

Smluvní výzkum „Masarykova univerzita – Dermatoglyphix“

Závěrečná zpráva

Předmětem realizovaného smluvního výzkumu byl vývoj uživatelské aplikace s cílem usnadnění, zpřesnění a částečné automatizace sběru dat pro potřeby základního výzkumu v oblasti dermatoglyfické analýzy, která nachází širší uplatnění v rámci epigenetiky jako neinvazivní metoda pro studium prenatálních procesů člověka. Vytvořená aplikace poskytuje semiautomatické funkce pro digitalizaci a hodnocení otisků prstů a dlaní a umožňuje export digitalizovaných a vypočítaných charakteristik ve formě tabulkových dat pro následné statistické zpracování pomocí nástrojů *R* nebo *Matlab*. Aplikace bude volně dostupná ke stažení na webu Antropologického Ústavu Masarykovy Univerzity pro širokou vědeckou komunitu. Software implementuje inovativní a zpřesněné postupy pro rozšířené metodiky určení vzorů otisků prstů, opírající se o umístění a tvar flexní rýhy. Předpokládá se publikace vytvořeného software v recenzovaném nebo impaktovaném periodiku, další pokračování spolupráce a vypsání návrhu společného projektu v rámci druhé veřejné soutěže programu TAČR Zéta, jehož předmětem bude tvorba veřejně dostupných balíčků pro nástroj *R*, které budou poskytovat metody pro statistickou analýzu exportovaných charakteristik.

