


Reálné hodnocení parametrů snímačů otisku prstu na základě praktických měření

Real evaluation of parameters of a fingerprint sensor on the basis
of practical measurements

Pavel Kašný

Bakalářská práce
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel KAŠNÝ**
Osobní číslo: **A07164**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Reálné hodnocení parametrů snímačů otisku prstu
na základě praktických měření**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou identifikace otisku prstu.
2. Prostudujte existujícími typy snímačů otisku prstu, princip, vlastnosti.
3. Po prostudování literatury proveďte praktická měření na dostupných senzorech (kapacitní, optický, termický, radiofrekvenční).
4. Na základě výsledků měření porovnejte snímače. Komparaci vypracujte ve formě rešerše i tabulkového hodnocení. Komparujte teoretické poznatky a případné odklony, které vznikly při praktickém měření.
5. Vyberte aplikace a prostředí, ve kterých lze tyto technologie spolehlivě nasadit. Zdůvodněte tento výběr na základě praktických zkušeností z měření a studia této problematiky.
6. Pokuste se vytvořit odlitek otisku prstu a zkoušejte jej na dostupných senzorech.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. RAK, R.: Biometrie a identita člověka. GRADA,2008,ISBN : 978-80-247-2365-5
2. Li, Stan Z.: Encyclopedia of Biometrics, Springer,2009, ISBN: 0387730028
3. Ščurek R.: Biometrické metody identifikace osob v bezpečnostní praxi , VŠB TU Ostrava, 2005
4. International Biometric Group: <http://www.ibgweb.com/>
5. Comfis Biometriky: <http://www.comfis.cz/biometrie>
6. RAK R., MATYÁŠ V., ŘÍHA Z. Biometrické docházkové systémy a měření jejich výkonnosti, Security magazín, roč. XII, 2/2005, Family media, spol. s. r. o., Praha, ISSN 1210-8723

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Kováč

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá biometrií otisku prstu a její problematikou identifikace. Úkolem je praktické měření na dostupných snímačích otisku prstu a zhodnocení naměřených výsledků. Další problematikou, kterou se tato práce zabývá je vytvoření falešného otisku prstu.

Klíčová slova: Identifikace, verifikace, otisk prstu, snímače otisku prstu

ABSTRACT

This thesis deals with a fingerprint biometrics and problems of its identification. The task is a practical measurement on available fingerprint sensors and results evaluation. Next part of the thesis deals with the creation of a false fingerprint.

Keywords: Identification, verification, fingerprint, fingerprint reader

Tímto bych chtěl poděkovat své rodině za morální a finanční podporu při studiu. Také bych rád vyjádřil své poděkování Ing. Petru Kováčovi za kvalitní a odborné vedení, připomínky a poskytnuté konzultace při zpracování mé bakalářské 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

I	TEORETICKÁ ČÁST	10
1	OTISK PRSTU	11
1.1	POKOŽKA	11
1.2	ŠKÁRA.....	13
1.3	PODKOŽNÍ VAZIVO	13
1.4	CHARAKTERISTIKA OTISKU PRSTU	14
1.4.1	Druhy markantů.....	14
1.5	KLASIFIKACE OTISKU PRSTU	16
1.6	DEFINOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ V BIOMETRII	17
2	PROBLEMATIKA IDENTIFIKACE OTISKU PRSTU	19
2.1	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ IDENTIFIKACI OTISKU PRSTU	19
2.1.1	Dermatologické faktory.....	19
2.1.2	Pracovní faktory	25
2.1.3	Atmosférické faktory.....	25
2.1.4	Chyby v procesu digitálního snímání	26
2.2	MĚŘENÍ VÝKONNOSTI BIOMETRICKÝCH SYSTÉMŮ	29
2.2.1	Porovnávací skóre	29
2.2.2	Senzitivita.....	30
2.2.3	Specifická.....	30
2.2.4	FRR	30
2.2.5	FAR	31
2.2.6	FTA	34
2.2.7	FTE nebo-li FER	34
2.2.8	FTM.....	34
2.2.9	FMR	35
2.2.10	FNMR	35
2.2.11	DET a ROC křivky.....	36
3	TYPY SNÍMAČŮ OTISKU PRSTU	38
3.1	METODY SNÍMÁNÍ OTISKU PRSTU.....	38
3.1.1	Statické snímání	38
3.1.2	Snímání šablonováním	38
3.2	POŽADAVKY NA SNÍMAČE	39
3.3	PARAMETRY SNÍMAČŮ.....	41
3.4	ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ SNÍMAČŮ	42
3.4.1	Snímače kontaktní	42
3.4.2	Snímače bezkontaktní	42
3.5	POPIS A PRINCIP JEDNOTLIVÝCH TYPŮ SNÍMAČŮ	42
3.5.1	Kapacitní snímače	42

3.5.2	Optické snímače	44
3.5.2.1	Optické snímače na základě odrazu (reflexní).....	44
3.5.2.2	Optické snímače na základě odrazu (reflexní) – snímání šablonování	45
3.5.3	Termické (teplotní) snímače.....	45
3.5.4	Radiofrekvenční snímače	46
4	ZPRACOVÁNÍ OTISKU PRSTU	48
4.1	ORIENTACE MARKANT.....	48
4.2	SEGMENTACE	49
4.3	BINARIZACE	49
4.4	ZTENČOVÁNÍ.....	49
4.5	EXTRAKCE MARKANTŮ.....	50
4.6	ALGORITMY PRO POROVNÁVÁNÍ OTISKŮ PRSTŮ.....	51
II	PRAKTICKÁ ČÁST	53
5	PRAKTICKÉ MĚŘENÍ NA SNÍMAČÍCH OTISKU PRSTU	54
5.1	EKEY LOGON	55
5.1.1	Ekey Bit.....	59
5.1.2	Měření na Ekey BIT	60
5.1.3	Aplikace a prostředí pro Ekey LOGON a Ekey BIT.....	65
5.2	TIMESTATION - FINGERPRINT IDENTIFICATION SYSTEM.....	66
5.2.1	Měření na TimeStation.....	67
5.2.2	Aplikace a prostředí pro TimeStation	72
5.3	APC TOUCH BIOMETRIC POD PASSWORD MANAGER.....	73
5.3.1	Měření na APC Biopod.....	75
5.3.2	Aplikace a prostředí pro snímač APC Biopod	78
5.4	V-PASS FX MV 1610.....	79
5.4.1	Měření na V-Pass Bioscrypt.....	80
5.4.2	Aplikace a prostředí pro V-Pass Bioscrypt	84
6	VÝROBA ODLITKU OTISKU PRSTU	85
6.1	APC BIOPOD A ŽELATINOVÝ OTISK PRSTU.....	86
	ZÁVĚR	87
	CONCLUSION.....	88
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	89
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	91
	SEZNAM OBRÁZKŮ	92
	SEZNAM TABULEK.....	94
	SEZNAM PŘÍLOH.....	95

ÚVOD

Už za doby indiánských kmenů, které obývaly oblast dnešního státu Indiana, byla prokázána znalost o existenci papilárních linií. A proto se nesmíme divit, že tento objev byl stále více zkoumán a vědci zvučných jmen, jako je Jan Evangelista Purkyně, Francis Galton, Henry Faulds a mnoho dalších, posouvali onu svou daktyloskopickou myšlenku kupředu.

V dnešní, už moderní, plně automatizované době, je pojem biometrie otisku prstu už značné veřejnosti známá, ale stále se setkávám s myšlenkou, která blokuje řadu lidí v pořízení si přístupového systému, založeného na technologii otisku prstu do domácnosti. Není se čemu divit. Spolupracují na sobě dva nezávislé subjekty, z nichž ten vyspělejší, lidská kůže, je o mnohem starší, co se vývoje týče a je vystavován během života mnoha negativním vlivům. Na druhou stranu není většinou nic 100% a i biometrické systémy založené na snímání otisku prstu pracují s určitou chybovostí a v některých případech se člověk musí naučit správný postup, aby mu byl udělen přístup do objektu, zařízení atd.

V počáteční kapitole se tato práce zabývá stavbou lidské kůže a faktory, které mohou ovlivnit uživatele při identifikaci, popř. verifikaci biometrického systému. Následující kapitola se věnuje vybraným typům snímačů a jejich rozdělení, na kterých bylo provedeno praktické měření.

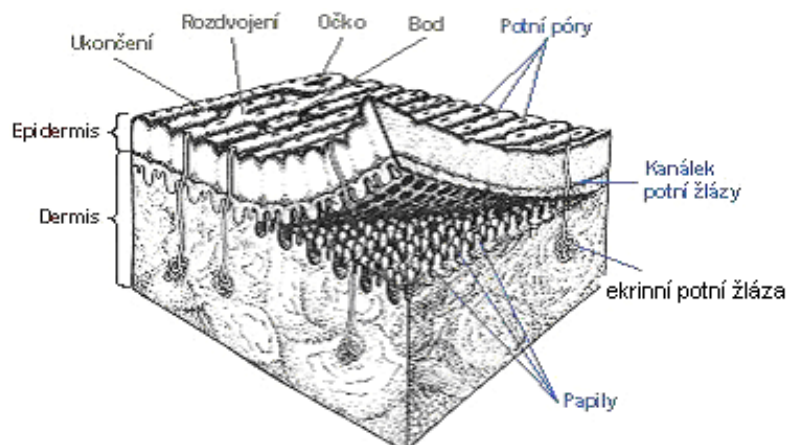
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OTISK PRSTU

Kůže je skladebně a vývojově složitý orgán značného významu. Její tloušťka se pohybuje v závislosti na věku, pohlaví, výživě a především na anatomické lokalizaci v rozmezí od 0,1mm (epidermis víček) do 4mm (epidermis plosek). Reliéfy, které papilární linie vytváří, dosahují na končetinách výšky v rozmezí 0,1 – 0,4mm a šířky 0,2 – 0,7mm.

Kožní tkáň se skládá ze 3 základních částí: pokožky (epidermis), škály (dermis) a podkožního vaziva (subcutis).

Dále jsou v kůži uložena adnexa dvojího druhu: žlázová (potní a mazové žlázy) a keratinizovaná (vlasy a nehty). Mazové žlázy jsou většinou vázané na vlasový folikul a na dlaních a ploskách se nevyskytují. Ekrinní potní žlázy jsou rozptýleny po celém kožním povrchu v počtu několika milionů, s maximem na dlaních a ploskách.



Obr. 1 Struktura kůže [1]

1.1 Pokožka

Pokožka (epidermis) je nejzevnější vrstva kůže, tvořená vrstevnatým dlaždicovým epitemem. Epidermis je bezcévná a výživa je zajišťována difúzí z koria. Horní vrstvy kůže neustále rohovatí, odumírají a odlupují se. Je to způsobeno tím, že buňky v horních vrstvách pokožky se postupně více a více vzdalují od zdroje krve a živin, takže pozvolna degenerují, naplňují se keratinem (rohovinou) a odumírají.

Epidermis se skládá z 5 vrstev:

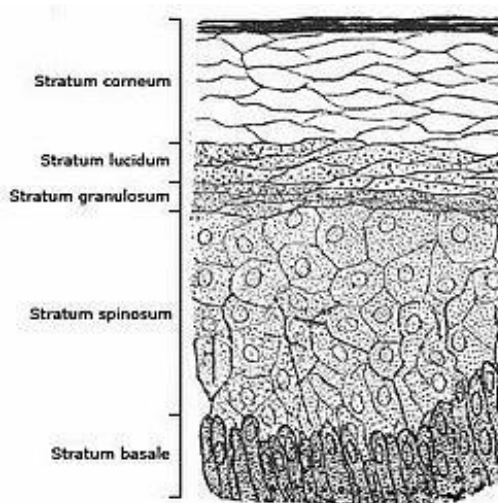
Stratum basale je tvořeno cylindrickými buňkami s velkými jádry a jemnými tonofilamenty cytokeratinu.

Stratum spinosum tvoří několik vrstev polygonálních buněk, které se směrem k povrchu zvětšují.

Stratum granulosum je charakterizováno 1-3 řadami oploštělých buněk s přítomností hrubých keratohyalinových zrn, která jsou meziproduktem rohovění.

Stratum lucidum je tvořena tenkou vrstvou buněk nejvýrazněji vyvinutá jen na dlaních a ploskách.

Stratum corneum rohová vrstva, je tvořena několika vrstvami již zcela keratinizovaných buněk, bez jader a organel.



Obr. 2 Struktura pokožky

1.2 Škára

Škára (dermis, korium) je vazivová vrstva kůže, rozdělována bez ostré hranice na povrchovou *pars papilaris*, tvoří výběžky – papily, které vybíhají proti čepům epidermis, a hlubší *pars reticularis*. Papilární vrstva je tvořena řídkým vazivem s četnými buňkami (fibrocyty, makrofágy, žírné buňky aj.)

Ve škáře je množství nervových zakončení, které vnímají hmat a teplo. *Meissnerova tělíska* (hmatová) pro nás představují tzv. čidla dotyku, *Kraseova tělíska* – receptory chladu a *Ruffiniho tělíska* – nám umožňují vnímat teplo.

Za účelem dosažení větší plochy, kterou do pokožky pronikají živiny, jsou papily silně zvlněné a právě jim vděčí člověk za otisky prstů, které zkoumá daktyloskopie. Mezi papilárními liniemi se nacházejí rýhy (*sulci cutanei*).

Papilární linie se vyvíjejí během nitroděložního života a po celý život vykazují stabilitu vůči narůstajícímu věku i okolnímu prostředí. S přibývajícím věkem se sice mění rozměry plošek prstů, dlaní či chodidel, avšak struktura charakteristických bodů, tzv. markantů (*minutiae*) zůstává stejná. Tyto body vznikají různými prostorovými vztahy mezi jednotlivými papilárními liniemi, jako je vidlice, oko, křížení linií atd.

Tyto linie mají kromě jiného i význam při určování identity jedince – jednoznačně slouží k jeho určení, neboť průběhy papilárních linií jsou pro každého relativně neodstranitelné, po celý život neměnné a s velmi malou pravděpodobností shody otisku u dvou různých osob na světě jedinečné.

1.3 Podkožní vazivo

Podkožní vazivo (*tela subcutanea, subcutis*) je vrstva kůže pod škárou. V různých místech obsahuje více či méně tukových buněk, které slouží jako zásobárna energie a vitamínů (A, D, E, a K). V podkožním vazivu se nachází *Vater-Paciniho tělíska*, která jsou receptory tlaku a tahu.

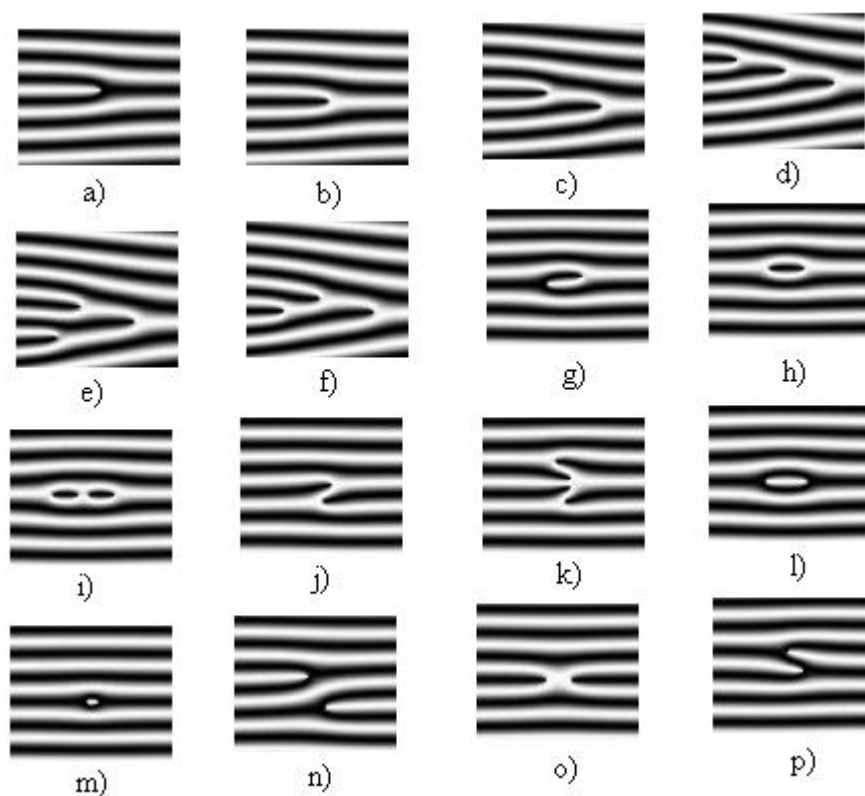
1.4 Charakteristika otisku prstu

Na otisku prstu bylo díky zkoumání a pozorování výsledováno několik charakteristických znaků, ze kterých se otisk skládá. Markanty, neboli charakteristické znaky představují klíčovou informaci, která se používá při identifikaci.

Tyto charakteristické znaky se rovněž používají při generování otisku prstu a lze je považovat za klíčové informace, protože kompletně popisují sled a uspořádání papilárních linií.

1.4.1 Druhy markantů

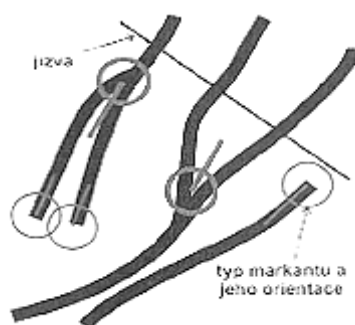
Jednotlivé charakteristické znaky, markanty se rozdělují do několika základních druhů:



Obr. 3 Jednotlivé druhy markant [4]

- | | |
|---|--|
| a) začátek nebo ukončení linie
(<i>begining or ending</i>) | g) Háček (<i>hook</i>) |
| b) jednoduchá vidlice
(<i>simple bifurcation</i>) | h) Jednoduchá smyčka (<i>single whorl</i>) |
| c) dvojitá vidlice (<i>double bifurcation</i>) | i) Dvojitá smyčka (<i>double whorl</i>) |
| d) trojitá vidlice (<i>triple bifurcation</i>)
typ1. | j) Jednoduchý most (<i>single bridge</i>) |
| e) trojitá vidlice (<i>triple bifurcation</i>)
typ2. | k) Dvojitý most (<i>twin bridge</i>) |
| f) trojitá vidlice (<i>triple bifurcation</i>)
typ3. | l) Interval (<i>interval</i>) |
| | m) Bod (<i>point</i>) |
| | n) Průsečná linie (<i>through line</i>) |
| | o) Křížení (<i>crossing</i>) |
| | p) Boční kontakt (<i>side contact</i>) |

Bylo zjištěno, že každý druh markant má nějakou pravděpodobnost výskytu na daném zkoumaném otisku. Kromě základních druhů lze rozlišit svým charakteristickým tvarem i další druhy, jako je přerušení, ukončení ve vidlici, háček, protiháček atd. Všechny markanty jsou tzv. podmnožinou dvou hlavních, markantu začátku (ukončení) představující počátek nebo konec papilární linie a markantu vidlice, představující rozvětvení papilární linie.



