3. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск, 2001. 464 с.

4. Чуи Ч. Введение в вэйвлеты. Пер. с англ. М., Мир, 2001. 412 с. с илл.

5. Жиляков.Е.Г. Вариационные методы анализа и построения функций по эмпирическим данным. Монография.. Белгород, 2007. 160 с.

Статья поступила 10.12.2009

Д.ф.-м.н., проф. В.Е. Хачатрян,
Я.Г. Великая, А.А. Несвитайло

V.E. Khachatryan, Ya.G. Velikaya, A.A. Nesvitaylo

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА СТРУКТУРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

REPRESENTATION AND PROCESSING OF THE STRUCTURED INFORMATION

Предлагается модель представления структурированной информации в виде ориентированного графа наделенного разметкой. Независимость порядка отдельных компонент структурированной информации задается системой соотношений. Описывается методика минимизации предложенной модели.

Keywords:the model of representation of the structured information, the technique of minimisation.

Постановка задачи

Передаваемая по сетям связи информация обычно разбита на пакеты, которые снабжены служебной информацией. При передаче такой последовательности порядок пакетов не существенен. Совокупность посылаемой информации можно представить в графической форме, а именно: вершины графа помечаются символами алфавита $P=\{p_1,p_2,\ldots,p_n\}$, где p_i — $i=1,\ldots,n$, тип пакета, а выходящие из вершины дуги — символами алфавита $Q=\{a_1,a_2,\ldots,a_m\}$, где a_i — $i=1,\ldots,m$ служебная информация. При этом многократно повторяющуюся часть пакетов предлагается моделировать циклом. Независимость порядка отдельных компонент структурированной информации, снабженной служебной информацией, задается системой соотношений, которая определяет возможность их перестановки $(p_i,a_j)(p_k,a_l)= (p_k,a_l)(p_i,a_j)$, где $i,k=1,\ldots,n$; $i\neq k$; $j,l=1,\ldots,m$. Назовем такое представление совокупной информации моделью. Пример модели представлен на рис. 1, где $P=\{p_1,p_2, p_3\}$, а $Q=\{a_1,a_2\}$. В модели выделена одна вершина, которая называется входом и обозначена черным кружком. Единственная непомеченная вершина, из которой не исходит ни одной дуги, называется выходом и помечается крестиком.

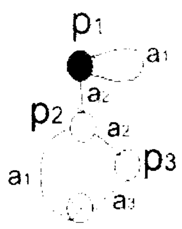

Рис. 1

Для данной модели естественным образом определяется отношение эквивалентности.

Пусть v — путь, ведущий из входа модели в ее выход, и пусть этот путь задается историей $L(v)=(p_{i1},a_{i1}),\ldots,(p_{ik},a_{ik})$, где p_{ij}, $j=1,\ldots,k$ метки проходимых вершин, а a_{ij}, $j=1,\ldots,k$ метки выходящих из этих вершин дуг.

Пути v_1 и v_2 — считаются эквивалентными, если истории этих путей $L(v_1)$ и $L(v_2)$ равны с точностью до соотношений вида $(p_i,a_j)(p_k,a_l)= (p_k,a_l)(p_i,a_j)$, где $i,k=1,\ldots,n$; $i\neq k$; $j,l=1,\ldots,m$.

Модели D_1 и D_2 будем считать эквивалентными, тогда и только тогда, когда для каждой истории некоторого пути, ведущего из входа в выход одной модели, в другой модели существует эквивалентный ему путь, также ведущий из входа в выход.

При таком определении эквивалентности моделей возникают следующие задачи:

1. каким образом из одной модели можно получить другую ей эквивалентную, т.е. необходимо разработать систему эквивалентных преобразований, причем полную, т.е. такую, которая позволяет из любой модели получить любую ей эквивалентную [7];
2. можно ли для двух различных моделей ответить на

вопрос эквивалентны они или нет [2,5]; и, наконец,

3. по любой модели построить модель оптимальную по заданным параметрам. Например, построить модель с минимальным числом вершин [1,3,4,6].

Нахождение минимальной модели

Опишем методику построения по любой модели эквивалентную ей модель с минимальным числом вершин. Последнюю модель назовем минимальной. Отметим, что минимальная модель в классе эквивалентности в общем случае определяется неоднозначно [1]. В [1] предлагается решение этой задачи для случая, когда в модели используется лишь два типа пакетов, обозначим их {p, q}. Первый тип пакетов обладает двумя видами служебной информацией, обозначим их {0,1}, а второй - одним видом служебной информацией, обозначим ее {0}. Кроме того, предполагается, что любая дуга модели, непременно лежит на некотором пути из входа модели в ее выход.

