

Мощное управление на основе ПК, базирующихся на многоядерной технологии**С. Рихтер (Компания Beckhoff), Р. Барт (Intel GmbH)**

В развитии технологии автоматизации управления на основе ПК проявляется тенденция к использованию многопроцессорных систем. Обслуживание ОС, программируемых контроллеров, систем управления движением и ЧМИ теперь может распределяться между различными ядрами процессора. Рассмотрим, как многопроцессорные технологии могут повлиять на новые концепции автоматизации управления.

В результате широкого распространения и постоянно увеличивающейся вычислительной мощности при относительно низкой стоимости технологии на основе ПК являются идеальной платформой для систем автоматизации, позволяют посредством ПО решать задачи автоматизации, которые ранее могли выполняться только существенно более дорогостоящими специализированными аппаратными средствами. Решение задач автоматизации программными средствами отличается способностью к значительному наращиванию возможностей, например, ограничение числа управляемых осей с ЦПУ определяется только имеющейся вычислительной мощностью ЦПУ.

Основным принципом "новой технологии автоматизации", применяемой в продукции Beckhoff, является технология управления на базе ПК. В результате все задачи системы управления и визуального отображения выполняются мощным ЦПУ и периферийными (не имеющими собственных процессоров) устройствами ввода/вывода. Так как обычно в несколько более сложном промышленном оборудовании ПК служит графическим ЧМИ, что не использует его вычислительную мощность в полной мере, то возникает идея дать тому же ПК обрабатывать задачи автоматизации, такие как функции программируемого контроллера и управление движением. С этой целью в ОС Windows добавляется встраиваемая небольшая система РВ, воспринимаемая ОС как обычный драйвер. Процессы автоматизации выполняются системой РВ в виде задач, например, функции программируемого контроллера, управление движением, управление кулачковыми регуляторами, управление на линейной траектории. Доступ к требуемой периферии осуществляется по известным системам промышленных шин, а также через сеть Ethernet. Система промышленной шины на основе архитектуры Ethernet EtherCAT позволяет избавиться от недостатков, присущих традиционным промышленным шинам. Модульная архитектура систем управления на базе ПК также удовлетворяет потребности в более эффективном использовании многоядерных процессоров.

В последние годы компания Intel® соревновалась с основными конкурентами в том, кто сможет предложить рынку самый быстрый процессор. В гонке участники шли буквально голова в голову. Эта жесткая конкуренция на рынке настольных компьютеров привела к увеличению потребления мощности промышленными компьютерами. Новые поколения процессоров, в которых несколько процессорных ядер объединяются в одном корпусе со снижением в некоторых случаях рабочей частоты, прерывают тенденцию параллельно-

го движения. Внедрение многоядерных систем ведет в первую очередь к уменьшению тактовой частоты, что на первый взгляд оказывает негативный эффект на общую мощность системы, так как выполняющиеся последовательно программы исполняются медленнее из-за низкой тактовой частоты.

В 2006 г. с появлением второго поколения изделий с архитектурой Dual-Core™, компания Intel® внедрила архитектуру Core™ Microarchitecture, известную под маркой Core™2 Duo. За счет уменьшения внутренних размеров элементов до 65 нм и фундаментального изменения архитектуры по сравнению с архитектурами Netburst или Yonah процессоры Dual-Core™ привели к дальнейшему росту производительности одновременно с уменьшением потребляемой мощности. Поэтому промышленным ПК стал доступен новый потенциал вычислительной мощности, который до того момента был зарезервирован для серверного сегмента, и открылись совершенно новые области прикладного применения.

