



13. Biometrické systémy budoucnosti

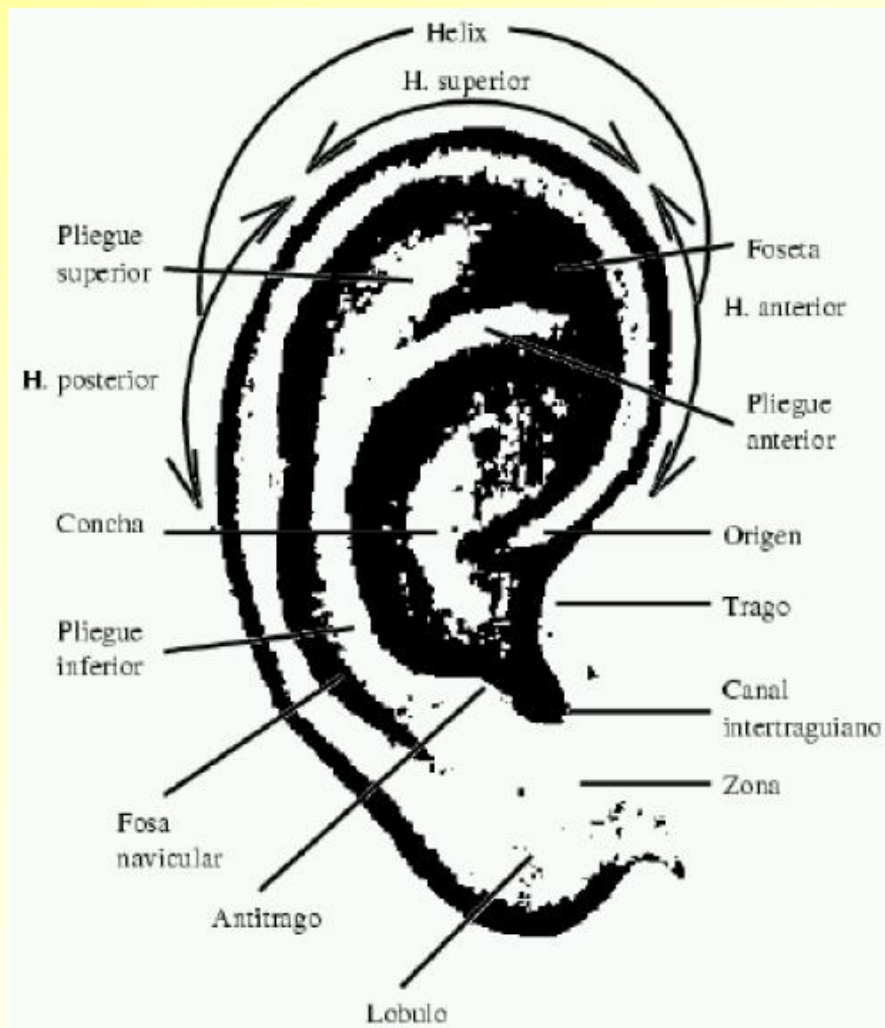
→ Cíle přednášky

- Co si představit pod systémy budoucnosti (sci-fi)?
 - Jaké budou systémy za 5, 10, 15, 50 let?
 - Základ této přednášky = predikce před 15 lety
 - Atypické systémy jsou stále atypické...

- Co se opravdu dozvíte:
 - Atypické biometrické charakteristiky (uši, zuby a další)
 - Multimodální a *soft biometrics* systémy
 - Aplikace (forenzní, zdravotní a bankovní)
 - Totální identifikace

➔ Atypická biometrika – Tvar ucha (I.)

- ➔ Tvar ucha může sloužit jak k verifikaci, tak i identifikaci
- ➔ Porovnání je provedeno na základě komplexní struktury ucha
- ➔ Růst ucha probíhá v prvních 4 měsících, pak se jen zvětšují proporce
- ➔ Výhodou je možnost získání snímku na dálku – neinvazivní metoda



→ Atypická biometrika – Tvar ucha (II.)

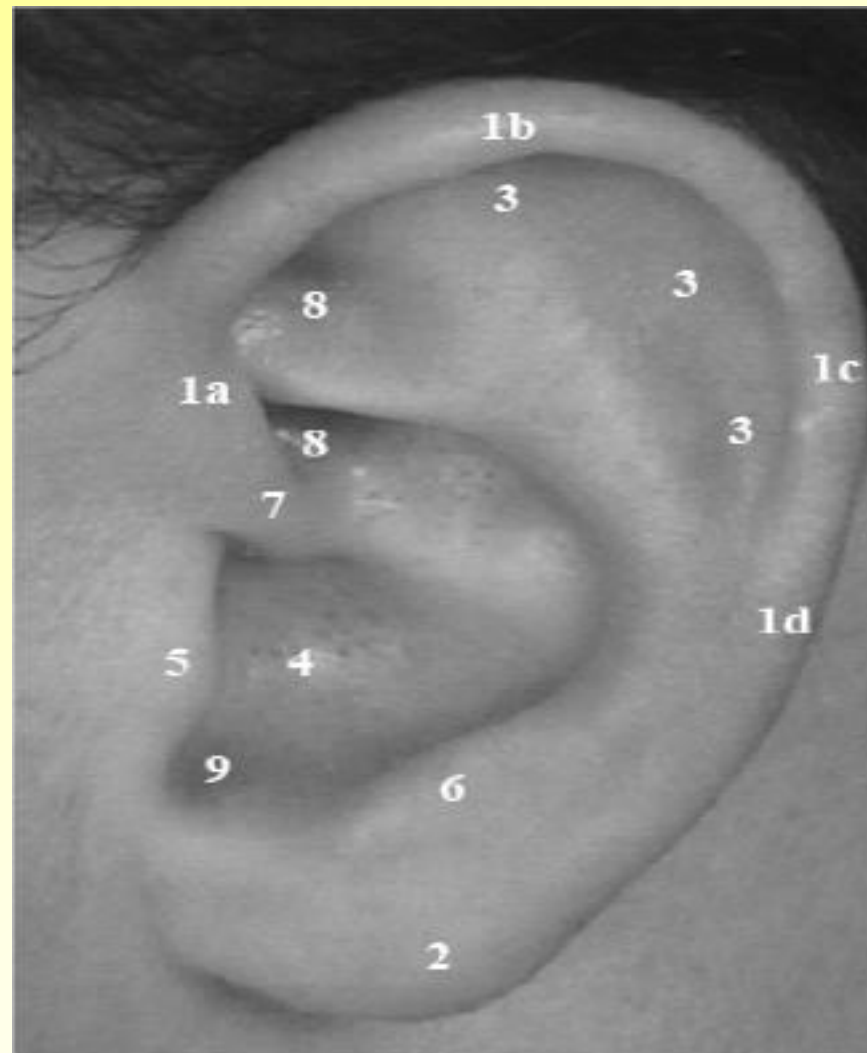
- Možné aplikace, využívající tvar ucha:
 - Bankovní automaty ATM
 - Služby dohledu
 - Forenzní aplikace
 - Přístup do chráněných prostor
 - Integrace do systémů na obličej (z boku)



→ Atypická biometrika – Tvar ucha (III.)

→ Anatomie ucha:

- 1 – Vnější závit ucha
- 2 – Ušní lalůček
- 3 – Protizávit ucha
- 4 – Concha
- 5 – Tragus
- 6 – Antitragus
- 7 – Ústí vnějšího závitu
- 8 – Delta
- 9 – Intertragica



→ Atypická biometrika – Tvar ucha (IV.)

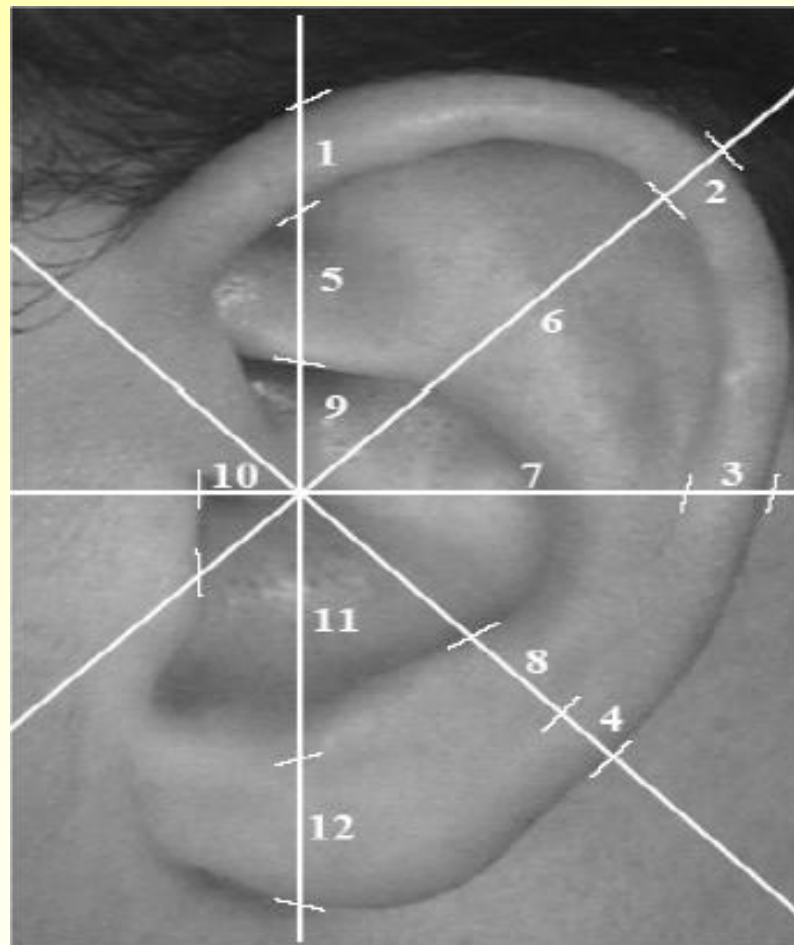
→ Iannarellisův systém

→ Jedná se o antropometrický systém aplikovaný na ucho, využívající 12ti ušních rozměrů

→ Pro porovnání vyžaduje tento systém zarovnání a normalizaci obou uší

→ Rysy jsou uloženy s informací o rase a pohlaví

→ Na vyjádření vzdáleností se používají jednotky o rozměru 3 mm, což je nutné z důvodu pohledu na ucho



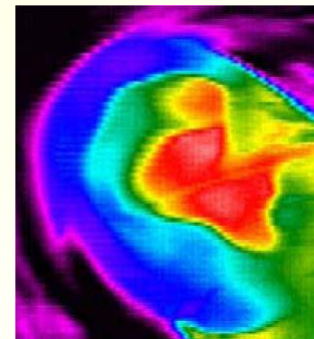
→ Atypická biometrika – Tvar ucha (V.)