Обозначим через M множество всех моделей удовлетворяющих описанным выше ограничениям.

Цель исследований заключается в том, чтобы описать процедуру, посредством которой для всякого класса эквивалентных моделей из M выявляются все минимальные в этом классе модели.

Их всегда конечное число.

Метод решения основан на применении фрагментных эквивалентных преобразований моделей.

Фрагментом модели называется ее часть, определяемая заданным множеством V вершин модели и содержащая вместе с этими вершинами все инцидентные им дуги. Вершины из V и инцидентные им дуги сохраняют приписанные им в модели метки.

Вершины множества V именуются внутренними вершинами фрагмента. Дугу фрагмента, начинающуюся не во внутренней вершине, назовем входящей, ее начало и конец – внешним и, соответственно, внутренним входами фрагмента. Дугу фрагмента, которая ведет не во внутреннюю вершину, назовем выходящей, ее начало и конец – выходами фрагмента, внутренним и внешним, соответственно.

Введем понятия, используемые для описания операции замены в диаграмме какого-либо ее фрагмента другим фрагментом.

Под согласованием двух фрагментов понимается установление такого соответствия между внешними входами и отдельно между внешними выходами этих фрагментов, которое

- позволяет для любой модели и произвольного вхождения в нее одного из фрагментов заменить это вхождение вхождением другого фрагмента;
- гарантирует, что в результате такой замены снова получается модель.

Строгое определение согласования фрагментов дается в [7].

Каждая пара (F_1, F_2) согласованных фрагментов определяет множество $T(F_1, F_2)$ преобразований модели. Оно образуется выполнением замены в любой модели из M произвольного вхождения в нее F_i, $i = 1, 2$, вхождением F_{3-i}.

Преобразование считается эквивалентным, если в любой модели при замене какого либо вхождения фрагмента F_i, $i = 1, 2$, на фрагмент F_{3-i} вновь полученная модель эквивалентна исходной.

Итак, процедура минимизации заключается в следующем. Предварительно конструируется система T эквивалентных преобразований, полная в M, т.е. позволяющая конечным числом преобразований, принадлежащих T, трансформировать всякий автомат из M в эквивалентный ему.

Произвольный класс эквивалентности K, содержащийся в M, разбивается на подклассы, называемые срезами класса K. Инвариантом среза является одно и то же количество вершин, помеченных p-символом в принадлежащих срезу моделях. Срез, содержащий модель с наименьшим числом p-состояний, называется главным. Далее излагается стратегия поиска минимальных в K моделей. Она предписывает

1) исследование главного среза, нацеленного на построение в нем минимальных моделей;

2) отбор срезов, в которых, и только в них, могут содержаться минимальные в K модели (эти срезы называются допустимыми), и построение минимальных моделей в допустимых срезах.

Стратегией предполагается конечность множества допустимых срезов; конечность же множества минимальных в срезе моделей очевидна. Все вместе позволит выявить все минимальные в K модели.

Приведем пример, иллюстрирующий методику минимизации для моделей, не содержащих циклов. Обозначим это множество моделей через M_0, где M_0 – подмножество множества M.

Полная система T эквивалентных фрагментарных преобразований состоит из преобразований A_1 (перестановка вершин имеющих различные метки) и A_2 (склейка-расклейка вершин). Они изображены на рис.2.

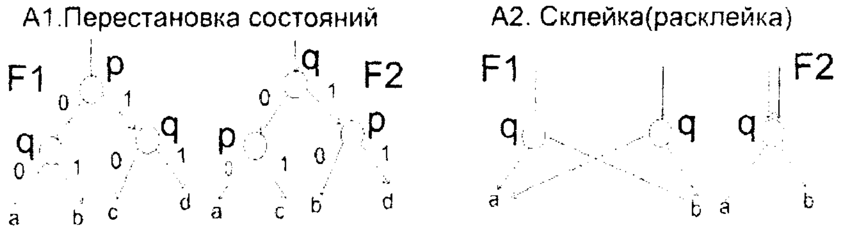

Рис.2

На рис. 3а приведена исходная модель D_1, содержащая 7 вершин. Применим к модели D_1 преобразование A_1, заменив выделенный на рис. 3а фрагмент F_1 на фрагмент F_2. Получим модель D_2 (см. рис.3б). Ещё раз применим преобразование A_1, но уже к модели D_2. Получим модель D_3, изображенную на рис. 3в. Склеив эквивалентные вершины модели D_2 (преобразование A_2), получим модель D_4 , содержащую минимальное число p-состояний, т.е. принадлежащую главному срезу (см. рис. 3г). Легко видеть, что получена минимальная модель. Воспользовавшись преобразованием A_1 можно получить и остальные минимальные модели. Они изображены на рис. 3д и 3е.

