



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO
INVESTÍCIÍ, REGIONÁLNEHO ROZVOJA
A INFORMATIZÁCIE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

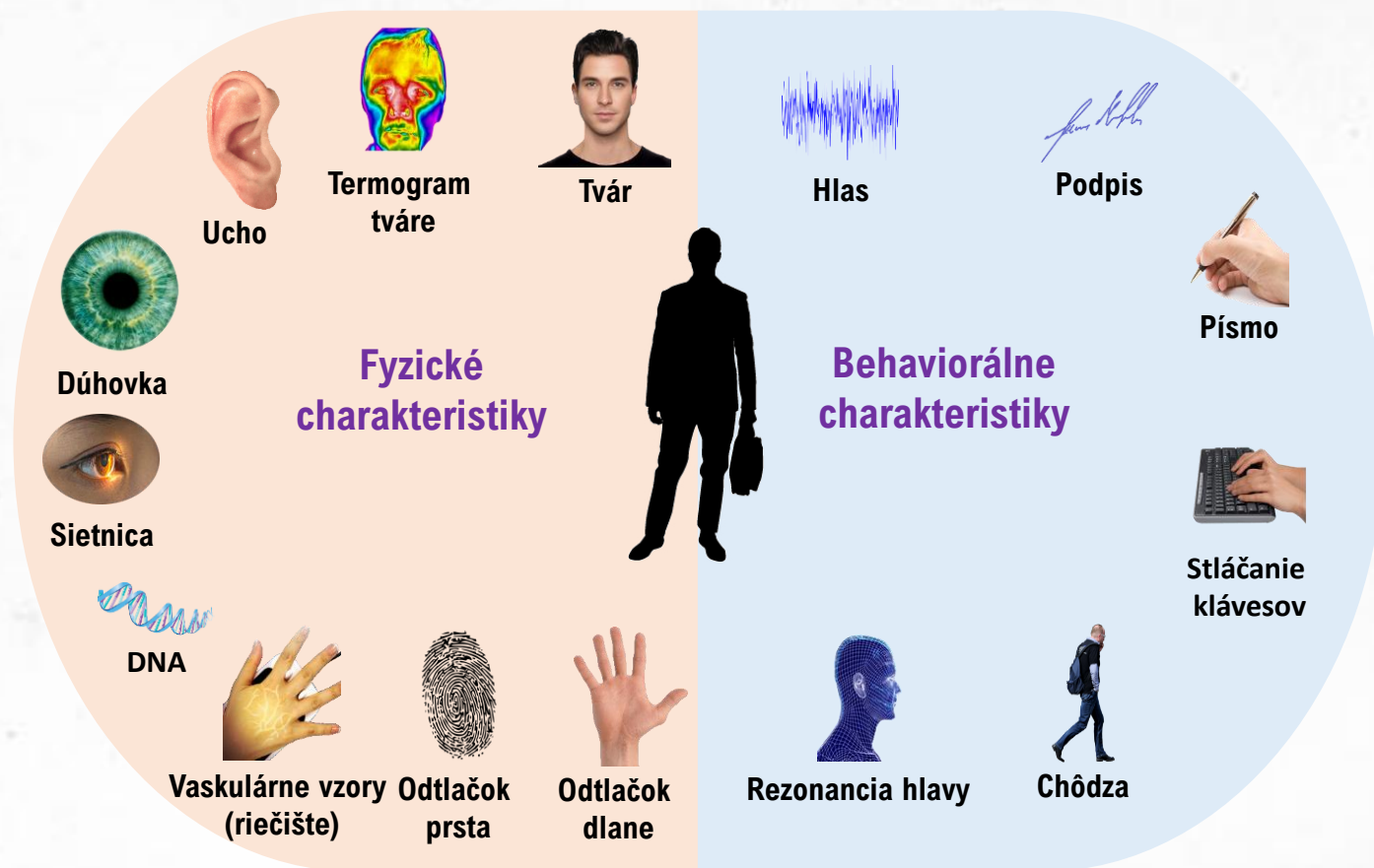
Počítačová biometria

Biometrické charakteristiky (znaky)