→ Limitace Iannarellisova systému

- Malá rozlišovací schopnost – máme-li v populaci odchylku o čtyřech 3 *mm* jednotkách, rozlišovací schopnost našeho systému je $4^{12} \sim 17$ miliónům
- Veškerá měření jsou vztahována k počátku (bodu 10). Je-li tento bod chybně lokalizován, ostatní body vykazují chybné odchylky
- Rozpoznávání ucha není proveditelné, je-li ucho zakryto – lidé s dlouhými vlasy

→ Termogram ucha

- Další možnost



→ Atypická biometrika – Tvar ucha (VI.)

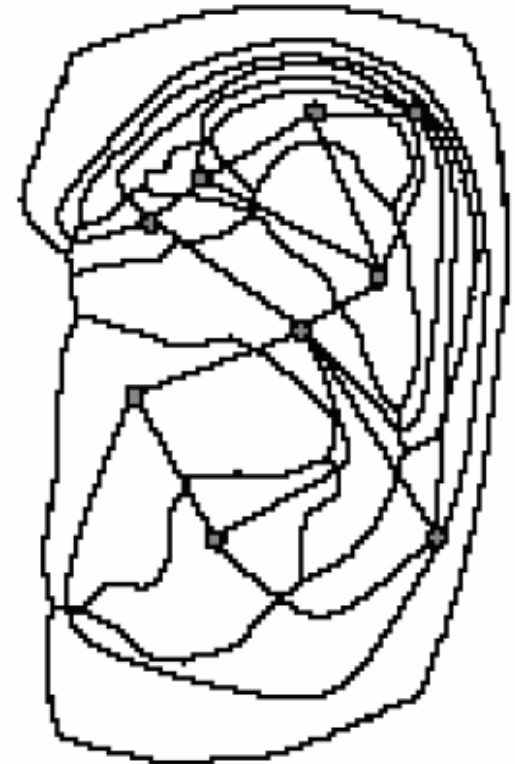
→ Grafový model (založen na diagramu Voronoi)



Obrázek ucha



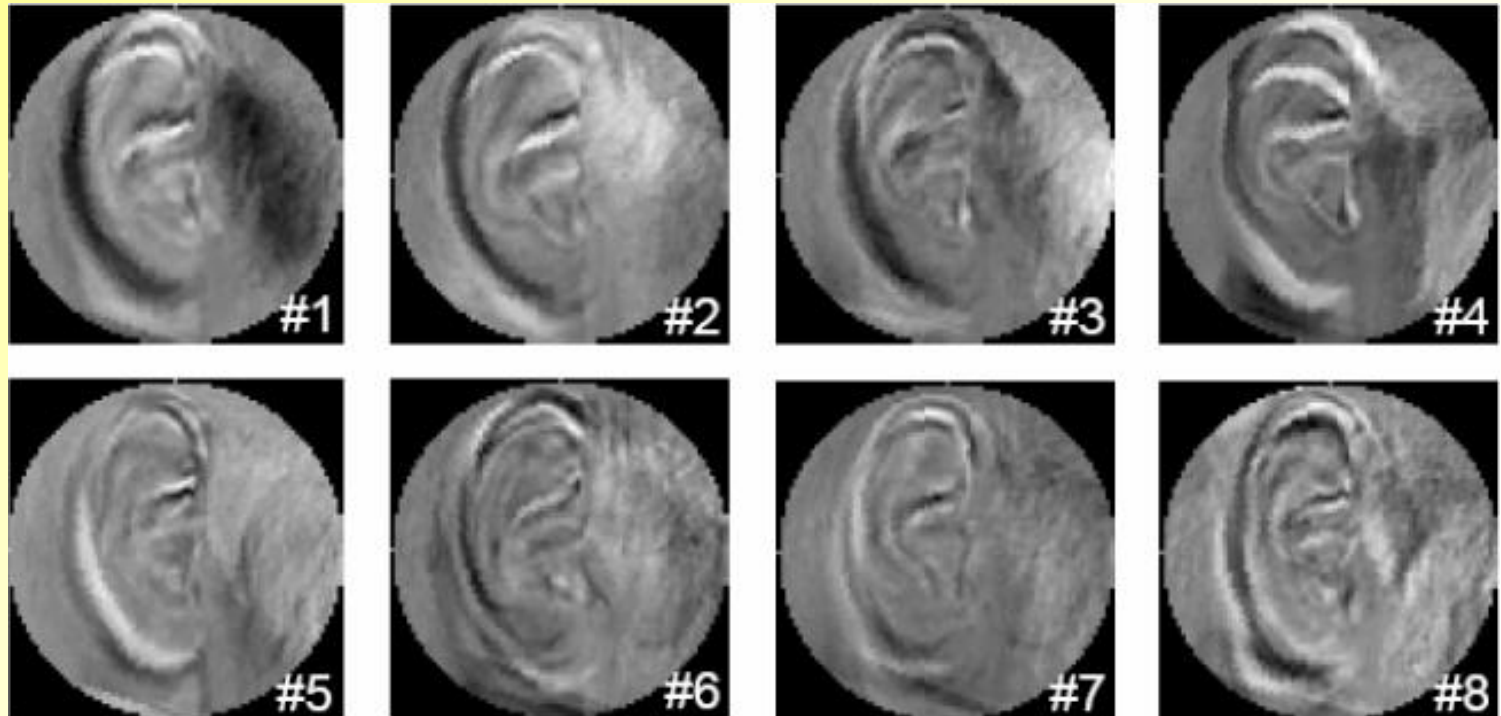
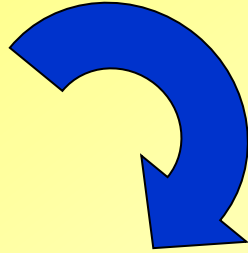
Voronoi



N-graf

→ Atypická biometrika – Tvar ucha (VII.)

→ **Vlastní uši** („*Eigenears*“) – metoda podobná „vlastním obličejům (*Eigenfaces*)“, tzv. PCA metoda



➔ Atypická biometrika – Tvar ucha (VIII.)

➔ Příklady nekvalitních obrázků uší



→ Atypická biometrika – Tvar ucha (IX.)

→ Předzpracování obrazu ucha – nalezení typických bodů (značek) a následná extrakce

→ 2D

Ambig 2P značky



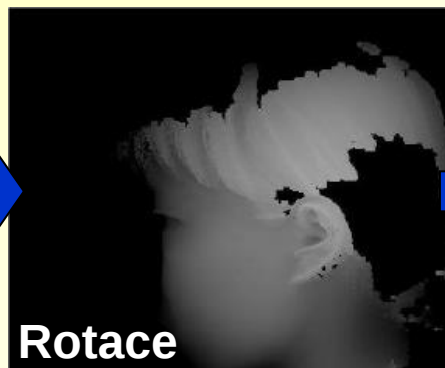
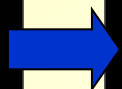
PCA 2P značky



ICP 2L značky



→ 3D



→ Neuronové sítě?

→ Atypická biometrika – Tvar ucha (X.)

→ Porovnání 3D (metoda využívající tvarů a zakřivení):



Vzdálenost $D = 0,72$



Vzdálenost $D = 2,80$

→ Atypická biometrika – Odontologie (I.)

→ Trocha historie:

- Roku 66 !! bylo identifikováno tělo na základě dentální informace
- Roku 1849 byla provedena identifikace mrtvol po vyhoření vídeňské opery
- Roku 1849 zavedena odontologie do právního systému USA

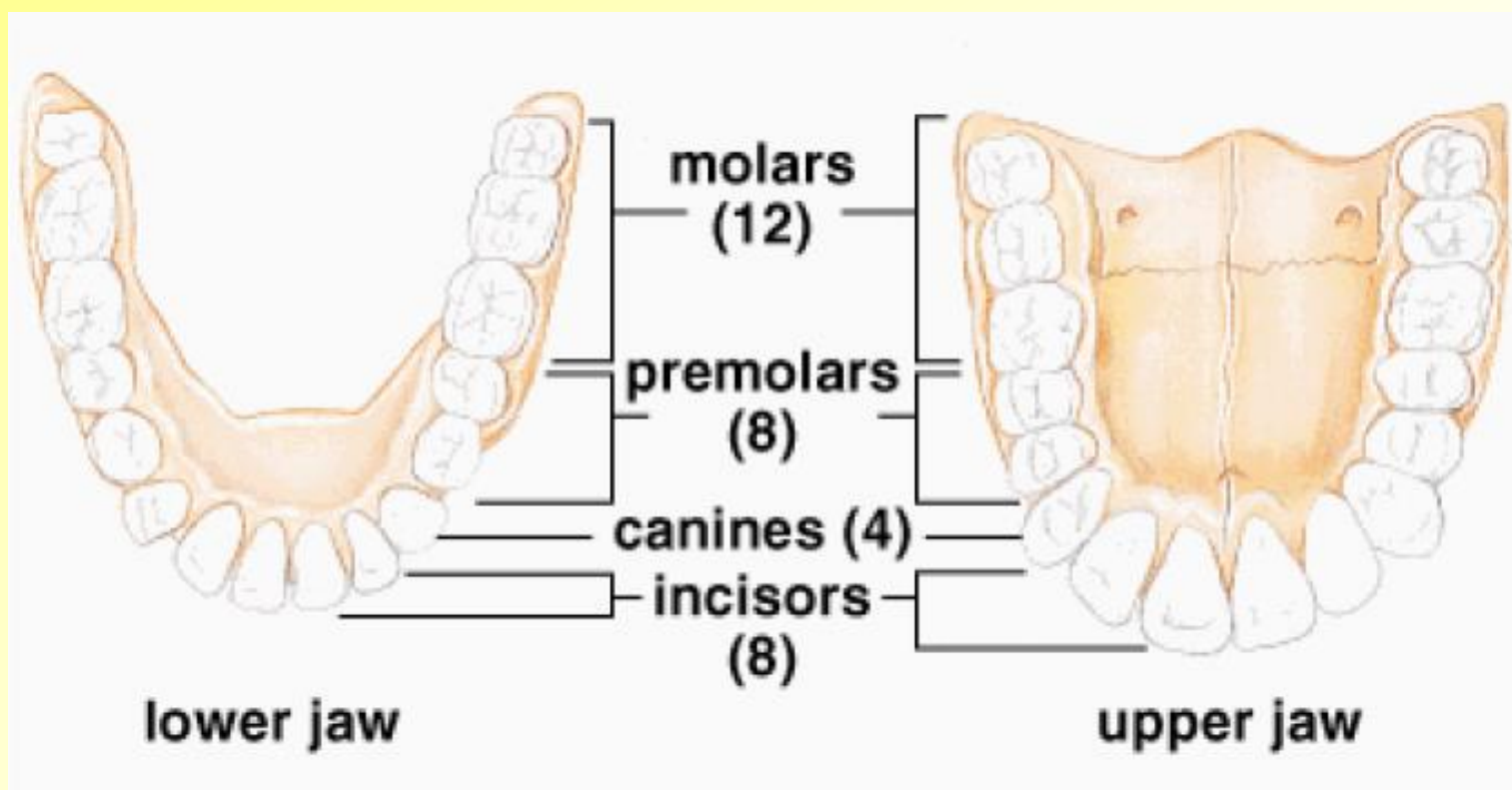
→ Aplikace:

