

УДК 681.3

В.И. Барсов, Е.А. Сотник

Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ GRID ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В МОДУЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ СЧИСЛЕНИЯ

Предложена концепция создания GRID технологии на основе использования принципов обработки информации в модулярной системе счисления.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, модулярная система счисления, GRID технологии.

Введение

Тенденции мирового развития устанавливают новые задачи по упрощению таможенных процедур и процедур логистики при поставке товаров для ввоза и вывоза с территории Украины, уменьшение рисков нарушения безопасности жителей. Для этого необходимо создавать электронные информационные системы, которые будут функционально совместимы с аналогичными системами разных стран, будут доступны, управляемы, безопасны, объединены и контролируются.

Учитывая, что множество подключенных к глобальной сети компьютеров располагая ресурсами, большими, чем необходимо для решения их повседневных задач, большую часть рабочего времени

простаивают, возникает возможность применить их неиспользуемые ресурсы для других целей, в том числе в интересах, например, таможенной, налоговой или пограничной служб.

Если рассмотреть структурную схему элементов единой автоматизированной информационной системы таможенной службы (ЕАИСТС) (рис. 1) видно, что она базируется на отдельных объектах информационной деятельности, которые состоят из автоматизированной информационной управляющей системы (АИУС) «Центр», информационно-телекоммуникационных систем (ИТС) таможенных органов и специализированных таможенных учреждений, связанных между собой ведомственной телекоммуникационной сетью (ВТС).

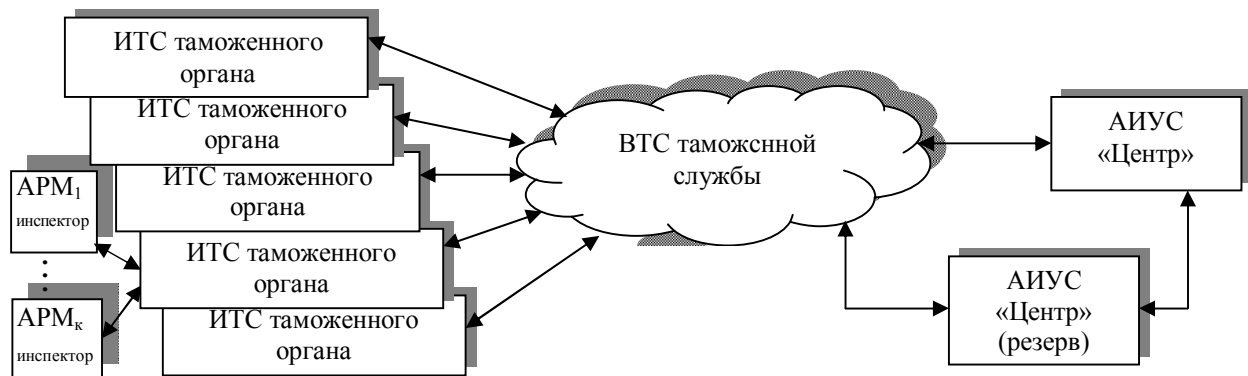


Рис. 1. Структурная схема единой автоматизированной информационной системы таможенной службы

Информационные телекоммуникационные системы таможенных органов являются территориально распределенными и самостоятельно не обрабатывают поступающую информацию.

Собранная от первичных автоматизированных рабочих мест инспекторов (АРМ) информация отправляется ИТС для ее анализа и обработки в АИУС «Центр» откуда и получают готовый результат. Следовательно, можно считать, что ЕАИСТС целесообразно и перспективно развивать, основываясь на принципах построения GRID технологии. Такое предположение обусловлено, в первую очередь тем,

что технология создания инфраструктуры GRID предполагает объединение не только специализированных центров суперЭВМ, но и организацию повсеместной распределенной инфраструктурой глобального масштаба.

Однако применение GRID технологии требует решения ряда научно-технических задач обусловленных следующими аспектами. Во-первых, GRID технология предполагает использование множества разнородных по своей природе ресурсов, которые могут пересекать многие административные границы в глобальном масштабе. Во-вторых, размер

GRID структури может возрасти до миллионов единиц ресурсов, что порождает проблему потенциального уменьшения производительности по мере увеличения размера GRID. В третьих есть необходимость в решении проблемы безопасности, достоверности и аутентификации. Кроме того, вероятность возникновения отказа или неисправности ресурса GRID структуры очень высока.

Поэтому актуальной задачей является исследование путей позволяющих устранить или уменьшить влияние вышеперечисленных аспектов на эффективность функционирования ЕАИУСТС реализуемой с применением GRID технологии.

Многочисленные публикации последних лет свидетельствуют о том, что перспективы создания АИУС реального времени на основе использования модулярной системы счисления (МСС) открывают широкие возможности применения вычислительных систем с высокой степенью распараллеливания процесса обработки информации и обладающих высокой надёжностью и достоверностью [1 – 5].

Цель работы – показать перспективность применения модулярной системы счисления при создании GRID технологии реализуемой в процессе функционирования высокоскоростных систем обработки информации.

Основная часть

Сетевая GRID технология, предназначенная для организации процесса выполнения распределённых вычислений, в ближайшей перспективе может позволить создать беспрецедентный по своей мощности инструментарий обработки научной, производственной и другой информации в реальном времени. Создание на Украине, в сотрудничестве со странами ЕС, национальной инфраструктуры на основе применения GRID технологии может способствовать решению ряда следующих задач:

- предоставление клиентам возможности удалённого доступа к мировым хранилищам научной информации, совместное использование мощных компьютерных ресурсов и уникальных экспериментальных установок и приборов;
- объединение существующих на Украине научно-образовательных вычислительных и коммуникационных инфраструктур в национальную GRID структуру, а также подключение ее к Европейской GRID – инфраструктуре, которая уже объединяет GRID системы многих государств;
- создание общих проектов в пределах международных виртуальных организаций и обеспечение их информационной поддержки;
- решение сложных научных, производственных, инженерных и бизнесов-задач, а также развитие сетевой транспортной среды и технологий высокоскоростной передачи данных путем использования

вычислительных ресурсов компьютерных кластеров, которые принадлежат отдельным организациям.

В общем плане GRID структура является географически распределённой инфраструктурой, объединяющей множество ресурсов разных типов (процессоры, долговременная и оперативная память, хранилища и базы данных, сети), доступ к которым пользователь может получить из любого места, независимо от места их расположения (рис. 2).

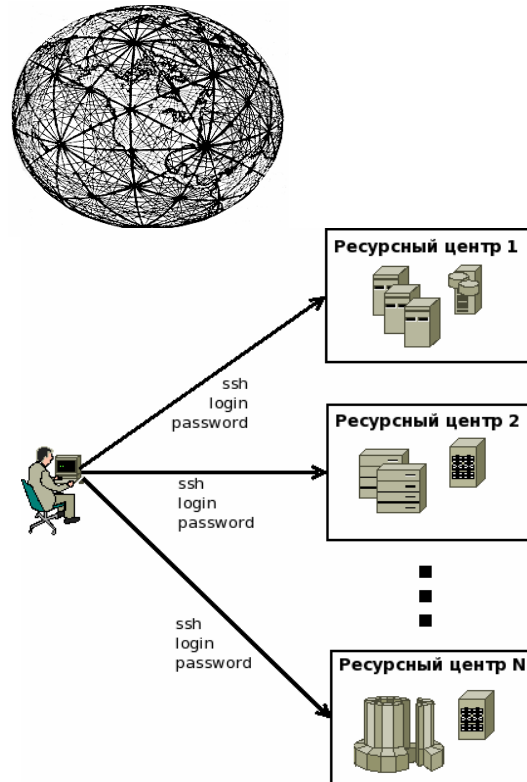


Рис. 2. Распределённая инфраструктура GRID

Основным преимуществом распределённых вычислений является то, что отдельная ячейка вычислительной системы, являющаяся неспециализированным средством персональной вычислительной техники (ПВТ), может обеспечить практически те же вычислительные мощности, что и суперкомпьютер, при меньших затратах. Исключается необходимость улучшать аппаратную составляющую ПВТ для поддержки высокой производительности, настраивать достаточно сложное программное обеспечение и покупать дорогие программные пакеты.

Необходимо отметить что, несмотря на интенсивное развитие современных информационных технологий, применяемых при создании аппаратно-программных средств специализированных АИУС, в данной области остаётся много не решённых задач. В первую очередь, это обусловлено следующими обстоятельствами:

- высокими требованиями, одновременно, как к производительности обработки информации, так и к надёжности функционирования АИУС, функциони-

рующих в режиме реального времени, с заданным качеством;

– ограниченными возможностями существующих АИУС осуществлять в режиме реального времени одновременно высоконадёжную и высокоскоростную параллельную реализацию вычислительных процессов.

Традиционно при построении всего спектра вычислительных комплексов (ВК) используется позиционная двоичная система счисления (ПСС).

Очевидно, что достоинством ПСС является компактность записи чисел, возможность сведения арифметических операций над операндами к аналогичным действиям над их цифрами. Самое главное достоинство ПСС – это «привычность» таких систем счисления (СС). В ПСС любое число изображается в виде последовательности цифр заданной СС.

В тоже время следует отметить, что ПСС обладает и существенным недостатком – наличием межразрядных связей, которые не позволяют кардинально улучшить основные характеристики вычислительных систем, и в первую очередь, такие как производительность и отказоустойчивость.

Также наличие межразрядных связей является причиной невозможности распараллелить решаемые алгоритмы на уровне элементарных операций и значительно увеличивает длительность выполнения арифметических операций из-за алгоритмической зависимости содержимого двоичных разрядов.

Сложность задач решаемых при организации облачных вычислений опережает темпы повышения производительности существующих АИУС на основе ПСС и не позволяет создать такую GRID-структуру, которая удовлетворяла бы возрастающим требованиям к быстродействию и отказоустойчивости.

Одним из возможных инновационных направлений решения сформулированных научно-технических задач является создание специализированных АИУС, используемых GRID структурой, функционирующих в МСС. А это предполагает разработку и использование соответствующей GRID технологии основывающейся на применении МСС.

В этой связи целесообразно отметить влияние основных свойств МСС на структуру и принципы функционирования АИУС реального времени.

1. Свойство малоразрядности остатков МСС позволяет существенно повысить надёжность и быстродействие выполнения модульных операций, как за счёт малоразрядности трактов обработки информации (ТОИ), так и за счёт возможности эффективного применения, в отличие от ПСС, табличной арифметики. Когда операции сложения, вычитания и умножения выполняются практически за один такт, что значительно повышает быстродействие выполнения модульных операций.

Данное свойство позволяет использовать мно-

жество различных принципов реализации модульных операций, что значительно расширяет перечень вариантов системотехнических решений применяемых при создании АИУС.

2. Свойство независимости остатков МСС позволяет создавать АИУС в виде набора независимых, параллельно работающих ТОИ (отдельных «малых» ТОИ, функционирующих по своему определённому модулю m_i в МСС, независимо друг от друга). Таким образом, АИУС функционирующая в МСС обладает модульностью конструкции, что позволяет осуществлять техническое обслуживание и устранение неисправностей, не прекращая процесса обработки информации, при этом для проведения ремонта и профилактического обслуживания не требуется высококвалифицированный персонал.

Ошибки, возникающие за счёт отказов (сбоев) схем двоичных разрядов в произвольном ТОИ, не «размножаются» в соседние тракты (остаются в пределах одного остатка), что дает возможность повысить достоверность обработки информации в МСС. При этом, не важно имела ли место однократная или многократная ошибка или пачка ошибок длиной не более $[\log_2(m_i-1)]+1$ двоичных разрядов.

Данное свойство МСС позволяет реализовать уникальную систему контроля и исправления ошибок в динамике процесса обработки информации при введении минимальной кодовой избыточности без остановки вычислений, что существенно для систем, функционирующих в реальном времени.

Детальное исследование данного свойства позволило сделать вывод о том, что устройства, функционирующие в МСС, можно отнести к легко контролируемым и легко диагностируемым объектам, а это предполагает возможность разработки эффективных методов контроля, диагностики и исправления ошибок информации в АИУС.

3. Свойство равноправности остатков заключается в следующем. Любой остаток a_i числа $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ несёт информацию обо всем исходном числе, что даёт возможность программными методами заменить отказавший ТОИ, по модулю m_i , на работоспособный тракт по модулю m_j ($m_i < m_j$) не прерывая решение задачи. Таким образом, АИУС функционирующая в МСС, имеющая, например, два контрольных основания, сохраняет свою работоспособность при отказе двух любых ТОИ. При возникновении отказов в третьем или четвёртом трактах АИУС продолжает выполнять программу обработки информации, при некотором снижении точности вычислений, т.е. АИУС обладает свойством постепенной деградации с сохранением основных технических характеристик.

Данное свойство определяет характерную особенность функционирования АИУС в МСС – одно и то же устройство обработки информации (УОИ), в

зависимости от предъявляемых требований может иметь различную надёжность, точность вычислений и быстродействие в динамике процесса обработки информации, т.е. в процессе решения задачи можно варьировать надёжностью, точностью вычислений и быстродействием.

Время, необходимое для выполнения модульных операций в МСС, пропорционально числу информационных оснований, т.е. числу оснований, определяющих точность вычислений. Переход к вычислениям с меньшей точностью позволяет повысить быстродействие АИУС. Если упорядоченная МСС расширяется путем добавления 1 оснований, каждое из которых больше предыдущего основания исходной МСС, то минимальное кодовое расстояние d_{\min} автоматически увеличивается на величину 1. Этого же можно добиться, уменьшая число информационных оснований, т.е. переходя к вычислениям с меньшей точностью. Следовательно, между корректируемыми возможностями кодов в МСС и точностью вычислений существует обратно пропорциональная зависимость.

Анализ рассмотренных выше свойств МСС позволяет говорить о возможности реализации в АИУС одновременно трёх основных видов резервирования: структурного, информационного и функционального, такая реализация представляется возможной при совместном использовании второго и третьего свойств.

В этой связи необходимо отметить следующие очевидные достоинства МСС.

1. Возможность распараллеливания вычислений на уровне декомпозиции операндов, ведущее к значительному сокращению времени выполнения модульных операций.

2. Арифметичность кодов МСС обеспечивающих возможность обнаружения и исправления ошибок, возникающих в процессе выполнения модульных операций.

3. Использование табличной арифметики для выполнения модульных операций и вычисления полиномиальных функций.

4. Высокая точность вычислений.

5. Высокая многофункциональная гибкость при обработке многоуровневых данных.

6. Гибкая реконфигурируемость структуры вычислителя.

7. Простота конвейеризации вычислений.

8. Массовость задач, в которых применение МСС эффективно.

Исходя из того, что информационную GRID технологию, использующую модулярную систему счисления можно представить как совокупность взаимосвязанных информационных процессов, каждый из которых содержит определённый набор процедур,

реализуемых с помощью методов и алгоритмов обработки информации в модулярной системе счисления, вариант построения высокоскоростной АИУС реализующей GRID технологию и функционирующей в МСС может быть представлен в виде набора технических средств, функционирующих независимо друг от друга и параллельно во времени, причем каждое по своему определенному модулю m_i (рис. 3).

В соответствии с исходным заданием $A = \{a_1, a_2, \dots, a_X\}$, представляющим набор процедур реализуемых подсистемой обработки информации АИУС. Используя совокупность принципов, моделей, методов и алгоритмов $F = [f_1, f_2, \dots, f_M]$ реализации позиционных и не позиционных операций, операций контроля, диагностики и исправления ошибок в МСС, происходит переработка первичной информации $x(t)$ с целью получения информационного продукта $X(k)$.

При этом в соответствии с программой функционирования АИУС, по управляющим сигналам $u(t)$ осуществляется организация обменных операций между точностью и достоверностью выполнения процессов обработки информации, с использованием совокупности моделей, методов и алгоритмов $\hat{U} = (\hat{u}_1, \dots, \hat{u}_n)$.

При возникновении ошибок информации, по сигналам коррекции ошибок $z(t)$, осуществляется коррекция информации $X(k)$. В результате данной процедуры получаем откорректированный информационный продукт $X'(k)$. При обнаружении аппаратных отказов УОИ, в соответствии с заданной программой, с использованием множества методов и алгоритмов $O = (o_1, \dots, o_k)$ осуществляется реконфигурация структуры АИУС в динамике процесса обработки информации.

Выводы

1. Проведённый анализ состояния и перспектив развития GRID структур показал, что проблема повышения надёжности АИУС, без снижения производительности не может быть эффективно решена на основе использования традиционной двоичной позиционной системы счисления без ухудшения остальных технико-экономических показателей АИУС.

2. Реально существует возможность по новому ставить и решать задачу проектирования и создания эффективных GRID структур на основе использования принципов обработки информации в МСС.

3. Представляется актуальным и целесообразным разработку и исследование аспектов, связанных с концепцией применения непозиционной модулярной системы счисления при проектировании GRID структур и их использования в интересах таможенной службы Украины.

