УДК 004.77

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И НАПОЛНЕНИЯ МЕТРИК ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Асьминкин Ф.А. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Платунов А. Е.
(Университет ИТМО)

Введение

Рассматриваемая предметная область - распределенные системы промышленной автоматике, являющиеся ключевым элементом современного производства. Они обеспечивают управление технологическими процессами, сбор данных с датчиков и координацию работы исполнительных устройств [1]. Однако рост сложности таких систем, увеличение количества подключаемых устройств и повышение требований к их производительности создают необходимость в детальном анализе влияния используемых в них технических решений на работу системы в целом [2]. Это особенно важно для обеспечения надежности, энергоэффективности и соответствия жестким требованиям реального времени. Создание средств для такого анализа является актуальной задачей.

Основная часть

Одним из важнейших элементов данных систем является программируемый логический контроллер (ПЛК) – технологический контроллер, с помощью которого осуществляется автоматизация технологических промышленных процессов.

В отличие от контроллеров любого другого класса для ПЛК характерно то, что для его программирования не требуется привлечения высококвалифицированного специалиста по вычислительной технике. Обычно данная задача возложена на технолога, который не имеет глубоких навыков в программировании. Второй ключевой особенностью системы на базе ПЛК является то, что она должна исправно функционировать даже при некорректном обращении к ней со стороны обслуживающего персонала (технологи-программисты). Система должна уметь распознать потенциальные ошибки и уметь корректировать свою работу так, чтобы поведение системы в целом оставалась стабильным.

ПЛК были созданы достаточно давно. С развитием технологий в ПЛК модернизировалась в основном аппаратная часть, ресурсы и потенциальные возможности которой сегодня не используются в полной мере. Широко используемая последовательная модель вычислений, основанная на периодической обработке информации: считывании данных с датчиков и выдачи воздействия на исполнительные устройства, на сегодняшний день уже устарела. В контексте распространяющейся концепции “Индустрии 4.0”, в которой преобладает распределенность, ПЛК также отстают из-за сохраняющегося централизованного управления. Для обеспечения данной распределенности прежде всего необходимо использование распределенности вычислительного процесса, что предполагает преобладание параллельных процессов при обработке данных в системе. Попытки привести последовательную модель вычисления к параллельному представлению путем внедрения стандарта IEC 61499 не оказались успешными из-за большой сложности реализации, а также падения детерминизма поведения системы. На сегодняшний день распараллеливание процессов происходит неэффективно и локально. В основном всё также преобладает связка из центрального главного процесса, который управляет остальными второстепенными процессами. Переключение основного процесса на второстепенные задачи снижает производительность. Многие задачи периферийные устройства могли бы решить сами, без отвлечения внимания главного звена. Например, интеллектуальные реле при возникновении каких-либо событий могут сами локально принимать решения. Это разгружает не только центральное устройство, но и уменьшает сетевой трафик. Одним из возможных решений является использование акторных моделей и соответствующих языков программирования, например Lingua Franca [3].

В проектировании подобных систем серьезной проблемой является недостаток метрик, пригодных для практического использования специалистами при выборе технических решений и отладке распределенных систем автоматики и их компонентов. Существующие инструменты моделирования предлагают целый ряд метрик и критериев, ориентированных на крупноблочный анализ проектных решений в области вычислительных систем. Гранулярность результатов такого анализа не соответствует требованиям специалистов, которые занимаются проектированием на уровне контроллеров, операционных систем, драйверов, коммуникационных протоколов и так далее. Необходимы методы и инструменты формирования и наполнения инженерно-значимых критериев и метрик проектирования. На сегодняшний день инженерам доступно множество инструментов для анализа работы системы. Однако их подбор и использование очень часто вызывают трудности. Помимо этого, влияние таких инструментов в реальных системах часто оказывается существенным и приводит к отклонениям от предполагаемого поведения. В качестве примера можно привести механизм отладки, который позволяет получать ценную информацию о работе системы, но в то же время его использование может вносить искажения в работу самой системы. До сих пор нет четкого представления как учитывать данные факторы при разработке распределенных систем.

Выводы

Предлагаемое исследование направлено на создание методики формирования частных метрик и планов экспериментов для их наполнения в задачах проектирования и отладки контроллеров промышленной автоматики и сетей на их основе. Такая методика позволит специалистам повысить эффективность поиска, отбора и проверки проектных решений в области распределенных встраиваемых систем и систем промышленной автоматики. В сообщении будут представлены основные идеи данного подхода. Исследование находится в активной фазе. Значительное внимание уделяется исследованию аппаратно-программного инструментария инженерного уровня для отладки различной микроконтроллерной и коммуникационной техники (программаторы, анализаторы, мониторы и другое) для практической поддержки создаваемой методики.

Список использованных источников:

1. M. A. Sehr et al., "Programmable Logic Controllers in the Context of Industry 4.0," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 17, no. 5, pp. 3523-3533, May 2021, doi: 10.1109/TII.2020.3007764.
2. Langmann R, Stiller M. The PLC as a Smart Service in Industry 4.0 Production Systems. *Applied Sciences*. 2019; 9(18):3815. <https://doi.org/10.3390/app9183815>
3. M. Lohstroh, M. Schoeberl, M. Jan, E. Wang, and E. A. Lee, "Workin-progress: Programs with ironclad timing guarantees," in *Proc. Int. Conf. Embedded Softw. Companion*, New York, NY, USA, Oct. 2019, pp. 1–2.