

новый контур, приходится корректировать положение вершин звеньев гнезда-предка и добавляемых звеньев (рис. 6).

Каким бы “интеллектуальным” и изысканным с точки зрения логики работы ни был алгоритм корректировки вершин гнезда-предка при наслаждении на него нового контура, он вряд ли удовлетворит пользователя. С этой целью после выполнения очередного этапа формирования гнезд контуров предусмотрен режим правки, в котором пользователь может внести свою лепту в процесс формирования структур, изменив графическое изображение в соответствии со своими требованиями и вкусом. В режиме правки пользователь может просмотреть кадры стековой области памяти, полученные на текущем этапе, откорректировать изображение и вновь его отправить в тот же кадр.

Принимая во внимание эту особенность технологии, более целесообразным следует считать режим автоматизированного синтеза, при котором чередуются этапы работы компьютера в чисто автоматическом режиме и этапы работы специалиста, производящего корректировку фрагментов структурных схем на свой вкус.

При работе в режиме автоматизированного поиска многообразия структурных схем пользователь ввиду его относительно медленной скорости работы не может выполнить необходимые корректировки в рамках одного сеанса работы с компьютерной программой. Именно эта причина требует разработки такого режима взаимодействия с ком-

пьютером, при котором пользователь мог бы прервать просмотр и корректировку полученных структур на любой из них и продолжить эту работу в другое удобное для него время. Такой режим взаимодействия специалиста с компьютерными средствами называется режимом отложенного задания.

Для реализации такого режима необходимо иметь возможность выгружать данные, необходимые для последующего возобновления работы, на магнитный диск, а в следующем сеансе взаимодействия с компьютером – загружать в оперативную память таким образом, чтобы пользователь мог без проблем продолжить просмотр и корректировку структур.

Объектно-ориентированная технология, описанная в [4], может быть использована и для решения задачи о поиске полного многообразия структурных групп нулевой подвижности с заданным количеством звеньев.

Использование одинаковых структур данных во всех программах позволяет объединить их в пакет программ для автоматизированного синтеза кинематических цепей плоских шарнирных систем. Любая из программ пакета может использовать структурные схемы, полученные другой программой, без предварительного конвертирования данных. Набор программ пакета позволяет реализовать безбумажную технологию автоматизированного синтеза структур, с использованием любого из режимов взаимодействия пользователя с компьютером.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов А.В. Компьютерный синтез структур механизмов / А.В.Степанов, Л.Т. Дворников. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2007. – 164 с.
2. Дворников Л.Т. Обоснование нового метода синтеза структур строительных ферм // Изв. вузов. Строительство. – 1999. – № 8. – с. 117-120
3. Дворников Л.Т. Автоматизированный синтез структур механизмов: Учеб. пособие / Л.Т. Дворников, А.В. Степанов; СибГИУ. – Новокузнецк, 2008. – 195 с.
4. Степанов А.В. Объектно-ориентированная технология компьютерного синтеза структурных схем плоских шарнирных механизмов / А.В.Степанов // Вестник КузГТУ, № 6(64), с.105 - 110
5. Степанов А.В. О порядке применения параметров при автоматизированном синтезе структурных схем / А.В.Степанов // Вестн.КузГТУ, № 6(64), с 110 – 114

УДК 681.3: 621.01

А.В.Степанов

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ПЛОСКИХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ ПАРАМИ ПЯТОГО КЛАССА

Проблемы идентификации структурных схем кинематических цепей, представляющих собой безмасштабные графические изображения, продиктованы необходимостью словесного или символьного описания номенклатуры графических образов и топологии цепи или, другими словами, схемы соединения звеньев кинематическими парами различных классов. Идентификатор струк-

турной схемы должен представлять собой упорядоченный набор символов, совокупность которых целиком и полностью определяют состав звеньев и кинематических пар, а также порядок и способ соединения звеньев друг с другом. По сложившейся терминологии в теории структуры механизмов такого рода идентификатор называют формализованным символьным представлением

структурной схемы. Использование формализованного символьного представления (ФСП) дает возможность производить анализ структур механизмов не путем исследования их графических изображений, а путем сравнения или осмыслиния тех или иных частей их ФСП.