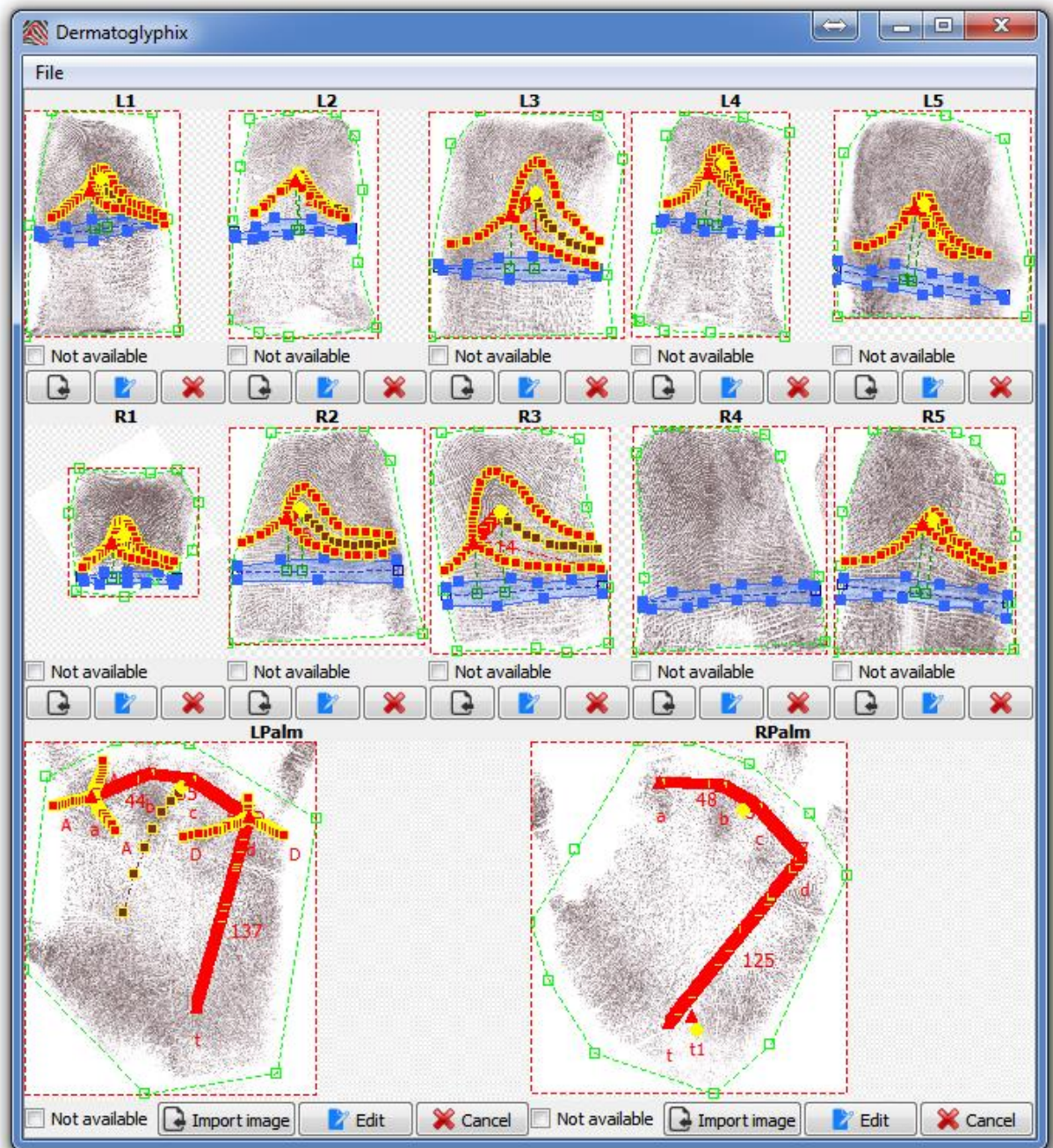
Uživatelské prostředí aplikace

V hlavním okně aplikace se nachází přehled všech otisků prstů i dlaní, včetně náhledů digitalizovaných charakteristik. Hlavní nabídka aplikace poskytuje možnost založení nového projektu, hromadný či jednotlivý import snímků otisků pro následné hodnocení, uložení celého projektu v podobě souboru ve formátu *XML*, načítání dřívějších projektů a export všech digitalizovaných charakteristik do *CSV* souboru. Na obrázku 1 je hlavní okno aplikace s načteným ukázkovým projektem. V horní a spodní řadě se nacházejí hodnocené otisky levé a pravé ruky, ve spodní části okna jsou umístěny náhledy pravé a levé dlaně. V přehledu je možné označit nepřítomnost konkrétního otisku a zamezit tak jeho exportování.

Po provedení importu snímků či otevření dřívějšího projektu je možné jednotlivé charakteristiky upravovat v samostatných editačních oknech, která se pro prsty a dlaně vzájemně liší. Samotné digitalizaci a úpravě charakteristik otisků předchází kalibrace a předzpracování importovaných snímků. Kalibrace slouží k určení skutečných fyzických rozměrů a vzdáleností hodnocených znaků a může být provedena automaticky či manuálně. Automatická kalibrace probíhá na základě údajů o horizontálním a vertikálním PPI (*pixels per inch*) uložených v EXIF meta-datech souboru. Standardně se předpokládá používání obrazových dat s rozlišením 600 PPI v horizontálním i vertikálním směru. V případě, že informace o rozlišení nejsou v rámci importovaného souboru dostupné, mohou být hodnoty PPI zadány uživatelem přímo, nebo naměřeny v obrázku pomocí kalibračního měřítka, kterým může být typicky milimetrový papír přiložený k otisku během skenování. Po kalibraci je nutné provést oříznutí konkrétního otisku, zajistit jeho správnou rotaci a případně zrcadlení. Otisk je nutné rotovat tak, aby jeho proximodistální osa byla svislá, distální část otisku se nacházela v horní a proximální část ve spodním úseku pracovní plochy. Zároveň je pomocí zrcadlení nutné zajistit, aby radiální strana otisku byla vždy zarovnaná k levé části a ulnářní strana k pravé části pracovní plochy. Kalibrace i předzpracování otisku je stejné a probíhá identicky pro dlaně i prsty.

