

I-BIOM: Zadanie č.2

PREDSPRACOVANIE VZORIEK A GENEROVANIE PRÍZNAKOV

Vo vybranom programovacom jazyku implementujte program, ktorý predspracuje nájdenú biometriku tak, aby bola vhodná na ďalšie spracovanie (uši, dúhovky) al. vygeneruje deskriptory pre danú biometriku a skúsi ich klasifikovať (tváre). Pokračujte v tímoch, vybraných biometrikách a databázach z prvého zadania.

Čas odovzdania je určený časom vloženia do AIS. Deadline pre získanie 8 bodov je **21.03.2019 o 14:59** pre cvičenie o 15:00 a **21.03.2019 o 16:59** pre cvičenie o 17:00. Každý týždeň omeškania je penalizovaný stratou dvoch bodov.

Ucho

V rámci zadania budete uši získané v prvom zadaní normalizovať - teda budete ich ukladať tak, aby uši boli obstrihnuté čo najbližšie a aby boli vyrovnané s ohľadom na celú databázu. Môžete si pomôcť anotačným súborom, ktorý pribudol na adrese <http://147.175.106.116:81/biometria2019/>. **Na rozdiel od ostatných anotácií, s ktorými ste zatiaľ pracovali na predmete, tieto neboli označované ľuďmi, ale generované automaticky a sú v nich nepresnosti (hlavne vo veľmi malých ušiach).** Berte to do úvahy pri vyhodnocovaní vašej úspešnosti a obstrihávaní uší.

- Implementujte program, ktorý načíta vašu databázu uší spolu s ich pozíciami na obraze (vami získané alebo z anotácií). Na každom obraze nájdite obrys ucha - ovál (alebo body), ktorý oddeľuje ucho od zvyšku obrazu. Odporúčame použiť metódu Houghových elíps, popr. môžete pracovať aj napr. s deformovateľnými modelmi alebo kaskádou regresných stromov. **3b**
- Analyzujte získané výsledky. Vyberte si vhodnú podmnožinu a porovnajte uši v nej buď s dodanými anotáciami (napr. metódou vzdialenosti bodov od elipsy) alebo ich vyhodnoťte osobne. Pri akých ušiach vaša lokalizácia zlyháva? Vyskúšajte niekoľko sád parametrov (al. predspracovaní) pre zvolený algoritmus a zhodnoťte presnosť. **3b**
- Pomocou získaných bodov alebo elíps uší vystrihnite a zarovnajte tak, aby každé ucho malo rovnakú veľkosť a natočenie **2b**
 - ak ste používali elipsy, je potrebné, aby najširšia časť elipsy ležala paralelne s osou y a bola vždy rovnako veľká.

- ak ste mapovali body, tak si zvolte dva z nich (najlepšie ležiace na ‘opačných koncoch‘ucha) a postarajte sa, aby na každom novo-generovanom obraze boli na rovnakej pozícii.

Nepovinné úlohy

- Rozdeľte si množinu na trénovacie a testovacie dáta a natrénujte model tvaru uší.
2b
- ”Vyčistite” poskytnuté anotácie. Vytriedte uši, ktoré boli zle označené. Vytriedené uši zobrazte do priečinka (aby sa dali skontrolovať). **1b pre tých najlepších**

Tvár

V rámci zadania budete pracovať na jednom z troch spôsobov generovania príznakov (PCA, LBP al. HOG) a následne budete tieto príznaky klasifikovať pomocou Euklidovskej vzdialenosti a jednoduchkej neurónovej siete.

- Implementujte program, ktorý načíta obstrihnuté a zarovnané tváre (z prvého zadania al. dodaných anotácií) a vygeneruje z každej tváre žiadaný typ príznakov. Kvôli rýchlosti výpočtu môžete pracovať s podmnožinou vašej databázy (aspoň 50 subjektov).
 - *Lokálne binárne vzory* (vypracujte, ak je vaše AIS ID deliteľné tromi)- tvár je rozdelená na podokná, z každého je získaný popis textúry pomocou binárnych vzorov. Z množiny týchto vzorov sú vybraté tie *uniformné* (teda také, ktoré majú buď 0 al. 2 prechody medzi nulami a jednotkami), ktoré sú následne rozdelené do histogramov (pre LBP s 8 bodmi je to 58 intervalov, ale môžete niektoré spojiť). Tieto histogramy sú nová reprezentácia tváre. **4b**
 - *Histogram orientovaných gradientov* (vypracujte, ak po delení vášho AIS ID tromi dostanete ostane zvyšok 1) - tvár je rozdelená na podokná, v každom sú pomocou Sobelovho operátora vyhodnotené veľkosti a smery gradientov, ktoré sú následne podľa smerov rozdelené do histogramu s 8 intervalmi. Tieto histogramy sú nová reprezentácia tváre. **3b**
 - *Analýza hlavných komponentov* (vypracujte, ak po delení vášho AIS ID tromi dostanete ostane zvyšok 2) - z dát nájdite priemernú tvár μ , kovariančnú maticu \mathbf{C} a jej vlastné vektory $\{\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n\}$ a vlastné čísla. Každá tvár \mathbf{x} sa dá následne formulovať ako:

$$\mathbf{x} = \mu + w_1\mathbf{u}_1 + w_2\mathbf{u}_2 + \dots + w_n\mathbf{u}_n. \quad (1)$$

Vektor $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ je nová reprezentácia tváre (zmenšíte jeho veľkosť s ohľadom na vlastné čísla kovariančnej matice). **3b**

- Pozrite sa, či vami získané príznaky dobre reprezentujú pôvodné tváre:
 - a vyberte z nich 500 dvojíc tak, že oba vektory príznakov patria rovnakej osobe (*true pairs*) a 500 tak, že každý vektor patrí inej osobe (*impostor pairs*). Pre každú dvojicu zistíte vzdialenosť vektorov príznakov v euklidovskom priestore.

0.5b

- Pre obe množiny párov vygenerujte histogram vzdialeností. **0.5b**
- **Pre študentov, ktorí pracujú s LBP príznakmi, je toto nepovinná úloha.** Porovnajte tieto dva histogramy a určte rozhodovaciu hranicu (za rozhodovaciu hranicu považujeme vzdialenosť d_d , kedy platí, že ak dosiahnutá vzdialenosť páru d_i je menšia ako d_d , tak pár považujeme za rovnakú osobu a ak je väčšia, za rozdielnú). Vyhodnoťte chybu vašej rozhodovacej hranice. Použite dva ukazovatele - počet dvojíc, ktoré systém nemal vyhodnotiť ako *true pair*, ale urobil tak a počet dvojíc, ktoré nemal vyhodnotiť ako *impostor pair*, ale urobil tak.

1b

- Natrénujte nad získanými dvojicami MLP sieť (môžete ďalej okresať vaše vstupné dáta tak, aby nebola výstupná vrstva príliš veľká). Rozdeľte dáta na trénovacie a testovacie. Vytvorte neurónovú sieť (architektúra je na vás). Natrénujte neurónovú sieť. Vyhodnoťte chybu na testovacích dátach. **3b**

Nepovinné úlohy

- **Pre študentov, ktorí pracujú s PCA príznakmi:** Vyberte si jednu tvár z vašej množiny a vizualizujte vzorec 1 s $n = 5$ (to znamená - pôvodnú tvár, priemernú tvár, použité hl. komponenty a rekonštruovanú tvár). **1b**
- **Pre študentov, ktorí pracujú s HOG príznakmi:** Vyberte si tvár z vašej množiny a vizualizujte ju pre aspoň 5 rôznych nastavení parametrov HOG metódy (veľkosť okna, kroku a pod). **1b**
- Implementujte prvú časť zadania (generovanie vektorov príznakov) bez knižničných funkcií (iba s metódami na prácu s hodnotou pixelov v obraze). **2b**.

Dúhovky

V predošlom zadaní ste našli, kde na obraze sa nachádza dúhovka, teraz budete tieto pixely normalizovať do jednotného tvaru (štvoruholníka s rovnakou veľkosťou). Tento proces je znázornený na obrázku 1. Postarajte sa, aby veľkosti vzniknutých obrázkov boli rovnaké pre celú databázu.

- Implementujte program, ktorý načíta databázu dúhoviek a kružnice ich ohraničujúce. Následne pre každú dúhovku vytvorte 2 obrázky:
 - Normalizovanú dúhovku - vonkajší okraj dúhovky bude na prvý rad pixelov v novom obraze, vnútorný okraj posledný rad pixelov. Snažte sa pri tomto prepise kartézskych súradníc na polárne prísť o čo najmenej dát. **3b** Uistite sa, že váš prepis naozaj naozaj spĺňa predošlý bod (t.j. berie do úvahy, že dve kružnice ohraničujúce dúhovku, nie sú sústredné). **2b**
 - Masku dúhovky - má rovnakú veľkosť ako normalizovaná dúhovka, pixel masky odpovedá pixelu normalizovanej dúhovky. Čierne časti (alebo nuly) označujú pixely prislúchajúce dúhovke, biele (alebo jednotky) prislúchajúce viečkam. **3b**

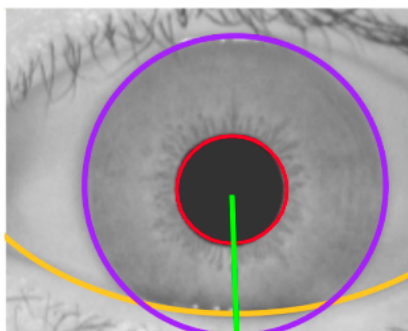
Nepovinné úlohy

- Váš program bude parametrizovaný o veľkosť výstupu. Nepoužívajte však funkcie *resize* na zmenu veľkosti výstupnej matice, pracujte s novou očakávanou veľkosťou pri preklade súradníc. **1b** Implementujte inú (zložitejšiu) metódu aproximácie farby pre nový pixel ako len kopírovanie pôvodného pixela (s ohľadom na oblasť, ktorú reprezentuje). **2b**

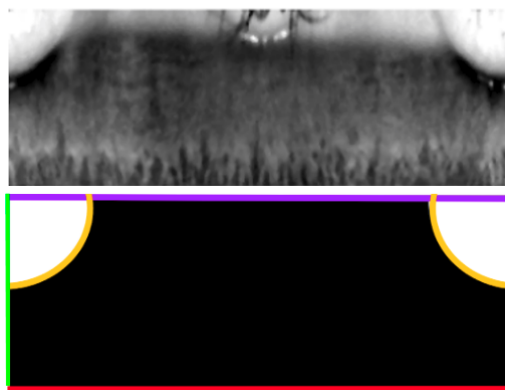
Poznámky, spresnenia, odkazy

- Zadanie má tri časti:
 1. vytvorenie kódu a spracovanie vzoriek
 2. napísanie dokumentácie
 3. osobné odovzdanie na cvičení

Aby bolo zadanie považované za odovzdané je potreba spraviť každú časť. Ne-
podceňte dokumentáciu - je potreba sa v nej vyjadriť ku vstupom a výstupom
a každej podúlohe v zadaní (aspoň niekoľkými slovami - metódy, výsledky, ak sa to
hodí aj obrázky).



(a) Detegovaná dúhovka.



(b) Normalizovaná dúhovka a jej maska.

Obr. 1: Normalizácia dúhovky.

- Je potrebné, aby bolo zadanie pred cvičením, na ktorom sa chystáte odovzdávať, nahraté v AIS v prislúchajúcom mieste odovzdania.
- Zadanie bude obodované na cvičení po prezentácii pred cvičiacim. **Pochopenie použitých metód a funkcií sa chápe ako prirodzená súčasť zadania a neschopnosť zodpovedať na otázky o týchto metódach je penalizované stratou bodov z danej časti**, a to aj v prípade, že kód je funkčný a správny.
- Pri overení schopnosti klasifikácie príznakov je vhodnosť experimentov vo vašej réžii. Napr. ak máte pocit, že niektorá vzorka/subjekt by mala byť z databázy vyradená, aby boli výsledky reprezentatívne pre čo najvšeobecnejšie riešenie, nebojte sa tak urobiť.
- V akom formáte budete načítavať vstupy a ukladať výstupy je na vás, majte ale na pamäti, že výstupy z zarovnaní budete potrebovať v ďalších zadaniach.
- Môže vám pomôcť:
 - <https://www.learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/>
 - https://globaljournals.org/GJCST_Volume13/1-Face-Recognition-using-Local.pdf
 - <http://laid.delanover.com/explanation-face-recognition-using-eigenfaces/>
 - https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/shapedescriptors/bounding_rotated_ellipses/bounding_rotated_ellipses.html
 - <https://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/csvt.pdf>