Практическое применение двухядерной технологии

Еще один новый механизм, осуществленный двухядерной системой, это физически параллельное выполнение различных функций, которые раньше могли выполняться одной системой только в квазипараллельном режиме с негативными последствиями, связанными с совместным использованием вычислительной мощности. Хорошим примером является распределение ресурсов между системой управления и ЧМИ. Для сохранения возможностей выполнения задач РВ и исключения любых влияний со стороны графического модуля процессы системы управления выполняются ядром под управлением встроенной системы РВ. И наоборот, приложение, не являющееся приложением РВ, также использует ресурсы своего собственного ядра ЦПУ, к которому оно имеет исключительный доступ. Второе ядро, для которого первостепенной задачей является обработка графики, а не детерминированных функций, предоставляет ЧМИ платформу общей ОС. Это означает, что, например, длительности переключения изображений интерфейса пользователя укорачиваются, а этапы компиляции программ программируемого контроллера в момент компиляции для целевой системы значительно сокращаются. Если системе на процессоре Pentium 4 с частотой 2,8 ГГц при загрузке приложения РВ на 50% для компиляции совершенно новой программы программируемого контроллера размером 4,5 Мбайт требуется около 6 мин, то системе на базе процессора Core™2 Duo с частотой 2,16 ГГц для решения той же задачи требуется только 40 с.

Для пользователя использование повышенной производительности можно продемонстрировать на примере системы TwinCAT. В одноядерных системах функции РВ системы TwinCAT выполняются детерминированно с максимальным приоритетом в квазипараллельном режиме. Благодаря патентованному процессу переключения между процессами ОС Windows и приложениями РВ, зависящие от времени выполнения функции ОС Windows выполняются в нужное время временной оси системы РВ. Однако увеличение потребления вычислительной мощности процессора приложениями РВ осуществляется за счет производительности приложений ОС Windows. Связь между двумя группами задач осуществляется с помощью ориентированной на передачу сообщений системы связи ADS системы TwinCAT. В этом случае маршрутизатор ADS системы TwinCAT синхронизирует процесс связи. Двухядерные системы автоматически распознаются системой TwinCAT: одно из двух ядер занято выполнением функций РВ, в то же время ядро, вычислительные ресурсы которого не используются функциями РВ, доступно для ОС Windows. Система обмена сообщениями в свою очередь отвечает за синхронизацию между приложениями Windows и приложениями РВ. Для оптимального использования двухядерных ЦПУ, система РВ TwinCAT и маршрутизатор ADS были обновлены с сохранением совместимости с предшествующими версиями. Так как оба ядра ЦПУ имеют доступ к одной и той же памяти и общему кэшу второго уровня, маршрутизатор ADS должен быть дополнен только функцией многопроцессорной синхронизации, чтобы безопасно распределять сообщения ADS между зарегистрированными процессами. Результатом для пользователя становится более высокая вычислительная мощность для всего приложения при минимуме расходов на переход. В будущем, помимо двухядерных процессоров также станут доступными по приемлемой цене четырехядерные или восьмиядерные системы. В этих случаях также будут использоваться преимущества программных решений, так как они смогут распределять задачи в зависимости от числа имеющихся ядер ЦПУ. Более того, при таком подходе требуется гораздо меньше усилий для осуществления разделения задач. Функциональные блоки могут направляться выделенным ядрам. Система TwinCAT компании Beckhoff с помощью соответствующих средств настройки и диагностики значительно упрощает использование пользователями многоядерных систем. Например, инструмент администратора системы TwinCAT позволяет контролировать задачи РВ и осуществлять ручное конфигурирование приоритетности или последовательности обработки задач. С помощью инструмента Load Balancing (выравнивание на-

грузки) в стандартном рабочем режиме запускаемой задачи может выделяться либо свободное ядро, либо (в зависимости от приоритета) оптимальное ядро. Также задачи могут статически назначаться ядру. Таким способом традиционное деление на системы поддержки исполнения программ программируемого контроллера или ЧПУ может осуществляться, в том числе через использование готовых профилей.

