

Организация распределенной системы управления виртуальными производственными корпорациями

Д.т.н., профессор Мартинов Г.М. (МГТУ «Станкин»)

Работа выполнена по Госконтракту № 02.740.11.0488 на проведение НИР в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.

Ключевые слова: распределенная гетерогенная система числового программного управления, виртуальная производственная корпорация, управление децентрализованных производств, пул свободных производственных мощностей.

Рассмотрены перспективы развития распределенных гетерогенных систем числового программного управления децентрализованными производствами в рамках задачи масштабного технологического перевооружения отечественного машиностроения. Исследованы результаты ключевых международных проектов в области промышленной автоматизации. Предложена единая концепция распределенного компьютерного управления на всю гамму технологического оборудования и рассмотрены практические аспекты реализации.

Ведение

Решение масштабной стратегической социально-экономической проблемы – технологического перевооружения и обеспечения технологической безопасности российского машиностроения, прежде всего его высокотехнологических стратегически важных отраслей, требуют новых подходов в организации производства [1-2]. Создание виртуальных производственных корпораций (ВПРК) – один из таких подходов, так как он нацелен, в первую очередь, на объединение ключевых технологий и компетенции высококвалифицированных специалистов для наиболее полного и качественного удовлетворения спроса на потребительском рынке.

Виртуальная производственная корпорация - это on-line-объединение современных наукоемких информационно обеспеченных технических и технологических промышленных комплексов различных масштабов, реализующих ключевые стадии жизненного цикла машиностроительной продукции: автоматизированное проектирование, технологическую подготовку производства, планирование и управление производством, управление и организацию сбыта продукции, сервисное обслуживание, ремонт и утилизацию продукции.

Предпосылки для создания и внедрения распределенных гетерогенных систем числового программного управления децентрализованными производствами

Ряд негативных тенденций, сложившихся за годы спада экономики, породил противоречивую ситуацию в промышленности: с одной стороны – это кажущаяся избыточность технологического оборудования на предприятиях, которая проявляется в его невостребованности, а с другой стороны - невозможность со стороны предприятий браться за выполнение производственных заказов из-за недостаточной технологической оснащенности, как правило, связанной с отсутствием ресурсов на обновление и технологическое перевооружение производства.

Действительно, сегодня дорогостоящее специализированное оборудование производственных предприятий (чаще всего импортное, приобретенное на государственные средства) не используется полноценно, а в ряде случаев используется лишь на 5-10%, тогда как в аналогичном оборудовании нуждаются другие заводы разных регионов России.

Для своевременного, качественного и эффективного выполнения производственных заказов на изготовление конкурентоспособной продукции необходимо с помощью современных сетевых технологий и механизмов защиты информации:

- создать возможность для оперативного размещения заказов на свободных производственных мощностях (не зависимо от их географического местоположения), входящих в состав виртуальной корпорации и объединенных в единую информационно-производственную сеть, например, через Интернет;
- использовать общие центры подготовки производства, оснащенные передовым оборудованием, в которых сосредоточены высококвалифицированные специалисты, формирующие технологические решения при разработке маршрутов обработки и технологической оснастки и разрабатывающие сопутствующей документации;
- использовать удаленные центры мониторинга и диагностики производственного оборудования, для осуществления постоянного сетевого мониторинга производственных мощностей, проведения планового технического обслуживания оборудования и удаленной диагностики и технической поддержки оборудования;
- использовать центры дистанционного обучения и подготовки инженерных кадров, осуществляющие удаленную подготовку и переподготовку специалистов с помощью тренажеров и виртуальных приборов по общедоступной сети.

Решение задачи управления децентрализованными высокотехнологичными производствами в рамках виртуальных корпораций невозможно без применения

распределенных гетерогенных систем числового программного управления и подготовки высококвалифицированных кадров для них.

За последние 15 лет в мире были запущены, с разным успехом, несколько международных проектов [3-6]: американский OMAC (Open Modular Architecture Controls), европейский OSAKA (European Open System Architecture for Controls within Automation Systems - OSACA), японские OSEC (Japan Open System Environment for Controller Architecture) и IROFA (Japan International Robotics and Factory Automation), а также ряд перспективах программ, поддерживаемых правительством США: Проект развития технологий гибкого производства (Technologies Enabling Agile Manufacturing - TEAM Project), Проект разработки производственной операционной системы - Manufacturing Operating System (MOS), Проект улучшенного машинного контроллера - Enhanced Machine Controller (EMC), Проект инструментального контроллера открытой архитектуры - Open Architecture Machine Tool Controller (OAMTC), Проект телеметрических систем следующего поколения - Next Generation Inspection System II (NGIS) Project. Все они в различной степени затрагивали проблемы распределенного компьютерного управления технологическими системами, но так и не смогли решить задачу выработки единой концепции распределенного управления из-за их разрозненности, неучета результатов смежных проектов, узкой ориентации на конкретные типы систем управления (например, только для промышленных роботов или только для контроллеров автоматизации), а не на всю гамму систем управления. Кроме того, при реализации этих проектов не уделялось должное значение предстоящей эволюции программной и компьютерной индустрии, а была попытка со стороны каждого проектного коллектива навязать свои не всегда высокоэффективные, но дорогие промышленные решения.

Архитектура распределенной гетерогенной системы числового программного управления с платформи-независимым ядром

Формирование обоснованной архитектуры системы управления является основополагающим звеном технологического перевооружения, поскольку система управления определяет фундамент последующих технологий, использующих системы управления.

Платформи-независимое ядро подразумевает портируемость программного обеспечения системы ЧПУ на разные платформы. Это может быть, например, персональный компьютер промышленного исполнения с операционной системой реального времени Linux или Windows с расширением RTX или же может быть одноплатный компьютер с операционной системы Windows CE.

Архитектура системы управления включает терминальную часть, работающую в машинном времени MS Windows с платформой .Net, и ядро, функционирующее в реальном времени. Конвейер обработки управляющей программы (рис. 2) на языке ISO-7bit или на языке высокого уровня интерпретирует ее (программу) и в формате интерполятора переводит в буфер подготовленных команд [7]. Применяемое архитектурное решение позволяет осуществлять просмотр кадров программы и оптимизировать траекторию движения исполнительных органов.

В результате интерполяции подготовленных данных формируются управляющие команды для приводов и электроавтоматики. Информация о ходе выполнения управляющей программы, текущем состоянии приводов и электроавтоматики передается в сервер данных для отображения на интерфейсе пользователя [8].

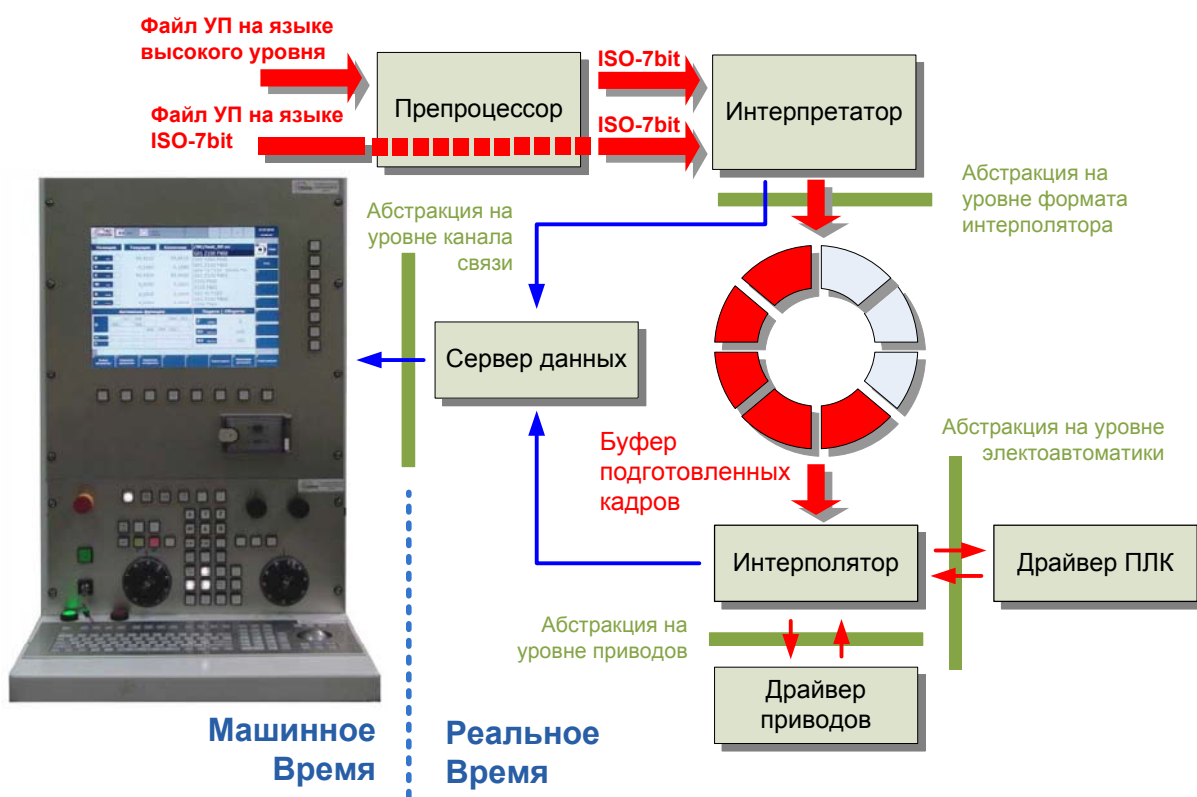


Рис. 1. Платформо-независимое ядро

Открытость архитектуры сосредоточена в уровнях абстракции, обеспечивающих независимость ядра системы управления от конкретной реализации разделяемого уровня. Абстракция на уровне интерпретатора позволяет использовать любой язык описания обработки детали для передачи данных в интерполятор в формате IPD-кода. Абстракция на уровне канала связи реализуется посредством потоковой передачи данных и обеспечивает подключение к ядру через сервер данных нескольких терминальных клиентов, в том числе и удаленных терминалов, подключенных через Интернет. Абстракция на уровне приводов и электроавтоматики обеспечивает независимость ядра системы управления от интерфейсов связи с контроллером приводов и

электроавтоматики, кроме того, она позволяет использовать один и тот же интерфейс (например, SERCOSS III) для контроллера электроавтоматики и контроллеров приводов.

Специальный механизм подписки на отслеживание изменений конкретных параметров (текущая скорость по оси, подача, текущий режим и состояние канала управления, ...), заложенный в сервере данных, позволяет оптимизировать трафик обмениваемой информации.

Специфика управляемого технологического процесса требует распределенного функционирования вычислительных компонентов, т.е. включения их в общую информационно-вычислительную среду через промышленные сети [9].

Абстракция на уровне приводов и электроавтоматики заложенное в систему свойство инвариантности позволяет реализовывать комплектацию системы ЧПУ для управления контроллерами приводов по промышленным сетям на базе интерфейсов SERCOS (SErial Real-time COmmunication System), Step/Dir, CanBus или USCNet (протокол разработанный в МГТУ «Станкин»), а для управления контроллерами электроавтоматики - по протоколам RS-232 и RS-485 (рис. 2).

Реализованный удаленный терминал на базе одноплатного компьютера, подключенного по TCP/IP, позволяет оператору следить за процессом обработки, используя упрощенный интерфейс оператора.

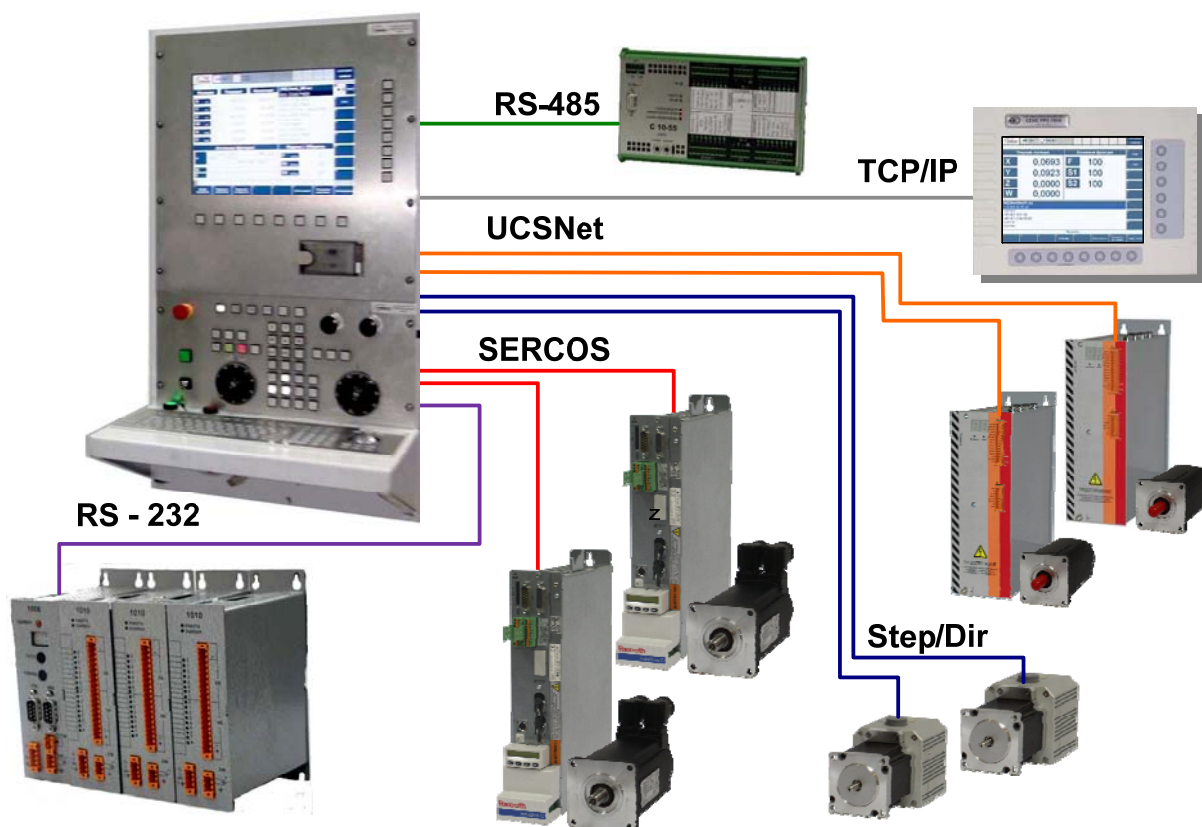


Рис. 2. Распределенная архитектура

Практические аспекты реализации единого информационного пространства виртуальных производственных корпораций

Идея - «Проектирование и производство в любом месте», выдвинутая в конце прошлого века, по большому счету осталась только лозунгом из-за тогдашней ограниченности сетевых ресурсов и соответствующего тому времени уровня развития систем числового программного управления. Современные достижения в области информационных технологий, Интернет и систем управления делают эту идею не просто востребованной, но реализуемой, в частности, в виде виртуальных производственных корпораций.

Специфика информационного пространства виртуальной корпорации в том, что оно включает такие разные уровни иерархии, как:

- корпоративный уровень, на котором решаются задачи производственного планирования от производственного планирования до вопросов экономической эффективности,
- уровень гибкой производственной ячейки и уровень предприятия, в рамках которых реализуется связывание технологических ресурсов с технологическими процессами,
- локальное управление, на котором решаются геометрическая, логическая, технологическая задачи и задача диспетчеризации.
- На рис. 3 приведена схема реализации виртуальной производственной корпорации, создаваемой в рамках Научно-образовательного центра в области компьютерного моделирования и управления технологическими системами МГТУ «Станкин» и ИПУ РАН.

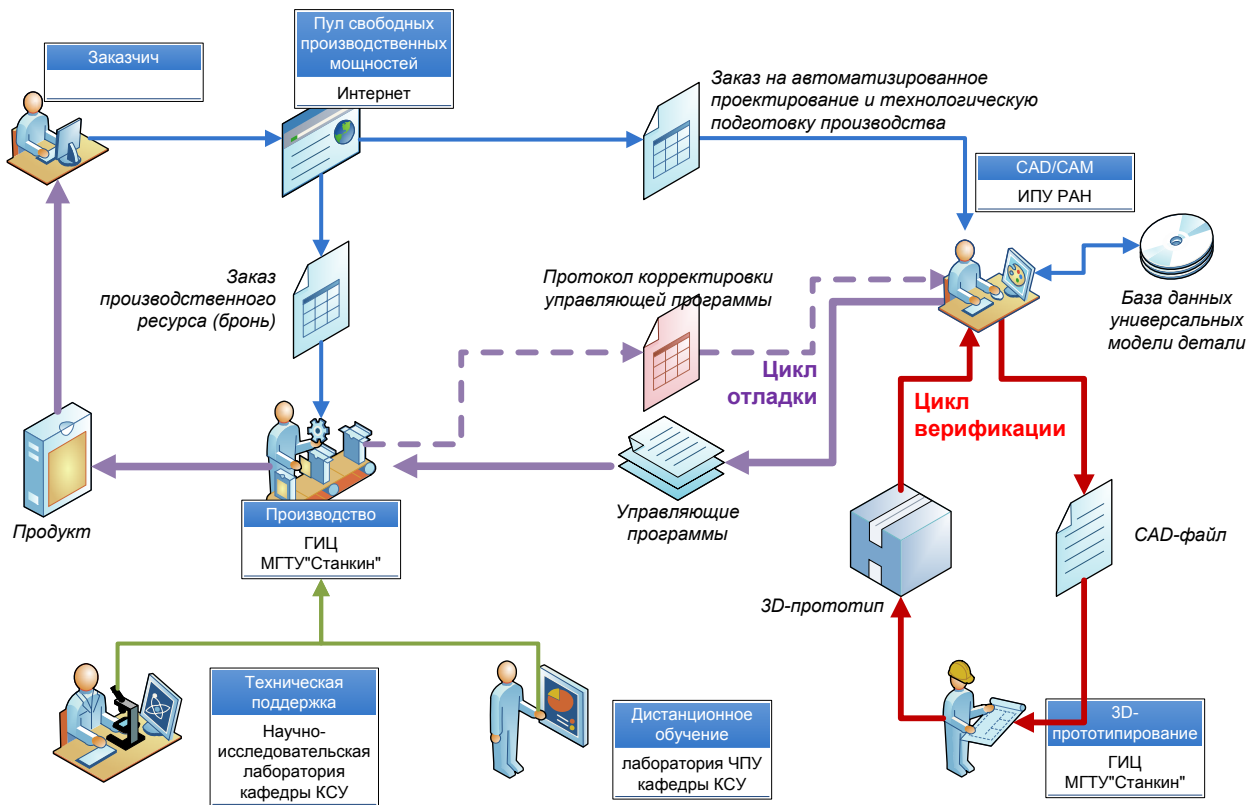


Рис. 3. Примерная схема реализации виртуальной производственной корпорации

Пользователь, входя через Интернет в пул свободных производственных мощностей, размещает свой заказ на производство продукции. Проектное подразделение в лице Лаборатории «Компьютерная графика и специализированные технические и программные средства» ИПУ РАН разрабатывает CAD/CAM модели изготавливаемого изделия. В случае необходимости изготавливается 3D-прототип изделия с помощью систем быстрого прототипирования – для согласования с заказчиком или проверки корректности модели. Исходя из типа систем ЧПУ станков (оборудования), на которых размещен заказ, посредством постпроцессора генерируется соответствующая управляющая программа и отправляется по сети для изготовления детали в Государственном инжиниринговом центре (ГИЦ) МГТУ «Станкин».

Сложность и дороговизна современного технологического оборудования с числовым программным управлением требует дистанционного мониторинга и удаленной диагностики [10]. Квалифицированную техническую поддержку по Интернет- или Интранет-сетям оказывают производители систем ЧПУ или специализированные центры, в качестве такового выступает Научно-исследовательская лаборатория компьютерных систем управления МГТУ «Станкин».

Заключение

Сложная on-line организация производственных мощностей реализуется на базе распределенной гетерогенной системы управления, которая позволяет удаленно управлять и диагностировать технологическое оборудование, быстро перенастраивать и

перенастраивать производственное оборудование на новые технологические задачи, учитывать его загруженность и график планового технического обслуживания, вести протокол производственной деятельности.

Предложенные идеи и накопленные в рамках реализации проекта знания, нашедшие применение в экспериментальном производстве МГТУ «Станкин», могут быть распространены для разных отраслей промышленности.

Список литературных источников

1. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Перспективы развития распределенных гетерогенных систем ЧПУ децентрализованными производствами // Автоматизация в промышленности. 2010. №5. С. 4-8.
2. Григорьев С.Н. Программа развития национального исследовательского технологического университета // Вестник МГТУ «Станкин» №4 (8), 2009. С. 5-9.
3. Pritschow, G., Altintas, Y., Jovane, F., Koren, Y., Mitsubishi, M., Takata, S., van Brussel, H., Weck, M. and Yamazaki, K. (2001) Open Controller Architecture – Past, Present and Future. CIRP Annals, 50(2), 446-463.
4. Min, B.-K., Huang, Z., Pasek, Z., Yip-Hoi, D., Husted, F., and Marker, S., (2002) “Integration of Real-Time Control Simulation to a Virtual Manufacturing Environment,” International Journal of Agile Manufacturing, v. 1(1), p. 67-87.
5. O. L. Asato; E. R. R. Kato; R. Y. Inamasu; A. J. V. Porto Analysis of open CNC architecture for machine tools // J. Braz. Soc. Mech. Sci. vol.24 no.3 Rio de Janeiro July 2002.
6. ARC advisory group (2001) CNC Worldwide Outlook: Market analysis and forecast through 2005, ARC Advisory Group.
7. Мартинов Г.М., Обухов А. И., Пушков Р.Л. Принцип построения универсального интерпретатора языка программирования высокого уровня для систем ЧПУ // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. №6. С. 42-50.
8. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления. – М. Логос, 2005. – 296 с. ISBN 5-98704-012-4.
9. Мартинов Г. М. Современные тенденции развития компьютерных систем управления технологического оборудования // Вестник МГТУ "Станкин". 2010. №1. С. 74–79.
10. Мартинов Г. М., Трофимов Е.С. Модульная компоновка и построение прикладных приложений диагностики систем управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. №7. С. 44-50.