

MOŽNOSŤ INDIVIDUÁLNEJ IDENTIFIKÁCIE OSÔB NA ZÁKLADE TETOVANIA

Bc., **Michaela Naháľková**,
Student Academy of Police Forces in Bratislava,
Sklabinska 1, 83517 Bratislava, Slovak Republic,
<michaela.nahalkova@minv.sk>,
<michaela.nahalkova@akademiapz.sk>

Abstrakt

Predkladaný príspevok pojednáva o v súčasnosti rýchlo sa rozvíjajúcej problematike možnosti individuálnej identifikácie osôb na základe tetovania a poskytuje pohľad na problematiku tetovania z forenzného hľadiska, a teda so zameraním na to, akým spôsobom môže práve táto nezmazateľná značka napomôcť pri identifikácii osôb. Autor príspevku predstavuje analýzu súčasných programov zameraných na zisťovanie efektívnosti využitia algoritmov pri riešení problémov, s ktorými sa orgány činné v trestnom konaní stretávajú v praxi, tiež popisuje základné pravidlá smerujúce ku korektnému

zadokumentovaniu tetovaní nachádzajúcich sa na tele osôb. Príspevok naznačuje možné oblasti, ktorým je potrebné v budúcnosti venovať pozornosť a posudzovať efektívnosť algoritmov pri riešení problémov s nimi súvisiacich, autor ďalej poukazuje na najčastejšie nedostatky manuálneho vyhľadávania v systémoch a databázach tetovaní, ku ktorým patrí najmä subjektivita pri vkladaní a označovaní fotografií tetovaní do systémov a databáz.

Kľúčové slová: tetovanie, ľudská pokožka, identifikácia, automatizované systémy, Tatt-C, Tatt-BP, Tatt-E

1 Úvod do problematiky tetovaní.

Medzi najfrekvencovanejšie metódy identifikácie osôb v súčasnosti patrí analýza DNA či odoberanie a následne porovnanie odtlačkov prstov, avšak existuje značné množstvo prípadov, kedy nie je možné osobu identifikovať prostredníctvom zmienčených metód a do úvahy prichádza využitie iných spôsobov identifikácie, a to napríklad na základe tetovania. Orgány činné v trestnom konaní vo svete zbierajú fotografie tetovaní osôb, ktoré spáchali trestný čin, ktoré následne zhromažďujú v rôznych systémoch a databázach za účelom ďalšieho využitia. Súčasné snahy v oblasti identifikácie na základe tetovania sú zamerané na automatizované vyhľadávanie a párovanie tetovaní nachádzajúcich sa v systémoch či databázach, ktoré by viedlo k uľahčeniu práce orgánov činných v trestnom konaní a ktoré by i maximalizovali šance individuálnej identifikácie osôb. V súčasnosti sú za týmto účelom vyvíjané algoritmy, ktoré dosahujú vysokú mieru úspešnosti, a to pri rôznych druhoch prípadov, s ktorými sa orgány činné v trestnom konaní pri výkone svojej činnosti stretávajú, avšak je nutné poznamenať, že táto forma vyhľadávania je v krajinách sveta skôr raritná, než bežná.

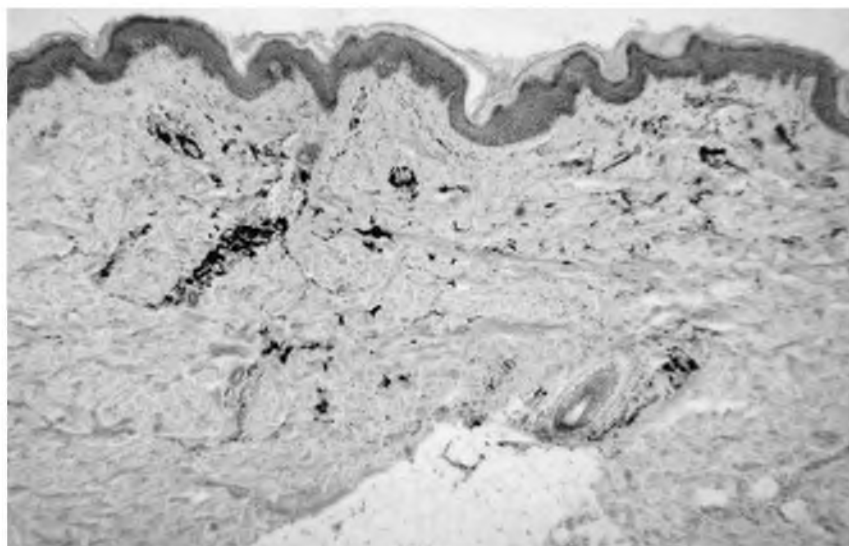
Túžba priradiť význam tetovania predstavuje spôsob, ktorým možno subjektívne vyhodnotiť psychologickú motiváciu tetovaného jedinca, avšak využitie tetovania, ako nástroja identifikácie má historický význam, a teda predstavuje praktické, objektívne využitie tetovania, najmä v priebehu

vyšetrovania. Tetovanie a jeho fyzické vlastnosti, akými sú napríklad dizajn, počet či umiestnenie môžu naznačovať postavenie v hierarchii skupinového rámca, tiež môže slúžiť iná identifikáciu v rámci istej skupiny, ale na identifikáciu konkrétnejších podrobností, a to stavu v organizačnej štruktúre či počtu spáchaných trestných činov.

