

学校编码：10384

学号：23120091152680

廈門大學

硕士学位论文

基于计算动词理论的决策及控制

Decision and Control Based on Computational
Verb Theory

孙娟娟

指导教师：杨涛

专业名称：集成电路

答辩日期：2012年6月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外，该学位论文为()课题(组)的研究成果，获得()课题(组)经费或实验室的资助，在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。)

声明人(签名)：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

()1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

()2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

摘 要

计算动词理论经过十几年的发展，凭借着自身的理论魅力吸引了各领域越来越多的学者投入到其应用研究中，使得计算动词理论在日益丰富完善的同时也表现出了巨大的实用价值。本论文的工作主要是计算动词理论在决策及控制领域的应用，它是计算动词理论探索及其应用的一部分。

计算动词决策树的提出是为了解决传统决策树无法有效挖掘动态时间序列的弊端。作者在继承原有的计算动词决策树设计方法的基础上，从一个新的角度考虑问题，提出了基于计算动词相似度的决策树算法。

运用Backstepping方法设计四旋翼飞行器各个控制通道的控制律时，控制参数的设定对控制效果会存在极大的影响，为了实现控制参数的自适应调节，将多次实验得到的参数动态调节规则利用计算动词相关知识应用于Backstepping设计方法中，极大地改善了四旋翼飞行器的控制效果。

本论文的特色与创新点主要体现在以下几个方面：

1. 提出了基于计算动词相似度的动词决策树算法。该算法的出发点是：相似度越大的两个时间序列曲线，由其中一条曲线预测另一条曲线的准确度越高。算法通过对样本集数字化、标准动词化、计算动词相似度等步骤为样本集构建动词决策树。算法实现了对有时间标签的样本集的数据挖掘。实验结果表明，利用该算法得到的决策树对股票走势进行预测取得了令人满意的结果；
2. 给出了四旋翼飞行器系统的动力学建模、控制系统设计、导航系统的详细数学推导过程，并为每个模块搭建了SIMULINK仿真模型。从SIMULINK仿真结果可知，以上三个模块的数学模型是合理的，正确的；
3. 将计算动词规则、计算动词规则推理与Backstepping非线性控制器设计方法结合，实现了四旋翼飞行器控制系统的参数自适应调节。在此基础上建立的SIMULINK模型的仿真结果表明，计算动词Backstepping非线性控制器的响应速度更快、上升时间更短、超调量更小；
4. 设计并实现了四旋翼飞行器控制系统仿真验证的用户界面，为后续的计算动词研究工作提供了极为方便的验证工具。

关键词：计算动词理论；决策树算法；四旋翼飞行器系统

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Since its invention in 1997, computational verb theory (CVT) has attracted the attention of more and more researchers who contributed to researches and application of CVT. Because of this, CVT has been increasingly improved and its high application value has been appreciated by more and more researchers. The main work of this thesis is decision and control based on CVT.

Considering the disadvantages of conventional data-mining algorithm which can not extract knowledge from time series of both numerical and categorical data, computational verb decision trees is proposed. Based on existing computational verb decision trees algorithm, a new decision tree algorithm based on verb similarities is presented in this thesis.

To design quadrotor control system using backstepping technique, the values of parameters play an important role on control effectiveness. To realize the self-adaptation of parameters, dynamic adjusting rules of parameters obtained through several experiments are used in backstepping technique based on CVT. The simulation results show that this method can improve control effectiveness. The key contributions of this thesis are as follows.

1. Computational verb decision trees algorithm based on computational verb similarities is proposed. The higher the similarities between two time series, more accurate the prediction of a time series from the other. The algorithm extends data-mining to dynamical attribute rules. To produce the trends of stock prices, the algorithm presented is used to construct data mining model in this thesis. According to the experimental result, the algorithm can improve prediction accuracy of decision tree.

2. The derivation processes of quadrotor dynamic model, quadrotor controller and navigation system are presented. Besides, we provide SIMULINK simulation model. The simulation result indicates that the mathematical model presented in

this thesis is sound.

3. Combining verb rules, reasoning and Backstepping method to achieve self-adaptation of parameters of quadrotor controller. After comparing simulation results with other methods, nonlinear backstepping controller based on CVT has better control effectiveness than typical nonlinear backstepping controller.