- Identifikace osob
- Identifikace těl po mimořádných událostech
- Analýza otisků zubů (např. kousnutí)

→ Atypická biometrika – Odontologie (II.)

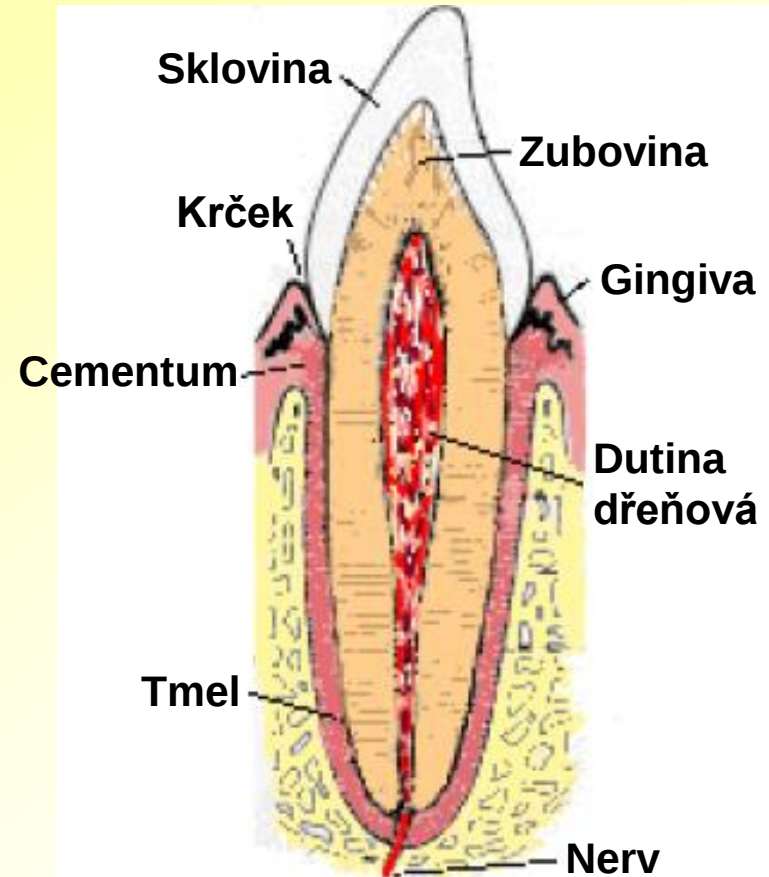
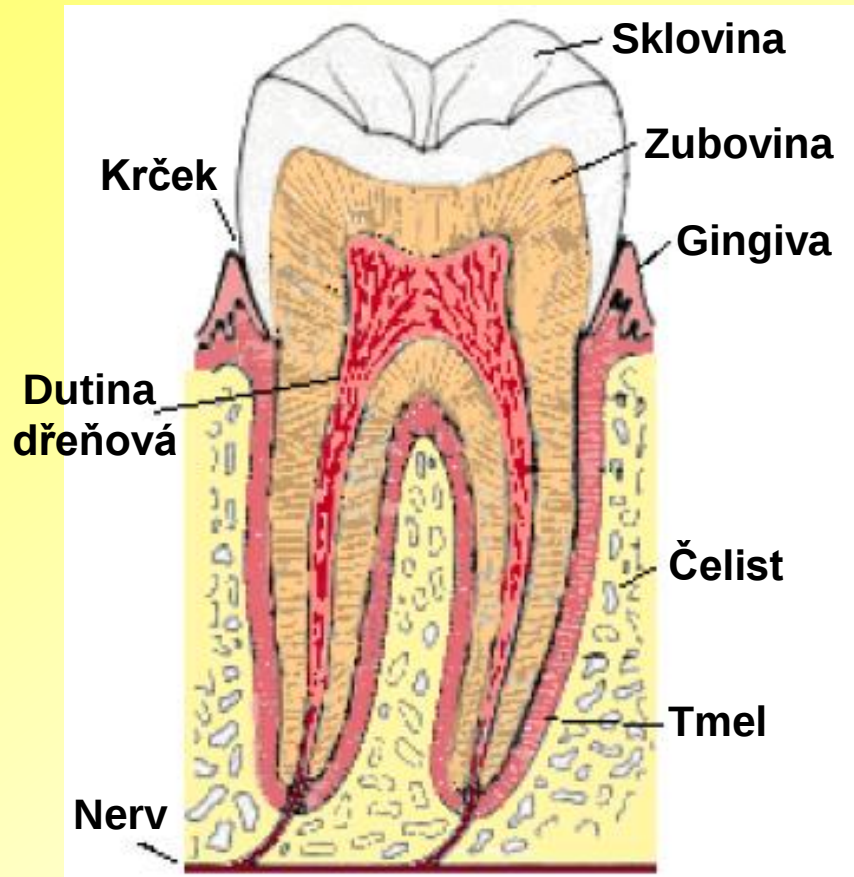
→ Základy:

- Celkem 32 zubů → 4 typy zubů – stoličky (*molars*), zuby třenové (*premolars*), špičáky (*canines*) a řezáky (*incisors*)



➔ Atypická biometrika – Odontologie (III.)

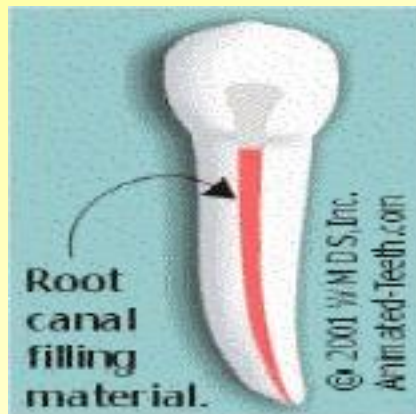
➔ Základy – složení zubu:



➔ Atypická biometrika – Odontologie (IV.)

➔ Základy – opravy / náhrady zubů:

- ➔ Korunky
- ➔ Výplně
- ➔ Kanálky s kořeny
- ➔ Můstky
- ➔ Extrakce



→ Atypická biometrika – Odontologie (V.)

→ Individualita zubů:

- Mnoho kombinací oprav / úprav
- Velikost a orientace mohou být značné
- Velké množství tvarů zubů
- Velké množství tvarů kořenů



➔ Identifikace:

- ➔ Dentální karta
- ➔ Rentgenové snímky
- ➔ Záznam prováděn u neidentifikovatelných mrtvol

The diagram illustrates the arrangement of teeth in the human mouth, divided into two main sections: Permanent Teeth and Primary (Baby) Teeth.

PERMANENT TEETH

TOP

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17

BOTTOM

PRIMARY OR BABY TEETH

TOP

A B C D E F G H I J

T S R Q P O N M L K

BOTTOM

[illegible]

→ Atypická biometrika – Odontologie (VII.)

→ Určení věku osoby:

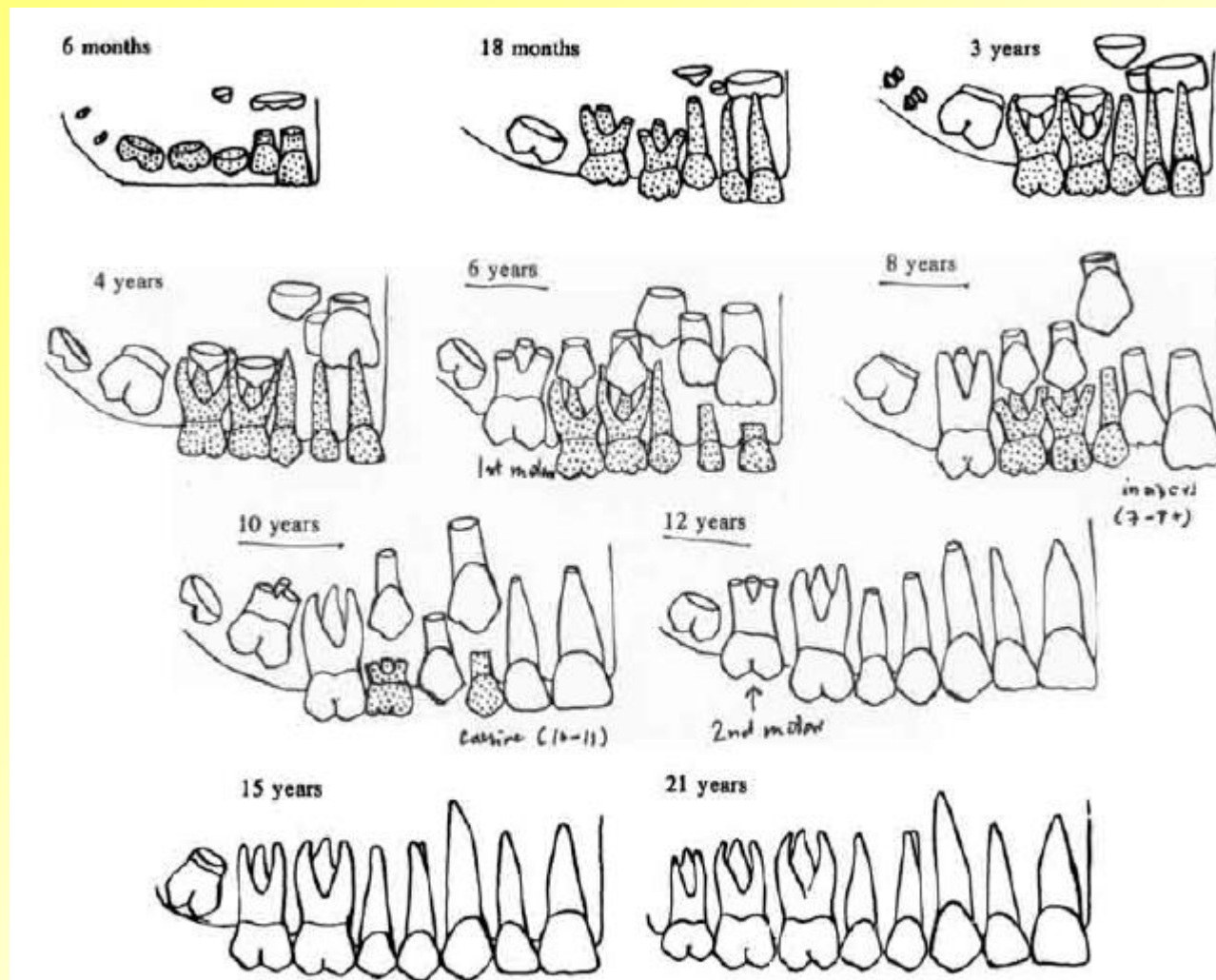
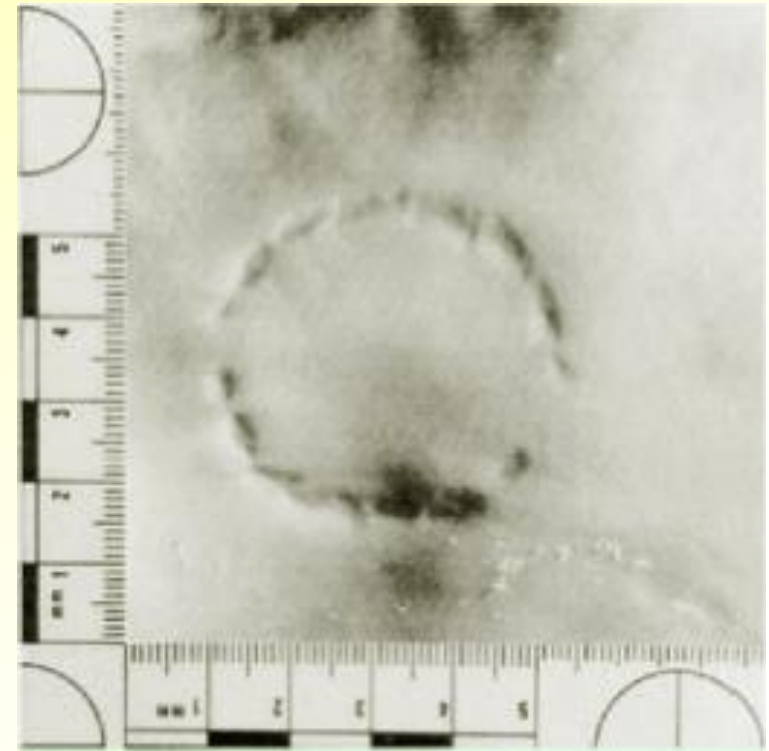
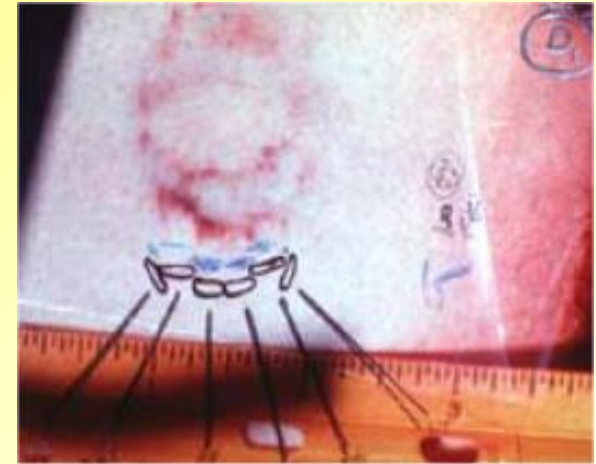


Figure 3.3A Average developmental stages of the human dentitions from 6 months of age to 21 years. Stippled teeth represent the milk (deciduous) dentition.

→ Atypická biometrika – Odontologie (VIII.)

→ Otisk zubů (např. kousnutí):

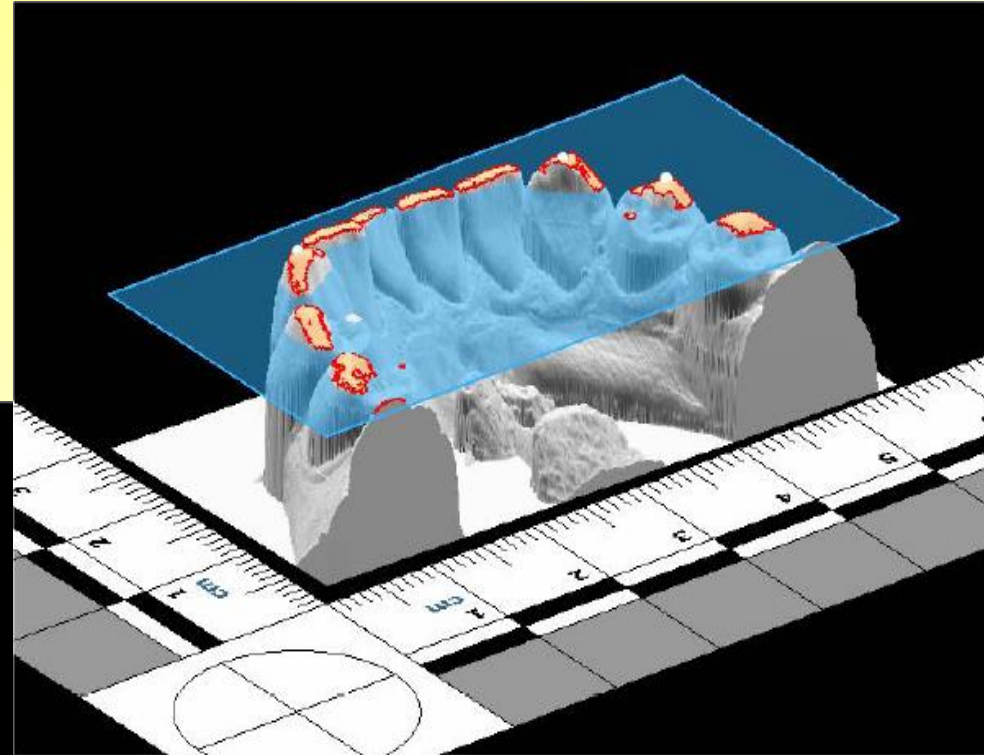
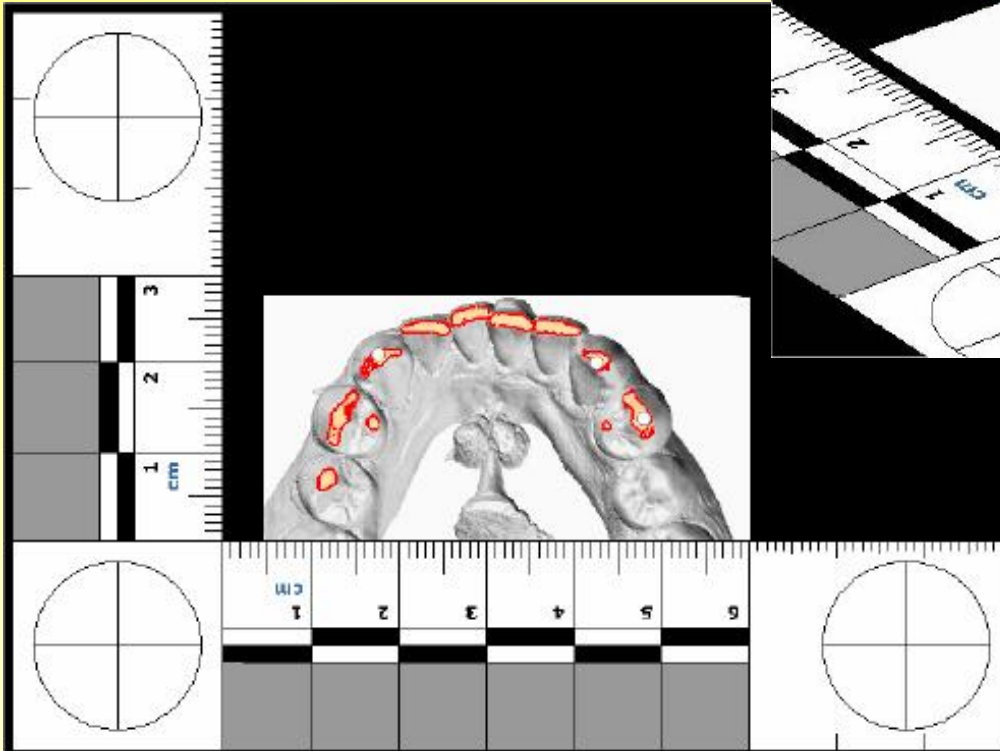


→ Atypická biometrika – Odontologie (IX.)

- Drobná odbočka k reálnému příběhu (3x10 minut prokrastinace na zimní večery)
- Falešné obvinění Stinsona na základě otisků zubů (česky první a druhá, anglicky první, druhá a třetí část)
- Jak k tomu došlo?
 - Trošičku rasismu a kousek představivosti u důkazů, málo matematiky/statistiky a naopak spousta důvěry ve znalce a to vše v Americkém soudnictví
- Poučení – biometrie není všespásná!
- Neporovnáváme 1:1 máme míru podobnosti a práh – jejich volba a pravděpodobnost neúspěchu se musí řešit – obzvláště ve forenzním využití!

→ Atypická biometrika – Odontologie (X.)

→ Analýza 3D snímků zubů:



➔ Atypická biometrika – Odontologie (XI.)

➔ ADIS – „Automatic Dental Identification System“



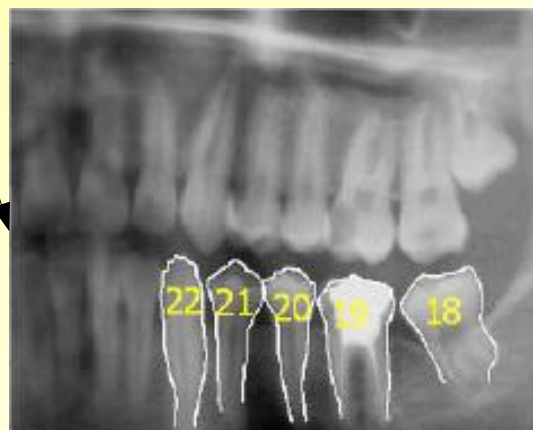
Šablona



Osoba 1



Vzdálenost $D = 4,22$



Osoba 2

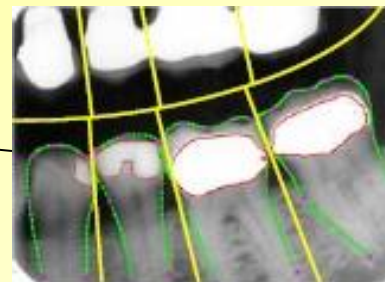


Vzdálenost $D = 27,57$

→ Atypická biometrika – Odontologie (XII.)

→ Architektura systému ADIS

Extrakce rysů



Registrace zubů



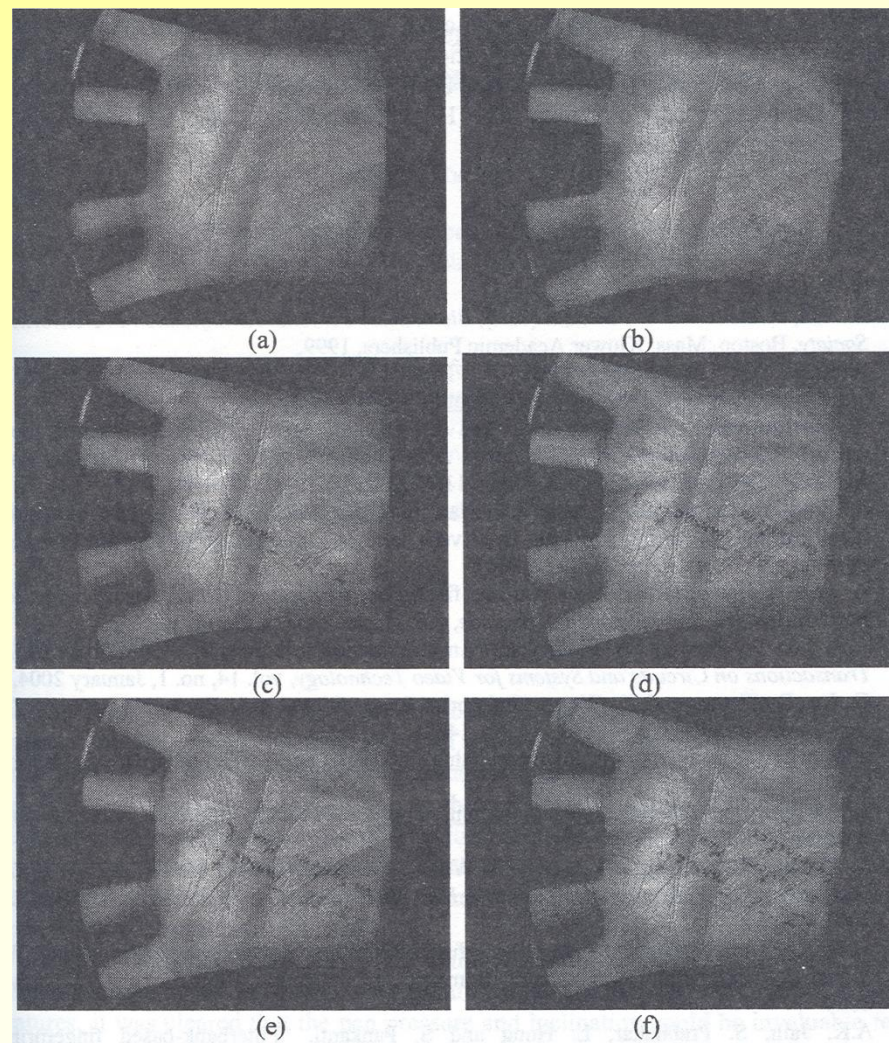
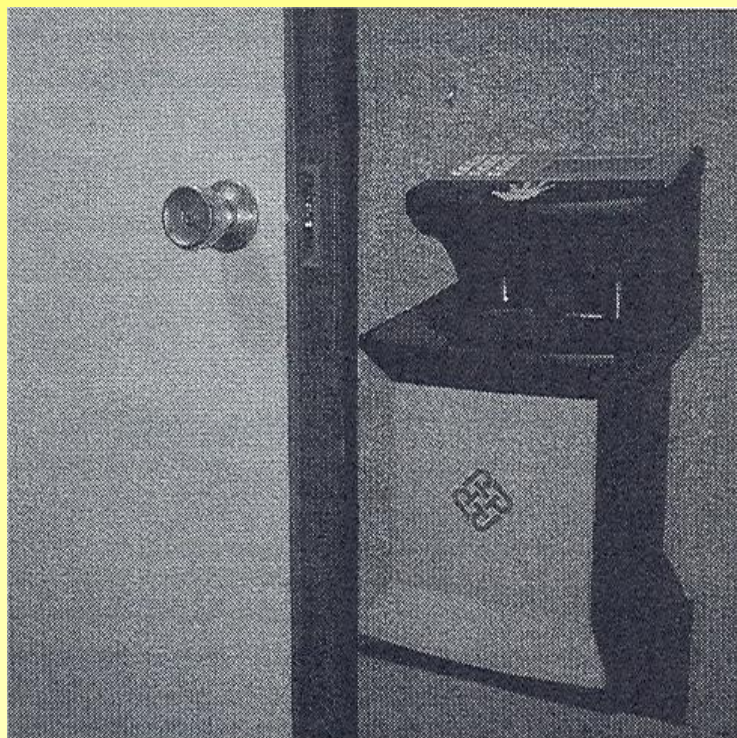
Porovnání



