

PRÍPRAVA ŠTUDENTOV, ODBORNÍKOV PRE OBLASŤ BIOMETRIE

HAMBALÍK Alexander – MARÁK Pavol, SK

Resumé

Príspevok oboznamuje záujemcov so skúsenosťami, ktoré sme získali počas niekoľkoročného vývoja špeciálneho systému pre podporu výskumu a prípravy študentov, odborníkov hlavne pre oblasť biometrie, ale aj pre iné úlohy. Uplatňuje sa všade tam, kde sa vyžadujú technológie pre paralelné spracovanie úloh viacerými viacjadrovými procesormi na základnej doske alebo v grafickej karte a rýchle sieťové pripojenie. Má unikátnu podporu pre daktyloskopické využitie. Hardvérové a softvérové vybavenie je navrhované viacúčelovo tak, aby sa dalo využívať aj v iných špecifických oblastiach výskumu a výučby. Môže adaptabilne využívať všetky možnosti technického a technologického prostredia na rýchle a presné spracovanie nasnímaných statických obrazov (napr. odtlačkov prstov), alebo pre iné, náročnejšie úlohy. Hardvér podporuje aj spracovanie pohyblivých obrazov (video). Okrem toho dovoľuje čiastočne riešiť úlohy, ktoré sa vykonávajú bežne len počas expertíz, bez nutnosti prítomnosti vysoko kvalifikovaného experta. Vďaka výkonnej grafickej karte, ktorá dovolí paralelizovateľné procesy vykonať veľkou rýchlosťou, sa dá využiť aj pri vývoji optimalizovaných šifier pre postkvantovú kryptografiu.

Kľúčové slová: príprava študentov, odborníkov, expertov, špeciálne oblasti vyučovania, biometria, daktyloskopia, postkvantová kryptografia, unikátny expertný systém, rozšírená sada markantov

PREPARING STUDENTS AND BIOMETRICS EXPERTS

Abstract

This contribution provides readers with information about the experience we have gained during an extensive period of development of the special system supporting research and training of students especially in the field of biometrics. This system finds its applications where one needs to employ technologies for parallel task processing using multi-core CPUs, GPUs and fast network connection. It has a unique support for fingerprint recognition, however its hardware and software equipment is designed for multiple purposes so it could be used in different areas of research and education. It adaptively employs all technical and technological possibilities for fast and accurate processing of static images (e.g. fingerprints) or other, more demanding tasks. The hardware also supports video processing. Besides this, it partly allows to solve tasks that are commonly performed during expertise without the need of highly trained professional. Thanks to a powerful GPU that allows fast execution of parallel processes, it can be used in development of optimized encryption techniques suitable for a post-quantum cryptography.

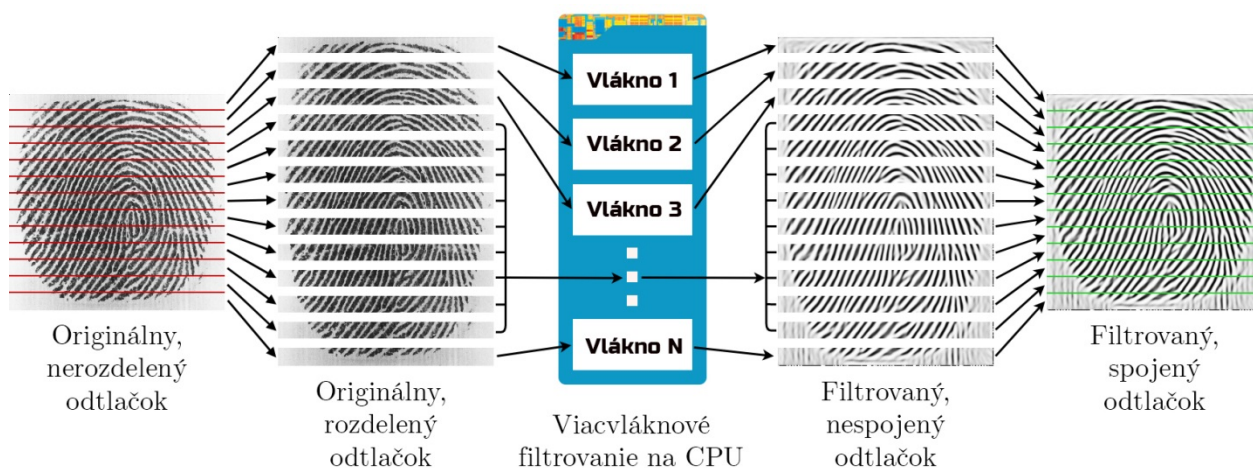
Key words: preparation of students, experts, specialists, special areas of teaching, biometrics, dactyloscopy, postquant cryptography, unique expert system, expanded area of minutiae

Úvod

Po dlhom a veľmi špecifickom vývoji najmä v rámci daktyloskopie, biometria sa stala dnes neodmysliteľnou súčasťou každodenného života. Na jednej strane uľahčuje nám život, ale na druhej strane prináša požiadavku na efektívnu a kvalitnú prípravu odborníkov, expertov. Realizuje sa to najmä vo forme rôzne pomenovaných predmetov počas vysokoškolského štúdia. Vzhľadom na

vysoké nároky technického, softvérového vybavenia a personálneho osadenia, len málo pracovísk má skutočne také podmienky na prípravu, ktoré dokážu zaručiť požadovaný rozsah a kvalitu. Čiastočne je to spôsobené aj tým, že bežne sa kompletne vybavenie nepredáva a dodnes sa len zriedkavo zverejňujú podrobnosti o konkrétnom vybavení, osnovách a personálnom osadení (Idiap research institute, 2018; EAB/NBLAW, 2019). Okrem toho, že u nás robíme aj výskum v tejto oblasti, práve chýbajúca kvalitná podpora nás motivovala k tomu, aby na našom pracovisku vyvíjali komponentov vhodného vybavenia pre biometriu, so zvláštnym dôrazom na prípravu expertov z daktyloskopie. Zároveň sme navrhli systém tak, aby sa dal využívať aj pre iné účely, kde sú využívané podobné technológie počas výskumu a procesu prípravy odborníkov alebo expertov.