Pod pojmom tetovanie rozumieme zámernú úpravu tela, ktorá spočíva v zavedení pigmentovaných materiálov do podkožného tkaniva. Tkanivá, ktorých výsledkom sú oblasti sfarbenia, ktoré sú úplne odlišné od okolitej kože, nazývame tetovaním.¹ Tetovací atrament sa skladá z tekutej zložky a pigmentovej zložky, pričom táto tekutina slúži na uľahčenie prenosu pigmentu z ihly tetovacieho prístroja do kože počas procesu tetovania. Samotné tetovanie je nezmazateľný dizajn, ktorý zostáva v pokožke po dokončení tohto procesu a následnom zahojení tetovanej oblasti. Ľudskú pokožku možno rozdeliť na dve hlavné vrstvy, ktorými sú dermis a epidermis. Epidermis je tenšia vonkajšia vrstva a dermis hrubšia vnútorná vrstva. Obrázok 1 predstavuje prierez tetovanou kožou vytvorený mikroskopom, pri zväčšení 40x, ktorý zobrazuje, že procesom tetovania a následným hojením tetovanej oblasti kože a jej okolia pigmenty zostávajú v dermálnej vrstve. Epidermis je na obrázku zobrazená fialovou farbou, dermis je znázornená svetlo ružovou farbou a tetovacie pigmenty sú čiernej farby.²

1 Miranda, M. D. (2015). *Forensic Analysis of Tattoos and Tattoo Inks*. S. 382.

2 Miranda, M. D. (2015). *Forensic Analysis of Tattoos and Tattoo Inks*. S. 382.



Obrázok 1 Prierez tetovanou pokožkou³

Tetovania možno klasifikovať podľa piatich základných kategórii, a to na:

- amatérske tetovania, ktoré sú vytvárané neprofesionálnym spôsobom, kedy ich tvorcom je jednotlivec s malým alebo žiadnym zaškolením,
- profesionálne tetovania, ktoré sú vyhotovené osobou správne vyškolenou v oblasti tetovania, často s dlhodobými tréningovými cyklami a učňovským obdobím, pričom profesionálne tetovania obsahujú často viac farieb a rovnomernú hĺbku atramentu v dermis na celom tetovaní,
- kozmetické tetovania, tiež známe ako „permanentný make-up“, sa využívajú na napodobňovanie kozmetických alebo make-upových výrobkov, akými sú očné tieň, očné linky či rúže, tieto typy tetovaní môžu mať veľký význam v oblasti forenzej vedy, a teda i pre identifikáciu, ak sa o nich vedú náležité záznamy,⁴
- lekárske tetovania, ktoré majú praktický účel a zobrazujú podrobnosti o jednotlivcovi a o jeho zdravotnom stave,
- a traumatické tetovania, ktoré sa získavajú najmä náhodne, v dôsledku traumatizujúcich udalostí, tento typ tetovaní môže odhaliť podstatu poranenia, tiež poukazujú na akúkoľvek nezákonnú udalosť.⁵



Obrázok 2 Klasifikácia tetovaní⁶

3 Miranda, M. D. (2015). *Forensic Analysis of Tattoos and Tattoo Inks*. S. 382.

4 Tsur, H., Kaplan, H.Y. (1993). Camouflaging hairless areas on the maleface by artistic tattoo. In *Plastic and reconstructive surgery*. P. 357-360.

5 MC Clatchy DC. (2006). *These tattoos aren't artful- they help identify Iraq's dead*: <<https://www.mcclatchydc.com/latest-news/article24458662.html>>.

6 Miranda, M. D. (2015). *Forensic Analysis of Tattoos and Tattoo Inks*. S. 382.

2 Možnosti individuálnej identifikácie na základe tetovania.

Anatomické črty ľudí a ich využívanie sa stalo bežnou súčasťou modernej doby, ktoré sa využívajú na pasoch, kreditných kartách či v mobilných telefónoch. Biometrické rozpoznávanie alebo jednoducho biometria, sa vzťahuje na automatické rozpoznávanie jednotlivcov na základe ich anatomických vlastností alebo ich prejavov. Jedným z najznámejších biometrických znakov sú napríklad odtlačky prstov. Úspech automatických systémov odtlačkov prstov v oblasti presadzovania práva a kriminalistiky vo svete podnietil používanie biometrie v rôznych civilných identifikačných systémoch. Aj keď nastal obrovský pokrok v biometrii a forenzej oblasti, v mnohých situáciách, kedy sú k dispozícii len primárne biometrické črty, a teda odtlačky prstov, tvár či dúhovka, tieto samotné nemôžu dostatočne identifikovať jednotlivca s vysokou presnosťou, to platí najmä v prípade, kedy je kvalita obrazu nízka, napríklad preto, že kamera zachytila rozmazaný obraz alebo vytvorila obraz mimo centrálnej polohy, alebo je k dispozícii len čiastočný odtlačok prsta.⁷ V prípade rozpoznávania tváre, zodpovedajúci výkon degraduje, a to vplyvom osvetlenia, zmenou výrazu či kvôli starnutiu, pričom práve v takýchto prípadoch je dôležité získať doplnkové informácie, ktoré pomôžu pri identifikácii, ktorými sú „soft“ biometrické prvky.⁸