J. Majerník, L. Urbanská, A. Kačmariková

V-AR-24-25

Biometrické charakteristiky



Fyzické biometrické charakteristiky

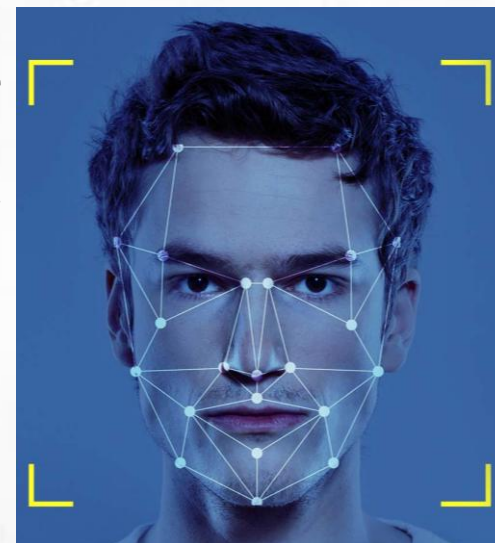
- založené na priamom meraní fyzických častí ľudského tela
- v priebehu života sú relatívne nemenné
- ťažko napodobiteľné
- ide o charakteristiky:
 - tváre a hlavy
 - končatín
 - biologické a vnútorné charakteristiky



Biometrické charakteristiky tváre a hlavy

Rozpoznávanie tváre

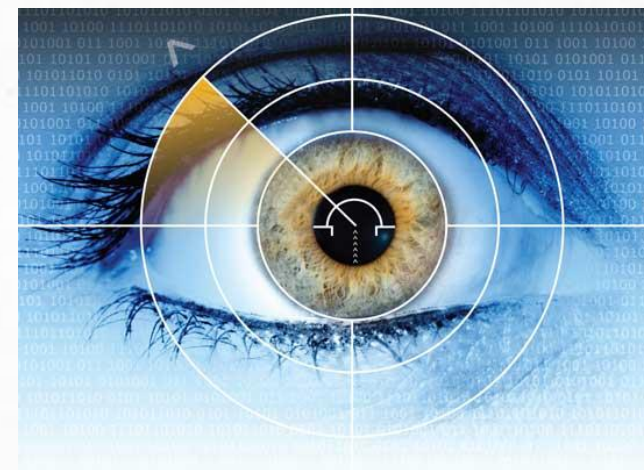
- analyzuje sa priestorové usporiadanie kľúčových bodov, ako je vzdialenosť medzi očami, šírka nosa, hĺbka očných jamiek či kontúry čeľuste
- moderné 3D skenovanie zvyšuje presnosť zachytením hĺbky a reliéfu tváre
- analyzuje sa aj textúra kože ako jazvy, vrásky, znamienka, ...
- biometriu tváre používa Tatra banka vo svojej mobilnej aplikácii iFace
- výhodou je, že na overovanie nemá vplyv kvalita osvetlenia, iný výraz tváre alebo orientácia hlavy v priestore
- letisková biometria



Biometrické charakteristiky tváre a hlavy

Očná dúhovka (Iris)

