

УДК 004.021:004.4

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ СООТВЕТСТВИЯ ВЕРСИЙ И ЦЕЛОСТНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Марко А.Ф., аспирант

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроник
г. Минск, Республика Беларусь*

Карпович С.Е. – доктор техн.наук, профессор

Аннотация. Представлены методы и алгоритмы контроля за соответствием версий и целостности программного обеспечения для управления системами перемещений реального времени с использованием стандарта передачи данных EtherCAT.

Ключевые слова. Программное обеспечение, соответствие версий, контроль целостности, системы перемещений, стандарт EtherCAT.

Объединение узлов точной механики с электронными, электрическими и компьютерными компонентами позволило осуществлять проектирование и производство качественно новых модулей, систем и машин с их интеллектуальным управлением. С развитием электрических приводов и возможностей их применения в индустриально-производственных и транспортных системах, стала очевидна необходимость полной интеграции составляющих элементов электропривода: механики, электрических машин, силовой электроники, микропроцессорной техники и программного обеспечения для наиболее полного использования возможностей современного электропривода, и построения на его основе мехатронных систем перемещения [1].

Проведённый анализ современных программно-аппаратных средств показал, что наиболее эффективной технологией для реализации управления системами многокоординатных перемещений в режиме реального времени является технология EtherCAT, внедрение которой требует разработки дополнительного программного обеспечения. Разработка такого программного обеспечения выполняется с применением специальных инструментов, которые повышают эффективность разработки за счёт снижения трудоёмкости выполняемых операций. К таким инструментам относятся различные среды разработки программного обеспечения и системы контроля версий. В данных инструментах существует проблема отсутствия универсального решения для версионирования dll-библиотек и исполняемых exe-файлов программного обеспечения с целью установления связи между данными файлами и их исходным кодом. Также недостаточно проработан вопрос контроля целостности программного обеспечения, особенно объектов базы данных [1].

В рамках настоящей работы рассматривается программное обеспечение для контроля целостности и соответствия версий при управлении системами многокоординатных перемещений в режиме реального времени.

Для управления в реальном времени всё большее распространение получает технология EtherCAT. Типовая схема пересылки данных в EtherCAT-сети представлена на рисунке 1.

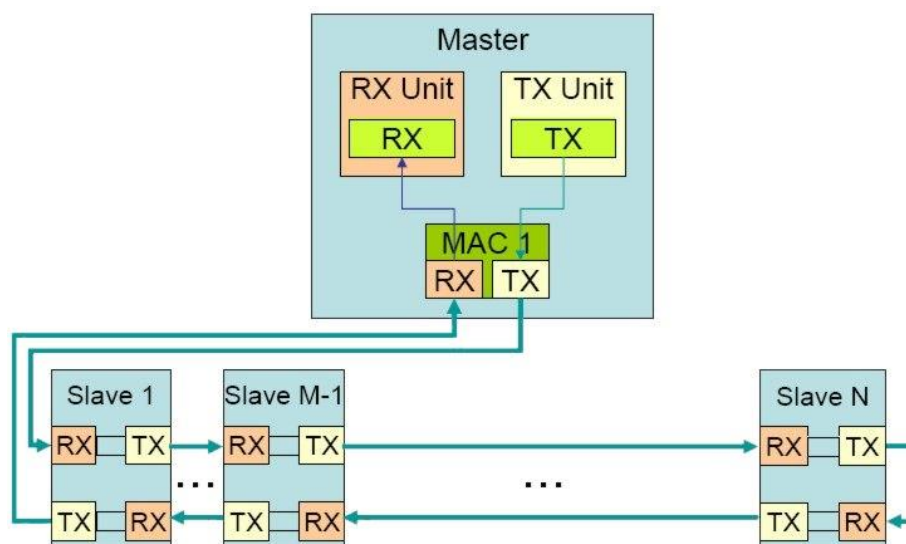


Рисунок 1 – Типовая схема пересылки данных в EtherCAT-сети

Из всех устройств, подключённых к шине EtherCAT, только мастер может быть инициатором телеграмм. Все остальные устройства модифицируют проходящую через них телеграмму, читая и записывая в неё данные технологического процесса. Аппаратная задержка на прохождение телеграммы через одно slave-устройство составляет всего несколько наносекунд [1].