Идеи символьного представления структурных схем в виде различного рода формализованных записей выдвигались еще в 70-х годах XIX века. Основоположником этих идей считается Рело, однако предложенная им символика не получила широкого признания. Развивая идеи Рело, Деневит и Хартенберг предложили систему символьических обозначений в виде набора матриц, каждая из которых отражала те или иные свойства структурной схемы. Эта система позволяла исчерпывающе описывать структуру механизмов, и была, затем, усовершенствована Шетом и Уикером [1].

Основными недостатками предложенных методов формализованного символьного описания структурных схем были: их значительная сложность и зависимость получаемого ФСП от выбранного порядка нумерации звеньев. Поскольку для одной и той же структурной схемы может быть применено большое количество различных вариантов нумерации звеньев, в [2] был предложен иной метод идентификации структурных схем рычажных механизмов, позволяющий получить единственный “особый” порядок нумерации звеньев и тем самым исключить полиморфизм получаемых описаний структур.

ФСП структурной схемы, по [2], представляет собой одну квадратную матрицу, порядок которой равен количеству звеньев, и в клетках которой располагаются либо нули, либо символы, определяющие тип кинематической пары, связывающей звенья между собой. Номера строки и столбца, на перекрестье которых расположено символьное обозначение кинематической пары, определяют номера соединяемых звеньев. Предложенный метод идентификации структур позволяет, по мнению автора, “просто, быстро и надежно идентифицировать структурную схему практически любого рычажного механизма”.

Актуальность проблемы идентификации структурных схем еще более возросла с применением компьютеров для автоматизации структурного анализа и синтеза. К примеру, при решении задачи поиска полного многообразия структурных схем плоских рычажных механизмов, каждая вновь получаемая структура должна подвергаться проверке на изоморфность, что предполагает ее сравнение со структурами, уже имеющимися в соответствующей базе данных.

Основные проблемы, связанные с формированием базы данных (БД) по структурным схемам плоских рычажных механизмов, при использовании компьютерных технологий были сформулированы, например, в [3]. Приводим их дословно:

- создание на базе структурной схемы механизма (то есть на базе графического объекта) её адекватного формализованного символьного представления (ФСП);

- визуализация ФСП, то есть его преобразование в структурную схему механизма в привычном для человека графическом виде с целью вывода на экран или на печать;

- идентификация структурных схем, то есть создание такого особого формализованного символьного представления, при котором обеспечивается взаимно однозначное соответствие между структурной схемой механизма и её ФСП, независимо от того, в каком порядке нумеруются звенья механизма (обычно же вид ФСП зависит от принятого порядка нумерации звеньев механизма);

- выявление изоморфных (одинаковых) структурных схем в некотором их наборе с целью их исключения из этого набора и оставления в БД только неизоморфных (неповторяющихся) структурных схем механизмов.

Проверка графических образов на конгруэнтность с помощью компьютерной программы, хотя и возможна путем предварительного и опосредованного масштабирования, поворота и отображения структурной схемы, - достаточно сложное и неоправданное решение. Использование для этих целей адекватных идентификаторов значительно упрощает процесс сравнения структур.

Ниже рассматривается метод идентификации структурных схем плоских рычажных механизмов, при котором обеспечивается взаимно однозначное соответствие между структурной схемой механизма и её ФСП, независимо от того, в каком порядке нумеруются звенья механизма. Это достигается тем, что нумерация звеньев исследователем вовсе не производится, хотя данные о них, представляющие собой содержимое элементов массива, имеют соответствующие номера.

Рассматриваемый метод применялся при компьютерном синтезе полного состава структурных схем плоских рычажных механизмов на базе объектно-ориентированного подхода. Объектно-ориентированная технология формирования структурных схем и порядок применения параметров были подробно описаны в работах [4, 5].

