

Biometrické systémy ve vozidlech

Mezinárodní konference

„Zvýšení bezpečnosti provozu vozidel ozbrojených sil“

8. - 9. 11. 2011, Vyškov

Detekce alkoholu - kožní senzory

Biometrie je automatická metoda autentizace založená na rozpoznávání jedinečných biologických charakteristik subjektu - živých osob. Metoda vychází z předpokladu, že některé biologické charakteristiky (morfologické, fyziologické) jsou pro každého živého člověka jedinečné a neměnitelné. Hlavním problémem klasických přístupů je možnost, že dané heslo/ID kartu je možno předat třetí osobě či odcizit. V biometrických aplikacích je autorizace osob založena na chování či fyzické charakteristice, což značně snižuje a znesnadňuje možnost zneužití.

- Detekce založena na principu měření absorpce světla v odraženém infračerveném paprsku.
- Kožní senzory vyžadují přímý kontakt.
- Příkladem je integrace snímačů do volantu – detekce alkoholu vylučovaného póry v kůži.



Kožní senzor alkoholu

Dálková spektrometrie

- čichové detektory alkoholu

- Nevyžadují přímý kontakt s kůží, možnost dálkového měření, zařízení KAIA umístěné ve volantu, vyhodnocení za 2-3 sekundy.
- Vozidlové testy započaty v roce 2005 (zprávy NHTSA, spol.Giner Inc) – možnost detekce alkoholu v interiéru vozidla i při otevřených dveřních oknech a zapnuté klimatizaci.
- Sensory umístěny v prostoru hlavy, Nissan představil v roce 2007 vozidlo vybavené sérií senzorů umístěných v sedačce v prostoru za řidičovým ramenem.
- Možnost detekce alkoholových výparů pomocí laserového paprsku.



Čichový detektor alkoholu Nissan; model KAIA

Elektrochemické senzory

- dechové a potové senzory

- Elektrochemické senzory pracují na principu změny barvy reakčních chemikálií.
- Možnost využití krystalických látek reagujících na stopy etanolu/alkoholu.
- Druhy zařízení s elektrochemickými senzory:
 - Analyzátor dechu, zařízení integrováno do centrální řídicí jednotky vozidla.
 - Transdermální (potový) senzor



Čichové detektory alkoholu, Volvo AlcoGuard

Analyzátoř dechu

- Spol. Saab vyvinula analyzátoř dechu velikosti mobilního telefonu, pojmenovaný Alcokey. Analyzátoř dechu je připojen ke klíčům od zapalování a řidič musí dýchnout do zařizení před nastartováním motoru.
- Spol. Volvo nabízí zařizení Alcoguard. Toto zařizení při hladině alkoholu v krvi dosahující hodnoty 0,2 ‰ nebo vyšší znemožní jakákoliv operace s vozidlem. Při nadýchání hodnoty 0,1 ‰ se spustí výstražná světelná signalizace. Alcoguard byl původně vyvinut pro modely V70, S80 a XC70. Počet vozidel kompatibilních se zámek zapalování Alcoguardem byl rozšířen i na modely S40, V50, C30 a C70. Se zařizením je také plánováno pro další modely XC60.

