

Posudok dizertačnej práce

Názov práce: Výzkum biometrických systémů z hlediska jejich důvěryhodnosti a integrity

Predkladateľ: Ing. Et Ing. Kateřina Sulovská, Ph.D.

Oponent: prof. Ing. Tomáš Loveček, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva

Študijný odbor/program: Inženýrská informatika

Téma dizertačnej práce zameraná na bezkontaktnú identifikáciu osôb pomocou behaviorálnych biometrických systémov je v súčasnosti veľmi aktuálna. Ponúka všestranné využitie nie len v oblastiach „security“ (identifikácia oprávnených osôb) ale aj „safety“ (napr. neštandardné správanie sa zamestnanca).

Cieľ práce definovaný na str. 54, ako analýza a vyhodnotenie vytvoreného datasetu údajov o lokomócií vybranej skupiny osôb, je jasne definovaný a dizertabilný. I keď vzhľadom na takto úzko definovaný cieľ, mohol byť aj samotný názov práce užšie zadaný. Napríklad v názve je uvedený výskum biometrických systémov, čo teda predpokladá aspoň dva systémy založené na rôznych princípoch. Zároveň je v práci na viacerých miestach uvádzané, že ide o analýzu dôveryhodnosti a integrity biometrických systémov. V práci nie sú oba termíny definované a taktiež nie sú stanovené hraničné hodnoty pre reálnu použiteľnosť v praxi.

Práca je rozdelená do teoretickej a praktickej časti. V teoretickej časti sú cez bibliografické odkazy spomenuté doteraz vo svete realizované výskumné a publikačné aktivity. Bolo by prínosné ak by tento „state of art“ bol aj konkrétnejšie zosumarizovaný, ako napríklad k akým výsledkom jednotlivé tímy dospeli a ako je možné na ne nadviazať v tejto práci.

Praktická časť sa zaoberá zberom základného súboru dát a jeho následnou analýzou s využitím dvoch prístupov, a to analýzou pomocou štandardných štatistických metód a analýzou funkcionálnej analýzy dát (FDA). V prípade analýzy pomocou štandardných štatistických metód boli zadané dve hypotézy a i keď je z textu zrejмый ich výsledok, nie je nikde v závere podkapitoly uvedené či sa tieto hypotézy potvrdili alebo vyvrátili.

Z analýzy získaných dát vyplynulo, že metóda FDA poskytuje presné a spoľahlivé výsledky. Nad týmto tvrdením by sa dalo polemizovať, nakoľko ukazovatele FRR a FAR dosahujú zaujímavé hodnoty, avšak v porovnaní s inými hlavne fyziologickými biometrickými systémami sú to stále pomerne vysoké hodnoty.

V diskusii výsledkov metódy FDA je uvedené, že je možné tento systém identifikácie využívať napríklad pri identifikácii na vstupe (porovnávanie 1:1) alebo pri sledovaní podozrivých osôb v bankách a na letiskách (porovnávanie 1:N). V prvom uvedenom prípade by sa dalo s tvrdením určite súhlasiť, zatiaľ čo v prípade druhej aplikácie mám určité pochybnosti. Nakoľko pri sledovaní podozrivých osôb ide skôr o analýzu neštandardného správania sa osôb na základe vytvorenej databázy vzoriek takýchto situácií.

Z práce mi vyplynulo niekoľko nevyjasnených otázok, ktoré by som navrhol do diskusie:

1. Ako je v praxi využiteľná metóda identifikácie osôb pomocou ich lokomócie, pokiaľ uvažujeme, že osoby budú oblečené, niest'/t'ahať/tlačiť rôznu záťaž, resp. nebudú mať na sebe reflexné „markery“?
2. Z akého dôvodu boli použiteľné údaje iba od 12 figurantov, ak pôvodná vzorka tvorila 24 osôb?
3. Na str. 78 (6 riadok) sa uvádza, že je potrebné zaistiť dataset tvorený najmenej 21 osobami, prečo?
4. Prosím vysvetlite, ako bola myslená potreba 30 priechodov z čoho má byť 7 kompletných. (str. 78, 13 riadok).

