DOI: 10.17117/na.2016.03.03.071

<http://ucom.ru/doc/na.2016.03.03.071.pdf>

Поступила (Received): 29.03.2016

Кабаева Е.В.

Постбинарные методы реализации интервальных вычислений в компьютерном моделировании

Kabaeva E.V.

Postingannya methods of implementation of interval computations in a computer simulation

Одной из причин использования интервальных методов является то, что современные классические ЭВМ не учитывают степень неточности большинства исходных данных. Существующая модель вычислений с плавающей точкой не предусматривает текущего учета и анализа точности процесса вычислений и получаемых результатов. В работе рассмотрена возможность гиперкодового представления чисел с плавающей точкой для сохранения информации об исходной точности чисел и предоставления достоверной информации о точности полученных результатов

Ключевые слова: интервал, интервальный анализ, тетракод

One of the reasons for using interval methods is that modern classical computers do not take into account the degree of inaccuracy of input data. The current model of floating-point calculations does not provide current account and analysis of the accuracy of the computation process and the results obtained. The paper considers the possibility hyperlocavore representation of floating point numbers to store information about the original accuracy of the numbers and provide valid information about the accuracy of the results

Key words: interval, interval analysis, terraced

Кабаева Елена Валерьевна

Старший преподаватель

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова

г. Абакан, пр. Ленина, 90

Kabaeva Elena Valeryevna

Senior Lecturer

Khakas state university named N.F. Katanov
Abakan, Lenin ave., 90

Одной из причин использования интервальных методов является то, что современные классические ЭВМ не учитывают степень неточности большинства исходных данных.

Интервальный тип данных и интервальная арифметика реализуются на современных ЭВМ, как правило, с помощью представления интервала в виде пары чисел – одного для левого конца интервала, а другого для правого. При этом существующее аппаратное обеспечение, в частности, арифметика чисел с плавающей точкой, используются без каких-либо изменений, так как корректность получающейся интервальной арифметики может быть обеспечена так называемыми направленными округлениями. Например, там, где в задачах внешнего интервального оценивания в процессе вычислений требуется

округление результата, нижняя граница интервала должна округляться вниз, а верхняя граница интервала – вверх.

Существующая модель вычислений с плавающей точкой не предусматривает текущего учета и анализа точности процесса вычислений и получаемых результатов. В качестве одного из перспективных направлений решения данной проблемы представляется использование постбинарной логики и арифметики (например, в виде тетралогии и тетракодов).

Традиционно аппаратное обеспечение компьютеров поддерживает две числовые системы: целые числа и числа с плавающей точкой. Целочисленная арифметика оперирует конечным подмножеством множества целых чисел и позволяет безошибочно осуществлять адресные вычисления, компиляцию и другие формы трансляции, а также реализовать различные алгоритмы типа поиска и сортировки [1].

Произвольное вещественное число представляется бесконечной систематической (например, десятичной или двоичной) дробью. На практике в научных и инженерных вычислениях вещественные числа приходится представлять в компьютере конечными дробями, чаще всего числами с плавающей точкой. Арифметика чисел с плавающей точкой поддерживается аппаратным обеспечением компьютеров и поэтому выполняется очень быстро, однако каждая операция с вещественным числом может вносить погрешности, накопление которых может существенно исказить результат [2].

Современные ЭВМ практически полностью базируются на двоичной логике и арифметике, обеспечивающих до недавнего времени практически все потребности компьютерных вычислений. Однако в 90-е годы прошлого века произошли качественные изменения, как в развитии логических основ, так и в области компьютерных технологий, которые обусловили актуальность соответствующих изменений как в кодо-логическом [3], так и в алгоритмическом [4] базисе современных компьютерных технологий. Суть данных изменений может быть сведена к переходу от преобладания фиксированной точечной определенности к эволюционирующей множественности и неопределенности, а также к рассмотрению новых перспектив использования многомерного кодо-логического базиса в вычислительном моделировании и представлении знаний.

Одним из вариантов усовершенствования традиционной двоичной логики является переход к многозначной логике, т. е. двумерное логическое пространство может быть продуктивно расширено до трехмерного путем введения третьего измерения, соответствующего возможной недостоверности и/или «вариабельности» (т. е. возможной изменчивости) логических значений двумерного пространства. В качестве простейших частных случаев использования вариабельности может рассматриваться тетралогика, позволяющая реализовать свойство адаптивности в рамках подходов, характерных для традиционной бинарной логики.

Аналогично тому, как бинарная логика является основой двоичной системы счисления, на базе тетралогии может быть построена соответствующая система кодирования количественной информации. При этом в рассмотрение

могут быть введены переменные (модифицируемые) тетракоды, функциональные возможности которых существенно превышают возможности классической двоичной (бинарной) системы. Тетралогика включает в себя кроме классических «1» (истина) и «0» (ложь) разные пары комбинаций следующих значений, а именно: «М» как «множественность»; «А» как «возможность», «равнороятность» и некоторые другие.

Каждый разряд тетракода может представлять собой двухбитную комбинацию, которая соответствует одному из четырех состояний тетралогики. Таким образом, суммарное количество бит для представления числа увеличивается в 2 раза, но при этом осуществляется качественно важное изменение кода: из точечного (нульмерного) числа он превращается в одномерное, что позволяет эффективно использовать все пространство числовой оси. Тетракоды позволяют перенести интервальные вычисления на уровень реализации элементарных операций и в связи с этим представляются наиболее перспективным направлением развития интервальных подходов в современных компьютерных вычислениях, позволяющим на определенном этапе перейти на аппаратную реализацию соответствующих процессоров.

Наиболее универсальной формой компьютерного представления тетракодов является формат с плавающей запятой, в котором представленные соответствующим образом мантисса и порядок должны быть дополнены значениями смещений, представленных обычными бинарными кодами, обеспечивающими совместимость с традиционными двоичными операциями машинной арифметики. Другими словами, если обычные натуральные числа представляются в компьютерных системах в формате $m \cdot 2^e$, где m – мантисса, e – порядок, кодируемые традиционно в виде бинарных кодов, то для универсального представления тетракодов целесообразен формат $(d+m') \cdot 2^{(k+e')}$, где m' – мантисса и e' – порядок, представленные соответственно в виде целочисленных тетракодов, а d и k – смещения, представленные в виде классического бинарного кода. При этом смещения, с одной стороны, позволяют достаточно просто решить проблему совместимости гиперкодового представления с традиционной машинной арифметикой, а, с другой стороны, открывают возможности для дальнейшего усложнения структуры и многофункциональности численного представления путем введения элементов гиперкодового кодирования в представление смещений.

Использование подобного гиперкодового представления позволяет объединить традиционные вычисления с плавающей запятой с возможностью сохранения информации об исходной точности чисел и позволит иметь достоверную информацию о точности полученных результатов.

Список используемых источников:

1. Кнут Д.Е. Искусство программирования. Т. 3. Спб.: Диалектика, 2005.
2. Аноприенко А.Я. Тетралогика и тетракоды // Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Вып.1. Донецк: ДонГТУ, 1996. С. 32-43.
3. Аноприенко А.Я. Расширенный кодо-логический базис компьютерного моделирования // Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-97). Вып. 1. Донецк: ДонГТУ, 1997. С. 59-64.

4. Аноприенко А.Я. Эволюция алгоритмического базиса вычислительного моделирования и сложность реального мира // Научные труды Донецкого национального технического университета. Вып. 52. Донецк: ДонНТУ, 2002. С. 6-9.

© 2016, Кабаева Е.В.

Постбинарные методы реализации интервальных вычислений в компьютерном моделировании

© 2016, Kabaeva E.V.

Postingannya methods of implementation of interval computations in a computer simulation