Рассматриваемая в работе EtherCAT-сеть (рисунок 2) содержит один управляющий компьютер master и шесть локальных систем управления, каждая из которых работает в режиме slave и обеспечивает реализацию прецизионных перемещений соответствующего планарного позиционера по двум координатам.

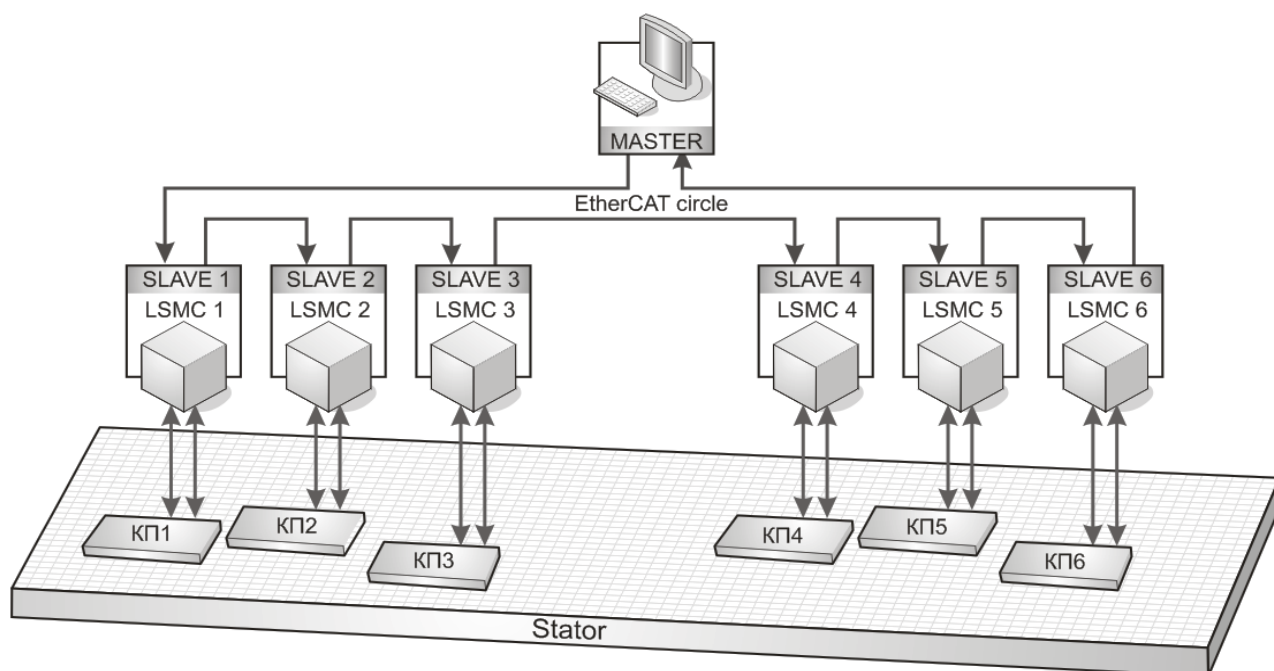


Рисунок 2 – Схема EtherCAT-сети для управления шестью позиционерами

Таким образом, EtherCAT-технология предоставляет разработчикам систем управления технологическими процессами и сложным оборудованием полностью интегрированное решение, обеспечивающее стандартную и надёжную сеть обмена управляющей информацией. При этом количество задействованных полевых шин и интерфейсов уменьшается, обеспечивая тем самым унификацию всех процессов управления, гибкость структуры при практически неограниченном количестве устройств и малое время реакции на события, а также обеспечивается возможность переконфигурирования системы управления без необходимости её полного отключения [1].

В связи с наметившимся внедрением технологии EtherCAT в прецизионное технологическое оборудование актуальной и важной является разработка специальных инструментов, позволяющих разрабатывать программное обеспечение системы управления в множестве версий и тем самым с

постоянным изменением кода. Поэтому актуальной и важной является задача автоматизации контроля за соответствием версий компонентов такого программного обеспечения в процессе его разработки и контроля целостности в процессе эксплуатации.