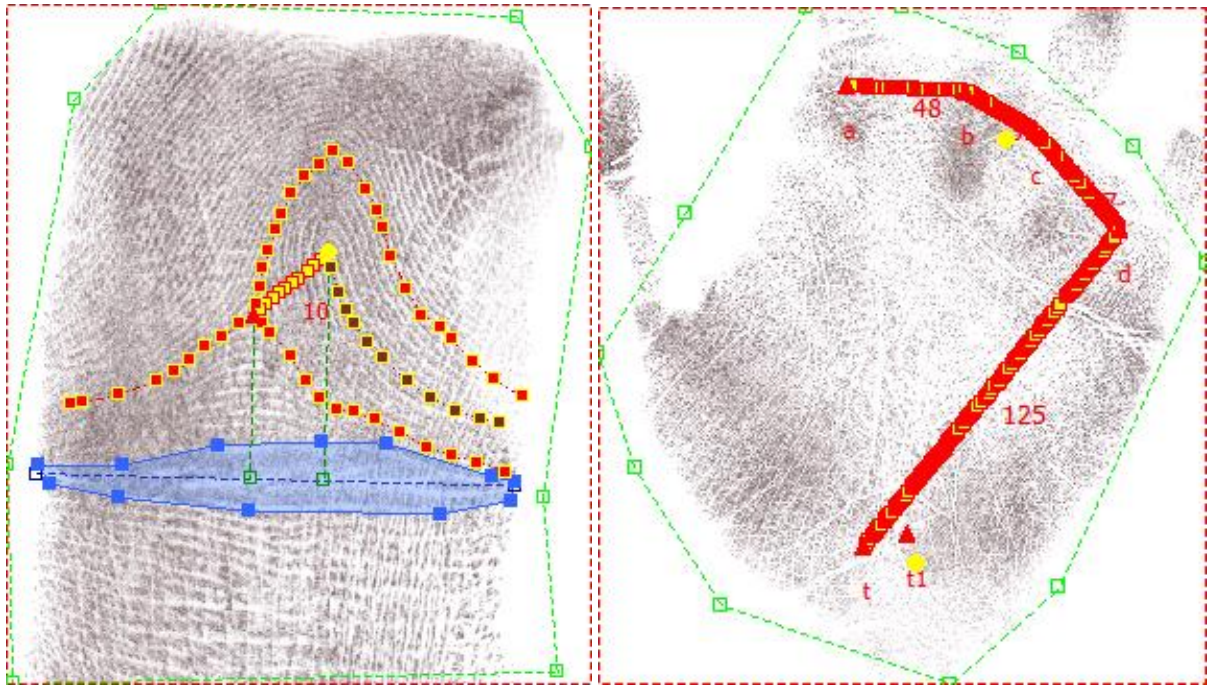
Po úspěšné kalibraci a předzpracování otisku je možné přistoupit k samotné digitalizaci jednotlivých znaků, které jsou pro prsty a dlaně odlišné. V případě otisků prstů aplikace umožňuje hodnocení následujících znaků:

- Polohy a umístění flexní rýhy, pokud je v rámci otisku přítomna,
- Umístění jader otisků a triradiálních landmarků,
- Počet epidermálních lišt, které protínají spojnice jednotlivých jader a trirádií a umístění jednotlivých průsečíků,
- Trasování centrální epidermální lišty, která vychází z jádra otisku prstu,
- Trasování radiantů – tří epidermálních lišt, které vychází z triradiálních bodů.



Obrázek 1: Hlavní okno aplikace. Pod každým otiskem se nachází možnost zaškrtnutí, zda daný otisk je či není k dispozici. Vedle zaškrtnutí jsou umístěna tlačítka pro import obrázku, otevření samostatného editačního okna a tlačítko pro zrušení veškerých digitalizovaných znaků a uvedení příslušného editačního okna do stavu těsně po importu konkrétního snímku.

Určení flexní rýhy probíhá na základě polygonu vyznačeného uživatelem. Na souřadnice jednotlivých bodů obvodových úseček je aplikována analýza hlavních komponent. První hlavní komponenta je posléze použita jako odhad flexní rýhy, která je v aplikaci využita pro klasifikaci vzoru otisku. Pokud není v daném otisku k dispozici a není ani uživatelem orientačně naznačena, je pro potřeby klasifikace zastoupena horizontální linií. Vzory otisků prstů se na základě vyznačených charakteristik klasifikují automaticky. Ke klasifikaci jsou vybrány dvě metodiky, a to klasická metodika podle F. Galtona (vzory A, L, W) a moderní metodika podle autorů Cumminse a Midloa (vzory A, T, Lu, Lr, Ws, Wc, DL, CP, LP, Acc). Na obrázku 2 se nachází ukázka zpracovaného otisku s popisem jednotlivých znaků a charakteristik.