4. Design and realize quadrotor control simulation system, which provide convenient verification tool for designning of quadrotor control algorithm

Keywords: Computational verb theory; decision trees algorithm; qudrotor system

廈門大學博碩士論文摘要

参考资料

- [1]杨涛. 计算动词理论及应用[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2011.
- [2]Smit M. Interactive Narrative Generation Using Computational Verb Theory [D]. MSc dissertation: University of Pretoria undergraduate thesis, 2009.
- [3]汤伟宾. 芯片显微自动拍照技术及其系统设计研究[D]. 厦门: 厦门大学硕士学位论文, 2010.
- [4]刘夏莹. 基于计算动词决策树的股票数据分析[D]. 厦门: 厦门大学学士学位论文, 2009.
- [5]张妮妮. 计算动词决策树的设计[D]. 厦门: 厦门大学学士学位论文, 2009.
- [6]周悦颖. 传统决策树的动词化[D]. 厦门: 厦门大学学士学位论文, 2009.
- [7]郭斯羽. 动态数据中的数据挖掘研究[D]. 杭州: 浙江大学博士学位论文, 2002.
- [8]Micheline Kamber. Data Mining: Concepts and Techniques, Second Edition [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [9]刁琛. 四旋翼无人飞行器的非线性自适应控制器设计[D]. 天津: 天津大学硕士学位论文, 2010.
- [10]岳基隆. 四旋翼无人机自适应控制方法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学硕士学位论文, 2010.
- [11]魏丽文. 四旋翼飞行器控制系统设计[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2010.
- [12]庞庆霖. 四旋翼飞行器设计与稳定控制研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学硕士学位论文, 2011.
- [13]陈为胜. 非线性系统智能Backstepping控制与分析[D]. 西安: 西安电子科技大学博士学位论文, 2007.
- [14]宫经宽. 航空机载惯性导航系统[M]. 北京: 航空工业出版社, 2010.
- [15]董文瀚,孙秀霞,林岩,宋鸿飞. 一类直接模型参考Backstepping自适应控制[J]. 控制与决策, 2008, (23): 981-986,993.
- [16]万德旺. 四旋翼垂直起降机控制问题的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2008.
- [17]钟佳朋. 四旋翼无人机的导航与控制[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2010.
- [18]单海燕. 四旋翼无人直升机飞行控制技术的研究[D]. 南京: 南京航空航天大学硕士学位论文, 2008.
- [19]姚元鹏. 四旋翼直升机控制问题研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2007.
- [20]聂博文. 微小型四旋翼无人直升机建模及控制方法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学硕士学位论文, 2006.
- [21]刘焕晔. 小型四旋翼飞行器飞行控制系统研究与设计[D]. 上海: 上海交通大学硕士学位论文, 2009.
- [22]刘丽丽. 四旋翼飞行仿真器的建模及控制方法的研究[D]. 长沙: 中南大学硕士学位论文, 2009.
- [23]何环飞. 四旋翼无人直升机飞行控制系统的研究与设计[D]. 南京: 南京理工大学硕士学位论文, 2009.
- [24]李航. 小型四旋翼飞行器实时控制系统研究[D]. 大连: 大连理工大学硕士学位论文, 2010.
- [25]彭贞慧. 小型四旋翼无人直升机控制系统设计[D]. 南京: 南京理工大学硕士学位论文, 2010.
- [26]黄溪流. 一种四旋翼无人直升机飞行控制器的设计[D]. 南京: 南京理工大学硕士学位论文, 2010.
- [27]奔粤阳. 高动态环境捷联惯导算法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学博士学位论文, 2008.
- [28]A. Tayebi and S. Mcgilvray. Attitude Stabilization of a Four-rotor Arial Robot[C]. 43rd IEEE Conference on Decision and Control, Atlantis, 2004, 1216-1221.
- [29]Li Wang, Qinglin Wang, Description and Application of the Backstepping Design Mehtods [J]. Journal of Automation Panorama, 2004,(6): 57-60.
- [30]Erding Alug, Roherl Maliony. Control of a Quadrotor Helicopter Using Visual Feedback[C]. International Conference on Robotics &Automation, Washington, 2002, 72-77.
- [31]Robert Mahony Tarek Hamel, Rogelio Lozano, James Ostrowski. Dynamic Modlling and Configuration Stabilization for an X4-FLYER[C]. 15th Triennial World Congress, Barcelona, 2002.
- [32]Gerardo Romero David Lara, Anand Sanchez and Rogelio Lozano. Parametric Robust Stability Analysis for Attitude Control of a Four-rotor Mini-rotorcraft[C]. Conference on Decision & Control, San Diego, 2006, 4351-4356.
- [33]Haomiao Huang, Gabriel M. Hoffmann, Steven L. Waslander, Claire J. Tomlin. Quadrotor Helicopter Flight Dynamics and Control: Theory and Experiment[C]. AIAA Guidance, Navigation and Control