Серии встроенных промышленных ПК, использующих процессоры Core™ Duo/Core™2 Duo

Специалисты Beckhoff встроили процессоры Intel® Core™ Duo/Core™2 Duo в материнские платы собственной разработки. Это гарантирует, что выбранный набор микросхем и тип процессора будет постепенно встроены во все серии промышленных ПК компании Beckhoff. Пользователь может выбрать наиболее подходящий для решаемых задач промышленный ПК с процессорами Core™ Duo из множества семейств устройств независимо от того, необходимы ли универсальные пультовые ПК С3640 с многочисленными свободными разъемами PCI и PCIe или ультракомпактные промышленные ПК для шкафов электроавтоматики, например С6920 (рис. 1).



Рис. 1

Вдобавок к увеличенной производительности пониженная потребляемая мощность процессоров Core™ Duo/Core™2 Duo позволяет получить очень стабильные с точки зрения защищенности от перегрева системы. Максимальная окружающая температура для промышленных ПК может достигать 55°C. Кроме того, используемый компанией Beckhoff набор микросхем Intel® 945 с чипом ICH-7R обеспечивает наличие уже встроенного в материнскую плату контроллера SATA RAID 1, что позволяет осуществлять надежное и быстрое резервирование данных. Все, что необходимо для этого — наличие промышленного ПК с двумя внутренними жесткими дисками.

Отметим, что в случае использования платы видеоадаптера для шины PCI-express ADD2 компьютеры Beckhoff имеют два разъема DVI для подключения мониторов. Это означает, что в качестве стандартной конфигурации могут подключаться два монитора, работающие в режиме клона, растянутого рабочего стола и в независимом режиме.

Разработка прикладных программ для многоядерных систем

Для разработчиков приложений РВ или программируемого контроллера в среде системы TwinCAT переход от одноядерных к многоядерным системам происходит гладко. Среда выполнения программ РВ продолжает использовать только один процессор, поэтому существую-

щие проекты программируемых контроллеров могут быть перенесены один к одному. Так как среда TwinCAT неиспользуемое вычислительное время ЦПУ выделяет приложениям ОС Windows, то последняя видит два процессора, один из которых работает с частичной нагрузкой. Приложения ОС Windows, построенные от нескольких программных потоков, могут извлечь из этого пользу. ОС Windows распределяет потоки приложений между доступными процессорами. Эти потоки физически выполняются параллельно, и аппаратная часть ЦПУ используется оптимальным образом. Однако разрывы синхронизации, имеющиеся в приложениях, легче возникают при физически параллельной обработке, чем при квазипараллельном выполнении потоков. Чтобы в будущем оптимально использовать многоядерную систему, все приложения должны быть по возможности модульным способом разделены на потоки или задачи. Это дает как ОС Windows, так и среде TwinCAT возможность разделять выполнение частей программ между доступными ядрами ЦПУ наилучшим образом (то есть, осуществлять выравнивание нагрузки). Монолитные программы будут по-прежнему продолжать работать, но они при доступе к общим системным ресурсам смогут использовать только постоянно уменьшающуюся

их часть. С этой целью каждая ОС предоставляет соответствующие механизмы, такие как семафоры, критические секции и т.п. Даже от опытных разработчиков физически параллельное выполнение частей программ требует некоторого изменения подходов. В системах РВ с жестким управлением приоритетностью потоки с высшим приоритетом выполняются до конца без прерываний. Для одноядерной системы такая особенность подтверждает то допущение, что во время выполнения потоков высокого приоритета потоки с низким приоритетом находятся в неактивном состоянии. Однако это более не относится к многоядерным системам. Когда в ядре выполняется поток высшего приоритета, одновременно в другом ядре могут выполняться прочие потоки с низшими приоритетами. Отключение прерываний также не является более подходящим методом синхронизации в многоядерных ЦПУ, так как блокировка применяется только к определенному используемому ядру.

