

# FORENSIC IDENTIFICATION OF CHILDREN FACES

ONDŘEJ KLÍMA

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xklima13@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Vítězslav Beran

E-mail: beranv@fit.vutbr.cz

**Abstract:** This paper describes comparison and photo-ageing of children faces. The face comparison is independent on childrens' age. It is based on geometric orometry, using face feature points marked by antropology familiarized user. The photo-ageing is based on TPS (Thin plate spline) image warping and a set of face image templates. The age changes are provided by moving feature points using linear regression.

**Keywords:** face comparison, geometric orometry, TPS, warping

## 1 ÚVOD

Podle policejních statistik průběžně narůstá počet pohřešovaných dětí. Zatímco v roce 2000 bylo pohřešováno 5581 dětí, v roce 2009 šlo již o 8559 dětí. Jak by některé z nich, pohřešované již několik let, mohly vypadat dnes? V dubnu roku 2010 byl na benzínové pumpě v Brně nalezen mladík s neznámou totožností. Vyvstala další logická otázka: bylo by možné, aby šlo o některé z dětí, které jsou delší dobu pohřešovány?

Cílem této práce je na základě výsledků antropologického výzkumu realizovat aplikaci, která by pomáhala hledat odpovědi na podobné otázky.

Hlavní implementované postupy jsou založeny na poznacích z geometrické morfometrie. V grafické části se využívá TPS (Thin plate spline) warping, který se používá k deformování elastických povrchů.

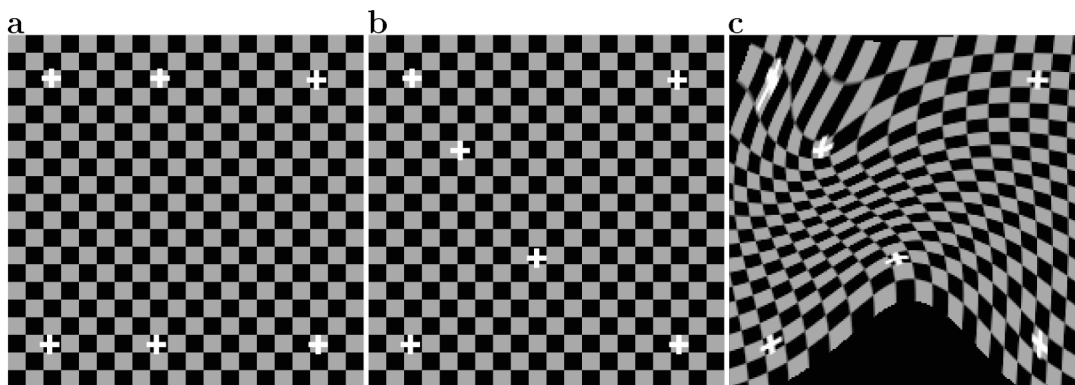
## 2 REALIZACE PROJEKTU

Aplikace poskytuje dvě základní funkce. První z nich je tzv. *ageing* portrétu, neboli vizuální zestárnutí jedince do určitého cílového věku. Druhá funkce umožňuje porovnat portréty dvou jedinců různého věku a posoudit, zda se může jednat o tutéž osobu.

Obě funkce pracují s portrétními fotografiemi, omezenými na frontální pohled. Na portrétech je nutné vyznačení jednatřiceti morfometricky významných bodů (body jsou vyznačeny na obr. 7). Tyto body jsou vyznačovány uživatelem, v uživatelském rozhraní je proto kladen především důraz na snadnou a pohodlnou práci s portréty. I přesto však může být v některých případech nalezení bodů problematické, např. když obličej není zachycen z dokonale frontálního pohledu.

### 2.1 AGEING - VIZUÁLNÍ STÁRNUTÍ PORTRÉTU

Prvním krokem je „zestárnutí“ konfigurace vyznačených bodů do cílové věkové kategorie. Body se během tohoto kroku posouvají do nových pozic, jejich posun se řídí pomocí lineárně regresních rovnic. Poté následuje *TPS deformace* (Thin plate spline, metoda tenkých pružných plátek, ilustrace na obr. 1) (ARAD<sup>1</sup>). Původní fotografie je zdeformována podle původních a cílových řídicích bodů. Po zdeformování je k portrétu vybrána nejbližší věková šablona, konkrétní fotografie z cílové věkové



**Obrázek 1:** TPS deformace na mřížce. (a) Zdrojové body, (b) cílové body, (c) deformovaná mřížka.

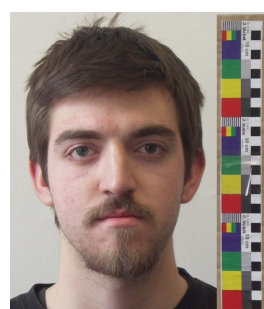
skupiny. Deformovaný portrét je následně vkopírován za použití masky do obrázku šablony. Maska zohledňuje efekty stárnutí. Příkladem může být obočí, které s věkem houstne; ve výsledném obrázku je proto použito obočí z šablony. Celý postup je zachycen na obrázcích 2 až 5.