Отправными моментами описанной технологии являются следующие положения:

❖ в любой структурной схеме есть звено максимальной сложности, с которого начинается ее построение;

❖ большая часть полного многообразия структурных схем, представляет собой контурные структуры – структуры, содержащие один или несколько изменяемых замкнутых контуров;

❖ фрагмент структурной схемы, содержащий только заданное число изменяемых замкнутых контуров, называют гнездом;

❖ полноценная структурная схема механизма условно представляется состоящей из двух

<i>количество строк таблицы равно количеству изменяемых замкнутых контуров</i>	1 Описание варианта реализации первого контура
	2 Описание варианта реализации второго контура

	n

Рис.1. Структура таблицы, описывающей варианты реализации изменяемых замкнутых контуров

частей: гнезда контуров и периферийной части;

- ❖ структурные схемы с контурами формируются путем поочередного присоединения некоторого количества звеньев к ограничивающим сторонам фрагмента-предка;

- ❖ для первого из контуров фрагментом-предком является первое самое сложное звено цепи, для второго, третьего и т.д. контуров фрагментами-предками являются гнезда, количество контуров которых на единицу меньше, чем в формируемом фрагменте;

- ❖ первоначально осуществляется построение всех гнезд контуров, к которым затем добавляются звенья периферийной части.

Разработанная технология конструирования структурных схем определила, в основном, и метод их идентификации. Идентификатор структурной схемы состоит из набора, включающего поля:

- общее число звеньев кинематической цепи;
- максимально разрешенная сложность применяемых звеньев;
- количество изменяемых замкнутых контуров;
- количество выходов цепи;
- описание сложности применяемых контуров;
- варианты реализации изменяемых замкнутых контуров;
- количество участков ограничивающих сторон;
- описание ограничивающих сторон структурной схемы.

Перечисленные поля идентификатора структурной схемы представлены следующими структурами данных.

Общее число звеньев кинематической цепи представляет собой одномерный массив, состоящий из двух однобайтных элементов.

Максимально разрешенная сложность применяемых звеньев, количество изменяемых замкнутых контуров и количество выходов цепи – однобайтные простые переменные целого типа.

Описание сложности применяемых контуров представляет собой одномерный массив однобайтных элементов, количество которых равно количеству изменяемых замкнутых контуров. Элемент массива представляет собой целое положительное число, значение которого равно числу сторон изменяемого замкнутого контура.

Описание гнезда контуров представлено в виде двумерного массива или таблицы, число строк которой равно числу изменяемых замкнутых контуров (рис.1).

Строки массива располагаются в той последо-

вательности, в которой создавались контура. Элементы массива представляют собой переменные символьного типа. Каждая строка таблицы описывает вариант реализации изменяемого замкнутого контура. Описание варианта реализации контура представляет собой упорядоченную последовательность целых чисел, каждое из которых определяет сложность звена, сторона которого является соответствующей стороной контура.

Любой контур состоит из некоторого количества сторон, принадлежащих фрагменту-предку, и некоторого количества сторон, принадлежащих добавляемым звеньям. Для того, чтобы разграничить эти описания, используется любой разделитель, например, точка. Поясним это на примере.

На рис. 2 представлен фрагмент структурной схемы, представляющий собой четырехугольный изменяемый замкнутый контур. Он был получен путем присоединения к фрагменту-предку (треугольному звену темного цвета) трех добавляемых звеньев. Описание варианта реализации этого контура будет следующим: 3.232. Четыре целых числа этой записи соответствуют сложности или числу сторон звеньев, находящихся на сторонах контура, а точка между первым и последующими числами является разделителем, который служит для того, чтобы отделить описание сторон, принадлежащих фрагменту-предку, от описания добавляемых сторон.

Ломаная линия, заключенная между свободными кинематическими парами в данной статье названа ограничивающей стороной структурной схемы. Ограничивающих сторон столько – сколько свободных кинематических пар или выходов цепи. Каждая из ограничивающих сторон состоит из нескольких участков. Количество участков ограничивающих сторон представляет собой одномерный массив. Количество элементов этого массива равно количеству ограничивающих сторон или числу выходов цепи.

Описание ограничивающих сторон структурной схемы завершает формирование идентификатора. Оно состоит из двух частей: описания стороны фрагмента-предка, являющейся стороной гнезда контуров, и описания звеньев периферийной части, присоединенных к соответствующей стороне гнезда. Эти описания в целом представляют собой двумерную таблицу, структура которой такая же, как и у таблицы, описывающей варианты реализации изменяемых замкнутых контуров. Количество строк таблицы равно количеству выходов цепи или количеству ограничивающих сторон. Структура же строки этой таблицы не-

