

Системы телеоператоров и подходы к стабилизации взаимодействия неплоских конических систем

к.ф.-м.н. Усова А.А.
ausova@uwo.ca

Department of Electrical and Computer Engineering,
University of Western Ontario, London, Canada

22 декабря 2016 г., 16:20
2-ой учебный корпус МГУ, ауд. 508

Аннотация

Доклад посвящен обзору телеоператорных систем [1–3], описанию их структуры и проблемам, возникающим при взаимодействии телеоператорных модулей. В первой части доклада речь пойдет об истории развития систем телеоператоров [4] и базовых подходах к решению задач о стабилизации взаимодействия подсистем [2, 5–7]. Изначальные методы стабилизации взаимодействия телеоператорных модулей основывались на предположениях о пассивности подсистем [2, 4, 7, 8], поскольку взаимодействие конечного числа пассивных систем, объединяемых по принципу отрицательной обратной связи, образует устойчивую систему. Однако, как было показано позже, свойство пассивности является достаточно сильным требованием [9–13], и далеко не всегда телеоператорные подсистемы обладают им. Отказ от данного условия приводит к необходимости рассмотрения более широкого класса систем [14, 15], а именно диссипативных неплоских конических систем [16, 17]. В этой части доклада, будет рассказано о причинах перехода к диссипативным системам с квадратичной функцией расхода системы (*supply rate function*) и о возможностях стабилизации взаимодействия таких подсистем. Будут продемонстрированы примеры неплоских конических систем, а также методы построения конуса для системы телеоператорного модуля.

Список литературы

- [1] B. Anderson, “The small gain theorem, the passivity theorem and their equivalence,” *Journal of Franklin Institute*, vol. 293, no. 2, pp. 105–115, Feb. 1972.
- [2] R. Anderson and M. Spong, “Bilateral control of teleoperators with time delay,” *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 34, no. 5, pp. 494–501, 1989.

- [3] W. Ferrell and T. Sheridan, “Supervisory control of remote manipulation.,” *IEEE Spectrum*, pp. 81–88, 1967.
- [4] P. F. Hokayem and M. W. Spong, “Bilateral teleoperation: A historical survey.,” *Automatica*, vol. 42, no. 12, pp. 2035–2057, 2006.
- [5] D. J. Hill and P. J. Moylan, “Stability results for nonlinear feedback systems,” *Automatica*, vol. 13, no. 4, pp. 377–382, 1977.
- [6] G. Niemeyer and J.-J. Slotine, “Stable adaptive teleoperation,” *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, vol. 16, no. 1, pp. 152–162, 1991.
- [7] E. Nuno, L. Basanez, and R. Ortega, “Passivity-based control for bilateral teleoperation: A tutorial.,” *Automatica*, vol. 47, no. 3, pp. 485–495, 2011.
- [8] N. Hogan, “Controlling impedance at the man/machine interface.,” *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 1626–1631, 1989.
- [9] M. Dyck, A. Jazayeri, and M. Tavakoli, “Is the human operator in a teleoperation system passive?,” in *World Haptics Conference (WHC)*, pp. 683–688, 2013.
- [10] S. Atashzar, I. Polushin, and R. Patel, “Networked teleoperation with non-passive environment: Application to tele-rehabilitation.,” in *2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2012)*, (Vilamoura, Algarve, Portugal), pp. 5125–5130, October 2012.
- [11] S. Atashzar, I. Polushin, and R. Patel, “Projection-based force reflection algorithms for teleoperated rehabilitation therapy.,” in *2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2013)*, (Tokyo, Japan), pp. 477–482, November 2013.
- [12] W. Li, H. Gao, L. Ding, and M. Tavakoli, “Kinematic bilateral teleoperation of wheeled mobile robots subject to longitudinal slippage.,” *IET Control Theory & Applications*, 2015.
- [13] I. Polushin, S. Dashkovskiy, A. Takhmar, and R. Patel, “A small gain framework for networked cooperative force-reflecting teleoperation.,” *Automatica*, vol. 49, no. 2, pp. 338–348, 2013.
- [14] A. Teel, “On graphs, conic relations and input-output stability of nonlinear feedback systems.,” *IEEE Trans. Automatic Control*, vol. AC-41, no. 5, pp. 702–709, May 1996.
- [15] S. Hirche, T. Matiakis, and M. Buss, “A distributed controller approach for delay-independent stability of networked control systems.,” *Automatica*, vol. 45, no. 8, pp. 1828–1836, Aug. 2009.
- [16] I. Polushin, “A generalization of the scattering transformation for conic systems.,” *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 59, no. 7, pp. 1989–1995, 2014.
- [17] A. Usova, I. Polushin, and R. Patel, “A graph separation stability condition for non-planar conic systems.,” (Monterey, CA, USA), pp. 945–950, 2016.