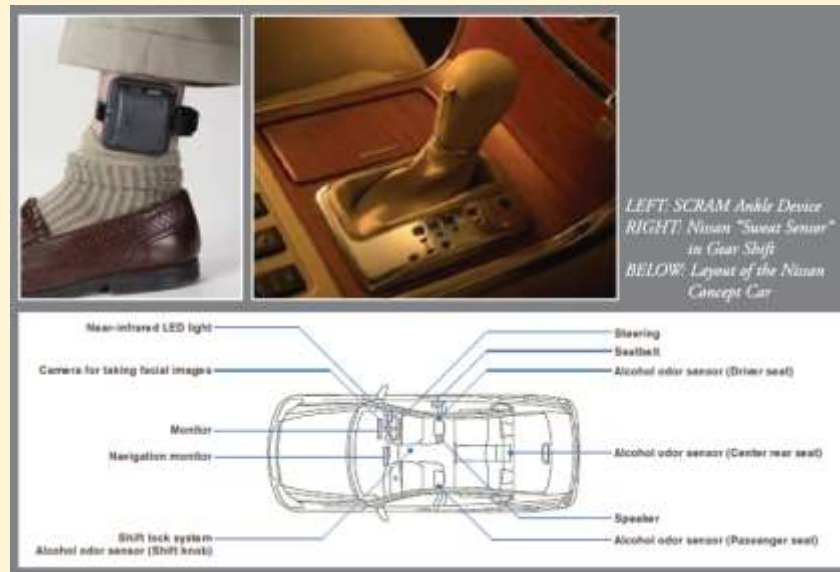


Saab Alcokey

Saab Alcokey

Transdermální senzory

- Dotykové senzory, měří hladinu alkoholu v krvi nepřímo na základě obsahu alkoholu v potu.
- Příkladem zařízení je Secure Continuous Remote Alcohol Monitoring (SCRAM), které je předepsáno několika americkými soudy pro řidiče, kteří už měli s alkoholem při řízení problémy. Zařízení SCRAM se umísťje kolem kotníku.
- Nissan integroval potové senzory do řadicí páky.



Vlevo nahoře dotykové zařízení na kotníku; vpravo potový senzor v řadicí páce; dole rozvržení vozidla Nissan doplněné zvukovou výstrahou

Monitorování řidiče

- Základem vozidlového asistenčního systému je soustava senzorů snímajících údaje o aktuálním způsobu jízdy a psychickém stavu řidiče.
- Všechna nashromážděná data se soustřeďují v centrálním palubním počítači, který je trvale vyhodnocuje.
- Registruje se např. odchýlení vozidla od jízdní stopy, přivírání očí řidiče nebo nárůst rizika kolize v důsledku nedostatečného odstupu od vpředu jedoucího vozidla. Při překročení určité meze řidiče vhodným způsobem, opticky nebo akusticky, varuje (spustí „alarm“).
- Nové přístupy detekce odpoutání pozornosti řidiče jsou založeny na vyhodnocování dat podle tzv. emocionálního algoritmu (affective computing), který popisuje komunikaci mezi jedoucím vozem a řidičem. Zohledňuje se emocionální stav řidiče a stres, kterému jsou řidič/řidička za volantem během jízdy vystaveni. Je využívána databáze reakcí řidičů různých typů. Probíhá on-line sběr dat z vozidlové sběrnice a monitorování všech aktivit a chování řidiče, například zda má řidič nebo řidička obě ruce na volantu, apod.
- Dalším sledovaným faktorem je, zda řidič uchopuje řadicí páku „klidným či nervózním způsobem“. Registrovány jsou pohyby hlavy a očí. Systém vyhodnocuje hlasitost konverzace se spolujezdcí, zjišťuje, zda se ve voze telefonuje apod. Systém lokalizuje pohyb vozidla.

Senzory pro monitorování chování řidiče

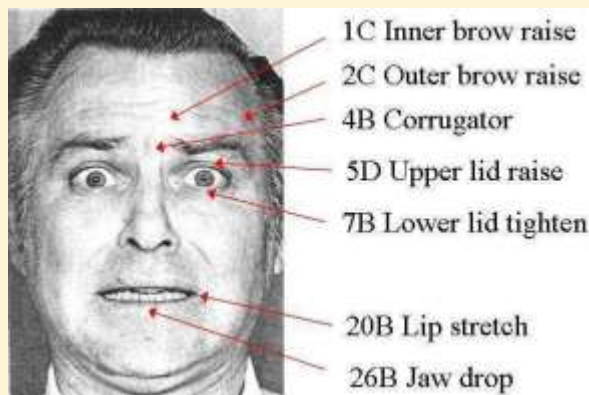
- Optické kamerové senzory pro sledování pohybu očí a hlavy řidiče, např. pokud systém vyhodnotí, že se řidič delší dobu nepodíval do zpětného zrcátka, začne v zrcátku blikat LED dioda.
- Senzory na volantu, řadicí páce, podpěrkách a pedálech umožňující identifikovat polohu rukou, paží a nohou řidiče
- Senzory okamžité rychlosti vozidla, dodávky paliva do motoru, brzdné síly, úhlu natočení volantu atd.
- Senzory zrychlení a GPS polohy vozidla, aktuální podmínky na vozovce a dopravní situace
- Ultrazvukové senzory měření vzdálenosti umístěné v náraznících (měření odstupu od ostatních vozidel, popř. pevných překážek)
- Senzory sledující obsazení sedadel a hlukoměry zjišťující hlasitost konverzace pasažérů, senzory monitorující koncentraci CO v kabině vozidla
- Zmíněný systém je například zabudován v experimentálním vozidle Chrysler 300 M IT-Edition

