

doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.
Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta
Katedra informatiky

Oponentský posudek
doktorské disertační práce

HLASOVÁ IDENTIFIKACE UŽIVATELŮ INFORMAČNÍM SYSTÉMEM

Rozšíření vektoru charakteristik hlasového vzorku o parametry harmonického spektra

Autor: **Ing. Oldřich Horák**

Studijní program: Systémové inženýrství a informatika

Studijní obor: Informatika ve veřejné správě

Školitel: Prof. Ing. Jan Čapek, CSc.

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Rozsah: 97 stran

Aktuálnost tématu a zhodnocení významu pro obor

Téma doktorské disertační práce je vysoce aktuální, zejména v souvislosti s rostoucím počtem útoků na kybernetickou bezpečnost, přičemž značná část těchto útoků je spojena s krádeží a zneužitím elektronické identifikace nebo její falzifikací. Metody jednoznačné či doplňující identifikace nalézají stále větší význam i v oborech kriminalistiky, lékařství apod. Právě identifikace prostřednictvím hlasu patří mezi témata, která by se již v blízké budoucnosti mohla stát jednou z důležitých podpůrných forem identifikace osob, a to nejen při přístupu k informačním systémům.

V rámci informačních systémů veřejné správy se právě sofistikované systémy identifikace uživatelů pro budoucnost jeví jako nezbytné a ověřování totožnosti prostřednictvím hlasu může představovat efektivní, minimálně „obtěžující“ doplňkový způsob ověření identity osob.

Řešené téma je v souladu se zaměřením studijního oboru Informatika ve veřejné správě, přičemž rozvíjí možnosti praktické aplikovatelnosti teoretických řešení a přístupů.

Postup řešení, použité metody, splnění cílů

Cíl doktorské disertační práce jsou velmi stručně definován v jejich úvodních pasážích - je jím „...na základě současného stavu řešeného tématu a s podporou publikovaných výsledků výzkumu v dané oblasti najít charakteristické znaky lidského hlasu využitelné pro rozšíření stávajících znaků používaných k identifikaci mluvčího pomocí analýzy hlasu“.

Dílní cíle jsou shrnuty v následujících bodech:

- Ověření a zhodnocení metod užívaných k získání charakteristik lidského hlasu
- Nalezení vhodných charakteristik k rozšíření vektoru identifikačních znaků
- Návrh postupu k extrakci rozšiřujících charakteristik
- Základní testování a ověření možnosti použití rozšiřujících charakteristik

Stanoveným cílům je podřízena celková koncepce DDP. V první kapitole doktorand na základě **literární rešerše** a studia adekvátních odborných materiálů seznamuje čtenáře se stávajícími možnostmi identifikace uživatelů IS (na základě znalostí, vlastnictví předmětu, biologických vlastností či chování), přičemž se podrobněji věnuje analýze biometrických metod. Za významnou část pokládám podkapitulu 1.2.4, ve které autor provádí **multikriteriální analýzu** biometrických identifikačních metod (viz Tab. 1). Další tabulky přináší (2 a 3) přináší porovnání úspěšnosti vybraných biometrických identifikačních metod. Autor však bohužel nechává na čtenáři, aby si údaje z tabulek sám interpretoval a zdůvodnil, proč i přes nižší úspěšnost je vhodné se zabývat hlasovou identifikací. Rovněž u tabulky 4 postrádám její komentování a zdůvodnění – zde autor čtenáře odkazuje na své dvě dříve publikované práce, které však čtenáři nemusejí být k dispozici.

Druhá kapitola přináší **analytické shrnutí** současného stavu technologií a teorií, tvořících základnu pro hlasovou identifikaci uživatele IS. Autor přitom prokazuje jak velmi dobrou orientaci v dané problematice, tak schopnost **syntetizovat** nové možnosti pro hlasovou analýzu. Některé z podkapitol (např. 2.7, 2.8, 2.9) však opět pouze naznačují příslušnou problematiku. Jejich rozpracování by však přesáhlo záměr i rozsah DDP.

Hlavní řešitelskou částí doktorské disertační práce je kapitola třetí. V ní autor navazuje na předchozí vědeckou práci, jejíž výsledky byly publikovány na významných evropských konferencích ([10, 14, 15]) a v odborných časopisech ([11, 12, 13]). Výchozí úvahou pro **experimentální výzkum** je zvýšení počtu komponent charakteristického vektoru lidského hlasu. Centrem zájmu autora je přitom odlišení osob prostřednictvím barvy hlasu, jež je závislá na poměru a intenzitě vyšších harmonických frekvencí základního tónu.