Využitie takzvanej „soft“ biometrie vo forenzej vede je cenným nástrojom pre objasňovanie trestných činov a zisťovanie ich páchatelov, ide o charakteristiky, ktoré poskytujú identifikačné informácie o osobe, ktorým však chýba osobitosť a stálosť. Nakoľko „soft“ biometrické vlastnosti pomáhajú zúžiť identitu podozrivého alebo obeť pri vyšetrovaní, mnohé orgány činné v trestnom konaní takéto informácie zbierajú a uchovávajú vo svojich databázach.⁹

Medzi tieto biometrické prvky patria tetovania, pričom práve tie sú častokrát považované za jeden z najdôležitejších dôkazov vo vyšetrovaní. Tetovanie poskytuje informácie dôležité k identifikácii osoby, akými sú napríklad demografická skupina, ďalej indikátory, akými sú vek, výška, rasa či pohlavie. Vyššie uvedené vyplýva najmä z faktu, že mnohí jednotlivci disponujú tetovaním slúžiacim na individualizáciu, zobrazenie svojej osobnosti alebo tetovaním, prostredníctvom ktorého prejavujú členstvo v skupine.¹⁰ Samotné tetovacie pigmenty sú zapustené v koži do takej hĺbky, že ani ťažké popáleniny kože často tetovanie nezničia, z tohto dôvodu tetovanie zohrávalo dôležitú úlohu i pri identifikácii obetí teroristických útokov z 11. septembra 2001, no tiež pri identifikácii obetí tsunami v Ázii z roku 2004, ktoré vzniklo vplyvom zemetrasenia v Indickom oceáne, nazvané Su-

matransko-andamanské zemetrasenie. Zatiaľ čo vlastnosťou primárnej biometrie je to, že má svoju vlastnú jedinečnú fyzickú reprezentáciu, napríklad v prípade daktyloskopických odtlačkov sa jedná o jedinečné usporiadanie papilárnych línií a markantov, tetovania často pozostávajú z predmetov rôznych tvarov, farieb a textúry, pričom práve táto skutočnosť bola hlavným dôvodom, prečo bolo vyvinuté nemalé úsilie pri tvorbe systémov založených na automatickom párovaní a získavaní obrázkov tetovania za účelom možností identifikácie osôb.¹¹

Orgány činné v trestnom konaní v Spojených štátoch amerických sa riadia štandardom ANSI/NIST, ktorý funguje na tom princípe, že k tetovaniu sa pridávajú takzvané štítky obsahujúce kľúčové slová, na základe ktorých je následne možné tetovanie v príslušnej databáze vyhľadať. Predmetný štandard definuje osem hlavných tried, ktorými sú človek, zvieratá, rastlina, vlajka, objekt, abstrakt, symbol a iné a celkovo 70 podtried, akými sú napríklad mužská tvár, mačka, narkotiká, Americká vlajka, oheň, postava, nápisy, národné symboly a iné, ktoré slúžia na kategorizáciu tetovaní. Hľadanie v databáze tetovaní zahŕňa zhodu označenia triedy tetovania dopytu a štítku pre tetovanie v databáze. Súčasná prax spájania tetovaní podľa ručne priradených štítkov triedy ANSI/NIST je príznačná nasledujúcimi obmedzeniami:

- označenie triedy nezachytáva sémantické informácie v tetovaniach,
- orgány činné v trestnom konaní musia držať milióny obrázkov tetovaní,
- vyhľadávanie a následne porovnávanie tetovaní je časovo náročné,
- tetovanie často obsahuje viacero predmetov a nemožno ho vhodne zaradiť do konkrétnej triedy,
- fotografie tetovania majú veľkú vnútro triednu variabilitu,
- triedy obsahujú neúplný popis nových tetovacích vzorov.¹²

Označovanie na základe kľúčového slova má svoje nevýhody, medzi ktoré patrí, okrem vyššie spomenutých i obmedzenie štandardných tried, taktiež vzniká potreba existencie viacerých kľúčových slov na dostatočný popis niektorých tetovaní. Ako nedostatok sa prejavuje i subjektivita v ľudskej anotácii, keďže rovnaké tetovanie môže byť osobami využívajúcimi predmetný štandard označené odlišne. Na obdobnom systéme fungujú i databázy iných krajín, pričom jednotlivé tetovania sú v databázach vyhľadávané na základe názvu obsahu tetovania, pričom pri výbere oblasti absentujú názvy

7 NIST. (2016). Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial & Other Biometric Information: <<https://www.nist.gov/publications/data-format-interchange-fingerprint-facial-other-biometric-information-ansinist-itl-1-1>>.

8 FBI. Next generation identification (NGI). (2012). In *FBI- Federalbureau of investigation*: <<https://www.fbi.gov/services/cjis/fingerprints-and-other-biometrics/ngi>>.

9 LEE, J., a kol. (2012). Image Retrieval in Forensics: Tattoo Image Database Application. In *IEEE MultiMedia*, číslo 19. S. 40-49.

10 Jain, A.K., Dass, S.C., Nandakumar, K. (2004). Can soft biometrics traits assist user recognition? In *Proceeding of SPIE Conference biometric technology for human identification*. S. 561-572.

