

УДК 681.323

АРХИТЕКТУРЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ
МОДУЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ СБОРА
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДАТЧИКОВ

О.Н. Пьявченко

Технологический институт федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего
профессионального образования Южный Федеральный Университет
в г. Таганроге

В работе определяются модели многофункциональных микропроцессорных модулей и рассматриваются примеры построенных на их основе архитектур высокопроизводительных распределенных систем сбора и обработки информации датчиков.

Архитектуры систем мониторинга, управления сложных динамических объектов могут рассматриваться с позиций организации процессов сбора и обработки информации датчиков (СОИД) [1]. При этом выбор типов моделей многофункциональных микропроцессорных модулей (МММ), определение уровня параллелизма обработки данных и схем объединений этих модулей оказывают определяющее влияние на производительность и сложность распределенных систем сбора и обработки информации датчиков (РС СОИД) физических величин.

Многофункциональные микропроцессорные модули представляют собой функционально и конструктивно завершенные микропроцессорные системы, аппаратные и программные средства каждой из которых обеспечивают ввод нескольких переменных, в частности сбор информации $D > 1$ датчиков физических величин, ее сохранение, развитую математическую обработку и выдачу результатов в сетевые каналы.

Целью данной работы является иллюстрация возможностей построения на основе МММ высокопроизводительных распределенных систем сбора и обработки информации датчиков.

Для определения основных типов моделей МММ используется обобщенная ярусная схема решения задач СОИД, отражающая упорядоченную декомпозицию задач Z_1-Z_4 по 4-м уровням с учетом очередности их реализации [2].

Задачи Z_1-Z_4 характеризуют различные целевые функции, математические методы, возрастающая снизу вверх вычислительная слож-

ность, завершенность, заключающаяся в полной реализации соответствующей целевой функции. На ярусе 1 (Я1) решаются задачи Z_{1d} аналоговой обработки (АО) и аналого-цифровых преобразований (АЦП), на ярусе 2 (Я2) – задачи Z_{2d} первичной цифровой обработки (ПЦО) сигналов датчиков физических величин. На ярусе 3 (Я3) решаются задачи Z_{3d} первого уровня вторичной цифровой обработки (1ВЦО), к которым отнесены измерения значений физических величин в соответствующих единицах, определения состояний физических величин и их оценки и т.д. На четвертом ярусе (Я4) решаются задачи Z_4 , условно обозначенные как задачи второго уровня вторичной цифровой обработки (2ВЦО). В группу 2ВЦО входят задачи, относящиеся к объекту наблюдения, содержание, вычислительная сложность и количество которых определяются методами и алгоритмами реализации целевой функции в ИММ.

Для решения задач в системах СОИД могут быть использованы наборы различных моделей ИММ. Основные модели ИММ определяются при их специализации на решение задач, отнесенных к различным ярусам, и на решение допустимых совокупностей задач, принадлежащих разным ярусам.

При этом в качестве моделей МММ РС СОИД идентифицируются:

1) МММ 1.0 аналоговой обработки аналого-цифровых преобразования и сохранения значений D сигналов ($D \geq 1$) датчиков физических величин (задачи Z_{1d} ($d = \overline{1, D}$) яруса 1);

2) МММ 2.0 формирования достоверных значений сигналов датчиков (задачи Z_{2d} ($d = \overline{1, D}$) яруса 2);

3) МММ 3.0 измерений физических величин, определений и оценок их состояний (задачи Z_{3d} ($d = \overline{1, D}$) яруса 3);

4) МММ 4.0 определений и оценок состояний объекта наблюдения (задачи Z_4 яруса 4);

5) МММ 5.0 аналоговой обработки, аналого-цифровых преобразований и формирования достоверных прецизионных значений сигналов (группа задач Z_1, Z_2 ярусов Я1, Я2);

6) МММ 6.0 формирования достоверных значений сигналов датчиков, измерений и оценок состояний физических величин (группа задач Z_2, Z_3 ярусов Я2, Я3);

7) МММ 7.0 измерений и оценок состояний физических величин, оценки состояний объекта наблюдения (группа задач Z_3, Z_4 ярусов Я3, Я4);

8) МММ 8.0 аналоговой обработки, оцифровки, первичной цифровой обработки, измерений и оценки состояний физических величин (группа задач Z_1, Z_2, Z_3 ярусов Я1, Я2, Я3);

9) МММ 9.0 первичной обработки цифровых сигналов, измерений, оценок состояний физических величин и состояния объекта (группа задач Z_2, Z_3, Z_4 ярусов Я2, Я3, Я4).

Распределенные системы, построенные в результате соединений сетевыми каналами выбранных модулей МММ, органично вписываются в габаритные объекты. Однако, как известно, отрицательной стороной сетевых архитектурных решений является снижение производительности РС при увеличении количества сетевых каналов. Компромисс между производительностью и архитектурной гибкостью может быть достигнут при сохранении одного сетевого канала межмодульных соединений.

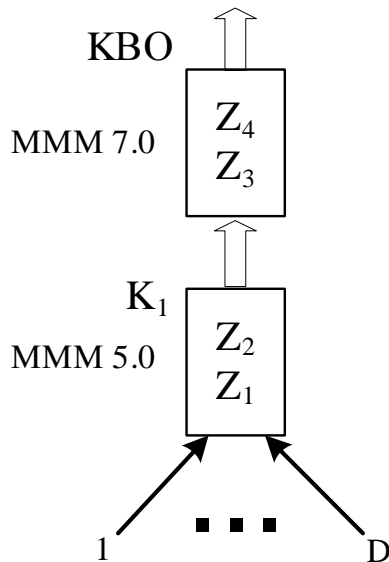


Рисунок 1 – Схема S1

Это действительно так. В схеме S1 не только используется всего один канал межмодульного, но и затраты времени T_{K1} на передачу в нем цифровых данных минимальны, поскольку число этих данных не больше D . Что же касается времени пересылки данных $T_{КВО}$ через канал внешнего обмена КВО, то оно считается постоянным для всех рассматриваемых схем РС СОИД.

Можно также построить последовательные РС СОИД с одним каналом межмодульного обмена, выбрав для реализации модели модулей МММ4.0, МММ8.0 и модели модулей МММ 1.0, МММ9.0.

Созданная по схеме S2 (рис. 2) РС СОИД решает на интервале дискретизации задачи за время

Например, на двух многофункциональных модулях моделей МММ5.0 и МММ7.0 по схеме S1 (рис. 1) можно построить высокопроизводительную последовательную РС СОИД, в которой используется только один канал K_1 межмодульного однонаправленного обмена. Время решения задач СОИД в РС СОИД

$$T_{S1} \approx \sum_{j=1}^4 T_{Zj} + T_{K1} + T_{КВВ} \quad (1)$$

меньше затрат времени в РС СОИД, реализующих схемы с двумя и тремя сетевыми каналами межмодульного обмена.

$$T_{S2} \approx \sum_{j=1}^4 T_{Zj} + T_{K2} + T_{KBB}, \quad (2)$$

которое благодаря затратам времени T_{K2} на пересылку большего объема данных через канал $K2$ превышает T_{S1} .

Реализация на MMM1.0 и MMM9.0 последовательной РС СОИД по схеме S3 (рис. 3) обеспечивает решение задач СОИД на шаге дискретизации за время

$$T_{S3} \approx \sum_{j=1}^4 T_{Zj} + T_{K3} + T_{KBB}, \quad (3)$$

которое соответствует времени T_{S1} , т.к. $T_{K3} \approx T_{K1}$.