Контроль за соответствием версий позволяет решить задачу обновления версий сборок с расширениями dll и exe при изменении их исходного кода, который компилируется в данные сборки при помощи среды Visual Studio (VS). Алгоритмы обновления версий реализованы в виде расширения для среды VS, которая в свою очередь может взаимодействовать как с централизованной системой управления версиями Team Foundation Server (TFS), так и с децентрализованной системой Git [2]. Разработанный с применением технологии WPF (Windows Presentation Foundation) интерфейс пользователя расширения интегрирован в среду VS, что позволяет осуществлять версионирование и разработку программного обеспечения в одном окружении. Данное расширение определяет какие компоненты версионизируемого программного обеспечения подверглись изменениям по отношению к последней версии в системе TFS или Git, формирует новую версию, присваивает данную версию компонентам и сохраняет изменения в систему TFS или Git [2, 3]. В случае программного обеспечения, разрабатываемого на языке C#, базовыми компонентами являются проекты [2].

Версия каждого проекта хранится в специальном файле AssemblyInfo и изменяется, данная версия отображается в свойствах исполняемых exe-файлов и dll-библиотек, которые соответствуют проектам и формируются в результате их сборки. Для получения или изменения версии в расширении используются регулярные выражения. Новая версия для изменённого проекта формируется следующим образом: старшие разряды берутся из версии основного проекта родительского решения, которое определяется с помощью структурного анализа файла проекта, в качестве младшего разряда версии выступает инкрементированный номер последнего сохранения в системе TFS или Git. Старшие разряды обновляются только при сборке релиза программного обеспечения и только в случае внесения существенных изменений.

Алгоритмы формирования и сравнения контрольных сумм в процессе эксплуатации встроены непосредственно в программное обеспечение системы управления и предназначены для определения незапланированных изменений [3, 4]. Программное обеспечение для системы управления состоит из множества различных объектов, таких как исполняемые файлы, файлы данных и объекты баз данных, формирование контрольных сумм выполняется для каждого типа по-разному. Также принимается во внимание, что некоторые объекты, такие как таблица пользователей или регистрационные файлы изменяются в процессе эксплуатации, следовательно, контрольные суммы для них не формируются. На рисунке 3 приведена последовательность формирования контрольных сумм для выделяемых типов объектов ПО.