I napriek vyššie uvedeným niekoľkým poznámkam musím konštatovať, že študentka musela naštudovať množstvo zahraničnej literatúry a matematických metód a rovnako sa oboznámiť s viacerými technickými riešeniami určenými na biometrickú identifikáciu.

Predložená práca má nesporný teoretický ako aj praktický prínos pre daný odbor v oblasti výskumu behaviorálnych biometrických systémov.

Uchádzačka preukázala schopnosť a pripravenosť na samostatnú vedeckú a tvorivú činnosť a je schopná získané vedomosti aplikovať tvorivým spôsobom v praxi.

Na základe vyššie uvedeného musím skonštatovať, že **predložená práca spĺňa požiadavky kladené na dizertačnú prácu a preto ju odporúčam na obhajobu.**

V Žiline dňa 27.8.2015

prof. Ing. Tomáš Loveček, PhD.

**Oponentní posudek disertační práce Ing. et Ing. Kateřiny
Sulovské, Ph.D.
„Výzkum biometrických systémů z hlediska jejich důvěryhodnosti a
integrity“**

Dr. Kateřina Sulovská se v disertační práci zabývá měřením zatím málo prozkoumaných biometrických údajů a vyhodnocením dat statistickými metodami a pomocí funkcionální analýzy.

Zatímco daktyloskopie, zkoumající papilární linie na pokožce prstů, a s ní spojené snímání otisků jako jednoznačného biometrického údaje je známé už od 19. století a se snímáním duhovky a sítnice se dnes setkáváme např. při vstupu do USA, monitorování chůze osob a nalezení její jedinečnosti, odlišující ji od chůze jiných osob, je novým přístupem, literární zdroje jsou málo početné a neexistuje univerzální postup rozpoznávání jednoznačných charakteristik, a tím ani software, který by pro takové vyhodnocování byl všeobecně považován za nástroj poskytující spolehlivé výsledky.

V souvislosti se vzrůstajícím nebezpečím teroristických činů (a zvláště po 11. září 2001 a dnešní vlně nelegální migrace) identifikace osob podle chůze a identifikace osob v davu z dat, která byla získána bezkontaktním způsobem pomocí kamer, nabyla pro bezpečnost obyvatel klíčového významu.

Nejdříve je však nutné najít jednoznačně odlišující rysy chůze, aby bylo možné s vysokou spolehlivostí osoby podle chůze rozpoznávat. Je zřejmé, že úloha je netriviální, protože na chůzi se projevuje řada vlivů, např. její rychlost, oblečení, obutí, poklad, po kterém osoba kráčí, atd. Návrh metody vyhodnocení dat, který by dokázal i přes zmíněné komplikace s vysokou spolehlivostí osoby odlišovat, je velmi obtížný a při zvládnutí tohoto cíle je práce **disertabilní**.

V kapitolách popisující současný stav a teoretický rámec zkoumané problematiky autorka vysvětluje metody 3D snímání s využitím markerů, které jsou umístěny na těle osob. Zmiňuje zde však i možnost použití *funkcionální analýzy*, která chůzi chápe jako posloupnost trajektorií pohybu. Jsou zde shrnuty i tradiční techniky rozpoznávání osob a jejich objevitelé, díky nimž byly zavedeny do praxe.

Hlavní důraz je však na rozbor chůze podle parametrů (i) prostorově-časových, (ii) kinematických, (iii) dynamických a (iv) energetických. S tím souvisí i umístění markerů a způsob snímání dat. Pro snímání se ukazuje jako dostačující se omezit na základní roviny, a sice rovinu mediální (střední), sagitální, transversální (příčnou) a frontální (čelní).

Z možných způsobů snímání dat byl blíže popsán optický systém, se kterým spolupracuje softwarový systém VICON, a který byl také dostupný na pracovištích, kde byly prováděny testy, konkrétně v laboratořích Fakultní nemocnice v Brně a v Dětské nemocnici v Brně.