Simulace odpoutání pozornosti řidiče

- Jedním z hlavních úkolů vývoje vozidlových asistenčních systémů je objektivně zjistit, jak různí řidiči reagují na varování asistenčního systému a zda výstrahám v různých krizových situacích vůbec správně rozumějí. Aby bylo možné odpovědět na takovéto otázky, je třeba otestovat mnoho řidičů. Protože testy ve skutečných podmínkách by byly nebezpečné, využívá se pro tento účel speciální jízdní simulátor. Řidič zde sedí v reálném automobilu a silnice s dopravním provozem se promítá na několik projekčních plochách v jeho zorném poli. Náklony při jízdě v zatáčkách a nerovnosti vozovky se simulují elektromechanickými pohony působícími na zavěšení kol. Přirozený dojem jízdy spoluvytvářejí vibrace sedadla a karoserie. Výhodou simulátoru je možnost snadné změny provozních podmínek, např. dobrý výhled při slunečním svitu lze snadno nahradit jízdou v noci, v husté mlze či na náledí nebo jinou nepříznivou povětrnostní situací.

Monitorování zraku

- Nejrozšířenější metodou pro vyjádření výrazů v obličeji je FACS (facial action coding system). Systém klasifikuje výrazy v obličeji podle 46-ti pohybů, které nepřímo souvisí s pohyby obličejových svalů. Protože se jedná o všeobecnou metodu, FACS je využitelná pro detekci obličejových pohybů, které svědčí o stavech řidiče. Například při rozpoznávání mikrospánku jsou prioritními pohyby zvedání brady (AU17), prohloubení nosorettní rýhy (AU11) a zvedání vnitřního (AU1) a vnějšího čela.
- Systém CERT, který plně automatizovaně detekuje obličejové pohyby a pracuje právě podle systému FACS. Podle výzkumů detekce 20-ti obličejových pohybů bylo průměrně 93% správných detekcí, kdy měl objekt za úkol představit určitý výraz v obličeji a 75% správných detekcí, kdy byly výrazy v obličeji spontánní.



Příklad dekompozice obličejových pohybů podle FACS

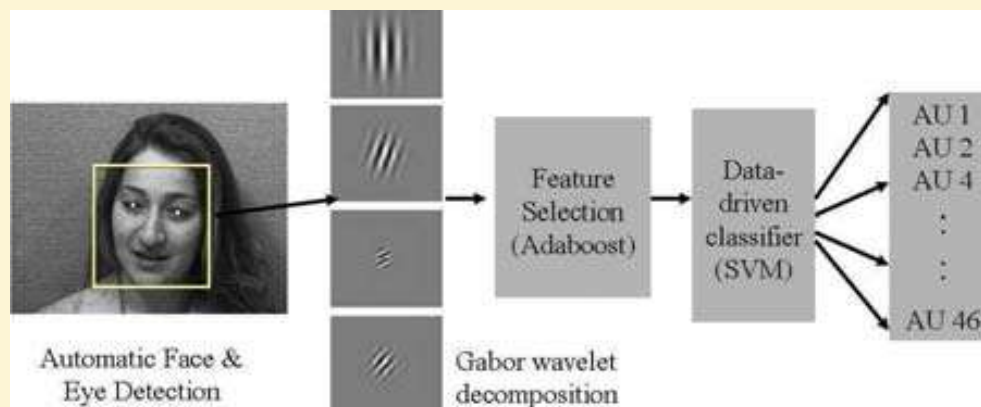
Monitorování zraku – obličejové pohyby

Pro predikci mikrospánku je rozeznáváno několik obličejových pohybů:

AU	Název	AU	Název	AU	Název
1	Zvednutí vnitřního čela	13	Vyšpulení rtů	24	Stlačení rtů
2	Zvednutí vnějšího čela	14	Ďolíček na tváři	25	Otevření úst
4	Snížení čela	15	Stlačení koutků	26	Pokles čelisti
5	Zvednutí horního víčka	16	Stlačení dolního rtu	27	Protažení úst
6	Zvednutí tváře	17	Zvednutí brady	28	Olizování rtů
7	Zavírání víček	18	Svraštění rtů	30	Pohyb čelistí do strany
8	Rty u sebe	19	Vytažení jazyku	32	Skousnutí
9	Svraštění nosu	20	Protažení rtů	38	Rozšíření nosní dírky
10	Zvednutí horního rtu	22	Dýchání ústy	39	Stažení nosní dírky
11	Prohloubení nosoretní rýhy	23	Napnutí rtů	45	Mrknutí
12	Vytažení koutků				

Monitorování zraku – systém FACS

- Automaticky detekované pohyby obličeje jsou seskupeny na základě pozice očí, obraz je oříznutý a zmenšený do velikosti 96x96 pixelů a poté projde Gaborovým filtrem. Systém používá 72 Gaborových filtrů v devíti prostorových měřítkách a v osmi orientacích. Výsledky těchto filtrů jsou normalizovány a poté přeneseny do standardního klasifikátoru, kde se využívá podpora vektorizačního přístroje. Systém pracuje s šesti obrazy za sekundu. Každému obličejovému pohybu je na základě testů dána procentuelní pravděpodobnost, kdy může u řidiče nastat mikrosnání.



Přehled plně automatizovaného systému FACS

Monitorování srdečního tepu

- Mezi další metody pro zjištění mikrosnánku patří měření fyziologických změn, jako je srdeční tep (HRV) nebo Elektroencefalogram (EEG).
- Rovněž intenzita dýchání a srdečního tepu je ovlivněna stresem. Cílem je monitorovat fyziologické parametry řidiče, což je užitečné pro vhodné měření únavy řidiče a tak pro zlepšení bezpečnosti v dopravě. Jedním takovým systémem je Emergency Response Technology od spol. Toyota, kdy systém získává údaje o řidičově tepu z čidla umístěného na volantu. Systém tak může odhalit blížíci se mikrosnánku nebo např. i infarkt.



Systém monitorování srdečního tepu, Toyota

Monitorování srdečního tepu -PODS

- Dalším systémem je jednotka PODS (Delphi Passive Occupant Detection System). Tato jednotka využívá vak, který je vyplněn silikonovou tekutinou připojenou na tlakový senzor. Jednotka PODS je připojena ke kožené sedačce vozidla. Vak je vložen mezi pěnový polštářek a kovový rošt. Tloušťka polštářku je od 8 cm vpředu po 3 cm vzadu. Při tomto nastavení dává jednotka PODS výstupní napětí odpovídající frekvenci srdečního tepu v závislosti na hmotnosti řidiče.



Jednotka PODS

Parametry verifikace řidiče - geometrie tváře

- Verifikace obličeje je dnes nejvíce zkoumanou metodou, neboť problematika identifikace osob dle tváří je velmi obsáhlá.
- Rozpoznávání je založeno na srovnávání obrazu sejmutého kamerou s obrazem, který je uložen v centrální databázi. K jednoznačné identifikaci slouží většinou tvar obličeje a poloha opticky významných míst na tváři, jako jsou oči, nos, ústa či obočí. Obraz v počítači může být někdy uložen jako matice jasových úrovní, častěji je však diskriminován nějakou funkcí, která snižuje redundanci dat. Neuchovává se tedy přesná poloha očí, nosu a rtů, ale ukládá se jen vzdálenost očí, vzdálenost rtů od nosu, úhel mezi špičkou nosu a jedním okem, atd.
- V současné době je známo několik technik rozpoznávání tváří. K těm významnějším a nejvíce používaným patří metoda měření geometrických vlastností a metoda porovnávání šablon. Všeobecně se věří, že po zdokonalení systému rozpoznávání obličeje, by mohly odpadnout mnohé, méně efektivní systémy (např. docházkový systém do zaměstnání). Je však obrovský rozdíl v realizaci systémů, který porovnává dva statické obrazy a systému, který ověřuje totožnosti jednotlivce nacházejícího se ve skupině lidí.

Klasifikace tváře

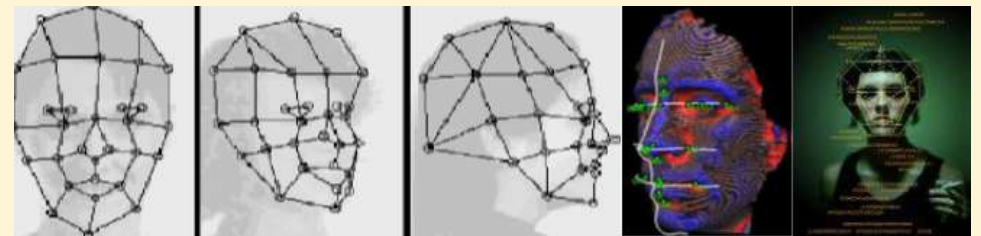
- Identifikace osob dle geometrie tváře je dnes velice moderním a expandujícím principem. Dochází k jejímu nasazování na letištích, nádražích, rušných ulicích a náměstích a všeobecně na místech, kde by se mohly pohybovat pohřešované a hledané osoby apod.
- Systémy, které jsou schopny poznávat tváře, omezují rozsah možného správného výběru na třetinu všech možných kandidátů pozitivní identifikace. Jestliže je tvář osoby vyfotografována ve vnějším prostředí, a to z úhlu 45 stupňů, typický automatizovaný systém selhává v osmdesáti procentech případů. Vliv má také proměnlivost osvětlení, způsobovaná odlišností oblečení, vede k tomu, že ve 40 procent případů nedokáže systém danou osobu identifikovat na základě uložené fotografie. Tato technologie může být nápomocná při prohledávání databází fotografií osob, ale fotografie musejí obsahovat záběr celé tváře.
- Existují dva odlišné přístupy pro klasifikaci tváře: geometrický (založený na rysech tváře) a fotometrický (založený na vzhledu obrazu tváře). Tři nejlépe prozkoumané a studované algoritmy rozpoznávání tváře jsou: Analýza hlavních částí (PCA - Principal Components Analysis), Lineární diskriminační analýza (LDA – Linear Discriminant Analysis), Elastický srovnávací diagram (EBGM - Elastic bunch graph matching).

Klasifikace tváře

- LDA je metoda, kdy se třídí pořízené obrazy tváří do skupin. Cílem je maximalizovat rozdíly mezi jednotlivými skupinami a minimalizovat rozdíly v každé skupině, každý blok snímků reprezentuje jednu třídu.
- EBGM byla vyvinuta, jelikož předešlé metody nemohou uvažovat nelineární charakteristiky, jako je osvětlení okolí, pozice hlavy anebo výraz tváře (úsměv, zamračení). Na obličeji se definují uzlové body, které se poté propojí a tím definují linie tváře v prostoru, vznikne tím souřadnicová síť obličeje. Samotné rozpoznávání pak probíhá tak, že systém pomocí filtru uzlových bodů reaguje na jednotlivé snímané tváře a může je pak porovnávat a vyhodnocovat. Problémem je přesnost lokalizace orientačních bodů na tváři, řešením může být kombinace s PCA nebo LDA metodou.



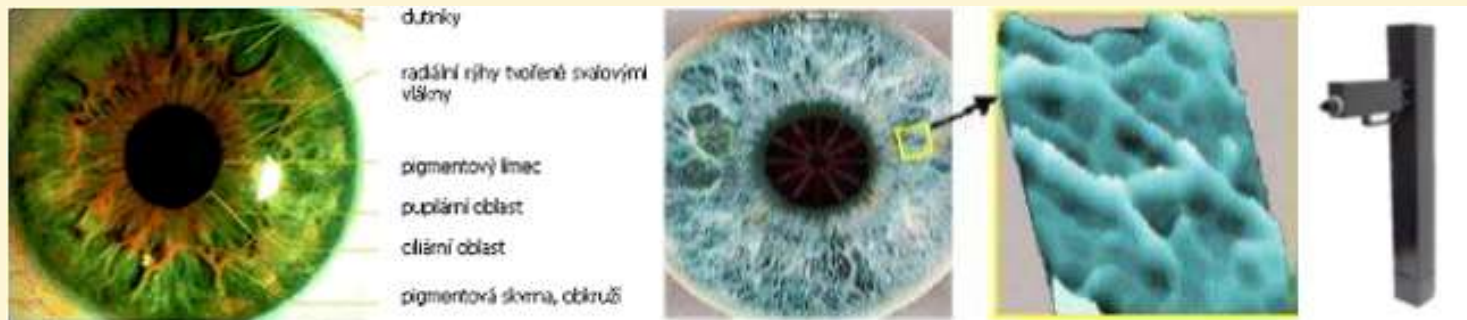
Příklad šesti tříd získaných užitím metody LDA