- Conference and Exhibit, Hilton Head, South Carolina, 2007, 6461-6481.
- [34]Huang Yi, Yangyi Dong, Xinhua Wang. Study on Explicit Model-Following and Fly-by-Light Control System for Helicopter [J]. ACTA AERONAUTICA ET ASTRONAUTICA SINICA, 2004, (25): 162-164.
- [35]彭辉, 刘丽丽, 刘敏安. 四旋翼飞行仿真器的建模研究[J]. 《微计算机信息》(测控自动化), 2009, (25): 201-203.
- [36]Qinghua Yang, Zhaoqing Song, Lei Shi. Modeling, Control and Simulation of a Quadrotor Aircraft [J]. Journal of Naval Aeronautical and Astronautical University, 2009, (24): 499-502.
- [37]Xianghua Huang, Quan Zhou, Lihua Zhu. Experiment Study on Attitude Stabilization Control of Quadrotor Micro-aircraft [J]. Transducer and Microsystems Technologies, 2009, (28): 72-74, 79.
- [38]Hongxu Ma, BoWen Nie, Jian Wang, Jianwen Wang. Study on Actualities and Critical Technologies of Micromini Qadrotor [J]. ELECTRONICS OPTICS & CONTROL, 2007, (14): 113-117.
- [39]Yepan Wang, Hua Sun, Wenjing Li. Study on the Control System of a Quadrotor [J]. Journal of Guangzhou University (Natural Science Edition), 2011, (10): 35-40.
- [40]Daobo Wang, Lilan Zeng, Caigen Guo, Xianghua Huang. Survey of Flight Control Technology for Unmanned Helicopter [J]. Journal of Control and Decision, 2006, (21): 361-366.
- [41]高应杰, 陈鼎新, 李荣明. 小型四旋翼无人飞行器控制算法研究[J]. 计算机与现代化, 2011, (10): 4-7.
- [42]刘志军, 吕强, 王东来. 小型四旋翼直升机的建模与仿真控制[J]. 计算机仿真, 2010, (27): 18-20, 69.
- [43]Xiuxia Sun, Wenhan Dong, Yan Lin. Backstepping Model Reference Robust Controller Design for Flight Control [J]. Systems Engineering and Electronics, 2010, (32): 1485-1488.
- [44]Jinwen An, Guanglun Jiang, Ning Dai. Synthesis Design Method of Helicopter Stability and Control Augmentation System [J]. ACTA AERONAUTICA ET ASTRONAUTICA SINICA, 1997, (18): 571-574.
- [45]Ola Harkegard. Flight Control Design Using Backstepping [D]. Linkoping: Linkopings university undergraduate thesis, 2001.
- [46]Jann Peter Strand, Thor I. Fossen. Tutorial on Nonlinear Backstepping: Application to Ship Control [J]. Journal of Modeling, Identification and Control, 1999, (20): 83-134.
- [47]吴小兰. 易于实现的捷联式惯性导航系统仿真[J]. 弹箭与制导学报, 2006, (26): 89-90, 94.
- [48]周文君, 刘进, 雷宏杰. 一种面向捷联惯导系统设计/验证的仿真平台设计[J]. 弹箭与制导学报, 2011: 11-14.
- [49]吴韦华. 卫星/SINS组合导航关键技术研究[D]. 成都: 电子科技大学硕士学位论文, 2008.
- [50]万俊, 潘鸿飞, 杨柏军. 陀螺仪随机漂移的测取和数学模型的确立[J]. 微计算机信息, 2003: 17-18, 24.
- [51]Chunhui Zhang, Jiantong Wu, Kunpeng He, Xuemei Zhou. Attitude Algorithm of Strap-down Inertial navigation System Using Four_order Runge_Kutta [J]. Journal of Applied Science and Technology, 2005, (32): 37-38, 48.
- [52]Yuqing Hua, Guohong Yu. Study and Comparison Among Some Methods of Attitude Algorithm of Strap-down System [J]. Journal of Aerial Control, 1995, (3): 10-16.
- [53]Wang Shuai, Wei Guo. Application of Kalman Filter in Attitude Measurement for Four-Rotor Aircraft Flight [J]. Journal of Ordnance Industry Automation, 2011, (30): 73-74, 80.
- [54]王喜龙, 程远, 吴汪洋. 捷联式惯导系统仿真器设计[J]. 舰船科学技术, 2011: 82-84, 103.
- [55]Tao Li, Yuanxin Wu, Zurui Xue, Xiaoping Hu, Meiping Wu. Survey on Error Models of Strap-down Inertial Navigation System [J]. Journal of Chinese Inertial Technology, 2003, (11): 67-72.
- [56]杨艳娟. 捷联惯性导航系统关键技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学博士学位论文, 2001.
- [57]Jun Guo, Zhi Xiong, Jianye Liu, Lei Huang. Research on Analysis of the Dynamic and Static Error of Strap-down Inertial Navigation System [J]. Journal of Avionics Technology, 2008, (39).
- [58]尹苗苗. 捷联惯性导航系统的姿态算法研究[D]. 上海: 上海海事大学硕士学位论文, 2007.
- [59]Wei Liu, Xuhui Xie, Shengyi Li. Attitude Algorithm for Strap-down Inertial Navigation system [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2005, (31): 45-50.
- [60]Paul G. Savage. 捷联惯性导航积分算法设计 (一) [J]. 惯导与仪表, 1999, (3): 26-42.
- [61]Paul G. Savage. 捷联惯性导航积分算法设计 (二) [J]. 惯导与仪表, 1999, (4): 36-48.