Získaná data je nutné vhodnými metodami analyzovat, proto teoretickou část završuje rozbor *statistických metod*, zde Studentův *t*-test, analýza rozptylu a Kruskal-Wallisův test, na něž autorka navázala výkladem již zmíněné funkcionální analýzy, která se nakonec ukázala k analýze chůze jako vhodnější než statistické metody.

Stěžejní částí práce je experimentální část s rozбором získaných dat, srovnáním metod zpracování dat a z toho vyplývajících závěrů, jaké metody je vhodné použít a jaká je jejich schopnost osobu spolehlivě odlišit.

Měření byla prováděna se skupinou 21 osob a data byla snímána pomocí 8 kamer v sagitální rovině (dělicí monitorovaný objekt na pravou a levou část). Bylo také zkoumáno, jak se na kvalitě vyhodnocení dat projevuje umístění markerů, kterých bylo pro každou osobu použito

celkem 20. Ukázalo se, že poměrně překvapivě nejhorší výsledky dávaly markery umístěné na dolní části těla. V testech bylo rovněž zohledněno dnes velmi rozšířené poslouchání hudby ze sluchátek v mobilu a její vliv na chůzi. Všechny hodnoty, získané měřením a shrnuté v přehledných tabulkách, byly analyzovány statistickými testy a využity i ve funkcionální analýze a výsledky byly podrobně diskutovány.

Přínosem disertační práce je zejména identifikace osob podle chůze vyhodnocené metodou funkcionální analýzy, která pracuje s trajektoriemi pohybu při chůzi.

Po formální, jazykové a grafické stránce je práce na dobré úrovni. Překlepy či drobné chyby jsou výjimečné. V 9. řádku shora na str. 9 místo „methodoly“ má být „methodology“; na str. 24 ve slově „Euclidovské“ by mělo být na začátku malé „e“ (jde o přídavné jméno) a v českém textu bývá zvykem místo „c“ psát „k“; podobně v českém textu místo „konečný set hodnot“ by bylo vhodnější „konečná množina hodnot“, případně „konečný soubor hodnot“ (str. 50); na str. 31 v obratu „tvorby software“ by mělo být „softwaru“; podobně dále: „v každém z trialu“ – „trialů“ (str. 41); „bode“ – „bodech“ (str. 52); „výkonostní“ – „výkonnostní“ (str. 71); „nejvíce vhodným“ – „nejvhodnějším“ (str. 81).

Občas chybí čárky, např. na str. 25 v 2. řádku shora za odkazem „[47]“ (končí zde vložená vedlejší věta), podobně na téže stránce chybí čárka za slovem „aplikuje“ v 3. řádku zdola; na str. 38 v posledním chybí čárka za spojením „velmi dobré“; na stejném řádku ve spojení „systém VICON, jež“ má být „jenž“ (mužský rod); čárka chybí před „je kontrolován“ na str. 51; před „je zkoumána“ a před „je porovnávána“ na str. 52; chybí před „jak si můžeme povšimnout“ (str. 75); patří také před „a tudíž“ (str. 28, 3. řádek), „a tím“ (str. 29, 4. řádek pod nadpisem), „a tedy“ (str. 46, 2. řádek zdola); před „kde je to vhodné“ a „než je obvyklé“ na str. 42.

Naopak čárka nepatří ve větě „vznikající buď při samostatném růstu jedince, nebo během pohybu“ na str. 81, protože asi nejde o vylučující se varianty a projev může být dán oběma příčinami.

Na str. 27 by bylo vhodné poslední položku seznamu psát stejně jako všechny předchozí v 2. pádu, tedy v podobě „krevního řečiště“, položky „duhovek“ a „případně sítnice“ by logicky měly být za sebou.

Odkazy na literaturu by měly být na konci věty před tečkou, protože jsou její součástí, zejména na str. 18-19 je autorka píše až za tečkou.