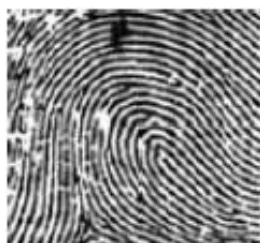
obr. 4 Naznačení typu markant a jeho orientace

1.5 Klasifikace otisku prstu

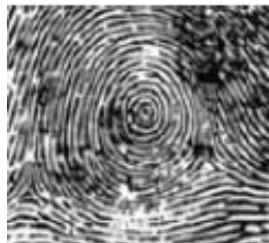
Jelikož jsou otisky prstů porovnávány se všemi otisky v databázi, což představuje u rozsáhlejších databázích velké množství otisků, jsou rozděleny do předem definovaných tříd za účelem redukování počtu porovnávání a zrychlení celkové operace.

Galtonova klasifikace rozděluje 3 základní typy otisků:

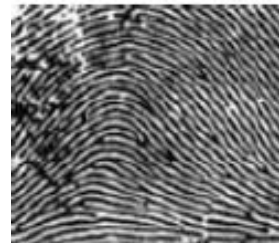
- arch (oblouk)
- loop (smyčka)
- whorl (závit)



a) smyčka



b) závit

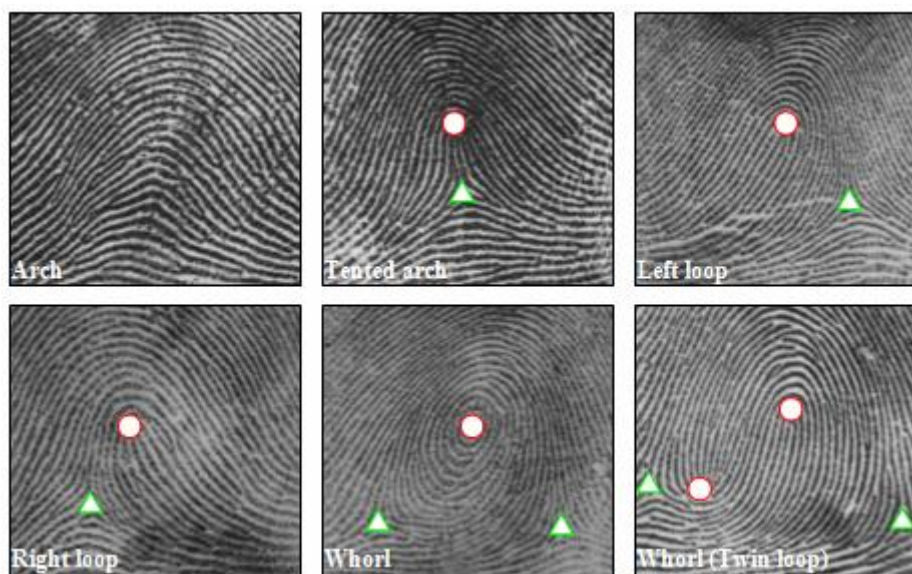


c) oblouk

Obr. 5 Galtonova klasifikace otisků prstů

V dnešní době je ale používána Henryho klasifikace 5-ti základních tříd:

- arch (oblouk)
- tented arch (klenutý oblouk)
- left, right loop (levá smyčka)
- right loop (pravá smyčka)
- whorl (závit)



Obr. 6 Henryho klasifikace otisků prstu

Na obrázku je znázorněno 6 typů otisku prstu podle pozice singularit. První typ, oblouk (arch) neobsahuje žádnou singularitu, pouze má specifické zakřivení podle tvaru prstu. Klenutý oblouk (tented arch) už obsahuje singularitu jádra a singularitu delty. Singularity jsou ve vertikální poloze, proto je výsledný tvar (tented arch) podobný prvnímu typu (arch). U dalších typů je patrné, že delta oproti jádru je posunutá buď vpravo nebo vlevo a touto kombinací nám vytváří další dva typy, smyčka pravá a levá. Závit už obsahuje dvě delty, popřípadě může obsahovat i dvě jádra.

1.6 Definování základních pojmů v biometrii

Jelikož většina základních pojmů má původ z anglického jazyka, je namístě těmto pojmům správně porozumět, protože bývají často do češtiny nesprávně překládány.

Hlavní dva základní pojmy Identifikace a Verifikace

Tyto dva významově velmi podobné procesy je nutné v případě biometrických aplikací bezpodmínečně rozlišovat z pohledu jejich podstaty. Ta totiž vymezuje jejich možnost využití v předkládané problematice. [3]

- **Identifikace** (Identification)

Neboli porovnávání typu *one-to-many*. Biometrická data sejmata systémem od neznámého uživatele jsou následně porovnávána s celou databází. Výsledkem porovnání je nalezení shody v databázi, které je ale mnohem náročnější, protože dochází k porovnání jednoho prvku s celou databází.

- **Verifikace** (Verification)

Porovnání typu *one-to-one*. Shoda může nastat pouze v případě, je-li systému předložen jediný konkrétní prvek, který je shodný s jedinou uloženou šablonou. Nový prvek se ověřuje, zda se jedná o vzorek s oprávněním k autentizaci. Jedná se o rychlejší proces, u kterého je výsledkem „*přijato*“ nebo „*odmítnuto*“.

- **Rozpoznávání** (Recognition)

Je druhový termín, který nutně nemusí znamenat identifikaci ani verifikaci jako takovou, spíše se jedná o rozpoznání člověka za použitím vhodné tělesné vlastnosti.

- **Autentizace** (Authentication)

Též autentifikace nebo legalizace. I tak se dá nazvat pojem, který se dá spojovat s termínem rozpoznávání. Jenže ve výsledné fázi procesu v tomto případě je přidělen uživateli určitý status, např. oprávněný/neoprávněný.

2 PROBLEMATIKA IDENTIFIKACE OTISKU PRSTU

2.1 Faktory ovlivňující identifikaci otisku prstu

Každé zařízení, provádějící proces vyhodnocení při snímání otisků prstů je závislé na kvalitě zpracovaného snímku otisku prstu. Jestliže kvalita získaného snímku je velmi nízká, potom nemůžeme spoléhat na to, že pravděpodobnost správného rozhodnutí bude vysoká. Výslednou kvalitu snímku může ovlivnit jednak nevhodná technologie snímání nebo faktory, které působí negativně na proces snímání otisků prstů. Jednou ze skupin ovlivňující výslednou kvalitu snímku jsou dermatologické faktory, které mohou zcela znemožnit samotný proces registrace, verifikace nebo identifikace. Např. onemocnění kůže na dlani a konečků prstů, Palmární hyperhydróza, vyschlé dlaně a bříška prstů a v poslední řadě nevýrazné rozdíly papilárních linií.

2.1.1 Dermatologické faktory

- **Vliv onemocnění kůže na snímání otisků prstu**

Velmi často opomíjeným faktorem ovlivňující proces snímání otisků prstů se staly nemoci kůže, o kterých se až tak často v našem oboru nepublikuje. Ale i na tuhle problematiku se musí brát ohled vzhledem k její velké četnosti výskytu mezi lidmi. Už i z pohledu na danou osobu trpící onemocněním kůže či vrozenou vadou, která může zásadně ovlivnit nasnímání otisku prstu.

Papilární linie na prstech jsou odvozeny od uspořádání papil koria, které vybíhají proti čepům epidermis. Tyto papilární linie jsou pro každého člověka charakteristické a jsou podmíněny především geneticky. [1]

Obor zabývající se touto problematikou se nazývá daktyloskopie a rozlišuje několik základních typů dermatoglyfů. Pro identifikaci osob jsou důležité zejména drobné odchylky v dermatoglyfech (např. přerušování linií, ostrůvky, orientace smyček...)

Pro proces snímání prstů jsou významná některá onemocnění, která postihují dlaně a distální články prstů. Tato onemocnění se dělí do tří základních podkategorií (z hlediska použitého typu senzoru) podle toho, na co konkrétně mají vliv, takto - onemocnění vykazující:

- a) Histopatologické změny v oblasti epidermis a dermis
- b) Změny zbarvení kůže
- c) Histopatologické změny v oblasti dermoepidermální junkce, kde je kódován tvar papilárních linií.

Onemocnění kůže ovlivňující pouze zbarvení pokožky nemá tak zásadní vliv na kvalitu snímku otisku prstu. Jedinou technologií, která je víceméně ovlivnitelná tímto typem onemocnění, je technologie optická, ale i tento problém je vcelku řešitelný. [1]

U zbylých dvou případů už nastává problém při morfologických abnormalitách kůže v oblasti distálních článků prstů, kdy je rozpoznání původního průběhu papilárních linií většinou nemožné, což může ovlivnit proces rozhodování. Pro většinu typů senzorů jako jsou optické, e-field, tlakové, elektrooptické, kapacitní, termální, hrozí riziko selhání. Výjimkou jsou senzory ultrazvukové, u kterých ultrazvukové vlny dokáží proniknout na rozhraní epidermis a dermis k informacím, kde je utvářen tvar papilárních linií a je možné rekonstruovat tvar otisku prstu. Většinou ale za předpokladu, že dané onemocnění v rozsáhlém typu stádia nepostihlo i tuto kožní strukturu prstu. V takovém případě již není možné získat původní stav otisku prstu.

Další důležitý stav pro úspěšné používání přístupového systému pro rozpoznávání otisků prstů je výsledný, nebo-li úspěšně vyléčený stav uživatele, který byl některou z nemocí infikován. Dojde-li ke zjizvení v oblasti papilárních linií, pak je možné, že výsledný stav uživatele (tedy jeho papilárních linií) po úspěšné léčbě nebude stejný jak před nemocí. Uživatel takhle trvale postihnutý následky nemoci je pak omezen využívat systém na principu snímání otisků prstů. Nesmíme opomenout, že následky nemocí, tedy poškození, záleží na typu onemocnění a v neposlední řadě na přizpůsobivosti systému se s danou problematikou vypořádat.

- **Typy onemocnění**

- 1. Onemocnění způsobující histopatologické změny v oblasti epidermis a dermis**

Ekzém/dermatitida ruky [1] – neinfekční zánětlivé onemocnění způsobující nepohodlí a vzhledem k umístění ovlivňující každodenní aktivity. Ekzém patří mezi nejčastější choroby. Celosvětově představuje 20% všech nových pacientů v ordinacích dermatologů. Běžné onemocnění zaměstnanců pracujících v průmyslu.

Atopický ekzém – je silně svědivé, obvykle roky trvající zánětlivé kožní onemocnění, vyskytující se i na bříškách prstů v podobě velmi suché, zhrubělé a popraskané kůže, která znemožňuje identifikaci otisku prstu. Často je způsobena látkami, na které je dotyčný alergický, nebo také nespecifikované provokační faktory jako jsou změny teploty a vlhkosti ovzduší, zapocení a psychický stres.



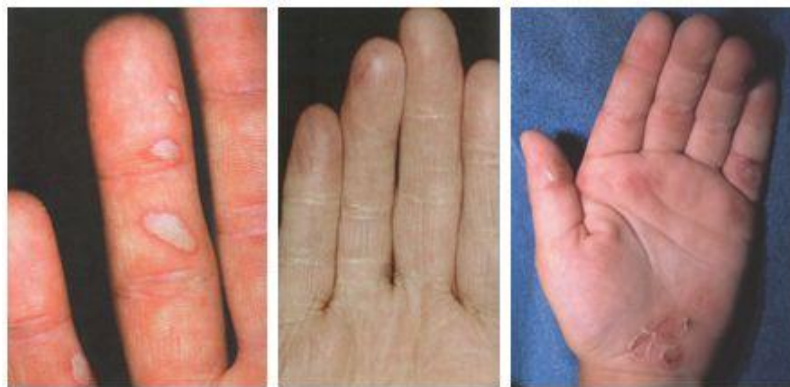
Obr. 7 Atopický ekzém bříška prstu [1]

Pomfolyx [1] - zánětlivé kožní onemocnění s tvorbou puchýřků na rukou a nohou. Vznik puchýřků na dlaních a po stranách prstů. Dlaně mohou být zarudlé a vlhké.

Tinea manuum [1][2] - Jedná se o chorobu vyvolanou vláknitými houbami – dermatofyty. Plísňové onemocnění na dlaní, vytváří na kůži oválná nebo mapovitá zarudlá ložiska. Na laterálních (postraních) plochách prstů se častěji vyskytují v podobě drobných puchýřků nebo olupování jako forma idové reakce při tinea pedum, která převládá v Evropě i v USA mezi 10-30% populace.

Tuberkulóza kůže[1][2] - je způsobena chronickým specifickým granulomatózním zánětem kůže, který je vyvolán nejčastějším humánním typem *Mycobacterium tuberculosis*. Častější však formou kožní tuberkulózy je Lupus vulgarit, který se v začátcích projevuje jako malá papula hnědočervené barvy a pomalu se šíří do okolí. Zvětšováním základního projevu vznikají ložiska různého vzhledu, která v rozsáhlejších stádiu postihují i hlubší tkáň a dochází tak ke značné destrukci – lupus mutilans.

2. Onemocnění způsobující změnu barvy kůže (optické přístroje)



Obr. 8 Nemoc rukou, nohou, úst; xantomatóza; bulózní epidermolýza [1]

Akrolentiginózní melanom [1] - velmi agresivní tumor s časným zakládáním metastáz. Postihuje plosky, dlaně a distální články prstů.

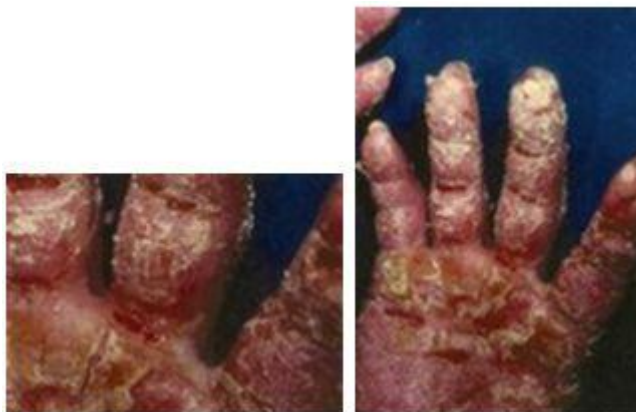
Spála [1]- je infekční onemocnění vyvolané streptokoky, kteří produkují erytrogenní toxin vyvolávající kožní projevy onemocnění. Onemocnění obvykle končí olupováním kůže dlaní a plosek.

Ichthyosis lamellosa [1] - porucha projevující se hned po narození a je přítomna po celý zbytek života, s věkem se nezlepšuje. Po celém těle se tvoří šedohnědé polygonální šupiny s nadzvednutými okraji. Dochází k odlupování a zarudnutí kůže.

3. Onemocnění způsobující histopatologické změny v oblasti dermoepidermální junkce (ultrazvukové snímáče)

Verrucae vulgares [1][2] - jsou nejčastějším virovým projevem na kůži. Predilekcí jsou prsty a dorza rukou. Mohou být ale kdekoliv. Bradavice se vyskytují jako ohraničené, tuhé vyvýšené hrbolky s drsným povrchem.

Psoriasis vulgarit [1] - Jde o jednu z nejčastějších kožních chorob. Jednou z chronických forem je lupénka palmoplantární u které se na dlaních a chodidlech tvoří stříbřitě bílé šupiny, které jsou přilnavější než na jiných částech těla.



Obr. 9 Psoriasis vulgaris [1]

- **Palmární hyperhydróza**

Dalším dost významným faktorem na snímání otisků prstů je Palmární Hyperhydróza neboli „nadměrné pocení rukou“. Je známo, že kůže po celém těle obsahuje potní žlázy, které vylučují pot, buď za účelem termoregulace nebo zbavení se škodlivých látek. Je tomu tak i na dlaních a konečcích prstů, kde převládají ekrinní žlázy. Pot vylučovaný z těchto žláz ulpívá mezi papilárními liniemi, které vlastně přichází do styku se snímací plochou. Při přitlačení konečku prstu na snímací plochu se vlivem tlaku může nahromadit tolik potu, že pro snímací čip a následné vyhodnocení daného zpřístupnění uživatele se stane nedetekovatelné.

Kromě samotného potu vylučovaného ekrinní žlázou, která produkuje z velké části vodu, nesmíme opomenout, že společně s vodou je také vylučováno různé množství stopových prvků společně se solí. Zde nám nastává problém při statickém snímání otisku. Po následné úspěšné verifikaci nebo odmítnutí, uživatel zanechá svůj otisk prstu na snímací ploše s dávkou potu. Voda obsažená z velké části v potu, se vlivem klimatických podmínek odpařuje a zanechává po sobě zbytky soli i s možností části mazu. To má pak za následek vytvoření tzv. latentních otisků na snímací ploše, které jsou při opětovném použití snímače nežádoucí pro správnou verifikaci. Velmi pravděpodobný se jeví také fakt, že by na příslušný snímač stačilo jen dýchnout a tím by se vytvořila kondenzace vody, která by uvolnila ionty soli a tím podpořila z velké části vodivost. Na snímači se tím zviditelní zbytky potu a snímač by mohl tyto zbytky rozpoznat jako přiložení prstu oprávněné osoby.

- **Nevýrazné otisky**

U některých osob se může stát, že jejich otisky jsou nevýrazné. Buď mají poměrně četné vysušení pokožky a při přiložení prstu na snímací plochu nedochází k dokonalému vodivému propojení papilárních linií se snímačem a nebo, pokud mají tak nevýrazné otisky, že rozdíly mezi údolími a hřebeny jsou minimální, se může stát, že potřebné údaje k identifikaci uživatele budou neúplné a tudíž nepoužitelné.

2.1.2 Pracovní faktory

Mezi další lidské faktory ovlivňující identifikaci otisku prstu patří bezpochyby druh vykonávané práce. Spíše druh vykonávané práce ovlivňuje naše otisky prstů než samotnou identifikaci. Má to zásadní význam už z pohledu toho, jestli přístupové zařízení, tedy snímač otisku prstů, si pořizovat do domácnosti nebo ho případně aplikovat do firmy pro pracovníky vykonávající těžkou nebo „špinavou“ manuální práci. V takovém prostředí může člověk nebo uživatel používající přístupové zařízení na základě identifikace otisku prstu lehce dojít k úrazu buď pořezáním, popálením anebo zbroušením slabé vrstvy kůže na bříšku prstu. Také si je nutno uvědomit, že člověk vykonávající manuální práci si lehce zašpiní ruce. Například zrnka prachu usazené mezi údolími se mohou projevit jako markanty typu „bod“. Tyhle všechny vyjmenované situace, u kterých je možné ovlivnění přístupu oprávněného uživatele, jsou zásadní. Jediné reálné řešení, kde je možno aplikovat přístupový systém na základě otisků prstů, jsou nenáročné práce, kde netrpí nějak zásadně naše prsty a obzvlášť papilární linie nejsou výrazně poškozovány. Ale i zde na takových pracovištích se můžeme setkat s odmítnutím přístupu uživatele např. vlivem používané kosmetiky, spíše kosmetických přípravků v podobě různých mastí a mastiček mající význam pro zkrášlující a regenerační účinky. Přehnaná mastná pokožka může mít potom zásadní vliv s verifikací a následným povolením přístupu většinou u snímačů na základě statického snímání.

