie objektov do databázy.

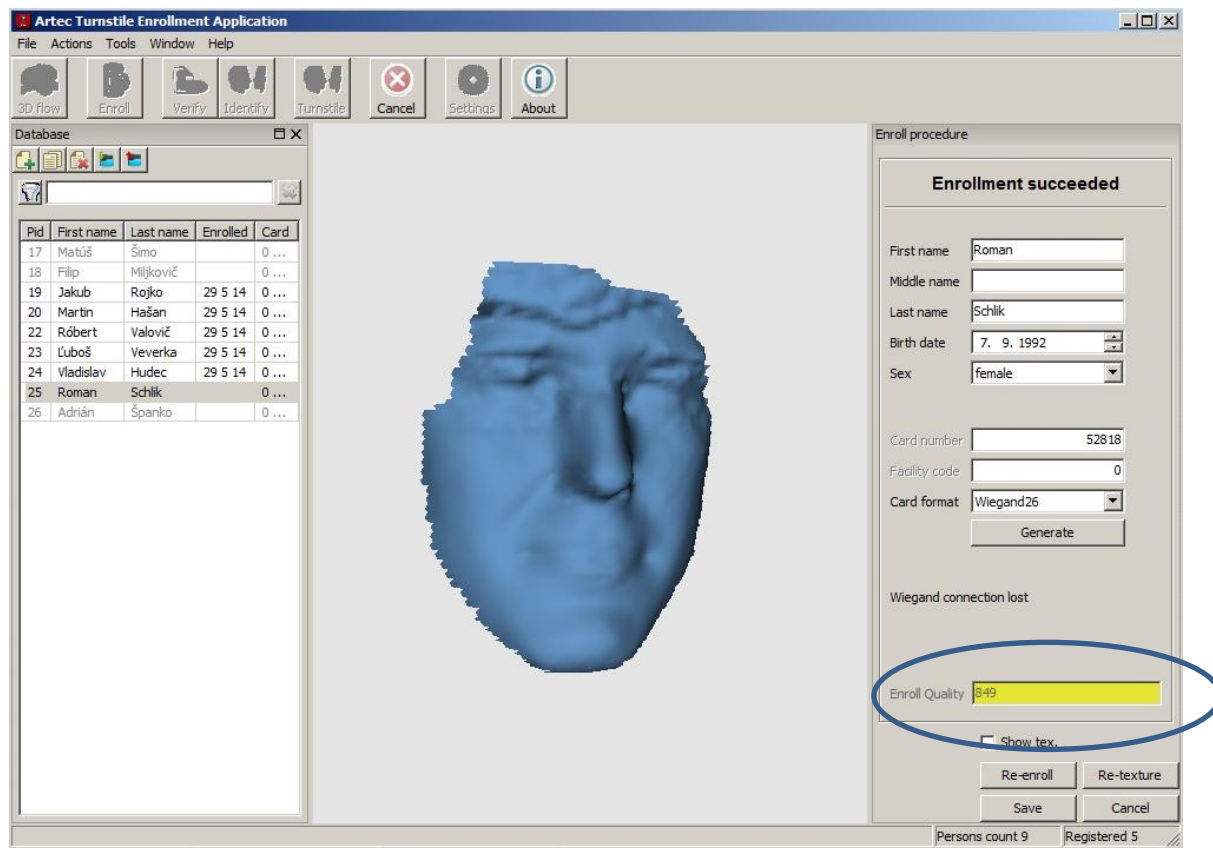


Obrázok 19 – Operácia En-roll

Po spustení funkcie En-roll sa objaví nápis v pravo hore „positioning“ a objekt sa musí postaviť do požadovanej vzdialenosti. Vzdialenosť je zobrazená na monitore v centimetroch a farebne odlišená. Ak je vzdialenosť v požadovaných normách je možné stlačiť Start a začne sa vytvárať referenčný záznam.

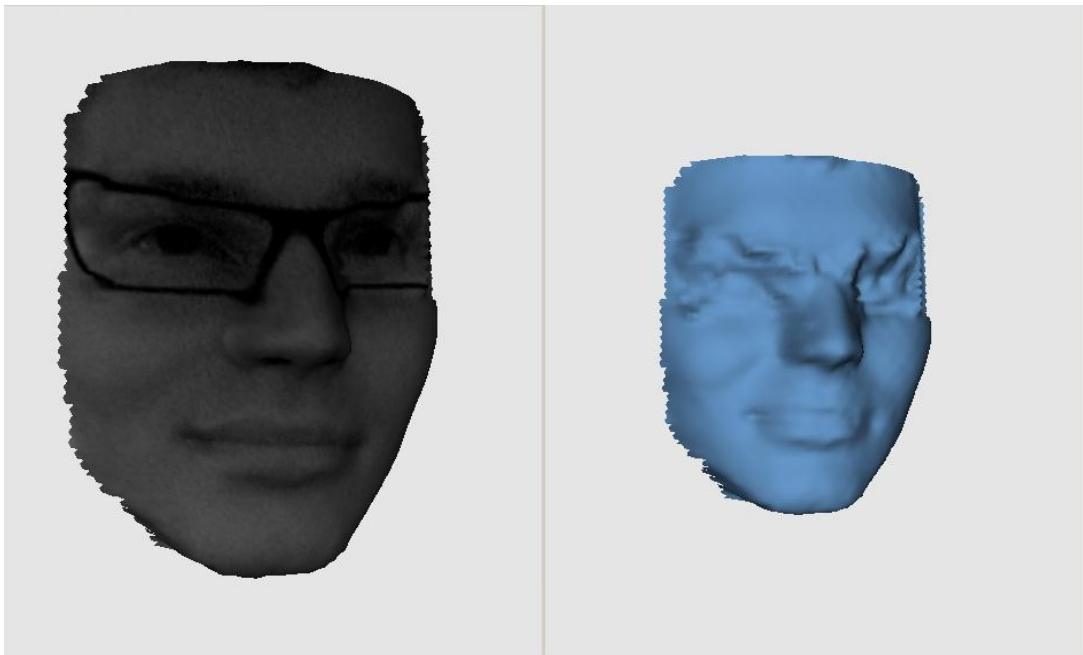
V modrom kruhu je vidieť kvalitu zaznamenania objektu. V tomto prípade sa jedná o kvalitný snímok s hodnotou 901. Avšak počas merania bol zaznamenaný aj objekt, ktorého biometrické vlastnosti neboli postačujúce aby hodnota bola natoľko vysoká, že podfarbenie bude zelenej farby. Jednalo sa o to, že objekt, ktorého snímok nemal až tak veľkú hodnotu kvality, mal vlasy upravené do ofíny a mal na sebe dioptrické okuliare. Ofína na čele zabraňovala kamere správne nasnímať čelovú časť a tak isto oči boli skreslené dioptrickými okuliarmi. Podľa obrázku 18 je vidieť, že hodnota kvality tohto

