

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ СРЕДСТВО ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕПОЗИЦИОННЫХ КОДОВЫХ СТРУКТУР

Загуменная Е. В.

Харьковский Национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка

Предложено быстрое и надежное вычислительное средство обработки данных на основе применения непозиционных кодовых структур (класс вычетов).

Постановка проблемы. На протяжении всей истории средств обработки цифровой информации одним из ее основных характеристик стали быстродействие и надежность. Хотя различные авторы по-разному определяют производительность (быстродействие) системы обработки данных, однако, пользователя всегда интересовало время выполнения только своей конкретной задачи, пользовательская производительность, которая и будет в дальнейшем подразумеваться под понятием быстродействие вычислительного средства обработки данных.

Анализ последних исследований и публикаций. Для вычислительного средства обработки данных характерны и важны требования по обеспечению высокой пользовательской производительности и надежности. Результаты исследований повышения эффективности функционирования вычислительного средства обработки данных, полученные как в нашей стране и за рубежом, показали, что существующие методы повышения производительности, надежности, основанные на использовании двоичных позиционных систем счисления, не всегда в полной мере удовлетворяют возрастающим требованиям к современным вычислительным средствам обработки данных. Данное обстоятельство и обуславливает необходимость поиска новых нетрадиционных путей и методов повышения производительности и надежности вычислительного средства обработки данных.

Более перспективными методами повышения производительности вычислительного средства обработки данных являются методы, которые основаны на использовании некоторых свойств алгоритмов и задач определенного класса, а так же методы, которые позволяют искусственно распараллелить определенные вычислительные алгоритмы. Однако сфера применения их ограничивается типом решаемых задач. Кроме этого, сам процесс искусственного расчленения алгоритма, определение и выделение независимых вычислительных ветвей требует больших трудозатрат, причем, не всегда возможно распараллеливание произвольных алгоритмов вообще [1-2]. Отметим, что все существующие методы повышения производительности в позиционной системе счисления (ПСС) обладают общим недостатком: невозможность максимально распараллелить решаемые алгоритмы на уровне элементарных операций. Это обусловлено в первую очередь наличием межразрядных связей в обрабатываемых операндах. Появление перспективных элементов баз например таких как программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) архитектура которых более явно приспособлена к параллельной ре-

ализации, дало толчок к исследованию возможности применения в ПСС табличных методов обработки данных. Применение этих методов может обеспечить сверхвысокую производительность и надежность вычислительного средства обработки данных.

Но большим недостатком табличного метода переработки информации, применяемых в ПСС, является необходимость использования значительного количества оборудования, что затрудняет их практическую реализацию.

Сложность, масштабы и объемы решаемых задач требует расширение функций и возможностей средств вычислительной техники, что влечет за собой увеличение количества оборудования вычислительных средств и систем и усложняет их структуру. Это в свою очередь и обуславливает необходимость построения нового вычислительного средства обработки данных.

Цель статьи: построение вычислительного средства обработки данных на основе применения непозиционной кодовой структуры.

Основные материалы исследований: Одним из альтернативных направлений повышения производительности обработки данных является переход к машинной арифметики с нетрадиционным представлением операндом одной из которых является непозиционная система счисления в классе вычетов (КВ).

Совершенно иные результаты можно получить, применяя кодирование операндов в классе вычетов, где операнды $A_K = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ представляются в

виде совокупности остатков $a_i = A_K - \left[\frac{A_K}{m_i} \right] \cdot m_i$,

$i = \overline{1, n}$, полученных от последовательного деления исходного числа на набор взаимно попарно простых чисел $\{m_i\}$, называемых основаниями или модулями класса вычетов. Такое кодирование позволяет построить вычислительное средство обработки данных, в котором обработка всех разрядов (остатков $\{a_i\}$) производится параллельно во времени. В этом случае структурная схема вычислительного средства обработки данных в непозиционной кодовой структуре класса вычетов представляет собою набор микропроцессоров, функционирующих независимо друг от друга и параллельно во времени, причем каждая по своему, определенному модулю m_i . В этом случае устройства ввода и вывода решают также соответственно задачи преобразования входной информации

вычислительного средства обработки данных из позиционного кода в код КВ и обратно.

Кратко рассмотрим правило выполнения арифметических операций в КВ. Обозначим обобщенную арифметическую операцию как \otimes , тогда для чисел A и B , представленных кодом КВ, результат операции можно представить следующим образом: $A = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, $B = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$ тогда:

$$A \otimes B = ((\alpha_1 \otimes \beta_1) \bmod m_1, \dots, (\alpha_n \otimes \beta_n) \bmod m_n). \quad (1)$$

При этом необходимо, чтобы выполнялись следующие неравенства: $A < M \cdot B < M$, $(A \otimes B) < M$,

где $M = \prod_{i=1}^n m_i$. Эти требования обусловлены необходимостью

невыхода из диапазона $[0, M)$ как операндов, так и результата операции (т.е., возможность взаимно однозначного соответствия чисел в КВ и в ПСС). Исходя из алгоритма выполнения арифметических операций, очевидно отсутствие межразрядных связей между остатками. Реализацию модульной операции $(\alpha_i \otimes \beta_i) \bmod m_i$ можно осуществить как на базе n малоразрядных двоичных сумматоров, так и на основе применения табличных принципов обработки информации. Максимальная разрядность двоичного сумматора равна:

$$k_{\max} = \lceil \log_2 (m_n - 1) \rceil + 1, \quad (2)$$

а минимальная:

$$k_{\min} = \lceil \log_2 (m_1 - 1) \rceil + 1 \quad (3)$$

При реализации арифметических операций в КВ на основе применения двоичных сумматоров в пределах каждого остатка α_i существуют переносы между двоичными разрядами, что не позволяет распараллелить саму операцию. Это возможно осуществить только при применении табличных методов реализации арифметических операций. В этом случае обобщенная операция выполняется в один такт, а минимальное количество оборудования матрицы по наибольшему основанию m_n равно $(m_n)^2$. Так например для четырехбайтового ($z = 2^{32}$) машинного слова вычислительного средства обработки данных в КВ может быть представима в виде набора ведущих модулей: $m_1 = 2$, $m_2 = 3$, $m_3 = 5$, $m_4 = 7$, $m_5 = 11$, $m_6 = 13$, $m_7 = 17$, $m_8 = 19$, $m_9 = 23$, $m_{10} = 29$.

При этом $(m_n)^2 = 841$, а общее количество схем совпадения в узлах матриц для заданного КВ равно

$$\sum_{i=1}^n (m_i)^2 = 16641. \text{ Такое количество оборудования}$$

может быть вполне приемлемо для стационарных вычислительных средств обработки данных на данном этапе развития элементной базы вычислительной тех-

ники. Это говорит о том, что в ближайшем будущем матричные методы переработки информации можно будет эффективно применять только в вычислительных средствах обработки данных, функционирующих в КВ. При этом применение кодов в КВ обеспечивает принципиально большую производительность, чем позиционные методы выполнения арифметических операций, за счёт возможности реализации алгоритмов (задач) на уровне микроопераций.

Вывод. Из предложенного материала видно, что фундаментальные понятия и свойства непозиционных кодовых структур класса вычетов позволяют нам создать вычислительное средство обработки данных, которое в дальнейшем может быть эффективно использовано в различных предметных областях с повышенными требованиями к надежности и безопасности систем и объектов критического применения.

Список использованных источников:

1. Методы многоверсионной обработки информации в модулярной арифметике: / [В. И. Барсов, В. А. Краснобаев, А. А. Сиора, И. В. Авдеев]. – Харьков: МОН, УИПА, 2008. – 460 с.
2. Акаев А. А. Оптические методы обработки информации / А. А. Акаев, С. А. Майоров. – М.: Высшая школа, 1988. – 237 с.
3. Журавлев Ю. П. Надежность и контроль ЭВМ. / Ю. П. Журавлев – М.: Сов. Радио, 1978. – 412 с.

Анотація

ШВИДКОДІЮЧИЙ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ЗАСІБ ОБРОБКИ ДАНИХ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ НЕПОЗИЦІЙНИХ КОДОВИХ СТРУКТУР

Загуменна К. В.

Запропоновано швидкодіючий і надійний засіб обробки даних на основі застосування непозиційних кодових структур.

Abstract

FAST-ACTING COMPUTING FACILITY OF PROCESSING OF DATA IS ON BASIS OF APPLICATION OF UNPOSITION CODE STRUCTURES

K. Zagymennaya

The fast-acting and reliable mean of processing of data is offered on the basis of application of unposition code structures.