Výsledek

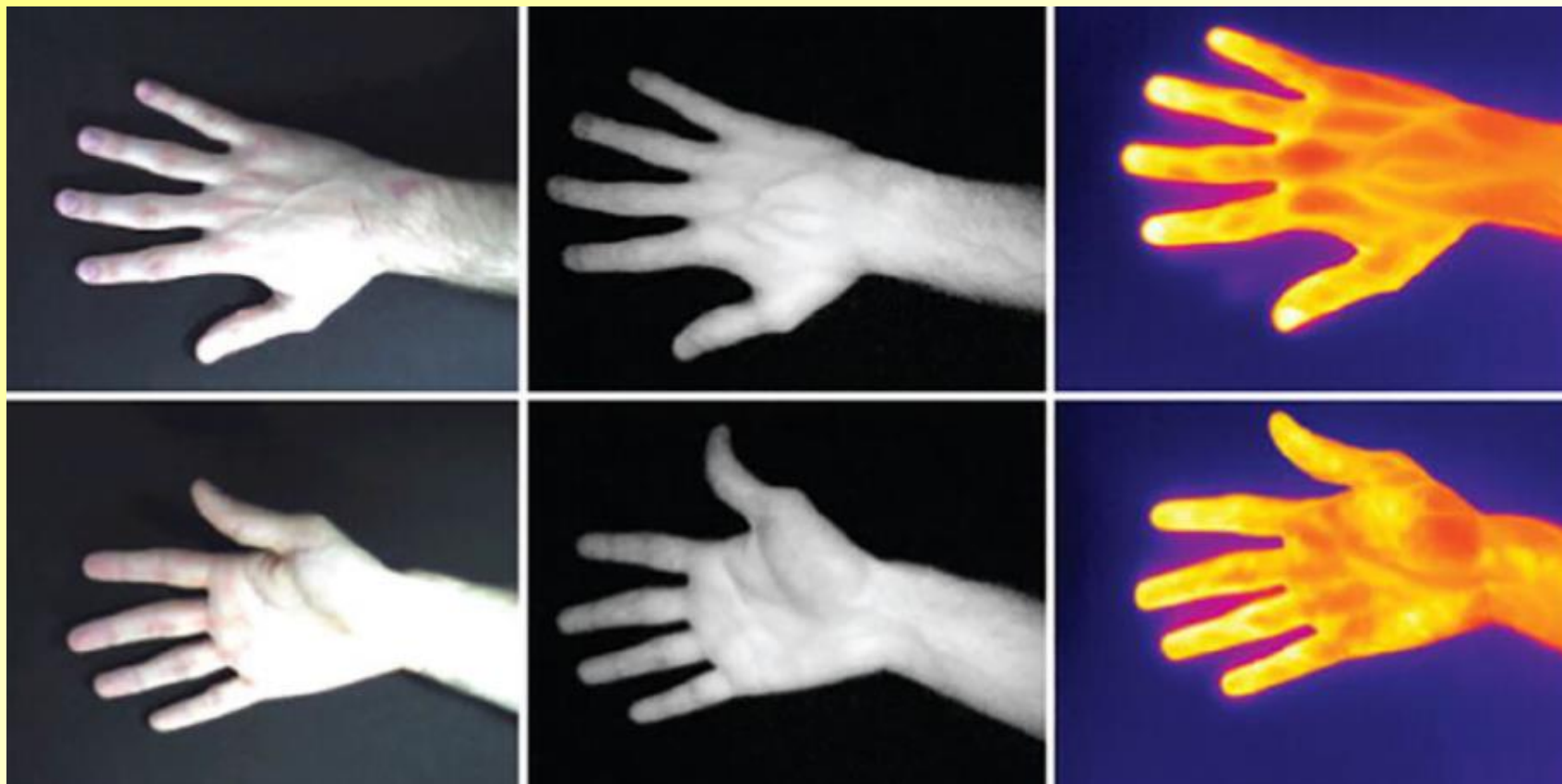
→ Atypická biometrika – Otisk dlaně

→ Systém rozpoznávající obraz dlaně



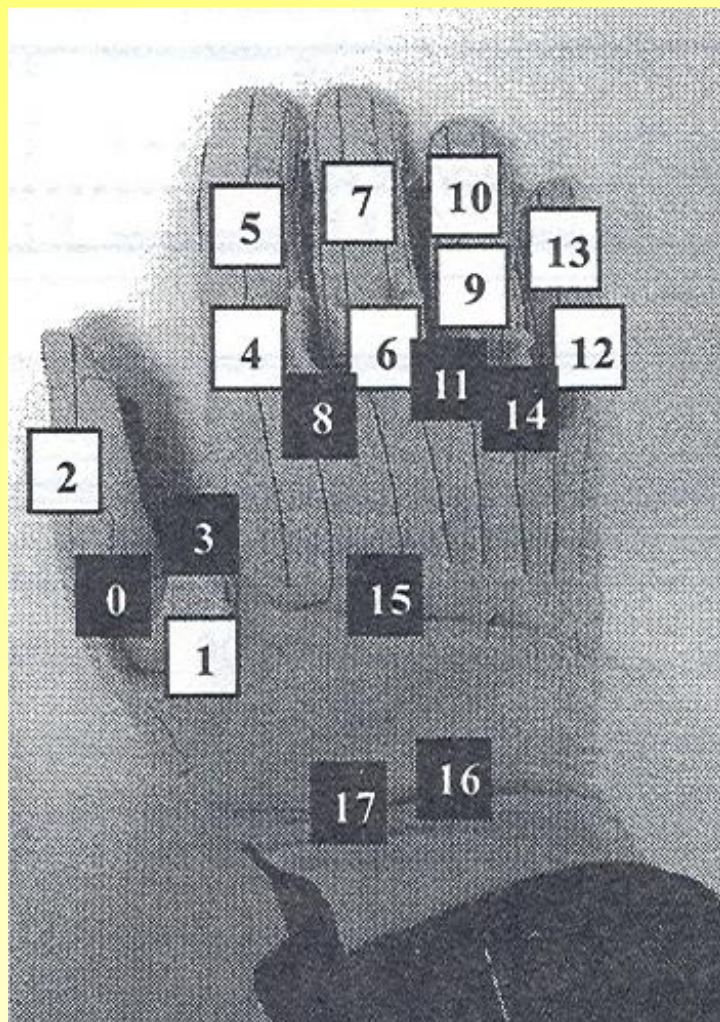
→ Atypická biometrika – Snímek ruky

- Využití (zleva) viditelného (350-750 nm) near infrared (NIR) (820-1000 nm) a termálního (8-14 μm) snímání



→ Atypická biometrika – Přítlaky na pero

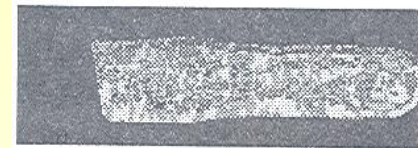
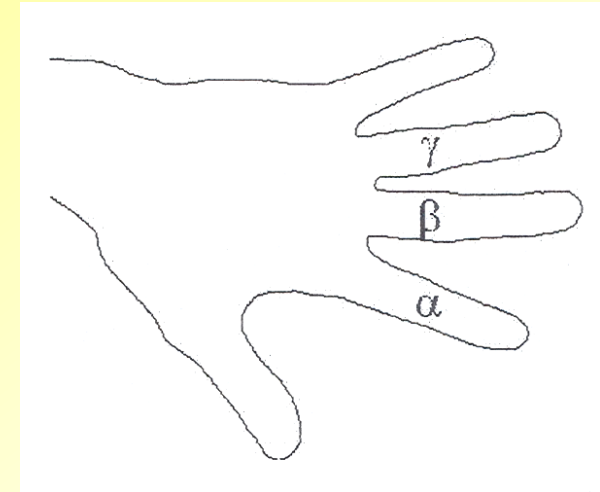
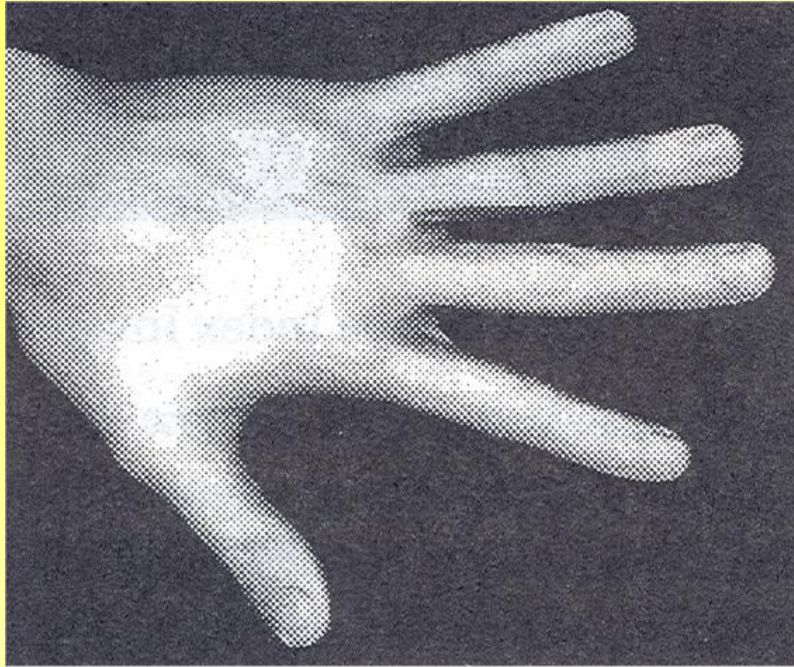
→ Systém rozpoznávající přítlaky na pero během psaní



Sensor #	Location
0	Thumb rotation
1	Thumb inner joint
2	Thumb outer joint
3	Thumb-Index abduction
4	Index finger inner joint
5	Index finger middle joint
6	Middle finger inner joint
7	Middle finger middle joint
8	Index-Middle abduction
9	Ring finger inner joint
10	Ring finger middle joint
11	Middle-Ring abduction
12	Pinkie inner joint
13	Pinkie middle joint
14	Ring-Pinkie abduction
15	Palm arch
16	Wrist pitch (flexion/extension)
17	Wrist yaw(abduction/adduction)

→ Atypická biometrika – 3D prst

→ Systém rozpoznávající 3D tvar prstů



(a) α Shape Index Image



(b) β Shape Index Image



(c) γ Shape Index Image

→ Multimodální biometrický systém (I.)

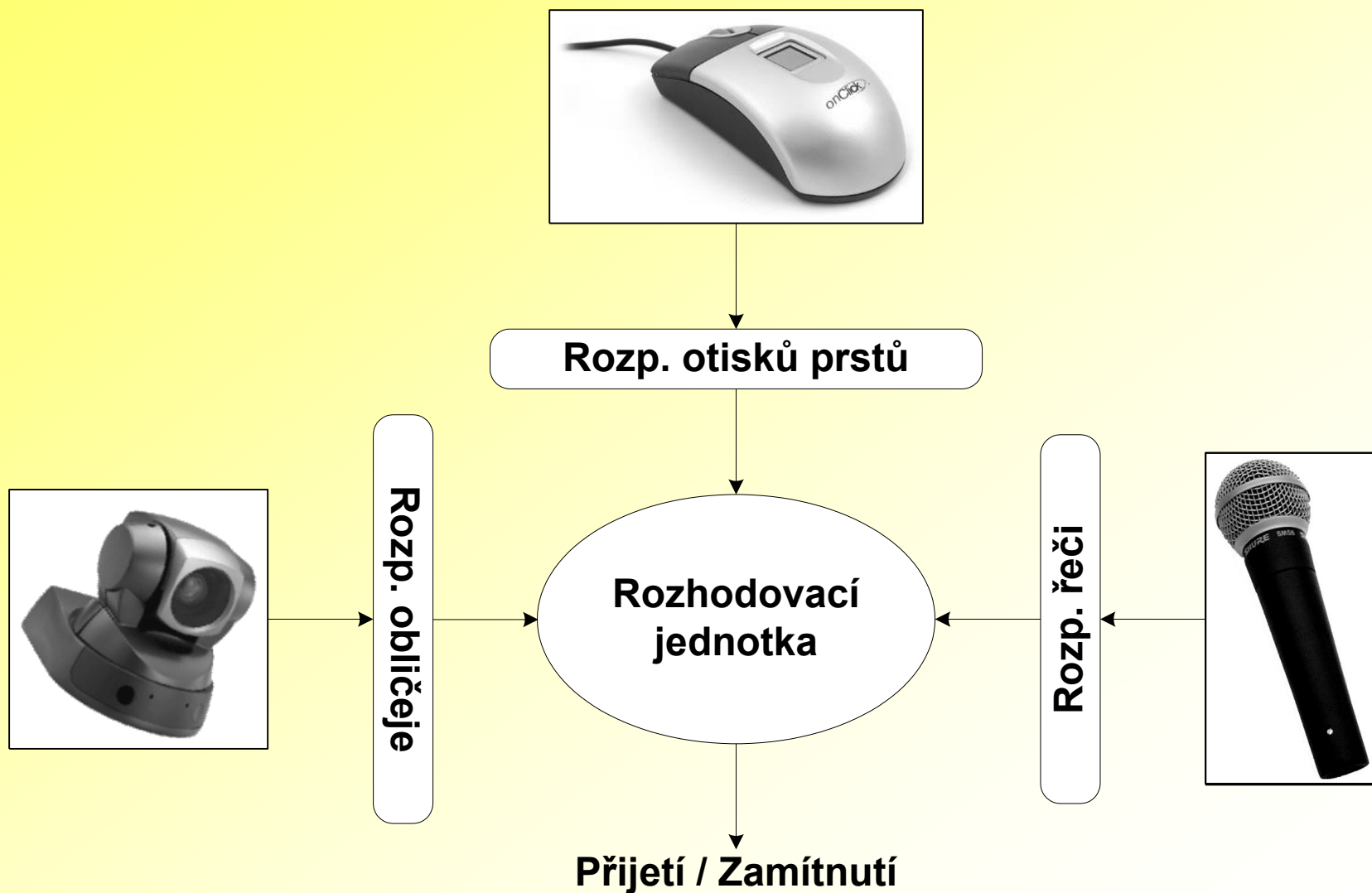
- Multimodální biometrický systém kombinuje více biometrických vlastností do jednoho systému
- Zvyšuje přesnost rozpoznání a zvětšuje rozlišovací schopnost na větší počet osob
- Snižuje šanci na podvedení systému – zfalšovat více biometrických vlastností je těžší jak pouze jednu

