

Oponentní posudek disertační práce

Fúze hustot pravděpodobnosti v odhadu stavu stochastických systémů

Doktorand: Ing. Jiří Ajgl

Oponent: Prof. Ing. Jan Štecha, CSc

Předložená disertační práce je věnována problematice informační fúze to je slučování informací v odhadu stavu stochastických systémů.

Práce je značně rozsáhlá, má 109 stran a seznam literatury obsahuje 97 citací tuzemských i zahraničních autorů. Je zřejmé, že se autor důkladně seznámil s dosaženými výsledky v této oblasti. Ze seznamu třinácti publikací v nichž je disertant spoluautorem či autorem je zřejmá publikační aktivita autora a jeho zaměření, protože všechny publikace se vztahují k problematice řešené v disertaci.

Práce je členěna do šesti kapitol včetně obecné úvodní kapitoly a závěrečné kapitoly, ve které jsou shrnuty výsledky disertace a stanoveny další cíle výzkumu. Dále budu postupovat podle pokynů pro vypracování posudku.

a) Zhodnocení významu disertace pro obor.

Práce řeší problém fúze hustot pravděpodobnosti v odhadu stavu nelineárních systémů, popisuje řadu metod a doplňuje některé nevyřešené problémy, jako je fúze hustot pravděpodobnosti reprezentovaných částicemi.

b) Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění stanoveného cíle.

Autor ve třetí kapitole podrobně uvádí čtyři cíle kterými jsou:

1. Rozvoj odhadování s omezením s ohledem na fúzi hustot.
2. Přizpůsobení částicových filtru pro použití ve fúzi hustot.
3. Fúze hustot pravděpodobnosti reprezentovaných částicemi
4. Zobecnění konzervativnosti.

Tyto stanovené cíle jsou náročné a autor je ve své práci splnil. Prvním třem cílům věnuje autor čtvrtou kapitolu práce a poslednímu cíli věnuje pátou kapitolu práce. Je uvedeno odvození metody a na závěr vždy je uveden příklad ilustrující metodu a je provedeno porovnání s metodami jinými.

Velmi oceňuji systematickosti výkladu, autor diskutuje stávající metody, hodnotí je a v práci řeší rozšíření těchto metod. Také oceňuji příklady, které porovnávají vyvinuté metody.

c) Stanovisko k výsledkům disertační práce a původního konkrétního přínosu disertanta

Hlavní výsledky disertace spatřuji v odvození vztahů pro fúzi částic v úlohách s omezením.

d) Vyjádření k systematickosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Práce je psána velmi přehledně, uvedená problematika je pojednána systematicky a formální úprava práce je velmi dobrá.

e) Vyjádření k publikacím disertanta

Seznam publikací obsahuje 13 prací disertanta. Jedná se vesměs o hodnotné publikace na významných mezinárodních konferencích. Na konferenci v Singapuru byl jeho příspěvek oceněn jako nejlepší a byla mu přiznána odměna. Ve většině prací je disertant spoluautorem se svým školitelem.

Všechny práce mají souvislost s problematikou disertace. Proto je možno konstatovat, že autorovy výsledky prošly mezinárodní oponenturou.

f) Jednoznačné vyjádření oponenta, zda doporučuje či nedoporučuje disertační práci k obhajobě

Na základě těchto uvedených faktů konstatuji, že

předloženou disertační práci Ing. Jiřího Ajgla doporučuji k obhajobě.

V Praze 3. května 2013


prof. Ing. Jan Stecha, CSc
Katedra řídicí techniky
ČVUT FEL Praha

Oponentní posudek disertační práce

Název práce: *Fúze hustot pravděpodobnosti v odhadu stavu stochastických systémů*

Autor disertační práce: Ing. Jiří Ajgl

Oponent: Ing. Jakub Královec, Ph.D.

Disertační práce pana Ing. Jiřího Ajgla se zabývá fúzí hustot pravděpodobnosti v úlohách odhadu stavu stochastických systémů. Disertační práce byla vypracována na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni pod vedením školitele Prof. Ing. Miroslava Šimandla, CSc. z katedry kybernetiky.

Výzkum a vývoj v oblasti informační fúze je v posledních letech velmi aktuální a potřebný pro řešení řady praktických úloh odhadování, např. u navigačních systémů. Tato potřeba je dána stále se zvyšující dostupností informací z různých zdrojů dat (senzorů); získaná data je pak zapotřebí vhodně zpracovat tak, aby bylo možno získat konzistentní odhad stavu zkoumaného systému. Od roku 1998 se každoročně koná mezinárodní konference o informační fúzi, pořádaná Mezinárodní společností pro informační fúzi (ISIF), jež se stala jednou z nejdůležitějších mezinárodních konferencí zaměřených na odhadování v oblasti teoretického výzkumu a jeho spojení s praxí. To dokládá důležitost a aktuálnost tématu předložené disertační práce.

