

prof. Ing. Ivo Provazník, Ph.D.
Ústav biomedicínského inženýrství
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně
Technická 12
61600 Brno

Oponentský posudek dizertační práce Ing. Josefa Hájka

s názvem

Biometrický systém pro rozpoznávání podle sítnice a duhovky oka

Ing. Josef Hájek předložil k oponentuře dizertační práci, která se zabývá výzkumem simultánního snímání obrazu duhovky a sítnice oka pro biometrickou a medicínskou aplikaci. Dizertační práce má celkem 103 stran bez příloh a včetně seznamu literatury. Je členěna do 6 kapitol zahrnujících popis současného stavu vědy v dané oblasti, popis návrhu multimodálního snímacího zařízení, popis metod zpracování nasnímaných obrazů, experimentální výsledky a závěr včetně návrhu dalších prací. Součástí je i seznam literatury se 139 odkazy, dále seznam 10 prací autora a seznam 3 patentů, na kterých se dizertant autorsky podílel. Citace odkazují na starší i recentní vědecké práce včetně odborných monografií, časopiseckých článků a konferenčních abstraktů, které se jednoznačně vztahují k obsahu práce a jejich uvedení je účelné. Práce má dobrou grafickou úroveň, je psána odbornou angličtinou, avšak čtivě, a působí kompaktním dojmem. Obrázky dobře zapadají do textu a jsou jednotně značeny, seznam literatury je také jednotný. Autor většinou používá správnou terminologii a důsledně se v textu odkazuje na literaturu. Po stránce formální nelze mít k práci zásadnější výhrady.

1. Aktuálnost zvoleného tématu

Oblast biometrických systémů založených na hodnocení obrazů sítnice a duhovky lidského oka a výzkum bezpečnosti těchto systémů je rychle se rozvíjejícím oborem. To je způsobeno zejména existujícím množstvím slabých míst stávajících biometrických systémů v kontrastu se značnou fyziologickou variabilitou biologických projevů živého organismu. Systémy hodnocení obrazu sítnice dosud nejsou komerčně dostupná. Oblast řešená v předložené dizertační práci je tak jednoznačně vysoce aktuální a hlavně perspektivní. Autor vychází z poznatků o existujících komerčních i teoretických řešeních biometrických systémů a to zejména s ohledem na jejich vlastnosti a limitace. Zabývá se také přirozenou snahou neoprávněných uživatelů o vyvinutí prostředků pro překonání nových řešení. Zajímavé je, že autor se souběžně zabývá i medicínským využitím navrhovaných systémů, neboť i zde je jednoznačně možnost využití nových technologických postupů, a to včetně hardwarového i softwarového řešení. Zcela správně diskutuje obě problémové oblasti současně, neboť nejen přístupy jsou podobné, ale i biometrické systémy se musí zabývat patologiemi oka s ohledem na kvalitu identifikace v průběhu rozvoje nemoci.

Výzkum a vývoj biometrických systémů vyžaduje používání tradičních i nových řešení založených např. na využití kombinace různých typů měření biologických parametrů, v tomto případě získání

obrazů různých částí oka. Téma dizertace je zvoleno tak, že pokrývá výše uvedené oblasti a je tak jednoznačně potřebné v současném výzkumu i aplikacích.

Seznam literatury, ze kterého autor v celé práci vychází, obsahuje významné základní práce z oboru a v dostatečné míře také moderních práce z posledních 5 let. Předložená práce je tak dobře zasazena do dnešního kontextu. Autor je zjevně dobře orientován v současném stavu vědění v relevantních oborech biometrie oka, číslicového zpracování obrazů, rozpoznávání vzorů, extrakce příznaků i optiky.

2. Původní přínosné části dizertace

V dizertační práci nejsou definovány hlavní cíle, nicméně v kapitole 1.2 jsou alespoň popsány přínosy práce, ze kterých cíle vyplývají: 1. navrhnout a realizovat přístroj pro (simultánní) skenování duhovky a sítnice oka, 2. navrhnout metodu fúze obrazů duhovky a sítnice pro biometrické účely, 3. navrhnout postup analýzy obrazů sítnice oka s detekcí patologických jevů pro medicínské účely. Z dalšího textu dizertace vyplývá, že cíle obsahují ještě volbu způsobu extrakce příznaků z obrazů a rozpoznávání. Lze konstatovat, že dizertant vhodně definoval strukturu své dizertační práce. V 2. kapitole popsal potřebný teoretický i praktický základ (anatomii oka, analýzu obrazů duhovky a sítnice, multimodální biometrické systémy, detekci živosti oka). Ve 3., 4. a 5. kapitole je pak popsán vlastní příspěvek k řešení popsaného problému (návrh optického systému, fúze biometrických parametrů duhovky a sítnice, rozpoznávání onemocnění oka). Zvláště ve 4. kapitole se objevují i odkazy na práce jiných autorů a bylo by vhodné vyjasnit, které části zpracování biometrických parametrů jsou původním přínosem autora.

Autor při řešení jednotlivých cílů postupoval od důkladné rešeršní práce, přes výběr metod až po jejich implementaci. Ke zvoleným metodám nelze mít žádné závažné výhrady, alespoň ne z pohledu fyziologické či patofyziologické variability duhovky a sítnice oka ani z pohledu výběru metod číslicového zpracování obrazů.

Ing. Hájek v práci dosáhl významných původních výsledků, které byly publikovány i na mezinárodní úrovni. Výsledky byly také aplikovány a ochráněny formou zápisu užitého vzoru a udělení 2 patentů. Vzhledem k výsledkům publikovaným v dizertaci lze očekávat návaznost dalšího vývoje postupů či zařízení určených zejména pro biometrické systémy a případnou komercializaci.

Připomínky:

1. V grafu ROC křivky na obrázku 5.7 (strana 88) je zřejmě špatně popsána horizontální osa. Zde má být uvedeno "1-Specificity".
2. V tabulce 5.3 na str. 89 není zcela jasné, jak byly zjištěny překvapivě vysoké hodnoty ve sloupci False positive rate.
3. V textu chybí jednoznačná definice proměnných "success rate", "accuracy", "correctly recognised", "not localized", "incorrectly localized" použitých v kapitole 4.4.
4. V textu chybí definice zkratk FRR, FAR, SVM, LBP.

3. Publikace a vědecká erudice

Předložená dizertační práce vykazuje všechny znaky pro splnění podmínek samostatné tvůrčí vědecké práce a obsahuje některé původní autorské výsledky. Ty byly doposud publikovány prvoautorsky v článku v zahraničním časopise, v 6 konferenčních příspěvcích a v jedné kapitole v knize. Výsledky vědecké práce jsou rovněž publikovány formou jednoho patentu a jednoho užitého vzoru zapsaných u Úřadu průmyslového vlastnictví a dále formou jednoho evropského patentu. Lze konstatovat, že jádro dizertační práce by publikováno na dostatečné úrovni. Ze seznamu vědecké činnosti také

vyplývá, že výsledky práce byly shrnuty v dalších dvou článcích, které jsou nyní ve fázi recenze v redakcích časopisů Computer Methods and Programs in Biomedicine a Journal of Biomedical Informatics.

4. Závěr

Na základě rozboru dizertační práce, posouzení její vědecké úrovně a původnosti teoretických i aplikovaných řešení konstatuji, že práce splňuje obecné požadavky kladené na dizertační práce v informatických oborech. Oceňuji zejména schopnost dizertanta komplexně pojmut rozsáhlou interdisciplinární tematiku měření a analýzy obrazů biologického objektu s cílem navrhnout informatické řešení zpracování dat pro biometrický systém. V předložené práci prokázal schopnost detailně a systematicky studovat jednotlivé problémy spadající do oborů biologie člověka, zobrazovacích systémů a informačních technologií. V posudku uvedené nedostatky jsou na akceptovatelné úrovni.

Z výše uvedených důvodů konstatuji, že **dizertační práce Ing. Josefa Hájka odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu Ph.D.**

Otázky k obhajobě:

1. Můžete blíže popsat databáze použité k otestování systému pro hodnocení onemocnění oka? Z textu v úvodu kapitoly 4.4 nevyplývá, zda byly relevantní databáze anotovány oftalmologem a není tedy na první pohled jasné, jak byla hodnocena správnost detekce onemocnění navrženým systémem.
2. V dizertaci pospaný systém neřeší detekci živosti oka. Předpokládám, že to bude součástí další verze zařízení a proto se naskýtá otázka, zda má autor v této věci již nachystané řešení nebo bude nutný další výzkum.

V Brně dne 8. ledna 2017