→ Výsledek je vytvořen:

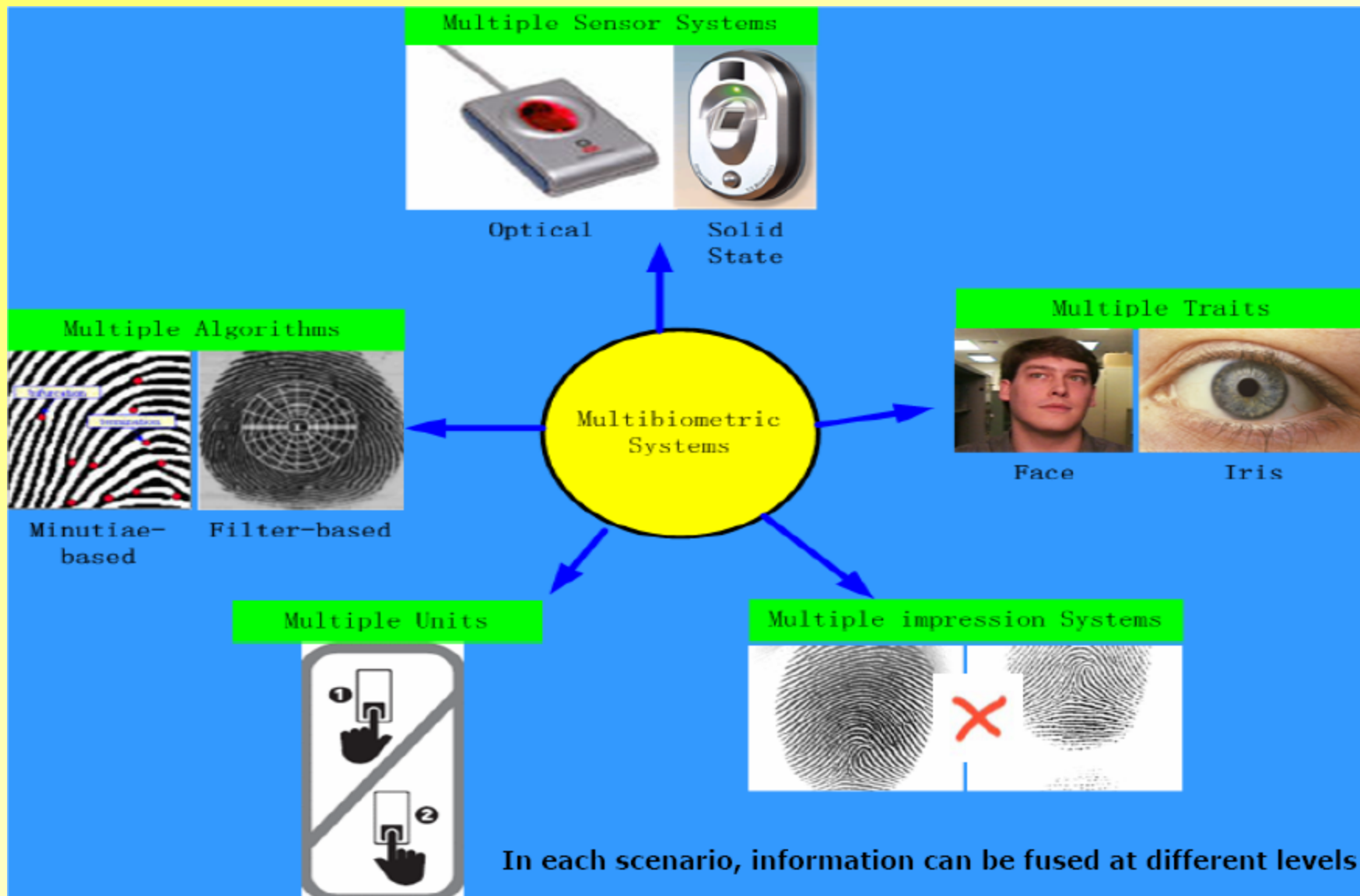


- **Kombinací** – sloučení skóre porovnání do jednoho výsledku (např. střední hodnota)
- **Klasifikací** – spojení hodnot do vektoru – klasifikátory, fuzzy množiny apod.

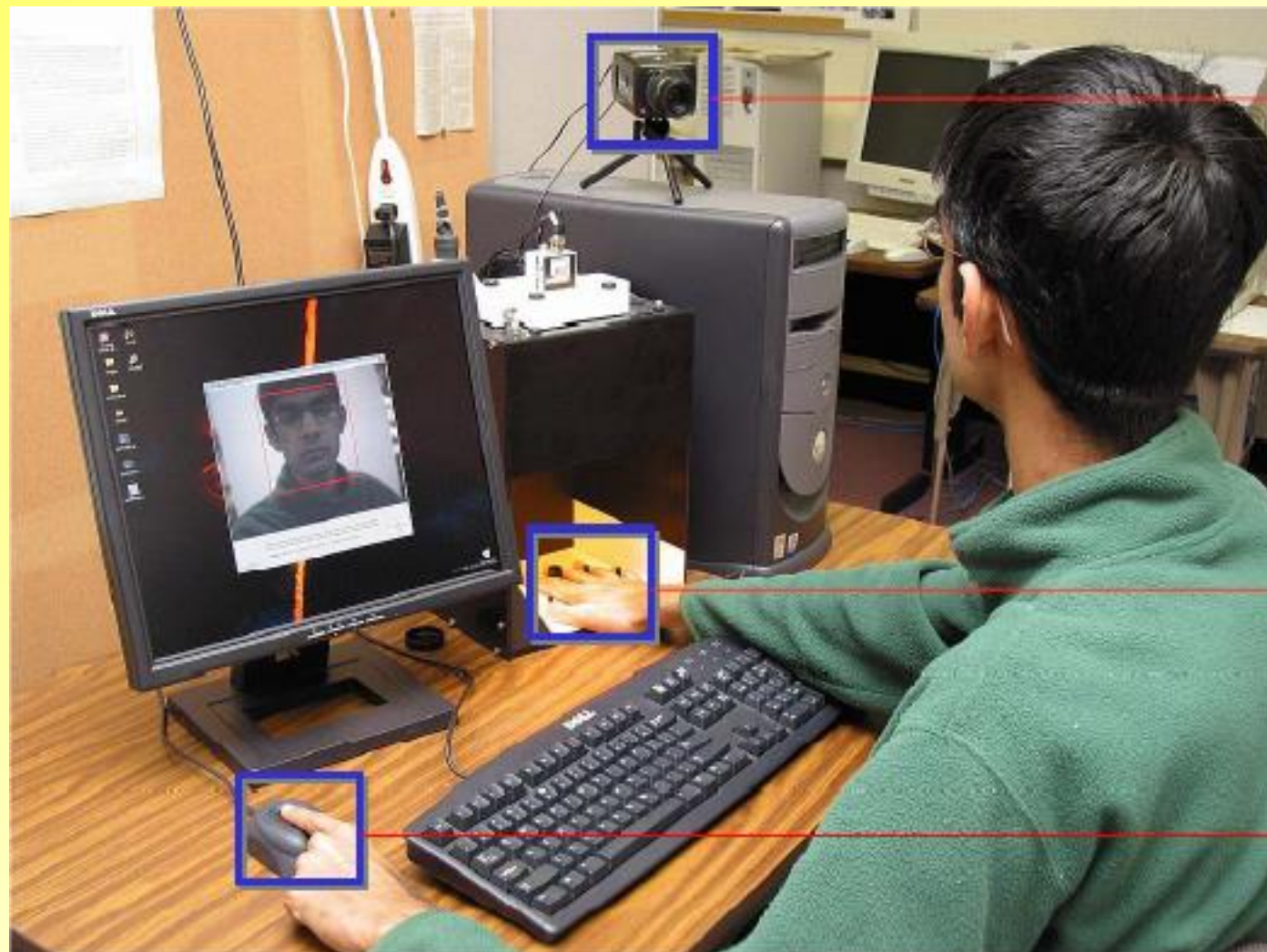
➔ Multimodální biometrický systém (II.)



➔ Multimodální biometrický systém (III.)



➔ Multimodální biometrický systém (IV.)



Obličej

Ruka

Prst

→ *Soft biometrics* – měkká biometrie

- Cílem soft biometrics (měkká, jemná, něžná (?) biometrie) **není** přesná verifikace či identifikace.
- Cílem je určení nebo odhad (obvykle několika) vlastností dané osoby, které samostatně nestačí na verifikaci.
- Tyto vlastnosti jsou takové, které lidé běžně používají (např. pohlaví, věk, rasa, barva kůže, očí, vlasů, výška, váha, oblečení, atd.).
- Takové údaje, na rozdíl od obvyklých rysů (feature vectorů), jsou použitelné při spolupráci s lidmi (tvorba identikitu, hledání podezřelé osoby, zúžení počtu podezřelých osob, atp.).
- Využívá se při nedostatečných datech (nízké rozlišení kamery) a spolupráci s policií

→ Forenzní aplikace (I.)

