

Systém pro detekování a identifikaci osob na základě digitálního obrazu obličeje

Bc. Martin Bumba, doc. Ing. Josef Chaloupka, Ph.D.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou rozpoznání obličejů v obraze, a to zejména metodami pro detekci, klasifikaci (pohlaví, věku a osob) a verifikaci obličejů. Jednotlivé metody pro rozpoznání jsou v práci otestovány na vhodných databázích obličejů. Ty nejúspěšnější z metod pro detekci, klasifikaci a verifikaci jsou následně využity v navrženém moderním webovém systému, který uživateli umožňuje rozpoznávat vlastní obrazy s obličejí osob.

Úvod

Rozpoznání osob v obraze je v současné době často řešený problém v oblasti počítačového vidění, jelikož je stále více kladena poptávka právě na identifikaci osob, pohlaví, věku či emocí. Rozpoznání osob na základě obličeje je čím dál více využíváno jako bezpečnostní prvek například na letištích, nádražích či v kasínech. V supermarketech lze na základě správně rozpoznání obličeje zjistit, co nakupují muži nebo ženy, jaké věkové skupiny do supermarketu chodí nejčastěji nebo jak byli lidé s nákupem či s prodávací spokojeni (na základě klasifikace emocí). V počítačích je možné se pomocí obličeje přihlásit do operačního systému, a není tedy potřeba zadávat přihlašovací jméno a heslo.

Diplomová práce se tedy zabývá problematikou rozpoznání obličejů v obraze, a to zejména detekci, klasifikaci (pohlaví, věku a osob) a verifikaci obličejů. Pro detekci byly otestovány dvě metody: detekce na základě Haar příznaků s využitím boostovací metody AdaBoost [2] a detekce využívající Histogramů orientovaných gradientů (HOG) [1]. V úloze klasifikace byla nejdříve využita metoda pro redukci dimenze dat – PCA (Principal Component Analysis) a následně byly otestovány metody klasifikace pomocí Euklidovské vzdálenosti, Mahalanobisovy vzdálenosti, GMM (Gaussian Mixture Models) a lineárního SVM (Support Vector Machine) [1]. Pro úlohu verifikace bylo otestováno řešení využívající deskriptorů LARK (Locally Adaptive Regression Kernel) [3] v kombinaci s PCA a lineárním SVM. Další částí této diplomové práce bylo vytvoření moderního webového rozhraní, které implementuje nejúspěšnější z otestovaných metod detekce, klasifikace a verifikace a umožňuje tak uživateli rozpoznávat vlastní obrazy s obličejí osob.

Experiment a metody

Pro otestování výše zmíněných metod rozpoznání obličejů v obraze byly postupně použity tři různé obrazové databáze obličejů: Face Detection Data Set and Benchmark (FDDB), Unfiltered faces for gender and age classification (UFGA) a Labeled Faces in the Wild (LFW) a pro určení úspěšnosti bylo využito jedné z následujících metrik:

$$\text{přesnost} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (1)$$

kde TP je počet pravdivě pozitivních vzorků a FN je počet falešně negativních vzorků. Při klasifikaci do více tříd je přesnost vypočtena pro každou klasifikovanou třídu zvlášť a následně je vypočten aritmetický průměr přesnosti pro všechny třídy. Druhou metrikou je:

$$\text{úspěšnost} = \frac{1}{1+n} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} 1(\hat{y}_i = y_i) \quad (2)$$

kde y je vektor správných hodnot, \hat{y} je vektor předpovězených hodnot a n je celkový počet vzorků.

Rozšířený Abstrakt

Pro úlohy klasifikace a verifikace byly z obrazů databází nejdříve vytvořeny dvě normy obrazů – normalizovaná a frontalizovaná. Pro normalizovanou normu byl obraz oříznut podle nalezené obdélníkové oblasti detekce obličeje, následně byl obraz transformován na velikost 64×64 pixelů a převeden do stupňů šedi (256 hodnot). Pro frontalizovanou normu byl obraz po detekci obdélníkové oblasti obličeje frontalizován. To znamená, že obličej byl chytře transformován tak, jako by se nacházel čelem k zařízení, které ho snímalo. Pro frontalizaci byl použit frontalizační algoritmus popsany ve vědeckém článku [4]. Následně byl obraz oříznut, transformován na velikost 64×64 pixelů a převeden do stupňů šedi (256 hodnot).

Výsledky a diskuze

Při testování úlohy detekce bylo zjištěno, že vyšší přesnosti **96,30 %** dosahuje metoda využívající Histogramů orientovaných gradientů (HOG). Druhá metoda detekce na základě Haar příznaků s využitím boostovací metody AdaBoost dosáhla přesnosti **93,70 %**.

Následující tabulka obsahuje dosažené úspěšnosti jednotlivých testů klasifikace. Při testování bylo zjištěno, že při využití frontalizované normy je dosaženo ve všech experimentech vyšší úspěšnosti, proto jsou v následující tabulce zahrnuty pouze výsledky této normy.

Tabulka 1. Dosažené úspěšnosti v experimentech klasifikace

	Klasifikace pohlaví	Klasifikace věku (8 věk. intervalů)	Klasifikace osob (84 osob)
PCA+Euklidovská vzdálenost	62,4 %	23,6 %	-
PCA+Mahalanobisova vzdálenost	61 %	26,1 %	-
PCA+GMM	70,8 %	32,3 %	-
PCA+lineární SVM	79,8 %	34,5 %	86,62 %

Poslední otestovanou metodou byla verifikace, ve které bylo při využití frontalizované normy, příznaků LARK, PCA a lineárního SVM dosaženo úspěšnosti **77,74 %**.

Závěr

Z experimentů bylo zjištěno, že lineární SVM dosahuje v úlohách rozpoznání obličejů nejlepších výsledků viz tabulka 1. Nejúspěšnější z otestovaných metod detekce, klasifikace a verifikace byly následně použity ve webovém systému, který byl v rámci této diplomové práce vytvořen. Systém pracuje s moderními technologiemi jako HTML5, Node.js, MongoDB a umožňuje uživatelům rozpoznávat vlastní obrazy s obličejí osob. Po přihlášení do webového systému má uživatel možnost spravovat systémem rozpoznávané osoby a obrazy jejich obličejů.

Reference

- [1] ŠONKA, Milan, Václav HLAVÁČ a Roger BOYLE. Image processing, analysis, and machine vision. Fourth edition. Stamford, CT: Cengage Learning, 2015. ISBN 978-1-133-59360-7.
- [2] VIOLA, Paul a Michael J. JONES. Robust Real-Time Face Detection. International Journal of Computer Vision [online]. 2004, 2004(57 (2)), 137–154 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FB%3AVISI.0000013087.49260.fb.pdf>
- [3] SEO, Hae Jong a Peyman MILANFAR. Face Verification Using the LARK Representation. IEEE Transactions on Information Forensics and Security [online]. 2011, 6(4), 1275-1286 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.1109/TIFS.2011.2159205. ISSN 1556-6013.
- [4] HASSNER, Tal, Shai HAREL, Eran PAZ a Roei ENBAR. Effective face frontalization in unconstrained images. 2015 IEEE Conference on CVPR [online]. IEEE, 2015, , 4295-4304 [cit. 2016-04-25]. DOI: 10.1109/CVPR.2015.7299058. ISBN 978-1-4673-6964-0.