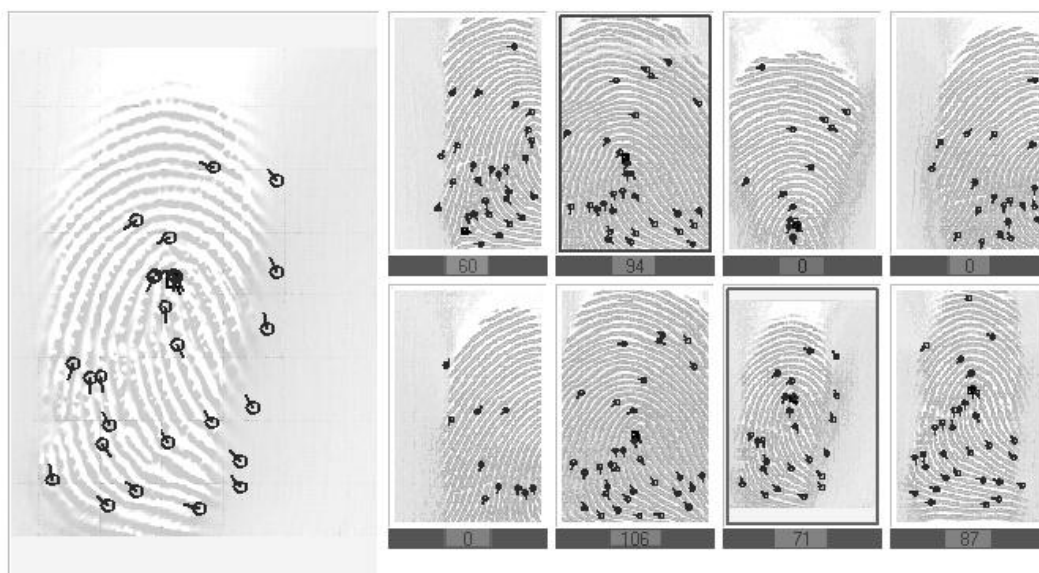
2.1.3 Atmosférické faktory

Biometrické snímače otisků prstů jsou vystavovány různým faktorům, které mohou ovlivnit správnost při rozhodování o zpřístupnění nebo zamítnutí uživatele. Dalším faktorem, který tuhle problematiku ovlivňuje, jsou klimatické podmínky. Mezi ně bychom mohli zařadit teplotu, vlhkost, atmosférické srážky (rosa) a prašnost ovzduší. První tři faktory mají společnou vlastnost, i když to na první pohled nevypadá, a tou je voda. Ačkoliv teplota okolního prostředí zas tak moc společné s vodou nemá, na základě různých procesů se nám může stát, že voda může být tím činitelem, který ovlivnil verifikaci. Zde např. při studené dotykové vrstvě snímače, když dojde ke kontaktu s osobou, která má vyšší teplotu, dochází ke kondenzaci vzduchu a dotyková vrstva snímače se může orosit.

Další klimatické podmínky jsou podobného rázu. Prašnost ovzduší se zas tak neliší od zašpiněných prstů, které jsem vysvětloval výše. Zde zrnka prachu dosedají přímo na snímací plochu a můžou se projevit jako další markanty typu „bod“.

2.1.4 Chyby v procesu digitálního snímání

Vznikají především chybou vzájemného působení uživatele při použití snímacího systému, ale někdy i bez jeho přičinění vlivem samotné metody. Většina těchto chyb je potlačena vhodnými algoritmy v průběhu procesu předzpracování. V dnešní moderní době dokáží některé postupy porovnávání otisků pracovat i s poškozeným obrazem bez jakékoliv úpravy, a to s velmi dobrými výsledky. Musíme ale brát v potaz, že každá chyba vyvolaná pomocí uživatele nebo samotného systému může způsobit chybnou identifikaci nebo k rozpoznání otisku vůbec nedojde a proces snímání se musí opakovat.



Bad quality of enrolled finger

Obr. 10 Ukázka chyb různého typu

- **Posunutí**

Přiložený střed bříška prstu pozičně nekoresponduje se středem snímacího senzoru. Může tak dojít k posunutí znaků obrazu vůči vzoru o konstantní vzdálenost Δx , Δy , nebo Δxy , v soustavě souřadnic Oxy .

- **Rotace**

V případě snímání otisku prstu přiloženého pod jiným úhlem než originální obraz, může při porovnávání dojít k chybě z rotace. U této chyby jsou všechny body obrazu pootočený o konstantní úhel oproti bodům v originále.



Obr. 11 Chyba vlivem rotace prstu

- **Částečné překrytí**

Část prstu je přiloženo mimo aktivní zónu snímače. Chybějící část obrazu může nést důležité informace a použitý identifikační algoritmus ze zbytku obrazu nemusí být schopen nalézt dostatečné množství charakteristických dat pro porovnání se vzorem.



Obr. 12 Chyba vlivem částečného překrytí prstu

- **Nelineární distorze**

Při snímání obrazu může dojít k deformaci povrchu prstu tahovými a tlakovými silami. Z toho důvodu se papilární linie nemusí 100% shodovat ani v případě dvou obrazů sejmutých za naprosto totožných podmínek. V případě použití bezkontaktní snímací techniky je možné takové zkreslení eliminovat.

- **Vliv tlaku**

Též nesmíme opomenout další problém u většiny kontaktních snímačů. A tou je síla přitlaku prstu na snímací plochu. Při větším stlačení dochází v části obrazu otisku prstu ke "slití" části papilárních linií, čímž je znemožněna binarizace, vyhledání a extrakce markant. V opačném případě při nedostatečném stlačení dochází k menšímu vodivému propojení mezi prstem a snímačem a vzniklý snímek se stává tzv. „neúplný“.



Obr. 13 Chyby vlivem silného a slabého přitlaku

2.2 Měření výkonnosti biometrických systémů

Abychom dokázali zhodnotit kvalitu a spolehlivost daných systémů, je třeba se seznámit s pojmy, které jsou pro systémy s rozhodujícím výstupem *Přístup přijat / Přístup odmítnut* hlavní prioritou. Přitom nesmíme opomenout, že biometrická identifikace pracuje nejen s určitou přesností, ale i s určitou chybovostí. Proto musíme počítat s určitou tolerancí, aby byl systém spolehlivý. Takzvanou toleranci nazýváme *Prahem citlivosti* (T_h) a k jeho určení nám dopomáhají dva pojmy tzv. chyba prvního stupně (FRR) a chyba druhého stupně (FAR).

2.2.1 Porovnávací skóre

K vyhodnocení možnosti shody dvou porovnávaných otisků prstů se používá tzv. porovnávací skóre (match score), tzn. míra shody. Udává se nejčastěji v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ nebo v procentuálním měřítku $\langle 0\%; 100\% \rangle$ a označuje se jako s .

Vyšší hodnota čísla v užitém intervalu znamená vyšší pravděpodobnost shody porovnávaných otisků. Za shodné jsou dva otisky označeny, když porovnávací skóre překročí předem definovanou prahovou hodnotu, práh (threshold). Uživatel svým zásahem může ovlivnit pouze hodnotu prahu, zbytek porovnávacího procesu je plně automatizován. Tento uživatelský přístup nastavení je označován jako zpětné přizpůsobení (back-end adjustment). Prah se totiž nastavuje až po vypočtení samotného skóre [3]

2.2.2 Senzitivita

Pojem *Senzitivita* (neboli citlivost) nám vyjadřuje pravděpodobnost oprávněného přístupu osoby, jejíž biometrický etanol je uložený v databázi. Uživatel je pak identifikačním algoritmem vyhodnocen jako pokus o identifikaci s pozitivním povolením k přístupu. Určí se ze vztahu:

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN}$$

TPR (True Positive Rate) – pravděpodobnost přijetí oprávněné osoby

TP (True Positive) – počet přístupů s povolením vyhodnocených jako oprávněné

FN (False Negative) – počet přístupů s povolením vyhodnocených jako neoprávněné

2.2.3 Specificita

Pojem *Specificita* nám vyjadřuje pravděpodobnost neoprávněného přístupu osoby, jejíž biometrický etanol není uložen v databázi. Uživatel je pak identifikačním algoritmem vyhodnocen jako pokus o identifikaci s negativním povolením k přístupu. Určí se ze vztahu:

$$TNR = \frac{TN}{TN + FP}$$

TNR (True Negative Rate) – pravděpodobnost odmítnutí neoprávněné osoby

TN (True Negative) – počet přístupů bez povolení vyhodnocených jako neoprávněné

FP (False Positive) – počet přístupů bez povolení vyhodnocených jako oprávněné

2.2.4 FRR

FRR („False Rejection Rate) Též označována jako *Chyba 1. typu* (*Type I error rate*). Jedná se o koeficient definující míru chybného odmítnutí oprávněného uživatele. Lze také definovat jako pravděpodobnost, při které biometrický systém chybně klasifikuje dva biometrické vzory od stejného uživatele a vyhodnotí je jako odlišné. Z bezpečnostního hlediska se tato chyba nejeví zas tak závažně, protože uživatel nebude akorát systémem

připuštěn a proces bude muset opakovat. Jde spíše o marketingově nevýhodnou chybu, která spíše neuspokojí oprávněného uživatele, opakujícího se při stálém pokusu o přístup.

Určí se ze vztahu:

$$FRR = \frac{N_{FR}}{N_{EIA}} \cdot 100[\%]$$

N_{FR} – počet chybných odmítnutí

N_{EIA} – počet všech pokusů oprávněných osob o identifikaci

2.2.5 FAR

FAR („*False Acceptance Rate*“) Též označována jako *Chyba 2. typu (Type II error rate)*. Jedná se o koeficient definující míru chybného přijetí útočníka. Můžeme definovat jako pravděpodobnost, při které biometrický systém klasifikuje dva rozdílné biometrické vzory, určí je za shodné a umožní tak přístup neoprávněné osobě (útočníkovi).

Z bezpečnostního a komerčního hlediska je tato chyba velmi nežádoucí. Pokud bychom brali v potaz požadavky na identifikační systém, první prioritou by pro nás bylo odmítnutí útočníka pokoušejícího se o přístup.

Určí se ze vztahu:

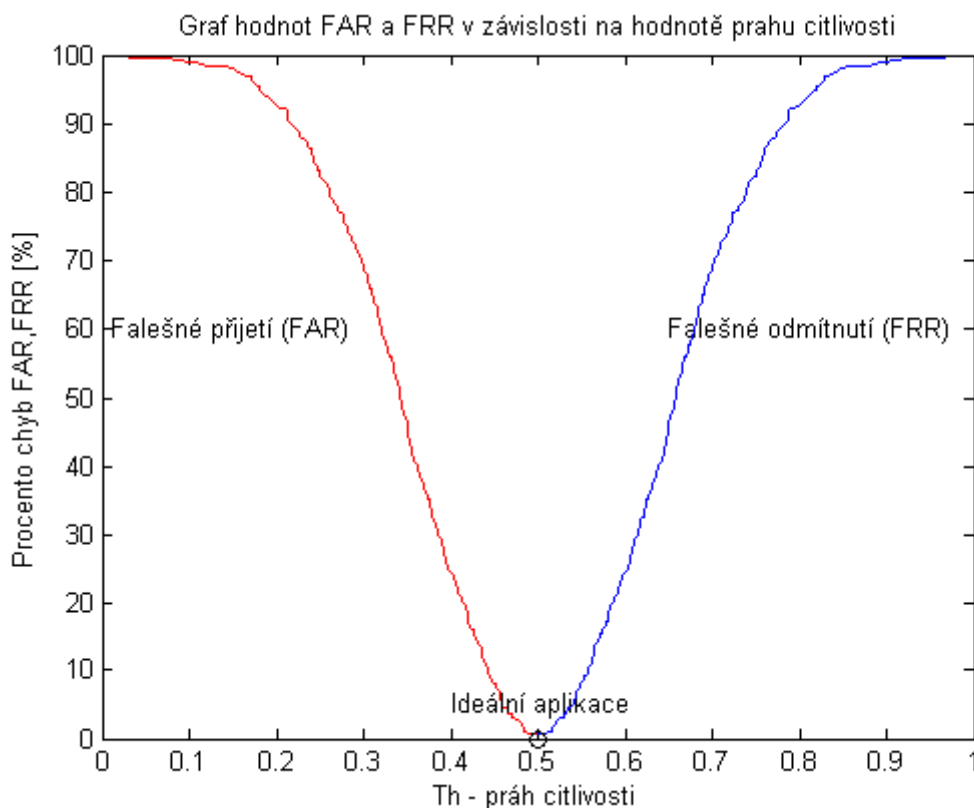
$$FAR = \frac{N_{FA}}{N_{IIA}} \cdot 100[\%]$$

N_{FA} – počet chybných přijetí

N_{IIA} – počet všech pokusů útočníka o identifikaci

Pro ideální aplikaci platí, že křivky FAR a FRR se navzájem neprotínají a vhodným zvolením *prahu citlivosti (Th)* je lze bezchybně oddělit a současně dosáhnout nulové chybovosti jak 1., tak 2. druhu. To by znamenalo, že veškeré osoby podstupující identifikační proces jsou tak 100% rozpoznány.

$$FRR = FAR = 0$$

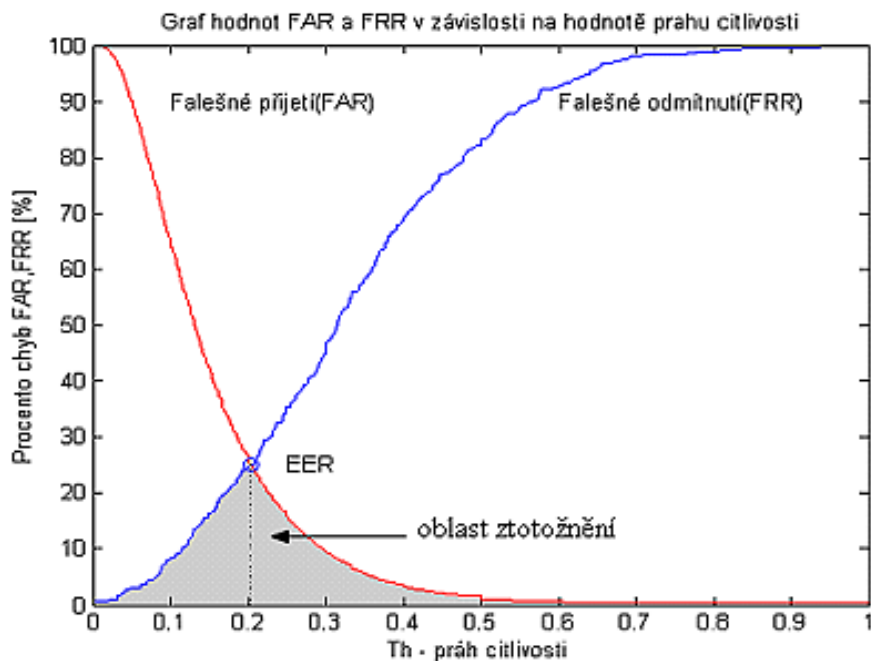


Graf. 1 FAR a FRR v ideálním případě

Bod protnutí křivek FRR a FAR se nazývá *Equal Error Rate (EER)*. Spíše nám slouží k orientačnímu porovnání dvou aplikací, kdy pro stejný práh citlivosti vykazují oba dva parametry stejnou hodnotu chyby, než aby měl zásadní fyzikální význam. Platí pro něj rovnost:

$$FRREER = FAREER$$

V reálném případě však ideální zařízení neexistuje a musíme brát v potaz veškeré vlivy ovlivňující výslednou činnost zařízení. V praxi jsou křivky FAR a FFR odlišné a protínají se. Pod průsečíkem (bod EER) těchto křivek se nalézá oblast ztotožnění (vyznačená šedou barvou), která je závislá na regulovatelné vstupní citlivosti biometrického zařízení.



Graf. 2 FAR a FRR v reálném případě

Chyby FFR a FAR jsou často vyjadřovány v procentech. Nicméně se můžeme setkat i s poměrovým vyjádřením. Např. FAR 0,001% bude odpovídat 1: 100 000. V takovém případě by to znamenalo, že jeden ze sto tisíc neoprávněných pokusů útočníka, může být zpřístupněn systémem. Což může klasifikovat za vysokou míru bezpečnosti biometrického systému.

Při rozsáhlejší hodnocení jsou také velice důležité chyby, vyjadřující selhání systému před samotným porovnáním. Jako jsou chyby:

2.2.6 FTA

FTA („*Failure To Acquire Rate*“) Míra neschopnosti nasnímat. Udává podíl chybných záznamů v automatickém módu záznamu daného senzoru. Tzn., že při přítomnosti biometrické charakteristiky je zaznamenání biometrické charakteristiky odmítnuto. Čím vyšší je tato hodnota, tím méně je daný senzor vhodný pro záznam dané biometrické charakteristiky.

Tato míra nám slouží k hodnocení kvality senzorů a při zvyšování FTA se zvyšuje FRR a naopak se snižuje FAR.

2.2.7 FTE nebo-li FER

FTE („*Failure To Enroll Rate*“) Míra neschopnosti zaregistrovat. Udává procentuální podíl uživatelů, které není systém schopen se naučit. FTE můžeme objevit u systémů, které mají kontrolu kvality biometrické charakteristiky. V takovém případě nekvalitní biometrické charakteristiky nejsou systémem naučeny. FTE představuje údaj, který ohodnocuje schopnost algoritmu pracovat i s nekvalitními biometrickými charakteristikami. Vyšší FTE zvyšuje FRR a snižuje FAR.

2.2.8 FTM

FTM („*Failure To Match Rate*“) Míra neschopnosti porovnat. Stává se většinou v případech, kdy vyhodnocovací algoritmus má nedostatečné množství nasnímaných markantů u otisku prstu a není schopen je porovnat se šablonou.

Chyby podávající informace o systému jako celku:

2.2.9 FMR

FMR („*False Match Rate*“) Míra chybné shody. V porovnání s FAR se do FMR nezapočítává odmítnutí z důvodu špatné kvality snímaného obrazu. Koeficienty FAR a FRR jsou více závislé na způsobu používání biometrického zařízení, a proto nesprávně rozpoznané biometrické vlastnosti tyto koeficienty zhoršují.

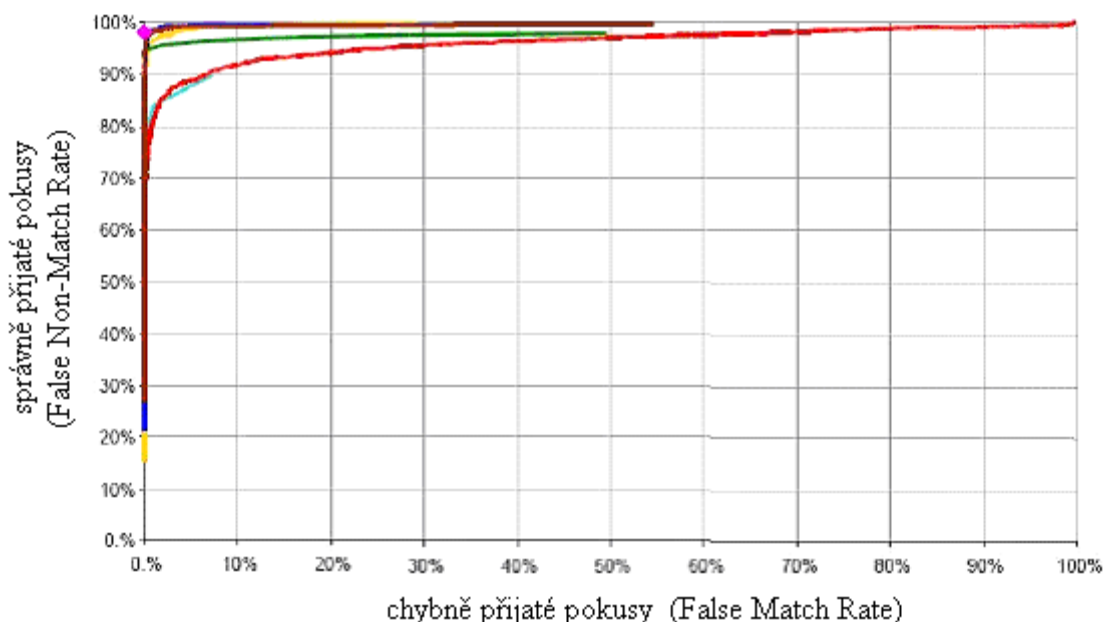
2.2.10 FNMR

FNMR („*False Non-Match Rate*“) Míra chybné neshody. V porovnání s FRR se liší v tom, že se nezapočítává odmítnutí z důvodu špatné kvality snímaného obrazu.