K tomuto účelu byla provedena řada experimentů se záznamy hlasů dobrovolníků (v tabulkách posuzuje 20 hlasů). Autor ke zpracování výsledků použil prostředí Matlab, přičemž některé výsledky zpracoval v aplikaci Excel. V rámci experimentů byly realizovány a ověřeny vybrané metody a postupy, pomocí nichž byl navržen a ověřen výsledný postup vedoucí k výběru znaků rozšiřujících vektor charakteristik hlasového vzorku. Mezi nejvýznamnější provedené experimenty patří keprální analýza (stanovení základní frekvence hlasu a citlivosti na vstupní parametry výpočtu) a analýza prostřednictvím autokorelační metody (stanovení hodnot krátkodobé autokorelační funkce pro řečový signál). Dalším experimentem bylo sledování vztahu krátkodobé energie a počtu průchodů signálu nulou (kap. 3.2.4), což bylo již dříve časopisecky publikováno v [11]. Pro požadované výpočty autor naprogramoval několik funkcí. Výsledkem **analýzy výsledků** bylo upuštění od dalších experimentů s touto metodou. Posledním zveřejněným experimentem bylo stanovení charakteru jednotlivých segmentů řečového signálu s využitím keprální a autokorelační metody, kde bylo dosaženo více, než 95 % shody výsledků obou metod. Závěrečná podkapitola (3.3) **syntetizuje** návrh postupu pro vhodné stanovení koeficientů harmonického spektra, přičemž zdůvodněně doporučuje doplnění vektorů hlasových charakteristik o harmonické koeficienty.

Na základě posouzení obsahu doktorské disertační práce lze konstatovat, že stanovených cílů DDP bylo dosaženo.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a původnímu konkrétnímu přínosu doktoranda

Vzhledem k autorským experimentům a jejich analytickému i syntetickému zpracování představuje předložená doktorská disertační práce originální autorský příspěvek k řešené problematice. O tom svědčí i řada již dříve publikovaných výsledků.

Vyjádření k formální úpravě, jazykové úrovni, systematičnosti a přehlednosti disertační práce

Předkládaná disertační práce prezentuje systematický přístup autora ke zpracování DDP. V souhrnu pak dokumentuje jeho hluboký přehled a orientaci v dané problematice i schopnost tvůrčím způsobem zpracovávat vědecké poznatky a na tomto základě syntetizovat nová východiska a návrhy řešení.

Pozitivně hodnotím i stručnou charakteristiku textu v úvodu každé kapitoly. Po stránce formální je celý dokument zpracován svědomitě s odpovídající úrovní sdělování. Dobrá jazyková úroveň DDP zasluhuje ocenění.

Doporučené otázky:


Doporučuji pro diskusi v rámci obhajoby této doktorské disertační práce následující okruhy otázek:

1. Někteří lidé (např. rozhlasoví reportéři) úmyslně snižují přirozenou výšku hlasu. Lze je identifikovat?
2. Vysvětlíte použití pojmu entropie na str. 54, podkapitola 2.7 (... zvýšit entropii - čeho?)
3. V rámci experimentů používáte vzorkovací frekvenci 22,05 kHz! Jakou vzorkovací frekvenci byste doporučil pro rozpoznání hlasu po telefonu? Lze hypoteticky odhadnout změny experimentálních výsledků?

Závěr:

Předložená doktorská disertační práce Ing. Oldřicha Horáka s názvem „Hlasová identifikaci uživatelů informačním systémem - Rozšíření vektoru charakteristik hlasového vzorku o parametry harmonického spektra“ splňuje zásadní požadavky kladené na práce tohoto typu. Přináší originální zpracování uvedené problematiky, jež může sloužit jako výchozí materiál pro další výzkum i praktické ověření. Přes dílčí výhrady odpovídá nárokům kladeným na doktorské disertační práce. Práci doporučuji k obhajobě před příslušnou komisí a po úspěšném obhájení doporučuji udělit Ing. Oldřichu Horákovi titul Ph.D.

V Liberci, 14. 8. 2014



doc. Ing. Jan Skrbek, Dr.