Cíle práce jsou rozděleny do dvou směrů. Prvnímu směru je věnována kapitola 4 a je zaměřen na fúzi hustot pravděpodobnosti v úlohách odhadování s omezením a použití částicových filtrů při fúzi hustot. Druhý směr (kapitola 5) je zaměřen na zobecnění konzervativnosti fúze pro hustoty pravděpodobnosti.

V části 4.1 se autor zabývá využitím fúze hustot při odhadování s omezením, kdy množina přípustných stavů je omezena a vypočítané hustoty pravděpodobnosti – nebo jejich odhady – je třeba dále zpracovat, aby bylo dané omezení splněno. Zároveň je třeba provést fúzi hustot pravděpodobnosti. Spojení těchto dvou operací, tj. omezení stavu a fúze, je značně obtížná úloha. Autor představil různé architektury systémů s odhadováním a omezením ve tvaru rovnosti i nerovnosti a diskutoval problémy spojené s řešením této úlohy. Pro omezení odhadu využívá oříznutí odhadu a průmět do podprostoru určeného omezením.

V části 4.2 autor navrhl marginální marginalizovaný částicový filtr vhodný pro fúzi globálních odhadů z částicových filtrů a popsal algoritmus jeho výpočtu (str. 52).

Část 4.3 pojednává o fúzi hustot pravděpodobnosti obecně a podrobněji o fúzi pro hustoty v částicové reprezentaci. Na obecné úrovni autor odvodil postupy slučování pomocí vážených kvaziaritmetických průměrů, aby byla zajištěna konzervativnost fúze. Podrobně je popsána fúze částicových filtrů, a to jak pro úlohu odhadu bez omezení, tak s omezením. Výsledkem kapitoly je algoritmus fúze hustot v částicové reprezentaci na str. 73.

Oba algoritmy navržené v části 4.2 a 4.3 představují spíše obecný postup či rámec řešení daných úloh, jelikož obsahují dílčí kroky – často zřejmě heuristické – vyžadující rozhodnutí nebo výpočty, které nejsou jasně specifikované a bývají uvozeny slovy „pro jednoduchost můžeš zvolit...“ nebo „odhadni ... například podle vztahu.“ Jak mohou tyto volitelné kroky ovlivnit kvalitu výsledku? Implementoval autor navržené algoritmy do podoby obecně použitelného softwarového nástroje?

Kapitola 5 se podrobně věnuje pojmu konzervativní fúze jako vlastnosti sdruženého odhadu, spočívající, zjednodušeně řečeno, v zachování neurčitosti lokálních odhadů ve sdruženém odhadu. Autor vlastnost konzervativnosti podrobně analyzoval a zobecnil ji zavedením definice konzervativnosti hustoty pravděpodobnosti s využitím Kullbackovy-Leiblerovy divergence. Hlavním výsledkem kapitoly 5 pak je zobecnění metody sjednocení kovariancí ve fúzi hustot.

Výsledky jednotlivých kapitol jsou ilustrovány na teoretických příkladech. Na závěr práce autor diskutuje otevřené otázky a možné směry další vývoje.

Všechny stanovené cíle disertační práce považuji za splněné.

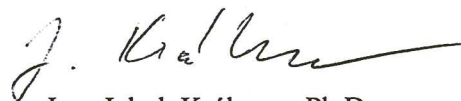
Disertační práce má rozsah 104 stran. Práce je organizovaná přehledně, má logickou strukturu a je napsána velice pečlivě. Autor jasně stanovil cíle a obsah jednotlivých kapitol a stanovený plán a strukturu dodržuje, což přispívá k dobré orientaci při čtení práce. Po jazykové stránce je práce vynikající. Drobnou výtku mám ke grafické prezenaci výsledků. Některé grafy jsou poněkud nepřehledné (např. na straně 39, 63, 64); větší velikost grafů a barevné rozlišení čar by přispělo k lepší čitelnosti výsledků.

Seznam použité literatury čítá 97 publikací. Disertant uvádí 11 článků, jichž je autorem nebo spoluautorem, publikovaných nebo přijatých k publikaci na mezinárodních konferencích, zejména na významných konferencích ICINCO, ACC, mezinárodním kongresu IFAC a na několika ročních konferencech o informační fúzi. Uvedená rozsáhlá publikační činnost dokládá, že Ing. Ajgl se tématům své disertační práce věnuje soustavně a dlouhodobě a že výsledky jeho práce prošly recenzním řízením a byly přijaty na mezinárodní úrovni.

Pan Ing. Jiří Ajgl ve své práci prokázal erudici, široký přehled v oboru automatického řízení a odhadování a schopnost řešit obtížné teoretické problémy. Výsledky práce, publikované též na mezinárodních konferencích, pokládám za velmi přínosné v oblasti teorie odhadování a informační fúze.

Předloženou disertační práci *doporučuji k obhajobě*.

Dne 30. 4. 2013



Ing. Jakub Královec, Ph.D.
Rockwell Automation s.r.o.
Pekařská 695/10a
Praha