snímku je pod úrovní 850 a kvalita zobrazená pomocou farieb (červená, žltá, zelená) je na strednej úrovni – žltá.



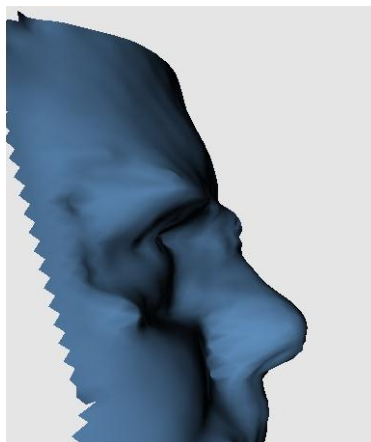
Obrázok 20 – Operácia En-roll  
– horšia kvalita

Za zmienku stojí aj obrázok 19, kde je vidieť ako kamera zaznamenáva okuliare na tvári a vyobrazenie okuliarov, ktoré majú hrubší rám v 3D modely. V modely sa odrážajú všetky veci na povrchu tváre, či už sa jedná o bradu, vlasy, okuliare. Na nasledujúcej ukážke je vidieť prezentáciu okuliarov na objekte. Obrázok v ľavo obsahuje aj textúru. To znamená, že povrch tváre obsahuje aj farby a lepšie modelovanie ako len obyčajný 3D model bez rozlišovania farieb.



Obrázok 21 – Prezentácia  
okuliarov

Na obrázku je vidieť ako okuliare vytvorili rôzne priehlbiny a vyvýšené časti v oblasti očí a na fotke vľavo je vidieť, že kamera pri funkcii zobrazená textúra nezaznamenáva okuliare ako priestorový objekt ale naznačí ich priamo na pokožku objektu.



Obrázok 22 – Prezentácia  
okuliarov z profilu

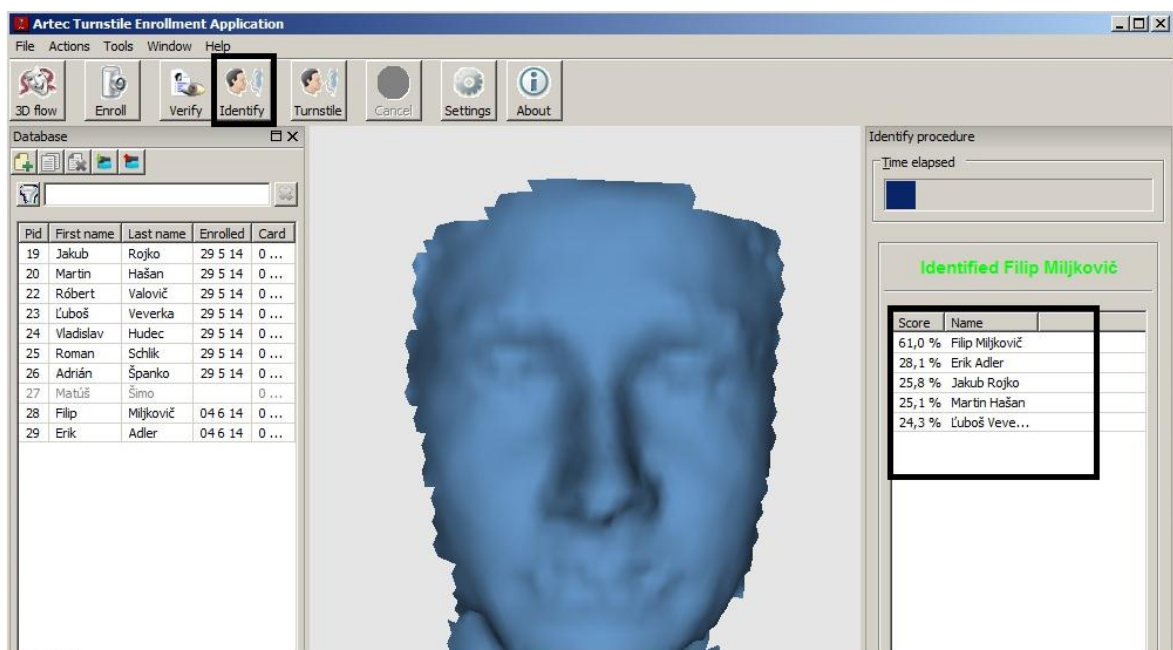
Obrázok 20 zobrazuje akým spôsobom sú do modelu zakomponované okuliare. Pre toto meranie bola použitá druhá tvár, pretože okuliare boli výraznejšie.

## 4.2 Identifikovanie a verifikovanie

Ďalšou funkciou, ktorú obsahuje TEA a zariadenie je schopné ju vykonať, je Identifikácia a verifikácia podľa tváre.

Ako bolo písané v prvej časti práce, identifikácia je spôsob kedy sa podľa jedného objektu vyberá z databázy a výsledkom je identifikovaný objekt alebo žiadny objekt nebol identifikovaný.

