

Prof. Jiří Jan  
Ústav biomedicínského inženýrství  
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Vysoké učení technické v Brně

### **Posudek habilitační práce RNDr Barbary Zitové, PhD**

RNDr Barbara Zitová podala jako habilitační práci monografickou knihu „2D and 3D Image Analysis by Moments“ (Wiley 2016), na níž se autorsky podílí rovným dílem se spoluautory J. Flusserem a T. Sukem. Po formální stránce má kniha více než 500 stran, je členěna na deset kapitol, z nichž každá je podepřena seznamem aktuálních referencí; v některých z kapitol jsou podrobné dílčí důkazy a odvození vyčleněny do dodatků.

Kniha se v obecné rovině týká oblasti analýzy obrazových dat, se speciálním zaměřením na rozpoznávání zobrazených objektů s využitím momentových invariantů. Po obecné formulaci motivace knihy v první kapitole následuje kapitola, shrnující některé základní poznatky o příznakových prostorech, definici a třídění invariantů a v závěru také poskytující přehled základních klasifikačních přístupů. Vlastní specializovaný obsah knihy začíná třetí kapitolou, v níž jsou probírány 2D momentově založené příznaky invariantní vůči posunu, změnám měřítka a rotaci, s možným rozšířením na úpravy kontrastu. Čtvrtá kapitola pak uvádí formulaci momentových invariantů pro trojrozměrná data včetně komentáře k problémům, které mohou nastat se symetrickými objekty. Pátá kapitola zavádí momentové příznaky invariantní vůči obecné afinní geometrické transformaci, která v mnoha prakticky důležitých případech může aproximovat transformaci projektivní, pro níž se invarianty nalézají těžko. Velmi zajímavá je šestá kapitola, v níž se odvozují invarianty vůči rozmazání obrazových dat isoplanární konvolucí prostřednictvím spektrálního prostoru, a ukazuje se v ní, že tuto invarianci lze kombinovat s invariancí vůči rotaci i obecněji afinní transformaci. Sedmá kapitola se zabývá ortogonálními momenty ve dvoj- i trojrozměrném prostoru a v té souvislosti i teoreticky zajímavými otázkami momentové analýzy obrazů a inverzní rekonstrukce obrazů z jejich momentů. Osmá kapitola poskytuje přehled různých přístupů k nalezení efektivních algoritmů numerického výpočtu momentů a z nich odvozených invariantů; pozoruhodné je, že měřítkem efektivnosti není jen snížení výpočetní náročnosti, ale v některých případech převažuje hledisko numerické stability. Devátá kapitola poskytuje rozsáhlý přehled vlastních i jinými autory publikovaných aplikačních výsledků a ukazuje na rozsáhlé (a v komunitě zpracování obrazů dosud ne zcela doceněné) možnosti využití momentových invariantů v různých aplikacích. Stručná desátá kapitola shrnuje poznatky knihy, výhody a nevýhody momentových invariantů a odhaduje další vývoj.

Kniha shrnuje současný stav poznání o momentových invariantech, přičemž významná část jsou původními a často i zakladatelskými výsledky autorů, kteří se touto problematikou systematicky zabývají po dlouhou dobu; význam knihy je zdůrazněn také její publikací v renomovaném nakladatelství Wiley. Všechny kapitoly jsou doprovázeny zajímavými podrobně dokumentovanými experimenty demonstrujícími invariantnost příznaků vůči parametrům transformací a také praktickou využitelnost výsledků. Monografie může sloužit předně jako souhrnná informace o tomto specializovaném oboru, s využitím pro návazný výzkum, ale také jako učebnice pro pre- a postgraduální vysokoškolskou výuku. Domnívám se, že kapitoly 1 - 3 a vybrané části z jiných kapitol, zejména odkazy z kap. 9 jsou přímo

využitelné pro výuku na magisterském stupni, zatímco zbývající kapitoly mohou být dobrým základem pro kurs doktorského studia.

Uchazečka se podle společného vyjádření všech spoluautorů podílela na všech kapitolách knihy; přitom deklaruje rozhodující podíl na třetí, šesté a deváté kapitole. Ve třetí kapitole se jedná o původní metodologii vytváření momentově založených příznaků libovolných řádů, invariantních vůči posunu, rotaci a změně měřítka. V kapitole šesté jde o konstrukci invariantů vůči rozmazání obrazu isoplanární konvolucí s obecným jádrem, a zejména o významný původní příspěvek v rozšíření na invarianty vůči rozmazání kombinovanému se současnou lineární geometrickou transformací. Devátá kapitola pak přináší přehled aplikací momentových invariantů v různých praktických úlohách, jak z literatury, tak původních výsledků uchazečky. Tak rozsáhlý přehled, vyžadující (nesnadné) vystižení metodologie každé citované práce jen několika větami, přirozeně do značné míry vylučuje možnost prezentace konkrétních obrazových výsledků, což je ovšem z hlediska využití pro výuku poněkud limitující.

Pokud jde o podání předmětné monografie jako habilitační práce, vyplývá z uvedeného, že práce prokazuje vysokou odbornou kvalifikaci uchazečky jak v oblasti původních výsledků – v tomto ohledu je závěr podpořen i seznamem souvisejících časopiseckých publikací uchazečky – , tak i z hlediska didaktického, zejména v úvodních kapitolách. Pokud jde o pouhý kvantitativní rozsah práce, představuje třetina z více než 500 stran nepochybně splnění obvyklých požadavků na habilitační práci.

Konstatuji proto, že podle mého názoru splňuje třetinový autorský podíl na zmíněné monografii plně požadavky na habilitační práci a

#### **doporučuji**

jeho přijetí pro účely habilitačního řízení s tím, aby po splnění ostatních zbývajících kroků byl uchazečce udělen vědecko-pedagogický titul docent.

Pokud bude příležitost, rád bych uchazečce položil následující dotaz:

- V kapitole 9 jsou jednotlivé práce členěny podle aplikačních oblastí resp. oblastí zpracování obrazů, v nichž se metodika momentových invariantů používá. Bylo by rozumně možné vytvořit stručný přehled (např. tabulku) s hlediska jednotlivých momentových přístupů, zhodnotit frekvenci jejich využití celkem a pro jednotlivé typy aplikací, a popřípadě i porovnat aplikačně definovanou efektivitu ve srovnání s alternativními přístupy?