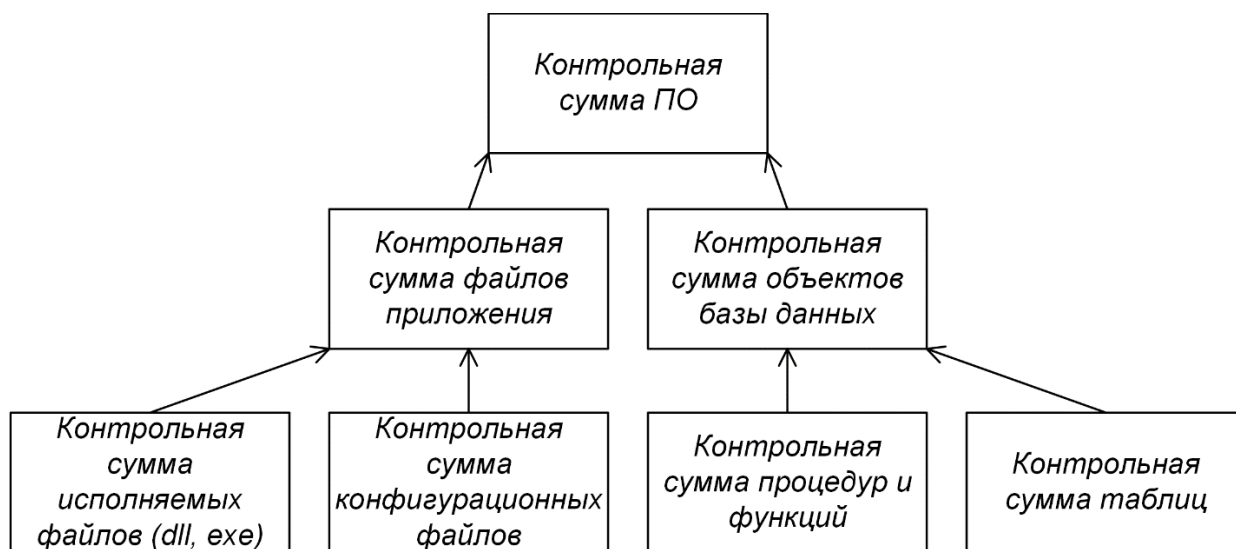


Рисунок 3 – Последовательность формирования контрольных сумм для выделяемых типов объектов ПО

Иерархичность процесса формирования и хранения контрольных сумм заключается в удобстве представления информации о состоянии каждой подгруппы объектов и всей системы в целом, также такой подход позволяет сократить времени, необходимое для нахождения модифицированных объектов программного обеспечения.

Для формирования контрольных сумм объектов используется современный алгоритм SHA-2, который создаёт контрольные суммы от 224 до 512 бит, что обеспечивает высокую степень

надёжности и защиты от подделки или изменения файла. Кроме того, SHA-2 является стандартом безопасности для многих приложений и операционных систем [5].

Таким образом были разработаны: метод и алгоритмы контроля за соответствием версий компонентов программного обеспечения, заключающиеся в автоматизированном обновлении версий dll-библиотек и исполняемых exe-файлов при внесении изменений в их исходный код, а также метод и алгоритмы контроля целостности программного обеспечения, заключающиеся в формировании эталонных контрольных сумм с использованием алгоритма SHA-2 для объектов программирования и объектов баз данных, сравнении их с текущими контрольными суммами, и позволяющие детектировать любые изменения указанных объектов и тем самым уменьшить вероятность использования программного обеспечения с незапланированными изменениями. Данные методы и алгоритмы оказались весьма востребованными для систем управления реального времени на многокоординатных приводах прямого действия, таких как тестеры печатных плат, сборочное и оптико-механическое оборудование микроэлектроники.

Список использованных источников:

1. Карпович, С.Е. Системы многокоординатных перемещений на механизмах параллельной кинематики: монография / С.Е. Карпович [и др.]; под ред. д-ра техн. наук, проф. С.Е. Карповича. – Минск : Бестпринт, 2017. – 254 с.
2. Шарп, Дж. Microsoft Visual C#. Подробное руководство. 8-е изд. – СПб.: Питер, 2017. – 848 с.
3. Марко, А.Ф. Контроль целостности и соответствия версий программного обеспечения для управления системами перемещений в режиме реального времени / А.Ф. Марко // Информационные системы и технологии = Informatic Systems and Technologies [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч. конгресса по информатике. В 3 ч. Ч. 1, Респ. Беларусь, Минск, 27–28 окт. 2022 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: С.В. Абламейко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2022. – С. 89–94.
4. Марко, А.Ф. Методы соответствия версий и контроля целостности программного обеспечения для систем перемещений в режиме реального времени / А.Ф. Марко // Информационные технологии и системы 2022 (ИТС 2022) = I74 Information Tehnologies and Systems 2022 (ITS 2022) : материалы международной научной конференции, Минск, Беларусь, 23 ноября / Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 63–64.
5. Нильс Фергюсон, Брюс Шнайер. Практическая криптография = Practical Cryptography: Designing and Implementing Secure Cryptographic Systems. – М. : Диалектика, 2004. – 432 с.

UDC 004.021:004.4

METHODS AND ALGORITHMS FOR CONFORMITY OF VERSIONS AND INTEGRITY OF SOFTWARE OF MOVEMENT SYSTEMS

Marko A.F

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Karpovich S.E. – Ph.D., Full Professor

Annotation. Methods and algorithms for monitoring the integrity and compliance of software versions for managing real-time motion systems using EtherCAT data transfer standard are presented.

Keywords. Software, Version Compliance, Integrity Control, Motion Systems, EtherCAT standard.