Vzhľadom na náročnosť problematiky, sme navrhli etapovitú prípravu výučby a výskumu (Némethová at al. 2012, Hambalík – Marák, 2013-2019; Marák – Hambalík, 2013-2019). Okrem teoretického skúmania problematiky využíva prevažne experimentálne metódy vývoja softvérového systému. Kombinuje sa v nej teoretický a praktický vývoj potrebných prostredí, komponentov, algoritmov na rozpoznávanie a analýzu charakteristických vzorov, markantov (minucií) v statických obrazoch. Nechali sme priestor aj pre využívanie vyvinutých prostriedkov a výsledkov v iných oblastiach, ktoré riešia obdobné úlohy a potrebujú podobné vybavenie. Väčšina podporovaných úloh z oblasti biometrie vyžaduje zložité predspracovanie, filtrovanie a rozpoznávanie, podľa typu vzorov (Maltoni at al., 2009), priamou bitmapovou formou alebo neurónovými sieťami.



Obrázok 1 – Filtrovanie odtlačkov v našom systéme pomocou viacvláknového Gáborovho filtra na CPU

V prvej etape vývoja sme vytvárali funkčné vzory algoritmov na rozpoznávanie markantov, vrátane rozpoznávanie zložitejších vzorov, sólo aplikáciami (Hofferica, 2015-2017). V ďalších etapách sme vyvíjali viacúčelový sieťový systém (Czakó, 2016; Kollman, 2016) s podporou výpočtov grafickou kartou (GPU) a viacprocesorovým, viacjadrovým systémom (CPU) základnej dosky. Ten dovolil mnohonásobne rýchlejšie, presnejšie spracovať a rozpoznávať obsah obrazov a mal aj vizualizáciu, pre úplnú podporu prípravy študentov a odborníkov. Súčasný systém (Kádek, 2018) podporuje medzinárodné štandardy výmenu odtlačkov prstov (ISO, ANSI) a okrem lokálneho zabezpečenia sa práve rozširuje samostatným, synchronnu (diferenciálnu) a asynchronnu (úplnú) archiváciu zabezpečujúcim serverom. Dokáže snímať, spracovať odtlačky, vyhľadávať markanty, autentifikovať a identifikovať osoby lokálnou alebo sieťovou technológiou pomocou desktopových a čiastočne aj mobilných zariadení. Je vybavený aj sofistikovanou nástrojovou aplikáciou, ktorá je navrhovaná na vyhľadávanie, označenie a získanie tréningových vzorov. Podľa nastavenia obsluhy

variáciou podmienok (zmenou polohy, otočenia, kvality, mierky obrazu, atď.) dokáže automaticky zvýšiť varianciu vzorky, ktorá zlepší účinnosť tréningu použitých neurónových sietí. Prípravu odborníkov preto nepodporuje iba novými technologickými možnosťami z vopred pripravených vzoriek. Podľa aktuálnej potreby môže podporiť aj aktivitu personálu a študentov, s možnosťami naživo a aktívne vytvárať nové vzorky pre výskum a výučbu.

1 Vývoj systému - od nadšenia k plánovanej práci

V roku 2006, teda iba dva roky po založení novej katedry STU (vtedy ešte pod názvom Katedra aplikovanej informatiky a matematiky), sme na pracovisku veľa vecí riešili takpovediac „za pochodu“. Napriek tomu, po nečakanej personálnej zmene, sme sa začali zaujímať o problémy, ktoré rieši daktyloskopia z pohľadu informatiky. Bol to krok do neznáma, prakticky bez akýchkoľvek znalostí a skúseností z tejto oblasti. Ešte sme sa poriadne ani neorientovali v problematike, kedy sme sa rozhodli, že jedno pole nášho ďalšieho bádania bude práve táto oblasť. Bolo nám aj to jasné, že výsledky našej práce sa neskôršie musia odzrkadliť aj do prípravy študentov. Od začiatku sme vedeli, že problematiku budeme musieť bádať z viacerých pohľadov, z pohľadu výskumníka, vyučujúcich a študentov. Každý pohľad má iné požiadavky na ciele ale aj na pracovné postupy a technické, resp. technologické vybavenie. Pri ich splnení sa riešia rôzne problémy s rôznymi prostriedkami. Samotné nadšenie nemohlo všetky naše problémy prekonať, preto prácu zo záľuby bolo treba už veľmi skoro zmeniť na plánovanú prácu s konkrétnymi cieľmi.

Z pohľadu výskumníka ciele vyžadovali:

- čo najskôr osvojiť teoretické poznatky,
- nájsť medzi nimi súvislosti,
- vytvoriť potrebné algoritmy procesov,
- aplikovať ich v praxi,
- získať, vyhodnotiť, resp. publikovať dosiahnuté výsledky,
- navrhnúť ďalšie smerovanie a kroky výskumu.

Z hľadiska vyučujúceho mali sme všetko robiť tak, aby sa výsledky:

- dali ľahko spracovať,
- mohli vhodne a reálne interpretovať,
- získali vo forme vhodného aj pre učiteľa aj pre študenta,
- dobre prezentovali,
- dali osvojiť a pochopiť študentmi,
- dokázali v praxi využiť.