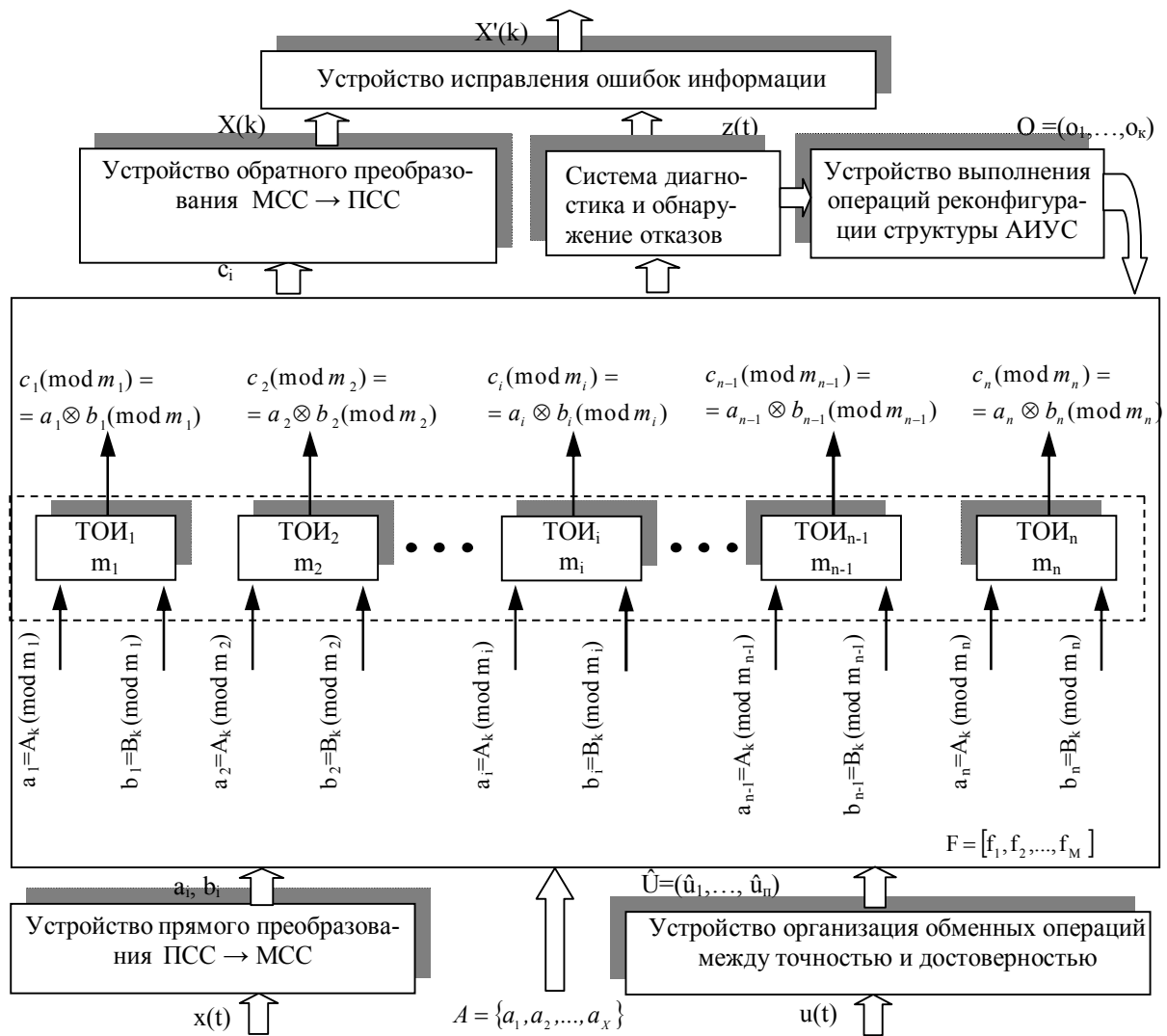


Рис. 3. Обобщенная структурная схема АИУС, функционирующей в МСС

Список литературы

1. Методы многоверсионной обработки информации в модулярной арифметике: моногр. / [В.И. Барсов, В.А. Краснобаев, А.А. Сиора, И.В. Авдеев]. – Х.: МОН, УИПА, 2008. – 460 с.
 2. Модели и методы повышения отказоустойчивости и производительности УВК специализированных систем управления реального времени на основе применения непозиционных кодовых структур модулярной арифметики: моногр. / [В.И. Барсов, Л.С. Сорока, В.А. Краснобаев, Хери Али Абдуллах]. – Х.: МОН, УИПА, 2008. – 147 с.

3. Барсов В.И. Методология параллельной обработки информации в модулярной системе счисления: моногр. / В.И. Барсов, Л.С. Сорока, В.А. Краснобаев. – Х.: МОН, УИПА, 2009. – 288 с.

Поступила в редколлегию 11.11.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.И. Приходько, Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков.

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ GRID ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В МОДУЛЯРНІЙ СИСТЕМІ ЧИСЛЕННЯ

В.І. Барсов, Є.О. Сотник

Запропонована концепція створення GRID технології на основі використання принципів обробки інформації в модулярній системі числення.

Ключові слова: автоматизована інформаційна система, модулярна система числення, GRID технологія.

CONCEPT OF GRID STRUCTURES BASED ON THE PRINCIPLES OF INFORMATION PROCESSING IN A MODULAR NUMBER SYSTEMS

V.I. Barsov, E.A. Sotnik

It's offered a concept of creating proposals GRID technology-based uses of data processing principles Information in a modular number system.

Keywords: automated Information System, a modular system of counting, GRID technology.