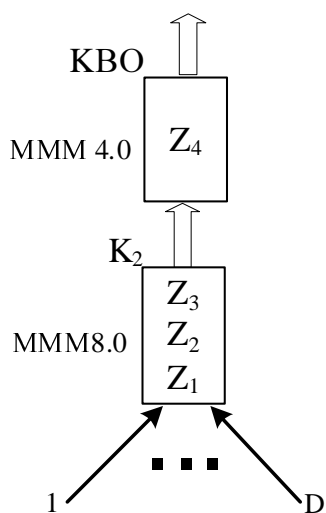


Рисунок 2 – Схема S2

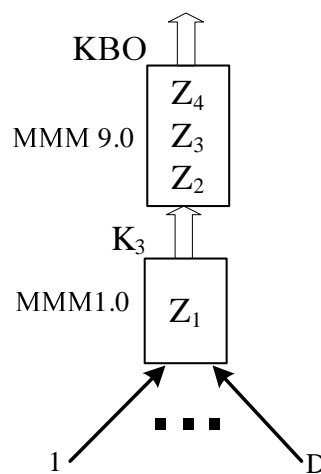


Рисунок 3 – Схема S3

Таким образом, при построении последовательных РС СОИД с повышенной производительностью рекомендуется выбирать между схемами S1 (рис.1), S3 (рис. 3). Выбор разработчиками РС СОИД конкретной схемы во многом зависит от наличия на рынке примышленных модулей, имеющих приемлемые технико-экономические и эксплуатационные характеристики. В случаях, когда при создании РС СОИД последовательного типа необходимые схемотехнические и системотехнические решения оказываются исчерпанными, а требуемая производительность не достигнута, можно воспользоваться параллельно-последовательными схемами организации решения задач СОИД [3].

Пример результата преобразования последовательной схемы S1 в параллельно-последовательную схему S1.1 решения задач СОИД представлен на рис. 4.

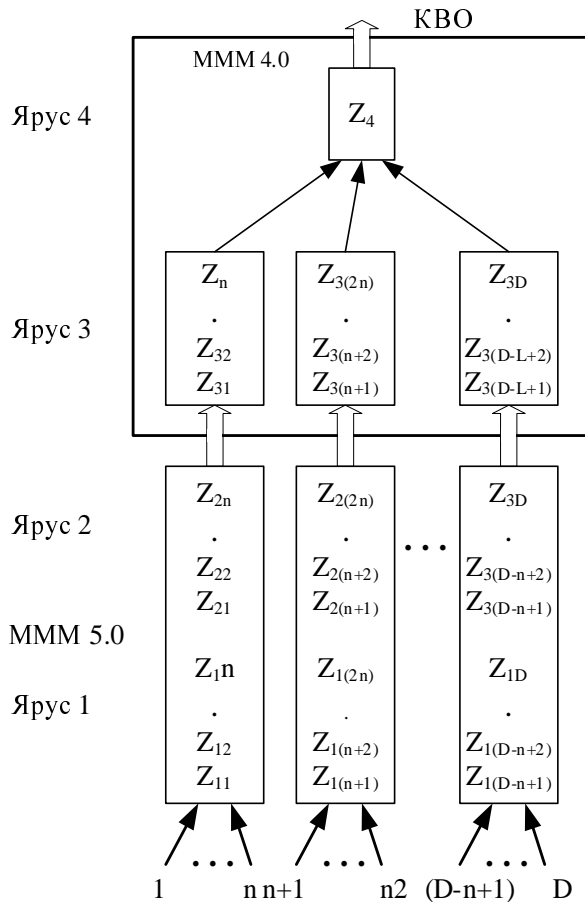


Рисунок 4 – Параллельно-последовательная схема S1.1 с параллельным решением групп задач на ярусах 1, 2, 3

В завершение заметим, что приведенные примеры ни в коей мере не исчерпывают многообразие возможных архитектурных решений. Их практическая ценность определяется в результате сравнения технических характеристик проектируемых систем.

Список литературы

1. Парк Дж., Маккей С. Сбор данных в системах контроля и управления. Практическое руководство. – М.: ООО «Группа ИДТ», 2006. – 504 с.
2. Пьявченко О.Н. Модули интеллектуальных систем сбора и обработки информации датчиков. Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010, №5(106). – С.141-150.
3. Пьявченко О.Н. Распределенные системы сбора и обработки информации датчиков динамических объектов. Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011, №5(118). – С.8-14.

Получено 05.06.2011