

Сравнение производительности различных способов организации передачи данных между приложениями операторских станций и контроллерами SIMATIC S7



Рассматриваются варианты организации связи приложений операторских станций с контроллерами Siemens SIMATIC S7. Описываются результаты тестирования скорости получения данных через OPC-сервер SIMATIC NET и посредством прямого обмена на уровне TCP/IP.

Варианты организации связи приложений операторских станций с контроллерами SIMATIC S7

При построении систем промышленной автоматизации достаточно актуальной задачей является организация передачи данных между контроллерами и самостоятельно разработанными приложениями, исполняющимися на операторских станциях или серверах. При этом разработчик системы встает перед проблемой выбора интерфейсов связи и протоколов.

В недалеком прошлом связь контроллерной техники с компьютерами строилась преимущественно на основе полевых сетей, таких, как Profibus или Modbus. В настоящее время в этой области наблюдается устойчивая тенденция перехода на технологии Ethernet и PROFINet. Для систем автоматизации, построенных на программно-аппаратной платформе SIMATIC S7, существует два наиболее простых и распространенных способа организации передачи данных между контроллерами и приложениями Windows по сетям Ethernet:

- использование OPC-сервера SIMATIC NET или альтернативного;
- реализация сетевого взаимодействия напрямую на уровне TCP/IP.

Оба способа имеют свои преимущества и недостатки. Сильными сторонами варианта применения OPC-сервера являются простота применения и отсутствие необходимости программирования на уровне контроллера. С другой стороны, самостоятельно запрограммированный опрос контроллера позволяет избежать расходов на приобретение OPC-сервера и теоретически может дать выигрыш в производительности.

К сожалению, информации, приведенной в документации на контроллеры SIMATIC и сетевое обеспечение SIMATIC NET, недостаточно для того, чтобы сделать осмысленный выбор. В частности, неясны ответы на следующие вопросы:

- Существенно ли снижет интерфейс OPC общую производительность сетевого взаимодействия?
- Как соотносятся объемы информации, которую можно передать за единичный временной интервал каждым из способов?
- Каков вид зависимости времени доставки данных от их объема?

Чтобы приблизиться к ответам на эти вопросы специалисты центра компетенции WinCC, функционирующего на базе группы компаний "СМС-автоматизация", провели ряд тестов, призванных оценить

- время выборки значений в зависимости от объема выборки по OPC,
- время выборки значений по OPC в зависимости от количества переменных при фиксированном объеме данных,
- время выборки значений в зависимости от объема выборки по TCP/IP,
- время выборки значений по TCP/IP в зависимости от количества потоков.

Кроме того, для TCP/IP эмпирическим путём были получены ответы на следующие вопросы:

- Как изменяется время выборки данных в зависимости от количества коммуникационных потоков, при условии, что для каждого потока в приложении Windows создаётся отдельный поток управления (thread)?
- Как изменится время выборки с увеличением доли времени ЦПУ, отводимого на коммуникационные задачи?

Все тесты проводились на персональном компьютере на базе процессора Intel Pentium IV с частотой 2,4 ГГц, оперативной памятью 1Гб под операционной системой Windows 2000 SP4 и SIMATIC NET v6.2. Связь с контроллером S7-414 устанавливалась через коммуникационный процессор CP443. OPC-сервер во всех тестах был настроен на S7-соединение поверх TCP/IP.

Тестирование связи по OPC

Время выборки значений в зависимости от объёма выборки

Для определения характера этой зависимости было создано одно S7-соединение, OPC-сервер настроен на чтение одной переменной, представляющей собой байтовый массив, и на C++ написан тестовый асинхронный OPC-клиент.

Усредненные результаты ряда испытаний приведены на рисунке 1.