Больше вычислительной мощности благодаря новой архитектуре ЦПУ

Даже принимая во внимание только одно ядро, каждая новая архитектура ЦПУ показывает крутой возрастающий график вычислительной мощности. В компании Beckhoff проводится аттестация на выполнение задач программируемого контроллера для каждого установленного ЦПУ, которая проверяет время выполнения важных операций среды программирования IEC 61131 для программируемых контроллеров. В аттестации проявляется отличие в про-

изводительности поколения ЦПУ с архитектурой Netburst и ЦПУ на основе микроархитектуры Core™ Microarchitecture (к изделиям Pentium® М это относится в меньшей степени). Влияние архитектуры процессора иллюстрирует тот факт, что ЦПУ с микроархитектурой Core™, несмотря на значительно меньшие тактовые частоты, в испытаниях показывают равные или лучшие значения производительности. Производительность ЦПУ не может зависеть только от указанной тактовой частоты.

Микроархитектура Intel® Core™

С выпуском продукции серий Woodcrest, Congroe и Merom компания Intel® предложила новую микроархитектуру Core™ (рис. 2) для всех сегментов встраиваемых систем от высокопроизводительной линейки, через линейку компьютеров с наращиваемой производительностью, до маломощной линейки. Так как архитектура Netburst по указанным выше причинам не рассматривается в качестве основы нового поколения ЦПУ, то микроархитектура Core™ сочетает преимущества архитектуры Netburst и архитектуры процессоров для мобильных систем Yonah и с этими дополнительными усовершенствованиями уходит далеко вперед.

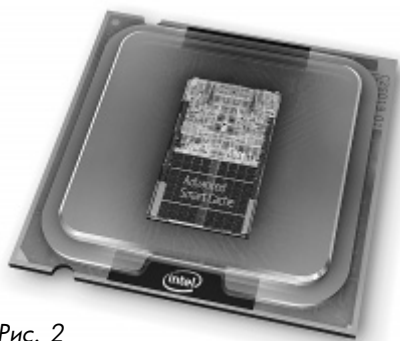


Рис. 2

Рассмотрим суть наиболее важных инноваций и их влияние на производительность системы.

Технология Wide Dynamic Execution

После внедрения в архитектуру P6 (процессоры Pentium® II/Pentium® III) технологии Dynamic Execution (динамического выполнения) в ходе реализации архитектуры Netburst она прошла развитие до технологии Advanced Dynamic Execution (повышенного динамического выполнения). Эти технологии включают такие новшества, как анализ потока данных, спекулятивное исполнение команд, а также функцию, которая известна как внеочередное исполнение команд. Это означает, что команды необязательно исполняются одна за другой, а в том порядке, который обеспечивает лучшее использование процессора. За счет внедрения улучшенного алгоритма "предсказания ветвлений" удалось повысить точность предсказаний и исключить тем самым повторную загрузку команд из-за ошибочных предсказаний. Микроархитектура Core™ расширяет эти возможности за счет того, что позволяет загружать, декодировать и исполнять за один цикл больше команд (четыре команды по сравнению с тремя командами в предшествующих архитектурах). Чтобы дальше улучшить показатель энергетической эффективности (производительность/ватт) новые ЦПУ могут при помощи способа известного как macrofusion (макрослияние) преобразовывать часто возникающие команды архитектуры x86 в микрооперации и экономить тем самым в процессе выполнения время цикла. Таким образом, декодер создает одну микрооперацию (CMPJNE) из команд

сравнения (CMP) и результирующего условного перехода (JNE). Арифметико-логические блоки были соответствующим образом расширены и теперь могут работать с такими комбинированными командами.

Технология Advanced Smart Cache

Важная инновация в архитектуре процессора заключается в использовании кэш-памяти второго уровня. В то время как другие двух/многоядерные системы имеют для каждого ядра собственную кэш-память второго уровня, оба ядра ЦПУ Core™2 Duo, например, используют общую кэш-память второго уровня. Такая конструкция идеально подходит для программных продуктов, в которых потоки приложений выполняются в обоих ядрах. Для каждой части такого приложения необходим доступ к данным для обработки — в идеальном случае к тем, которые уже находятся в кэш-памяти второго уровня. В результате общего использования каждое ядро имеет полный доступ к кэш-памяти и может видеть данные. Если используются отдельные модули кэш-памяти, то между ними необходим отнимающий время обмен данными.

