

КОНТРОЛЬ ЦЕЛОСТНОСТИ И СООТВЕТСТВИЯ ВЕРСИЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

А.Ф. Марко

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь, mmts@bsuir.by*

Представлены методы и алгоритмы контроля целостности и соответствия версий программного обеспечения для управления системами перемещений реального времени.

Ключевые слова: Программное обеспечение; соответствие версий; контроль целостности; системы перемещений; технология EtherCAT.

CONTROL OF INTEGRITY AND COMPLIANCE OF VERSIONS OF SOFTWARE FOR MANAGEMENT OF MOVEMENT SYSTEMS IN REAL TIME

A.F. Marko

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
6 P. Brovki Street, 220013, Minsk, Belarus, mmts@bsuir.by*

Methods and algorithms for monitoring the integrity and compliance of software versions for managing real-time motion systems are presented.

Keywords: Software; Version Compliance; Integrity Control; Motion Systems; EtherCAT technology.

Введение

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.

1. Теоретические основы

Для управления в реальном времени всё большее распространение получает технология EtherCAT. 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 1) 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.

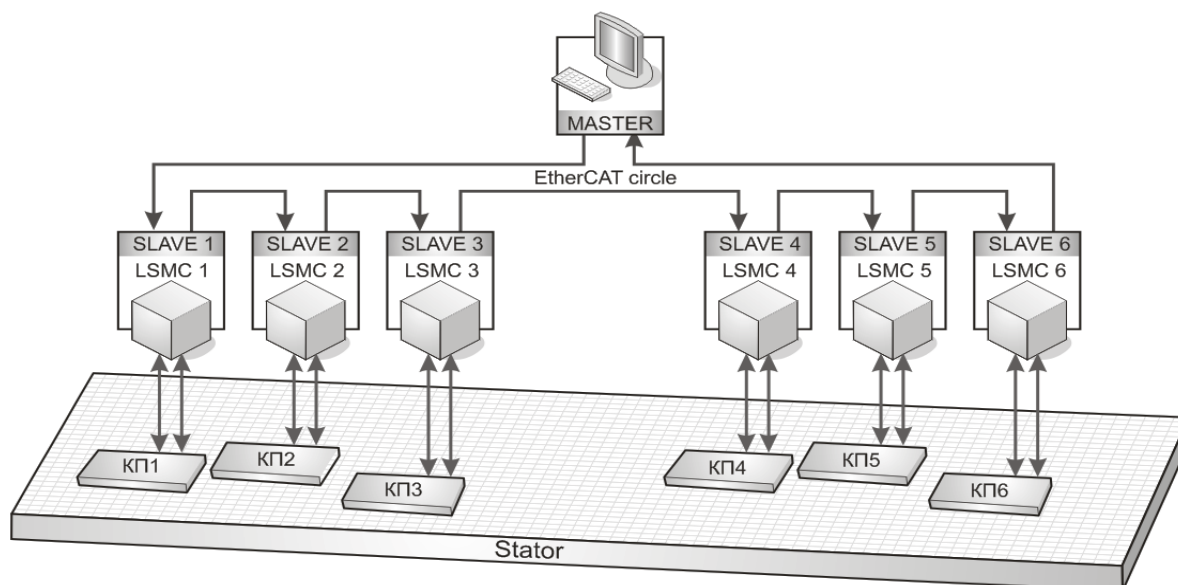


Рисунок 1 – Схема EtherCAT-сети для управления шестью позиционерами

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.

2. Результаты и их обсуждение

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]. Пользовательский интерфейс расширения встроен непосредственно в интерфейс среды VS, что позволяет контролировать соответствие версий и разрабатывать программное обеспечение в одном окружении. Данное расширение определяет какие компоненты программного обеспечения изменены 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.