- [62]Paul G. Savage. 捷联惯性导航积分算法设计 (三) [J]. 惯导与仪表, 2000, (2): 16-29.
- [63]赵玉霞. 捷联惯导系统仿真算法的研究及其实现[D]. 大连: 大连理工大学硕士学位论文, 2005.
- [64]王晓迪. 捷联惯导系统导航算法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学硕士学位论文, 2007.
- [65]吴春新. 捷联惯导系统姿态算法及误差自动补偿的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士, 2010
- [66]Dongmei Sun, Zengshan Tian, Lingjun Han. Simulation on Quaternion Calculate Attitude Angle of the Strap-down Inertial Navigation System [J]. Journal of Projectiles, Rockets, Missiles and Guidance, 2009, (29): 51-53, 60.
- [67]Erzhuo Niu, Jianxin Ren, Jian Ren. Design and Analysis of Simulation Track in the Test of Strap-down Inertial Navigation System [J]. Journal of Computer Simulation, 2009, (26): 18-21.
- [68]付军. 捷联惯导算法研究及系统仿真[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2007.
- [69]李晓峰. 捷联惯导和组合导航的仿真研究[D]. 西安: 西安电子科技大学硕士学位论文, 2010.
- [70]贺信. 捷联惯导的仿真及其组合导航的研究[D]. 武汉: 华中科技大学硕士学位论文, 2007.
- [71]Lei Zhan, Renqing He, Yang Xie, Yan Long. Intelligent Navigation System Based on Four-rotor Micro UAV [J]. Journal of Electronic Measurement Technology, 2011, (34).
- [72]Zhiyong Feng, Han Zeng, Li Zhang, Yixin Zhao, Wei Huang. Angle Measurement Based on Gyroscope and Accelerometer Signal Fusion [J]. Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition) 2011, (36): 137-141.
- [73]Kokotovic P V. The Joy of Feedback : nonlinear and adaptive[J]. IEEE Control Systems Magazine:, 1992, 12(3):7-17.
- [74]Jia Wang, Hongho Wang. Research on Simulation Workbench for Strap-down Algorithm via Simulink Model [J]. Journal of Aerospace Shanghai, 2004, (5): 19-24.
- [75]Xin Qi, Yongyuan Qin, Xinying Zhu. Simulation on Strap-down Inertial Navigation System Based on MATLAB/Simulink [J]. Journal of Computer Measurement & Control, 2008, (16): 1161-1163.
- [76]冯建鑫. SINS/GPS组合导航系统算法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学硕士学位论文, 2008.
- [77]Xueyuan Lin, Xuezhe Tan. GPS/ SINS Integrated Navigation System and Realization [J]. Journal of Computer Measurement & Control, 2007, (15): 1798-1800.
- [78]常明飞. GPS/SINS组合导航系统研究[D]. 重庆: 重庆大学硕士学位论文, 2004.
- [79]李倩. GPS/INS组合导航系统研究及实现[D]. 上海: 上海交通大学硕士学位论文, 2010.
- [80]Jihan Ru, J. Christian Gerdes. Integrating Inertial Sensors with Global Positioning System (GPS) for Vehicle Dynamics Control [J]. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 2004, (126): 243-254.
- [81]杨春宇. 数据流上的聚类与分类算法[D]. 北京: 清华大学博士学位论文. 2009.
- [82]刘慧卿. 计算动词理论及其在信息处理中的应用[D]. 厦门: 厦门大学硕士学位论文. 2011.

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库