

对《用常数阵实现对角优势的条件和算法》一文的商榷

鲍远律

(中国科学技术大学自动化系·合肥, 230026)

该文^[1]给出两个定理. 其必要条件即 $\lambda_i > \frac{1}{2}$ 是正确的, 但该文所附文献[6]中的“实常阵补偿可获得对角优势的必要条件定理”早已指出. 而其充分条件即 $\lambda_i > (m-1)/m$ 则是错误的. 问题在于, 补偿后的矩阵 $\hat{K}^T \hat{G}(s)$ 行优势的定義, 即文中式(2.3)是错误的. 必须在式后增加

$$\forall \omega \in [0, \infty).$$

容易从一特定点 ω 的计算结果获得定理的必要条件, 却不可能获得关于实现 $\hat{K} \hat{G}(s)$ 第 i 行优势的充分条件. 所以两个定理均不能成立.

顺便指出, 该文定理2所谓最优解 $\lambda_{i\max}$ 与定理1所用的 λ_i 完全相同, 根本不存在“最优”的概念. 所给计算方法仅仅是将文献[5]对实对称阵 $W^T W$ (即文中的实对称阵 B) 的求逆运算增加了奇异值分解过程, 本质上得出和文献[5]一样的运算结果 k_i . 因此, 不能认为“本文结果较文献[5]的类似结果为优”.

有关类似的结论, 及其推广到动态预补偿阵 $K(s)$, 与全频段加权计算方法 (称为准优势化算法) 可参见下列文献[2], [3]等.

本文刊出前, 笔者见到[1]文作者答复意见, 故增几句话作为收尾. 简言之, 我的商榷强调的是用于多变量频域设计方法中由 H. H. Rosenbrock^[4] 所建立起来的对角优势概念的动态意义. 即便仅使用常数预补偿阵 K , 也是为了补偿后的动态系统 $Q(s) = G(s)K$ [或 $\hat{Q}(s)$] 在整个围线 D 上获得对角优势. 因此, 将 s 固定为一点来讨论对角优势问题将失去应有的意义. 大量不可能采用常数预补偿阵实现对角优势的系 统 (一个最简单的例子为 $\hat{G}(s) = \begin{bmatrix} 1-2^2 & 2+s \\ 0 & 1-s^2 \end{bmatrix}$) 在整个围线 D 上处处均满足文[1]“实现对角优势”的充分条件, 却不能找到一个常数阵 K , 来实现 DNA 或 INA 设计过程所需要的对角优势阵 $Q(s)$ [或 $\hat{Q}(s)$]. 由此可见文[1]中提出的对角优势概念只具有静态意义.

参 考 文 献

- [1] 古孝鸿. 用常数阵实现对角优势的条件和算法. 控制理论与应用, 1990, 7(3): 87-91
- [2] 鲍远律. 多变量系统频域设计技术及CAD. 第三讲: 对角优势化, 国外自动化, 1984, 6(5): 43-48
- [3] Bao Yuanlu et al. . An Improved Algorithm for Generalized Pseudodiagonalisation. IFAC Proc. Series, 1986, (8). Also in Proceedings the IFAC/IFORS Confer. on Control Science & Technology for Development, IFAC, CSTD'85, 1985, 756-767
- [4] H. H. 卢森布劳克, 周文忠译. 计算机辅助控制系统设计. 北京: 科学出版社, 1983

[6] 鲍远律等. 实现对角优势的动态补偿器的设计. 信息与控制, 1984, 13(4): 17-21 (附注: 古文[1]所附[6]误为 Vol. 13, No. 1)

关于《对〈用常数阵实现对角优势的条件和算法〉一文的商榷》的答复

古孝鸿

(电子科技大学自动化系·成都)

感谢对拙作^[2]的关心. 不同学术观点的正常讨论是好事. 对鲍文^[1]所提出的两个问题, 即不存在充分条件与最优解, 提出本人的看法.

1) 拙作^[2]全部是讨论在指定频率 ω 下如何实现对角优势的问题. 对单一频率进行研究的原因在于: 1° 工程问题常为有限带宽, 而不是 $\omega \in [0, \infty)$. 2° 由于连续性, 在某一频率实现对角优势, 在相邻频段内也有对角优势. 3° 许多实际问题仅需在一频率点进行补偿即可. 当一频率点补偿达不到要求时, 分别在高频段、中频段、低频段各取一点进行补偿后再组合, 这也是很常用的方法. 基于此, 不仅文^[2], 有大量文章、著作都注意研究单一频率点的补偿问题 (例如鲍教授曾给予帮助的文^[4]). 鲍文^[6]中的指标函数仍是研究有限个频率点, 而不是 $\omega \in [0, \infty)$, 更不是 $s \in D$. 讨论单一频率点或有限个频率点的补偿问题都是有意义的.

2) 因为是在单一频率下研究问题, G 为常数阵, 自然既可研究必要条件, 也可研究充分条件. 不仅文^[2]如此作, 文^[5]也研究了这个问题. 我们并未把它说成是 $\omega \in [0, \infty)$ 时的充分条件, 更未说成是在整个 Nyquist 周线 D 上的充分条件.