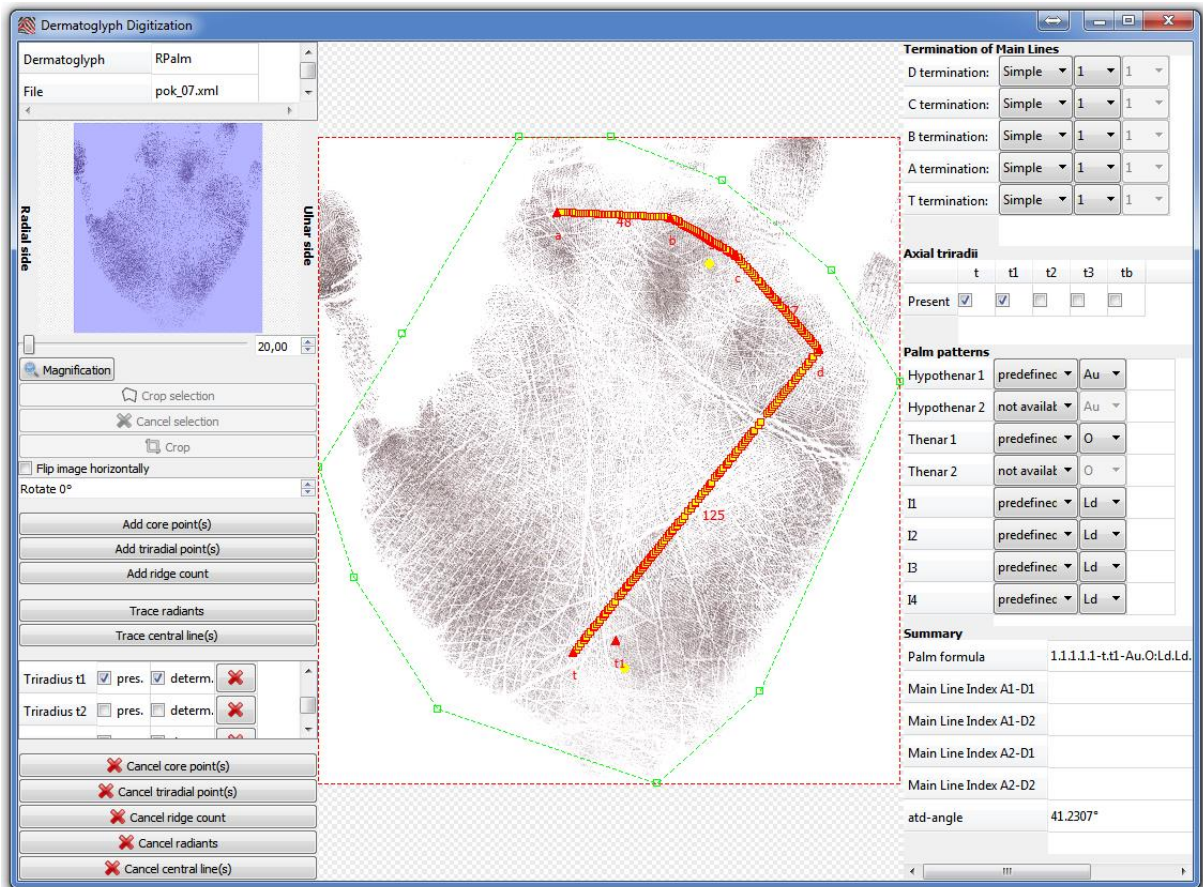
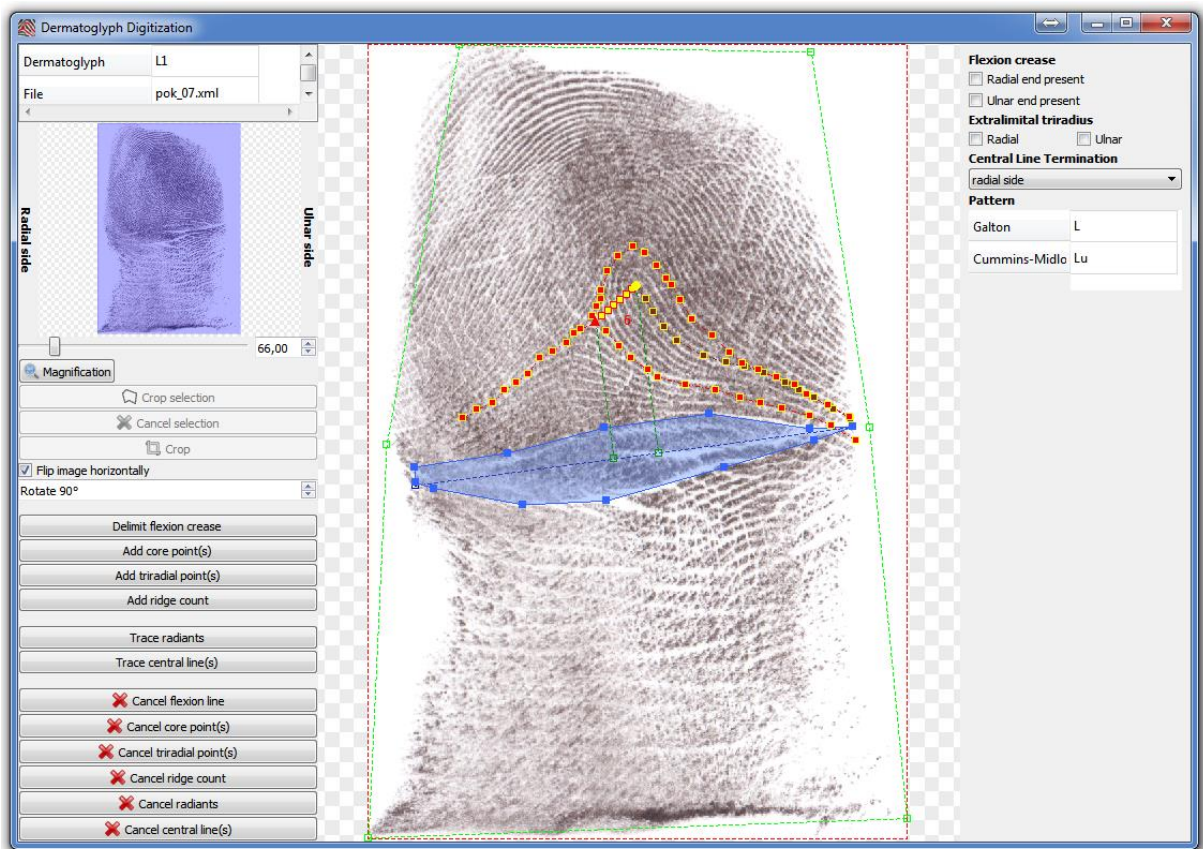