Z pohľadu technológií a technického vybavenia sme nemohli predpokladať, že v blízkej budúcnosti počas prípravy študentov alebo expertov budeme môcť použiť dobre vybavenú učebňu a vývojové pracovisko. Ak by sme predsa získali nato prostriedky a vybavili tak priestory, potom by sme museli veľa času venovať aj samotnej obsluhu zložitých a drahých zariadení. To by mohlo predĺžiť prípravu študentov a vývojárov a prekročiť časové i finančné obmedzenie prípravy.

Z pohľadu technológií znamenalo to:

- používať softvérové prostredie s otvoreným kódom (vrátane OS, licencia GNU-Linux),
- umožniť využívať nové technológie,
- dovoliť viacvláknové programovanie,
- umožniť viacprocesorové programovanie,
- mať a využívať inštrukčnú sadu procesorov (CPU) na podporu práce s umelou inteligenciou (neurónové siete),
- využiť grafickú kartu pre urýchlenie výpočtov,

Z pohľadu technického vybavenia malo to byť:

- minimálne dvojprocesorový server (prevedenie desktop),
- procesory viacjadrové (Intel),
- pamäť RAM dostatočne veľký a rozširiteľný,
- dve sieťové karty s minimálnou rýchlosťou 10Gb/s,
- výkonná grafická karta (GPU) pre podporu zložitých výpočtov (grafický čip od NVIDIA),
- dostatočne výkonný pevný disk s potrebnou kapacitou,
- podpora M2 zbernicových rýchlych polovodičových SSD diskov,
- snímačov odtlačkov (externé alebo interné, ovládač Linux), s rozlíšením minimálne 500 DPI.

Výsledné riešenie sme plánovali navrhnúť tak, aby dovolilo všetkým používateľom pracovať s rovnakým (virtuálnym) vybavením. Malo to byť riešenie architektúrou klient-server a s rýchlym sieťovým pripojením LAN a WAN. Malo podporovať lokálnu prípravu v laboratórnych priestoroch a podľa potreby aj v teréne s podporou mobilných zariadení. Základom splnenia všetkých týchto podmienok je dobre zvolené technické vybavenie.

Bolo nám teda jasné, že od začiatku budú výsledky našej práce predstavovať „zdravé“ kompromisné riešenia. Tie nám a študentom dovoľia plánované úlohy realizovať tak, aby sme ich mohli splniť včas a v požadovanej kvalite, bez enormnej námahy zúčastnených strán.

Okrem získania nových poznatkov sme museli riešiť aj úlohy, ktoré vyriešia alebo aspoň prijateľne zmiernia z kompromisných riešení vyplývajúce technické a technologické obmedzenia. Ďalej sme museli v procese prípravy študentov minimalizovať (v ideálnom prípade celkom nahradiť) účasť vysoko kvalifikovaných expertov, z ktorých je veľmi málo na Slovensku. Z vymenovaných podmienok práve tieto posledné boli najťažšie splniteľné. Navrhované softvérové riešenia sme museli preto neustále doplniť tak, aby boli vhodné nielen pre správne a presné spracovanie vstupov, ale aby mohli byť využívané aj počas prípravy študentov vo výučbe. Ľahko osvojiteľná obsluha, použiteľnosť v priestoroch prípravy a v prípade potreby aj priamo v teréne pomocou sieťových technológií malo uľahčiť a ďalej rozšíriť využiteľnosť systému (samoštúdium pred skúškou, príprava expertov, atď.).

Dodržať všetky stanovené podmienky od začiatku bolo veľmi náročné a nie vždy sa nám darilo. Napriek tomu z dnešného pohľadu môžeme kladne hodnotiť to, že sme sa ich snažili dodržať a neľahčili sme si úlohy so zmiernením kritérií. Potvrdzujú to dosiahnuté výsledky z výskumu, ako aj získané skúsenosti z tvorby potrebného podporného softvérového a hardvérového vybavenia. Rovnako to odzrkadľuje aj vedomostná úroveň učiteľov a študentov, zapojených do vývojových prác. Blíži sa čas, kedy budú jednotlivé komponenty kompaktné, funkčné, stabilné s presnými výsledkami. Budú bezproblémovo spolupracovať ako jednotný systém, ktorý dovoľí prípravu študentov aj expertov na vysokej úrovni. Študenti denného štúdia by mali prípravu absolvovať v 4. (5.) ročníku v rámci nepovinnnej časti predmetu Biometria. Pomocou klient – server spojenia nerobí problém snímanie a výmena nových vstupov pomocou certifikovaných snímačov vo vlastnom alebo medzinárodnom formáte (ISO/ANSI). Práve táto architektúra dovoľí použitie rôznych, aj menej výkonných (mobilných) zariadení na vstupnej strane, pričom skutočné spracovanie prebehne na strane servera s vysokou rýchlosťou. Pôvodný zámer podporiť aj podrobný výskum odtlačkov, alebo podobných iných oblastí (spracovanie statických obrazov alebo videosnímkov) sa behom vývoja nezmenil a je stále zachovaný. Okrem už softvérovo podporovaných úloh, po doplnení, systém je vhodný aj pre iné výpočty. Najmä tie, ktoré sa dajú dobre paralelizovať a urýchliť pomocou GPU, vrátane náročnejších úloh z oblasti postkvantovej kryptografie.