3) 在频率为 ω 时, 文^[2]证明了在全部 m 个特征值中有 $(m-2)$ 个为零, 有两个非负特征值. 证明了不会有大于 λ_{\max} 且满足定理 1 的 λ_i 存在. 既然 λ_i 有大有小, 且有特定含义, 选取最大特征值 λ_{\max} 对应的特征向量 k_i , 就能在此频率点使第 i 行有最大行优势. 本人认为把它说成是“最优解”是含义明确的, 也是存在的. 定理 2 本来就是定理 1 的进一步, 有相重合的部分是不足为奇的. 两定理的差异也是明显的.

4) 所谓“本文结果较文献^[6]为优”的说法是文^[2]在计算方法部分提出的. 鲍文^[1]说: 这仅仅是将^[6]的 $W^T W$ 的求逆运算增加了奇异值分解过程, 本质上得出和文^[6]一样的运算结果. 关于 $W^T W$ 或 $W W^T$ 的形式曾直接出现于文^[5]中, 与^[6]的写法略有差异. 本人认为: 研究同一问题有部分接近之处是很自然的; 不仅文^[2]与^[6], 还有文^[5], 都有部分接近之处. 判断算法的优劣当然要看何种算法更为简单. 本人已指明在^[2]中没有一般求逆运算, 构成式(4.4)时计算和程序都比较简单, 在求解过程中易于进行可实现性检验. 正是从这些方面提出了“较优”的说法. 仅仅说“本质上一样”那是不够的.

5) 鲍文^[1]说“将 s 固定为一点来讨论对角优势问题将失去应有意义”. 本人恰恰认为: 针对某个频率点 (常为“最坏点”) 的研究实现对角优势问题是一种重要手段. 作为 INA 法的奠基人 H. H. Rosenbrock 在其总结性著作^[7]中就详细说明了在指定频率点实现对角

优势所带来的好处. 还有许多文章作为类似研究. 在高、中、低频段各取一点分别用常数阵实现对角优势后再构成组合控制器, 这种作法不仅为研究 INA 法的许多作者所采用, 在特征轨迹法设计中也常采用此法. 文献[8]就是一个很好的例子.

参 考 文 献

- [1] 鲍远律. 对“用常数阵实现对角优势的条件和算法”一文商榷
- [2] 古孝鸿. 用常数阵实现对角优势的条件和算法. 控制理论与应用, 1990, 7(3): 87—91
- [3] 鲍远律. 多变量系统频域设计技术及 CAD. 第三讲, 对角优势化, 国外自动化, 1984, 6(5): 43—48
- [4] 聂为清. 对角优势的可实现性. 信息与控制, 1984, 13(2): 1—5
- [5] 江青茵. 对角优势的常数阵实现. 控制理论与应用, 1988, 5(1): 84—89
- [6] 鲍远律, 庞国仲, 李嗣福. 实现对角优势的动态补偿器的设计. 信息与控制, 1984, 13(4): 17—21
- [7] Rosenbrock, H. H. . Computer-Aided Control System Design, Academic Press, 1974, 162—169
- [8] Macfarlane, A. G. J. and Kouvaritakis, B. . A Design Technique for Linear Multivariable Feedback Systems, Int. J. of Control, 1977, 25(6): 837—874

“何潘清漪优秀论文奖”征文启事

“何潘清漪优秀论文奖”征文 1992 年继续由本刊办理. 请应征作者注意:

1. 文章必须是用中文正式发表过的. 因此, 寄来的文章应是该文在所发表的刊物的袖印页或复印页.
2. 文章需一式五份.
3. 请在应征稿的首页左上方注明“何潘清漪优秀论文奖征文”字样.

《控制理论与应用》编辑部

美国哈佛大学教授何毓琦(Y. C. Ho)先生为了庆贺其母亲何潘清漪老太太九十岁生日特设此奖, 借以纪念她的母爱, 以及她为了支持何先生的事业所付出的辛劳.

授 奖 对 象:

离散事件动态系统(DEDS)方面优秀中文论文的作者.

目 的:

选拔、奖励、促进和宣扬中国在 DEDS 领域内得到国际承认的重大成果.

条例与机构:

1. 由何毓琦先生提供的何潘清漪奖金总额为 5000 美元, 每次授奖金额 1000 美元, 连续颁发 5 次(每两次之间间隔至少为一年). 5 次之后, 有可能追加基金继续颁发.
2. 世界各地用中文发表的关于 DEDS 方面的论文都有资格申请奖金.
3. 论文由国际专家小组甄别和最终评定.

专家小组成员: 曹希仁、陈翰馥、李伯天、谈自忠(组长)、饶大维、郑应平.

4. 如果某年度无合适的论文, 该奖可以不颁发, 但至少会颁发 5 次.
5. 1992 年截稿日期为 1992 年 12 月 31 日, 授奖时间为 1993 年 5 月, 申请者可将论文寄到《控制理论与应用》编辑部(地址: 广州市 五山 华南理工大学 邮政编码: 510641).
6. 鼓励获奖者将其论文译成英文, 为其发表提供帮助, 借此促进在 DEDS 领域内工作的中国研究人员的国际合作.