

ОБ УСКОРЕНИИ СВЕРТКИ МНОГОРЯДНЫХ КОДОВ

О. Н. Паулин

Одесский национальный политехнический университет

Одесса, Украина

E-mail: paulin@te.net.ua

Предлагается процедура ускоренной свертки многорядных кодов с использованием на последнем ее этапе трехоперандного сумматора.

Ключевые слова: ускорение, процедура, свертка, многорядный код, трехоперандный сумматор.

Введение

Проблема повышения быстродействия средств обработки больших потоков данных не теряет своей актуальности, поскольку эффективность параллельных средств обработки таких потоков постоянно отстает от требований оперативности обработки. Требуется дальнейшее снижение времени обработки за счет повышения эффективности процедур обработки.

Большие потоки данных в работе представлены многорядными арифметическими двоичными кодами (МРК), а под обработкой понимается свертка МРК как обобщение бинарной операции сложения [1]. Эффективной является процедура свертки МРК, обладающая минимально возможной задержкой на ее реализацию.

Цель данной работы – построение эффективной процедуры свертки МРК, для чего решается задача организации такой предварительной свертки, чтобы ее результатом был трехрядный код, который может быть свернут с помощью трехоперандного сумматора (ТОС) [2].

Процедура свертки МРК с использованием ТОС

Известные процедуры свертки МРК являются многоэтапными и отличаются методами параллельной обработки МРК на каждом этапе, причем на последнем этапе используется бинарный сумматор с параллельным переносом (ПС). Они могут быть представлены в виде цепочки преобразований n исходных кодов

$$m \rightarrow m' \rightarrow m'' \rightarrow \dots \rightarrow 2 \rightarrow 1, \quad (1)$$

причем коэффициенты свертки на этапах могут отличаться.

В то же время организация цепочки преобразований вида

$$m \rightarrow m' \rightarrow m'' \rightarrow \dots \rightarrow 3 \rightarrow 1 \quad (2)$$

позволила бы существенно сократить время обработки за счет уменьшения количества предварительно свертываемых рядов кодов при условии, что преобразование $3 \rightarrow 1$ с помощью ТОС по быстродействию не уступает преобразованию $2 \rightarrow 1$.

При свертке МРК возникает проблема чрезмерной сложности такой обработки, что приводит к необходимости рациональной декомпозиции МРК на слои (слой содержит несколько рядов кода). Результаты параллельной обработки нескольких слоев могут быть собраны в новую совокупность МРК, которые также могут быть разбиты на слои. Декомпозиция, обработка и сборка результатов в новый МРК проводятся многократно, в несколько этапов, таким образом, чтобы придти в результате к трем



Рис. 2. Вычислительная схема процедуры свертки 20-и рядов кодов

Организация процедуры имеет вид: $\langle 20 \rangle = \langle 3 \cdot 6 + 2 \rangle \rightarrow \langle 3 \cdot 2 + 2 \rangle = \langle 1 \cdot 6 + 2 \rangle \rightarrow \langle 2 + 2 \rangle = \langle 4 \rangle \rightarrow \langle 3 \rangle$. Далее, на 4-м этапе, обрабатываются 3 ряда кодов с помощью ТОС.

Отмечены следующие моменты: внутри угловых скобок – количество рядов, причем первый сомножитель – это количество групп; знак = означает сборку нового МРК и его декомпозицию; знак $\rightarrow$ означает преобразование рядов кодов.

Для свертки слоя из шести рядов может быть использован компрессор, построенный из линейки связанных внутренними переносами деревьев Уоллеса (рис. 3).

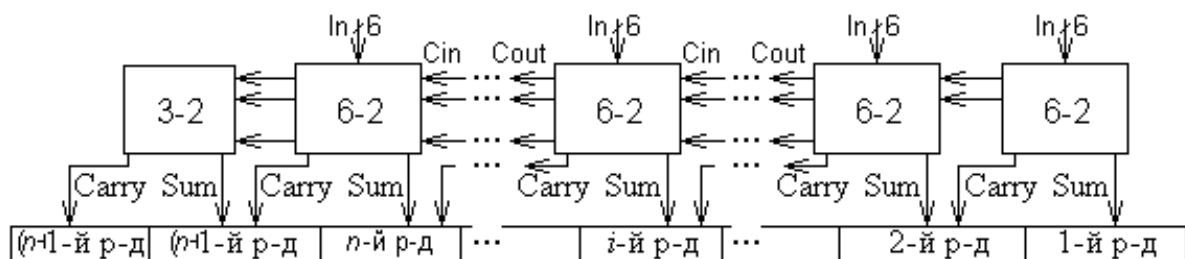


Рис. 3. Компрессор для свертки слоя МРК из шести рядов

Отметим, что ОЭ Уоллеса первых двух разрядов могут быть упрощены, поскольку у первого отсутствуют все три внутренних переноса, что приводит к исключению ОЭ $3 \rightarrow 2$ на втором ярусе, а потому у дерева второго разряда отсутствует внутренний перенос из второго яруса дерева первого разряда. Это означает, что в обоих случаях на третьем уровне может быть использован ОЭ вида $2 \rightarrow 2$, т. е. полусумматор. Кроме того, переносы из старшего разряда (они имеют одинаковый вес) необходимо дополнительно просуммировать с помощью ПОС.

На 3-м этапе обработки данного прямоугольника бит имеет смысл применить ОЭ типа $4 \rightarrow 3$ [4] с тем, чтобы на последнем этапе свертки использовать ТОС.

В традиционном решении в этом случае использовались бы преобразования $4 \rightarrow 2$ упрощенным деревом Уоллеса и свертка $2 \rightarrow 1$ классическим ПС. Как показано в [2],

задержки преобразований $3 \rightarrow 1$ и $2 \rightarrow 1$ при одинаковой разрядности РС и ТОС равны, а преобразование $4 \rightarrow 3$ имеет меньшую задержку, чем $4 \rightarrow 2$ [5]. Поэтому задержка на реализацию всей процедуры снижается, причем тем больше, чем больше m (зависимость нелинейна).

Определим ускорение времени обработки в рассмотренном примере по сравнению с традиционной процедурой, используя данные работ [2, 5]. Обработка на первых двух этапах одинакова как для традиционного случая, так и для предложенной процедуры, и составляет $2 \cdot 24\tau = 48\tau$. На последнем этапе время обработки также одинаково и составляет 16τ . Отличие заключается во времени обработки на 3-м этапе: 12τ – для традиционной процедуры и 6τ – для предложенной процедуры. Таким образом, ускорение составляет $(76 - 70) \cdot 100/76 \approx 8\%$.

Заключение

Рассмотрена на конкретном примере ($m = 20$) организация процедуры свертки с учетом декомпозиции МРК, в которой результатом предварительной обработки является 3 ряда кодов; их на последнем этапе можно свернуть с помощью ТОС. Показано преимущество предложенной процедуры. Аналогично примеру может быть выстроена процедура при любом m .

Перспективным является разработка четырехоперандного сумматора, осуществляющего свертку $4 \rightarrow 1$, что позволит еще больше снизить время обработки больших потоков данных.

Аппарат симметрических функций

Свертка МРК является разновидностью вертикальной (поразрядной) обработки, при которой каждый разрядный срез (РС) сворачивается отдельно. При этом важным является количество единиц в РС и не важно, на какой позиции единицы находятся. Это означает «равноправие» бит РС; оно основано на свойстве коммутативности операции сложения. Другими словами, значения бит в РС обладают естественной симметрией. Такая ситуация описывается симметрическими функциями (СФ).

В [*] предложена прикладная теория СФ, в которой упор сделан на решение задач построения оптимальных логических схем компонент для свертки МРК (его фрагментов).

Библиографические ссылки

1. Паулин О. Н. О параллельной обработке потока данных, адаптированной к области бит произвольной конфигурации // Искусственный интеллект. 2010. № 3. Донецк: ИПИИ, 2010. С. 127–133.
2. Паулин О. Н. О свертке трехрядных кодов // Управляющие системы и машины. 2005. № 5. С. 68–72.
3. Wallace C. S. A suggestion for a fast multiplier. IEEE Trans. Comput., 1964. V. EC-13. № 1. P. 14–17.
4. Нестеренко С. А., Паулин О. Н. К синтезу операционных элементов типа $m-3$ // Материалы МНПК «Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании «Инфотех-2007»: Ч.1. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. С. 40–43.
5. Паулин О. Н. Об эффективности сжатия многорядных кодов // Искусственный интеллект. 2004. № 3. Донецк: ИПИИ, Наука і освіта, 2004. С. 224–228.

The procedure of compressing multi-row codes on the final stage by use the three-operand adder is suggested.