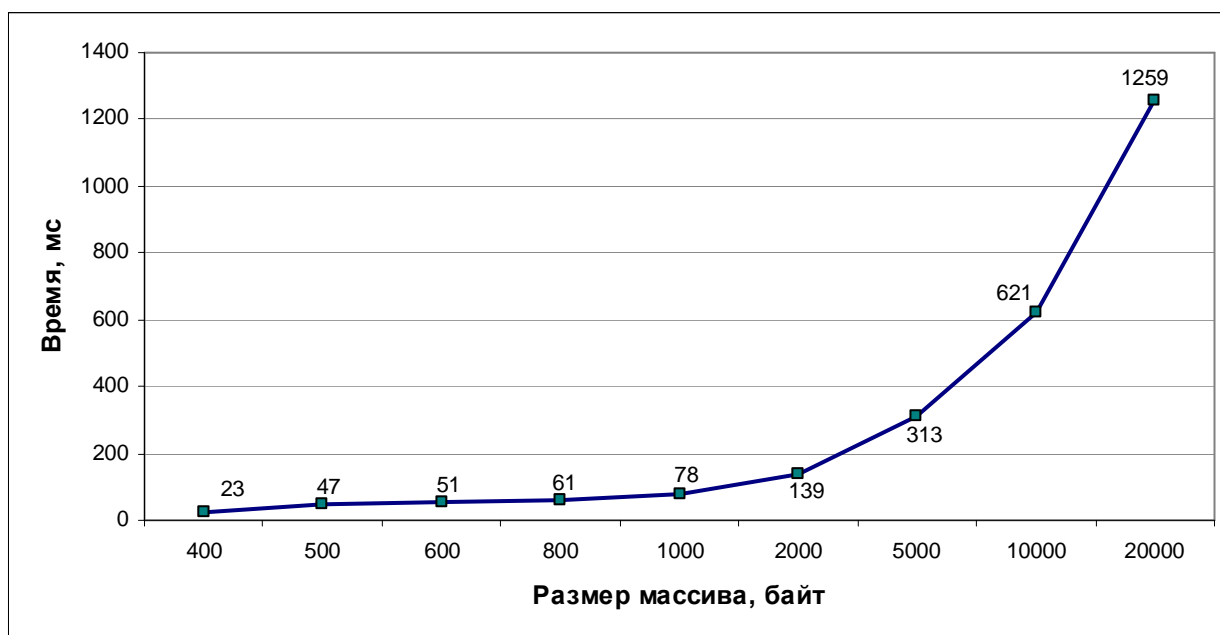


Рисунок 1. Зависимость времени выборки через OPC от ее объёма

Полученный график зависимости почти линеен, что дает основания с определенной долей уверенности прогнозировать время получения данных от контроллера через OPC.

Время выборки значений в зависимости от количества переменных при фиксированном общем объёме данных

В данном тесте производилось считывание N последовательно расположенных в памяти контроллера массивов объемом M байт, при $M \cdot N = 10000$. Тестирование проводилось с буфером PDU, равным 480 байтам.

Усредненные результаты нескольких испытаний приведены на рисунке 2.