**Obrázek 2:** Původní portrét.



**Obrázek 3:** TPS deformace.



**Obrázek 4:** Věková šablona.



**Obrázek 5:** Výsledný obrázek.

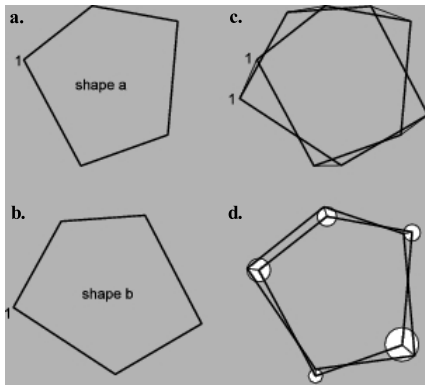
## 2.2 SROVNÁNÍ PORTRÉTŮ

Srovnání portrétů pracuje výhradně s vyznačenými body. Prvním krokem je úprava bodové konfigurace primárního portréru, která je podrobena stejnému stárnutí jako u ageingu. Cílovým věkem je stáří druhého jedince. Na konci tohoto kroku se tedy konfigurace obou portrétů nachází ve stejné věkové kategorii.

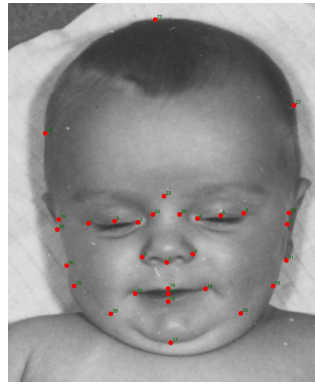
Základem pro srovnání je *prokrústovská vzdálenost* (STEGMANN<sup>2</sup>). Význam této vzdálenosti je ilustrován na obrázku 6. Obličejové konfigurace jsou nejdříve pomocí afinních transformací zarovnaný tak, aby vzdálenost odpovídajících bodů byla co nejmenší. Výslednou vzdáleností je pak směrodatná odchylka vzdáleností odpovídajících si souřadnic (viz rovnice 1;  $P_d$  značí prokrústovskou vzdálenost,  $x_{j1}, y_{j1}$  souřadnice prvního obličeje,  $x_{j2}, y_{j2}$  souřadnice druhého obličeje,  $n$  počet bodů vyznačených v obličeji).

$$P_d^2 = \sum_{j=1}^n \left[ (x_{j1} - x_{j2})^2 + (y_{j1} - y_{j2})^2 \right] \quad (1)$$

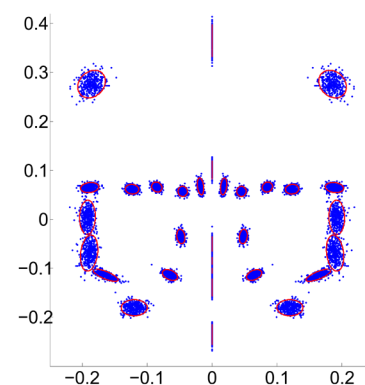
Pro určení míry podobnosti dvou portrétů je zapotřebí databáze různých jedinců, která zachycuje tvarovou variabilitu jednotlivých věkových skupin (ukázka tvarové variability je na obrázku 8). Nejdříve je spočítána prokrústovská vzdálenost mezi oběma portréty. Následně jsou oba portréty dočasně připojeny k databázi, ze které je vzápětí vypočítána trojúhelníková matice vzdáleností každého portréru



**Obrázek 6:** Prokrústovská vzdálenost. (a) Obecný tvar  $a$ , (b) tvar  $b$ , (c) translace tvaru  $b$  nad  $a$ , (d) rotace tvaru  $b$ .



**Obrázek 7:** Portrét dítěte s vyznačenými jednacířiceti morfometrickými body.



**Obrázek 8:** Tvarová variabilita jedinců v databázi. Červené elipsy zvýrazňují normální rozložení bodů.

s každým. Percentilové umístění vzdálenosti primárního a sekundárního portréty vzhledem k vzdálenostem ve vypočítané matici pak odpovídá procentuální míře podobnosti obou portrétů.

Rozhodnutí, zda je na obou portrétech tatáž osoba, zaléží na míře podobnosti. Pokud podobnost překročí jistý procentuální práh, lze jedince považovat ze stejnou osobu.

### 2.3 IMPLEMENTAČNÍ PROSTŘEDÍ

Aplikace je implementovaná pro platformu MS Windows pro verzi XP a vyšší. Při tvorbě bylo využito volně dostupných knihoven, konkrétně Qt Toolkit 4.7.1 pro realizaci uživatelského rozhraní a OpenCV 2.1 pro řešení výpočtů a grafické úpravy portréty během stárnutí. Zdrojové kódy jsou překládány pomocí MS Visual C++.

## 3 ZÁVĚR

Projekt bude po svém dokončení nasazen do forenzní praxe. Do budoucna se počítá s dalším vývojem aplikace. Kromě změn na základě uživatelských ohlasů se plánuje nahrazení morfometrických bodů za *MFM (Morphable face model)*. Od tohoto kroku je očekávána větší přesnost při porovnání, a také vyšší uživatelský komfort. Určení MFM by na rozdíl od ručního vyznačování bodů mělo probíhat zcela automaticky.

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce, ing. Vítězslavu Beranovi, Ph.D. a vedoucí celého projektu, RNDr. Petře Urbanové, Ph.D.

## REFERENCE

- [1] ARAD, Nur, et al. Image Warping by Radial Basis Functions: Application to Facial Expressions. *Graphical Models and Image Processing*. 2. března 1994, vol. 56, s. 161-172.
- [2] STEGMANN, Mikkel. Statistical Models of Shape and Texture [online]. 2000-09-20 [cit. 2011-02-08]. Shape Model Formulation. Dostupné z WWW: <<http://www2.imm.dtu.dk/~aam/main/node12.html>>.