V typografii matematických výrazů se čísla píší normálním stylem a ne kurzívou, jak je použito např. na str. 51 (čísla 1, 12, 1, 10, 1 pod vzorcem (24)).

Dotazy na doktorandku:

1. K vyslovení věrohodných závěrů ve statistice je třeba mít „dostatečně velký“ soubor dat. Zde se však paradoxně zdá, že s větším vzorkem může být obtížnější všechny osoby odlišit. Anebo je tato domněnka chybná a výsledky rozpoznávání osob ze vzorku přibližně 20 jedinců jsou přenositelné i na soubory s velkým počtem údajů?
2. Nemá skutečnost, že osoby vědí o monitorování jejich chůze, na ni nějaký vliv, např. z důvodů trémy či nervozity ze snímání kamerou?
3. Pokud by byla snímána chůze osob mimo laboratorní podmínky, např. mezi jinými lidmi ve vestibulu letiště, nedá se obecně předpokládat, že pohyb osoby bude mít jeden ze základních úhlů vůči paprsku kamery. Jak se „natočení“ osoby projeví na vyhodnocení dat?

Závěr:

Disertační práce Ing. et Ing. Kateřiny Sulovské, Ph.D. prokázala přehled autorky v oblasti, která se do středu pozornosti výzkumníků dostala až v posledních 15-20 letech, a tedy zatím neexistují jednoznačná doporučení a metody, jakým způsobem podle chůze osoby rozpoznávat. Autorka dokumentovala nejednoznačné výsledky ze statistické analýzy a srovnáním s funkcionální analýzou doložila její lepší vlastnosti v dané aplikační oblasti. Výsledky publikovala v časopisech (včetně časopisu s impact factorem) a na řadě prestižních konferencí, jejichž sborníky jsou zařazeny do vědeckých databází Web of Science a SCOPUS a získaly tak uznání vědeckou komunitou. Práce splňuje nároky, které jsou na disertace kladeny, a na dosavadních výsledcích se dá stavět v dalším výzkumu. Současně je lze aplikovat jak v oblasti zdravotní prevence a odhalování onemocnění pohybového ústrojí, tak v bezpečnostní oblasti při identifikaci hledaných a/nebo nebezpečných osob.

Disertační práci Ing. et Ing. Kateřiny Sulovské, Ph.D. proto

doporučuji k obhajobě

před komisí doktorského studijního oboru Inženýrská informatika

V Brně dne 23. září 2018



Prof. RNDr. Ing. Miloš Šeda, Ph.D.
Ústav automatizace a informatiky
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně

OPONENTNÍ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

*Fakulta aplikované informatiky
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně*

Studijní obor: Inženýrská informatika
Téma disertační práce: Výzkum biometrických systémů z hlediska jejich důvěryhodnosti a integrity: Analýza změn ve vzorcích chůze
Vypracováno na pracovišti: Ústav bezpečnostního inženýrství (pracoviště vedoucího práce)
Autorka práce: Ing. et Ing. Kateřina Sulovská, Ph.D.
Školitel: doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

Disertační práce „*Výzkum biometrických systémů z hlediska jejich důvěryhodnosti a integrity: Analýza změn ve vzorcích chůze*“ je zaměřena do oblasti identifikace vhodných bodů lidského těla, využitelných pro biometrickou identifikaci během bipedální lokomoce a je sestavena ze sedmi klíčových kapitol (1. Úvod, 2. Současný stav řešení problematiky, 3. Teoretický rámec, 4. Cíle práce, 5. Hlavní výsledky práce, 6. Přínos práce pro vědu a praxi, 7. Závěr) doplněných dalšími částmi (Seznam obrázků, Seznam tabulek, 8. Literatura, 9. Seznam publikací autora, Curriculum vitae autora).

Aktuálnost tématu disertační práce

Zadané téma disertační práce je přínosné a aktuální. Význam tématu vidím v oblasti bezkontaktní identifikace, monitoringu pohybu zájmových subjektů ve sledované oblasti. Téma je významné nejen z bezpečnostního hlediska, ale i z pohledu dalšího možného využití ve zdravotnictví, kde se tématu blízká měření již řadu let v rámci rehabilitace také provádějí a data vyhodnocují.

Téma je také hodnotné a vhodné jako nosné a unikátní pro dlouhodobou vědeckovýzkumnou práci pracoviště autorky práce.

Splnění stanovených cílů v disertační práci

Cílem předkládané disertační práce (str. 54 - „Cíle práce“) je analyzovat soubor dat a provést hodnocení vhodnosti zvolené statistické metody ve vazbě na důvěryhodnost a integritu rozpoznávání chůze jako biometrického systému. Takto jsou cíle uvedeny v úvodním odstavci na str. 54. Na stranách 54-55 je ale níže po úvodním odstavci rozsáhle a ne zcela přehledně vyjmenováno další množství podcílů a dva jiné cíle práce (I. Rešerše stávajícího stavu na poli biomechaniky lidského těla, II. Rozpoznání osob dle chůze). Na str. 78 v neočíslované kapitole „Přínos pro vědu a praxi“ autorka píše: „Cílem této práce byly dva

hlavní pilíře - úspěšný sběr dat dle nastavených parametrů a následná analýza a vyhodnocení získaných dat“.

V nečíslované kapitole na str. 80 „Závěr“ je uvedeno: „Prezentovaná dizertační práce si položila za cíl analyzovat biometrické systémy zabývající se behaviorálními charakteristikami, tedy zaměřené na lidský pohyb - bipedální lokomoci - a to zejména s přihlédnutím k důvěryhodnosti a integritě takovýchto systémů a celé použité technologie“.

Jako klíčové cíle v souladu s představeným a výše uvedeným textem já identifikuji: **1) vyhodnocení kvality markerů a 2) vyhodnocení vhodnosti použitých statistických metod** (jsou uvedeny jako dílčí cíle na str. 55). **Cíle práce jsou tedy autorkou definovány na různých místech různě a nejednoznačně.** Očekával bych jasné odpovědi a diskusi ke splnění/nepsplnění jí definovaných cílů práce.

S ohledem na dva mnou v práci identifikované cíle konstatuji, že tyto splněny na dostatečné úrovni byly a byly také vhodně diskutovány.

Metody použité při vypracování disertační práce

Autorka v práci neidentifikovala vědecké metody práce (systém pravidel a principů) a tyto zaměnila za konkrétní „vhodné“ postupy spojené s inženýrským řešením s prvky aplikovaného výzkumu (experimentální metoda - od str. 56 dále). Autorka také stanovuje na str. 60 hypotézy, jejichž diskuze byt' v práci na různých místech obsažená (a to např. i k hladině významnosti str. 52 s vazbou na empirickou distribuční funkci), není k samotným hypotézám vztažena (není řečeno, že hypotéza H definovaná na str. 60 byla nebo nebyla potvrzena). Žádám tedy jasné a srozumitelné vyjádření se k uvedenému, obzvláště pak k metodám vědecké práce, metodologii (adekvátnost metody, vhodnost či nevhodnost dané metody) a metodice (postup výzkumu spojený s výběrem vhodných metod a technik a výzkumného vzorku) v práci obsažených.

Postup řešení problému a výsledky disertační práce, přínos doktoranda

Postup řešení problému odráží inženýrskou metodu práce podpořenou měřením v laboratoři FN Brno s cílem vyřešit úkol a podložit jeho správnost jasnými argumenty vycházejícími ze znalostí statistických metod. V textu práce jde o nečíslovanou kapitolu „Hlavní výsledky práce“ na str. 56 odrážející postup výzkumné práce. Často je zde používáno spojení „experimentální měření“ a experiment. Bylo by vhodné, kdyby autorka v souladu s přijímanou definicí experimentu uvedené také do textu zapracovala (např. Experiment je soubor činností, jehož účelem je ověřit nebo vyvrátit hypotézu. Pokus je tedy hlavním nástrojem empirického rozšiřování vědeckého poznání).