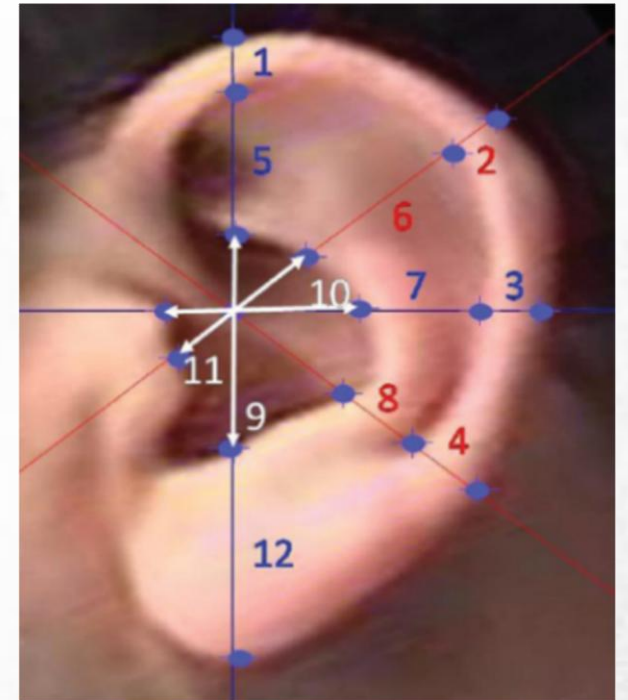
- biometrická identifikácia pomocou dúhovky oka bola patentovaná až v roku 1994
- skúma sa zložitá textúra farebnej časti oka, ktorá je jedinečná pre každého jednotlivca (aj u jednovaječných dvojčiek) a zostáva stabilná od útleho veku
- jedinečné vzory farebného tkaniva sa zachytávajú kamerou, ktorá sníma infračervené vlnové dĺžky
- rozpoznávanie dúhovky sa používa na identifikáciu osôb najmä pri hraničnej kontrole, na letiskách
- vysoko spoľahlivá metóda



Biometrické charakteristiky tváre a hlavy

Tvar ucha

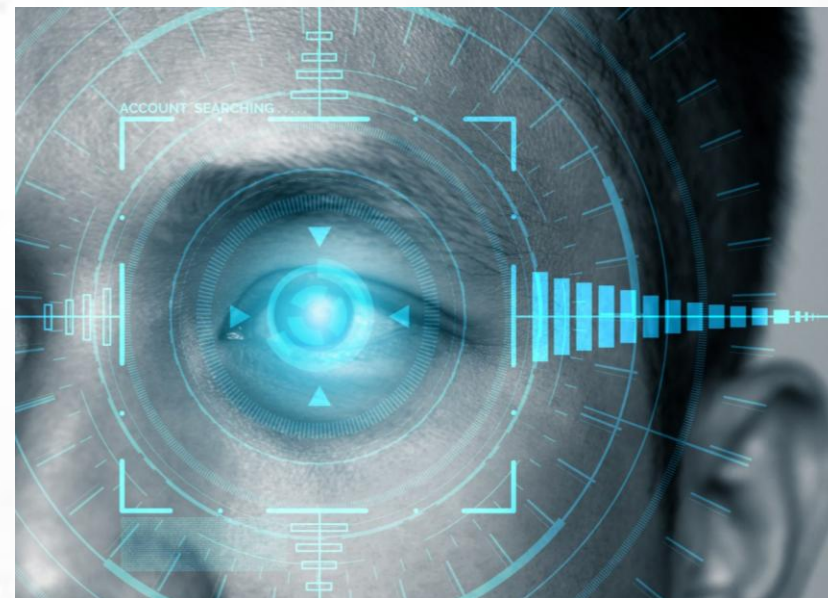
- geometria vonkajšieho ucha a jeho štruktúra sú považované za vysoko konzistentné anatomické črty, ktoré sa po 8. roku života menia len minimálne
- identifikácia ucha sa už mnoho rokov používa v krajinách ako Francúzsko a podrobnosti o ušiach zatknutej osoby sa zhromažďovali spolu s obrázkami tváre a odtlačkami prstov ako súčasť registra trestov



Biometrické charakteristiky tváre a hlavy

Očná sietnica (Retina)