Obrázek 2: Znaky digitalizované na otisku prstu (vlevo), zpracovaný otisk dlaně (vpravo). Zelenou polygonální čarou jsou vyznačeny hranice otisku. Žlutými disky jsou vyznačena jádra otisků, červené trojúhelníčky značí triradiální body. Modrý polygon vyznačuje uživatelem zadanou oblast, kde se nachází flexní rýha, modrá přerušovaná čára značí samotný odhad flexní rýhy pomocí analýzy hlavních komponent. Centrální linie je vyznačena hnědými body se žlutým okrajem, radianty jsou značeny červenými čtvercovými body se žlutými okraji. Průsečíky epidermálních lišt se spojnicemi trirádií, případně se spojnicemi trirádií a jader, nebo se spojnicemi dvou jader, jsou značeny žlutými čtvercovými body s červeným lemováním. Konkrétní počet průsečíků je zobrazen vedle odpovídající spojnice červeným číslem.

Na dlaních je možné digitalizovat následující charakteristiky:

- Umístění jader otisku dlaně,
- Přítomnost a pozice definovaných triradiálních bodů (a, b, c, d, t, cd, a1, b1, c1, d1, tb, t1, t2, t3, o1, o2, o3),
- Počet průsečíků epidermálních lišt se spojnicemi triradiálních bodů,
- Způsob ukončení hlavních linií dlaně D, C, B, A, T,
- Thenární a hypothenární vzory.

Na základě zadaných charakteristik se automaticky určuje dlaňová formule, hlavní liniové indexy a úhel svíraný triradiálními body ATD. Na obrázku 3 jsou ukázky editorů pro otisk prstu a pro otisk dlaně.



Obrázek 3: Editory otisků prstů (nahore) a dlaní (dole).

Implementační prostředí

Aplikace byla vytvořena pomocí Qt Toolkitu ve verzi 5.7.0. V binární podobě je k dispozici pro 64-bitové platformy MS Windows a Linux. Na platformě MS Windows byl k sestavení aplikace využit kompilátor MSVC 2013 64-bit, na Linuxové platformě GCC 6.4.0. Zdrojové kódy aplikace budou k dispozici pod open-source licencí GNU Lesser General Public License.