2.2.11 DET a ROC křivky

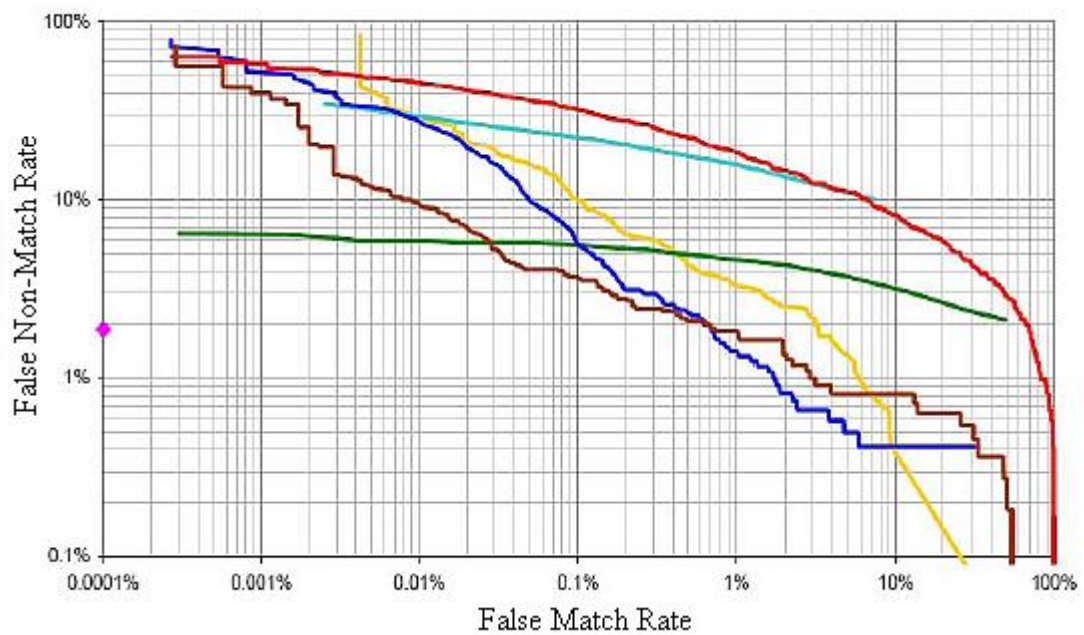
Ve výše zmiňovaném popisu, chyby FAR i FFR jsou závislé na definování prahu citlivosti. Při změně nastavení prahu citlivosti systému se obě hodnoty mění, vždy se jedna zvyšuje a druhá zmenšuje. K hodnocení výkonnosti systému se příliš nehodí, jelikož v různém nastavení prahu stejného systému v odlišných aplikacích budou tyto hodnoty rozdílné.

Ke stanovení výkonnosti systému nám pomáhá ROC křivka („Receiver Operation Curve“), která nám představuje popis vlastností biometrického systému. ROC křivky představují detekční schopnost funkce FAR vzhledem k FRR popř. FMR/FNMR.



Graf. 3 Znáornění ROC křivky [5]

Další možností zobrazení výkonnosti biometrického systému je DET křivka („Detection Error Trade-off“). Křivky DET se více upřednostňují před ROC, už z důvodu toho, že jsou hodnoty v logaritmické ose lépe čitelnější a zřetelnější, tím pomáhají rozlišit různě výkonné systémy. Pro názornost v grafu (4) byly použity stejná data jako v grafu (3) křivce ROC.



Graf. 4 Znáornění DET křivky [5]

3 TYPY SNÍMAČŮ OTISKU PRSTU

V dnešní moderní době existuje mnoho metod snímání otisku prstu, které využívají široké spektrum fyzikálních principů. Nalézají se stále nové a nové metody, které by uspokojovaly nejen vědce, ale i širokou veřejnost po bezpečnostní stránce.

Ze základních fyzikálních principů snímání otisků prstů vyplývá, že je velmi důležitá volba vhodného snímače pro autentizaci, příp. identifikaci, protože jednotlivé technologie snímání otisků prstů se svými technickými nároky a následnými výsledky mohou značně lišit a ovlivnit tak kvalitu celého přístupového systému.

3.1 Metody snímání otisku prstu

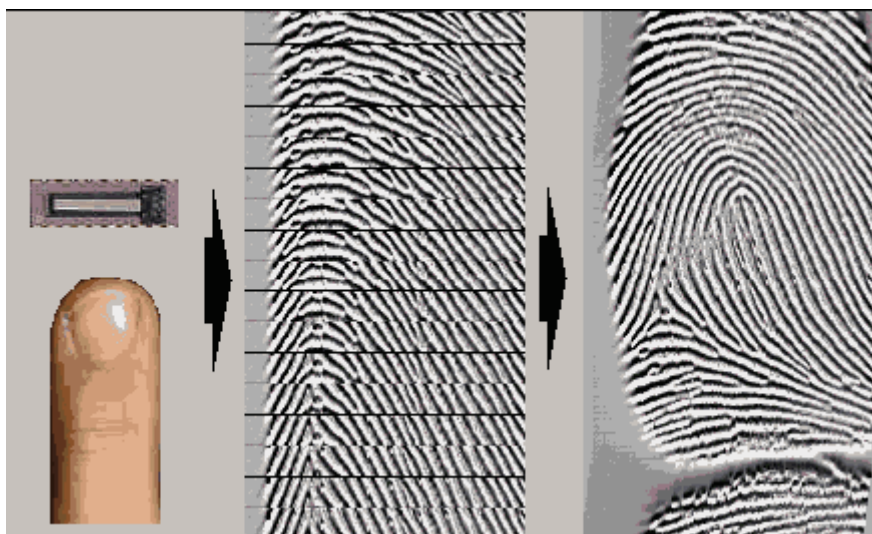
Mezi základní metody používající se ke snímání otisku prstu u dnešních snímačů patří *Statické snímání a Snímání šablonováním*.

3.1.1 Statické snímání

Statické snímání patří k nejběžnější používané metodě a kvůli pohodlnosti člověka a snazšímu ovládnutí se řadí na vyšší stupeň. Uživateli stačí přitisknout prst na senzor a bez jakékoliv pohybování je mu sejmout otisk prstu. Na druhou stranu je tu řada nevýhod, které se liší typem technologie snímání. Např. rozlomení snímací čočky (při velkém tlaku), kdy při delší snímací době uživatel znervózní, prašnost, znečištění pokožky. To jsou jedny z typů nevýhod, které jsem popsal v kapitole 1.2 .

3.1.2 Snímání šablonováním

Uživatel přejíždí prstem po úzkém senzoru, který snímá obraz papilárních linií pomocí pásů a opětovně je skládá do finální podoby celého otisku prstu viz obr.(14) Nevznikají tak latentní otisky a uživatel tím pádem nemá pocit „zanechaného“ otisku prstu. Snímání je rychlé, a jelikož každým přejetím prstu se senzor očistí, nejsou problémy se znečištěním snímače. Nevýhodou této technologie je její obsluha a záleží na každém uživateli zvláště jak se dokáže naučit určitý postup pro správné nasnímání otisku prstu.



Obr. 14 Ukázka postupu při snímání otisku prstu šablonováním [6]

3.2 Požadavky na snímače

Mezi základní požadavky kladené na snímače otisků prstů patří především:

- **Vyhovující celkové rozměry**
 - Tento požadavek je snadno splnitelný u systémů určených pro přístup do místnosti, budov atd. Pro přístup do počítačů, notebooků, apod. je již potřeba zásadní miniaturizace.
- **Dostatečně velká snímací plocha**
 - Dostatečná snímací plocha je nutná pro záznam dostatečného počtu identifikačních znaků nebo plochy obrazu.
- **Dostatečné rozlišení**
 - Požadavek na rozlišení je dán především použitým algoritmem na rozpoznání. Kvalitní obraz by neměl mít zkreslení, měl by mít dostatečný kontrast a obsahovat pokud možno co nejširší škálu rozsahu šedé barvy.

- **Opakovatelnost dosažené kvality obrazu otisku prstu**
 - Pro dosažení dobrých výsledků při autentizaci z hlediska hodnot chyby prvního a druhého typu je důležitá opakovatelnost kvality obrazu otisku. Posun obrazu otisků při pokusu o autentizaci vzhledem k otisku a jeho natočení musí být minimální a současně při této činnosti nesmí být nadměrně zatěžován autorizovaný uživatel.
- **Dostatečná ochrana vůči napodobeninám**
 - Snímač sám o sobě nezabezpečuje dostatečnou ochranu vůči napodobeninám a je slabým místem snímačů. Ale v současné době se vynalézají nové metody, které dokáží rozlišit napodobeninu otisku prstu, díky multispektrální zobrazovací technologii.
- **Odolnost vůči elektrostatickému výboji**
 - Největším provozním nebezpečím je elektrostatický náboj vznikající na osobách. Osoba tak může běžně dosáhnout napětí proti zemi 5 - 15kV. Požadavek je významný především pro snímače tepelné a kapacitní.
- **Uživatelská přívětivost**
 - Uživatelská přívětivost je základním požadavkem ve směru k uživateli systému a ergonomii snímače.
- **Spolehlivost snímačů otisků prstu**
 - Řada výrobců udává ovšem hodnoty, které nejsou dosažitelné ani teoreticky.
- **Životnost snímačů**
 - Jedná se o konstrukční prvky snímačů, u nichž je z podstaty omezena životnost. Jsou to především materiály, které chrání snímací plochu vůči poškození a které mohou mít omezenou životnost.
- **Cena snímače**
 - cena snímače závisí na druhu použité technologii. Např. používá-li se křemíkový snímač, pohybuje se i cena v oblasti křemíkových součástek. Cenu lze redukovat právě pomocí šablonovaného snímání tím, že snímač bude mít tvar úzkého pruhu.

3.3 Parametry snímačů

- **Rozlišení**

- Označuje počet jednotek DPI (bodů na palec). Rozlišení v rozmezí 250-300 DPI jsou minimální rozlišení, která dovolují úspěšně lokalizovat markanty v otisku. Při použití menších rozlišení se možnost extrakce informací z otisků snižuje. Skenery odpovídající specifikaci FBI používají rozlišení 500 DPI. [7]

- **Oblast**

- Jedná se o velikost snímané oblasti. Čím větší je tato oblast, tím více informací je možné zachytit a případný otisk je lépe zřetelný. Oblast o velikosti $1 \times 1 \text{ inch}^2$ (jak požaduje specifikace FBI) nebo větší je dostatečně velká pro získání plného obrazu. [7] Komerční snímače otisku prstu, určené pro běžné použití, mají velikost oblasti menší už kvůli redukci ceny. To může vést k chybám při porovnávání obrazu otisku s uloženou šablonou. Proto je nutné najít kompromis mezi velikostí snímané oblasti a přesností.

- **Počet pixelů**

- Počet pixelů lze snadno odvodit z tohoto vzorce: $rh \times rw$, kde h (výška) $\times w$ (šířka) inch^2 je velikost snímané plochy a r je rozlišení skeneru v DPI. [7]

- **Dynamický rozsah**

- Dynamický rozsah nám určuje počet bitů nutných pro zakódování hodnoty intenzity každého pixelu. Většina skenerů snímá černobílý obraz, proto odpovídající hodnota je 8 bitů (256 úrovní šedi). [7]

- **Geometrická přesnost**

- Je obvykle určena maximálním geometrickým zakřivením, které způsobuje snímací zařízení. Toto zakřivení se udává v procentech s ohledem na osu x a osu y . [7]

- **Kvalita obrazu**

- tato charakteristika bere do úvahy věci jako: zda je prst vlhký či suchý, zda jsou na prstech nějaké jizvy a další faktory. [7]

3.4 Základní rozdělení snímačů

Snímače lze rozdělit podle způsobu kontaktu snímaného povrchu tkáně s daktyloskopickou kresbou na:

3.4.1 Snímače kontaktní

Do této skupiny patří snímače používané před více než třiceti lety, ale též technologie mladšího data. Patří sem:

- Kapacitní
- Tlakové
- Elektroluminiscenční
- Optoelektronické
- Elektronické
- Teplotní

3.4.2 Snímače bezkontaktní

Do této skupiny patří:

- Ultrazvukové
- Optické

3.5 Popis a princip jednotlivých typů snímačů

3.5.1 Kapacitní snímače

Jedná se o nejrozšířenější princip snímání otisků, který je založen na měření kapacity mezi kůží prstu a aktivními pixely. Jsou ve srovnání s optoelektronickými snímači velmi malé a ploché. Obraz otisků je získáván z aktivních pixelů v digitální formě.

Princip těchto snímačů je založen na měření kapacitního odporu v místě dotyku. Snímač je osázen deseti tisíci kondenzátory strukturovaných do sítě tvořící jednu elektrodu

a prst druhou. Jedna mikroelektroda tedy tvoří jeden pixel výsledného obrazu. Dielektrikem je buď vzduchová mezera (prohlubeň-pixel) nebo pokožka (rýha-pixel).

Snímací zařízení může být u této metody CMOS kamera (Fujitsu, Hitachi, Symwave), TFT displej (Mitsubishi, Alps Elektronik) nebo metoda silikonových čipů (NTT Laboriem, Shigematsu).

Otisk je zobrazen ve 256 odstínech šedi, kdy každý obrazový bod (pixel) je 8bitový. Kde hodnota 0 představuje černou barvu a hodnota 255 barvu bílou.



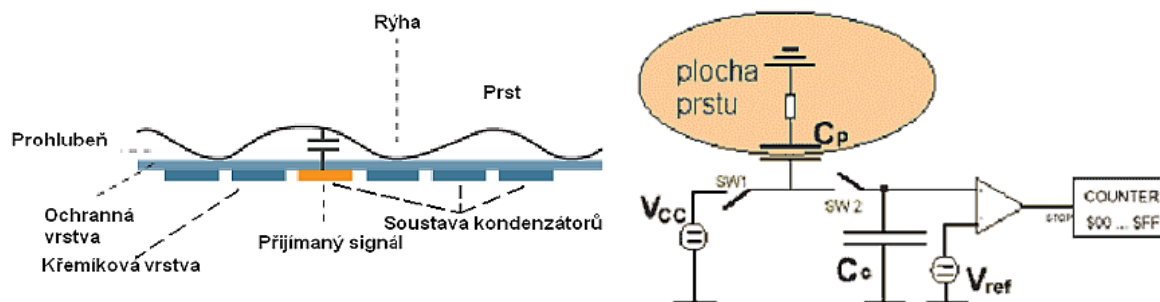
Obr. 15 Kapacitní snímač otisků - pohled na čip

Mezi výhody bych zařadil :

- malý rozměr
- jednoduchý princip funkčnosti
- vysoká kvalita snímání.

Mezi nevýhody bych zařadil:

- doba životnosti je malá (zničení snímače vlivem statické elektřiny)
- práce ve vlhkém prostředí
- snímače je většinou nutné měnit v rozmezí 3 let
- citlivost na nežádoucí lidské faktory (suché a mokré otisky prstů)
- citlivost na znečištění pokožky

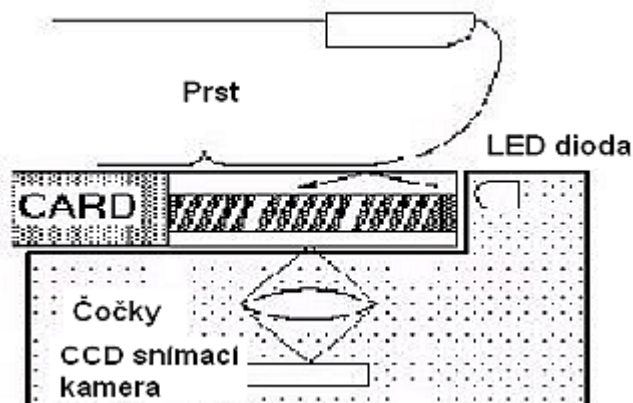


Obr. 16 Princip kapacitního snímače [6]

3.5.2 Optické snímače

3.5.2.1 Optické snímače na základě odrazu (reflexní)

Patří mezi nejstarší technologie snímání otisku prstu. Princip spočívá v přidržení prstu nad skleněnou vrstvou, která je podsvícena led diodou. Světlo které se odrazí od prstu prochází do CCD snímače, který zachycuje vizuální obraz otisku.



Obr. 17 Princip reflexního snímání optického snímače [6]

Hlavní nevýhodou u těchto snímačů je vysoká náročnost na údržbu čistoty, protože špinavý prst nebo snímací plocha vede ke špatnému odrazu. Je náchylný k chybám a k tím opakovanému snímání.

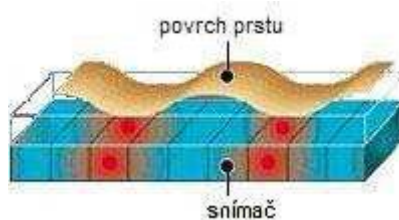
3.5.2.2 Optické snímače na základě odrazu (reflexní) – snímání šablonování

Výsledný obraz otisku prstu není snímán staticky ale šablonováním viz kapitola 2.1.2

Používají se reflexní rolovací senzory, kdy je jedno-dimenzionální snímací zařízení spolu se zdrojem světla a optickými čočkami umístěno v průhledné rolovací tubě, po které prst klouže. [6]

3.5.3 Termické (teplotní) snímače

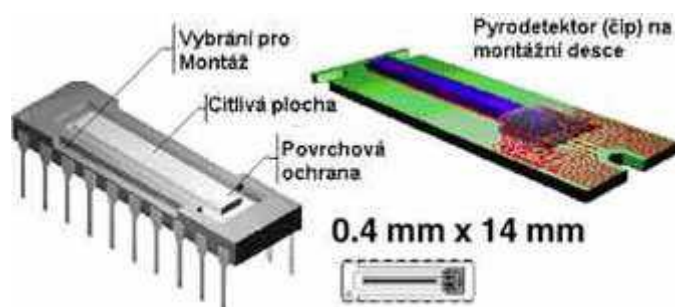
Teplotní snímače otisků prstu jsou vybaveny miniaturním, velmi citlivým pyrodetektorem, který snímá rozdíl teplot mezi papilárními liniemi, které se dotýkají pyrodetektoru a prostoru mezi liniemi (výstupky), které se pyrodetektoru nedotýkají.



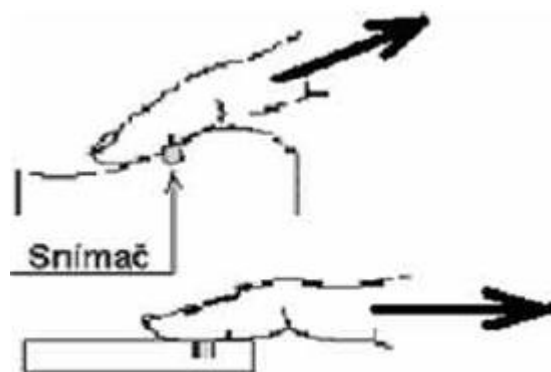
Obr. 18 Princip termického snímače [11]

Abychom získali obraz otisku prstu, musíme přejíždět prstem přes citlivou, malou plochu (cca 0,4 x 14mm). Výsledný obraz se na výstupu skládá šablonováním ve formě digitálních pásů.

Velkou nevýhodou snímače je, že otisk musí být získán pouze pohybem prstu přes citlivou vrstvu čipu. Velká většina chyb se právě děje už při samotném používání uživatelem, který nemusí být schopen správného nastavení úhlu prstu a dochází tak k chybám z rotace nebo částečného překrytí viz. kapitola 1.2.4



Obr. 19 Teplotní snímač otisků - pohled na čip



Obr. 20 Pohyb prstu přes čip pro získání otisku prstu

3.5.4 Radiofrekvenční snímače

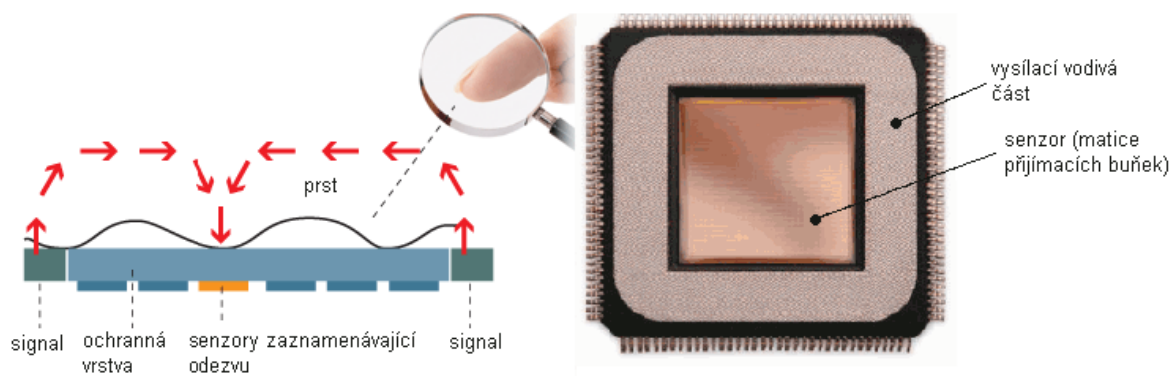
Princip činnosti spočívá v připojení generátoru střídavého signálu na 2 rovnoběžné desky (ty představují plochu snímače a ta druhá plocha otisku prstu). Jelikož je vlnová délka mnohem větší než délka desek, vyskytuje se pouze složka elektrického pole, bez pole magnetického. Pokud tedy jednou z desek bude náš otisk prstu, tvar pole se změní a bude kopírovat tvar linií (výběžky a prohlubně). Vodivé prostředí mezi prstem a plochou je docíleno pomocí vodivé plochy kolem každého snímače.

Zvlněním pole, které je způsobené přiloženým otiskem prstu, dopadá na senzor signál s rozdílnou velikostí signálu. Výběžky mají větší signál a tzv. údolí nižší signál.

Výhody:

- Odolné vůči nečistotám
- Odolné vůči suché pokožce
- Částečně poškozená kůže nepředstavuje problém

Technologie trueprint je přizpůsobivá stavu kůže a pořizuje několik snímků, které jsou postupně optimalizovány až do doby buď přesného přijetí nebo odmítnutí nasnímaného snímku.



Obr. 21 Princip RF technologie (vlevo), RF senzor (vpravo) [11]

4 ZPRACOVÁNÍ OTISKU PRSTU

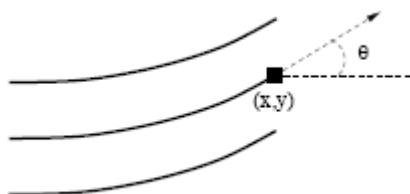
Vlastní algoritmus musí v první fázi provést několik kroků ke zdárnému výsledku. Originální obraz otisku prstu je podroben filtru orientace markant. V následující fázi je prováděna binarizace obrazu otisku prstu, jejíž výsledkem je zřetelnější rozlišení jednotlivých struktur v obraze, zejména rozpoznání hran a následná lepší detekce charakteristických bodů. V dalším fázi algoritmu se provádí ztenčování linií, kde dochází k jednoznačné lokalizaci všech bodů. Čtvrtým postupem je nalezení markant a vytvoření markantografu. V případě nekvalitního obrazu nebo obrazu poškozeného poraněním pak vlastní binarizace, vyhledání markant i následné operace selhávají.

4.1 Orientace markant

Provádí se před úpravou obrazu otisku prstu a obraz je převeden na pole orientací papilárních linií. Pole orientací papilárních linií se určuje v každém bodě a pokud se nachází bod přímo na papilární linii, určuje s velkou pravděpodobností její směr.

V dalším kroku dochází k transformaci na blokové pole orientací, které je následně zmapováno na původní obraz otisku prstu. Díky tomuto kroku lze použít Henryho základní klasifikace tříd.

Tenhle proces umožňuje eliminovat šum v podobě vlivů, jako je znečištění povrchu otisku prstu, latentních otisků atd. Zároveň je díky klasifikaci do tříd umožněno rychlejší vyhledávání šablony v databázi i samotný proces autentizace.



Obr. 22 Orientace vybraného bodu na hřebeni papilární linie [8]

4.2 Segmentace

Pomocí segmentace jsme schopni oddělit samotný obraz otisku od zarušeného pozadí snímku. Zde se totiž mohou objevovat vady způsobené nečistotami na prstu nebo snímači. Tyto vady zanášejí do obrazu chaoticky orientované náhodné nepřesnosti pod exaktně orientovanými papilárními liniemi. Tato metoda nám umožňuje tyto veškeré jinak orientované prvky vyfiltrovat. Tím pádem nám zůstane jenom hlavní směr orientace papilárních linií.

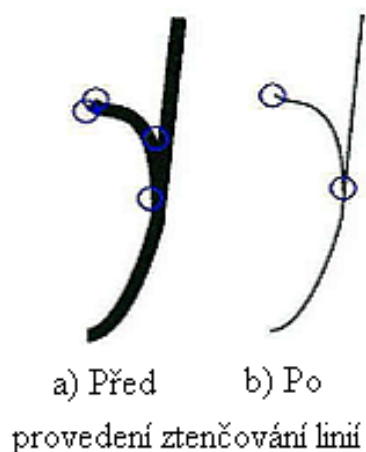
4.3 Binarizace

Binarizace nebo-li *Gray-scale konverze* je metoda transformující originální obraz ve stupních šedé do binárního zobrazení. Černá barva nám představuje vyvýšené papilární linie a bílá barva nám představuje mezery mezi nimi, tzv. údolí. Důvodem téhle metody, nebo šedotónového obrazu bývají veškeré nepřesnosti snímacího zařízení nebo chyba při samotném postupu snímání (nedokonalé přitisknutí), rotace, znečištění atd. Díky binarizaci dochází k zřetelnějšímu rozlišení hran a lepší detekci charakteristických bodů.

Mezi filtry se v binarizaci osvědčila metoda založena na využití Gaborova filtru, jenž má frekvenční vlastnosti (hustota rozložení) i vlastnosti odpovídající orientaci.

4.4 Ztenčování

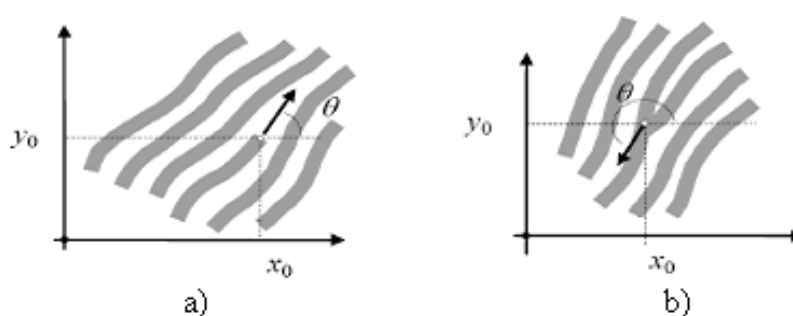
Originální obraz otisku prstu, získaný za pomoci libovolné snímací techniky je pro správné nalezení markantů zcela nepoužitelný, protože šířka papilárních linií je větší než jeden pixel. Papilární linii lze v tomto případě definovat jako dvě souběžně orientované linie s výplní mezi nimi. Tímto vznikají počítačovým zpracováním v obraze falešné markanty, při kterých dochází k jejich zdvojení, posunutí k vzhledem ke skutečnému zobrazení. Proto byly vyvinuty postupy, které dokáží ztenčení na šířku rovnu právě jednomu pixelu. Tím pádem dojde k jednoznačné lokalizaci všech bodů v dalších procesech. Často používanou metodou je tzv. *metoda Emyroglu*, která používá dva typy bodů – RMP (*Ridge Meeting Point*) a RCP (*Ridge Continuity Point*).



Obr. 23 Princip ztenčování linií

4.5 Extrakce markantů

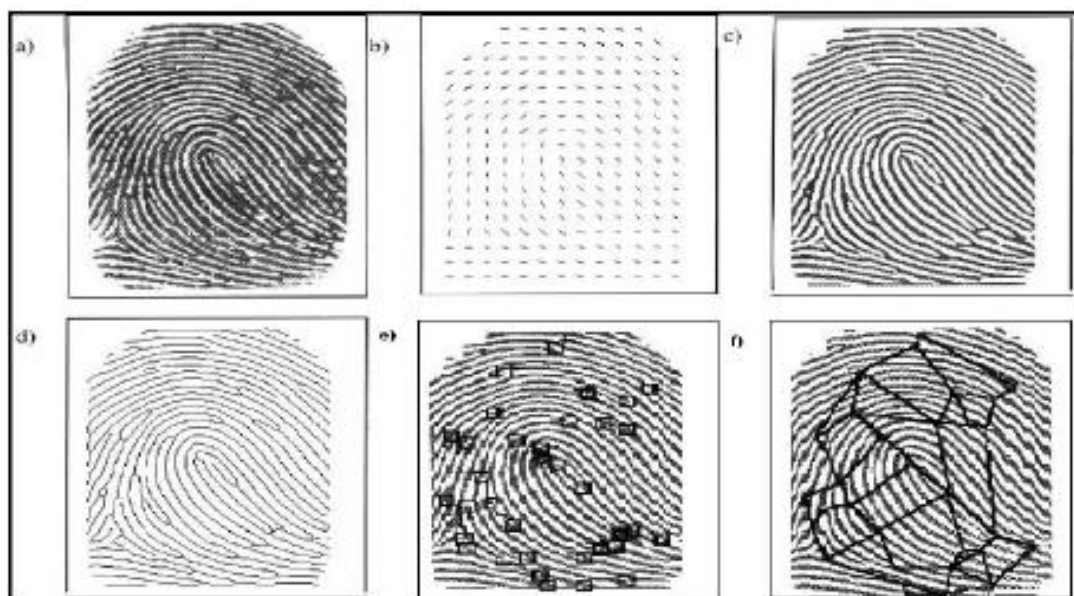
Jak už bylo řečeno v kapitole 2.7.1 základní typy markantů jsou vidlice, nebo začátek (ukončení) linie. Ostatní typy jsou odvozeny od těchto dvou a jsou jejich kombinací. Ke každému markantu jsou přiřazeny údaje o pozici (osa X a osa Y), typ markantu (ukončení, vidlice) a gradient, neboli vektor markantu který udává směr pokračování papilární linie.



Obr. 24 pozice v soustavě souřadnic a směrový vektor markant typu

a) začátek (ukončení) linie, b) vidlice

Algoritmy vyhodnocující souřadnice markant jsou ze své podstaty značně závislé na kvalitě obrazu prstu získaného ze snímače otisku prstu. Nekvalitní obraz má za následek ztrátu potřebných informací pro rozpoznání, není možná binarizace obrazu, resp. značné části obrazu, a nelze nalézt souřadnice identifikačních znaků.



Obr. 25 algoritmus vytváření tzv.markantografu a) Originální otisk, b) filtr orientace markant, c) binarizace, d) zeslabení linií, e) nalezení markant, f) markantograf [6]

4.6 Algoritmy pro porovnávání otisků prstů

Většina všech v současnosti používaných algoritmů je založena na existenci a nalezení identifikačních znaků tzv. markant, specifických bodů v podobě zakončení linie, rozvětvení linie, bodu, můstku, což jsou jen některé vyjmenované detaily ze třech základních klasifikačních vzorů, jako je smyčka, vír a oblouk. Jelikož ale existuje mnoho algoritmů pro porovnání otisku prstu, můžeme je shrnout do třech základních tříd:

- Porovnání založené na markantech

Tato metoda bývá označována též jako technika založená na charakteristických rysech, oblastech zájmu. Z obou porovnávaných otisků dochází ke zjištění a extrakci množin markant. Množiny jsou dále porovnávány a hledá se určitý počet markant nalézajících se na stejné pozici, typy a umístění specifických bodů a tvarování papilárních linií mezi spárovanými body singularity.

- Porovnání založené na korelaci

Tato metoda bývá označována též jako obrazová technika. Používá se 2D korelace mezi vstupem a výstupem. Dva obrázky otisků prstů jsou přeloženy přes sebe a následně

jsou vypočteny vzájemné vztahy mezi korespondujícími body pro rozdílné vzájemné polohy (různé posunutí a natočení).

- Porovnání založené na tvaru papilárních linií

Hybridní technika u které dochází ke kombinaci prvků z předchozích postupů, Neuronové sítě, Gaborovy filtrace. U této techniky se porovnávají tvary papilárních linií zahrnující jejich frekvenci, orientaci a texturní informace apod. Tato technika není příliš užívaná z důvodů její nízké rozlišovací schopnosti.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PRAKTICKÉ MĚŘENÍ NA SNÍMAČÍCH OTISKU PRSTU

Na úvod této kapitoly bych chtěl představit vybrané snímače, zapůjčené fakultou FAI, UTB Zlín a dostupné snímače z laboratoře D309, na kterých jsem prováděl praktická měření.

V praktické části měření na snímačích otisku prstu jsem se zaměřil na vlivy, které by mohly ovlivnit identifikaci, popř. verifikaci uživatele a znemožnit mu tak oprávnění v daném systému nebo přístup uživatele. Jako vlivy, které mohou ovlivnit činnost daného snímače jsem demonstroval klasické znečištění prstu, které se může stát komukoliv jak v kanceláři, ve škole nebo při manuální práci, kdy se pokožka znečistí vlivem prachu a různých nečistot. Další demonstrací jednoho z faktorů, u kterého se domnívám, že bude mít zásadní vliv na veškeré snímače, je nastínění jedné nemoci, kterou jsem popisoval v kapitole 2.1.1 Palmární hyperhydróza. Všechny naměřené výsledky jsem uvedl v tabulkách k jednotlivým snímačům. Tabulky pojednávají o jednotlivých výsledcích vlivu znečištění prstu a můžeme zde vidět, která snímací technologie, nebo čtečka měla případné problémy s konkrétním vlivem znečištění. Pokaždé jsem technologii testoval na zpřístupnění uživatele do systému u čteček Ekey BIT a APC Biopod, nebo jeho identifikaci u docházkového systému TimeStation, popř. verifikaci u V-Pass Biocrypt.

5.1 Ekey LOGON

Ekey LOGON představuje biometrické zabezpečení počítače, které slouží k přihlášení uživatele, do operačního systému. Skládá se ze dvou komponentů. Z přihlašovacího softwaru a skeneru papilárních linií Ekey BIT.

Ekey LOGON je vhodný pro přihlášení do Aktive Direktory Domain a tím i do Windows XP Professional nebo Windows 2000 Professional. Umožňuje správu mnoho uživatelů na jednom počítači, kdy lze naskenovat 10 skenů prstu na jednoho uživatele. Vhodné pro malé, střední společnosti, velké podniky a koncerny, banky, nemocnice, a.j.

Po nainstalování softwaru do počítače má uživatel hned několik možností. Jedna z možností, je test uživatele a skeneru Ekey BIT. Zde si uživatel může vyzkoušet jak zařízení funguje, naskenování prstu a jeho zobrazení viz. obr. (24)

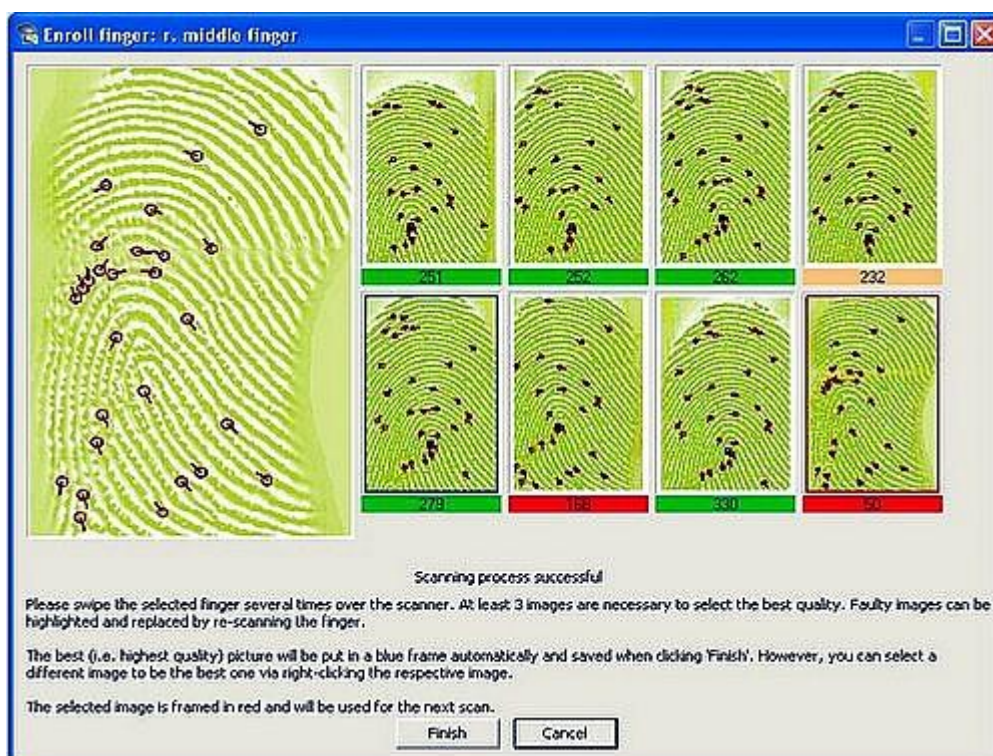


Obr. 26 Ekey BIT Test

Další možností tohoto softwaru, kterou řadím na přední místo je trénink uživatele, pro správné naskenování otisku prstu. Uživatel si nejprve vybere prst, který chce snímat viz obr. (25) a dvojklikem levého tlačítka myši na vybraný prst se dostane do hlavního zobrazení pro tréninkovou část viz. obr.(26) Zelená barva prstu, značí naskenovaný a uložený prst v databázi. A fialová barva značí výběr prstu, který chceme právě skenovat.