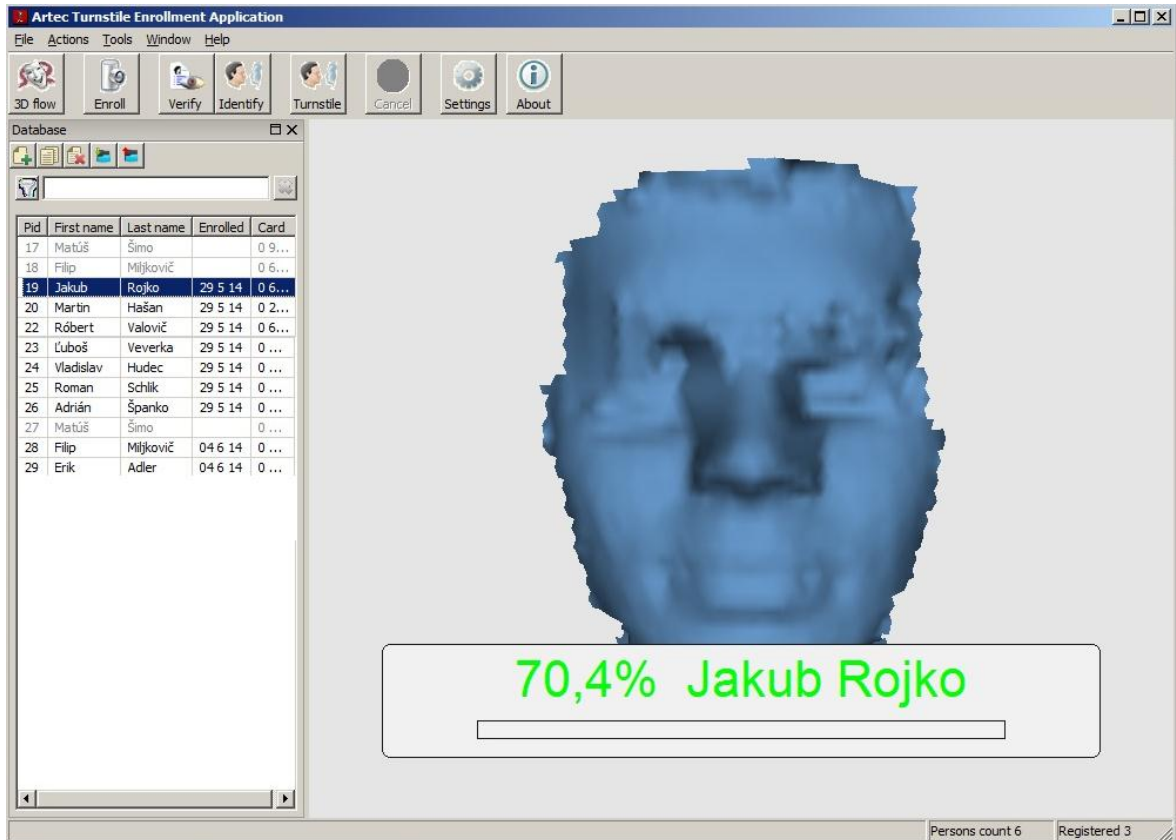
Pri verifikácii je nutné zvoliť najprv objekt z databázy ktorý sa má verifikovať a potom sa overuje či ten objekt stojaci pred zariadením spĺňa parametre požadované výberom užívateľa.



Obrázok 23 – Identifikácia

Ako je vidieť na ukážke, zvýraznená funkcia v ľavej hornej časti slúži pre identifikáciu. V pravom zvýraznenom ráme sú ďalší ľudia, ktorí sa tiež zhodujú v pár parametroch. Zhoda je vyjadrená v percentách. V tejto konkrétnej situácii sa užívateľ Erik Adler zhodoval s užívateľom Filip Miljkovič v 28%. Pre identifikáciu používateľa Filip Miljkovič bola postačujúca 61,0% zhoda s jeho referenčným záznamom.

Pri verifikácii je potrebné zakliknúť na ľavej strane v softvéri požadovaného užívateľa a spustiť Verify. Ak sa pred zariadenie postaví zvolený objekt, výstupom je zhoda v percentách. (Obrázok 22).



Obrázok 24 – Verifikácia

### 4.3 Mód pre kontrolu vstupu

Jedná sa o mód, ktorý má označenie Turnstile. Slúži pre kontrolu vstupu pre režimy kde sa nachádza turniket. Systém povoľuje tri druhy prevádzkového scenáru. Verifikáciu, identifikáciu a registráciu.



Obrázok 25 – Kontrola vstupu

Na obrázku 23 je vidieť prvé zachytenie objektu a samotná detekcie tváre v obraze.



Obrázok 26 – Kontrola vstupu -  
výstup

## 5 OVERENIE SPOLAHLIVOSTI ZARIADENIA

Druhým bodom zadania tejto práce je navrhnuť laboratórnu úlohu. Úloha bude slúžiť pre magisterský študijný program.

V rámci tejto úlohy sa bude overovať spoľahlivosť zariadenia pomocou parametrov FAR a FRR. Vysvetlenie týchto parametrov je v teoretickej časti mojej práce. Súčasne s touto úlohou sa budú merať aj medzné podmienky merania.

### 5.1 Laboratórna úloha

<b>UTB VE ZLÍNĚ, FAKULTA APLIKOVANÉ INFORMATIKY</b>			
<b>BEZPEČNOSTNÍ TECHNOLOGIE, SYSTÉMY A MANAGEMENT</b>			
<b>Meno:</b>			
<b>Predmet:</b>		<b>Skupina:</b>	
		<b>Namerané:</b>	
<b>Názov úlohy:</b>	Overenie spoľahlivosti zariadenia	<b>Odvzdané:</b>	
		<b>Hodnotenie:</b>	

#### Motivácia:

Objasnenie fungovania 3D čítačky tváre a meranie parametrov FAR a FRR

#### Úlohy:

1. Zoznámte sa so zariadením a príslušným softvérom.
2. Pomocou príslušného softvéru vytvorte vlastnú databázu v ktorej bude minimálne 5 členov.
3. Pomocou 3D čítačky zistíte percentuálnu hodnotu identifikácie a verifikácie u užívateľov. Ďalej zistíte medzné hranice identifikácie a verifikácie.
4. V poslednom bode sa zamerajte na parametre FAR a FRR a pomocou rovnice vypočítajte hodnoty.
5. V závere vypočítané hodnoty porovnajte s katalógovými hodnotami a vypracujte protokol.



## ZÁVĚR

Bakalárska práca sa vo svojej teoretickej časti zameriava na biometrickú identifikáciu osôb. V prvom bode sa venuje rôznym možnostiam identifikácie, vysvetlením pojmov spojených s identifikáciu pomocou biometrických markantov.

V praktickej 3D čítačke tváre a práce s ňou. Prvá časť je venovaná práci so zariadením a robením meraní na funkcie zariadenia. Týmto sa má na mysli overovanie správnosti identifikácie a verifikácie osôb. Meranie prebiehalo vo Vedecko – technickom parku UTB. Na meraní spolupracovali ľudia, ktorý dobrovoľne poskytli svoje osobné údaje a tak isto aj svoje biometrické údaje, ktorú slúžia len pre túto bakalársku prácu. Ich súhlas vrátane ich podpisu je v prílohe PII.

Druhým bodom v praktickej časti práce bolo overiť spoľahlivosť zariadenia pomocou parametrov FAR a FRR prostredníctvom laboratórnej úlohy. Táto laboratórna úloha má slúžiť pre magisterský ročník štúdia. Podľa dostupnej literatúry sme overili spoľahlivosť zariadenia. Pre overenie tejto spoľahlivosti sme potrebovali údaje o chybných odmietnutiach a chybných prijatiach. Pre autentické overenie spoľahlivosti sme mali k dispozícii málo objektov – ľudí, ktorý mali referenčný záznam a ľudí ktorí ho naopak nemali, tak preto pri prvom overovaní vyšla nulová hodnota. Toto zariadenie je konštruované pre letiskové haly, kde je pohyb ľudí vo väčšom rozsahu. Tabuľkové hodnoty parametrov FAR a FRR výrobcu udáva veľmi nízke. V prílohe PI je uvedený vypracovaná laboratórna úloha ako vzor vypracovania pre magisterské štúdium.

Prínos bakalárskej práce je v priblížení biometrických systémov širšej verejnosti a tak isto vysvetlenie a zoznámenie sa so zariadením Broadway 3D. Medzi hlavné výhody zariadenia patrí bezkontaktná identifikácia, ktorá si nevyžaduje žiadna ďalšie úkony navyše a tým pádom neobťažuje objekt ako napríklad u snímania dúhovky alebo sietnice. Pri meraní spoľahlivosti zariadenia sme zistili, že zariadenie je vysoko spoľahlivé a miera nesprávnej identifikácie a miera chybného povolenia prístupu je veľmi malá a zariadenia pracuje spoľahlivo ak je v správnych podmienkach, správne nastavené a pracuje na ňom človek, ktorý je oboznámený o jeho funkčnosti.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] DRAHANSKÝ, Martin a Filip ORSÁG. *Biometrie*. [Brno: M. Drahanský], 2011, 294 s. ISBN 978-80-254-8979-6.
- [2] BITTO, Ondřej a Filip ORSÁG. *Šifrování a biometrika aneb tajemné bity a dotyky*. Vyd. 1. Kralice na Hané: Computer Media, 2005, 294 s. ISBN 80-866-8648-5.
- [3] RAK, Roman. *Biometrie a identita člověka ve forezních a komerčních aplikacích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 631 s., 32 s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2365-5.
- [4] KOVÁČ, Adrián. *Biometria a vybrané technológie v biometrii*. 2011. Dostupné z: [http://www.fotoadrian.sk/tech/bkss/cv7\\_text\\_kap5.pdf](http://www.fotoadrian.sk/tech/bkss/cv7_text_kap5.pdf)
- [5] BOHM. *Biometric Systems. Biometric systems: technology, design and performance* [online]. London: Springer-Verlag, 2005 [cit. 2014-06-04]. Dostupné z: <http://bytelabs.org/pub/papers/biometrics04.pdf>
- [6] Odtlačky – zanechaná stopa. [online]. [cit. 2014-06-04]. Dostupné z: <http://server.sk/zaujímavosti/interesante/odtlacky-zanechana-stop/>
- [7] JANEČEK, Tomáš. *Biometrika* [online][cit. 2014.06.04]. Dostupné z <http://www.nula.wz.cz/biometrika/>
- [8] *Lidský obličej: vnímání tváře z pohledu kognitivních, behaviorálních a sociálních věd*. Vyd. 1. Editor Vladimír Blažek, Radek Trnka. Praha: Karolinum, 2009, 256 s., [32] s. barev. obr. příl. ISBN 978-802-4615-561.
- [9] GALVÁNEK, Marek. *Vyhľadávanie antropometrických bodov v 3D skene ľudskej tváre* [online]. Brno, 2013 [cit. 2014-06-04]. Dostupné z:[http://is.muni.cz/th/373998/fi\\_b/galvanek\\_thesis.pdf](http://is.muni.cz/th/373998/fi_b/galvanek_thesis.pdf). Bakalárska práca. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce Mgr. Igor Chalás.
- [10] ĎURICA, Matej. *Animácie transportných protokolov* [online]. Brno, 2013 [cit. 2014-06-04]. Dostupné z:[http://is.muni.cz/th/359562/fi\\_b/Bc.txt](http://is.muni.cz/th/359562/fi_b/Bc.txt). Bakalárska práca. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce doc. RNDr. Eva Hladká, Ph.D.
- [11] Detekce a sledování polohy hlavy ve video sekvencích s využitím zařízení Microsoft Kinect. Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií VUT v Brně, 2012, roč. 2012, č. 1. ISSN 1213 - 1539.