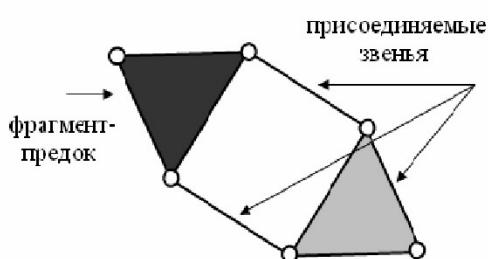


Рис. 2. Четырехугольный изменяемый замкнутый контур, полученный путем присоединения трех звеньев к фрагменту-предку (треугольное звено темного цвета)

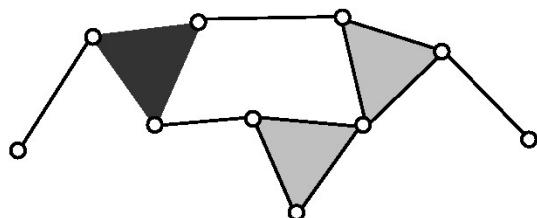


Рис. 3. Структурная схема восьмизвездного механизма

сколько отличается от структуры строки предыдущей таблицы. Это отличие состоит в том, что в строке, описывающей ограничивающую сторону структурной схемы, имеется не один, а два разделителя. Между разделителями помещается описание стороны гнезда контуров, а за ними – описание номенклатуры звеньев периферийной части, присоединенных к ней.

Процедуру формирования полного идентификатора рассмотрим на примере структурной схемы восьмизвездного механизма, приведенной на рис. 3. В соответствии с этим рисунком:

- число звеньев кинематической цепи - 07;
- максимально разрешенная сложность применяемых звеньев - 3;
- число изменяемых замкнутых контуров-1;
- количество выходов цепи - 3;
- описание сложности применяемых конту-

ров - 5;

- варианты реализации изменяемых замкнутых контуров - 3.2332;
- количество участков ограничивающих сторон - 435;
- описание ограничивающих сторон структурной схемы – 2.323.1 .33.2| 2.323.2

Упорядоченная совокупность полученных чисел с разделителями представляет идентификатор структурной схемы: 0731353.23324352.323.33.22.323.2.

Полученный идентификатор имеет незначительную избыточность. Однако он однозначно идентифицирует любой вариант структурной схемы и позволяет несложным образом восстановить графическое изображение вручную или с использованием компьютерной программы.

Для выявления изоморфных структур в компьютерных программах сравниваются те или иные поля идентификаторов. При этом могут быть использованы усеченные модификации описанного идентификатора. Так, например, при решении задачи поиска полного многообразия структурных схем плоских рычажных механизмов поля идентификатора, такие как: общее число звеньев и максимальная сложность, являющиеся исходными данными, сравнению не подвергаются. При использовании объектно-ориентированной технологии, описанной в [4], варианты реализации изменяемых замкнутых контуров могут быть описаны упрощенным образом – без использования разделителей и т.д. Перечень полей, участвующих в сравнении, может задаваться извне.

Описанный метод идентификации структурных схем успешно использовался при разработке компьютерных программ синтеза плоских кинематических цепей с вращательными парами пятого класса для отбраковки изоморфных структур. Тестирование программ подтвердило целесообразность его использования при разработке различного рода приложений, связанных с анализом и синтезом структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шет, Уикер. Обобщенная система символьических обозначений механизмов // Конструирование и технология машиностроения. -М.: Мир, 1971, № 1. С. 96-106
2. Пейсах Э.Е. Метод идентификации структурных схем рычажных механизмов / Э.Е. Пейсах // Проблемы машиностроения и надежности машин. -1995. - № 5. С. 18-23
3. Пейсах Э.Е. К дискуссии по проблеме структурного синтеза плоских шарнирных механизмов / Э.Е. Пейсах // Теория механизмов и машин. – 2006. - № 1.С. 49
4. Степанов А.В. Объектно-ориентированная технология компьютерного синтеза структурных схем плоских шарнирных механизмов / А.В.Степанов // Вестн. КузГТУ. – 2007. - № 6 . С.105-110.
5. Степанов А.В. О порядке применения параметров при автоматизированном синтезе структурных схем / А.В.Степанов // Вестн. КузГТУ. – 2007. - № 6 . С. 110-114.

Автор статей:

Степанов

Александр Васильевич

- канд.техн.наук, доц., зав. каф. прикладной информатики (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк)