

## 2. Úvod do biometrických systémů

Identita – jednoznačná charakteristika každého z nás.

Fyzická identita – každý člověk má pouze jednu např. DNA.

Elektronická identita – může jich mít každý člověk více např. přihlášení do školy, na freemail.

Identifikace – poměr 1:N. Zjišťuje se identita osoby. Zadám bio vlastnost a porovnávám s mnoha jinými.

Verifikace – poměr 1:1. Na začátku zadám svou elektronickou identitu, když je nalezena, najde se odpovídající biometrický záznam, který se porovná s mým. Výsledek: potvrzeno/nepotvrzeno.

Autentizace – systém potvrzuje hodnověrnost (autentičnost) dané osoby. Může být jak v procesu identifikace tak i verifikace. Systém určuje míru hodnověrnosti.

Biometrický systém – Registrační modul (bio senzor, bio markant) (uložení do DB). Verifikační/Identifikační modul (bio senzor, bio markant, porovnání bio markantu).

V obou modulech je biometrický senzor, kterým se získává biometrická informace a převádí do digitalizované podoby. V obou modulech je i biometrický markant, což jsou již extrahované rysy z biometrické informace na vstupu. Markant je buď uložen do databáze (registrační modul) nebo je porovnán s daty v databázi. Po provedení porovnání obdržíme nějaký výsledek - jeho hodnota závisí na (ne)nalezení shody a příp. operačním módu (verifikace či identifikace).

Biometrické vlastnosti – *anatomické (fyzické statické)*: otisk prstu, obličej, duhovka oka, sítnice oka, geometrie ruky, dlaň, termogram obličeje, termogram ruky, dentální obraz, podpis, tvar ucha, snímek nehtu, DNA. *Dynamické vlastnosti*: hlas/řeč, gestikulace obličeje, podpis (dynamické vlastnosti), dynamika stisku kláves, pohyby rtů, chůze.

Unimodální/multimodální biometrický systém

Atributy biometrických vlastností – *univerzalita* (všichni to musí mít), *jedinečnost*, *konstantnost* (vlastnost musí být neměnná z časem), *ziskatelnost* (kvantitativně měřitelná), *výkonnost* (nesmí se změnit ani zestárnout), *akceptace* (ochota lidí pro nasnímaní), *bezpečnost proti falšování*, *finanční náklady na pořízení systému*.

## 3. Teorie zpracování zvukových a obrazových informací

Seznor – je zařízení, které konverguje fyzikální jev na elektrický signál.

Snímání – A/D konverze *diskrétní* fyzikální charakteristiky.

Vzorkování – A/D konverze *spojité* fyzikální charakteristiky. Dále můžeme rozdělit na dva typy:

ADC (Analog-Digital-Converter) - mechanismus konverze spojitého signálu na sekvenci digitálních vzorků (= VZORKOVÁNÍ)

DAC (Digital-Analog-Converter) - mechanismus konverze sekvence digitálních vzorků na spojitý signál.

Diskrétní médium – informace skládající se ze sekvencí jednotlivých elementů bez časové složky (text, obraz).

Spojité médium – informace nespočívá pouze v jednotlivých hodnotách, ale i v čase jejich výskytu (např. video, hlas, pohyby ruky při psaní).

Digitální filtr – je zařízení, které přenáší pouze část příchozí energie a může tím změnit spektrální rozložení energie. Ve filtru je implementována filtrovací funkce, která je závislá na účelu např.: otisk prstu a zvýraznění papilárních linií.

Histogram – dekompozice diskrétních funkcí do frekvenčního rozložení.

Gaborův filtr - Založen na Gaborově funkci, ta je založena na pozorování, že jednoduché části v pozorovací rovině jsou modelově popsitelné pomocí Gaborových funkcí. Pomocí těchto funkcí se dají dobře určovat pole orientací, např. při zpracování otisků prstů se aplikuje tento filtr pro zjištění směru papilárních linií a vzápětí se tato informace využívá ke klasifikaci, tj. do které třídy daný otisk prstu náleží.

Klasifikace – proces, kdy se pro daný vzor hledá jeho obraz v prostoru. Klasifikátory (např. KMV, KNS)

KMV (Klasifikátor minimální vzdálenosti) - pro každou třídu je pouze jeden referenční vektor, podle kterého se podle vzorku vybere odpovídající třída.

KNS (Klasifikátor nejbližšího souseda) - pro každou třídu je jedna množina referenčních vektorů (vektor odpovídá nějakému vzoru (šabloně)). Nasnímaný vzor se zařadí do odpovídající třídy podle nejkratšího vektoru (k nejbližšímu vzoru).

## 4. Hodnocení spolehlivosti a kvality biometrických systémů

Entropie – množství informace v konkrétní binomické vlastnosti.

Obecně čím větší entropii biometrická vlastnost nabízí, tím lépe pro praktické využití, ale vždy je třeba nalézt

optimální míru. Příliš málo entropie - neschopnost rozlišení dvou jedinců od sebe. Silně entropická biometrická vlastnost - variabilita může zapříčinit občasné nerozpoznání právoplatného uživatele.

#### Tvrzení o identitě

Pozitivní tvrzení o identitě – uživatel tvrdí, že je již zaregistrován v daném biometrickém systému

Negativní tvrzení o identitě – uživatel tvrdí, že ještě není zaregistrován v daném biometrickém systému

Explicitní tvrzení o identitě – uživatel musí zadat svoji identitu a ta je buď potvrzena nebo vyvrácena. Porovnání 1:1

Implicitní tvrzení o identitě – identita je vyhledána a předložena. Porovnání 1:N.

FM (chybná shoda, false match) – dva vzory od dvou odlišných osob jsou rozpoznány (klasifikovány) jako shodné

FNM (chybná neshoda, false non-match) – dva vzory (nenasnímané ve dvou různých okamžicích) od stejné osoby jsou rozpoznány (klasifikovány) jako odlišné

~

TA (správné přijetí, true acceptance) – osoba A je přijata jako A

TR (správné odmítnutí, true rejection) – osoba A je odmítnuta jako osoba B

FA (chybné přijetí, false acceptance) – osoba A je přijata jako B

FR (chybné odmítnutí) – osoba A je odmítnuta jako A

~

FAR (míra chybného přijetí, false acceptance rate) – je pravděp., že bio. systém klasifikuje chybně dva odlišné biometrické vzory jako shodné a tím selže při odmítnutí útočníka.

$FAR = \text{počet shodných porovnání (dvojic) rozdílých vzorů} / \text{celkový počet porovnání rozdílých (dvojic) vzorů}$

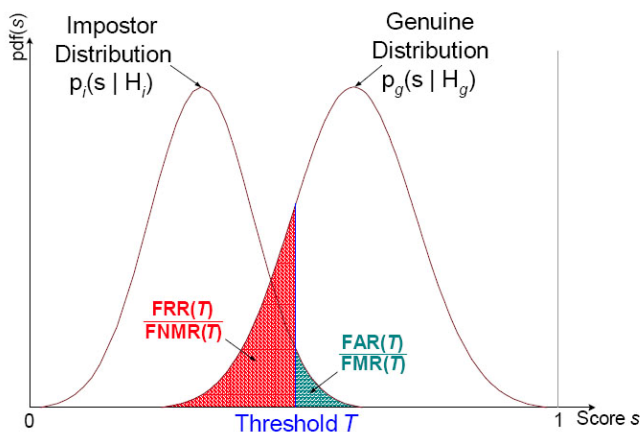
FRR (míra chybného odmítnutí, false rejection rate) – je pravděp., že bio. systém klasifikuje chybně dva biometrické vzory od stejné osoby jako odlišné a tím selže při přijetí oprávněného uživatele.

$FRR = \text{počet porovnání vzorů osoby A vedoucích k neshodě} / \text{celkový počet porovnání vzorů osoby A}$

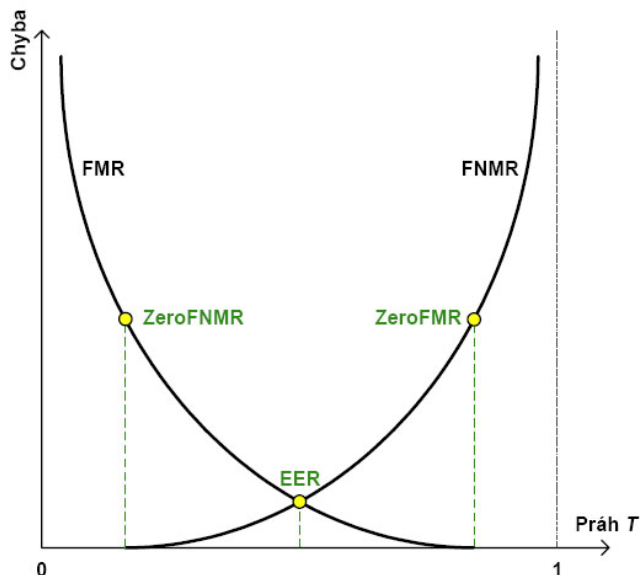
FMR (míra chybné shody, false match rate) – podíl chybně akceptovaných osob. Narozdíl od FAR nejsou do celkových součtů brány v potaz pokusy, které byly neúspěšné ještě před samotným porovnáním.

FNMR (míra chybné neshody, false non-match rate) – podíl chybně neakceptovaných (odmítnutých) osob. Na rozdíl od FRR nejsou do celkových součtů brány v potaz pokusy, které byly neúspěšné ještě před samotným porovnáním.

U FMR a FNMR *nejsou* do celkových součtů brány v potaz pokusy, které byly neúspěšné ještě před samotným porovnáním (tj. FTA, FTE), u FAR a FRR ano.



EER (míra vyrovnaní chyb, equal error rate) – definována jako  $FMR(T) = FNMR(T)$ .



FTA (míra neschopnosti nasnímat, failure to acquire) – podíl chybných záznamů v automatickém módu záznamu daného senzoru. Zaznamenání biometrické charakteristiky je odmítnuto, ačkoliv je biometrická charakteristika přítomna. Tato míra je tedy vhodná k hodnocení kvality senzorů. (např. z celkového počtu 50 pokusů o nasnímaní sítnice se nepodařilo získat data ze senzoru 3x. Tedy  $3/50 = 0,06 = \text{FTA}$ ).

FTE (míra neschopnosti zaregistrovat, failure to enroll) - podíl uživatelů, které není systém schopen se naučit. Tato míra tedy ohodnocuje schopnost algoritmu pracovat i s nekvalitními biometrickými charakteristikami. (např. z celkového počtu 200 pokusů o nasnímaní hlasu se nepodařilo z důvodu velkého hluku v pozadí rozpoznat řečový signál z mikrofону 9x. Tedy  $9/200 = 0,045 = \text{FTE}$ )

FTM (míra neschopnosti porovnat, failure to match) - biometrických charakteristik, které nemohly být porovnány se šablonou a nebo jakkoliv jinak zpracovány (po procesu zaregistrování). Tato míra poukazuje na neschopnost systému učinit rozhodnutí, tj. porovnání nepřinese žádný výsledek. (např. z celkového počtu 3000 pokusů o porovnání zaregistrovaných otisků prstů se nepodařilo z důvodu nedostatečného počtu marketů porovnat celkem 25 z nich. Tedy  $25/3000 = 0,083 = \text{FTM}$ )

ROC křivka - pomocí této křivky se porovnává (udává) výkonnost systému. Je standardem při popisu vlastností daného systému. Představují detekční schopnost fce FMR vzhledem FNMR (popř. FAR vzhledem FRR).

Pravidlo "Rule of 3" – udává nejmenší chybovou míru p, která může být statisticky určena na základě určitého počtu N porovnání.

Chybová míra p, pro kterou je pravděpodobnost žádné chyby v N náhodných pokusech = 5%. Potom p je  $3/N$  pro 95% úroveň jistoty.

*mas urcity pocet porovnaní N, který vis, že jsou bezchybné. teď potřebuješ zjistit z tohoto počtu, jaká bude asi míra chybovosti. ale protože jsi zatím nenarazil na zadnou chybu, tak lehký to není. ale když znáš tohle pravidlo, můžeš s 95% jistotou říct, že ta chyba porovnání bude ležet někde pod  $3/N$ .*

Pravidlo "Rule of 30" – slouží pro určení velikosti dat. Abychom si byli jisti na 90%, že skutečná chybová míra leží v rozsahu  $\pm 30\%$  zjištěné chybové míry, musí se vyskytnout nejméně 30 chyb.

*tohle je malinko horsí. máš počet chyb, kterých musí být minimálně 30, a nějaký počet měření N. to vykazuje nějakou chybovost  $X=30/N$ . a teď můžeš říct s jistotou 90%, že skutečná chybovost tohoto systému bude  $X \pm 30\%$ .*

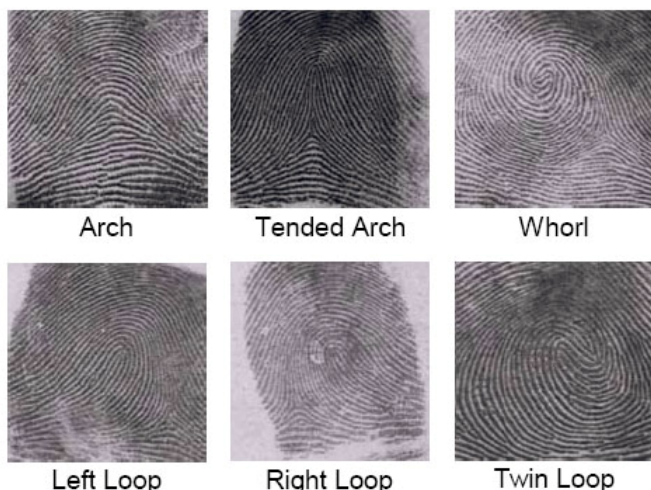
## 5. Rozpoznání podle otisků prstů

Daktyloskopické zákony

- neexistují dva lidé, jejichž papilární linie by měly stejnou strukturu
- vzor tvořený papilárními liniemi zůstává po celý život jedince relativně neměnný
- papilární linie normálně dorůstají pokud si prst nepoškodíme až do epidermální vrstvy, na tomto místě se již neobnoví
- konfigurační typy se individuálně mění, ale změny jsou natolik malé, že leží v tolerantních limitech a tím umožňují systematickou klasifikaci

Tři druhy otisků prstů – válený, píchaný, latentní

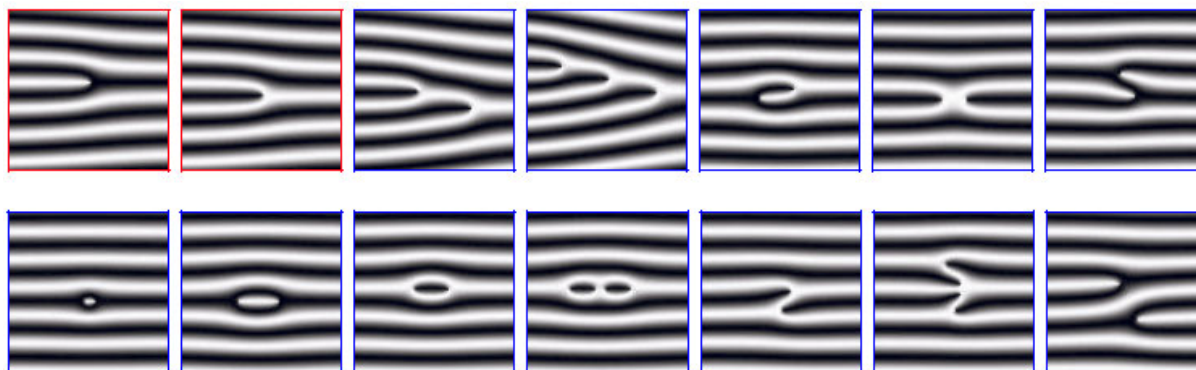
Třídy otisků prstů – oblouk, klenutý oblouk, spirála, levá smyčka, pravá smyčka, dvojitá smyčka



RIP Count – počet papilárních linií mezi dvěma definovanými body v otisku prstu (nejčastěji mezi jádrem a deltou)

Markanty

ukončení, jednoduchá vidlička/rozdvojení, dvojitá vidlička, trojitá vidlička, hák, křížení, boční kontakt  
bod, interval, jednoduchá smyčka, dvojitá smyčka, jednoduchý most, dvojitý most, průsečná linie



Přístupové systémy používají pouze *ukončení* a (*jednoduchou*) *vidličku*

Orientace markantu – směr, ve kterém by pokračovala papilární linie markantu. Dva typy standardů.

Technologie senzorů

- *optický* – světlo (LED) osvětí plochu prstu a kamera (CCD) nasnímá obraz
- *kapacitní* – matice vodivých plošek + dielektrikum. Přiložený prst vytvoří kondenzátor.
- *ultrazvuková, elektrooptická, tlaková, termická*

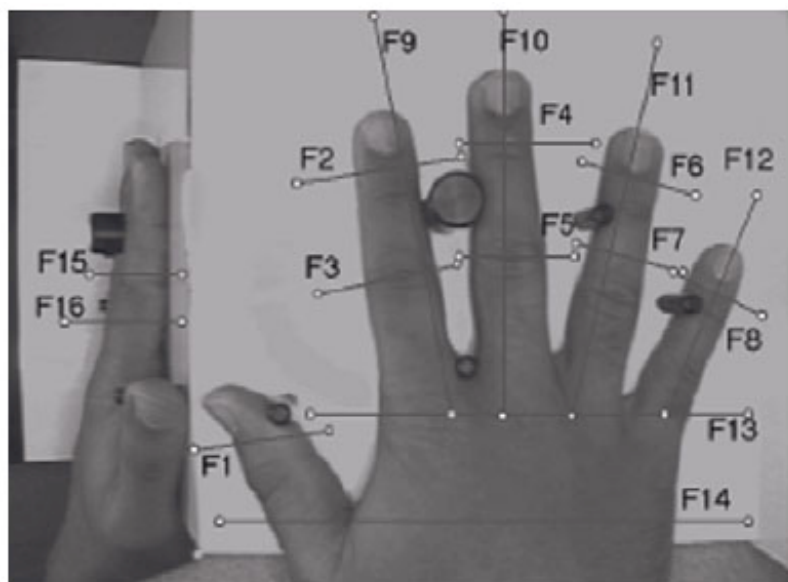
Funkce systému pro rozpoznávání otisků prstů

1. *Vstupní obraz* - nejprve se otisk načte snímačem .... (vstupní obraz) .. zmínit se o problému živosti, zašumění, nečistotě povrchu snímače
2. *Pole orientací* – ze vstupního obrazu se vypočte pole orientací, využívá se tónů šedé bary. Pole orientací je pak namapováno na původní obrázek.
3. *Extrahované linie* – úprava obrazu + převod na ČB. Používá se 2D Gaborova fce
4. *Ztenčení linií* – ztenčení na 1px (metoda Emyroglu)
5. *Markanty (detekce a extrakce)* – Hongova metoda pro detekci. Detekují se ukončení (=2) a vidličky(>3), zbylé jsou kombinace těchto dvou. Pro detekovaný markant se ukládá: pozice X,Y, typ(vidlička, ukončení), gradient (natočení).
- (6.) *Porovnání s uloženou šablonou* – metoda založená na markatech (x,y,typ,gradient) Hongova a Rathova metoda, korelaci, na vlastnostech papilárních linií. Hongova a Rathova metoda je založena na překryvu a následného porovnání.

## 6. Rozpoznávání podle geometrie ruky, žil ruky a nehtu

Charakteristiky ruky – délka prstů, šířka prstů, výška prstů, zakřivení a lokální anomálie





**Průměrování šablony** - Praktické systémy musí provádět tzv. *průměrování šablony*. Při každé pozitivní verifikaci je aktuální snímek zprůměrován se šablonou = zanesení změn ve tvaru ruky (např. růst, stárnutí, úraz apod.)

**Chernoffovy obličejce** – používají se k popisu objektů dle různých charakteristik (např. velikost očí, nosu,...) – ilustrují variace v hodnotách. Je jich 14. Jde o popis charakteristik znázorněných ve formě "obličejce".

**Verifikace založená na zarovnání rukou**

1. *Odstranění distančních sloupků* – využívá se maska, která obsahuje známé pozice sloupků. Sloupky jsou nahrazeny barvou pozadí.
2. *Extrakce kontury* – pro extrakci tvaru ruky se používá adaptivní prahování
3. *Extrakce a zarovnání prstů* – nejprve se extrahují pozice a směry prstů, které se překryjí s porovnávanou šablonou
4. *Výpočet prahových vzdáleností* – každé zarovnání z předchozího bodu produkuje množinu shody bodů. Dojde k výpočtu MAE, což je průměrná vzdálenost mezi odpovídajícími si body.
5. *Verifikace* – pokud je  $MAE < T$ , potom shodné ruce.

**Techologie žil hřbetu ruky**

**Verifikace** - Zadání identity, Vložení ruky do snimače hřbetu ruky, Extrakce žil z hřbetu ruky + generování jedinečného kódu (Detekce tvaru ruky, Získání šedotónového obrazu z oblastí žil, Extrakce spleti žil z obrazu, Generování jedinečného kódu podobnému obrazu papilárních linií z otisku prstu), Porovnání se šablonou.

**Vlastnosti** – krátké snímání, rychlá verifikace. Žíly zůstávají po celý život neměnné. Výborně akceptovaný systém pro uživatele. Není nutné testovat živost. Není možné použít latentní informace.

**Technologie žil dlaně ruky**

- podobné jako předchozí
- scanner používá NIR osvětlení, který reaguje s hemoglobinem v žilách (černá barva)

**Rozpoznání podle nehtu**

Nehet má na povrchu čárové nerovnosti (kopírují strukturu lůžka nehtu), které jsou pro každého člověka a každý prst unikátní. Při správném nasvícení dostaneme odrazem "čárový kód". Mezi nehtem a lůžkem se nachází keratin, který mění orientaci dopadajícího polarizovaného světla. Odražené fázové změny v paprsku pak zkoumáme.

## 7. Rozpoznání podle obličejce a termogramu obličejce

**Detekce obličejce**

1. *Kompenzace osvětlení* (snímky, fotky můžou být pořízeny za různého světla a v různém prostředí)
2. *Detekce tónů kůže*
3. *Detekce rysů obličejce* (oči, ústa a ohraničení obličejce). Oči, ústa (založeno na převodu barevných prostorů RGB  $\Rightarrow$  YCbCr). Hranice obličejce (výpočet založen na velikosti samotného obličejce a orientacích gradientů).

**Metody pro rozpoznávání 2D obličejce**

**Metoda PCA** = Principal Component Analysis - učení bez učitele, konstruuje prostor obličejů bez použití třídy (kategorie) obličejce.

**Metoda LDA** = Linear Discriminant Analysis - učení s učitelem, používá mezi- a vnitro-třídní informaci. (FLD = Fisher Linear Discriminant – porovnáním obličejových částí a částí náležících obličejce se vytvoří kandidáti, ze kterých se potom poskládají Fisherovy obličejce. Slouží k jednoznačné detekci obličejce, přičemž se používají různé prahy).

**Metoda AAM** = Active Appearance Model - učení s učitelem, lineární konstrukce modelu. Do obrazu se vloží

významné body, které se dle geometrie obličeje extrahují a použijí pro vygenerování textury obličeje bez formy. Používá se více iterací.

#### Skládání 3D obličeje ze 2.5D scanů

- nejprve se nasnímají 2.5D obrazy obličeje, z nich se odvodí intenzitní obraz a následně se vyrendruje výstupní obraz obličeje, nebo
- na sestavení 3D modelu z pěti 2.5D scanů se používá např. nějaký soft s principem: nejprve se odstraní šum a vyplní díry ve 2.5D scanech. Pak se vytvoří 3D model z 50 tisíců polygonů.

Indexy tvarů - zakřivení obličeje, tedy index bude zřejmě udávat nějakou třídu zakřivení. Používá se k detekci bodů rysů, která spočívá v identifikaci bodů rysů v prostoru indexů tvarů.

#### Funkční princip rozpoznávání termogramu obličeje

- pro snímání se používá termokamera a je potřeba nastavit (dodržet): emisní koeficient kůže  $e = 0,98$ , konstantní vzdálenost (zaostření), relativní vlhkost okolí, teplota okolí
- v nasnímaných snímcích se hledají (podobně jako u klasického rozpoznání 2D obličeje) pozice očí, úst, nosu a hranice obličeje. Dále se překryjí oba termoobličeje (zarovnání) - možnosti vlastní obličeje / algoritmus ARENA. Výsledný krok je zjištění korespondence ploch a přibližné tepelné záření pro jednotlivé plochy.

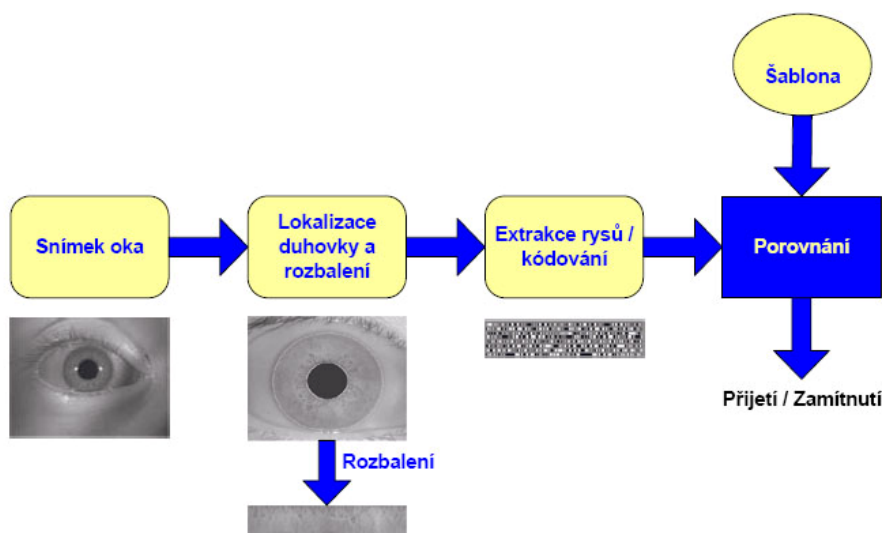
## 8. Rozpoznání podle duhovky a sítnice

Barva duhovky je způsobena barvivem, které se nazývá melanin.

#### Vliv osvětlení na duhovku a sítnici oka

- *viditelné světlo* - viditelné vrstvy, méně texturní informace, melanin absorbuje viditelné světlo
- *infračervené světlo* - melanin reflektuje většinu infračerveného světla, preferovaná technologie pro rozpoznávání duhovky

Daugmanův algoritmus (Gaborova demodulace)



Nejprve se ve snímku oka lokalizuje duhovka (hranice křivky). Dalším krokem je lokalizace víčka (horního i spodního). Poté pomocí daugmanova modelu hrubého zarovnání se mapuje každý bod uvnitř duhovky do polárních souřadnic (rozbalení). Extrakce rysů / kódování. Zakódovaná duhovka je obsažena 2048bitech. Porovnání je provedeno výpočtem Hammingovy vzdálenosti mezi oběma 256ti bytovými kódy duhovek. Hammingova vzdálenost mezi kódem duhovky A a B je dána sumou XOR mezi jednotlivými bity. K zajištění rotační konzistence je jeden ze vzorů shiftován doprava/doleva a brána v úvahu je nejnížší dosažená Hammingova vzdálenost.

#### Limitace duhovky oka

- pořízení snímku duhovky vyžaduje spolupráci uživatele; uživatel musí stát v předdefinované vzdálenosti a pozici před kamerou.
- náklady na systém s vysokou výkonností jsou nemalé.
- obrázky duhovky mohou mít nízkou kvalitu, což vede k chybám při registraci / verifikaci / identifikaci.
- bylo zjištěno, že až 7% snímků duhovek je nevhodných k rozpoznávání, díky anomáliím očí (slzy v očích, dlouhé řasy nebo tvrdé kontaktní čočky).
- duhovka se může změnit s přibývajícím časem: operace šedého zákalu, nemoc nystagmus (třás oka), nemoc anaridia (zcela chybí duhovka)
- slepí lidé jsou diskriminováni!
- použití kontaktních čoček (k podvedení systému může být použita buď kontaktní čočka a nebo fotografie duhovky).

- jednotlivé části duhovky se váží k různým vnitřním orgánům lidského těla → možnost zneužití ke zjištění zdravotního stavu osoby.

#### Reprezentace sítnice oka

- původní reprezentace má 40 bytů. Jedná se o informace o kontrastu zakódované pomocí reálných a imaginárních souřadnic frekvenčního spektra
  - nová reprezentace má 48 bytů. Obsahuje informace o kontrastu v časové doméně. Je rychlejší a efektivnější.
- Šablona sítnice obsahuje pole 96ti čtyřbitových čísel kontrastů z 96ti scanů soustředných kruhů v časové oblasti, tj.  $96 \times 4 = 48$  bytů. Intenzity v časové oblasti mohou nabývat hodnot v intervalu  $<-8,7>$ , přičemž se provádí normalizace na toto rozložení – úprava na 4 bity intenzitního rozložení.

#### Limitace sítnice oka

- strach uživatelů z poškození oka.
- zjištění zdravotního stavu – kórnatění cév apod.
- omezené možnosti pro venkovní použití.
- vysoká cena zařízení.
- lidé s poruchou zraku (astigmatismus) nejsou schopni zaostřit oko na bod (funkčnost srovnatelná s měřením zaostřovací schopnosti oka u očního lékaře) a tím nedojde ke správnému vygenerování šablony.
- možné zdroje chyb: nedostatečná fixace oka, chybná vzdálenost oka od snímače, nedostatečně rozšířená pupila, špinavý okulár, kontaktní čočky, interference světla...

## 9. Rozpoznání podle hlasu

Části, ze kterých se skládá generování řeči - plíce (zdroj stejnosměrného proudu), hlasivky (impulsní generátor), hrany a štěrbiny (šumový generátor), artikulační trakt (lineární přenosový systém)

Formanty - Ve spektru řečového signálu lze pozorovat jisté části signálu v čase, které jsou typické pro určité samohlásky ⇒ formanty.... Pomocí vyšších formantů lze rozpoznávat mluvčího (rozpoznávání mluvčího lze také provádět ze záznamu akustického tlaku)

#### Kroky zpracování řeči

1. záznam zvuku (8-22kHz s přesností 8-16bitu)
2. předzpracování preemfaze = horní propust nízkého řádu. Rozdělení signálu na okna (rámce, tzv. rámcování)
3. násobení digitálního signálu oknem
4. Vypuštění neřečových rámců
5. Extrakce příznaků (pro každý rámec) – dynamické nebo statické
6. Verifikace/identifikace

LPC spektrum - Graf zobrazuje: závislost Energie[db] určité frekvence hlásky (okna, rámce) na Frekvenci [Hz] (osa x).

#### Princip rozpoznání řeči

Existují různé postupy zpracování příznaků:

- HMM (skryté Markovovy modely) – diskrétní, spojitě
- Neuronové sítě

Typicky je výsledkem míra shody dvou vektorů příznaků, nejčastěji je to hodnota z intervalu  $<0,1>$ , kde 0 = absolutní neshoda, něco mezi = míra podobnosti, 1 = absolutní shoda. Stejně je určen prahu, kdy je shoda dostatečná...

## 10. Rozpoznání podle písma a podpisu

Rozdíl mezi rozpoznáváním podpisu a písma - Rozpoznávání písma a podpisu patří částečně do statických vlastností a částečně do dynamických:

*Rozpoznávání písma* – klasifikace písmen do tříd, utváření vět a rozpoznávání smyslu psaného textu.

*Rozpoznávání podpisu* – určení jedinečných vlastností podpisu (buď statických nebo dynamických).

Rozpoznávání znaků – klasifikace: PCA (Principal Component Analysis) slouží k redukci dimenze na p. Používanější je ale FDA (Fisher Discriminant Analysis), která využívá matici vnitřtřídního a mezitřídního rozptylu  $\Phi_B$ ,  $\Phi_W$ .

Rozpoznávání znaků – rozlišování: HDR, TDR, BDR

Stroky (strokes) - místa mezi zvednutím a položením pera

Kritické body - body nesoucí více informace než ostatní body (koncové body a stroky + body změny trajektorie).

#### Metody rozpoznávání podpisu

- *Holistická metoda* - Reprezentace: vektor rysů, Porovnání: vzdálenost mezi vektory
- *Regionální metoda* - Reprezentace: sekvence vektorů (stroky, segmenty, okna), Porovnání: porovnání vektorů s ohledem na strukturu v sekvenci
- *Lokální metoda* - Reprezentace: funkce času a prostoru, Porovnání: elastické porovnání funkcí

Funkce pro regionální rozpoznávání podpisu

- 3 základní funkce: X-funkce, Y-funkce, Tlak (100 Hz)

- Geometrická normalizace: Pozice + rotace

- Čtyři další funkce: Úhel cesty, Rychlost cesty, Poloměr zakřivení, Zrychlení

Konkatenace stroků

*Stroky* jsou místa mezi zvednutím a položením pera. Veškeré stroky jsou spojeny do dlouhého řetězce.

*Kritické body*: body nesoucí více informace než ostatní body (koncové body a stroky + body změny trajektorie).

Porovnání podpisů

K porovnání podpisů se používá metoda *DTW – Dynamic Time Warping* nebo *Mahalanobisova vzdálenost*. Existuje také 3D porovnání podpisu.

## 11. Dynamické biometrické vlastnosti

Dynamika stisku kláves - proces analýzy způsobu psaní uživatele na klávesnici, jež je založená na identifikaci jeho přirozeného rytmu psaní (stisků kláves).

Rysy používané k popisu vzoru psaní uživatele - Časové prodlevy mezi úspěšnými stisky kláves (uběhnutý čas mezi uvolněním staré klávesy a stiskem nové klávesy), Délka trvání každého stisku (jak dlouho je klávesa stisknuta), Poloha prstu na klávese (je-li k dispozici), Tlak aplikovaný na klávesu (je-li k dispozici), Celková rychlost psaní

Rozdíl mezi statickou a průběžnou verifikací u technologie rozpoznávání dynamiky stisku kláves

- *statické verifikaci* - stisky kláves jsou analyzovány pouze ve specifikovaných časech, např. během loginu. Statické verifikační přístupy umožňují mnohem robustnější verifikaci, než samotné zadání hesla. Statické přístupy ovšem neposkytují průběžnou bezpečnost – neumí detekovat záměnu uživatelů po přihlášení k počítači.

- *průběžná verifikace* monitoruje celkové chování uživatele během jeho práce s počítačem. U průběžné verifikace je ovšem nutný vyhodnocovací proces, který neustále běží – zatížení počítače.

Digraf a trigraf

*Digraf* - dvě po sobě napsaná písmena.

*Trigraf* - tři po sobě napsaná písmena.

Princip rozpoznávání chůze - algoritmus

1. Definování hraničních boxů pro postavu ve videosignálu

2. Extrakce siluety postavy dle hraničních boxů

3. Změna rozlišení hraničních boxů na 128×88 pixelů, aby byl krok provedení korelace výpočetně nenáročný.

Princip rozpoznávání chůze – praxe

1. Záznam videa z kamery

2. Výpočet optického toku  $u$ ,  $v$  a  $|u+v|$

3. Binarizace – výsledkem jsou tzv. Moving Blobs

4. Rozpoznání pohybu

Rozpoznání chůze – ovlivňující faktory: Oblečení, Obutí, Fyzický stav uživatele, Okolní prostředí + osvětlení,

Množství osob v daném prostředí, Vážná onemocnění / úrazy

Princip rozpoznávání pohybu rtů

Jednotlivé pohyby jsou nahrány z posloupnosti snímků ve videu. Pro nahrání snímků pohybu rtů lze použít také termokameru, čímž ale bohužel stoupnou pořizovací náklady na celý systém. Pro správnou funkčnost systému je nutné zajištění vhodného osvětlení, není-li použito infračervené světlo (např. u webové kamery).