11 Jain, A.K., Dass, S.C., Nandakumar, K. (2004). Can soft biometrics traits assist user recognition? In *Proceeding of SPIE Conference biometric technology for human identification*. S. 561-572.

12 NIST. (2016). Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial & Other Biometric Information: <<https://www.nist.gov/publications/data-format-interchange-fingerprint-facial-other-biometric-information-ansinist-itl-1-1>>.

mnohých motívov, čo vedie k subjektívnosti a následným problémom pri vyhľadávaní. Uvedené nedostatky systému vyhľadávania tetovaní založeného na kľúčových slovách, a teda i na názvoch obsahov podnietili potrebu vzniku automatizovanej detekcie tetovania na základe fotografie a možnosti ich vyhľadávania. Na podklade vyššie uvedených skutočností Národný inštitút štandardov a technológií v Spojených štátoch amerických vytvoril technologický program na rozpoznávanie tetovaní s cieľom vyhodnotiť operačnú schopnosť rozpoznávania tetovaní na základe fotografií, tiež i na podporu aplikácií využívaných orgánmi činnými v trestnom konaní.

Prvým programom bolo Tattoo- Challenge (Tatt-C), predmetná výzva bola uskutočnená i za účelom zapojenia výskumnej komunity do pokroku vo výskume a vývoji v oblasti automatizovaných technológií založených na fotografiách tetovaní a na posúdení ich stavu, taktiež za účelom zistenia metód, ktoré sú účinné pre príslušne prevádzkové scenáre. Aktivity Tatt-C prebiehala od 23. septembra 2014 do 4. mája 2015 za účasti šiestich organizácií, a to konkrétne Compass Technical Consulting (USA), Fraunhofer Institute of Optics and System Technologies and Image Exploitation (DE), French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (FR), MITER (USA), MorphoTrak (USA) a Purdue University (USA). Účastníkom bol poskytnutý súbor údajov o veľkosti 16 716 fotografií tetovaní, pričom jednotlivé organizácie mali použiť svoj vlastný algoritmus pri riešení nasledovných prípadov.

Prvou výzvou bola identifikácia tetovania. Táto výzva v sebe zahŕňala úlohu vyhľadania rôznych obrázkov toho istého tetovania rovnakého subjektu. Výsledky prvej výzvy mali poukázať na možnosť uplatnenia pri vyšetrovaní, pri identifikácii jednotlivca, napríklad v prípade lúpeže, kedy má podozrivá osoba na sebe masku a rukavice a kamerový systém zaznamená tetovanie odhalené na krku alebo paži podozrivého. Podstatou druhej výzvy bolo porovnať efektívnosť jednotlivých algoritmov pri vyhľadávaní fotografií tetovania, v prípade, že disponujeme len fotografiou časti tetovania, a teda nedisponujeme celým tetovaním. Tento prípad použitia má uplatnenie pri vyšetrovaní na podporu identifikácie jednotlivca, napríklad v prípade, keď je tvár podozrivého zakrytá, ale kamerový systém dokáže zachytiť časť tetovania, ktoré je odhalené napríklad na paži. Treťou výzvou bolo posúdenie efektívnosti algoritmov pri vyhľadávaní súvisiacich alebo vizuálne podobných tetovaní. Výsledky výzvy majú uplatnenie pri vyhľadávaní jednotlivcov, ktorí sú členmi jedného gangu, pričom jednotlivé výsledky môžu viesť k ďalším jednotlivcom s veľmi podobnými tetovaniami, ktorí sú pravdepodobne v tom istom gangu. Štvrtá výzva bola zameraná na vyhľadávanie zhody tetovaní v prípadoch, kedy sú k dispozícii netetované obrázky. A to napríklad skice, naskenované obrázky či grafity, a teda podstatou bolo zameranie sa na vizuálne podobné alebo súvisiace tetovania. Tento prípad použitia má uplatnenie pri investigatívnom zhromažďovaní spravodajských informácií. V prípadoch, keď fotografia tetovania nie je zachytená kamerou, ale jednotlivec bol svedkom niekoho s tetovaním zapojeného do trestnej činnosti. Cieľom poslednej z Tatt-C výziev bolo zistiť efektívnosť algoritmov v prípadoch, kedy je potrebné zistiť či fotografia obsahuje tetovanie alebo nie. Tento prípad použitia má uplatnenie pri konštruk-

cii a údržbe databáz, kedy sa zhromažďujú veľké množstvá neoznačených údajov, čo predstavuje výzvu pre automatickú extrakciu rôznych typov fotografií.

Kľúčové výsledky pre päť skúmaných prípadov použitia sú:

- Prvá výzva bola zameraná na identifikáciu tetovania, a teda na vyhodnotenie zhody rôznych inštancií toho istého tetovania od toho istého subjektu v priebehu času. Na galérii s veľkosťou 4 375 obrázkov, zaznamenal najväčší úspech algoritmus MorphoTrak, a to 99,4 % úspešnosť v nájdení zhody.
- V druhej výzve, bola hodnotená zhoda s podoblasťou záujmu, ktorá je obsiahnutá na väčšom obrazovom plátne. Na galérii s veľkosťou 4 363 obrázkov, sa ukázal ako najvýkonnejší algoritmus MorphoTrak, a to s účinnosťou 97 %.
- Cieľom tretej výzvy bolo vyhodnotenie zhodujúcich sa a vizuálne podobných tetovaní, ktoré medzi sebou súvisia, ktoré však patria viacerým subjektom. Pri veľkosti galérie 272 obrázkov dosiahol najväčšiu presnosť algoritmus MITRE, a to 14,9 % zhody.
- Štvrtá výzva hodnotila zhodné vizuálne podobné alebo príbuzné tetovania pomocou rôznych typov snímok, na ktorých sa nenachádzalo tetovanie na tele človeka, išlo o rôzne nákresy či skice. Najvýkonnejší algoritmus pre predmetnú výzvu bol MITRE, ktorý pri galérii s veľkosťou 55 obrázkov vykázal mieru úspešnosti v hodnote 36,5 %.
- Posledná výzva zameraná na detekciu tetovaní vyhodnotila, či obrázok obsahuje tetovanie alebo nie. Na zmiešanom súbore údajov pozostávajúcom z 1 349 fotografií tetovaní a 1 000 obrázkov tváre, sa najvýkonnejším algoritmom stal algoritmus MorphoTrak s celkovou presnosťou detekcie vo výške 96,3 %.

Medzi faktory, ktoré ovplyvnili presnosť výsledkov, patria:

- algoritmy, nakoľko presnosť detekcie a zhody tetovania silne závisí od implementácie základnej technológie, pretože výkon algoritmov sa výrazne líši,
- veľkosť galérie, pretože tá má vplyv na presnosť, jej zníženie bolo možné pozorovať pri všetkých algoritmoch, v prípade, zväčšenia veľkosti galérie,
- kvalita fotografie taktiež zohráva dôležitú úlohu pri určovaní výkonnosti algoritmu,
- nezrovnalosti v uhle tetovania, orientácii, veľkosti tetovania vo vzťahu k celej fotografii, zlé charakteristiky fotografií tetovaní, vrátane nesprávneho osvetlenia, nízkeho kontrastu, existencie oblečenia a rušivých vplyvov na pozadí, ktoré taktiež prispievajú k zlyhaniu algoritmu na detekciu tetovania a zhody.

Na základe výsledkov Tatt-C a po ich dôkladnej analýze bolo potrebné vytvoriť odporúčania smerujúce k zefektívneniu vyhľadávania v informačných systémoch. Medzi tieto zaradujeme nutnosť vypracovania usmernenia, ktoré by obsahovalo osvedčené postupy pre zber a zachytávanie fotografií tetovaní, definície kvality obrázku a štandardy pre vyhotovovanie fotografií, a to tak, ako boli podobné pokyny vyvinuté i pre zber fotografií tváří, dúhoviek a odtlačkov prstov, ktoré sú

úspešne využívané orgánmi činnými v trestnom konaní. Medzi odporúčania vyvozené z výsledkov radíme i vytvorenie takzvaného školiaceho materiálu, ktorého obsahom by bola komparácia fotografií tetovania medzi kvalitnými obrázkami a tými nekvalitnými. Počas vyhotovovania fotografie je potrebné využívať taký softvér, ktorý v aktuálnom čase vyhodnocuje kvalitu fotografie, napríklad osvetlenie, kontrast alebo existenciu rušivých elementov a určuje, či fotografiu prijať alebo odmietnuť.¹³

Zlyhanie rozpoznávania v Tatt-C často súviselo s konzistentnosťou a kvalitou snímania obrázkov, takže cieľom Tattoo Recognition Technology- Best practices (Tatt -BP) bolo poskytnúť usmernenia na zlepšenie kvality zhromaždených fotografií tetovania.¹⁴ K nedostatkom, ktoré znižujú úspešnosť použitého algoritmu pri detekcii a porovnávaní zaraďujeme najmä nezrovnalosti v uhle obrazu, orientácii, veľkosti tetovania vo vzťahu k celej fotografii, tiež zlé charakteristiky, ktorými sú slabé osvetlenie, nízky kontrast, rozmazanie, existencia oblečenia či rušivých vplyvov v pozadí. Prostredníctvom Tatt- BP boli vymedzené jednotlivé pravidlá snímania tetovaní:

- Prostredie snímania: Prostredie musí byť primerané, rovnomerné, osvetlenie musí byť rozptýlené, a to ideálne s minimálne dvoma bodovými vyváženými svetelnými zdrojmi. Pozadie by malo byť jednofarebné a nemalo by obsahovať akékoľvek rušivé vplyvy.
 - Pred snímaním: Pred samotným vyhotovením fotografie musí byť fotoaparát nastavený na zhromažďovanie fotografií s rozlíšením minimálne 5 megapixelov. Medzi objektom a fotoaparátom je potrebné zachovať vzdialenosť o veľkosti približne jedného metra. Subjekt, a teda osoba, na ktorej tele sa tetovanie nachádza musí byť poučená o postoji, ktorý je potrebné zachovať, ideálne by mala stáť vzpriamene s oboma predlaktami smerujúcimi k zemi, tiež je potrebné, aby sa osoba nehýbala. Následne sa musí celé tetovanie nachádzať v zornom poli fotoaparátu.
 - Počas snímania: V úvode je potrebné sa uistiť, že fotoaparát je držaný nehybne a je správne zarovnaný, aby zachytil tetovanie rovnobežne s rovinou snímača. Pre každé tetovanie je potrebné vyhotoviť minimálne dve fotografie, a to jednu, ktorá je dostatočne ďaleko, aby obsahovala polohu tela a jednu fotografiu zblízka, na ktorej tetovanie zaberá aspoň 75 % fotografie, pričom je viditeľné celé tetovanie v zornom poli fotoaparátu a v ideálnom prípade nezahŕňa žiadne irelevantné telesné ochlpenie alebo rušivé vplyvy na pozadí. Pre tetovania, ktoré sa rozprestiera po väčšinej časti tela je potrebné vyhotoviť fotografiu celého tetovania a následne fotografie menších oblastí.
 - Po zachytení: Tetovanie musí byť zaostrené, s dobrým osvetlením a kontrastom oproti pokožke. Nežiaduce sú tieňe či odlesky, ktoré zakrývajú tetovanie.
- Doposiaľ posledným programom Národného inštitú-

