

组合优化反问题研究（杨晓光）

经济预警与政策分析研究（汪寿阳，杨晓光，徐山鹰，余乐安，郑桂环）

非最小相位非线性系统镇定（程代展）

结构矩阵与符号数值混合计算（支丽红）

系统控制中的随机逼近方法（陈翰馥、方海涛）

成果名称：组合优化反问题研究

完成人：杨晓光

【简介】组合优化反问题是指如何确定系统的参数，使得系统能够实现预定目标，而且尽可能保证系统的稳定性。本项目在组合优化反问题研究中取得了一系列的重要成果：解决了有向图上子模流函数反问题，由此给出了很大一类组合优化反问题的统一处理方式；证明了存在正问题可解但反问题不可解的情形，深化了反问题的研究；提出了偏反问题的概念并率先得到一些结果，为反问题研究提供了新的生长点；首次证明了一类广义反问题的不可逼近性质；证明了反问题与广义反问题的统一性，并给出了统一模型的ORACLE多项式时间算法。这些问题的解决，得到国际同行的高度肯定，国际同行他引近40次，有力地推动了组合优化反问题的发展。

代表性论著：

1. Q. Wang, X.G.Yang, J. Zhang, A Class of Inverse Dominant Problems under Weighted l_∞ Norm and an Improved Complexity Bound for Radzik's Algorithm, Journal of Global Optimization, Vol. 34, 551-567, 2006
2. M.C. Cai, X.G.Yang, Y. Li, Inverse Problems of Submodular Functions on Digraphs, Journal of Optimization Theory and Applications, Vol. 104, No.3, 559-575, 2000
3. M.C. Cai X.G.Yang, J. Zhang The Complexity Analysis of the Inverse Center Location Problem, Journal of Global Optimization, Vol. 15, No.2, 213-218, 1999

成果名称：经济预警与政策分析研究

完成人：汪寿阳，杨晓光，徐山鹰，余乐安，郑桂环

【简介】本项目主要研究经济预警与政策研究中的一些重大问题和困难技术问题。在预测技术、国际收支分析和人民币汇率制度、宏观经济预警及先行指标研究等理论和方法上做出了一系列的创新性工作，如将文本挖掘技术、计量经济模型、人工智能技术综合集成起来，提出了TEI@I综合集成预测方法，大大地提高了预测精度，对预测技术的发展做出了创造性的贡献；又如，不仅提出了政策研究一些新的研究方向，提出了一系列新的概念和研究方法，而且研究结论为政府高层决策所采纳和重视，例如中央在2005年人民币汇率制度改革、2006年针对房地产的宏观调控以及2006年出口退税率调整等的政策出台，本项目的研究工作都起到了重要甚至是关键性的作用；又如本项目关于外汇汇率的预测研究在国际上处于领先地位等。

代表性论著：

1. A Novel Nonlinear Ensemble Forecasting Model Incorporating GLAR and ANN for Foreign Exchange Rates, Computers & Operations Research, Vol.32, No. 10, 2005。(余乐安为通讯作者)
2. Forecasting Stock Market Movement Direction with Support Vector Machine, Computers & Operations Research, Vol.32, No. 10, 2005。(汪寿阳为通讯作者)
3. Forecasting Foreign Exchange Rate with Neural Networks, International Journal of Information Technology and Decision Making, Vol.4, No.1 2004。(汪寿阳为通讯作者)

成果名称：非最小相位非线性系统镇定

完成人：程代展

【简介】控制系统镇定是指通过设计反馈控制使闭环系统稳定。动态系统的稳定性是一个动力系统能正常运行的基本条件，因此，镇定是控制论中的一个基本问题。二十世纪九十年代，Byrnes 和 Isidori 提出仿射非线性标准型，并利用中心流形理论证明了在该标准型下，如果系统是零动态稳定（即最小相位）则可设计拟线性反馈镇定系统。

非最小相位系统的镇定要困难得多。为克服中心流形精确解难以得到的问题，[1] 提出导数齐次 Lyapunov函数的方法，它保证了从一个非线性动力系统各分量最低阶的近似系统的稳定性即可推出原系统的稳定性。利用它，由中心流形近似方程的稳定性可以推出中心流形的稳定性。然后，用拟线性反馈镇定系统的线性部分，用非线性反馈设计近似中心流形，从而镇定整个闭环系统。这种方法首次给出一类仿射非最小相位非线性系统的镇定器设计方法。

为了使这种设计方法能应用到更大一类控制系统, [2] 将 Byrnes - Isidori 标准型扩大到广义标准型, 它将原标准型所要求的 “相对阶” 减弱到 “点相对阶”, 使能化成这种标准型的函数类大大增加。[2] 并证明了 [1] 的设计方法对广义标准型仍适用。

[3] 将这套方法推广到非仿射型的更一般的非线性系统。这方面的进展还包括对多重谐振中心的镇定设计, 奇导反馈的镇定设计等。这些结果发表在 *Automatica, Systems Control Letter* 等其他一些国际杂志上。

代表性论著:

1. D. Cheng, C. Martin, Stabilization of Nonlinear Systems via Designed Center Manifold, *IEEE Trans. Aut. Contr.*, Vol. 46, No. 9, 1372-1383, 2001.
2. D. Cheng, L. Zhang, Generalized Normal Form and Stabilization of Nonlinear Systems, *Int. J. Control*, Vol. 76, No. 2, 116-128, 2003.
3. D. Cheng, Z. Xi, G. Feng, Stabilization of General Nonlinear Control Systems via Center Manifold and Approximation Techniques, *J. Dynamic Contr. Sys.*, Vol. 10, No.3, 315-327, 2004.

成果名称: 结构矩阵和符号数值混合计算

完成人: 支丽红

[简介] 我们研究了数值和符号混合方法求解非线性数值多项式方程组。设计开发了应用符号延拓和数值消元相结合的混合算法, 该算法的效率和稳定性方面较以往的方法有较大的改进, 能解决一些单独用符号或数值计算都无法很好解决的问题 (如奇异位置视觉定位)。另外, 我们考虑了近似多元多项式的绝对不可约因式分解。我们的方法是基于 Ruppert 矩阵奇异值分解 (SVD)。从奇异值我们可以得到近似因子的个数。近似因子的确定可以通过奇异向量的运算, 最小二乘法和最大公因子计算获得。我们还研究了广义 Sylvester 矩阵的结构扰动问题。通过计算最近的亏秩为 r 的 Sylvester 矩阵, 设计了新的算法计算单变元和多变元的近似最大公因子。

我们通过对符号计算中出现的结构矩阵如 Sylvester 矩阵, Bezout 矩阵, Ruppert 矩阵, 广义 Macaulay 矩阵的研究, 结合数值计算领域的结构矩阵低秩逼近, 位移结构矩阵快速算法等新工具和方法, 设计的新的混合算法不仅高效稳定, 而且能得到更小的向后误差。给符号和数值混合计算带来了新的活力和更广泛的应用。

我们在多项式近似分解, 多项式近似最大公因子, 近似多项式方程求解方面的研究引起了国际符号计算和数值计算界的广泛关注。我们在这几个混合计算方面的工作都被 2003, 2004, 2006 年国际符号和代数计算会议接受发表。特别地, 在 2006 年国际符号和代数年会上, 我们被邀请做三小时的关于符号和数值混合计算的短课程报告。另外我们的设计的程序也被部分收入到商业软件 MAPLE 的 SNAP (SYMBOLIC AND NUMERIC ALGORITHMS FOR POLY-NOMIALS) 软件包中。

代表性相关论文

1. (with Shuhong Gao, Erich Kaltofen, John P. May, Zhengfeng Yang) Approximate factorization of multivariate polynomials via differential equations. 国际符号和代数年会, 西班牙, 167-174, 2004
2. (with Corless, R. M., Watt, S.M) QR Factoring to Compute the GCD of Univariate Approximate Polynomials, *IEEE Transactions on Signal Processing*, 52(12) 3394-3402, 2004
3. (with Erich Kaltofen, Zhengfeng Yang) Approximate Greatest Common Divisors of Several Polynomial with Linearly Constrained Coefficients and Singular Polynomials. 国际符号和代数年会, 意大利, pp. 169-176, 2006

成果名称: 系统控制中的随机逼近方法

完成人: 陈翰馥、方海涛

[简介] 在系统控制领域中, 诸如非线性的 Hammerstein 及 Wiener 系统的辨识, 变量带误差系统的辨识, 适应滤波的符号算法, Markov 决策中的有关问题, 盲辨识与盲均衡, 迭代学习控制等一系列重要问题, 以往结果大多给不出递推算法, 不能证明收敛性, 或者所用条件过于苛严。本 “成果” 用扩展截尾的随机逼近方法, 给出了递推算法, 并用 “子序列” 分析技巧, 证明了递推算法以概率 1 的收敛, 得到了远优于其它方法的结果。同时, 对随机逼近方法本身也给出了更深刻的结果。

代表性相关论文

1. Fang Haitao and Chen Han-Fu, Stability and Instability of Limit Points of Stochastic Approximation Algorithms, *IEEE Trans. on Automat. Control*, Vol. 45, No.3, 2000, pp.413-421
2. Han-Fu Chen, Stochastic Approximation and Its Applications, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002
3. Han-Fu Chen, Pathwise convergence of recursive identification algorithms for Hammerstein systems, *IEEE Trans. Automat. Control*, 2004, 49, pp. 1641-1649