

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
МОН УКРАИНЫ И НАН УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ им. В.М. ГЛУШКОВА НАН УКРАИНЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МОРСКОГО
ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА НАН УКРАИНЫ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТАГАНРОГСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЮФУ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ИИ-2012

ARTIFICIAL INTELLIGENCE.
INTELLIGENT SYSTEMS

AI-2012

Материалы

Международной научно-технической конференции
пос. Кацивели, АР Крым, 1 – 5 октября 2012 года

Донецк
ИПИИ «Наука і освіта»
2012

УДК 004.89
ББК 32.973
И85

И 85 **Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы ИИ-2012** : материалы Международной научно-технической конференции (пос. Кацивели, АР Крым, 1-5 октября 2012 года).
Донецк : ИПШ «Наука і освіта», 2012. – 312 с.

ISBN 978-966 -7829-59-9

Материалы Международной научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы» (ИИ-2012) отражают актуальные вопросы современной науки в области систем искусственного интеллекта, интеллектуальных и робототехнических систем, вопросы информационной безопасности. В докладах конференции на высоком научно-методическом уровне освещаются проблемы теоретической и практической разработки информационных технологий.

Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Штучний інтелект. Інтелектуальні системи» (ШІ-2012) відбивають актуальні питання сучасної науки у сфері систем штучного інтелекту, інтелектуальних і робототехнічних систем, питання інформаційної безпеки. У доповідях конференції на високому науково-методичному рівні висвітлюються проблеми теоретичного й практичного застосування новітніх інформаційних технологій

УДК 004.89
ББК 32.973

ISBN 978-966 -7829-59-9

© ИПШ «Наука і освіта», 2012

МЕТОДЫ ОКРУГЛЕНИЯ ЧИСЕЛ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ПОСТБИНАРНЫХ ФОРМАТАХ

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
isv@cs.dgtu.donetsk.ua*

Введение

Числа с плавающей запятой формата IEEE 754–2008 представляют конечное множество, на которое отображается бесконечное множество вещественных чисел. Поэтому исходное число может быть представлено в формате IEEE 754–2008 не точно. Это один из множества недостатков чисел формата IEEE 754–2008, которые подробно рассмотрены в [1–3].

В качестве увеличения точности представления, а также повышения надежности вычислений, для чисел с плавающей запятой были предложены постбинарные форматы от одинарной до квадроточности [1, с. 202]. Используемый в постбинарных форматах способ кодирования данных основан на принципах кодо-логического базиса [4]: в качестве системы кодирования выступает тетракод T , а в качестве единицы хранения одного разряда кода – тетрит t ,

$$T = \{t\}, \quad t \in \{\mathbf{0}, \mathbf{1}, \mathbf{A}, \mathbf{M}\}, \quad (1)$$

кодирующий одно из четырех значений: двоичный ноль ($\mathbf{0}$), двоичную единицу ($\mathbf{1}$), неопределенность (\mathbf{A}), множественность (\mathbf{M}). Причем, при кодировании числовых значений, тетриты $t = \mathbf{A}$ могут принимать любое (случайное) значение 0 или 1, а тетриты $t = \mathbf{M}$ – и 0 и 1 одновременно (т.е. представлять два числовых набора). Такое «гибкое» кодирование количественных значений позволяет с высокой степенью точности представлять числа в форматах с плавающей запятой.

Принцип кодирования чисел с плавающей запятой

При представлении числа в виде полей порядка, мантииссы и знака, на вещественной оси можно отложить конечный набор значений, в общем случае не превосходящий

$$P_{\Omega} = 2^{\Omega} = 2^{s+l+m}, \quad (2)$$

где P_Ω – количество чисел в формате с плавающей запятой, представленное Ω -разрядным двоичным значением; s , l , m – разрядности знака, порядка и мантииссы соответственно.

Имея в арсенале определенное количество кодируемых в формате с плавающей запятой значений (в дальнейшем такие значения будем называть **базовыми точками**) на вещественной оси, вся дальнейшая процедура представления любого вещественного числа сводится к отображению его одной (чаще всего ближайшей) базовой точкой. Процедура нахождения такой точки для исходного вещественного числа называется **округлением числа**, а расстояние между позицией числа на вещественной оси и базовой точкой его отображения – **абсолютной погрешностью** представления числа в формате с плавающей запятой.

На рис. 1 приведен график ошибки точности представления числа в формате IEEE 754–2008 при увеличении порядка на единицу. Расстояние h_x между соседними базовыми точками, т.е. позициями чисел представленных полями форматов с единым десятичным значением порядка x и с различающимися в один бит мантииссами можно определить по формуле:

$$h_x = 2^{x-off-m}, \quad (3)$$

где off – десятичное смещение порядка; m – количество разрядов поля мантииссы.

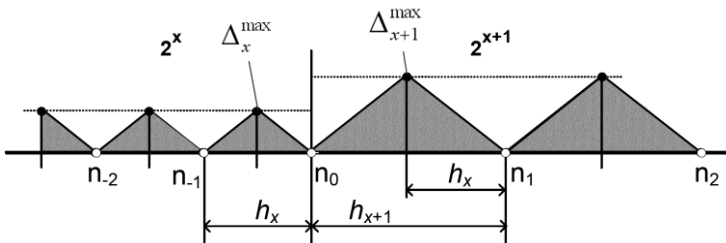


Рисунок 1 – График ошибки точности представления числа в формате IEEE 754–2008

Расстояние h_x – это фактически шаг чисел одного порядка, который удваивается с увеличением порядка числа с плавающей запятой на единицу:

$$h_{x+1} = 2 \cdot h_x. \quad (4)$$

При этом абсолютная максимальная ошибка для числа в формате IEEE 754–2008 равна в пределе половине шага чисел:

$$\Delta_x^{\max} = \frac{1}{2} h_x = \frac{1}{2} (2^{x-off-m}) = 2^{x-off-m-1}. \quad (5)$$

Способы округления чисел формата IEEE 754–2008

Стандарт IEEE 754–2008 предусматривает четыре способа округления чисел:

1. К ближайшему числу (к ближайшей базовой точке) (рис. 2, а).
2. К нулю (рис. 2, б).
3. К положительной бесконечности ($+\infty$) (рис. 2, в).
4. К отрицательной бесконечности ($-\infty$) (рис. 2, г).

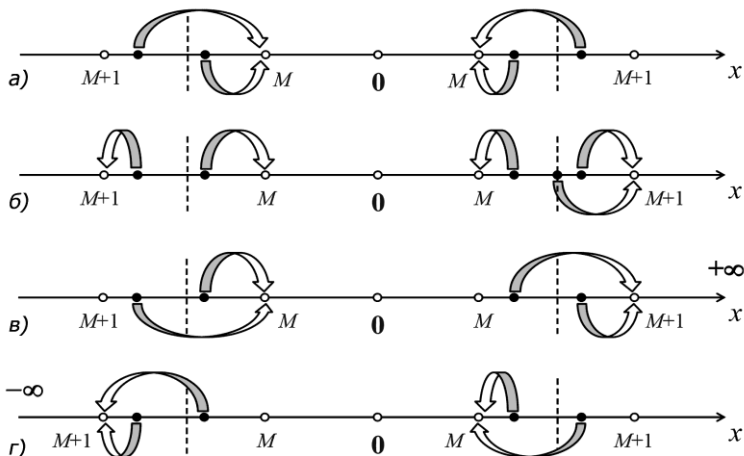


Рисунок 2 – Способы округления чисел стандарта IEEE 754–2008
(а – к нулю, б – к ближайшему числу, в – к положительной бесконечности, г – к отрицательной бесконечности)

На рис. 2 светлые точки являются базовыми, а темные – позиции исходных чисел. Пунктирными линиями обозначена середина между соседними базовыми точками.

Постбиннарное округление чисел с плавающей запятой

Введение тетракода как системы кодирования постбиннарных форматов позволяет рассмотреть наряду со стандартными способами и новые способы округления. На рис. 3 приведен способ постбиннарного округления. Причем числа, чьи позиции находятся на светлой части

вещественной оси (между пунктирными линиями), представляются в постбинарных форматах в виде интервала с границами соседних базовых точек $[M, M+1]$. Такая возможность достигается записью множественности \mathbf{M} в младший разряд мантиссы [1, с. 155–173].

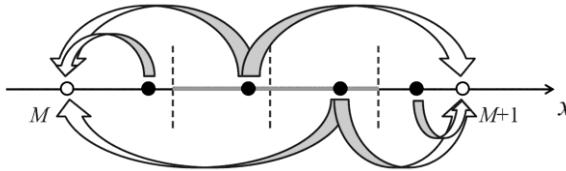


Рисунок 3 – Способ постбинарного округления чисел

Выводы

При использовании постбинарного округления числа удалось уменьшить ошибку точности представления числа, причем абсолютная максимальная ошибка Δ_x^{\max} для числа в постбинарном формате оказалась равной в пределе четверти шага чисел, что в два раза меньше аналогичной абсолютной ошибки Δ_x^{\max} для чисел стандарта IEEE 754–2008:

$$\Delta_x^{\max} = \frac{1}{2} \Delta_x^{\max} = \frac{1}{4} h_x = 2^{x-off-m-2}. \quad (6)$$

Литература

1. Аноприенко А.Я. Постбинарный компьютинг и интервальные вычисления в контексте кодо-логической эволюции / А.Я. Аноприенко, С.В. Иваница – Донецк, ДонНТУ, УНИТЕХ, 2011. – 248 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/7544>.
2. Яшкардин В. IEEE 754 – стандарт двоичной арифметики с плавающей точкой – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://softelectro.ru/ieee754.html>.
3. Юровицкий В.М. IEEE754-тика угрожает человечеству – МФТИ, РГСУ, Москва. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yur.ru/science/computer/IEEE754.htm>.
4. Аноприенко А.Я. Обобщенный кодо-логический базис в вычислительном моделировании и представлении знаний: эволюция идеи и перспективы развития. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/2780>.

СОДЕРЖАНИЕ

1 КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

<i>Аноприенко А.Я., Иваница С.В., Котов Е.И.</i> Программная модель представления чисел в постбинарных форматах	9
<i>Аноприенко А.Я., Иваница С.В., Кулибаба С.В.</i> Аппаратная реализация преобразователя чисел в постбинарный формат	13
<i>Анцыферов С.С., Русанов К.Е., Маслова Л.В.</i> Качество защиты информации интеллектуальных систем.....	17
<i>Барчукова Ю.В., Крак Ю.В., Троценко Б.А.</i> Побудова системи специфікації для аналізу конфігурації руки людини	20
<i>Булкин В.И.</i> Представление алгебропредикатных структур в виде ассоциативно-логических преобразователей.....	23
<i>Варламов О.О.</i> Миварные технологии и новые проблемы создания искусственного интеллекта – 2012.....	27
<i>Гришко Я.П., Чуйко А.А., Новиков Г.С.</i> Самообучающаяся система неконтактного контроля и диагностики технического состояния летательных аппаратов	31
<i>Иваница С.В.</i> Методы округления чисел с плавающей запятой, представленных в постбинарных форматах.....	33
<i>Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Сидоренко В.І., Пікалова Г.А.</i> Розробка інформаційних технологій для вивчення жестової мови.....	37
<i>Петрович В.Н.</i> О решении задач моделирования и идентификации параметров динамических систем в условиях неопределенности.....	38
<i>Сторож В.В.</i> Моделирование интеллектуальной деятельности человека	40

Наукове видання

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ
ІІІ-2012

ARTIFICIAL INTELLIGENCE.
INTELLIGENT SYSTEMS
AI-2012

Матеріали
Міжнародної науково-технічної конференції
(сел. Кацівелі, АР Крим, 1 – 5 жовтня 2012 року)

Відповідальний редактор С.Б. Іванова
Технічний редактор В.М. Пігуз
Комп'ютерна верстка А.А. Нікітіна
Коректор С.О. Ізосімова

Формат 60×84/16. Обл.-вид. арк. 18,86. Тираж 300 прим. Зам. № 195/12 від 13.07.12

Видавець і виготовлювач видавництво ІІІІ «Наука і освіта»
Інститут проблем штучного інтелекту МОН і НАН України
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Б. Хмельницького, 84, тел. 311-34-24, 311-72-01
e-mail: edoffice@iai.donetsk.ua, www.iai.dn.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи № 444, серія ДК від 08.05.2001.



Иваница Сергей Васильевич,

аспирант кафедры компьютерной инженерии
факультета компьютерных наук и технологий Донецкого
национального технического университета (ДонНТУ).

Направления научной деятельности: интервальные вычисления,
постбинарный компьютеринг.

Как правильно ссылаться на данную статью:

Иваница С. В. Методы округления чисел с плавающей запятой,
представленных в постбинарных форматах / С. В. Иваница //

Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы ИИ-2012:
материалы Международной научно-технической конференции (пос.
Кацивели, АР Крым, 1–5 октября 2012 года). — Донецьк: ППШ
«Наука і освіта», 2012. — С. 33–36.