БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Золотовский В.Е.* Арифметические и алгоритмические основы проблемно-ориентированных вычислительных систем. –Таганрог: Изд.ТРТУ. 2003.– 185с.
2. *Люстерник Л.А., Абрамов А.А., Шестаков В.И., Шура-Бура М.Р.*Решение математических задач на автоматических цифровых машинах Изд. АН СССР, 1952.
3. *Смирнов В.И.* Курс высшей математики. Т.1. –М. Изд-во Физматлит. 1961.
4. *Благовещенский Ю. В., Теслер Г. С.* Вычисления элементарных функций на ЭВМ – М.: Изд-во «Техника», 1977. –288с.
5. *Демидович Б. П., Марон И. А.* Основы вычислительной математики. –М.,1966. –664с.

В.Ф.Гузик, В.Е.Золотовский, П.В.Савельев

ВЫПОЛНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В СИСТЕМЕ СИМВОЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Введение в комплекс структурного моделирования модулей работы с математическими данными, представленными в общем виде, дает возможность выйти на качественно новый этап развития средств моделирования. Так появится возможность решить задачи автоматического построения компьютерной модели из математических моделей компонент, оптимизировать данную модель, определить параллельные участки вычислений для случая моделирования сложных технических систем распределёнными средствами.

Благодаря выбранному формату представления символьных выражений – в виде графического дерева, выполнение операций сложения и вычитания требует минимум усилий от вычислительной системы.

Для вычисления суммы двух операндов, которые представлены в виде деревьев, необходимо объединить точки входа. Тем самым получится результирующий граф-дерево, расширенный в ширину на размер второго операнда. Дополнительные ребра как раз и сыграют роль выполняемой операции.

Для вычитания алгоритм несколько усложняется. Как известно, вычитание – это сложение с обратным знаком. Поэтому помимо объединения точек входа потребуется произвести действие над знаками первого ряда слагаемых вычитаемого. А именно, нужно изменить знаки на противоположные у тех слагаемых, которые соединены непосредственно с точкой входа вычитаемого.

Покажем на примере, как происходит склейка деревьев представления символьных выражений. Возьмём исходные выражения:

$$7A(2B + C)+5E$$

$$4E - 7A.$$

Внутри вычислительной системы они будут выглядеть следующим образом (рис.1).

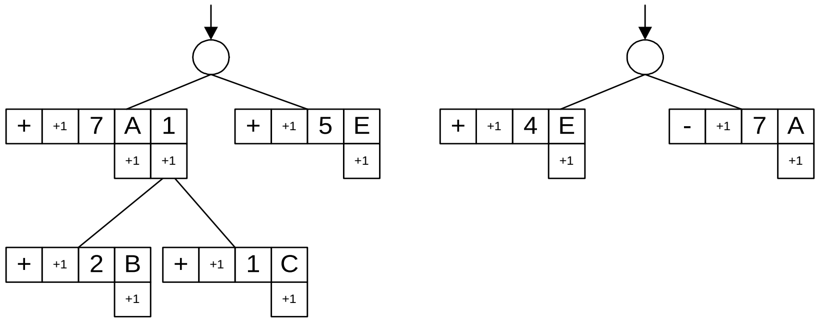

Рис. 1. Внутреннее представление операндов

После сложения описанным выше способом, путем склеивания исходных вершин обоих графов получим результирующее дерево (рис.2), что равносильно обычному виду выражения:

$$7A(2B + C) + 5E + 4E - 7A.$$

Аналогичным образом при вычитании этих же операндов получим дерево (рис.3), что соответствует привычному виду выражения:

$$7A(2B + C) + 5E - 4E - 7A.$$

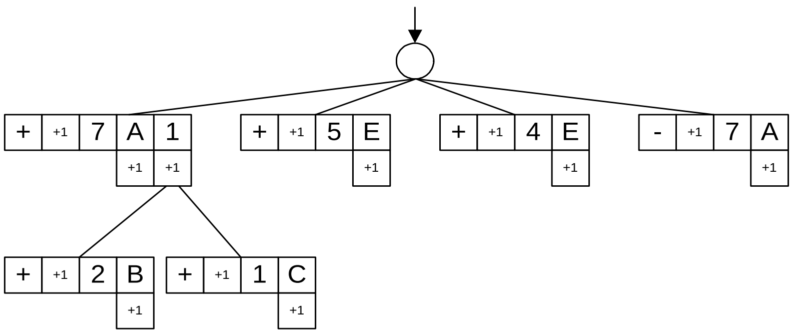

Рис. 2. Дерево результирующей суммы

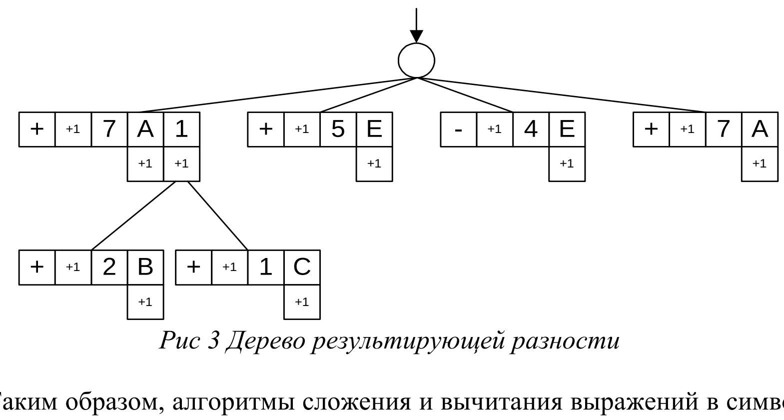

Рис 3 Дерево результирующей разности

Таким образом, алгоритмы сложения и вычитания выражений в символьном виде на основе внутреннего формата представляют собой «скоростные» операции в силу своей простоты. Они очень легко могут быть подвергнуты распараллеливанию, что приведет к еще большему увеличению производительности всей вычислительной системы.

При умножении операндов, представленных в виде символьных выражений, используется более сложный алгоритм объединения деревьев.

Для каждой вершины верхнего уровня первого операнда создается дополнительный единичный элемент со степенью равной 1. Затем к каждому такому единичному элементу привязывается граф второго операнда. Привязка происходит через исходную вершину второго множителя.

Продемонстрируем работу данного алгоритма на примере умножения двух выражений:

$$7A(2B + C) + 5E,$$
$$2B(4E - 7A).$$

Внутри системы символьных вычислений эти множители будут выглядеть следующим образом (рис. 4):

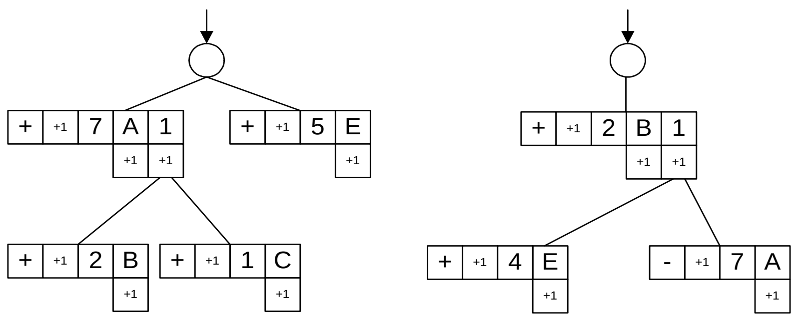

Рис. 4. Операнды для выполнения операции умножения

Дополним слагаемые верхнего уровня первого оператора единичными элементами с привязкой к ним дерева второго множителя через исходную вершину (рис.5).