В случае программного обеспечения, разрабатываемого на языке C#, базовыми компонентами являются так называемые проекты [2]. В процессе разработки была реализована концепция формирования версий для проектов, как принадлежащих к версионизируемому решению, так и для проектов, подключённых из других решений по ссылке. В свою очередь в проектах, принадлежащих к версионизируемому решению, выделяются основные проекты, которые являются источником версии последнего релиза. Определение типа проекта выполняется с помощью структурного анализа файла решения с расширением `sln` и его конфигурационного файла. Версия проекта состоит из двух частей: ручной части (первые три старших разряда версии), определяемой последней версией релиза и автоматической части, соответствующей номеру сохранения в системе TFS или Git, в котором был изменён проект. Каждый проект содержит текстовый файл `AssemblyInfo`, который хранит версию проекта. Для её получения или изменения используются регулярные выражения. В результате после сборки релиза формируются `dll`- и `exe`-файлы с актуальными версиями [3, 4].

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 2 приведены выделяемые типы и многоступенчатость процесса формирования контрольных сумм.

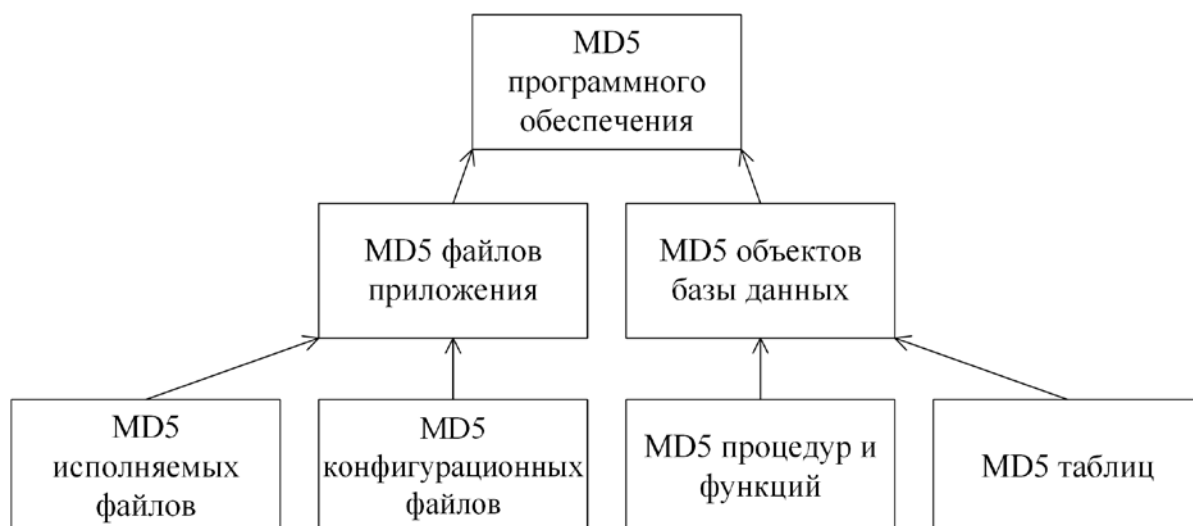


Рисунок 2 – Многоступенчатый процесс формирования контрольных сумм

Основная цель многоступенчатого формирования контрольных сумм заключается в удобстве представления информации о состоянии каждой подгруппы объектов в отдельности и всей системы в целом, а также в сокращении времени, необходимого для нахождения изменённых объектов.

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 хэш-функции MD5 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.

Библиографические ссылки

1. Карпович С.Е. Системы многокоординатных перемещений на механизмах параллельной кинематики. 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., Чеушев К.В., Лобашинский М.В. Программное средство для обеспечения целостности при разработке и эксплуатации системы автоматизированного управления транспортным оборудованием // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018): материалы международной научной конференции. 25 октября 2018. Минск: 2018. С. 122–123.
4. Марко А.Ф., Кузнецов В.В., Войтов А.Ю. Программный модуль контроля целостности в системах управления реального времени // BIG DATA и анализ высокого уровня: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. 13–14 марта 2019. Минск: 2019. С. 221–223.