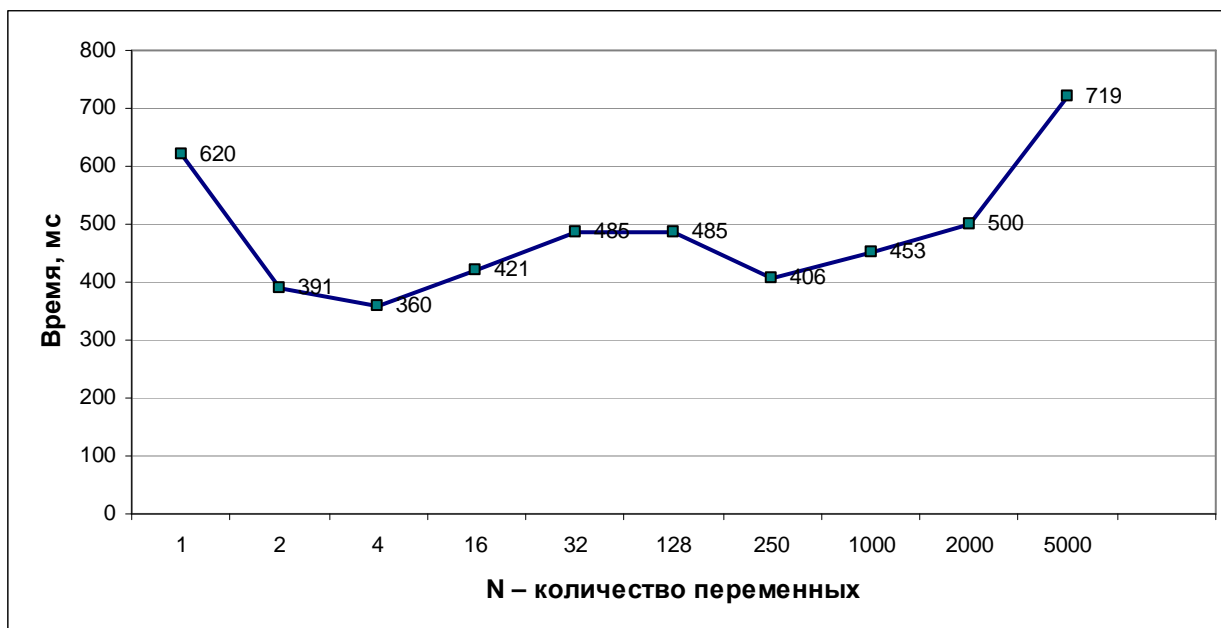


Рисунок 2. Зависимость времени выборки через OPC от количества переменных

Полученные результаты свидетельствуют о незначительном влиянии количества переменных на время получения данных.

Тестирование прямой связи на уровне TCP/IP

Время выборки значений по TCP/IP в зависимости от ее объёма

Для определения характера этой зависимости было создано одно TCP-соединение, написан программный модуль в контроллере и создано приложение Delphi для обмена данными по TCP/IP.

Запрос данных осуществлялся установкой в контроллере определенного флага. При обнаружении флага контроллер отправляет заданное количество байт из указанного блока данных. Приложение на операторской станции получает пакеты данных и группирует их.

Усредненные результаты нескольких испытаний приведены на рисунке 3.

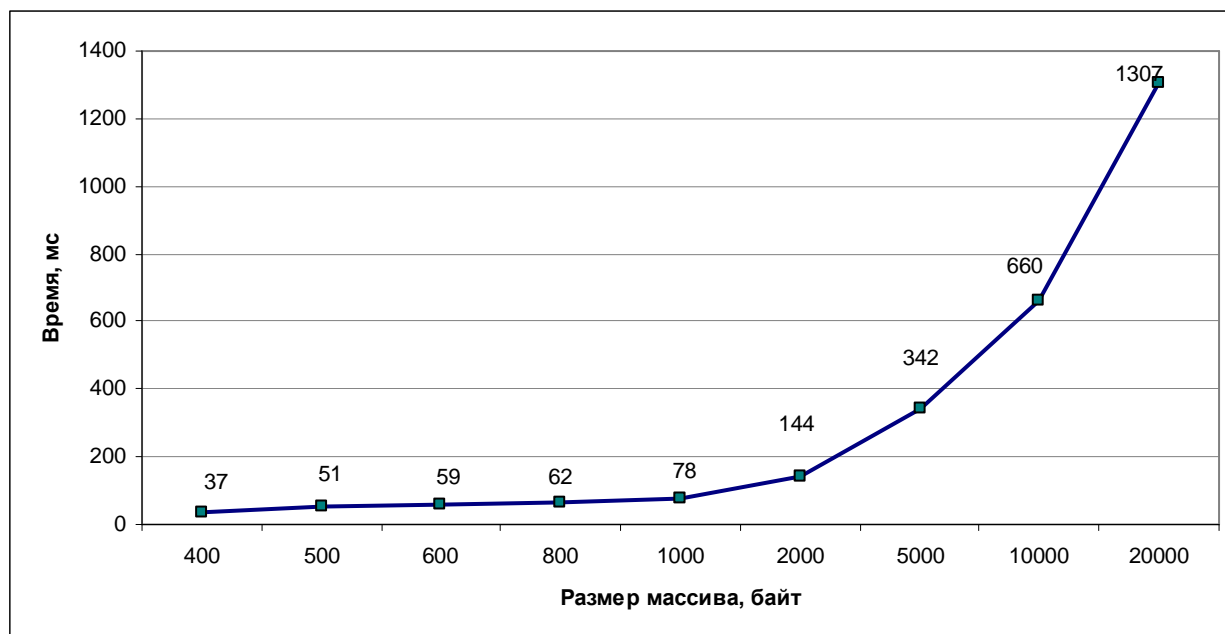


Рисунок 3. Зависимость времени выборки через TCP/IP от ее объема

Близкая к линейной зависимости форма графика и конкретные значения времен выборки, очень незначительно отличающиеся от данных первого эксперимента, представленных на рисунке 1, позволяют сделать вывод об эффективности организации сетевого взаимодействия между OPC-сервером и контроллером и о незначительных задержках, вносимых интерфейсом OPC в общую цепочку передачи данных.