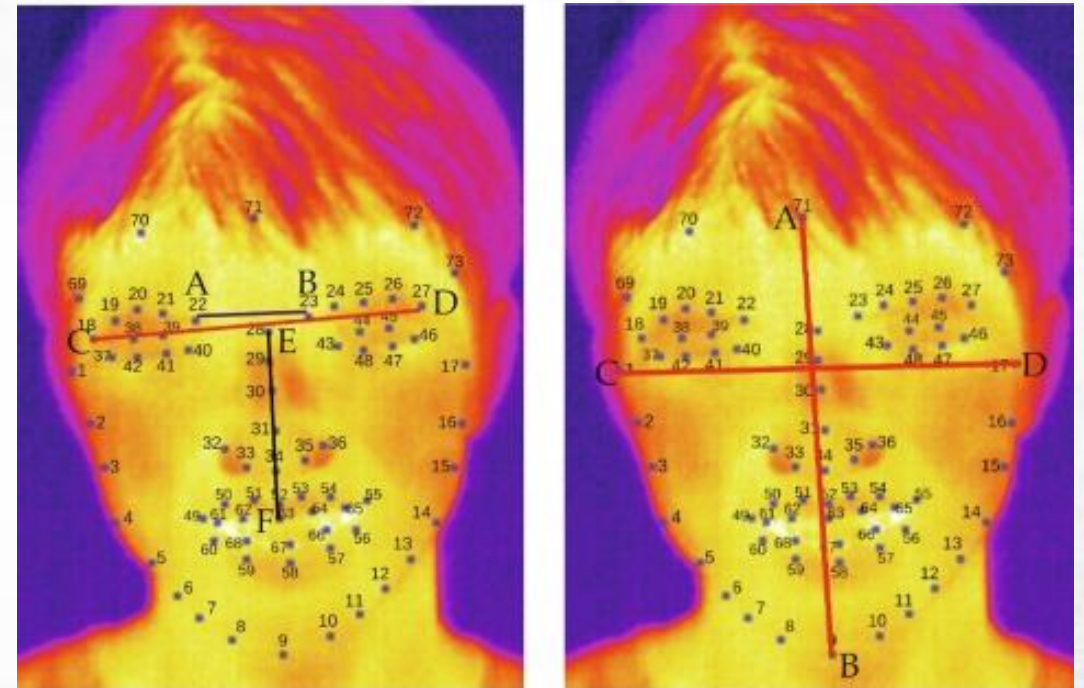
- sníma sa vzor krvných ciev na zadnej stene oka
- extrémne presná metóda, ale vyžaduje blízky kontakt oka so snímačom
- koncept je relatívne nový, vyvíja sa od roku 2008
- snímky sa zachytávajú štandardnou kamerou, infračervenou kamerou alebo v súčasnosti častejšie kamerou smartfónu



Biometrické charakteristiky tváre a hlavy

Termogram tváre

- metóda založená na snímaní a analýze tepelného vyžarovania povrchu tváre pomocou infračervených senzorov



Biometrické charakteristiky končatín

Odtlačky prstov

- najrozšírenejšia metóda založená na kresbe papilárnych línií (slučky, víry, oblúky) na končekoch prstov, miesta kde sa línie končia alebo rozdeľujú nazývame **minúcie**
- výskyt **minúcií** je náhodný, jedinečný, teda vhodný na identifikáciu jednotlivcov
- biometrické rozpoznávacie systémy zachytávajú a digitalizujú znaky odtlačku prsta, ako je usporiadanie markantov a smer, orientácia ryh, aby vytvorili **biometrickú šablónu**
- šablóny sa ukladajú do súboru údajov, ktorý umožňuje systému vybrať odtlačky prstov na vykonanie buď individuálnych porovnaní, alebo vyhľadávania v príslušných databázach v závislosti od prípadu použitia
- odobratie odtlačku: v minulosti - **papier a atrament**
dnes: **aplikácie so skenerom - dotykové a bezdotykové**



