

FACE DETECTION AND RECOGNITION

Martin Ponzer

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xponze00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Karel Horák

E-mail: horakk@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper discusses problems of computer vision, which deals with face detection and recognition in video sequence at real time. Face is detected in complex background on the basis of color information of human skin and shape of detected area. To recognition personal identity is used eigenfaces method. Applications, which leads to finding personal identity, are suitable for security equipment and they are used in criminalistics, smart robots etc.

1. ÚVOD

Automatická detekce obličejů z obrázku nebo z videosekvence spojená také s rozpoznáváním je dnes již velmi rozšířená v mnoha aplikacích. Tyto aplikace mají svůj význam všude tam, kde je potřeba rozpoznávat identitu osob, např. v kriminalistice, kde hraje důležitou roli v identifikaci pohřešovaných osob, případně k usvědčení osob z trestného činu. Detekce obličejů je dnes také často využívána u digitálních fotoaparátů k automatickému ostření. Další z možných oblastí využití jsou inteligentní roboti, bezpečnostní aplikace apod. Cílem tohoto projektu je implementace metod pro detekci a rozpoznávání obličejů z videosekvence v reálném čase.

2. DETEKCE A ROZPOZNÁVÁNÍ OBLIČEJE

Celý projekt lze rozdělit do tří základních částí. V první části jsou hledány všechny oblasti ve snímku, které pravděpodobně odpovídají lidské kůži. Tyto oblasti jsou ve druhé části klasifikovány na „obličej“ nebo „neobličej“. Ve třetí části jsou pak oblasti, klasifikovány jako obličej, porovnávány z databází, čímž získáváme identitu snímané osoby. Všechny tyto části jsou blíže popsány v následujícím textu, přičemž všechny popsané metody jsou do projektu zakomponovány. Postupů k detekci a rozpoznávání obličejů je celá řada, ale vzhledem k omezenému prostoru pro tento text byly popsány pouze ty, které jsou v projektu použity.

2.1. DETEKCE KŮŽE

V této práci je detekce a rozpoznávání obličejů založena na barevné informaci o lidské kůži. Vychází se tedy výhradně z barevného snímku. Základem detekce lidské kůže je volba vhodného barevného modelu, ve kterém se barva kůže co možná nejvíce liší od ostatních

barev v obraze. Z tohoto hlediska se jako ideální jeví barevný model YCbCr. Přesto tento model nedisponuje takovými vlastnostmi, aby bylo možné najít pevný subprostor barev, odpovídající výhradně barvě kůže. Zvláště, když jsou barvy v obraze silně závislé na podmínkách snímání, jako je např. změna osvětlení.

Právě z důvodů různorodého osvětlení scény je v projektu použito Gaussovo pravděpodobnostní rozložení, pomocí kterého je každému bodu v obraze přiřazena pravděpodobnost $P(i,j)$, se kterou náleží kůži. Teprve tato pravděpodobnost je následně vyhodnocována. Aby byla přesnost detekce kůže vyšší, využívají se pouze chromatické složky modelu, protože složka Y nese informaci pouze o jasů, nikoli o barvě. Gaussovo pravděpodobnostní rozložení popisuje rovnice (1)

$$P(i,j) = \exp\left[-\frac{(x-m)^T C^{-1} (x-m)}{\xi_1 \xi_2}\right] \quad (1)$$

,kde

- P ... výsledná pravděpodobnostní matice
- ξ_1 a ξ_2 ... parametry určující šířku Gaussovy plochy
- C ... kovarianční matice
- m ... střed Gaussovy křivky
- x ... souřadnice dané dvojice barev chromatických složek Cb, Cr

Šířka Gaussovy křivky má podstatný vliv na výsledek detekce kůže. Pokud by byla příliš široká, výsledkem detekce by byl značný šum, v opačném případě pak nemusí být detekovány všechny oblasti kůže.