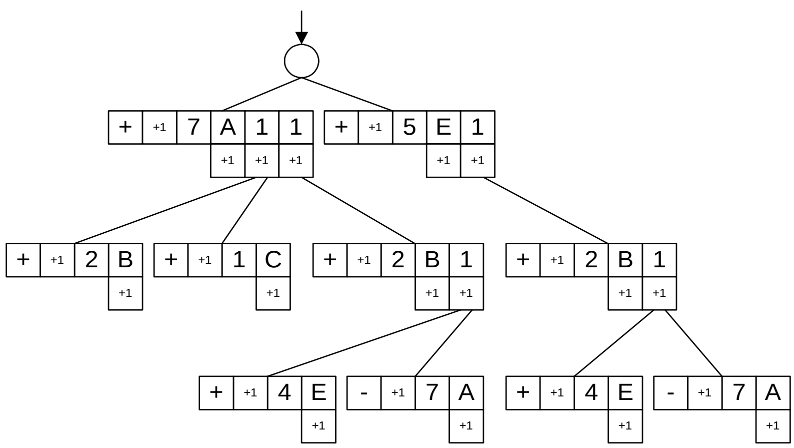

Рис. 5. Дерево результирующего произведения

В результате выполнения операции умножения мы получили произведение, которое в привычном виде равно $7A(2B + C)2B(4E - 7A) + 5E2B(- 4E - 7A)$.

Таким образом, дерево произведения можно построить за короткое время. Безусловно, полученный результат требует вычислительных затрат на упрощение. Методы и алгоритмы упрощения символьных выражений здесь рассматриваться не будут.

Выполнение деления операндов, которые являются символьными выражениями, очень похоже на алгоритм умножения, описанный выше. Однако имеется одно принципиальное отличие.

Первый шаг – дополнения единичными элементами слагаемых верхнего уровня обретает модификацию в виде изменения степени с +1 на –1. Второй шаг полностью аналогичен процедуре умножения.

Дерево частного, полученного в результате выполнения операции деления, показано на рис.6.

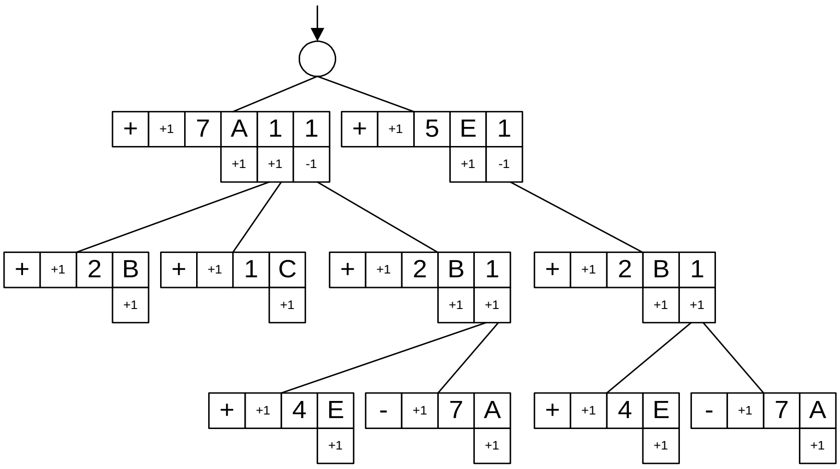

Рис. 6. Дерево результирующего частного

Более привычный человеческому взгляду вид выражения приведен ниже.

Очевидно, что результат так же, как и произведение может быть упрощен, что скажется на скорости вычислений в дальнейших операциях:

$$\frac{7A(2B+C)}{2B(4E-7A)}+\frac{5E}{2B(4E-7A)}.$$

Предложенные алгоритмы выполнения базовых арифметических операций представлены в формальном виде. Они служат основным ядром символьной обработки, позволяют строить алгебраические операции более высокого порядка. Представленная методология выполнения операций с операндами в виде символьных выражений – деревьев дает возможность проведения математических действий и процедур упрощения выражений для построения оптимального по скорости вычислительного процесса.

М.В. Данилов, В.Н. Дубовецкий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ

Задачей эксперимента являлась оценка коэффициента пористости продуктивных коллекторов и точности вычислений с применением треугольных функций