Biometrické charakteristiky končatín

Odtlačok ruky - geometria dlane a prstov

- skúmajú sa charakteristické znaky geometrie prstov, ale zahŕňajú aj povrchy samotnej ruky a jej bočný profil
- merajú sa rozmery dlane, dĺžka a šírka prstov, ich hrúbka, vzájomné vzdialenosti a plocha povrchu dlane jednotlivca
- vyhotovuje sa viac snímok na vytvorenie jednej šablóny
- šablóna sa ukladá do databázy
- pri overovaní sa dlaň porovnáva s referenčnými snímkami v databáze



Biometrické charakteristiky končatín

Vaskulárne vzory (riečištie)

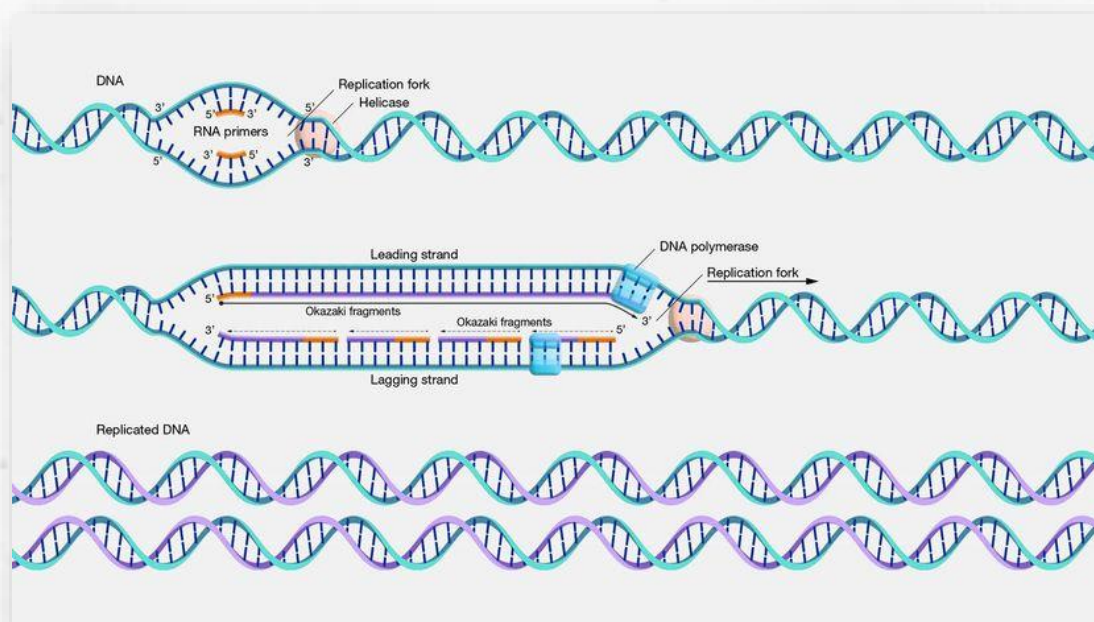
- rozpoznávanie ciev je pomerne nová biometrická technológia
- sníma sa unikátna štruktúra žíl pod kožou, zvyčajne na dlani alebo prste, pomocou infračerveného (IR) svetla alebo jeho odrazom od povrchu kože a zaznamenávaním tohto obrazu na kameru
- charakteristiky sa extrahujú z obrazu a ukladajú sa ako digitálna šablóna
- proces skenovanie je veľmi rýchly, len niekoľko sekúnd
- proces registrácie a overenia si vyžaduje spoluprácu jednotlivca, kontakt s IR skenerom alebo CCD kamerou
- cievna biometria sa používa prevažne v aplikáciách overovania jedna k jednej (1:1)



Biologické a vnútorné biometrické charakteristiky

DNA

- analýzou DNA dosiahneme najpresnejšiu identifikáciu
- spracovanie je časovo náročné a vyžaduje biologickú vzorku (sliny, krv), preto sa nepoužíva v systémoch reálneho času