Síť vytvořená elastickým mapováním a obraz zpracovaný počítačem

Monitorování zraku - duhovka oka

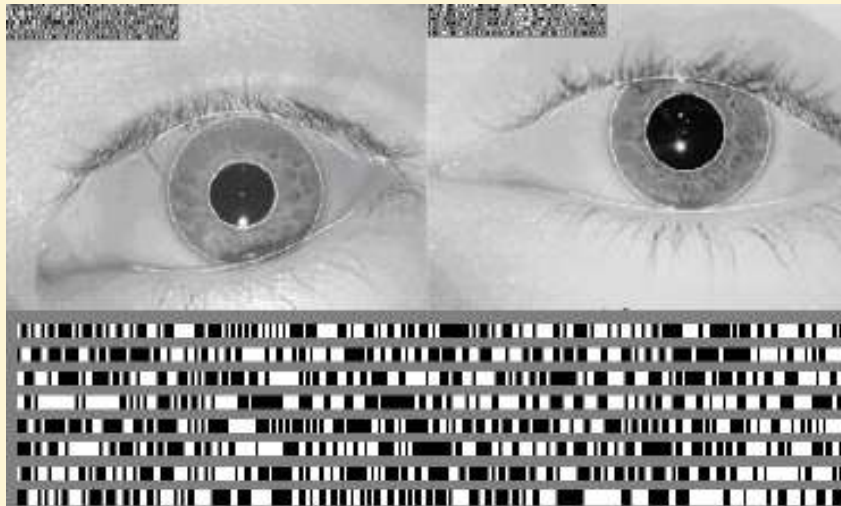
- Automatické biometrické systémy pro rozpoznávání duhovky lidského oka jsou relativně nově vyvinuté. První patent je datován k roku 1994 a vyvinul ho americký Úřad pro jadernou bezpečnost. Duhovka je sval uvnitř oka, který reguluje velikost čočky (tedy zaostření oka) na základě intenzity světla dopadajícího na oko. Jedná se o barevnou část oka, jejíž zbarvení odpovídá množství meletoninového pigmentu uvnitř svaloviny. Ačkoliv je zbarvení i struktura duhovky geneticky závislá, její vzorkování není. Duhovka se vyvíjí během prenatálního růstu plodu a její vzorkování je náhodné, tudíž jedinečné pro každého člověka i dvojčata, dokonce i jeden člověk má každou duhovku jinou, což činí tyto systémy nejpřesnějšími ze všech.



Duhovka, její popis a snímač biometrických dat oční duhovky

Monitorování zraku - duhovka oka

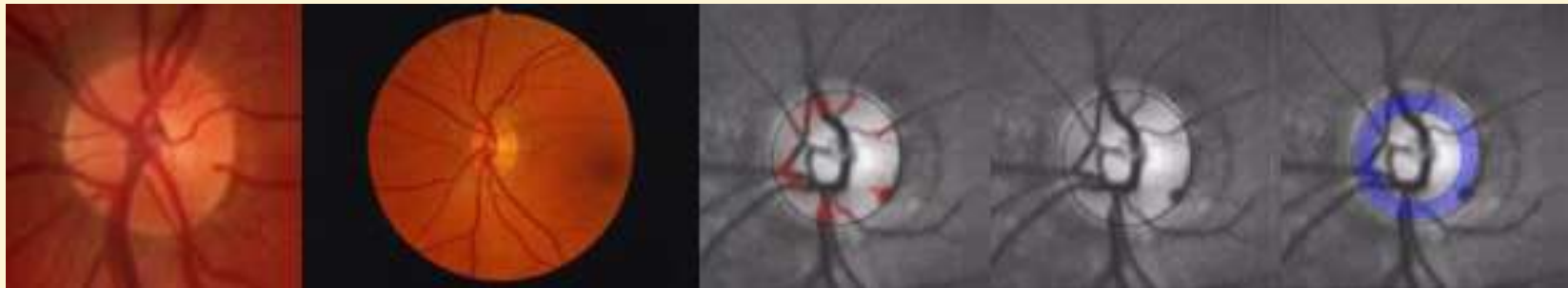
- Snímání duhovky vyžaduje velice kvalitní digitální kameru a infračervené osvětlení oka. Během snímání se duhovka mapuje do fázorových diagramů, které obsahují informaci o orientaci, četnosti a pozici specifických plošek. Tyto informace pak slouží k vytvoření duhovkové mapy a šablony pro identifikaci.
- Při verifikačním procesu se porovnává žadatelova mapa duhovky s referenční duhovkou pomocí testu statistické nezávislosti. Pokud je pouze méně než jedna třetina dat odlišná, test statistické nezávislosti selhal, což znamená, že vzorky jsou ze stejné duhovky.



Lokalizování duhovky a její piktografické znázornění

Monitorování zraku - sítnice oka

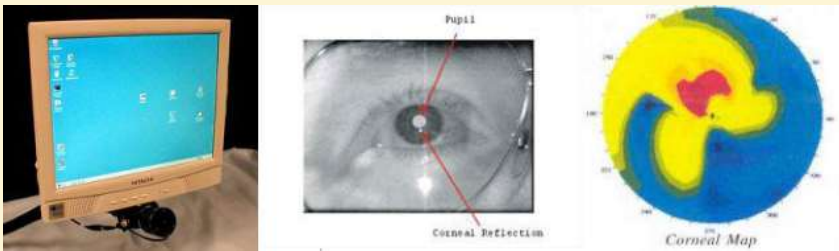
- Sítnice je světlo-citlivý povrch na zadní straně oka a je složena z velkého množství nervových buněk. Pro rozpoznávání osoby dle její sítnice oka se používá obraz struktury cév na pozadí lidského oka v okolí slepé skvrny. Pro získání obrazu se používá zdroj světla s nízkou intenzitou záření a opto-elektrický systém (dnes se již používá pouze jedna infračervená LED dioda, což snižuje riziko nebezpečného ozáření oka oproti používání systému několika LED diod). Neskenovaný obraz je poté převeden do podoby 40 bitového čísla.
- Verifikace sítnice je velice přesnou metodou identifikace. Její používání vyžaduje od uživatele, aby se díval do přesně vymezeného prostoru, což může být pro některé osoby nepříjemné a někdy až nemožné, pokud používají brýle. Z těchto důvodů nemá tato metoda rozšířenou oblast používání a její použití se shrnuje na oblasti vůbec nejvyššího stupně zabezpečení.



Lokalizování sítnice a znázornění charakteristických parametrů

Monitorování způsobu pohybu očí

- Na Slezské univerzitě v Gliwicích v Polsku byl vyvinut biometrický snímač pohybu očí při pozorování cílů na obrazovce počítače. Při této metodě jsou nutné brýle, které na principu infračerveného světla snímají pohyby očí a tyto srovnávají se záznamy uloženými v databázi. Tento způsob zatím není však využíván komerčně.



Princip verifikace při povrchové topografii rohovky



Brýle ke sledování pohybu očí

Monitorování povrchové topografie rohovky

- Princip metody je založen na tom, že infračervené světlo malého výkonu (vydávané diodou LED) zaměřené na střed čočky osvětluje oko. Světlo se odráží od rohovky a podle jeho intenzity oko reaguje. Tato reakce je u každého jedince v závislosti na čase a rozšíření čočky oka jiná. Tato reakce je kamerou snímána a srovnána s údaji v databázi.

Děkuji za pozornost

Jiri Plihal

ÚTIA AV ČR, v.v.i.

*Výzkum a vývoj elektronických systémů
Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8
tel: 266 052 583, fax: 266 052 068
mail: plihal@utia.cas.cz, www.utia.cz*