- V minulosti se odehrálo mnoho katastrof, při kterých zahynul velký počet lidí
- Těla obětí byla často znetvořena tak, že k identifikaci nemohly být použity běžné biometrické vlastnosti (např. obličej, otisky prstů), ale musely se využít zvláštní biometrické charakteristiky, jakými je např. dentální informace, příp. DNA
- Existuje malé procento případů, kdy nelze použít žádnou biometrickou vlastnost – v takovém případě lze fyzickou identitu pouze odhadnout, ale přesné určení není možné



→ Forenzní aplikace (II.)

→ Známé katastrofy:

→ Útok na *World Trade Center*



→ 645 osob identifikováno pomocí DNA

→ 188 osob pomocí dentální informace

→ 71 osob pomocí otisků prstů

→ 19 osob pomocí fyzických anomálií

→ 16 osob pomocí fotografií

→ Zřícení letadla *Swissair Flight 111*



→ 100 osob identifikováno pomocí DNA

→ 90 osob pomocí dentální informace

→ 30 pomocí otisků prstů

→ Forenzní aplikace (III.)

→ Tsunami na pobřežní jižní Asie



→ Elektronická zdravotní karta (I.)

- **HIPAA** = *Health Insurance Portability and Accountability Act*, Public Law 104-191, rok 1996
- Jedná se o elektronickou zdravotní kartu, která je lehce dosažitelná pro kteréhokoliv lékaře
- Údaje v této kartě jsou chráněny biometrickou informací – verifikace / povolení přístupu k informacím z karty
- Starý systém – nedostatky:
 - 28% - karta není připravena
 - 11% - duplicita karet
 - 34% - defekty karet
 - 50% práce sester je práce s kartami



➔ Elektronická zdravotní karta (II.)

➔ CPR = *Computerized Patient Record*

➔ Definice [Lin04]:

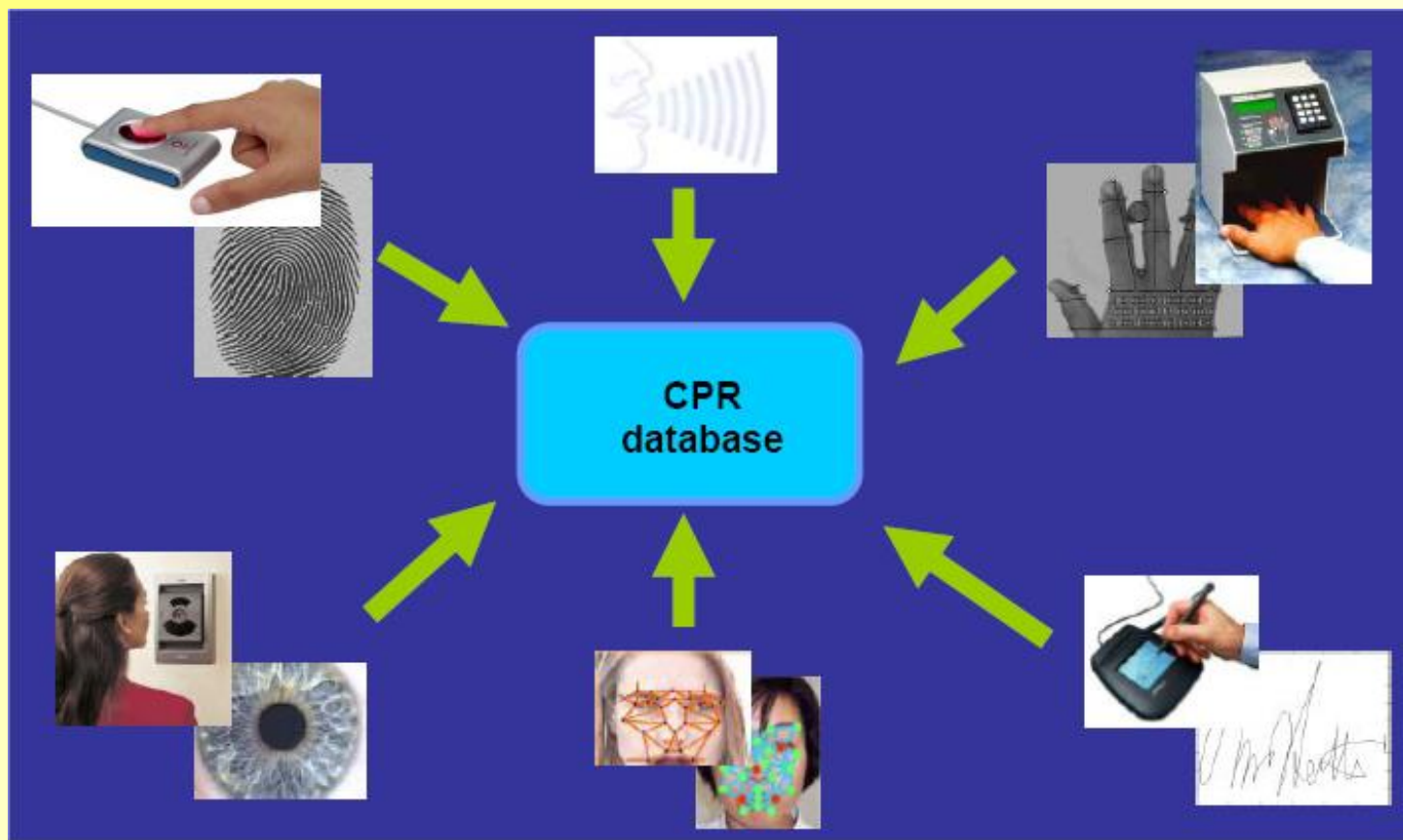
„Elektronicky spravované informace o zdravotním stavu a péči jedince během jeho celého života. Počítačový záznam kompletně nahrazuje papírovou formu a to tak, aby splňoval veškeré požadavky ze zdravotnického hlediska, právního hlediska a hlediska ochrany osobních údajů. Takový záznam obsahuje neredundantní data – současný zdravotní stav, vyšetření, výsledky, poskytnutou péči apod.“

08/26/1995	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	PULMONARY EMBOLI; BENIGN HYPERTENSION
12/04/1994	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	PULMONARY EMBOLI; BENIGN HYPERTENSION
11/15/1994	Emer Room	EMS	WRIGHT, DAVID	CHEST PAIN NOS
06/30/1994	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	BENIGN HYPERTENSION; ADENOMATOUS CO
02/02/1994	Telephone	W-FM	NURREEN, CHRIS E	Results review
01/30/1994	Office Visit	Enscpy	WINTERS, HAROLD	HEMATOCHEZIA
01/22/1994	Office Visit	GI-Con	TARENGETTI, CHRIS	HEMATOCHEZIA
05/31/1993	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	BENIGN HYPERTENSION; TOBACCO ABUSE-L
10/19/1992	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	BENIGN HYPERTENSION; HYPOTHYROIDISM
07/05/1991	Office Visit	Endo	ESPOSITO, JAN E	HYPOTHYROIDISM NOS; BENIGN HYPERTENS
09/17/1990	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	BENIGN HYPERTENSION
08/17/1989	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	BENIGN HYPERTENSION; HYPOTHYROIDISM
02/09/1989	Hospital	AmbSrg	BOGNER, RICHARD E	CHOLELITHIASIS NOS
02/03/1989	Office Visit	AmbSrg	BOGNER, RICHARD E	CHOLELITHIASIS NOS
02/02/1989	Telephone	W-FM	NURREEN, CHRIS E	Results review-Ultrasound results
02/02/1989	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	ABDOMINAL PAIN RUQ
06/24/1988	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	CHRONIC LOW BACK PAIN; BENIGN HYPERTEN
02/09/1988	Office Visit	Endo	ESPOSITO, JAN E	HYPOTHYROIDISM NOS
02/02/1988	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	MALISE AND FATIGUE; BENIGN HYPERTENS
12/30/1986	Office Visit	IM W	JUAREZ, MARK E	ACUTE BRONCHITIS; BENIGN HYPERTENSION
10/10/1986	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	HYPERTENSION
08/04/1986	Office Visit	W-FM	SEEGER, MARTY E	ELEV BL PRES W/O HYPERTN



→ Elektronická zdravotní karta (III.)

→ CPR = *Computerized Patient Record*



→ Elektronická zdravotní karta (IV.)

- Příklady CPR systémů:
- *Rex Healthcare*, North Carolina – 39 HandKey terminálů pro pacienty a zaměstnance
- *City Hospital*, Bad Reichenhall – rozpoznávání duhovky pro porodní oddělení
- *UC Davis Medical Center* – komunikátory rozpoznávající hlas



→ Bankovní aplikace (I.)

- Biometrie se prosazuje silně do bankovní sféry – zajišťuje bezpečnost a zároveň i informace o pohybu osob
- Otisk prstu:
 - Bezpečnost transakcí
 - Síťová bezpečnost
 - Přístupové systémy
 - Safetové schránky
- Hlas:
 - Telefonní bankovníctví



→ Bankovní aplikace (II.)

→ Hlavní cíl je zabezpečení kreditních karet

→ *Pay By Touch*

→ Otisky prstů

→ 40 markantů



→ *Chameleon Cards*

→ Otisky prstů

→ *MasterCard & VISA*

→ Integrace otisků prstů



→ Realita k 2021 = využití smartphone

→ V nich integrovaná biometrická verifikace (otisky, obličej, duhovka?, další?)

→ Totální identifikace

- Každý z nás bude mít ihned po porodu implantován mikročip, který nás bude naprosto jednoznačně identifikovat – na bázi RFID tagů = totální identifikace



→ Děkuji za pozornost!

Použitá literatura: [Che04], [Jai04], [Jen04], [Kra05], [Lin04], [Mal04], [Mur04], [Ros05] a další