2 Hlavné rozdiely medzi nami vyvíjaným a komerčne dostupným vybavením

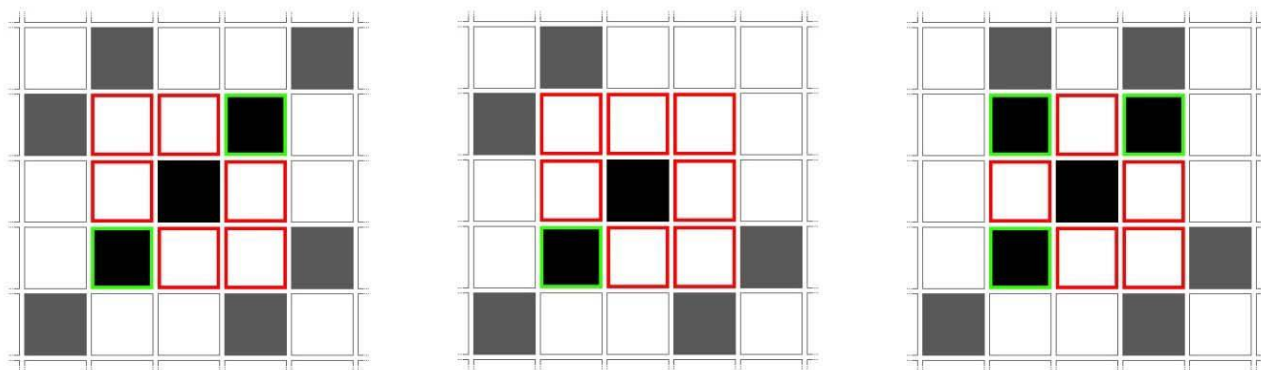
V čom je náš systém lepšie vybavený, ako komerčne predávané produkty? Prečo sme sa pustili do takéhoto zložitého a dlhšie trvajúceho vývojového procesu? V prvom rade komerčne dostupná technika je navrhovaná jednocúčelovo pre prácu expertov z daktyloskopie. K tomu zodpovedajú aj hardvérové a softvérové vybavenia, priestorové nároky a v neposlednom rade aj ceny týchto zariadení. Nie sú určené pre vývoj nových softvérov a pre identifikáciu (autentifikáciu) rozpoznávajú iba dva typy markantov: ukončenie a rozdvojenie. Naše výskumy skúmajú rozšírenú sadu markantov, preto komerčné stroje nie sú vhodné pre takýto výskum a nedovoľujú ani čiastočne nahradiť prácu vysoko kvalifikovaných expertov počas vyučovacieho procesu. Nedovoľujú separovať a vytvoriť databázu vzoriek jednotlivých markantov. Chýba im náš režim v expertnom móde, kedy používateľ (podľa správcu servera nastavených práv výskumník alebo študent) môže prakticky všetky parametre spracovania zmeniť a medzivýsledky hneď pozrieť alebo uložiť. Môže nastaviť parametre podľa riešenej výskumnej úlohy, resp. robiť vlastné experimenty počas vyučovania, praktickej prípravy, ladenia nového softvéru. Robí to podobne, ako sa robia experimenty v drahom, viacúčelovom, komerčnom experimentálnom prostredí MATLAB. Z hľadiska programovania je veľmi užitočný náš nástroj pre zber databáz markantov. Tento unikátny nástroj dovoľí zbierať, vytvárať databázu pre rozšírenú sadu markantov. Je nenahraditeľným pomocníkom vývojárov, výskumníkov a expertov pri zabezpečení rýchleho, presného a spoľahlivého zberu vhodného počtu tréningových, validačných a kontrolných (testovacích) databáz. Je nenahraditeľný preto, lebo k výskumu potrebných databáz odtlačkov v anonymizovanej forme je možné získať aj z verejne dostupných zdrojov internetu, ale veľkú databázu tvarov markantov zatiaľ nikto neponúka. Podľa dostupných zdrojov v elektronickej forme pravdepodobne nebola vytvorená ani jedna veľká databáza pre základnú sadu (ukončenie, rozdvojenie) alebo nám ešte viac potrebnú rozšírenú sadu markantov. Vlastnenie takejto databázy je prvou najdôležitejšou podmienkou ich výskumu a pri programovaní tvorí základ úspechu, hlavne pri tréningu neurónových sietí. Komerčné produkty nepodporujú pripojenie mobilných zariadení a ani takú viacnásobnú klient – server komunikáciu, ktorá by bola vhodná pre vyučovací proces. Ich jednocúčelová konštrukcia a vybavenie dovoľuje v niektorých prípadoch získať presnejšie výsledky. Môže sa to prejavovať najmä v nájdení alebo potvrdení totožnosti majiteľa odtlačku (identifikácia a autentifikácia) alebo v určení polohy tvarovo jednoduchých markantov typu ukončenie a rozdvojenie. Všetky ostatné typy markantov nedokážu nájsť a preto v takýchto prípadoch nášmu systému nepredstavujú alternatívu náhrady alebo konkurenčné riešenia.

3 Architektúra a vybavenie laboratória

Všeobecne platí, že rozsah a možnosti akejkolvek prípravy určujú architektúra a vybavenie priestorov. Hardvérové a softvérové limity bez dodatočného rozšírenia hardvéru alebo obnovy softvérového vybavenia nie je možné prekročiť. V ideálnom prípade prípravu vedúci a absolvujúci môžu tieto hranice iba dosiahnuť. Preto je veľmi dôležité architektúru systému starostlivo navrhnuť. Náš súčasný systém je budovaný na doplnenej a mierne upravenej architektúre, ktorú sme navrhli pôvodne pre verziu BiometriX2017. V novej architektúre sieťová podpora bola výrazne rozšírená a doplnená. Zmenila sa forma komunikácie tak, aby sa zvýšila bezpečnosť výmeny informácií (odtlačkov). Okrem toho zmenil sa aj formát výmeny odtlačkov. Už používa medzinárodný formát ISO/IEC19794-2, podobný k ANSI INCITS 377, 378, 381, resp. SC 37. Serverovú stranu budujeme na báze architektúry osvedčenej v DBOX2018, ktorá v tejto verzii má odstránené objavené nedostatky alebo nekompatibilitu s použitými novšími balíkmi prostredia. Má upravené aj niektoré

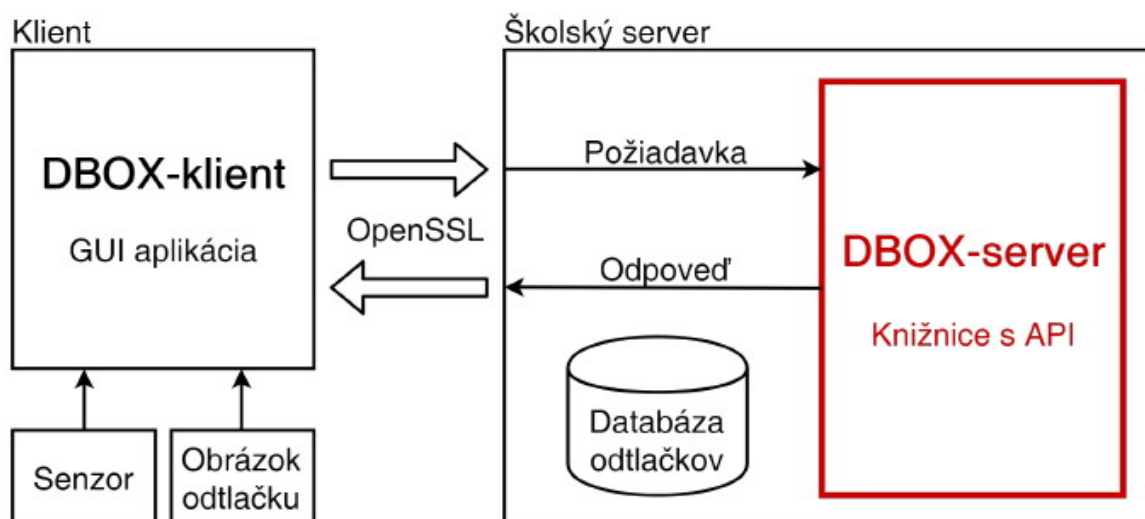
postupy predspracovania vstupov. Zjednodušenú podobu terajšej architektúry bez nástrojového modulu MTCT znázorňuje obr. 3. Podrobnejší pohľad na serverovú časť je na obr. 4.

Pre prípravu študentov, odborníkov alebo expertov to znamená, že počas vysvetlenia teoretických častí, ako aj praktickej činnosti, sa rozšírili možnosti využitia systému. Jednotné virtuálne vybavenie pre učiteľa a každého študenta dovoľí vykonať aj zložitejšie pokusy a riešiť náročnejšie zadania. Pre výskumníkov dáva k dispozícii modulové, pohodlne, intuitívne a ľahko obsluhovateľné prostredie. Vytvára priestor pre časovo úspornú, efektívnu prácu s rôznymi technológiami, udržiavateľným softvérovým a hardvérovým vybavením aj v budúcnosti.

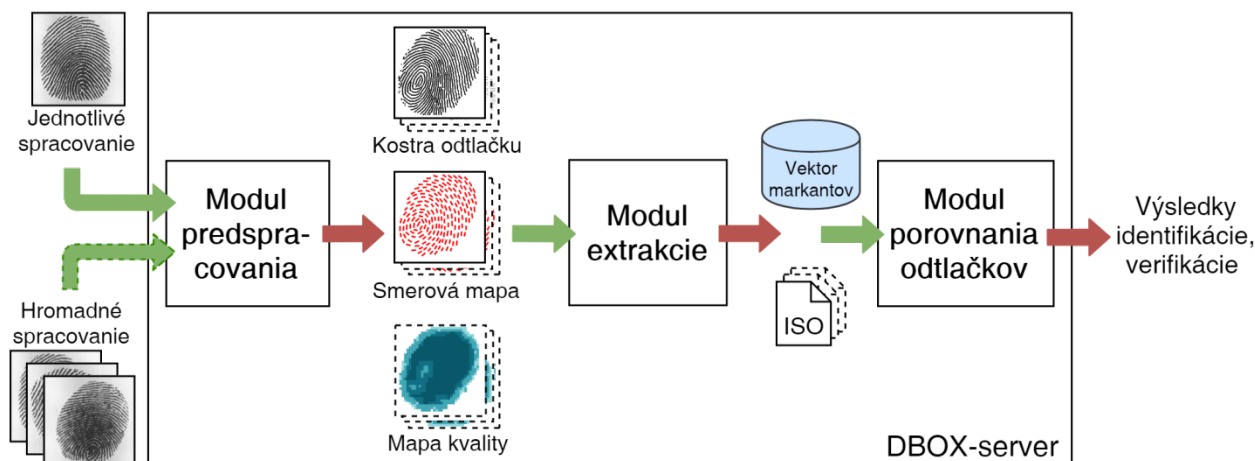


Obrázok 2 – Metódou crossing number odhalené tvary (lína, markanty ukončenie a rozdvojenie)

Prvé verzie systému analyzovali bitmapové rozloženie obrazových bodov v rámci kostry odtlačku. Kostra je pritom tvarová obdoba odtlačku s tým rozdielom, že papilárne línie sú v nej znázornené iba jednobodovo širokými vzormi. Z miesta daného bodu kostry a jeho vzájomných vzťahov voči ďalších bodov okolia v rámci štvorca 3x3, sa určili miesta dvoch základných typov markantov (ukončenie a rozdvojenie). Táto metóda (bežne označovaná pojmom crossing number) je rýchla, ale vzhľadom na použité predspracovanie má aj svoje veľké obmedzenie využívania. Okrem rýchlosti má najväčšiu výhodu v tom, že nepotrebuje tréningovú alebo inú vzorku možných tvarov markantov, lebo tie sú definované softvérovo programátorom. Pri hľadaní ďalších, novších riešení



Obrázok 3 – Zjednodušená architektúra vybavenia pracoviska bez modulu vzorkovacieho nástroja MTCT