Obr. 27 Ekey Trénink - výběr prstu



Obr. 28 Ekey Trénink - snímání otisku prstu

V této části si uživatel trénuje jak správně skenovat svůj otisk prstu. Tato část tréninku je velmi vhodná pro uživatele, protože se naučí jak správně pracovat se skenerem Ekey BIT, jakou správnou polohou prstu má volit přes přejíždění čipu a jakým chybám se má vyhnout. Např. chyby z rotace, posunutí, překrytí atd., popsané v kapitole 2.1.4. Systém požaduje pro kvalitní přeměnu digitálního kódu celkem 3x naskenované papilární šablony, ohodnocené minimálním číslem 250. V dalším kroku systém umožňuje nabídku správně naskenované šablony (modrým orámováním) nebo si uživatel může vybrat šablonu pro převedení na digitální kód sám. Špatně naskenované šablony jsou ohodnoceny porovnávacím skóre a barevně vyznačeny, kdy červená barva vyjadřuje nepříjemný sken prstu pro převedení do digitálního kódu.

Po nainstalování softwaru do počítače se na ploše zobrazí ikona Ekey LOGON Admin, umožňující přihlášení administrátora nebo uživatele do hlavního systému Ekey LOGON viz. (obr.29) Pro zpřístupnění do systému musí administrátor zadat heslo, kterým se přihlašuje do operačního systému počítače. Poté mu je teprve umožněno provádět další kroky, jako je výběr prstu, skenování prstu a výběr šablony pro převedení na digitální kód, které jsem popisoval výše.



Obr. 29 Registrace administrátora



Obr. 30 Ekey logon Admin

5.1.1 Ekey Bit

Jedná se o skener prstu od společnosti Ekey, která používá termický senzor firmy Atmel. Tento skener jsem používal k přístupu jako administrátor do svého PC (se softwarem Ekey LOGON) a prováděl jsem na něm praktická měření. Lze ho využívat i s programem ekey LOGONserver, který slouží ke kontrole přístupu do počítačové sítě, nebo s přístupovým systémem TOCANet sloužící k propojení více biometrických systémů do jedné sítě.

tab. 1 Technické parametry Ekey BIT

Technické údaje	Parametry
Rozměr: š x h x v	60 x 82 x 22 mm
Hmotnost	cca 200g
Rozhraní	USB 1.1
Délka kabelu	3m
Senzor	Atmel FingerChip
Způsob měření	Termický
Teplotní oblast	10°C až + 70°C
Software	Windows 98 až XP (kromě NT)
	TOCAbit-Service pro TOCAworldwide
Chybovost	FAR - 0,00001
	FRR - 0,014



Obr. 31 Ekey BIT a pohled na snímací senzor

5.1.2 Měření na Ekey BIT

V pokusném měření na Ekey BIT jsem se zaměřil na vlivy, které mohou mít vliv na konečné rozhodnutí vyhodnocovací jednotky při umožnění přístupu uživatele do OS Windows. Pro demonstraci vlivů jsem zvolil obvyčejné dostupné kancelářské prostředky jako je propisovací tužka (inkoust), tužka (grafit), lihový fix, které můžou při jejich manipulaci znečistit bříško prstu.



Obr. 32 Znečištění inkoustem

tab. 2 Ekey BIT - měření vlivu inkoustu

	Znečištění propiskou (jeden tah přes střed bříška prstu)			Znečištění propiskou (pokreslené celé bříško prstu)		
	p.měření	přijato	odmítnuto	p.měření	přijato	odmítnuto
	1	x		1	x	
	2	x		2	x	
	3	x		3	x	
	4	x		4	x	
	5	x		5	x	
	6	x		6	x	
	7	x		7	x	
	8	x		8	x	
	9	x		9	x	
	10	x		10	x	
celkem	10	10x	0x	10	10x	0x



Obr. 33 Znečištění grafitem (vlevo), lihovou fixou (vpravo)

tab. 3 Znečištění vlivem grafitu a lihovou fixou

	Znečištění obyčejnou tužkou (grafitem)				Znečištění lihovou fixou		
	p.měření	přijato	odmítnuto		p.měření	přijato	odmítnuto
	1	x			1	x	
	2	x			2	x	
	3	x			3	x	
	4	x			4	x	
	5	x			5	x	
	6	x			6	x	
	7	x			7	x	
	8	x			8	x	
	9	x			9	x	
	10	x			10	x	
celkem	10	10x	0x	celkem	10	10x	0x



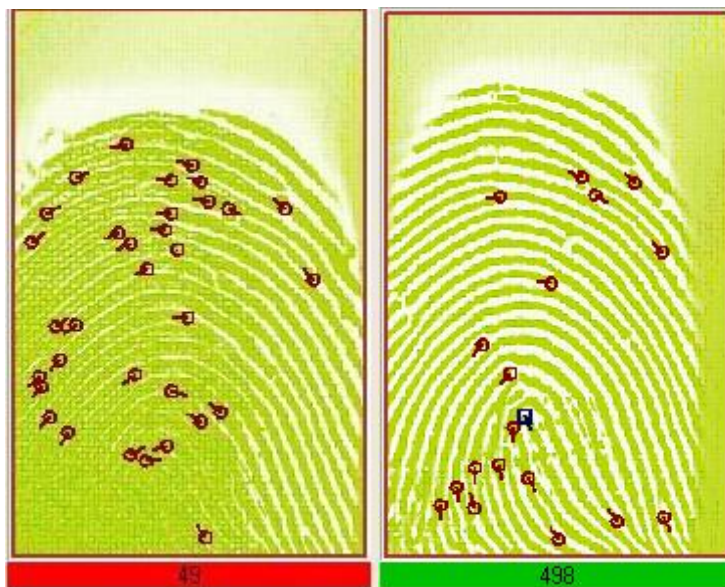
Obr. 34 Znečištění vlivem prachu

tab. 4 Znečištění vlivem prachu a vlhkosti prstu

	Znečištění vlivem prachu				Vliv vlhkosti demonstrace Palmární hyperhydrózy		
	p.měření	přijato	odmítnuto		p.měření	přijato	odmítnuto
	1	x			1	x	
	2	x			2		x
	3	x			3		x
	4	x			4		x
	5	x			5		x
	6		x		6		x
	7	x			7		x
	8	x			8		x
	9	x			9	x	
	10	x			10		x
celkem	10	9x	1x	celkem	10	2x	8x

Z naměřených výsledků je zřejmé, které vlivy mají výrazný podíl na skenování prstu u snímače Ekey BIT a které ovlivňují algoritmus při zpracování otisku uživatele. Bezpochyby můžeme vyloučit vliv inkoustu, grafitu nebo lihové fixy, protože jejich působení na prstu nemá vliv na změnu tvaru nebo orientaci papilárních linií a akorát papilární linie lépe zviditelňují. To samé by se dalo říct i u vlivu prachu se kterým se snímač dokázal vypořádat až na jednu výjimku, která mohla být zapříčiněna uživatelskými vlivy jako je rotace, posunutí atd.

Jediný vliv, vliv vlhké pokožky bříška prstu nedokázal snímač rozeznat a z tabulkových hodnot je patrné, že vlhkost pokožky má zásadní vliv i u termického snímače otisku prstu při šablonovacím snímáním.



Obr. 35 Ukázka skenu otisku prstu, vliv vlhkosti (vlevo), bez okolních vlivů (vpravo)

Z obrázku (33) je patrné, že při zvlhčené pokožce a vlivem tlaku, kterým uživatel působí na snímací čip se papilární linie slijí do jednoho celku. Teplo, kterým snímač působí na jednotlivé vrcholy papilárních linií se pak rozprostírá po celé ploše a snímač pak není schopen rozeznat mezi údolím a vrcholem papilární linie.

Vliv tlaku, při snímání otisku prstu na snímači Ekey BIT neměl žádný zásadní vliv, kterým by omezoval naskenování a algoritmus při zpracování otisku. Papilární linie a markanty byly na šabloně zřetelně rozlišené a hodnota porovnávacího skóre se pohybovala v zelené zóně od 250 a výše.

5.1.3 Aplikace a prostředí pro Ekey LOGON a Ekey BIT

Doposud používané systémy k ochraně PC, notebooku a počítačových sítí jako např. hesla, přístupové kódy, karty, čipy a.j., se dostávají vlivem stoupajícím požadavků na bezpečnost do ústraní. Je to dané tím, že biometrický systém otisku prstu má značnou výhodu v zachování si přístupového hesla neboli klíče stále u sebe. Nemusíme si pamatovat složitá hesla, neztrácíme přístupové karty a celá problematika bezpečnosti je pro ochranu PC efektivnější. Komfort stoupá přijetím dalších bezpečnostních opatření u uživatele a tím zvyšuje bezpečnost celého systému.

Ekey LOGON je vhodný pro přihlášení do Aktive Domain a tím i do Windows XP, 2000 Professional. Zajímavý by mohl být především pro společnosti, které nepřetržitě mění hesla kvůli zvýšení bezpečnosti. V podstatě by se tím redukovala administrativní činnost a došlo by k šetření nákladů. Okruh nasazení tohoto softwaru a hardwaru Ekey BIT bych tedy spíše viděl pro osobní PC nebo pro malé a střední společnosti, pro které je bezpečnost PC systému důležitá.

5.2 TimeStation - Fingerprint Identification System

TimeStation je biometrický docházkový systém, který využívá při skenování prstu optickou technologii a přímou kontrolu sejmutého otisku na grafickém LCD displeji. Docházková stanice lze připojit přes USB k PC, kde je možno pracovat se softwarovou aplikací Docházka Plus, ale není nutné stálé propojení. Výrobce uvádí tři možnosti napájení této docházkové stanice, a to bateriové napájení (4 tužkové baterie vydrží na 20 tis.operací), DC adaptérem a USB. Docházkový systém paměti pojme až 1000 uživatelů a každý uživatel má možnost si neskenovat 10 otisků prstů. Systém umožňuje 6 druhů přerušení pracovní doby, záznam času a docházky. Zkouška skenu prstu je možná v softwarové aplikaci Fingerprint Viewer 1.00.



Obr. 36 TimeStation [10]

5.2.1 Měření na TimeStation

Optický snímač na docházkovém terminálu byl podroben stejnému praktickému měření - byly odzkoušeny vlivy tlaku, rotace, posunutí, částečné překrytí a znečištění prstu.

tab. 5 TimeStation – měření vlivu znečištění inkoustu

	Znečištění propiskou (jeden tah přes střed bříška prstu)			
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznáno
1		x		
2		x		
3		x		
4		x		
5		x		
6		x		
7		x		
8		x		
9		x		
10		x		
celkem	10	10x	0x	0x

tab. 6 TimeStation – měření vlivu znečištění inkoustu

	Znečištění propiskou (pokreslené celé bříško prstu)			
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznáno
1		x		
2		x		
3		x		
4		x		
5		x		
6		x		
7		x		
8		x		
9		x		
10		x		
celkem	10	10x	0x	0x

tab. 7 TimeStation – měření vlivu znečištění grafitem

	Znečištění obyčejnou tužkou (grafitem)			
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznáno
1		x		
2		x		
3		x		
4		x		
5				x
6		x		
7				x
8		x		
9		x		
10		x		
celkem	10	8x	0x	2x

tab. 8 TimeStation – měření vlivu znečištění lihovým fixem

	Znečištění lihovým fixem			
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznáno
1		x		
2		x		
3		x		
4		x		
5		x		
6		x		
7		x		
8		x		
9		x		
10		x		
celkem	10	10x	0x	0x



Obr. 37 Ukázka skenu prstu - znečištění lihovým fixem

tab. 9 TimeStation – měření vlivu prachu

	Znečištění vlivem prachu			
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznáno
1			x	
2			x	
3			x	
4		x		
5		x		
6		x		
7		x		
8		x		
9		x		
10			x	
celkem	10	6x	4x	0x



Obr. 38 Ukázka skenu prstu - znečištění vlivem prachu

tab. 10 TimeStation - měření vlivu vlhkosti

	Vliv vlhkosti prstu demonstrace Palmární Hyperhydrózy			
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznáno
1				x
2			x	
3		x		
4				x
5				x
6		x		
7				x
8		x		
9		x		
10				x
celkem	10	4x	1x	5x

Z naměřených výsledků je patrné, že optická technologie docházkové biometrické stanice TimeStation má problémy už při skenu prstu znečištěného grafitem. Celý proces identifikace se zpomalil a v některých případech měření prst nebyl rozpoznán.

Při skenování otisku prstu, který byl znečištěn vlivem prachu, už byly výsledky značně horší. Proces identifikace uživatele se výrazně zpomalil a mnohdy se stalo, že uživatel byl systémem odmítnut. Celý proces byl zaznamenán i u vlivu zvlhčení bříška prstu. Jak optická technologie snímá zvlhčený prst je možné vidět z obr.38



Obr. 39 Ukázka skenu prstu - vliv vlhkosti bříška prstu

Systém identifikace selhává i při malém pohybu prstu na snímači a celý otisk prstu je pak rozmazán.

Vliv tlaku na snímač nemá tak zásadní vliv, uživatel sám na displeji vidí, jestli je prst dostatečně přiložen. Ale i tak při slabém přiložení prstu systém stále hledá přijatelný počet markant k identifikaci. Při silném tlaku přiložení prstu na snímač, systém nevykazoval žádné podstatné omezení.

U optických snímačů otisku prstu se tvrdí, že při zanechání latentního otisku uživatele na snímací ploše, stačí dýchnout na snímací plochu a otisk se znovu nasnímá. Při zkoušce zanechání latentního otisku prstu na snímací ploše a jeho obnovy vlivem dechu, kdy se kondenzací vzduchu rozdílných teplot mezi prostředím a předmětem vytvoří vlhkost, která ulpí na papilárních liniích, systém zaznamenával změny vlhkosti, které bylo možno pozorovat na displeji stanice. Ačkoliv tyto změny byly snímačem zachyceny, systém nedokázal vzniklé latentní otisky nasnímat.

5.2.2 Aplikace a prostředí pro TimeStation

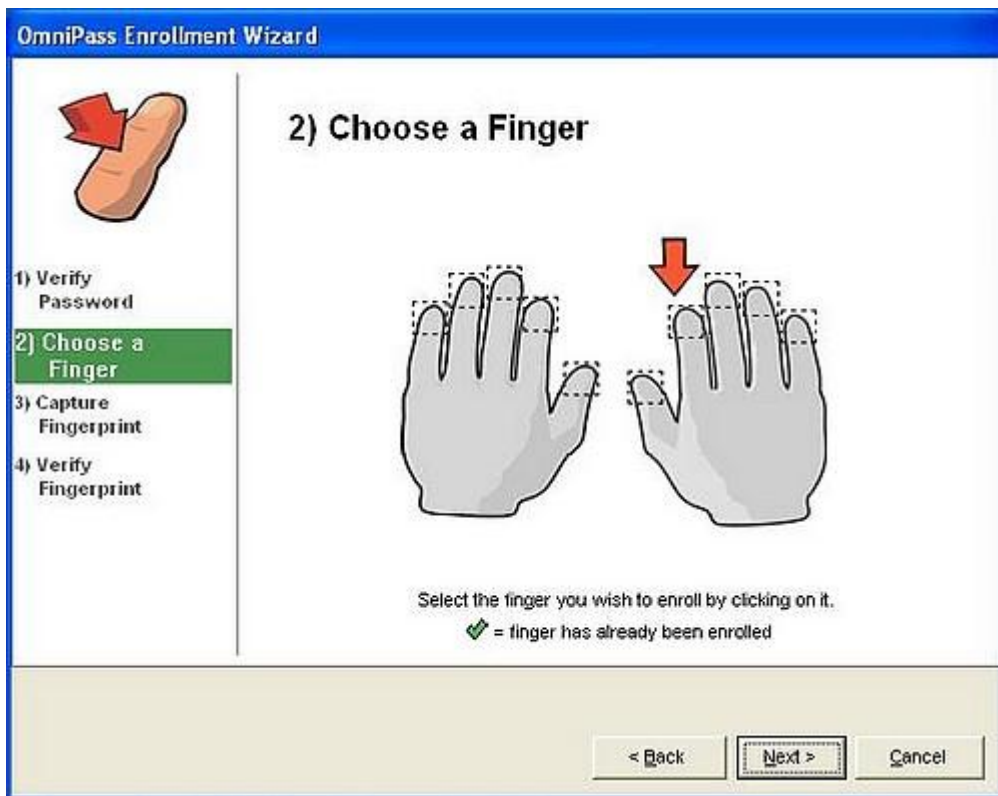
Tento biometrický docházkový systém vzhledem k jeho bezpečnosti není vhodný umísťovat na povrch obvodové části zdi. Už jednak z pohledu napájení a komunikace, kde je větší riziko sabotáže. Vhodnou alternativou by bylo zapuštění do obvodové části zdi s ochranným krytem proti vyjmutí celé stanice. Vzhledem k výsledkům na této stanici, která používá optickou technologii, bych spíše volil vnitřní prostory s dohledem pro malé až střední společnosti, kde není kladen důraz na manuální práci.

5.3 APC Touch Biometric Pod Password Manager

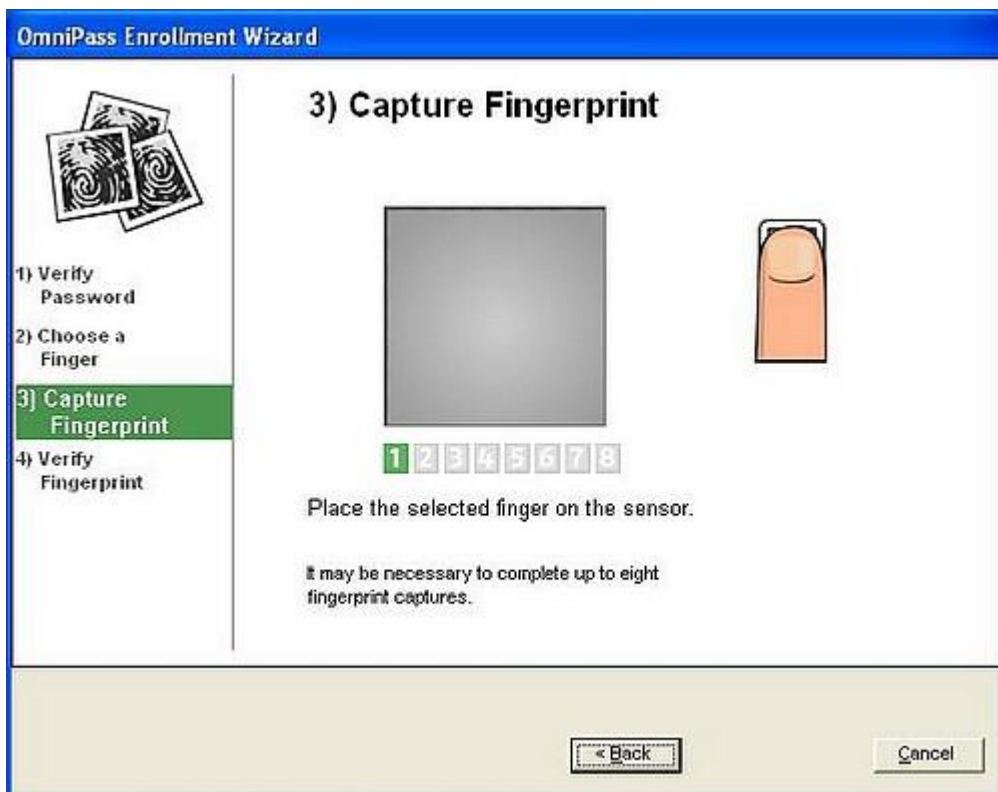
Další snímač vybraný pro praktickou část je od firmy APC, Biopod. Tento snímač je určený k ochraně počítače a využívá senzor typu RF Field. Uživatelský software s názvem OmniPass umožňuje podobné funkce jako u předešlého typu k ochraně PC. Databáze otisků prstu se ukládá do PC nikoliv do čtečky. Umožňuje zapsat 20 individuálních otisků prstů a přepínání mezi uživatelskými profily ve Windows XP. Dále je schopen software OmniPass krytování složek a souborů.

