

Стратегии обновления оборонных систем

Оборудование VPX, CompactPCI и VME на базе x86-совместимых процессоров позволяет свести к минимуму конструктивные переделки систем, повысить их производительность и уменьшить размеры

Дэвид Пёрсли, Kontron.

Увеличившиеся информационные потоки радикально изменили способы ведения боевых действий. Объемы данных постоянно растут, опережая рост производительности унаследованных систем. Без организации эффективного совместного использования данных современная война столь же немыслима, как без оружия и авиации. В результате перед разработчиками стоит задача создания и сопровождения систем, которые характеризовались бы большей пропускной способностью, большей вычислительной мощностью, повышенной безопасностью и подходили бы для организации сетевидной военной связи. Это нужно иметь в виду при оценке ключевых унаследованных решений, а обновлять технологии необходимо в соответствии с указаниям Минобороны относительно достижения максимума тактической эффективности в условиях ограниченных бюджетов.

Вместе с тем, при проведении любой модернизации унаследованных систем разработчики будут неизбежно стремиться использовать последние достижения индустрии COTS. В качестве главной стратегической задачи обновления можно избрать борьбу с устареванием унаследованных решений, не менее достойными и сложными задачами могут быть: приведение решений в соответствие к изменившимся требованиям или интеграция важных технических новшеств.

Реактивные стратегии обновления технологий касаются лишь ближнесрочных вопросов вроде устаревания и затрат на обслуживание, тогда как

в идеале обновление должно служить поводом к привлечению таких COTS-решений, которые позволяли бы уменьшать размер, вес и энергопотребление (Size, Weight and Power – SWaP) оборудования с одновременным повышением его производительности, масштабируемости, надежности и защищенности. Для разработчиков и OEM-поставщиков понимание преимуществ и недостатков ключевых компьютерных платформ, используемых в оборонной отрасли, является важнейшим фактором, помогающим определить цели обновления и выбрать наиболее правильный путь для их достижения.

Мыслить стратегически

В условиях современной тотальной интеграции военных систем локальные обновления технологий должны осуществляться быстро и с минимальным риском для всей системы, приложения, конечного изделия. Такие оборонные программы, как BCTM (Brigade Combat Team Modernization – модернизация боевых бригадных групп), JTRS (Joint Tactical Radio System – объединенная система тактической радиосвязи) и WIN-T (Warfighter Information Network – Tactical – тактическая войсковая информационная сеть) предполагают постоянную модернизацию с целью повышения пропускной способности по сравнению с ранее применявшимися технологиями. Необходимость поддержки исключительно надежной сетевидной коммуникационной среды является общим требованием для самых различных военных приложений; оно касается как оружейных систем и носимых GPS-устройств, так и систем, в реальном времени распределяющих данные наблюдения.

К тому же число сенсоров в военных приложениях постоянно растет. Сенсоры производят гигантские объемы важных данных, повышающих эффективность наблюдения и превращающих визуализацию в неотъемлемый элемент ситуационной осведомленности. На основе этих данных развиваются новые приложения (картографирование, защищенная связь, дополненная реальность),

служащие дополнительным стимулом к повышению эффективности сетевого взаимодействия и пропускной способности. Такие приложения все в большей мере становятся мобильными и доступными для отдельных военнослужащих, и, судя по всему, в дальнейшем данный тренд будет только набирать обороты, поскольку соответствующая концепция доказала свою практическую эффективность.

Производительность и надежность имеют большое значение как для уже развернутых, так и для вновь разворачиваемых систем, которые должны постоянно обновляться и совершенствоваться, дабы отвечать современным требованиям в части совместного использования данных, защищенности и производительности. Например, эсминец может пережить первое крупное обновление технологий сразу после его постройки и перед спуском на воду. Его сенсоры и радарные башни навсегда останутся там, где их возвели строители, а вот компьютерные платформы и все остальное, что подпадает под определение «бортовых ИТ», будут обновляться в промежутках между длительными походами. Подобные меры позволяют сохранять высокие уровни готовности, производительности и обслуживания систем на протяжении их жизненного цикла.

Цели и задачи конкретного акта обновления зависят исключительно от прикладной специфики. Высокоскоростные соединения, повышенная пропускная способность, передовые интерфейсы, развитый ввод/вывод – все это дополнительные возможности и функции, для реализации которых имеет смысл затевать модернизацию системы. При этом в каждом случае необходимо учитывать текущие требования, касающиеся новых миссий, меняющихся угроз и концепции сетевидной войны. Одними из актуальнейших вопросов являются оценка производительности эксплуатирующихся VME-систем и поиск наилучших способов повышения их пропускной способности, производительности и гибкости.

Оптимальная платформа

Сегодня модернизация VME-систем все чаще сводится к переходу на системный стандарт VPX. Растет популярность новых систем класса HPEC (High Performance Embedded Computing – высокопроизводительные встраиваемые вычисления), представляющих собой как бы небольшие суперкомпьютеры на базе технологии VPX. Международный холдинг Kontron разработал HPEC-платформу, вмещающую до 18 плат формата VPX 6U с двумя вычислительными узлами на базе двух отдельных процессоров Intel Core i7, что позволяет получить 36 тесно взаимодействующих процессоров в одном шасси.

Системы такого типа обладают огромной вычислительной мощностью, востребованной в высокоинтенсивных DSP-приложениях. Для обеспечения быстрого обмена данными между платами можно использовать различные технологии организации высокоскоростных коммутируемых соединений по объединительной панели.

Конфигурации на базе этой HPEC-платформы и плат Kontron VX6060 2-процессорных одноплатных компьютеров высоты 6U с 16 ГБ памяти типа ECC (рис. 2) уже используются как вычислительные кластеры в ряде важных оборонных программ, включая обзорную систему воздушного базирования. Подобные платформы оптимальны для такого рода задач, поскольку позволяют объединять разнообразные высокопроизводительные COTS-продукты для достижения высочайшей пропускной способности и вычислительной мощности (порядка 1 TFLOPS) в бортовых комплексах, оперирующих огромными объемами данных.

Системная архитектура VPX окончательно порывает с протоколом VME и параллельными шинами типа PCI и VMEbus и исповедует переход на последовательные коммуникации вроде Serial RapidIO, Gigabit Ethernet и PCI Express. Большую помощь в этом переходе может оказать упрощенный API-интерфейс Kontron VXFabric, призванный ускорять процесс разработки клиентских приложений. Технология Kontron VXFabric предоставляет программный слой для транспорта данных по протоколам IP поверх шины PCI Express. Используя Kontron VXFabric, разработчики систем типа OpenVPX 6U могут получать повышенную производительность и организовывать эффективное управление потоками данных в HPEC-приложениях. В частности, они могут быстрее разрабатывать и вводить в эксплуатацию системы с боль-



Рис. 1. Благодаря инновационной технологии Kontron VXFabric (упрощенный API-интерфейс, ускоряющий процесс разработки), новая HPEC-платформа Kontron позволяет организовать высокоскоростное взаимодействие между отдельными платами через различные коммутируемые соединения по объединительной панели. В конфигурации с 18 платами на базе двух двухядерных процессоров (в сумме 72 ядра) эта 19-дюймовая система способна обеспечить выдающиеся показатели вычислительной мощности на единицу объема: ее производительность может достигать 1,44 TFLOPS (триллионов операций с плавающей запятой в секунду). Подобные характеристики важны для многих современных оборонных приложений, включая бортовые радары, сонары, системы радиотехнической разведки (SIGnal INtelligence – SIGINT) и обработки видео для различных самолетов, вертолетов и БПЛА.

шими объемами памяти на базе процессоров Intel Core i7.

Каждый из двух вычислительных узлов платы Kontron VX6060, соответствующий одному из процессоров Intel Core i7, имеет полный доступ ко всем 8 гигабайтам оперативной памяти с поддержкой функции ECC. Большое ОЗУ с коррекцией ошибок, вмещающее значительные объемы прикладных данных, позволяет уменьшить число операций чтения с более медленных накопителей. Вместительная память полезна также с точки зрения буферизации и организации обмена данными между платами, поскольку упрощает управление ресурсами и способствует повышению производительности приложения в целом. Все это очень важно в контексте обновления технологий, использующихся в радарх, сонарах и системах формиро-

вания изображений, на борту военных самолетов и БПЛА.

При рассмотрении различных вариантов реализации необходимо учитывать их сложность и требования конкретной прикладной области. Переход на стандарт VPX означает замену параллельной шины сетевым протоколом, что нередко требует существенной переработки прикладного программного обеспечения. По этой причине для обновления систем VME 6U хорошей альтернативой может стать оборудование CompactPCI 3U, обеспечивающее уменьшение фактора в соответствии с глобальной целью уменьшения показателей SWaP. К тому же CompactPCI – это проверенная временем технологическая парадигма, которая ближе к VME хотя бы в том, как прикладное ПО опознает аппаратные средства.

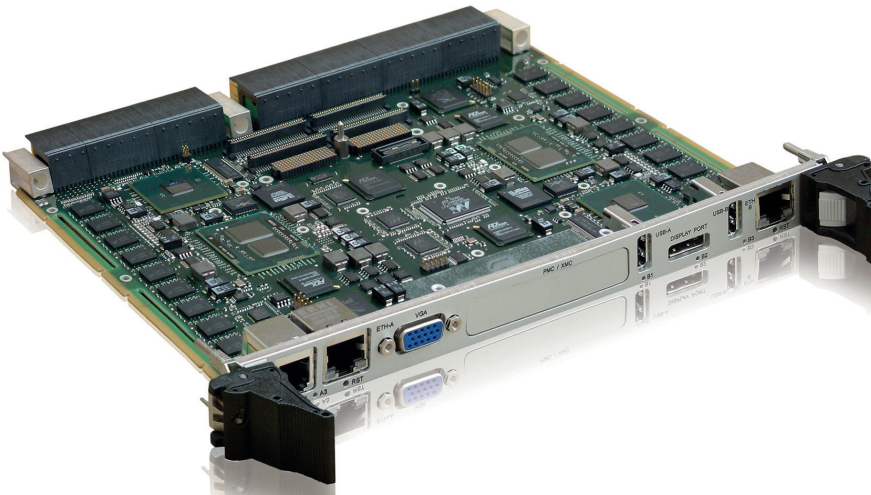


Рис. 2. Двухпроцессорная плата Kontron VX6060 формата VPX 6U доступна в версиях с принудительным воздушным и кондуктивным охлаждением. В комплект поставки данного продукта входит набор коммерческого программного обеспечения PowerMP, включающий средства проведения нагрузочных испытаний и контроля состояния сложных вычислительных кластеров. Позволяя приступать к разработке в отсутствие конечного приложения, PowerMP способствует ускорению реализации длительных проектов. Программное обеспечение PowerMP работает на новых и ранее выпущенных платах холдинга Kontron в стандартах VME и CompactPCI и используется на БПЛА, в радарх и сонарах по всему миру.

x86 как разумный компромисс

Менять базовую аппаратную архитектуру в ходе обновления технологий зачастую нецелесообразно, а то и невозможно. Перепроектирование системы под новый системный стандарт может оказаться слишком дорогим удовольствием, а замена специализированных плат ввода/вывода – целой проблемой. В таких случаях прогресс по энергопотреблению (чем меньше, тем лучше), производительности (чем больше, тем лучше) и цене может быть достигнут переходом на другую процессорную архитектуру. Чтобы перейти с PowerPC на x86, не нужно менять системный стандарт; вы можете остаться на платформе VME и просто установить в свои системы новые платы на базе современных процессоров Intel.

Обеспечивая охват различных процессорных архитектур в финальных системах, оборудование VME 6U способствует сокращению периода разработки, ускорению выхода на рынок и уменьшению полной стоимости владения. Например, одноплатный компьютер Kontron VM6050, выполненный в форм-факторе VME 6U, полностью совместим со всеми другими продуктами холдинга Kontron формата VME 6U. Повышенная вычислительная и графическая производительность, обеспечиваемая современными x86-совместимыми ЦП, может быть интегрирована в существующие OEM-системы на базе одноплатных компьютеров с процессорами Intel и PowerPC без адаптации объединительной панели. Поддержка технологии Open GL 2.1 и аппаратное

ускорение функций DirectX 10 вкype с возможностью вывода на два дисплея будут очень полезны в требовательных графических задачах, связанных с передовыми обзорными и командно-контрольными приложениями.

Любой переход на новую аппаратную базу должен учитывать свойства существующей системы, в т.ч. то, какие платы и продукты в ней используются и какова их конечная функциональность. В своих рекомендациях новые поставщики будут обязательно отталкиваться от технологий, которые применяются в существующей системе. Например, если в проекте используется модель обработки «один поток команд – много потоков данных» (Single Instruction Multiple Data – SIMD), реализованная в ядрах Altivec в составе процессоров PowerPC, необходимо будет добиться того же результата на базе потоковых SIMD-расширений (Streaming SIMD Extensions – SSE) из набора команд Intel.

Особенности организации подсистем ввода/вывода также очень важны, поскольку предоставляемые ими возможности варьируются в зависимости от конкретных коммуникационных и сетевых требований. А от используемых форм-факторов будет зависеть необходимость перехода на более компактные конструктивы и продукты с пониженным энергопотреблением при сохранении производительности на прежнем уровне.

Даже если повторной сертификации избежать не удастся, она окупится возможностью замены устаревших плат на новые продукты, что обеспечит эконо-

мию времени и инженерных ресурсов. Например, в одной БПЛА-программе в ходе обновления технологий потребовалось реализовать поддержку картинки высокого разрешения. Чтобы минимизировать стоимость модернизации многочисленных уже эксплуатирующихся систем, было решено остаться на архитектурной платформе VME и просто заменить процессорную плату. Разъем UHS P0 – это все, что потребовалось разработчикам для организации высокоскоростной передачи видео к более производительной процессорной плате по существующей объединительной панели.

Выбор пути

Принимая во внимание ценовой фактор и требования Министерства обороны по расходованию бюджетных средств, для многих оборонных программ самым оптимальным вариантом будет сохранение базовой технологической платформы VME с заменой унаследованных VME-шасси, плат ввода/вывода и ПО на новые x86-совместимые продукты, характеризующиеся повышенной готовностью, повышенной производительностью и другими полезными качествами.

В то же время, многие поставщики встраиваемых компьютерных технологий (BKT) параллельно разрабатывают решения в стандартах VPX и CompactPCI, что обеспечивает наличие широкого диапазона вариантов обновления с целью повышения вычислительной мощности и надежности. Важно то, что перечень доступных опций постоянно расширяется, и это позволяет разработчикам реализовывать проактивные стратегии обновления критических приложений, концентрируя свои усилия на таких направлениях, как минимизация конструктивных переделок, повышение производительности и экономное использование свободного пространства.

Оборонные бюджеты ограничены, и финансовое давление ощущается постоянно: процессы развертывания систем затягиваются на годы против первоначально запланированных сроков притока, что производительности от этих систем сегодня требуется больше, чем когда-либо ранее. В наши дни разработчикам приходится быть креативными, т.е., зная о преимуществах новых стандартизованных платформ, находить наилучшие пути для того, чтобы соответствовать растущим ожиданиям относительно оборонных приложений и систем.

▼ Платформы для конкретных целей

Планируя обновление технологий, разработчики рассматривают различные подходы к его осуществлению, каждый из которых может оказать влияние на выбор платформы. Вполне вероятно, что для конкретного приложения или его окружения ни один из путей не будет идеальным, и тогда специалистам придется искать какие-то компромиссы между производительностью, длительностью разработки, ценой и совместимостью с унаследованным оборудованием.

Минимизация риска – это ключевой вопрос, ответом на который может стать простейший тип модернизации, затеваемый исключительно ради повышения производительности и намеренно оставляющий все другие системные элементы нетронутыми. Такой подход будет хорош для обновления уже развернутых сложных систем, которые справляются со своими обязанностями и могут нуждаться лишь в повышении их потенциала в смысле пропускной способности и эффективности разделения данных в реальном времени. Кроме того, данный путь позволяет свести к минимуму работы по модификации программного обеспечения, хотя портирование ПО, как правило, требуется даже при простой замене процессора. Обновление может иметь более глубокий характер, например, в тех случаях, когда нужно улучшить

характеристики системы за счет использования новых программных технологий, появившихся после того, как система была первоначально разработана и/или развернута. Может возникнуть необходимость в применении более быстрого ЦП или увеличении объемов памяти. Если физические требования к системе достаточно гибки, допустим даже переход на другой форм-фактор. Например, когда речь идет о повышении внутренней пропускной способности, может помочь переход с системной архитектуры VME на стандарт VPX. Это потребует переделки объединительной панели и всех остальных плат, что будет несравнимо более сложной задачей, чем простая замена процессорного модуля и потребует большей квалификации.

Нередко обновление используется для рационализации использования свободного пространства. В подобных сценариях показатели SWaP уменьшают для отдельных систем, что влечет их уменьшение для платформы в целом. Так бывает, когда OEM-производители интегрируют на платформу новые системы в дополнение к уже существующим. Необходимо отметить, что уменьшение показателей SWaP способно сберечь жизни военнослужащих уже одним тем, что упрощает развертывание. Представьте тыловое подразделение, перед которым

стоит задача организации сетевых командных центров в удаленных локациях. С сугубо технической точки зрения транспортировка компьютерного оборудования и дополнительных аппаратных средств вроде генераторов и кондиционеров не представляет большой проблемы, поскольку подразделение располагает достаточно большим количеством достаточно вместительных транспортных средств. Но даже в этом случае уменьшение размеров систем может привести к тому, что конвои станут более короткими и более быстрыми без ущерба для эффективности выполняемой работы, а это повлечет снижение риска для военнослужащих.

Обновление с целью экономии свободного пространства имеет большое значение также и для аэрокосмических приложений. Уменьшение показателей SWaP продолжает оставаться вопросом первостепенной важности в тех областях, где имеют место очень жесткие технические ограничения на физические характеристики и каждый лишний грамм обходится весьма недешево. Похожие проблемы возникают и у разработчиков различных корабельных и наземных бортовых приложений, старающихся упаковать как можно больше функциональности в ограниченное пространство, которое может быть расширено лишь за счет уже существующих систем.

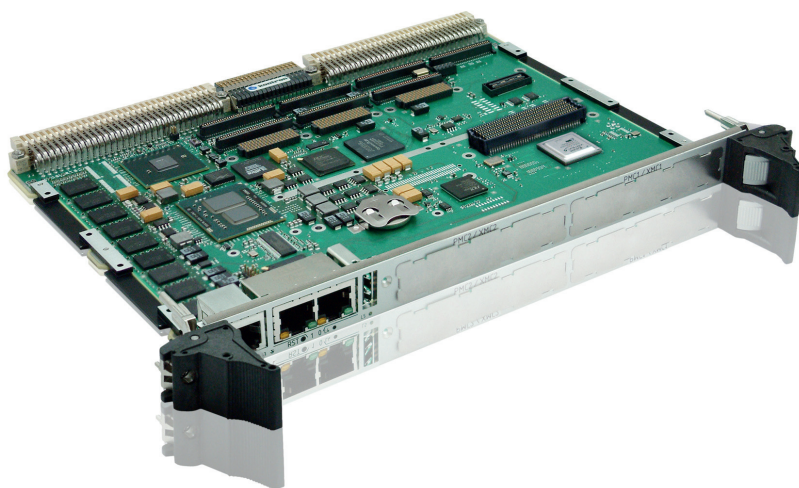


Рис. 3. Одноплатный компьютер Kontron VM6050, выполненный в форм-факторе 6U VME на базе процессора Intel Core i7, совмещает в себе высочайшие уровни обычной и графической производительности с гибкостью, модульностью, расширяемостью и доступностью в четырех классах исполнения. Конфигурируя Kontron VM6050 в соответствии с требованиями различных приложений, OEM-производители могут быстрее выходить на рынок. А реализуемая холдингом Kontron программа долгосрочных поставок, гарантирующая доступность продуктов на протяжении 10 и более лет, открывает дополнительные возможности по оптимизации жизненного цикла и полной стоимости владения.

Еще более важно, что радары следующего поколения, системы наведения и наблюдения для БПЛА, а также широкополосные системы радиоэлектронного подавления и мониторинга делают упор на быструю обработку и разделение гигантских объемов данных в реальном времени. Камеры высокого разрешения, высокоскоростной ввод-вывод, быстрые накопители и высокопроизводительные коммуникации приводят к интенсификации информационных потоков и ужесточению требований к организации совместного использования данных различными воинскими подразделениями.

Передовые системы связи, радиолокации и визуализации выводят на повестку дня вопрос выработки таких стратегий обновления, которые обеспечивали бы сохранение курса на неуклонное повышение технологичности и креативности современных армейских ВКТ. ■