При сравнении рассматриваемых способов связи также не следует забывать о том, что при использовании OPC данные, передаваемые из контроллера, сопровождаются метками времени и признаками качества.

Время выборки значений по TCP/IP в зависимости от количества коммуникационных потоков

Вариант 1: все коммуникационные потоки обрабатываются в одном потоке приложения.

В данном эксперименте выполнялось считывание из контроллера по TCP/IP массива из 10000 байт. Цель эксперимента состояла в оценке влияния количества коммуникационных потоков на время выборки данных.

Усредненные результаты ряда испытаний приведены на рисунке 4.



Рисунок 4. Зависимость времени выборки через TCP/IP от количества коммуникационных потоков

Полученные результаты свидетельствуют о повышении скорости получения данных при незначительном увеличении числа коммуникационных потоков. Большое число коммуникационных потоков не только дает выигрыш по производительности, но и приводит к ее снижению.

Для этого графика интересна также дополнительная информация о среднем квадратичном отклонении. График СКО имеет колоколообразную форму с максимальным значением при 20 потоках и минимумом при 1 потоке. Минимальное СКО при одном коммуникационном потоке объясняется большим детерминизмом выполнения коммуникационных задач, чем в случае работы с несколькими потоками. Объяснение же формы графика требует привлечения аппарата теории массового обслуживания и является достаточно нетривиальной задачей.

Вариант 2: каждый коммуникационный поток обрабатывается индивидуальным потоком приложения.

Данный опыт был организован аналогично предыдущему случаю. Цель тестирования состояла в определении эффективности создания в приложении отдельного потока управления (thread) для каждого коммуникационного потока.

Усредненные результаты ряда испытаний приведены на рисунке 5.