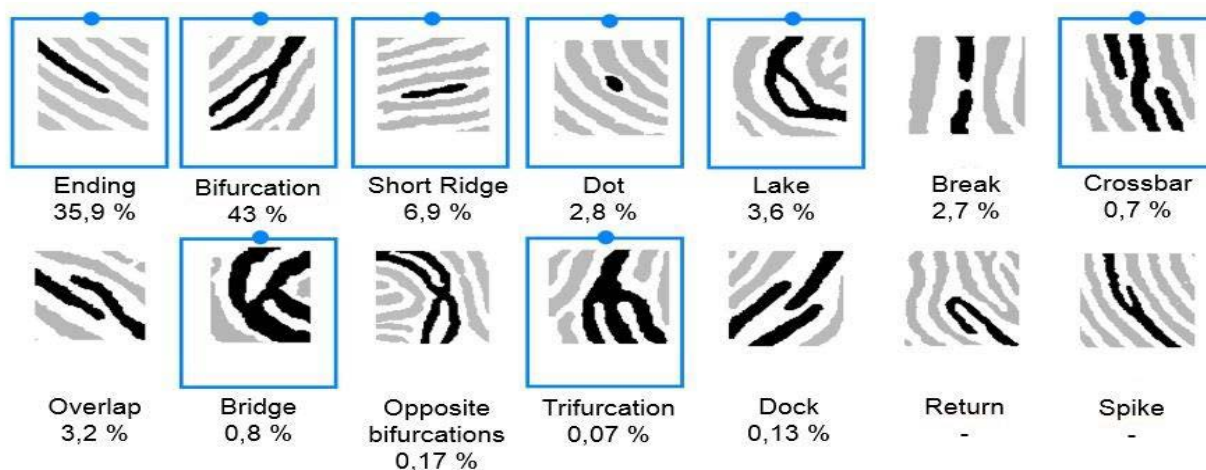


Obrázok 4 – Bloková schéma najdôležitejšej časti nášho serverového systému

sme preto navrhli systém, kde tento problém riešime pomocou neurónových sietí. Tu ale vznikol základný problém ako získať chýbajúcu databázu vzoriek pre našu rozšírenú sadu markantov. Boli sme odkázaní iba na vlastné sily, lebo ako sme to už spomínali pravdepodobne to ešte nikto neurobil v elektronickej forme. Po zvážení situácie sme museli vytvoriť takúto databázu svojpomocne. Ručnú prácu, ktorá je tu skoro nenahraditeľná, sme chceli maximálne urýchliť a preto sme navrhli nástroj pre túto činnosť. Na začiatku to bol veľmi jednoduchý, ale pomerne účinný nástroj, vyslovene pre výskumné a programátorské účely, vo forme samostatnej aplikácie. V dnešnej podobe je už dostupný priamo z hlavnej ponuky systému. Je to už dosť vyspelý nástroj (modul systému), ktorý je schopný najst' zvolený a zároveň aj hľadaný markant v dvojrozmernom a čiernobielym obraze odtlačku. Systém rozlišuje markanty, ktoré boli zaradené do nášho vzorkovníka, ktorý sme vypracovali v spolupráci s Kriministickým a expertíznym ústavom Policajného zboru Ministerstva vnútra Slovenskej republiky, v rámci predošlých rokov riešeného spoločného projektu. Vo svete neexistuje jednotne definovaná kolekcia vzorov podľa ktorej by sa mali vzory rozlíšiť. Po zvážení zvyklostí expertov a na základe publikovaných zdrojov sme zostavili uvedený vzorkovník z najčastejšie rozlíšených vzorov. Ani názvy vzorov v slovenskom jazyku nie sú ujednotné, preto sme u nich uviedli anglické, jednotne používané názvy (obr. 5).