tu štandardov a technológií bol Ttattoo Evaluation (Tatt-E), pričom ide o pokračovanie aktivity Tatt-C. Aktivita Tatt-E hodnotí komparatívnu a absolútnu presnosť spolu s prevádzkovými meraniami na väčších, realistickejších súboroch údajov, ako v Tatt C. Test využíval veľké množiny prevádzkových údajov zahŕňajúce fotografie tetovaní z databáz OČTK, o počte až 100 000 fotografií. Do testu bola zapojená Čínska akadémia vied a MorphoTrak, pričom algoritmy akadémie sú označené písmenom A a algoritmy organizácie MorphoTrak sú označené pod písmenom B.

Tatt-E hodnotí schopnosti algoritmov a ich efektívnosť v nasledujúcich prípadoch:

- Identifikácia tetovania, a teda porovnávanie rôznych podôb rovnakej fotografie tetovania jedného subjektu v priebehu času.
- Náčrty, porovnávanie obrázkov náčrtov s fotografiami tetovaní.
- Multispektrálne porovnávanie fotografií tetovaní zozbieraných v krátkovlnnom infračervenom (SWIR) spektre s tetovaniami zozbieranými vo viditeľnom spektre.
- Detekcia a lokalizácia tetovania, a teda určenie, či fotografia obsahuje tetovanie a ak áno, následná segmentácia tetovania.

Pre prvý prípad, a teda pre prípad zameraný na identifikáciu tetovania dosiahol najlepší výkon algoritmus B31I s presnosťou 72,1 %, a teda s mierou chybovosti 27,9 %. Aj v prípade najvýkonnejšieho algoritmu približne 25 % vyhľadávaní nikdy nevyhľadalo príslušnú zhodu. Všeobecné charakteristiky fotografií spojených so zlyhaním identifikácie možno kategorizovať ako zlyhanie detekcie, lokalizácie a párovania. Fotografie tetovania, ktoré neboli rozpoznané sú predovšetkým tie s nízkym kontrastom na veľmi tmavej pokožke a fotografie, kde pomer tetovania k fotografii, a teda veľkosť tetovania vzhľadom na celú fotografiu bola malá. Fotografie tetovaní, na ktorých segmentácia tetovania z pozadia bola nesprávna, často obsahovali v pozadí oblečenie alebo vlasy na tele, ktoré neboli súčasťou tetovanej oblasti. Zlá segmentácia tetovania, napríklad na vzorovanom oblečení, spôsobí falošnú zhodu na fotografiách s podobnými vzormi. Z výsledkov bola pozorovaná falošná zhoda tetovaní s podobnými typmi písma a veľmi jednoduchými a malými tetovaniami, akými sú slzy a bodky, ktoré bolo ťažké vyhľadať, kvôli nedostatku jedinečných funkcií. Falošná zhoda sa objavila i v prípadoch, kedy bolo vyhľadávané tetovanie obsahujúce napríklad päst či prst, nakoľko medzi výsledkami nachádzali i iné tetovania nachádzajúce sa na týchto častiach tela, a teda na pästi či na prste.

Druhý prípad bol zameraný na podrobný popis výkonu algoritmov pri priradovaní obrázkov náčrtu k zodpovedajúcej fotografii skutočného tetovania. Existencia náčrtov tetovaní nakreslených na základe poskytnutých popisov má vysokú forenznú hodnotu a práve to bolo i dôvodom zamerať sa na výkon algoritmov v tejto oblasti. Skúšobné údaje pre

13 NIST. *Tattoo Recognition Technology-Challenge (Tatt-C)* (online) 2014: <https://www.nist.gov/programs-projects/tattoo-recognition-technology-challenge-tatt-c>

14 NIST. *Tattoo Recognition Technology - Best Practices (Tatt-BP): Guidelines for Tattoo Image Collection* (online) 2014: <https://www.nist.gov/publications/tattoo-recognition-technology-best-practices-tatt-bp-guidelines-tattoo-image-collection>

tento prípad použitia pozostávajú z 1 0369 obrázkov načrtov tetovaní. Náčrt tetovania sa následne vložil do príslušnej databázy, v tomto prípade do galérie o veľkosti 100 000 fotografií tetovaní. Ako najvýkonnejší algoritmus sa prejavil A30I s presnosťou 40 %. Zdokumentované čísla presnosti predstavujú najlepší možný scenár, pretože v praxi sa môže stať, že umelec nebude mať fotografiu, s ktorou by mohol pracovať. V prevádzkových prípadoch bude presnosť tohto procesu závisieť od spomienky osoby, ktorá opisuje tetovanie forenznému umelcovi pri vytváraní verného zobrazenia toho, čo zbadala.