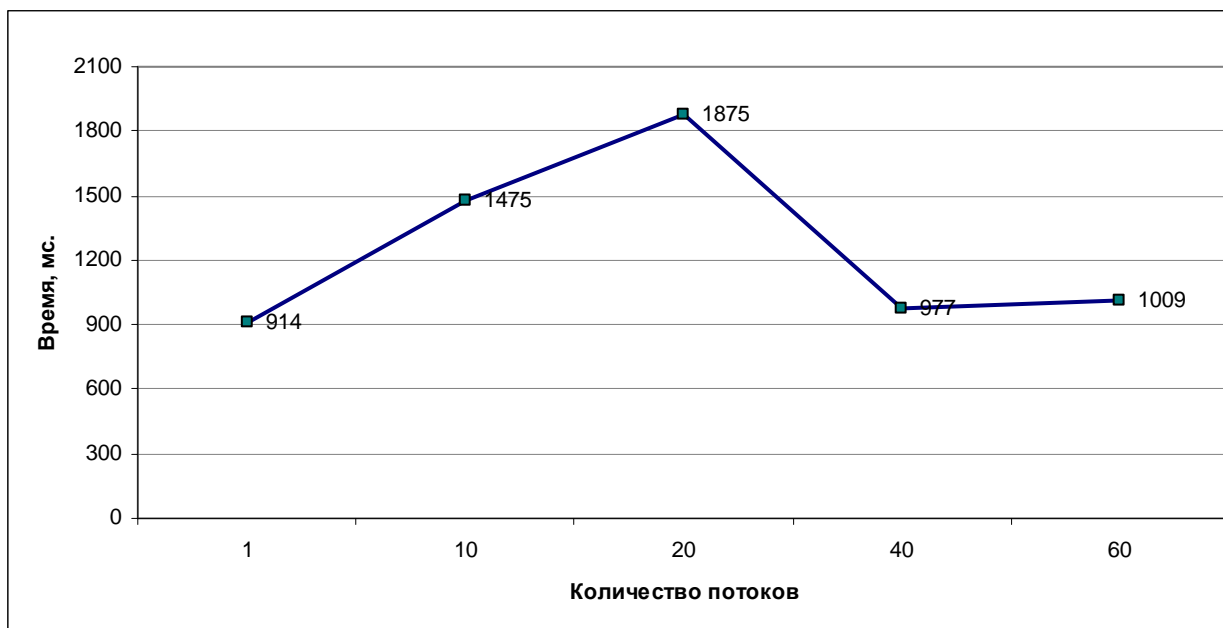


Рисунок 5. Зависимость времени выборки через TCP/IP от количества потоков связи и управления

Результаты тестирования позволяют сделать однозначный вывод о неэффективности выделения для каждого коммуникационного потока собственного потока управления в приложении.

Влияние настроек контроллера на скорость обмена данными

В контроллерах SIMATIC S7-300/400 имеется возможность настройки доли времени цикла центрального процессора, отводимого на коммуникационные задачи. Во всех предшествующих тестах этот параметр имел значение 20%. Для выяснения его влияния на производительность обмена данными предыдущий тест был повторен с выделением 50% времени цикла ЦПУ на задачи связи.

Усредненные результаты нескольких испытаний приведены на рисунке 6.

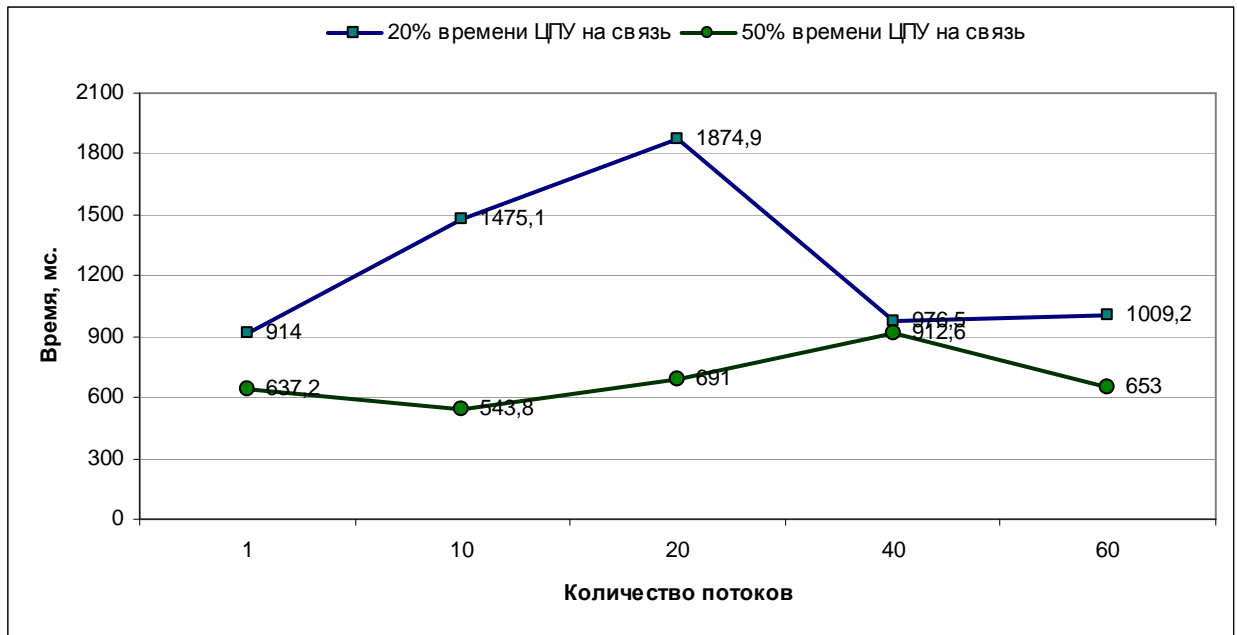


Рисунок 6. Сравнение времени выборки данных при разных настройках ЦПУ

Полученные результаты свидетельствуют о существенном влиянии настроек контроллера на общую скорость обмена.