Biologické a vnútorné biometrické charakteristiky

Pach

- každý človek má jedinečné chemické zloženie potu a pachu, ktoré môžu moderné biometrické senzory detegovať
- zisťuje sa do akej miery je možné oddeliť ľudský pach od mydiel, parfumov, ...
- biometrické rozpoznávanie pachu je primárne predmetom výskumu a zatiaľ sa nepreukázalo ako účinné alebo praktické v reálnych aplikáciách



Behaviorálne biometrické charakteristiky

- založené na psychologických vzorcoch a spôsobe, akým človek vykonáva určité činnosti

Hlas (Voiceprint)

- závisí od anatomickej stavby rečového aparátu, takmer nemenný v čase
- analyzovaný softvérom, ktorý využíva techniky umelej inteligencie a strojového učenia

- posudzuje sa:

- základná frekvencia a tón
- Intenzita
- farba hlasu
- rytmus a tempo reči
- prízvuk

Poznámka:

Kvôli riziku AI deepfake nahrávok a klonovaniu hlasu sa hlasová biometria čoraz častejšie kombinuje s inými metódami (napr. rozpoznávanie tváre alebo odtlačkom prstov).



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Hlas (Voiceprint)

- existuje rozdiel medzi **rozpoznávaním hovoriaceho** (rozpoznávaním, kto hovorí) v biometrických aplikáciách a **rozpoznávaním reči** (rozpoznávaním toho, čo sa hovorí) (napr. aplikácie ako strojové diktovanie, systémy hlasového ovládania, integrovaná automatizácia telefónie atď.)
- tieto dva pojmy sa často zamieňajú
- hlas je synonymom pre hovoriaceho, nie pre reč - obsah



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Podpis

- používanie podpisov na overovanie papierových dokumentov má dlhú históriu
- existujú dva spôsoby analýzy podpisu

Statické alebo offline rozpoznávanie podpisu:

- grafický obraz ručne písaného podpisu (alebo súboru vzorových podpisov) osoby sa zaznamená ako digitalizovaná referenčná šablóna
- sleduje sa tvar, veľkosť, hrany, krivky písmen
- 2D forma

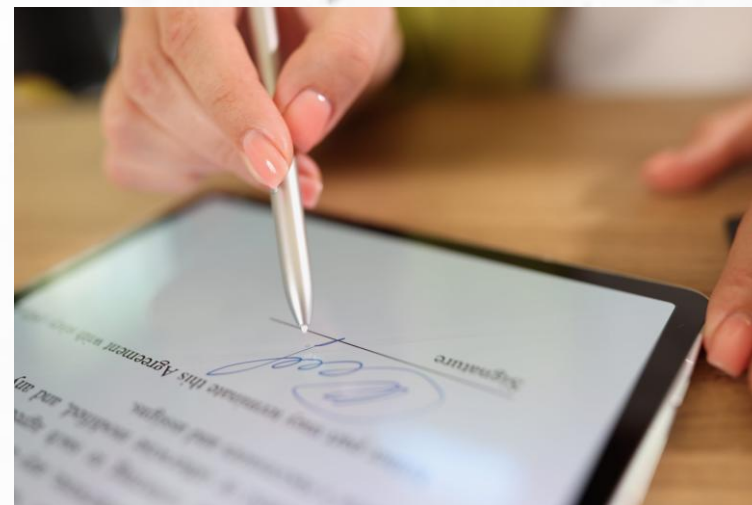


Behaviorálne biometrické charakteristiky

Podpis

Dynamické alebo online rozpoznávanie podpisu:

- podpis sa zachytáva na zariadení citlivom na obrazovku, ako je tablet, a elektronicky sa zaznamenávajú
- analýza zahŕňa 3D vyhodnotenie podpisu, času potrebného na písanie, rytmu a rôznych rýchlostí tvorby každého písmena a celkového podpisu, tlaku pera/stylusu a smeru ťahov vrátane voľných ťahov, napríklad prekríženia „T“ alebo malého písmena „L“



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Písmo

- podobne ako pri podpise aj tu sa analyzuje:
 - **prítlak pera:** sila, ktorou pisateľ pôsobí na podložku v rôznych častiach textu
 - **veľkosť a typ písma:** písané alebo tlačené písmená
 - čitateľnosť textu
 - medzery medzi písmenami prípadne slovami
 - uhol a smer písma
 - oblúky písaných písmen
- tieto prvky sú kľúčové, pretože sú pre každého človeka jedinečné a takmer nemožné ich vedome napodobniť



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Dynamika úderov do klávesnice

- Nehodnotí sa obsah napísaného textu, ale:
 - **rytmus písania**: časové vzorce stláčania a uvoľňovania klávesov
 - **doba stlačenia klávesu (dwell time)**: ako dlho je kláves podržaný
 - **čas medzi klávesmi (flight time)**: ako rýchlo používateľ prechádza z jedného klávesu na druhý
 - **celková rýchlosť a zrýchlenie**: tempo písania konkrétnych kombinácií písmen
 - **obratnosť ruky a opakujúce sa chyby**
- metóda sa využíva najmä na priebežné a nenápadné overovanie identity používateľa počas celej doby práce s počítačom
(ak sa štýl písania náhle zmení napr. pri zmene osoby pri počítači, systém môže okamžite vyžadovať dodatočné overenie – banky, vstup do firemných IS)



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Dynamika chôdze

- identifikuje osoby na základe ich unikátneho spôsobu pohybu a držania tela pri chôdzi
- analyzuje sa:
 - **kinematika kĺbov:** uhol a rozsah pohybu kolien, bedier, členkov a lakťov
 - **priestorové parametre:** dĺžka kroku, šírka rozostupu chodidiel a trajektória ťažiska
 - **časové parametre:** rytmus, frekvencia krokov a čas, počas ktorého sú obe nohy v kontakte so zemou
 - **držanie tela:** náklon trupu, pohyb hlavy a miera švihu ramien
- chôdzu je možné identifikovať, aj keď má osoba zakrytú tvár, masku alebo okuliare
- osoba nemusí nikde prikladať prst ani stáť pred kamerou



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Dynamika chôdze

- jednotlivcov je teda možné identifikovať podľa štýlu chôdze, čo umožňuje biometrické overenie jedna k jednej (1:1) aj identifikáciu jedna k mnohým (1:N) (vyhľadávacia schopnosť)

Využitie:

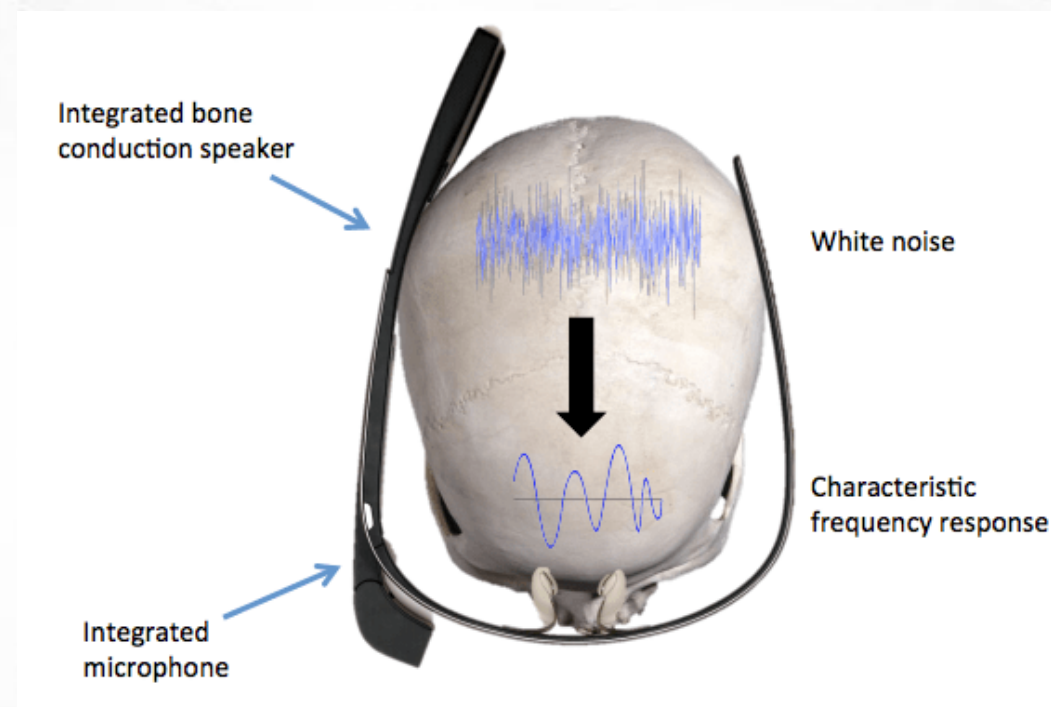
- identifikácia osoby cez priemyselné kamery – kriminálna činnosť
- lekársky výskum a diagnostické testovanie, športová veda atď.