Технология Smart Memory Access

Уже описанные усовершенствования не принесут желаемого эффекта, если информация не будет находиться в нужном месте в нужное время. В этой связи, хорошее предсказание блоков обработки играет роль, но результат управления ресурсами памяти и пропускной способностью намного больше. Технология Smart Memory (интеллектуальная память) сочетает технологии, которые должны предотвратить задержку доступа к шинам памяти за счет оптимального использования полосы пропускания. Новой функциональностью в данном случае является "разрешение противоречия памяти" (memory disambiguation), которое позволяет ЦПУ принимать правильные решения о том, что должно выполняться раньше: загрузка в память или

сохранение. В прежних архитектурах процессоров это было строго запрещено, чтобы гарантировать когерентность данных, поскольку иначе могли бы быть записаны данные, которые уже устарели и были бы перезаписаны при следующей операции сохранения. Это означает возможность еще в большей степени внеочередной обработки команд, что в свою очередь экономит время, а тем самым и энергию. Даже ошибки в вычислениях данного алгоритма не приводят к недействительности данных, а всего лишь к повторной загрузке правильных данных.

Еще одна функциональность новых процессоров связана с недостаточностью пропускной способности памяти. Микроархитектура Intel® Core™ вводит по общему счету восемь так называемых устройств упреждающей выборки, которые обеспечивают как можно более раннюю загрузку данных в периоды, когда шина еще не загружена слишком сильно. Каждое ядро двухядерного ЦПУ обрабатывает три из упомянутых блоков (два — для данных и один — для команд). Оставшиеся два блока заполняют данными разделенный кэш второго уровня.

В комплексе все описанные изменения в архитектуре ЦПУ приводят к увеличению производительности до 90% при сокращении потребляемой мощности до 40%. Благодаря подсистеме интеллектуального управления памятью и более эффективному использованию пропускной способности системной шины (FSB) полностью исключены какие-либо проблемы с задержками при выполнении важных приложений РВ в системах автоматизации. ПО, разработанное под эту процессорную архитектуру, имеет гарантированное будущее, так как оно совместимо с наступающей эрой многоядерных процессоров и благодаря модульной структуре обладает увеличенной функциональностью или может предоставить функции с большими возможностями.

Себастьян Рихтер — менеджер по разработке ПО для ПК Beckhoff,

Реймон Барт — инженер производственного применения компании Intel GmbH.

Контактный телефон (495) 411-88-82. E-mail: info@beckhoff.ru Http:// www.beckhoff.ru

КОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ e-KOBOLD

С.А. Гусев (ООО "Первая миля")

"Кобольд (в германской и североевропейской мифологии) - особый вид эльфов или альвов, соответствующий русским домовым. Кобольд — дух домашнего очага. Название "кобольд" (от слова "Kobe", "Kofel" — помещение, комната, хижина) означает владыку помещения".

Представлены основные возможности, особенности и области применения новой серии контроллеров e-KOBOLD ("Кобольд"), разработанных для автоматизации и диспетчеризации зданий.

Контроллер серии e-KOBOLD ("Кобольд") был разработан в 2007 г. для ускорения реализации проектов автоматизации зданий самого разного масштаба и различного уровня оснащения инженерным оборудованием (рисунки). Контроллер легко модернизируется и конфигурируется как для использования в крупных и современных промышленных и офисных объектах, так и в системах управления для частных и малоэтажных много-

квартирных домов. Контроллер обеспечивает минимальную стоимость капиталовложений на единицу управляемого инженерного оборудования и легко масштабируется для расширения функциональных возможностей.

Контроллер обеспечивает комплексное и взаимосвязанное управление инженерными системами современных зданий, обеспечивая возможность интеграции практически с любым современным оборудованием