

Автоматическая верификация алгоритмов управления в кибер-физических системах на программных имитаторах

Automatic verification of control algorithms in cyber-physical systems using software simulators

Авторы: Лях Т.В., Розов А.С., Зюбин В.Е.

Authors: Liakh T.V., Rozov A.S., Zubin V.E.

Предложен метод автоматической верификации алгоритмов управления в кибер-физических системах, созданных средствами процесс-ориентированного программирования, на основе программных имитаторов объекта управления. Метод реализуется в виде схемы динамической верификации управляющих алгоритмов, которая включает верифицируемый алгоритм (Controller), симулятор объекта управления (Plant), модуль управления сценариями (Dispatcher) и модуль контроля поведения управляющей программы (Verifier). Dispatcher задает алгоритм работы входящих в систему модулей, синхронизирует их запуск и определяет порядок верификации. Plant симулирует поведение объекта управления, в том числе, и при сбоях оборудования. Verifier контролирует результаты верификации и фиксирует их в протоколе. Метод ориентирован на итерационную разработку кибер-физических систем и обеспечивает бесшовную генерацию исполняемого кода. Метод программно реализован в виде программного комплекса автоматической верификации. Входящие в систему модули специфицируются на процесс-ориентированном языке Reflex. Подход прошел успешную практическую апробацию на тестовых задачах, использующихся для обучения студентов Факультета информационных технологий НГУ.

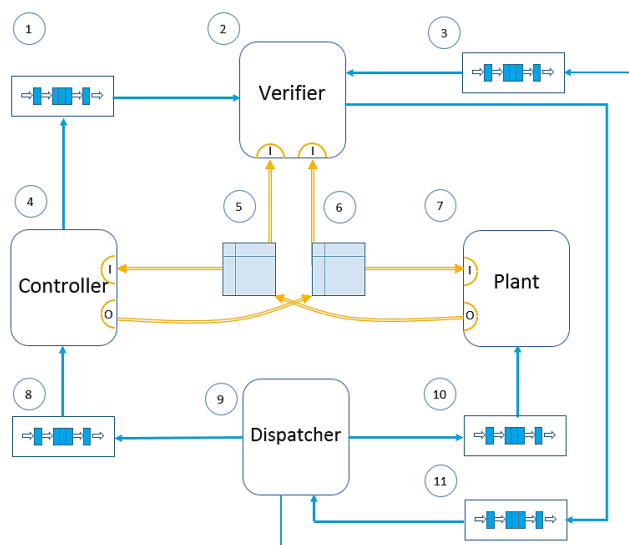


Схема автоматической верификации алгоритмов управления: 1 – очередь выходных сообщений от алгоритма управления (АУ) к блоку верификации (БВ), 2 – БВ, 3 – очередь сообщений от блока управления сценариями (БУС) к БВ, 4 – АУ, 5 – массив входных сигналов АУ, 6 – массив выходных сигналов АУ, 7 – виртуальный объект управления (ВОУ), 8 – очередь сообщений от БУС к АУ, 9 – БУС, 10 – очередь сообщений от БУС к ВОУ, 11 – очередь сообщений от БВ к БУС

Diagram of automatic verification of cyber-physical systems: 1 – Controller output messages queue, 2 – verification module (Verifier), 3 – Verifier input messages queue, 4 – control algorithm (Controller), 5 – Controller input buffer, 6 – Controller output buffer, 7 – software simulator of a plant (Plant), 8 – message queue from Dispatcher to Controller, 9 – script control module (Dispatcher), 10 – message queue from Dispatcher to Plant, 11 – message queue from Verifier to Dispatcher

The work deals with automatic verification of process-oriented control algorithms in cyber-physical systems. A dynamic verification approach based on plant simulators is introduced. The method implementation is illustrated in Fig. The diagram includes the algorithm to be verified

(Controller), the script control module (Dispatcher), the software simulator of control plant (Plant), and the verification module (Verifier). The Dispatcher manages test cases, imitates operator actions, and sets simulator operation modes. The Plant imitates normal operation of the control plant and simulates failures. The Verifier checks that the behavior of the algorithm satisfies the requirements and generates a verification report. The proposed dynamic verification approach enables the use of iterative methods in the development of cyber-physical systems. The approach has been implemented in a software toolset with system components specified in the Reflex process-oriented language and LabVIEW package used for the graphical interface. The approach and the toolset have been successfully used for training IT students specializing in industrial automation at the Novosibirsk State University.

Публикации:

1. Лях Т.В., Зюбин В.Е., Сизов М.М. Опыт применения языка Reflex при автоматизации Большого солнечного вакуумного телескопа // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2016. – № 7. – С. 37–43.
2. Розов А.С., Зюбин В.Е. Расширенная модель гиперпроцесса для программирования микроконтроллеров // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2016. – № 9. – С. 34–38.
3. Liakh T.V., Zyubin V.E. Verification of industrial control algorithms in virtual laboratory stands // International Conference on Electrical, Electronics, Computers, Communication, Mechanical and Computing (EECCMC) / Madras, India (January 28–29, 2018).