Algoritmus: vstupní obrázek, HSL transformace, medián filtr, Expanze a redukce, Detekce rtů

Dynamické biometrické vlastnosti: dynamika stisku kláves, rozpoznání chůze, rozpoznání pohybu rtů, Dynamika pohybu myši, Gestikulace obličeje, Srdeční puls, (Reakce duhovky na světlo) – více pro detekci živosti, Srdeční puls a duhovka → testování živosti, Gestikulace obličeje je obsažena zčásti v rozpoznávání 3D obličeje, Hlas (řeč) a dynamika písma

## 12. DNA a její využití v biometrii

Nukleotidy (nukleové kyseliny), tvoří genetický kód DNA: Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin

Replikace DNA (asi při tvorbě DNA v břichu **J**): Během replikace se oba DNA pásy oddělí nebo se deformují, a je vytvořen nový komplementární pás, za použití odkrytých základů jako šablon. Lidé mají 23 souhlasných párů chromozómů ( $\Sigma=46$ ). Od každého rodiče obdržíme 23 chromozómů. 99,7% DNA je sdíleno. 0,3% DNA je variabilní.

Ona 0,3% (přibližně 1 milión nukleotidů) variabilita je děděna, určuje tudíž onu individualitu jedince. Tyto variabilní regiony, zvané STR (Short Tandem Repeats), mohou být zkoumány a slouží k vzájemnému odlišení lidí.



## Kroky dešifrování kódu DNA

- *Extrakce* (získání a izolace vzorku DNA)
- *Kopírování* (tvorba kopií cílových sekvencí, aby byl zajištěn dostatek pro reakci). Využívá se PCR = Polymerase Chain Reaction (enzymatické kopírování DNA – exponenciální kopírování vzorku)
- *Sekvencování* (získání unikátního kódu nukleové kyseliny z DNA vzorku, označení A T G C)

Kopírování DNA: využívá se PCR = Polymerase Chain Reaction (enzymatické kopírování DNA – exponenciální kopírování vzorku). Reakce vyžaduje extrahovanou DNA, podkladovou barvu, polymerázu (enzym), volně pohyblivý nukleický základ a tlumící roztok. Tyto ingredience umožňují přesnou replikaci DNA, využitím zvýšení a snížení teploty. Délka trvání: 2-3 hodiny pro 32 cyklů.

Sekvencování DNA: je krok generování profilu DNA. Zkopírovaná DNA je nahrána do genetického analyzátoru (sekvenceru) s fluorescenčně označenými komponentami A, T, C a G, přidanými k DNA. K systému je připojen elektrický proud a DNA části rostou kolem laseru – části, které prošly laserem jsou nahrány a výsledně je vytvořen profil, který může být následně vizuálně prezentován. Délka trvání: přibližně 30 minut / vzorek.

## 13. Biometrické standardy

### Standard a technický standard

*Standard*: utvořen běžným a opakovaným používáním pravidel, podmínek, směrnic nebo charakteristik produktů či spřízněných procesů a produkčních metod a souvisejících praktik managementu systémů

*Technický standard*: Definice terminologie; klasifikace komponent; nástin procedur; specifikace dimenze, materiálu, výkonu, designu a funkčnosti; měřítka kvality a kvantity pro popis materiálu, procesů, produktů, systémů, služeb nebo praktik; testovací a vzorkovací metody; popis měřítek přesnosti, velikosti a stability ~ kombinace těchto pojmů tvoří technický standard

### Typy standardů

- *Standardy k výměně dat*: Aplikační struktura, Datové formáty
- *Standardy pro výkonnost biometrických systémů*: Best Practices pro testování, Standardní databáze, Praktiky při tvorbě reportů
- *Standardy pro celkovou bezpečnost systémů*: Zjišťování zranitelnosti dle standardních postupů, Ochrana dat, Zajištění funkčnosti komplexní ochrany

Standard BioAPI: Založeno roku 1998. Účel: vývoj standardního API (Application Programming Interface) rozhraní k zajištění nezávislosti vývojářů vzhledem k rozhraní aplikace / zařízení (senzor)

Standard CBEFF: Definuje základní pole pro biometrická data. Registrace biometrických dat (IBIA)

Standard Best Practices: Účel: Popis nejlepších metod pro testování biometrických systémů. Použití na jakoukoliv biometriku a aplikaci! Rysy: Experimentální evaluace, Evaluace technologie / scénáře / operační, Definice experimentálních podmínek, Reprezentace výkonnosti, ROC křivky, FMR / FNMR + FTA, FTE, FTM, Detailní zpráva (pro opakovatelnost)

*Další standardy*: INCITS M1, X9.84