

УДК 519.71

РЕДУЦИРОВАННЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬ ВЕКТОРА СОСТОЯНИЯ ПО ВЫХОДУ

Буй Ван Хуан (Университет ИТМО).

Научный руководитель – к.т.н Маргун Алексей Анатольевич

(Университет ИТМО)

Введение. В последние годы с развитием науки и техники, технические системы становятся все более сложными и имеют большую вычислительную сложность. Вследствие потребности в измерении множества сигналов в системе управления требуется большое количество датчиков, что приводит к увеличению стоимости технической системы. Чтобы упростить структуру системы, а также снизить ее стоимость, целесообразно применение наблюдателей вектора состояния. Классический наблюдатель состояния Люенбергера для линейных систем приведен в [1]. Пример наблюдателя состояния для нелинейной системы приведен в [2]. Эти решения построены с использованием измеряемых сигналов управления и выходных сигналов. Отметим, что наличие таких внешних факторов, как возмущения в канале управления и шумы измерений, приводит к отклонению измеряемых сигналов от их реальных значений, вследствие чего возникают ошибки оценивания переменных вектора состояния.. Один из распространенных подходов для построения наблюдателя вектора состояния основан на синтезе наблюдателя по выходу (unknown input observer, UIO) [3-5]. При этом внешние возмущения и нестационарные компоненты рассматриваются как неизвестный входной сигнал, воздействующий на систему. Однако, как правило, построение таких наблюдателей возможно только для линейных систем, относительная степень которых равна единице [6, 7]. Построение наблюдателей состояния по выходу для объектов с большей относительной степенью требует введения существенных ограничений. Например, в работах [8-10] требуется измеримость производных выходного сигнала системы. В настоящей работе предложен новый подход построения редуцированного наблюдателя вектора состояния для объекта с любой относительной степенью.

Основная часть. В работе решается задача построения редуцированного наблюдателя вектора состояния для объекта с произвольной относительной степенью. Приводится описание достаточных и необходимых условий для существования наблюдателя. Для ускорения времени сходимости был использован финитный алгоритм идентификации DREM, служащий для определения начальной ошибки наблюдения. Работоспособность предложенного наблюдателя подтверждена строгим математическим доказательством и компьютерным моделированием в среде MATLAB Simulink.

Выводы. Одним из основных преимуществ предлагаемого наблюдателя является исключение негативного влияния неопределенности входов на сходимость оценки вектора состояния к истинному значению. Предложенный наблюдатель может быть внедрен в широкий класс нелинейных систем с произвольной относительной степенью.

Список использованных источников

1. Luenberger D. G., Observing the states of a linear system // IEEE Transactions Mil. Electron. Vol.MIL-8, no. 2, pp. 74-80, April 1964.
2. Dong Yali, State Observers for Nonlinear Dynamic Systems // Chinese Control Conference. – China. – 2007. - P. 287-291.
3. Hou M., Muller P. C. Design of Observers for Linear Systems with Unknown Inputs // IEEE Trans. On Automatic Control. 1992. Vol. 37, N. 6, P. 871-875.
4. Hou M., Muller P. C. Disturbance Decoupled Observer Design: A Unified Viewpoint // IEEE Trans. On Automatic Control. 1994, Vol. 39, N. 6. P. 1338-1341.
5. Chen J., R. Patton J., Zhang H. Design of Unknown Input Observers and Robust Fault Detection Filters // International Journal Control. 1996. Vol. 63. P. 85-105.
6. Shen Z. Nonlinear unknown input observer design by LMI for lipschitz nonlinear

systems // 8th World Congress on Intelligent Control and Automation. 2010. P. 3450-3454.

7. Malikov A. I. State and unknown inputs observers for time-varying nonlinear systems with uncertain disturbances // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2019. Vol 40. P. 769-775.

8. Chen W., Saif M. High-order sliding-mode differentiator based actuator fault diagnosis for linear systems with arbitrary relative degree and unmatched Unknown Inputs // In: Proceedings of the 45th IEEE Conference on Decision and Control. IEEE. 2006. P. 1153-1158.

9. Coutinho P. H., Bessa I., Xie W. B., Nguyen A. T. A sufficient condition to design unknown input observers for nonlinear systems with arbitrary relative degree // International Journal of Robust and Nonlinear Control. 2022, Vol 32, N. 15. P. 8331-8348.

10. Park Tae-Geon, Kim D. Design of unknown input observers for linear systems with unmatched unknown inputs // Transactions of the Institute of Measurement and Control. 2014. Vol. 36, N. 3. P. 399-410.

Буй В.Х. (автор)

Подпись

Маргун А.А. (научный руководитель)

Подпись