- [12] TALANDOVÁ, Hana. *Studie využití biometrických systémů v průmyslu komerční bezpečnosti*. Zlín, 2010. Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/13364>. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Navrátil Petr.
- [13] Kamerové systémy S.R.O. [online]. [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: <http://www.specialistinabezpecnost.sk/upload/news/8kzv3503jfi.jpg>
- [14] ŠPATENKA, Pavel. *Předzpracování a 3D segmentace lékařských obrazových dat*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [15] Biometria. [online]. [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: <http://www.biometria.sk/co-je-biometria.html>
- [16] STRÉMY, Maximilián, Soňa DUCHOVIČOVÁ a Andrej STRAŠIFTÁK. Optická identifikácia osôb s využitím biometrických údajov [online]. [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: <http://jit.efmk.sk/sites/default/files/18-stremy-duchovicova-strasiftak.pdf>
- [17] ŠPACEK, Jiří. *Systém pro automatické určení tvaru historických artefaktů*. Zlín, 2010. Dostupné z: [https://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/14237/%C5%A1pa%C4%8Dek\\_2010\\_dp.pdf?sequence=1](https://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/14237/%C5%A1pa%C4%8Dek_2010_dp.pdf?sequence=1). Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Ing. Bronislav Chramcov, Ph.D.
- [18] AMOR, Boulbaba Ben, Liming CHEN a ARDABILIAN. *New Experiments on ICP-Based 3D Face Recognition and Authentication*. *New Experiments on ICP-Based 3D Face Recognition and Authentication*. Dostupné z: <http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-2371.pdf>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FRR False Rejection Rate – pravdepodobnosť nesprávneho odmietnutia.

FAR False Acceptance Rate – pravdepodobnosť nesprávneho prijatia.

ICP Iterative Closest Point – porovnanie povrchov

MAE Mean Alignment Error – Priemerná vzdialenosť

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázok 1 - Identifikácia a verifikácia .....	12
Obrázok 2- Oblúk [6].....	17
Obrázok 3 – Slučka [6] .....	17
Obrázok 4 – Špirála [6].....	17
Obrázok 5 – Rozmiestnenie prstov [16] .....	19
Obrázok 6 – Priame meranie [15].....	19
Obrázok 7 – Priame meranie [12].....	24
Obrázok 8 – Pronasale [9] .....	30
Obrázok 9 – Cheilion [9] .....	31
Obrázok 10 – Stomion [9] .....	31
Obrázok 11 – Ektokantion [9] .....	32
Obrázok 12 – Entokantion [9] .....	32
Obrázok 13 – Body na tvári [13] .....	34
Obrázok 14 – Zariadenie Broadway .....	38
Obrázok 15 – TEA .....	39
Obrázok 16 – Prepojenie kamery s počítačom .....	40
Obrázok 17 – Nadstavenie IP adresy .....	40
Obrázok 18 – Nadstavenie v programe TEA.....	41
Obrázok 19 – Operácia En-roll .....	42
Obrázok 20 – Operácia En-roll – horšia kvalita .....	43
Obrázok 21 – Prezentácia okuliarov .....	44
Obrázok 22 – Prezentácia okuliarov z profilu .....	44
Obrázok 23 – Identifikácia .....	45
Obrázok 24 – Verifikácia.....	46
Obrázok 25 – Kontrola vstupu.....	47
Obrázok 26 – Kontrola vstupu -výstup.....	47

**SEZNAM TABULEK**

Tabuľka 1 – Fyziologické vlastnosti [2] .....	15
Tabuľka 2 – Behaviorálne vlastnosti [2].....	15

## SEZNAM PŘÍLOH

PRÍLOHA P1      Laborátorná úloha

PRÍLOHA PII     Súhlas s použitím osobných a biometrických údajov

## PŘÍLOHA P I: LABORÁTORNA ÚLOHA

UTB VE ZLÍNĚ, FAKULTA APLIKOVANÉ INFORMATIKY			
BEZPEČNOSTNÍ TECHNOLOGIE, SYSTÉMY A MANAGEMENT			
<b>Meno:</b>	Róbert Valovič		
<b>Predmet:</b>		<b>Skupina:</b>	
		<b>Namerané:</b>	6.6.2014
<b>Názov úlohy:</b>	Overenie spoľahlivosti zariadenia	<b>Odovzdané:</b>	10.6.2014
		<b>Hodnotenie:</b>	

### Motivácia:

Objasnenie fungovania 3D čítačky tváre a meranie parametrov FAR a FRR

### Úlohy:

1. Zoznámte sa so zariadením a príslušným softvérom.
2. Pomocou príslušného softvéru vytvorte vlastnú databázu v ktorej bude minimálne 5 členov.
3. Pomocou 3D čítačky zistíte percentuálnu hodnotu identifikácie a verifikácie u užívateľov. Ďalej zistíte medzné hranice identifikácie a verifikácie.
4. V poslednom bode sa zamerajte na parametre FAR a FRR a pomocou rovnice vypočítajte hodnoty.
5. V závere vypočítané hodnoty porovnajte s katalógovými hodnotami a vypracujte protokol.