Tretí prípad bol zameraný na využívanie rôznych infračervených pásiem pri zbere a vyhotovovaní fotografií tetovaní. Cieľom tretieho prípadu bolo zhodnotiť presnosť algoritmov pri porovnávaní fotografií tetovaní zozbieraných v rôznych vlnových dĺžkach v rámci krátkovlnného infračer-

veného žiarenia. V SWIR žiarení všetky algoritmy vykazovali najlepší výkon zhody na viditeľných fotografiách, a potom na zhromaždených fotografiách medzi vlnovými dĺžkami 1100 nm až 1300 nm. Je to do značnej miery spôsobené znížením viditeľnosti tetovania na koži pri vlnovej dĺžke 1400 nm a vyššej.

Štvrtý prípad podrobne popisuje výkon algoritmov, ktorých úlohou je zistiť, či fotografia obsahuje tetovanie alebo nie. Fotografie tetovania boli zhromaždené v kontrolovaných nastaveniach a obsahovali jedno alebo viac tetovaní. Mieru detekcie až 99,5 % predstavili najvýkonnejšie algoritmy B21D, B30D, B31D. Falošné zhody sa často prejavili pri fotografiách s množstvom vzorov, akými sú grafity na stenách, odevoch či umeleckých dielach.¹⁵

3 Zistenia a odporúčania pre prax.

Forenzné vedy napredujú každým dňom a neustále vznikajú nové metódy, ktorých cieľom je uľahčiť prácu policajtom a zároveň sťažiť podmienky pre páchanie trestnej činnosti páchatelom, taktiež sa napreduje i v metódach, ktoré slúžia na ich identifikáciu. Vedci, výskumníci a odborníci z rôznych krajín sveta pozornosť upriamujú i na problémy súvisiace s možnosťami identifikácie na základe tetovania na tele osoby. Posledné roky sa venovali najmä efektívnosti rôznych algoritmov, prostredníctvom ktorých je možné vyhľadávať fotografie tetovaní v systémoch, a to za rôznych podmienok, ide predovšetkým o vyhľadávanie podobných tetovaní rôznych subjektov rovnakých tetovaní jedného subjektu v rôznych časových obdobiach, vyhľadávanie tetovania na základe jeho menšej časti a ďalšími username, s ktorými sa môžu OČTK v priebehu vyšetrovania stretnúť. Na základe získaných poznatkov chceme poukázať na úroveň zložitosti problémov, ktorými sa v súčasnosti odborný svet zaoberá, ktorých výsledky reálne napomáhajú a v budúcnosti i budú napomáhať pri zefektívňovaní možnosti individuálnej identifikácie na základe tetovania.

Na základe výsledkov predmetných testov považujeme za dôležité uviesť, že je potrebné zamerať sa i na oblasti, ktoré v sebe nezahŕňali Tatt-C, Tatt-BP, no tiež ani Tatt-E, medzi ktoré patria nasledujúce oblasti:

- Starnutie tetovania, a teda štúdia zhodných tetovaní v priebehu času, zistenie či starnutie tetovania môže mať vplyv na vyhľadanie zhody v systéme.
- Rozpoznávanie tetovania za bežných podmienok: štúdia výkonu rozpoznávania tetovania na fotografiách zozbieraných bez použitia štandardných postupov.
- Rozpoznanie tetovania vo videu.

U vyššie uvedeného je zrejme, že problematike tech-

nológii rozpoznávania tetovaní je naďalej potrebné venovať pozornosť a riešiť ďalšie otázky spojené s jej efektívnosťou. Taktiež je potrebné zamerať sa i na oblasti, ktorým sa doposiaľ výskumná komunita nevenovala, nakoľko identifikácia na základe tetovania zohráva dôležitú a nezastupiteľnú úlohu pri vyšetrovaní trestných činov, pri zisťovaní identity jednotlivcov či pri evidencii páchatelov. Za nesmierne dôležité považujeme i školenia osôb zodpovedných za vyhotovovanie fotografií tetovaní, ktoré sú následne implementované do jednotlivých systémov, a to z hľadiska dokumentácie tetovaní, opisu tetovaní a vkladania tetovaní. Pri nesprávnej dokumentácii tetovaní osoby môžu nastať významné problémy v možnostiach následnej identifikácie osoby páchatela trestného činu. Pri dokumentácii tetovaní považujeme za dôležité i využívanie meradla, ktoré sa aktuálne využíva i v Slovenskej republike, a to z dôvodu porovnávania dvoch potenciálne zhodných tetovaní, ktoré sa však môžu líšiť práve svojou veľkosťou, pričom predmetnou problematikou sa Tatt-BP nezaoberala. Ako negatívum vnímame subjektivitu pri označovaní tetovaní a následnom vkladaní do systémov, ktorá má za následok vznik problémov pri následnom vyhľadávaní, nakoľko kriminalistický technik, prípadne osoba zodpovedná za vkladanie do systému môže tetovanie označiť inak, než osoba, ktorá tetovanie vyhľadáva. V rámci aplikačnej praxe považujeme za nutné rozšíriť možnosti opisu obsahu tetovaní a tieto neustále aktualizovať, nakoľko neustále vznikajú nové motívy, ktoré podliehajú aktuálnym trendom. Ako problém sa javí i vkladanie a následne vyhľadávanie komplikovaných tetovaní, ktoré obsahujú viacero motívov či vzorov, ktoré môžu byť podpísané dvomi osobami úplne odlišne, čo taktiež môže viesť k neúspešnej identifikácii osoby.