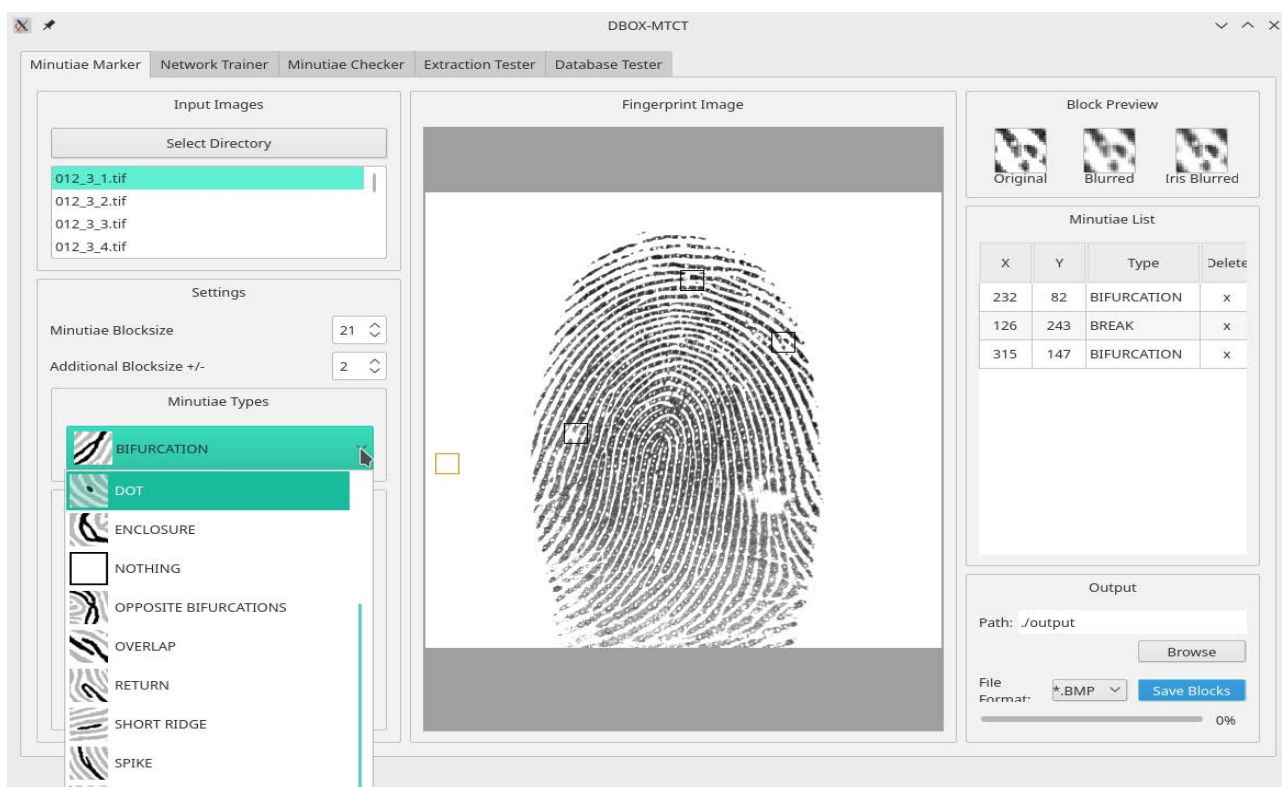
V prípade zložitejších markantov ešte neukáže všetky typy, ale tento cieľ je už na dosah ruky. Zvýraznením miesta okolo hľadaného vzoru ponúka obsluhu možnosť rýchlo najst' hľadanú oblasť s markantom. Obsluha môže túto ponuku prijať alebo ak sa automatika z nejakých dôvodov nesprávne zhodnotí obsah odtlačku, aj odmietnuť návrh. Ak obsluha prijme ponuku a v prípade jednoduchých vzorov označí stred markantu, potom nástroj urobí výrez danej oblasti. Následne tvarovo, smerom alebo veľkosťou upraví vzorku (otočením, zrkadlením, zmenou kvality, atď.) a všetkými potrebnými atribútmi uloží do databáz vzoriek markantov. Z jednej vyrezanej oblasti po automatických úpravách vznikne tak až 24 vzorových obrázkov na uloženie do databázy. Oproti čisto ručnému zberu vzorky použitím nástroja sa takto znásobí počet vzorov v databáze. V prípade zložitejších vzorov rozdiel v postupe je iba v tom, že oblasť okolo vzorky musí ručne ohraničiť vždy obsluha.

Nástroj sme popísali trochu podrobnejšie preto, lebo hoci pôvodne bol vyvinutý pre iné účely, v dnešnej podobe je vynikajúcim nástrojom aj pre prípravu študentov, odborníkov alebo expertov. Rozšíri paletu, z ktorej sa dajú vybrať rôzne varianty. Jedna pri realizácii prípravy môže používať



Obrázok 5 – Vzorkovník markantov s priemernou percentuálnou hodnotou výskytu vzorov v odtlačkoch prstov v populácii Slovenska (Marák and Hambalík, 2014, p. 4)

vopred pripravenú databázu vzoriek markantov, druhá počas prípravy na mieste vytvorí databázu a tretia kombinuje tieto možnosti. Predlohu terajšej verzie systému pri spustení vzorkovacím nástroji (MCTC2019) znázorňuje obr. 6., ktorý je už integrovaný do systému a dostupný priamo z hlavnej ponuky.



Obrázok 6 – Predloha vzorkovacieho nástroja MCTC2019

Okrem uvedených krokov počas vývoja sme museli prekonať aj problémy, ktoré sme pôvodne vôbec neočakávali. V dobe, kedy sme na vývoj využívali samostatné počítače s rôznorodou výbavou – podľa aktuálnej potreby, postupom času a rastom zložitosti vývojového prostredia

(počtom využitých knižníc a modulov) enormne narástla aj doba na prípravu samotného vývojového prostredia. Vznikla podobná situácia, aká už raz nastala v minulosti, pri vzniku zrodu programovania, známa pod pojmom fenomén goto (Naur at al. 1969, Jalote, 1997, Bruno, 2010). Celý proces plánovania vývoja sa stal neprehľadným a ťažko zvládnuteľným, pričom čas na efektívne programovanie neustále sa skracoval. Bolo treba rázne kroky urobiť, aby tieto problémy neohrozili naše plány. Vtedy sme sa rozhodli preniesť vývoj do sieťového prostredia, ktorá sa postupom času ukazuje ako veľmi vhodný krok. Bol vhodný aj z pohľadu skrátenia doby trvania vývoja komponentov, ako aj z pohľadu využiteľnosti systému v príprave študentov, odborníkov alebo expertov v budúcnosti. Pomocou jednotne vybaveného a cez sieť dostupného systému celý proces sa zjednoduší a zlacní. Skúmame aj možnosti využitia nových technológií (Docker community, 2017; Linux containers. org., 2017), ktoré by mohli dovoliť ešte lepšie využívať použité prostriedky a posúvajú vývoj už aj do cloudových oblastí. Nakoľko v tomto smere máme za sebou len prvé kroky, nemožno z nich ešte vyvodiť ďalekosiahle výsledky.

Okrem výkonných hardvérových komponentov neustále rastú aj nároky na sieťové pripojenie. Vzhľadom na potrebnú vzdialenú prevádzku grafického prostredia prenos grafiky ani v relatívne rýchlom akademickom prostredí nie je ešte stále uspokojivo vyriešené, najmä pri prístupoch zo vzdialeného miesta pomocou WAN pripojenia.