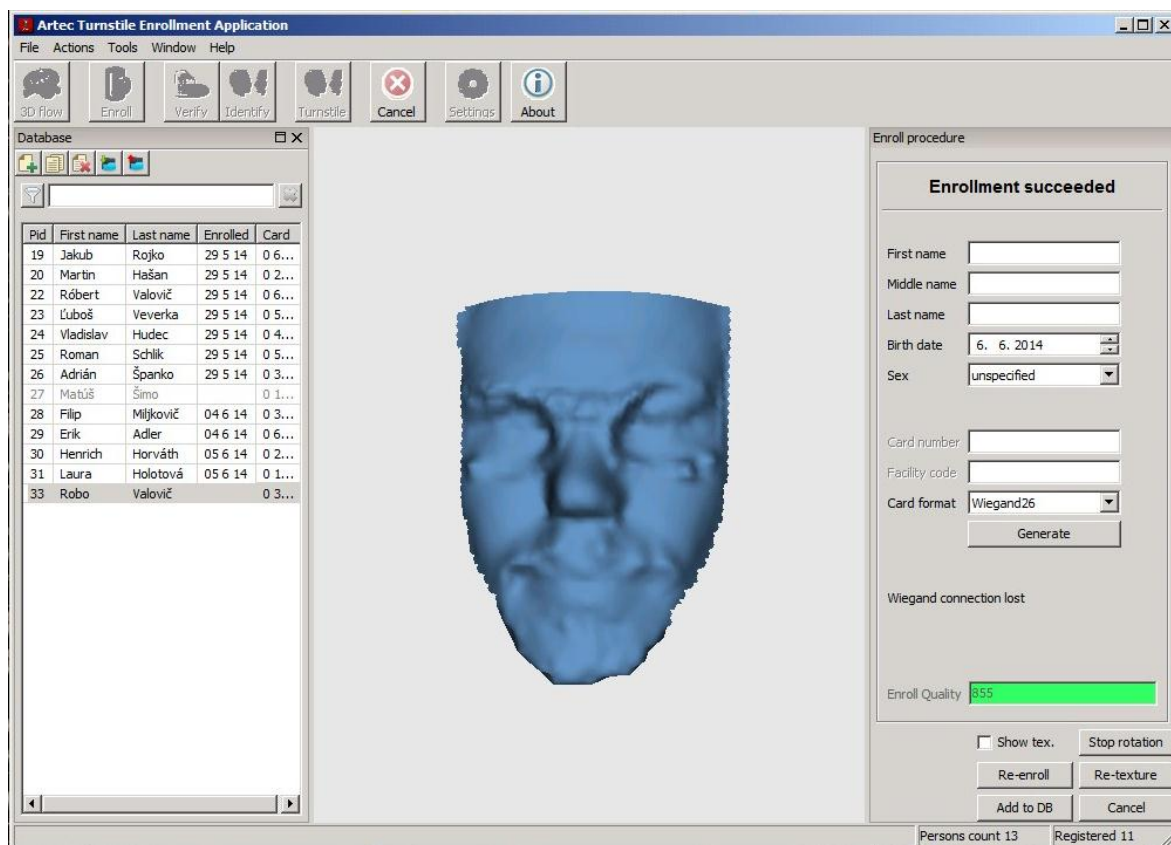
## Vypracovanie

Pre zoznámenie so zariadením a príslušným softvérom sme potrebovali príslušný návod na prácu s čítačkou. Po zapojení čítačky k počítaču a prepojenia počítaču so serverom kde sa nachádza databáza sme nainštalovali a spustili softvér pre ovládanie zariadenia.

Vytvorili sme novú databázu a každého člena skupiny sme do nej pridali. Vytvorili sme im ich referenčný záznam pomocou funkcie Enroll



Na obrázku nižšie vidíme výsledok funkcie Enroll. V pravom rohu je vidieť kvalitu, v tomto prípade 855.

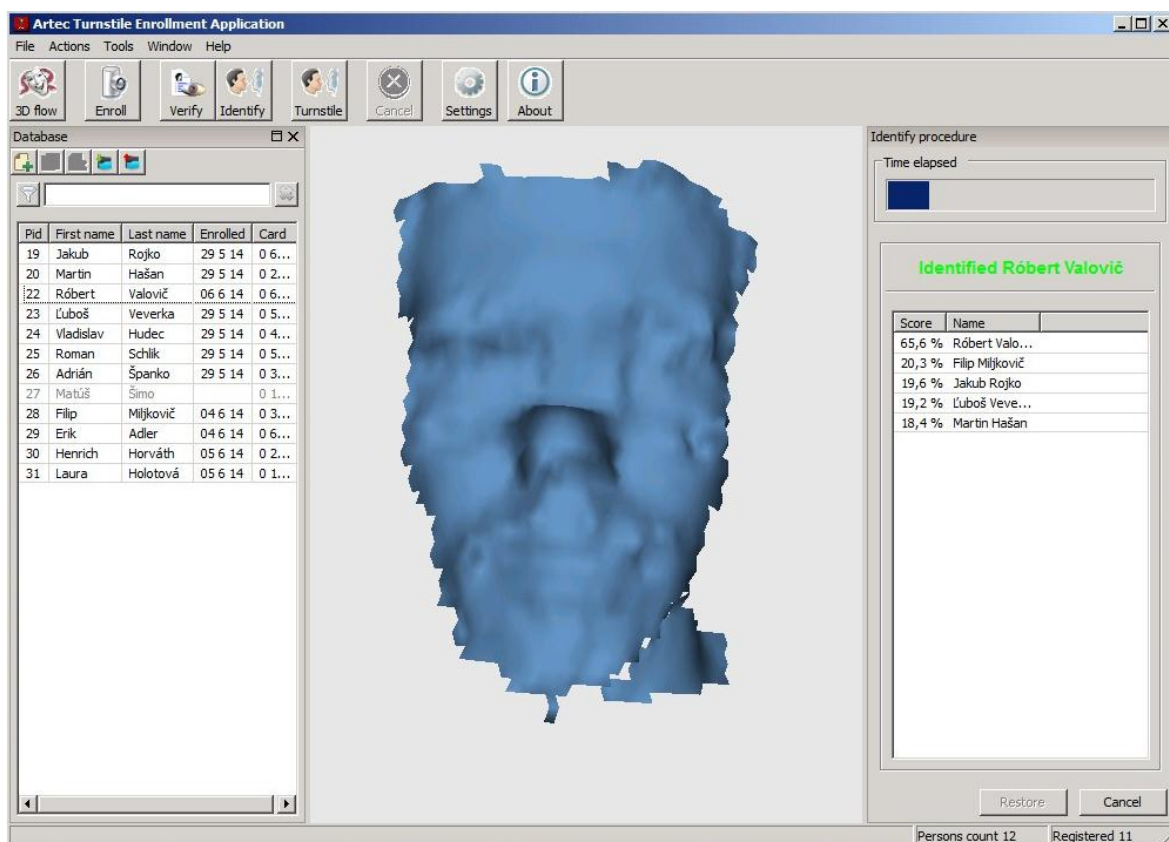


The screenshot shows the 'Artec Turnstile Enrollment Application' window. It features a menu bar (File, Actions, Tools, Window, Help) and a toolbar with icons for 3D flow, Enroll, Verify, Identify, Turnstile, Cancel, Settings, and About. On the left, a 'Database' window displays a table of enrolled users. The main area shows a 3D blue face model. On the right, the 'Enroll procedure' panel shows 'Enrollment succeeded' and an 'Enroll Quality' of 855. The status bar at the bottom indicates 'Persons count 13' and 'Registered 11'.