Jestliže je scéna snímána statickou kamerou, lze využít detekce pohybu k redukci prostoru v obraze, ve kterém se bude kůže hledat. Je tak dosaženo eliminace mnoha oblastí, které barvou odpovídají lidské kůži, avšak lidské kůži nenáležejí.



Obrázek 1: Detekce kůže zleva : Originální obraz [1], pravděpodobnost výskytu kůže, oblasti odpovídající kůži

2.2. DETEKCE OBLIČEJE

Jestliže jsou ve snímku nalezeny nejpravděpodobnější oblasti kůže, lze přistoupit k detekci samotného obličeje. Obličej má na rozdíl od kůže více specifických vlastností než jen barvu. Pro detekci obličeje se používají např. významné body v oblasti očí, úst apod.

V této práci je pro detekci obličeje využita technika porovnávání detekovaných oblastí kůže s modelem obličeje. Tento model je sestaven na základě měření. Pro porovnávání je použita korelace, jejíž výsledkem je míra podobnosti oblasti kůže s modelem. Korelace však není použita pro všechny detekované oblasti kůže, ale pouze pro ty, které splňují základní podmínky, vycházející ze statistického měření. Při tomto měření bylo zjištěno, že poměr šířky obličeje k jeho výšce je větší než 0.8 a orientace obličeje je v intervalu $\pm 35^\circ$ sklonu

vůči vertikální ose. Jestliže daná oblast kůže nespĺňuje současně obě tyto podmínky, není potřeba počítat míru podobnosti, čímž se ušetří mnoho času při zpracování jednoho snímku videosekvence. Výsledkem fáze detekce obličeje je klasifikace oblastí kůže na základě míry podobnosti s modelem do tříd „obličeje“ a „neobličeje“.



Obrázek 2: Princip korelace

2.3. ROZPOZNÁVÁNÍ

Rozpoznávání je poslední fází projektu, která pracuje pouze s oblastmi v obraze, které byly klasifikovány do třídy „obličeje“. Je tedy silně závislá na výsledku detekce oblastí lidské kůže a následné detekce obličeje.

Pro rozpoznávání identity detekovaného obličeje je použita metoda *eigenfaces*, založena na práci s vlastními čísly a vlastními vektory. Jedná se o techniku redukce dimenze příznakového prostoru, známou také jako metodu extrakce příznaků. Výhodou této metody je kromě vysoké úspěšnosti také rychlost, a proto je vhodná pro použití v real – time aplikacích.

Je jasné, že k využití rozpoznávání v aplikacích je potřeba disponovat databází obličejů, se kterou budou obličeje, detekované ve videosekvenci, porovnávány. Databáze slouží jako trénovací data. Pro každý obličej v této databázi je metodou *eigenfaces* získána množina příznaků. Stejně jsou tyto příznaky získány z oblasti snímku, která odpovídá obličejí. Metodou nejbližšího souseda se následně určí, který snímek z databáze nejvíce odpovídá obličejí ve snímku. Hledá se tedy množina příznaků v databázi, která je nejvíce podobná s množinou příznaků detekovaného obličeje. Pro zvýšení úspěšnosti rozpoznávání je metoda *eigenfaces* použita také jako doplňující metoda pro detekci obličeje.

3. ZÁVĚR

Projekt detekce a rozpoznávání obličeje je realizován v prostředí Matlab a je optimalizován pro rozlišení snímků 640x480 pixelů. Jelikož doba zpracování výše popsáných metod v prostředí Matlab nespĺňuje nároky na real – time, bude do projektu zakomponována knihovna openCV.

LITERATURA

- [1] CHANG Henry, ROBLES Ulises. *Face Detection* [online]. c2000, poslední revize 12.1.2006. Dostupné z: <http://www-cs-students.stanford.edu/~robles/ee368/main.html> (2009-1-24)
- [2] TURK, M. PENTLAND, A. *Eigenfaces for Recognition*, Dostupné z: http://www.cse.unr.edu/~bebis/MathMethods/PCA/case_study_pca1.pdf