The screenshot shows a software window titled "OmniPass Add User". On the left side, there is a vertical list of steps: "1) Add OmniPass User" (highlighted in green), "2) Choose a Finger", "3) Capture Fingerprint", and "4) Verify Fingerprint". Above this list is a small icon of a padlock with three asterisks. The main content area is titled "1) Add OmniPass User" and contains the text: "To add an OmniPass-only user, please enter User Name and Password." Below this text are three text input fields labeled "User Name", "Password", and "Confirm Password". At the bottom right of the window, there are three buttons: "< Back", "Next >", and "Cancel".

Obr. 40 OmniPass vytvoření uživatele

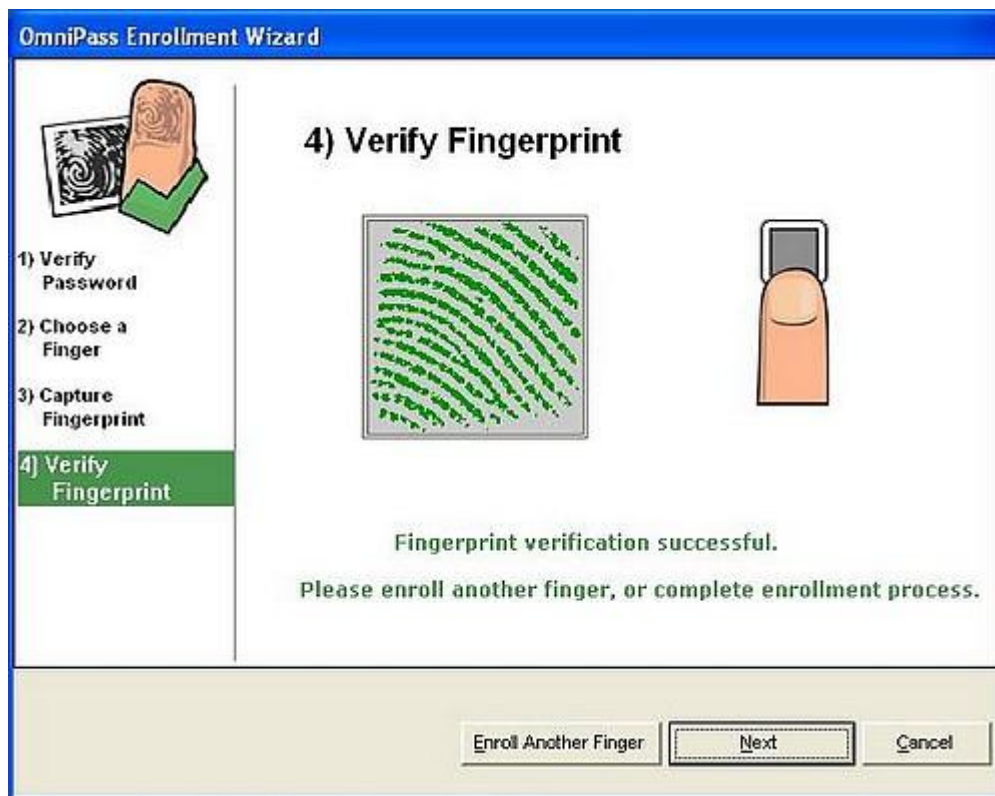


Obr. 41 OmniPass - výběr prstu



Obr. 42 Skenování prstu

Pro správné vytvoření šablony bez chyb, systém požaduje celkem 8x naskenování prstu a při posledním kroku je vytvořená šablona porovnávána znovu s naskenovaným prstem viz. obr 39.



Obr. 43 Porovnávání vytvořené šablony a naskenovaného prstu

5.3.1 Měření na APC Biopod

Snímač Biopod byl podroben stejnému praktickému měření, na kterém byly odzkoušeny vlivy tlaku, rotace, posunutí, částečné překrytí a znečištění prstu.



Obr. 44 Snímač APC Biopod

tab. 11 Biopod - měření vlivu inkoustu

	Znečištění propiskou (jeden tah přes střed bříška prstu)			Znečištění propiskou (pokreslené celé bříško prstu)		
	p.měření	přijato	odmítnuto	p.měření	přijato	odmítnuto
1		x		1	x	
2		x		2	x	
3		x		3	x	
4		x		4	x	
5		x		5	x	
6		x		6	x	
7		x		7	x	
8		x		8	x	
9		x		9	x	
10		x		10	x	
celkem	10	10x	0x	10	10x	0x

tab. 12 Biopod - měření vlivu grafitu a lihové fixy

	Znečištění obyčejnou tužkou (grafitem)				Znečištění lihovou fixou		
	p.měření	přijato	odmítnuto		p.měření	přijato	odmítnuto
1		x		1	x		
2		x		2	x		
3		x		3	x		
4		x		4	x		
5		x		5	x		
6		x		6	x		
7		x		7	x		
8		x		8	x		
9		x		9	x		
10		x		10	x		
celkem	10	10x	0x	celkem	10	10x	0x

tab. 13 Biopod - měření vlivu prachu

	Vliv prachu		
	p.měření	přijato	odmítnuto
	1	x	
2	x		
3	x		
4	x		
5	x		
6	x		
7	x		
8	x		
9	x		
10	x		
celkem	10	10x	0x

tab. 14 Biopod - měření vlivu vlhkosti

	Vliv kondenzace vzduchu na snímač (vlhkost)				Vliv vlhkosti prstu (demonstrace Palmární Hyperhydrózy)		
	p.měření	přijato	odmítnuto		p.měření	přijato	odmítnuto
	1	x				1	x
2	x			2	x	← dlouhé ověřování	
3	x			3	x	← dlouhé ověřování	
4	x			4	x	← chyba	
5	x			5		x	
6			x	6	x	← chyba	
7	x			7	x	← dlouhé ověřování	
8	x			8	x	← chyba	
9	x			9	x		
10	x			10		x	
celkem	10	9x	1x	celkem	10		

Chyba: Při přepínání uživatele ve Windows XP se pokaždé musí uživatel dotknout snímací plochy aby aktivoval systém. Při měření vlivu vlhkosti na bříšku prstu se stávalo, že na snímači ulpěla kapka, která se nahromadila působením prstu na snímač a aktivovala opětovné rychlé přepínání mezi uživateli.

Jak je patrné z naměřených výsledků, znečištění vlivem inkoustu, grafitem, lihovou fixou a prachem nemá žádný významný vliv pro ověření uživatele. Systém i na úkor těchto vlivů pracoval velice rychle a spolehlivě.

Horší výsledky nastaly tehdy, kdy na snímač začal působit vliv vlhkosti, jednak z kondenzace vzduchu a jednak při zvlhčení bříška prstu. Při působení kondenzace vzduchu na snímač, měl systém v počáteční fázi v některých situacích problém rozpoznat uživatele. Po chvilce zpracování otisku nakonec vždy ověřil uživatele správně a umožnil mu tak přístup do systému - systém nakonec dokázal identifikovat uživatele správně.

Při vlivu vlhkosti prstu tomu nebylo jinak. Celý proces ověřování uživatele se zpomalil a na ověření uživatele se muselo čekat poměrně dlouho dobu. Což je nepřínosné z hlediska uživatelské přívětivosti. V některých situacích systém nedokázal rozpoznat ani přiložený prst a stále dokola opakoval skenování prstu.

Vliv tlaku: snímač s vlivem tlaku neměl zásadní problém, systém velmi rychle pracuje i při působení silného přitlaku prstu na snímač a nedělal mu žádný problém dotvoření otisku při slabém přitisknutí prstu.

Vliv rotace, posunutí, částečné překrytí: Snímač Biopod má malou plochu pro nasnímání celého otisku prstu. V tom má velkou nevýhodu, protože snímá jen určitou část prstu. Přesněji střed prstu, kde se nachází většinou singularita jádra. Sice má snímač vyhraněný prostor pro přesnější umístění prstu, ale většina těchto vlivů jsou algoritmem nezpracována.

5.3.2 Aplikace a prostředí pro snímač APC Biopod

Snímač Biopod je vhodný pro uživatele využívající mnoho různých hesel pro různé aplikace a správu PC. Snímač otisku prstu identifikuje uživatele a umožní mu tak oprávněný přístup k aplikacím a webovým stránkám. Zajímavý by mohl být také pro malé společnosti, které nepřetržitě mění hesla, kvůli zvýšení bezpečnosti. Okruh nasazení softwaru OmniPass a hardwaru Biopod bych tedy spíše volil pro správu osobního PC, protože software umožňuje krytování složek, souborů a lze také využívat rychlého přepínání mezi uživatelskými profily.

5.4 V-Pass FX MV 1610

Čtečka V-Pass od firmy Bioscrypt snímá otisky prstů pomocí kapacitní technologie. Jedná se o čtečku vhodnou pro malé až střední aplikace s maximálním počtem otisků 200 při identifikaci a 500 otisky při verifikaci. Je vybavena několika komunikačními rozhraními, přes které je možné spínat door controler a posílat data do softwaru VeriAdmin.



Obr. 45 V-Pas FX (MV 1610) pohled zepředu (vlevo), ze spodu (vpravo) [11]

tab. 15 V-Pass - technické parametry

Technické parametry	Hodnota
typ snímače	kapacitní
rozměry v x š x h	130 x 50 x 64 mm
velikost databáze otisků	200 (1:N), 500 (1:1)
komunikační rozhraní	RS 232, 485
	wiegand
	USB AUX port
napájecí napětí	9 - 24Vss
provozní teplota	0 - 60°C
Software pro správu	VeriAdmin

5.4.1 Měření na V-Pass Bioscrypt

Čtečka V-Pass byla podrobena stejnému praktickému měření, na kterém byly odzkoušeny vlivy tlaku, rotace, posunutí, částečné překrytí a znečištění prstu. Software VeriAdmin udává při verifikaci hodnotu porovnávacího score, takže můžeme sledovat jak se hodnota porovnávacího score lišila od hodnoty nasnímané šablony otisku prstu bez znečištění, která se v průměru pohybovala kolem hodnoty 76.

tab. 16 V-Pass - měření vlivu inkoustu

	Znečištění propiskou (jeden tah přes střed bříška prstu)			
	p.měření	přijato	odmítnuto	score
1		x		74
2		x		72
3		x		69
4		x		72
5		x		72
6		x		75
7		x		75
8		x		77
9		x		67
10		x		78
celkem	10	10x	0x	
průměr porovnávacího scóre				73,1

tab. 17 V-Pass - měření vlivu inkoustu

	Znečištění propiskou (pokreslené celé bříško prstu)			
	p.měření	přijato	odmítnuto	score
1		x		74
2		x		77
3		x		78
4		x		79
5		x		73
6		x		77
7		x		69
8		x		63
9		x		81
10		x		65
celkem	10	10x	0x	
průměr porovnávacího scóre				73,6

tab. 18 V- Pass - měření vlivu znečištění lihovým fixem

	Znečištění lihovou fixou			
	p.měření	přijato	odmítnuto	score
1		x		80
2		x		76
3		x		70
4		x		61
5		x		74
6		x		76
7		x		74
8		x		76
9		x		73
10		x		78
celkem	10	10x	0x	
průměr porovnávacího scóre				73,8

tab. 19 V-Pass měření vlivu znečištění grafitem

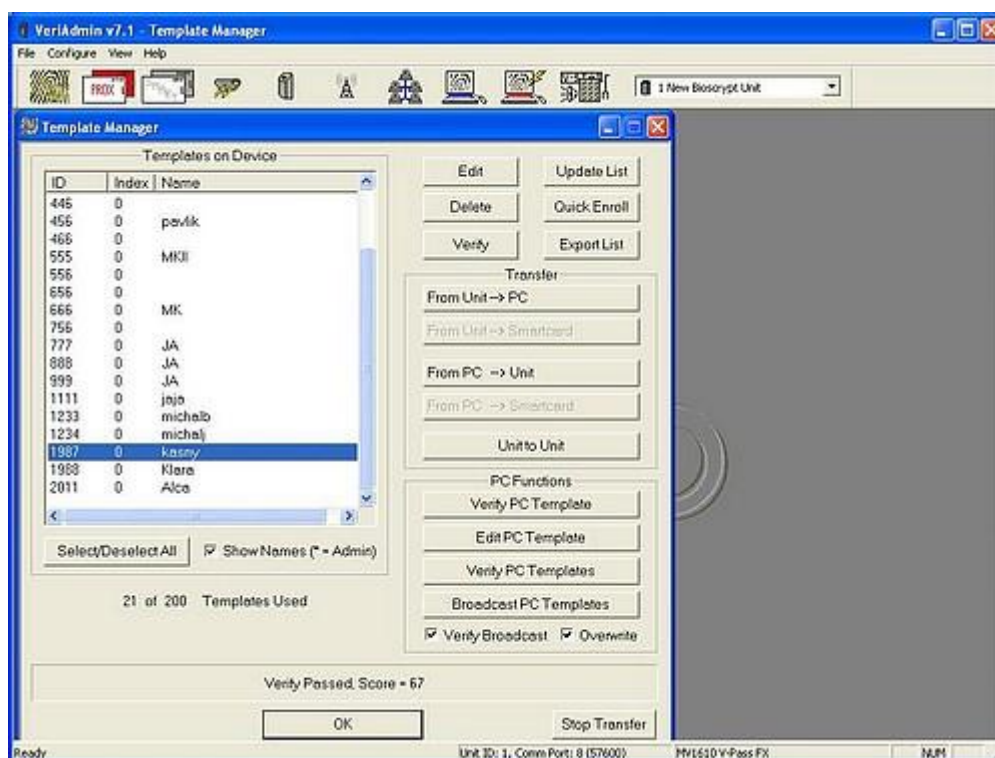
	Znečištění obyčejnou tužkou (grafitem)			
	p.měření	přijato	odmítnuto	score
1		x		80
2		x		77
3		x		78
4		x		72
5		x		82
6		x		75
7		x		78
8		x		76
9		x		82
10		x		77
celkem	10	10x	0x	
průměr porovnávacího scóre				77,7

tab. 20 V-Pass měření vlivu znečištění prachem

	Znečištění vlivem prachu			
	p.měření	přijato	odmítnuto	score
1		x		69
2		x		78
3		x		67
4		x		78
5		x		77
6		x		82
7		x		77
8		x		74
9		x		80
10		x		78
celkem	10	10x	0x	
průměr porovnávacího scóre				76

tab. 21 V-Pass měření vlivu vlhkosti prstu

	Vliv vlhkosti prstu (demonstrace Palmární Hyperhydrózy)				
	p.měření	přijato	odmítnuto	nerozpoznání prstu	score
1			x		
2				x	
3			x		
4			x		
5			x		
6			x		
7			x		
8		x			60
9				x	
10			x		
celkem	10	1x	7x	2x	
průměr porovnávacího scóre					60



Obr. 46 V-Pass - software VeriAdmin

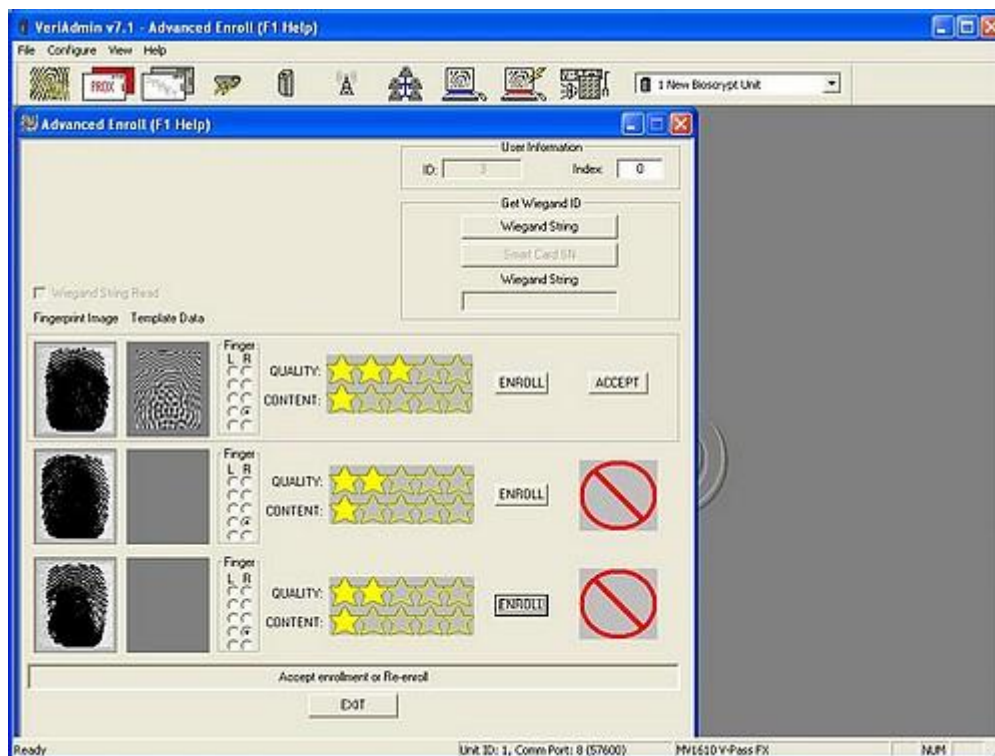
I když čtečka V-Pass používá při snímání otisku prstu kapacitní technologii, která by měla být citlivá na vlivy znečištění pokožky, tak z naměřených výsledků můžeme vidět, že se snímací technologie s těmito problémy vypořádala dobře. Při znečištění bříška prstu vlivem inkoustu, grafitu, lihovým fixem a prachem systém nevykazoval žádné změny co se týká omezení při verifikaci - systém pracoval rychle.

Jediným faktorem, se kterým si snímací kapacitní technologie čtečky V-Pass nedokázala poradit, byl vliv vlhkosti prstu. Jak je patrné z výsledkové tabulky (21) vliv vlhkosti bříška prstu dělalo kapacitní technologii velmi značné problémy. V některých případech došlo k nerozpoznání prstu a v ostatních případech byla verifikace odmítnuta. V jednom z 10 případů čtečka dokázala porovnat nasnímaný prst, ale s velmi malým porovnávacím score.

Vliv tlaku na snímací plochu čtečky V-Pass neměl zásadní vliv na verifikaci uživatele. Stejného výsledku jsem dospěl i při slabém stlačení a ve všech provedených pokusech se porovnávací skóre pohybovalo nad hranicí 70.

Vlivy částečného posunutí, překrytí a rotace měly na nasnímaní a verifikaci značný vliv a z několika pokusů o verifikaci systém nedokázal sken prstu a šablony porovnat.