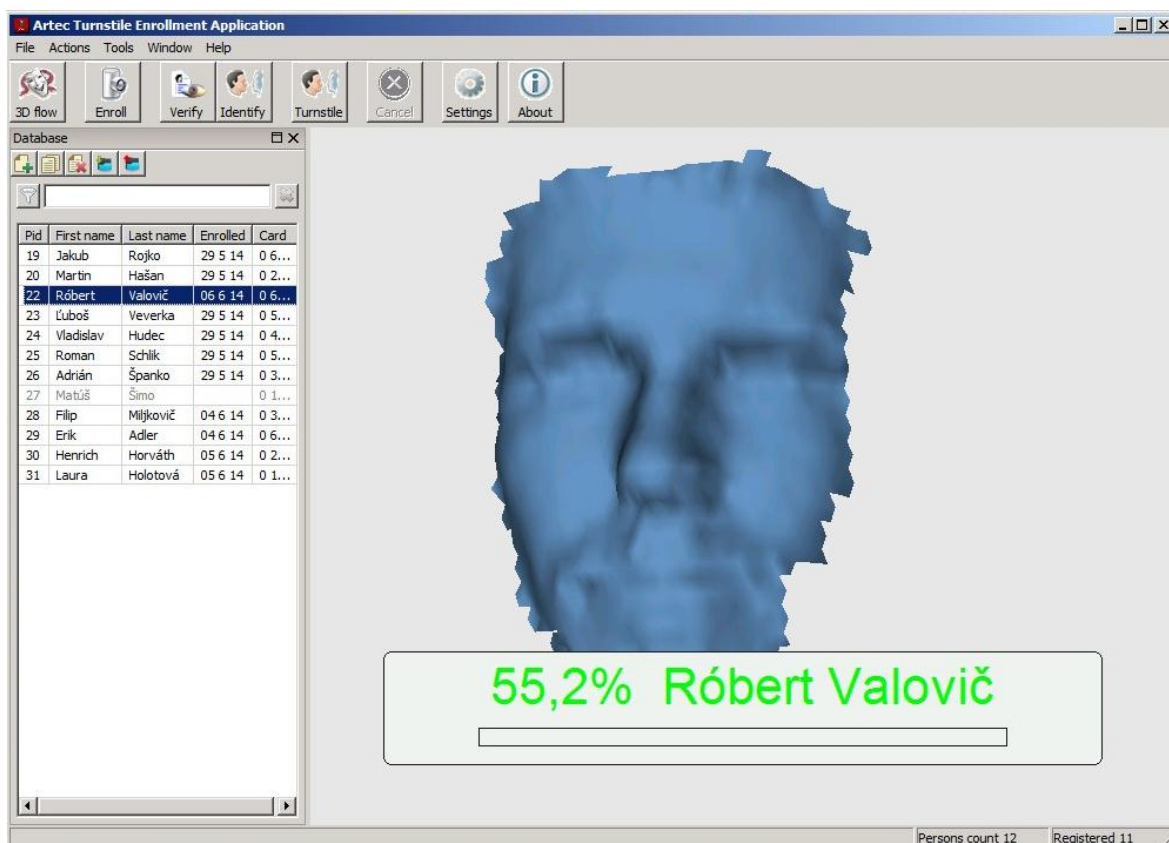
Pid	First name	Last name	Enrolled	Card
19	Jakub	Rojko	29 5 14	0 6...
20	Martin	Hašan	29 5 14	0 2...
22	Róbert	Valovič	29 5 14	0 6...
23	Ľuboš	Veverka	29 5 14	0 5...
24	Vladislav	Hudec	29 5 14	0 4...
25	Roman	Schik	29 5 14	0 5...
26	Adrián	Španko	29 5 14	0 3...
27	Matúš	Šimo	29 5 14	0 1...
28	Filip	Miljkovič	04 6 14	0 3...
29	Erik	Adler	04 6 14	0 6...
30	Henrich	Horváth	05 6 14	0 2...
31	Laura	Holotová	05 6 14	0 1...
33	Robo	Valovič	05 6 14	0 3...

Po pridaní všetkých ľudí do databázy sme ďalej vykonali identifikáciu a verifikáciu. Na priložených obrázkoch je vidieť výstup verifikácie a identifikácie. Verifikácia je možná len za podmienky, že pred začatím procesu musí byť zakliknutý požadovaný objekt v databáze. V opačnom prípade vypíše softvér výstražné hlásenie o nutnosti zakliknutia požadovaného objektu.

Identifikácia sa vykonáva pomocou tlačidla s popisom Identify. Výstup identifikácie je meno identifikovaného užívateľa.



Verifikácia ako je na predchádzajúcom obrázku vidieť je označená popisom Verify.



Medzné parametre sme zisťovali pomocou funkcie Turnstile, resp. Quick Turnstile. Túto funkcie je možné nájsť v otvorenej možnosti Actions.

Actions	Tools	Window	F
3D flow		Alt-F	
Enroll		Alt-E	
Verify		Alt-V	
Identify		Alt-I	
Turnstile		Alt-T	
Quick Turnstile		Alt-Y	
Cancel		Esc	

Pri rýchlej chôdzi objekt síce zaznamenal ale zariadenie ho nebolo schopné identifikovať. Pri priemernej, skôr až pomalšej chôdzi zariadenie užívateľa už identifikovalo. Tak isto problém robili slnečné okuliare na jednom z objektov. V prípade dioptrických – priehľadných okuliarov sa problémy identifikácie nevyskytovali.



Pri identifikovaní objektu v móde Turnstile sa zjaví takáto uvítacia obrazovka.



### Overenie spoľahlivosti zariadenia pomocou parametrov FAR a FRR

$$FAR = \frac{\text{počet chybných prijatí}}{\text{počet pokusov neoprávnených osôb}}$$

$$FRR = \frac{\text{počet chybných odmietnutí}}{\text{počet pokusov neoprávnených osôb}}$$

Pre overenie týchto dvoch parametrov sme použili tieto dve rovnice. V programe je možnosť otvoriť si štatistické okno, kde sú všetky štatistiky vykonané v našej databáze.

Pre skutočné overenie prvého parametru (FAR) sme nemali dostatočný počet ľudí, pretože zariadenie je konštruované pre letiskové haly, kde je vyšší počet osôb v databáze. My sme mali menej dostupných objektov preto sa počet chybných prijatí rovnal nulovej hodnote, pretože všetky objekty, ktoré neboli v databáze a pokúšali sa prejsť popri kamere neboli identifikovaný vôbec a nebola im pridelená ani identita iného človeka. Preto parameter **FAR** má výslednú hodnotu **0**.

V druhom prípade sa jedná o parameter FRR kde sme už zaznamenali istý počet chybných odmietnutí. Počet pokusov neoprávnených osôb sa rovnal číslu 5, pretože viac osôb sme nemali k dispozícii. Tieto osoby nemali vytvorený žiadny referenčný záznam. Chybné odmietnutie nastalo jedenkrát, takže výsledná rovnica bude:

$$FRR = \frac{1}{5} = 0,2$$

Filter	PID	Operation	Mode	Person	Result	Score	Duration, s
1	22	identify	turnstile identify	Valovič Róbert	ok	0,621058	41,66
2	23	identify	turnstile identify	Veverka Ľuboš	ok	0,605475	19,01
3	28	identify	turnstile identify	Miljkovič Filip	ok	0,606388	100,49
4	29	identify	turnstile identify	Adler Erik	ok	0,683495	8,25
5	22	identify	turnstile identify	Valovič Róbert	ok	0,607519	10,56
6	-1	identify	broadway turnstile	--Person isn't found (pid=-1)--	failed	0,600000	30,35
7	30	identify	turnstile identify	Horváth Henrich	ok	0,621043	14,65
8	19	identify	turnstile identify	Rojko Jakub	ok	0,603495	30,68
9	30	identify	turnstile identify	Horváth Henrich	ok	0,620966	39,32
10	23	identify	turnstile identify	Veverka Ľuboš	ok	0,611372	9,86
11	22	identify	turnstile identify	Valovič Róbert	ok	0,601771	24,48
12	22	verify	broadway turnstile	Valovič Róbert	ok	0,559709	5,35
13	22	verify	broadway turnstile	Valovič Róbert	failed	0,532428	0,87
14	22	verify	broadway turnstile	Valovič Róbert	ok	0,565638	0,87
15	19	verify	broadway turnstile	Rojko Jakub	ok	0,740367	0,75

Pri porovnaní s katalógovými hodnotami sme zistili, že pri prvom parametri nameraná hodnota 0, v našich podmienkach zodpovedá aj papierovým hodnotám, pretože tam sa hodnota rovnala číslu **0,000001**.

V druhom prípade je číslo o 3 rády väčšie takže hodnota mala **0,001**.

Recognition time, less than	1 s			
Enrollment time, less than	3 s			
Walking speed, up to	5 mph			
Biometric template size	75 Kbits			
FAR/FRR	10E-6/10E-3			
User Interfaces	Wiegand in/out, Relay			
Administration Interfaces	Ethernet 100 Mbps, USB 2.0			
Embedded software platform	Linux			
Working distance	0.8 – 1.6 m			
Linear field of view, HxW @ closest range	600 mm x 460 mm			
Linear field of view, HxW @ furthest range	1200 mm x 920 mm			
Angular field of view, HxW	41x32°			
Light source	flash bulb (no laser)			
Video frame rate, up to	15 fps			
Exposure time	0.2 ms			
<b>Dimensions, HxDxW</b>				
Broadway 3D camera	1623 x 230 x 230 mm	1623 x 370 x 450 mm	380 x 135 x 470 mm	504 x 230 x 230 mm
Computing unit	324 x 316 x 140 mm	324 x 316 x 140 mm	324 x 316 x 140 mm	324 x 316 x 140 mm
<b>Weight</b>				
Broadway 3D camera	13 kg	15 kg	9 kg	3.5 kg
Computing unit	3 kg	5 kg	3 kg	3 kg
<b>Power consumption</b>				
Broadway 3D camera	100-240V AC, 60W	100-240V AC, 100W	100-240V AC, 100W	100-240V AC, 60W
Computing unit	115/230V AC, 350W	115/230V AC, 350W	115/230V AC, 350W	115/230V AC, 350W
Operating temperature range	15°..+30 °C			
Operating humidity	15..85 %			

## Příloha P II: súhlas s použitím osobných a biometrických údajov

### Povolenie k použitiu údajov nižšie spomenutých osôb

Podpisom dávam povolenie študentovi Róbertovi Valovičovi k použitiu osobných a biometrických údajov, ktoré budú použité v bakalárskej práci. Názov práce je „Spolehlivosť 3D čtečky obličej“. Merania boli vykonané v dátumoch 29. - 30.5.2014 a 2. - 3.6.2014. Bakalárska práca bude odovzdaná 10.6.2014 a prezentácia tejto práce bude uskutočnená v jednom z troch dní ( 18., 19., alebo 20.6.2014).

#### Meno a priezvisko

JAKUB ROJKO  
MARTIN HAŠAN  
FILIP MILYKOVÍČ  
L'UBOŠ KEVERKA  
ADRIÁN ŠPANKO  
Vladislav Hudec  
MATÚŠ ŠIMO  
RÓBERT VALOVIČ  
Roman Schliu  
Václav Kutěj  
HENKO HORVÁTH  
Laura Holobová  
Erik Adler  
.....  
.....

#### Podpis

  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
  
.....  
.....