В [1] дано решение проблемы минимизации в M в случае, когда допустимые срезы класса K исчерпываются главным срезом; последнее выявляется эффективно. Полное решение проблемы изложено в [3,4].

Обобщение этого результата описано в [6]. Оно заключается в том, что в модели допускается использовать любое конечное множество типов имеющих один вид служебной информации, а не одно, и лишь один тип, обладающий двумя видами служебной информации.

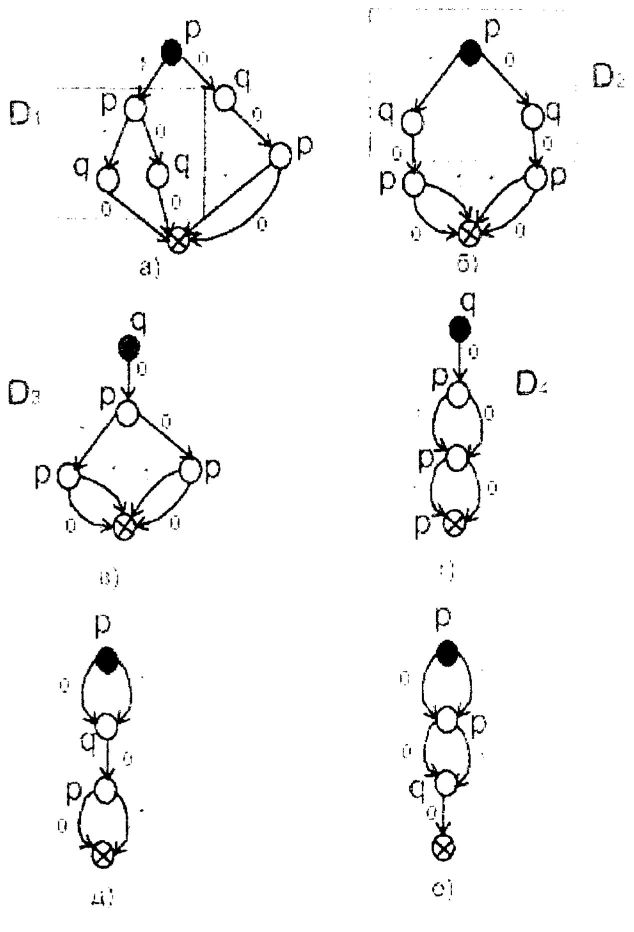

Рис. 3

Выводы

Предлагается модель представления структурированной информации, в которой предусмотрена возможность менять порядок представляемой информации. Это - граф с размеченными вершинами и дугами, с системой соотношений. Предлагается методика минимизации предложенной модели. Подход основан на разработке и использовании эквивалентных фрагментарных преобразований.

Приведен пример минимизации модели, не содержащей циклов.

Литература

1. Хачатрян В.Е. Решение обобщенной проблемы минимизации для двухленточных автоматов с одной фиксированной лентой. – "Доклады академии наук", 2006, т. 411, № 3, с.314-318.

2. Хачатрян В.Е. и Великая Я.Г. Подход к решению фундаментальных проблем моделей вычислений на примере многоленточных автоматов. – "Научные ведомости БелГУ", 2009, № 9 (64), с.4.

3. Подловченко Р.И. и Хачатрян В.Е. Разрешимость проблемы эквивалентных преобразований в одном множестве двухленточных автоматов и построение всех минимальных автоматов в этом множестве. – "Известия ОрелГТУ", Информационные системы и технологии», 2009, № 6/56 (567).

4. Подловченко Р.И и Хачатрян В.Е.. Минимальность и тупиковость многоленточных автоматов. – "Дискретная математика", 2008, № 2, с. 1-30.

5. Великая Я.Г. и Хачатрян В.Е. Трансформационный метод и конечные детерминированные автоматы. – "Компьютерные науки и технологии", 2009, октябрь, с. 33-36.

6. Несвитайло А.А., Сунцова А.И. и Хачатрян В.Е. Нахождение минимального в одном классе многоленточных автоматов. – "Компьютерные науки и технологии", 2009, октябрь, с. 56-58.

7. Подловченко Р.И. и Айрапетян М.Г. О построении полных систем эквивалентных преобразований схем программ. – "Программирование", 1996. № 1, с.. 3–29.

Статья поступила 10.12..2009