15 Ngan, M., Grother, P., Hanaoka, K. (2018). Tattoo Recognition Technology - Evaluation (Tatt-E): Performance of Tattoo Identification Algorithms. In *NIST - National Institute of Standards and Technology*: <<https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8232>>.

Záver

V súčasnosti je známych viacero metód, prostredníctvom ktorých je možné zistiť totožnosť, a teda identifikovať osobu. Medzi najfrekvencovanejšie metódy radíme napríklad analýzu DNA či identifikáciu pomocou daktyloskopických odtlačkov, ktoré sú pre každú osobu jedinečné. V mnohých registrovaných prípadoch však nie je možné použiť žiadnu z vyššie spomenutých metód identifikácie, ide o prípady, kedy tieto nie sú k dispozícii, alebo nie sú dostatočnej kvality. Práve v týchto prípadoch je nutné využiť iné metódy, prostredníctvom ktorých je individuálna identifikácia osoby možná. Medzi tieto metódy zaraďujeme i možnosť identifikácie na základe tetovania, pričom práve problematike tetovaní z forenzného a kriminalistického hľadiska sa v posledných rokoch dostáva náležitej pozornosti zo strany odbornej verejnosti. Tetovania sú odlišné svojimi tvarmi, farbami, motívmi a inými špecifikami, ktoré ich robia jedinečnými, napomáhajú

pri identifikácii nie len živých osôb, no i v prípadoch identifikácie neznámych ľudských pozostatkov, práve na podklade vyššie uvedeného orgány činné v trestnom konaní dlhodobo zhromažďujú fotografie tetovaní, ktoré sú súčasťou rôznych systémov a databáz, v ktorých je možné tetovania vyhľadávať, a to najmä manuálne podľa popisu tetovania na základe ich obsahu, a teda i štítku, podľa ktorého je tetovanie označené a do systému vložené. Práve tento systém vyhľadávania je však charakteristický rôznymi obmedzeniami, ktoré smerovali k potrebe tvorby automatizovaných systémov vyhľadávania tetovaní, ktoré by zefektívnilo prácu orgánov činných v trestnom konaní. V súčasnosti sú realizované rôzne programy, ktoré skúmajú efektívnosť algoritmov, ktoré by umožňovali vyhľadávanie v týchto databázach, a tak rozšírili možnosti identifikácie osôb, ktoré sú schopné odstrániť nedostatky manuálneho spôsobu vyhľadávania v systémoch a databázach.

THE POSSIBILITY OF INDIVIDUAL IDENTIFICATION OF PERSONS ON THE BASIS OF TATTOOS

Michaela Nahálková

Summary

The present article deals with the currently rapidly evolving issue of the possibility of individual identification of persons on the basis of tattoos and provides an insight into the issue of tattooing from a forensic point of view, and thus focusing on how this indelible mark can help identify individuals. The author presents an analysis of current programs aimed at determining the effectiveness of the use of algorithms in solving problems encountered by law enforcement agencies in practice, also describes the basic rules for

the correct documentation of tattoos on the body of persons. It also indicates possible areas that need to be addressed in the future and assess the effectiveness of algorithms in solving problems related to them, the author also points to the most common shortcomings of manual search in tattoo systems and databases, including subjectivity in inserting and marking tattoo photos into systems and databases.

Keywords: Tattoos, human skin, identification, automated systems, Tatt-C, Tatt-BP, Tatt-E.

GALIMYBĖ IDENTIFIKUOTI ASMENIS PAGAL TATUIRUOTES

Michaela Nahálková

Santrauka

Šiame straipsnyje nagrinėjama šiuo metu sparčiai besivystanti galimybė identifikuoti asmenis pagal tatuiruotes ir pateikiama įžvalga apie tatuiruočių problematiką teismo medicinos požiūriu. Sutelkiamas dėmesys į tai, kaip šis greitis nepanaikinamas ženklas gali padėti identifikuoti asmenis. Autorė pateikia dabartinių programų, skirtų nustatyti algoritmus, naudojimus efektyviai sprendžiant problemas, su kuriomis praktikoje susiduria teisėsaugos institucijos, analizę, taip pat aprašo pagrindines tatuiruočių ant asmenų kūno fiksavimo

taisykles. Taip pat nurodomos galimos sritys, kurias reikia spręsti ateityje ir įvertinti algoritimų efektyvumą sprendžiant su jomis susijusias problemas, taip pat nurodomi dažniausiai pasitaikantys rankinės paieškos trūkumai tatuiruočių sistemoje ir duomenų bazėse, įskaitant subjektyvumą įkeliant ir aprašant tatuiruočių nuotraukas į sistemas ir duomenų bazes.

Raktiniai žodžiai: tatuiruotės, žmogaus oda, identifikavimas, automatizuotos sistemos, Tatt-C, Tatt-BP, Tatt-E.