Behaviorálne biometrické charakteristiky

Rezonancia hlavy

- inovatívna metóda, ktorá využíva unikátne akustické vlastnosti ľudskej lebky na identifikáciu osoby
- na rozdiel od tváre alebo hlasu je rezonancia lebky vnútorným parametrom, ktorý sa nedá nasnímať na diaľku bez vedomia používateľa



Vlastnosti ideálnej biometrickej charakteristiky

Robustnosť/Trvalosť

- nemení sa na jednotlivcovi v priebehu času
(napr. sa významne nemení so starnutím, mala by byť nemenná v čase)

Odlišnosť

- vykazuje veľkú variabilitu v rámci populácie
(žiadne dve osoby by nemali mať identické biometrické charakteristiky)

Dostupnosť/Univerzálnosť

- celá populácia by ideálne mala mať toto meranie
(treba zohľadniť výnimky, napr. osoby bez prstov, so zranenými očami, nemí ľudia atď.)

Vlastnosti ideálnej biometrickej charakteristiky

Prístupnosť

- ľahko sa zobrazuje pomocou elektronických senzorov (tiež nákladovo efektívne)

Prijateľnosť

- ľudia nenamietajú proti tomu, aby sa im toto meranie vykonalo



Nariadenie o umelej inteligencii

- platné pre všetky štáty EÚ, teda aj pre Slovensko
- jedným z mnohých účelov tohto nariadenia je používanie systémov umelej inteligencie v EÚ tak, aby sa zaistila vysoká úroveň ochrany zdravia a bezpečnosti ľudí
- má chrániť pred škodlivými účinkami systémov AI v Únii a podporovať inovácie založené na priamom meraní fyzických častí ľudského tela
- pojem **biometrická identifikácia** uvedený v tomto nariadení by sa mal vymedziť ako automatické rozpoznávanie fyzických, fyziologických a behaviorálnych ľudských **znakov**, na účely stanovenia totožnosti jednotlivca porovnaním biometrických údajov daného jednotlivca s biometrickými údajmi jednotlivcov uloženými v referenčnej databáze, bez ohľadu na to, či jednotliviec udelil súhlas alebo nie

<https://www.slov-lex.sk/pravo-eu/c4c688a1-32ee-4f3e-b7ff-f55734542e3c>



UNIVERZITA
PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA
V KOŠICIACH



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO
INVESTÍCIÍ, REGIONÁLNEHO ROZVOJA
A INFORMATIZÁCIE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Ďakujeme za pozornosť



jaroslav.majernik@upjs.sk

lenka.urbanska@upjs.sk

andrea.kacmarikova@upjs.sk