V práci pozitivně hodnotím rešeršní kapitolu 1.3.2 „Standardní metody analýzy dat“ a kapitolu 1.3.3 „Funkcionální analýza“ popisující interpretaci metody pro vyhodnocení markerů. Kapitola 1.5 prokazuje schopnost autorky vědecky pracovat.

Přínos je popsán v kapitolách „Přínos pro vědu a praxi“ a „Závěr“, kdy prokazuje a zdůvodňuje reálnou použitelnost funkcionální analýzy.

Postup řešení tématu a jeho zpracování spíše než finální práci představuje kvalifikovaný podklad pro ni či studii.

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Práce je pro praxi i vědní obor přínosem. Pozitivně hodnotím použití experimentu, jako metody poznání a vyhodnocení s následnou diskusí k provedenému výzkumu. Vše výše uvedené odráží studijní obor autorky a její profesní orientaci do oblasti bezpečnostního výzkumu a bezpečnostního průmyslu.

Formální úprava disertační práce

Práce ne zcela přesně dodržuje šablonu pro disertační práci, obrázky 1,2,3,4,5,6,7 jsou převzaty, obrázek 10 (tři malé obrázky skupin grafů, kde velikost popisu os je 1mm) je čitelný s obtížemi.

Různá velikost tabulek a jejich neohrazení působí neprofesionálním dojmem (např. Tab. 3 a ostatní tabulky) a výstupy z grafů na Obr. 11 a 12 jsou rozostřené.

Práce obsahuje drobné stylistické nedostatky a překlapy.

Grafická podoba práce významně degraduje úroveň celkového provedení doktorské práce.

Dotazy k obhajobě:

- Co je to důvěryhodnost a integrita chůze?
- Seznámila jste se s metodami (např. kinematická analýza lidského pohybu, dynamická plantografie aj.) používanými pro diagnostiku pohybu, které jsou využívány např. v rehabilitační praxi, sportovní medicíně, kriminalistice?
- Kdo je příjemcem – „verifikátorem“ výsledků Vaší práce v oblasti teoretické nebo praktické?
- Jaký bude další směr Vaší vědeckovýzkumné práce v uvedené oblasti?
- V práci používáte i množné číslo, proč ho používáte a jaké je procento Vámi odvedené práce na uvedeném výzkumu?

Závěrečné vyjádření

Práci v současném stavu vnímám jako nedokončenou a **nedoporučuji** k obhajobě.

Doporučuji:

- doplnění o jednoznačné a jasné definování cíle / cílů a následnou diskusi.

- podrobnější zpracování matematické části zaměřené na Funkcionální analýzu, kterou autorka považuje za klíčovou a jejíž výsledky mohou vést k aplikačním výstupům.
- Precizní provedení celkové grafické podoby práce.

K uvedenému rozhodnutí jsem dospěl s ohledem na odbornou i vědeckopedagogickou kariéru uchazečky v daném oboru a nerad bych, aby byla její práce kdykoli později v uvedené oblasti předmětem jakéhokoli zpochybnění (v současném okamžiku je vedle titulu Ing. z oboru „Bezpečnostní technologie, systémy a management“ který absolvovala v r. 2009 nositelkou titulu Ing. z oboru „Řízení technologických rizik“ (2009-2011) a nositelkou titulu Ph.D. z oboru „Technologie makromolekulárních látek“ (2011-2016), které absolvovala současně s Ph.D. studiem oboru „Inženýrská informatika“, který zahájila v roce 2009).

Přes uvedené nedostatky konstatuji, že bylo vykonáno mnoho práce, výzkum má velký potenciál a je významným směrem, který je třeba podporovat.

Po doplnění mnou uvedených připomínek práci rád doporučím k obhajobě.

Ve Zlíně dne: 20.8. 2018


prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.

Kontaktní informace:

*Ústav informatiky a umělé inteligence, Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Nad Stráněmi 4511, 760 05 Zlín, mail: jasek@utb.cz, tel.: 606 777 234*