Záver

Výsledky, ktoré sme dosiahli počas niekoľkoročného výskumu a prípravy výpočtovou technikou podporovanou výučby ukazujú, že dobre navrhovaný a vyladený systém môže veľmi dobre podporiť prípravu študentov, odborníkov a expertov. Zvýši sa tak presnosť a efektívnosť vyučovacieho a výskumného procesu aj vo vysoko špecializovaných oblastiach, ako sú oblasti biometrie, kryptografie alebo iné oblasti. Z personálneho hľadiska systém môže v niektorých prípadoch vykonávať úlohy pôvodne určené pre expertov, bez ich prítomnosti, čo môže výrazne znížiť nároky a náklady prípravy. Naďalej ale platí ale, že prioritu v celom procese prípravy odborníkov má aktivita personálu (učiteľov, lektorov). Ich činnosť s dobrou technickou a technologickou podporou je možné veľmi efektívne podporiť, ale nemožno úplne nahradiť.

Príspevok vznikol podporou projektu VEGA 1/0159/17 p Bezpečná postkvantová kryptografia /Secure post-quantum cryptography.

Literatúra

- Ameríny, L et. al., A SIFT-based forensic method for copy-move attack detection and transformation recovery. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 6, issue 3, pp. 1099-1110, 2011.
- Bruno, E. J. (2010). Programming with Reason: Why is goto Bad? <http://www.drdobbs.com/jvm/programming-with-reason-why-is-goto-bad/228200966>
- Czakó, G. (2016). Sieťový systém v otvorenom kóde na efektívne rozpoznávanie markantov v daktyloskopických stopách - pre metódu "neurónové siete" [Open source network system for effective recognition of minutiae in fingerprints – with method neural network; Master thesis – supervised by A. Hambalík], FEI STU Bratislava : Bratislava.
- Docker Community (2017). Docker Documentation. 26.6.2017, <https://docs.docker.com/>, <http://www.docker.com>
- EAB/NBLAW (2019) – Norwegian Biometrics Laboratory Annual Workshop 2019

<<https://eab.org/events/program/172?ts=1550016000048>>

Hambalík, A – Marák, P. (2016). Design and Implementation of Software Support for Biometrics Laboratory Courses. Trends in Education. 9. 75-83. 10.5507/tvv.2016.010.

Hofferica, O. (2015). Možnosti využitia neurónových sietí v biometrických systémoch pracujúcich s odtlačkami prstov. [Bachelor thesis – supervised by P. Marák], FEI STU Bratislava : Bratislava.

Hofferica, O. (2017). Možnosti využitia konvolučných neurónových sietí pri extrakcii komplexných markantov v odtlačkoch prstov. [Possibilities of application of convolutional neural networks in complex minutiae extraction; Master thesis – supervised by A. Hambalík], FEI STU Bratislava : Bratislava.

IDIAP RESEARCH INSTITUTE (2018) Master Course Biometrics 2018.

<https://www.idiap.ch/~marcel/professional/UNIL_BIOMETRICS_2018.html>.

Jalote, P. (1997). An Integrated Approach to Software Engineering. Springer-Verlag New York. DOI 10.1007/978-1-4684-9312-2

Kádek, L. (2018). Spracovávanie a rozpoznávanie komplexnejších markantov v daktyloskopických stopách [Processing and recognition of complex minutiae in dactyloscopic prints; Master thesis – supervised by A. Hambalík], FEI STU Bratislava : Bratislava.

Kollman, Ľ. (2016). Sieťový systém v otvorenom kóde na efektívne rozpoznávanie markantov v daktyloskopických stopách [Opensource network system for efficient preprocessing of fingerprint minutiae; Master thesis – supervised by A. Hambalík], FEI STU Bratislava : Bratislava.

LINUX CONTAINERS. org. (2017). Infrastructure for container projects. 26.6.2017, <https://linuxcontainers.org>

Naur, P. – Randell, B. (1969) SOFTWARE ENGINEERING Report on a conference sponsored by the NATO Science Committee Garmisch, Germany, 7th to 11th October 1968 Editors: January 1969, 26.6.2017, <http://homepages.cs.ncl.ac.uk/brian.randell/NATO/nato1968.PDF>

Némethová, Z., Španková, M., Deščiková, Z., Meteňko, J., Masnicová, S., – Beňuš, R., Kramárová, D., – Hambalík, A. & Marák, P. (2012) Vývoj a výskum v oblasti mikroskopického skúmania daktyloskopických stôp [Research and Development in the Area of Microscopic Examination of Fingerprints]. In Kriminalistika v praktických príkladoch: Zborník z VIII. odborného seminára. Banská Bystrica, 22.3.2012. Bratislava : Kriminalistický a expertízny ústav Policajného zboru, pp. 147-160. ISBN 978-80-971125-0-9.

Maltoni, D. et al. (2009), Handbook of Fingerprint Recognition: Second Edition. London: Springer, 2009. 496 p. ISBN 978-1-84882-253-5.

Marák, A. & Hambalík, A. (2016). Fingerprint Recognition System Using Artificial Neural Network as Feature Extractor: Design and Performance Evaluation. Tatra Mountains Mathematical Publications. 67. 10.1515/tmmp-2016-0035.

Marák, P. & Hambalík, A. (2014). Software system for processing and analysis of fingerprints and determination of necessary parameters. 10.17048/FutureRFID.1.2014.127. 1st International Conference and Exhibition on Future RFID Technologies, Eger, Hungary, November 5-7, 2014

Marák, P. & Hambalík, A. (2013). Expert system for fingerprint pattern. In Expert system for fingerprint pattern processing. In XXVII. DIDMATTECH 2014. Olomouc : Palacky University, 2014, s. 130-138. ISBN 978-80-86768-96-0.

Kontaktná adresa:

Ing. Alexander HAMBALÍK, PhD., Ing. Pavol MARÁK

Institute of Computer Science and Mathematics

FEI Slovak University of Technology in Bratislava, Ilkovičova 3

e-mail: alexander.hambalik @ stuba.sk, pavol.marak @ stuba.sk