Při zkoušce zanechání latentního otisku prstu na snímací ploše a jeho obnovy vlivem dechu systém nezaznamenal žádný naskenovaný obraz papilárních linií, spíše vůbec nereagoval.



Obr. 47 Software VeriAdmin - naskenování prstu při vlivu vlhkosti bříška prstu

5.4.2 Aplikace a prostředí pro V-Pass Bioscrypt

Čtečku V-Pass bych nevolil pro aplikace, kde je požadovaná vysoká bezpečnost. Jednak není 100% zaručena bezpečnost proti sabotáži, protože komunikační rozhraní USB je volně přístupné ze spodní části čtečky a kryt, který poskytuje částečnou ochranu je zajištěn pouze šroubkem. Čtečku bych tedy volil do vnitřního prostředí, protože nemá příslušný kryt na snímací plochu a do prostředí pod dohledem.

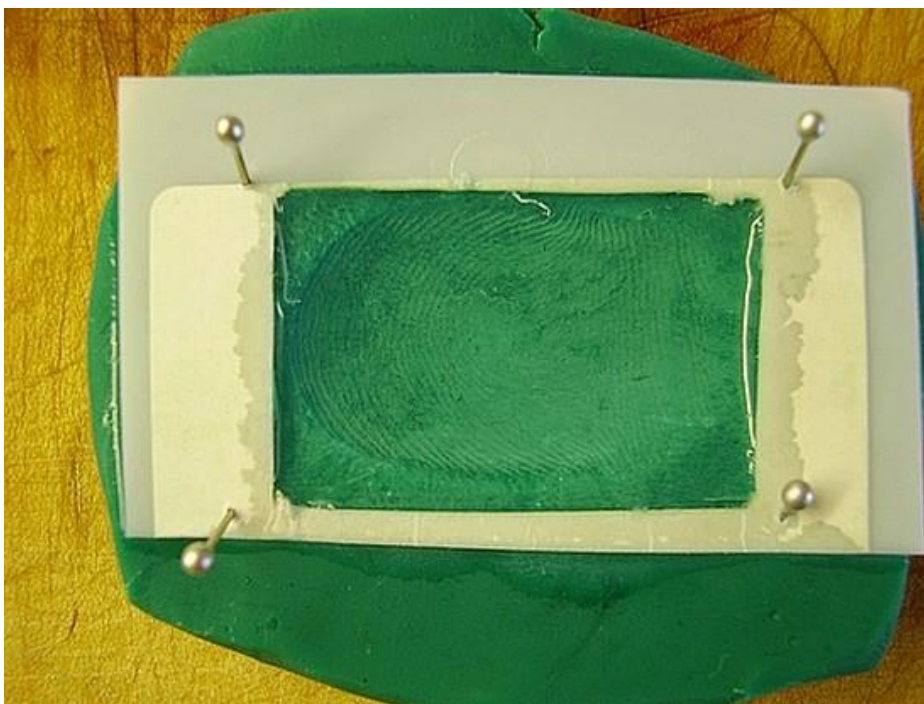
6 VÝROBA ODLITKU OTISKU PRSTU

Pro mou výrobu falešného otisku prstu jsem se nechal inspirovat webovým článkem [14], který popisuje postup profesora Tsutomu Matsumota a jeho týmu, jak lze za běžně dostupných prostředků za pár korun vytvořit odlitek prstu. Pro vytvoření odlitku prstu jsem použil plátkovou želatinu za 22,- Kč, která je pro tužší materiál vhodnější a obyčejnou plastelínu za 10,- Kč, kterou lze koupit v každém papírnictví.

Pro vytvoření odlitku prstu jsem si nejdříve připravil formu viz. (obr.48) do které jsem otiskl svůj otisk prstu.

Poté jsem si připravil želatinu, kterou jsem nechal podle návodu na obalu nabobtnat cca 10min. ve studené vodě. Pak jsem za stálého míchání celou želatinu zahříval, aby se rozpustila a nechal posléze částečně vychladnout, aby mi vlivem tepla nezničila vytvořené papilární linie v plastelíně. Po nalití želatiny jsem nechal odlitek v ledničce ztuhnout.

Další formu, kterou jsem použil pro vytvoření odlitku prstu, byl kelímek od malé svíčky, do kterého se plastelína vytvarovala. Je to vhodnější postup, protože želatina nikde nevytéká.



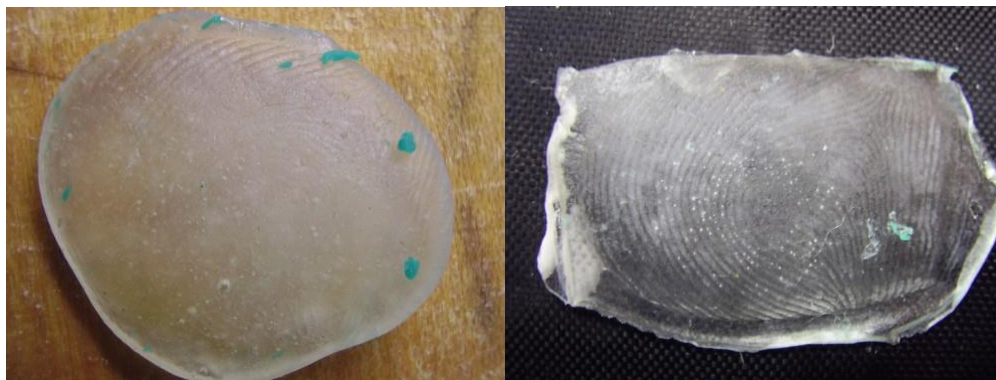
Obr. 48 Vytvoření formy pro odlitek prstu

6.1 APC Biopod a želatinový otisk prstu

Z prvních neúspěšných pokusů vytvoření odlitku prstu, kdy jsem se držel návodu na obalu pro výrobu želatiny se mi nedařilo odlitek vhodně z plastelínové formy vyndat, protože želatina nebyla dostatečně tuhá. Musel jsem přejít na své postupy. Zvýšil jsem dávkování želatiny a snížil poměr vody. Hustější konzistencí želatiny jsem mohl odlitek nechat tuhnout pomalu v ledničce. Po cca 15min. jsem celou formu s odlitkem vložil do mrazáku pro konečné ztuhnutí a pro následnou lepší manipulaci. V této fázi už se mi podařilo vzniklý želatinový odlitek vhodně z formy dostat aniž bych ho nějak poškodil viz. (obr 49 vpravo). Odlitek prstu jsem podrobil rychlé zkoušce na RF snímači od APC Biopod. Kupodivu snímač reagoval na dotyk želatiny a zobrazil vzniklý obraz v podobě tmavé skvrny. Po chvilkových zkouškách, kdy jsem se snažil alespoň nasnímat viditelnou papilární linii na želatinovém kousku, se hmota začala rozpouštět a celý pokus jsem ukončil.

Po znovu neúspěšné zkoušce jsem usoudil, že potřebuji tužší materiál jako mají gumové medvídci. Ty jsem tedy rozehrál a vлил do plastelínové formy. Zde se také podařilo udělat úspěšně odlitek prstu viz. (obr. 49 vlevo), ale RF snímač na tuhle hmotu nereagoval už vůbec.

Samotný odlitek prstu z želatiny se vlivem tepla začne deformovat a je ho potřeba uchovávat v chladu. Kdyby se dohromady smísila výrobní technologie gumových medvídků a plátkové želatiny je reálná šance na výrobu falešného otisku prstu, který bude za normálních klimatických podmínek měřitelný.



Obr. 49 Ukázka odlitku prstu z želatiny gumových medvídků (vlevo), plátkové želatiny (vpravo)

ZÁVĚR

Biometrie otisku prstu a jeho identifikace je čím dál více rozšiřujícím oborem. V současné době na trhu můžeme shlédnout velké množství identifikačních zařízení. Jejich cena už se dostává na přijatelnou hranici, a tak nevidím problém v pořízení bezpečnostního zařízení do domácnosti nebo aplikovat do různě velkých společností. Otázkou zůstává, zda biometrie otisku prstu vyvolá ve společnosti lidí důvěru, která odbourá všechny jejich pochybnosti. Publikované články na internetu typu „Gumový medvídek překoná biometrii otisku prstu“ moc lidem na důvěře nepřidá.

Cílem této práce bylo praktické měření na dostupných snímačích, které jsem podrobil testům identifikace a zpřístupnění uživatele za podmínek znečištění bříška prstu, které se mohou stát běžnému uživateli kdykoliv. Zásadní výsledek těchto testů vidím v problematice vlhkého bříška prstu. Všechny snímače vlhkost ovlivňovala poměrně hodně a snad jediný RF snímač od APC Biopod si s touthle problematikou dokázal víceméně poradit. Nemocný člověk trpící nadměrným pocením, tedy nemocí Palmární hyperhydrózy by měl s ostatní snímací technologií značné problémy a v zásadě lze říct, že to nemusí být vyloženě člověk trpící touthle nemocí, ale i zdravý člověk, který se potí. V současné době už je vytvořená nová technologie Lumidigm, která si dokáže i s touto problematikou vlhkosti otisku prstu poradit.

Biometrie přináší pro lidi značnou pohodlnost a bezpečnost, takže lze usuzovat, že se společnost lidí v budoucnu bude s technologií snímání otisku prstu čím dál více setkávat.

CONCLUSION

Fingerprint biometrics and its identification is an increasingly expanding field. Currently on the market we can watch a large number of identification devices. The price is getting an acceptable limit, and I do not see a problem in the acquisition of security equipment for home or application to different majors. The question is whether the fingerprint biometrics has evokes a confidence in the human society that removes all their doubts. Published articles on the internet such as "Rubber Teddy overcomes biometrics fingerprint" don't add to the trust by people.

Objective of this work was a practical measurement of the available sensors, which I underwent tests for the identification and disclosure under pollution of the ball of the finger, which may become a regular user at any time. A major result of these tests, I see in the issue wet ball of finger. All Humidity influenced quite a lot and perhaps one RF sensor APC Biopod you with this issue more or less able to cope. A sick man suffering from excessive sweating it means, Palmar hyperhidrosis disease would have large problems with other sensing technologies, and we can basically say that it might not be strictly a man suffering from this one disease, but also a healthy man who was sweating. Currently, a new technology is researched by Lumidigm, which can have problems with this one fingerprint moisture respectively.

Biometrics brings people great comfort and safety, so we may assume that the human society in the future will work with the fingerprint technology increasingly.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DRAHANSKÝ, Martin, et al. Dermatologické faktory ovlivňující snímání otisků prstů. *Portál ministerstva vnitra české republiky* [online]. 2010, č. 3, [cit. 2011-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.mvcr.cz/clanek/dermatologicke-faktory-ovlivnujici-snimani-otisku-prstu.aspx>>.
- [2] DITRICOVÁ, Dagmar, et al. *Depetitorium dermatovenerologie*. Olomouc : EPAVA, 2002. 304 s. ISBN: 80-86297-08-X
- [3] RAK, R.: Biometrie a identita člověka. GRADA,2008,ISBN : 978-80-247-2365-5
- [4] New numerical methods of fingerprints recognition based on mathematical description of arrangement of dermatoglyphics and creation of minutiae [online], Optel Ltd. Dostupný z WWW: <<http://www.optel.com.pl/software/english/method.htm> >
- [5] MANSFIELD, AJ., WAYMAN, J.L.: *Best Practices in Trstiny and Reporting Performance of Biometric Devices*, National Physical Laboratory & San Jose State University, 2002, ISSN 1471-0005. Dostupný z WWW: <http://www.cesg.gov.uk/policy_technologies/biometrics/media/bestpractice.pdf >
- [6] Ščurek R.: Biometrické metody identifikace osob v bezpečnostní praxi, VŠB TU Ostrava, 2005
- [7] BOUŠKA, Petr. *Biometrické systémy: zpracování otisku prstu včetně možnosti rekonstrukce otisku z biometrické šablony* [online]. Brno : Fakulta Informatiky, 2007. 66 s. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta Informatiky. Dostupné z WWW: <http://is.muni.cz/th/50818/fi_m/diplomova_prace.pdf?lang=en>.
- [8] KUBIŠ, Michal Snímání otisku prstu: diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav biomedicínkého inženýrství, 2010. 75 s. Vedoucí práce byl Ing. Petr Fedra
- [9] *Ekey biometric systems* [online]. [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.ekey.cz/>>.

- [10] *Elpo* [online]. 1999 [cit. 2011-05-17]. TimeStation. Dostupné z WWW: <<http://www.elpok.cz/timestation.html>>.
- [11] KOVÁČ, Petr. *Návrh biometrického identifikačního pro malou organizaci*. Fakulta aplikované informatiky, 2009. 85 s. Diplomová práce. UTB Zlín, FAI.
- [12] *Z.L.D. s.r.o* [online]. c2003 [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.zld.cz>>.
- [13] *COMFIS* [online]. c2008 [cit. 2011-05-17]. Technologie. Dostupné z WWW: <<http://comfis.cz/biometrie>>.
- [14] KULVEIT, Jan. *Krypta* [online]. 29.5. 2002 [cit. 2011-05-17]. Biometriky za zlámanou grešli. Dostupné z WWW: <<http://www.krypta.cz/articles.php?ID=186>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DPI	Jednotka rozlišení (bod na palec)
FAR	Chybné přijetí neoprávněné osoby
FBI	Federál Burelu of Investigation
FMR	Míra chybné shody
FN	počet přístupů s povolením vyhodnocených jako neoprávněné
FNMR	Míra chybné neshody
FP	počet přístupů bez povolení vyhodnocených jako oprávněné
FRR	Chybné odmítnutí oprávněného uživatele
FTA	Míra neschopnosti nasnímat
FTE	Míra neschopnosti zaregistrovat
FTM	Míra neschopnosti porovnat
N_{EIA}	počet všech pokusů oprávněných osob o identifikaci
N_{FA}	počet chybných přijetí
N_{FR}	počet chybných odmítnutí
N_{IIA}	počet všech pokusů útočníka o identifikaci
TN	počet přístupů bez povolení vyhodnocených jako neoprávněné
TNR	pravděpodobnost odmítnutí neoprávněné osoby
TP	počet přístupů s povolením vyhodnocených jako oprávněné
TPR	pravděpodobnost přijetí oprávněné osoby
Th	Práh citlivosti

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Struktura kůže [1]	11
Obr. 2 Struktura pokožky.....	12
Obr. 3 Jednotlivé druhy markant [4].....	14
obr. 4 Naznačení typu markant a jeho orientace	15
Obr. 5 Galtonova klasifikace otisků prstů.....	16
Obr. 6 Henryho klasifikace otisků prstu	17
Obr. 7 Atopický ekzém bříška prstu [1].....	21
Obr. 8 Nemoc rukou, nohou, úst; xantomatóza; bulózní epidermolýza [1].....	22
Obr. 9 Psoriasis vulgaris [1]	23
Obr. 10 Ukázka chyb různého typu.....	26
Obr. 11 Chyba vlivem rotace prstu	27
Obr. 12 Chyba vlivem částečného překrytí prstu.....	28
Obr. 13 Chyby vlivem silného a slabého přitlaku.....	29
Obr. 14 Ukázka postupu při snímání otisku prstu šablonováním [6]	39
Obr. 15 Kapacitní snímač otisků - pohled na čip.....	43
Obr. 16 Princip kapacitního snímače [6]	44
Obr. 17 Princip reflexního snímání optického snímače [6]	44
Obr. 18 Princip termického snímače [11]	45
Obr. 19 Teplotní snímač otisků - pohled na čip.....	46
Obr. 20 Pohyb prstu přes čip pro získání otisku prstu	46
Obr. 21 Princip RF technologie (vlevo), RF senzor (vpravo) [11].....	47
Obr. 22 Orientace vybraného bodu na hřebeni papilární linie [8]	48
Obr. 23 Princip ztenčování linií.....	50
Obr. 24 pozice v soustavě souřadnic a směrový vektor markant typu.....	50
Obr. 25 algoritmus vytváření tzv.markantografu a) Originální otisk, b) filtr orientace markant, c) binarizace, d) zeslabení linií, e) nalezení markant, f) markantograf [6]	51
Obr. 26 Ekey BIT Test.....	55
Obr. 27 Ekey Trénink - výběr prstu	56
Obr. 28 Ekey Trénink - snímání otisku prstu.....	57
Obr. 29 Registrace administrátora	58

Obr. 30 Ekey logon Admin	59
Obr. 31 Ekey BIT a pohled na snímací senzor.....	60
Obr. 32 Znečištění inkoustem	61
Obr. 33 Znečištění grafitem (vlevo), lihovou fixou (vpravo)	62
Obr. 34 Znečištění vlivem prachu.....	63
Obr. 35 Ukázka skenu otisku prstu, vliv vlhkosti (vlevo), bez okolních vlivů (vpravo).....	64
Obr. 36 TimeStation [10].....	66
Obr. 37 Ukázka skenu prstu - znečištění lihovým fixem.....	69
Obr. 38 Ukázka skenu prstu - znečištění vlivem prachu	70
Obr. 39 Ukázka skenu prstu - vliv vlhkosti bříška prstu	71
Obr. 40 OmniPass vytvoření uživatele	73
Obr. 41 OmniPass - výběr prstu.....	74
Obr. 42 Skenování prstu	74
Obr. 43 Porovnávání vytvořené šablony a naskenovaného prstu.....	75
Obr. 44 Snímač APC Biopod.....	75
Obr. 45 V-Pas FX (MV 1610) pohled zepředu (vlevo), ze spodu (vpravo) [11].....	79
Obr. 46 V-Pass - software VeriAdmin.....	83
Obr. 47 Software VeriAdmin - naskenování prstu při vlivu vlhkosti bříška prstu.....	84
Obr. 48 Vytvoření formy pro odlitek prstu	85
Obr. 49 Ukázka odlitku prstu z želatiny gumových medvídků (vlevo), plátkové želatiny (vpravo).....	86

SEZNAM TABULEK

tab. 1 Technické parametry Ekey BIT.....	60
tab. 2 Ekey BIT - měření vlivu inkoustu.....	61
tab. 3 Znečištění vlivem grafitu a lihovou fixou.....	62
tab. 4 Znečištění vlivem prachu a vlhkosti prstu	63
tab. 5 TimeStation – měření vlivu znečištění inkoustu.....	67
tab. 6 TimeStation – měření vlivu znečištění inkoustu.....	67
tab. 7 TimeStation – měření vlivu znečištění grafitem	68
tab. 8 TimeStation – měření vlivu znečištění lihovým fixem.....	68
tab. 9 TimeStation – měření vlivu prachu.....	69
tab. 10 TimeStation - měření vlivu vlhkosti	70
tab. 11 Biopod - měření vlivu inkoustu	76
tab. 12 Biopod - měření vlivu grafitu a lihové fixy	76
tab. 13 Biopod - měření vlivu prachu	77
tab. 14 Biopod - měření vlivu vlhkosti	77
tab. 15 V-Pass - technické parametry.....	79
tab. 16 V-Pass - měření vlivu inkoustu.....	80
tab. 17 V-Pass - měření vlivu inkoustu.....	80
tab. 18 V- Pass - měření vlivu znečištění lihovým fixem.....	81
tab. 19 V-Pass měření vlivu znečištění grafitem	81
tab. 20 V-Pass měření vlivu znečištění prachem	82
tab. 21 V-Pass měření vlivu vlhkosti prstu	82

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: