

классов (тоже счетчик, но с другим основанием), четырех сумматоров и нескольких блоков проверки условий.

На основе приведенного выше описания, был разработан соответствующий модуль в системе программирования Delphi (рис. 2).

Приложение имеет одну единственную форму, внешний вид которой представлен на рис. 3.

На разработанную программу получено свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ за № 2006611506

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. СибГГМА, Новокузнецк, 1994, -102 с., ил.
2. Рыков А.С. Поисковая оптимизация. Методы деформируемых конфигураций. – М.: Физматлит., 1993. – 216 с.
3. Дворников Л.Т., Степанов А.В. О компьютерном алгоритме решения задачи синтеза структур кинематических цепей // Материалы тринадцатой научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения. Новокузнецк, 2003, с.58-64

УДК 681.3: 621.01

А.В. Степанов

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ В ЗАДАЧАХ КОМПЬЮТЕРНОГО СИНТЕЗА СТРУКТУР МЕХАНИЗМОВ

Виртуализация – это способ абстрагирования, при котором объекты реального мира, обладающие многочисленными параметрами и характеристиками, заменяются образами искусственных, как правило, воображаемых, объектов. Такие образы, в отличие от реальных объектов, называют виртуальными объектами. Использование виртуальных объектов, имеющих минимальное количество параметров, характеризующих их, в ряде случаев существенно упрощают работу исследователя над проблемой.

Виртуализация широко используется в компьютерных технологиях. В процессе выполнения задания на компьютере пользователь практически всегда вынужден использовать его периферийные устройства, с помощью которых он считывает данные с различных носителей и выдает результаты. Рядовой пользователь при этом работает не с реальными, а с виртуальными устройствами, что позволяет освободить его от знания технических особенностей реальных устройств. Виртуальное устройство имеет, чаще всего два параметра: имя и назначение. Для примера, печатающее устройство имеет имя - **prn** и назначение - **печать**. При необходимости вывода данных пользователь манипулирует его именем. При этом в качестве реального печатающего устройства может быть назначен не только принтер, но и любое другое во все не печатающее устройство компьютера. Перед исполнением компьютерной программы осуществляется процедура связывания виртуального устройства с реальным и ввод-вывод осуществляется на конкретном физическом устройстве. В случае выхода из строя реального устройства, эта связь может быть легко изменена путем переназначе-

ния, и ввод-вывод будет производиться уже на другом физическом устройстве.

Опосредовано виртуализация применяется практически во всех областях знаний. Теория механизмов не является здесь исключением. Сопоставляя реальный механизм с его структурной схемой, можно легко понять, где реальные звенья и кинематические пары, а где их виртуальные двойники. В этом случае реальный механизм является частью реального мира, а структурная схема её виртуальным отображением. Изображения звеньев и кинематических пар структурной схемы – виртуальные объекты. Виртуальное звено на схеме характеризуется только количеством вершин многоугольника, а кинематическая пара – конфигурацией её значка.

В приведенном случае виртуализация позволяет упростить решение задачи структурного синтеза механизма, освободив исследователя от проблем расчета и изготовления реальных звеньев механизма, и дает возможность сосредоточиться только на анализе получаемых структур.

Если же саму структурную схему принять в качестве части реального мира, то можно, при необходимости, использовать виртуализацию вновь и создать уже иные виртуальные объекты для самой структурной схемы. Это дает возможность спроектировать новые алгоритмы для решения задачи компьютерного синтеза структур механизмов.

Покажем это на примере поиска полного многообразия структур плоских рычажных механизмов при заранее определенной, тем или иным образом, номенклатуре и количестве звеньев, различной сложности.

При такой постановке задачи для одного и того же количества звеньев механизма может быть построено огромное количество вариантов структурных схем, отличающихся друг от друга номенклатурой применяемых звеньев, а также способом их соединения между собой. Обычно, кроме общего числа звеньев, задается количество вершин наиболее сложного звена механизма, что позволяет существенно уменьшить число получаемых структур, а также конкретизировать поставленную задачу.

Для определения количества звеньев той или иной сложности, необходимых для построения структурной схемы механизма с заданными параметрами, а также числа кинематических пар целесообразно воспользоваться универсальной структурной системой, предложенной профессором Дворниковым Л.Т. [1].

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^5 p_k * h(k-m) = \tau + \sum_{i=1}^{\tau-1} i \cdot n_i; \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1; \\ W = (6 - m) n - \sum_{k=1}^5 (k - m) * h(k - m). \end{array} \right.$$

Здесь n – общее число звеньев;

W – подвижность системы;

m – число наложенных связей;

k – класс применяемых кинематических пар;

τ – количество вершин наиболее сложного звена;

n_1, n_2, \dots, n_i – звенья структурной схемы;

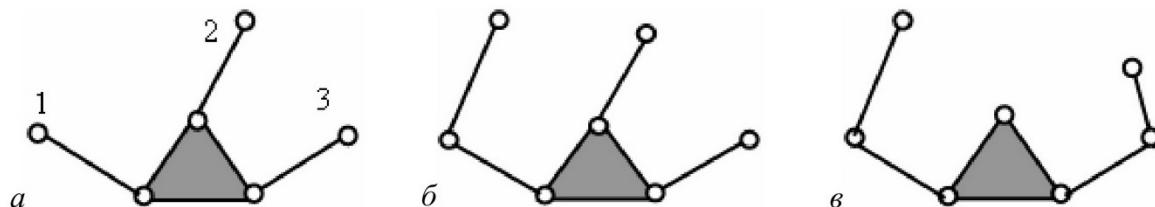


Рис. 2. Варианты структурных схем без контуров.

h – функция вида:

$$h(k-m) = \begin{cases} 1, & m < k, \\ 0, & m \leq k. \end{cases}$$

Целочисленные решения системы (их может быть несколько) представляют собой наборы чисел, каждое из которых представляет собой количество тех или иных виртуальных звеньев. Именно виртуальных, поскольку звенья, обозначенные как: n_1, n_2, \dots, n_i , – виртуальные. Они имеют имена, как это видим, и единственный параметр – количество кинематических пар, привносимое ими в структурную схему кинематической цепи. В реальные звенья (с точки зрения их графического отображения) они превратятся лишь на этапе построения структурной схемы.

Попытаемся сформулировать закономерности или механизм превращения виртуальных звеньев в реальные.

Кинематическая пара – это объект, состоящий из двух сочленяемых элементов, принадлежащих разным звеньям. Стало быть, виртуальное звено привносит, более правильно, некоторое количество элементов кинематических пар. Для упрощения изложения назовем элемент кинематической пары элкином. Индекс в имени виртуального звена, та-

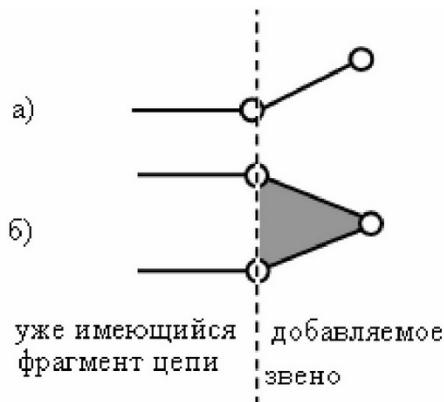


Рис. 1. Превращение виртуальных звеньев в реальные

ким образом, определяет число элкинов, привносимых этим виртуальным звеном в конструируемую структурную схему.

Сложность реального звена, которое будет изображено на структурной схеме, определяется общим количеством имеющихся на нем элкинов. Оно определяется как сумма элкинов звена, во-

шедших в состав кинематических пар построенного фрагмента, и привносимых им в структурную схему (или еще свободных).

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_{kn} + \mathcal{E}_{ce} .$$

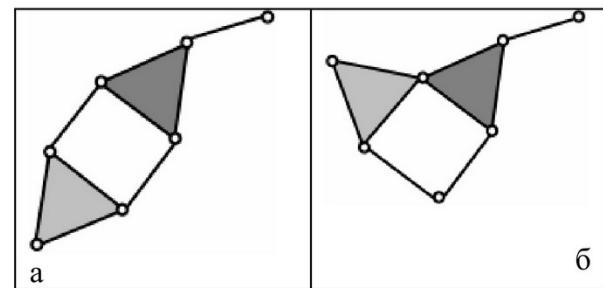


Рис. 3. Структурные схемы с четырехугольным контуром.

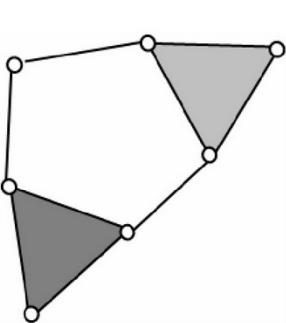


Рис.4. Структурная схема с пятиугольным контуром

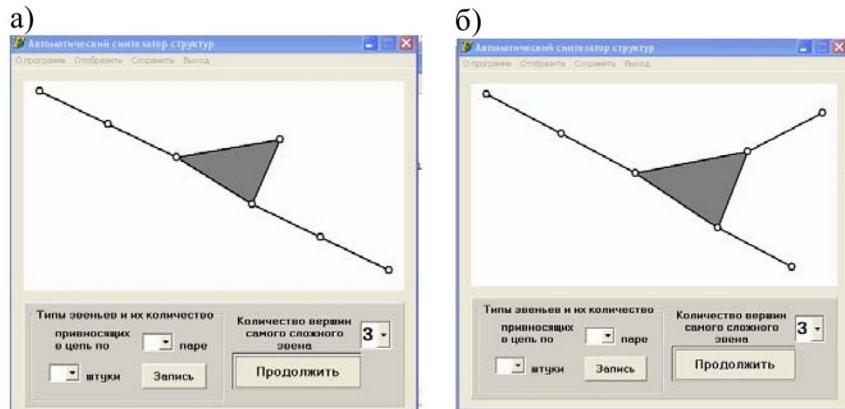


Рис. 5. Копии графического экрана со структурными схемами без контуров

Эта простенькая формула и определяет механизм превращения виртуальных звеньев в реальные.

К примеру, виртуальное звено n_1 привносит в структурную схему одну единственную кинематическую пару. Если добавляемое в процессе по-

одному и тому же звену), то в структурной схеме образуется изменяемый замкнутый контур. Для того, чтобы контур был изменяемым, между кинематическими парами имеющегося фрагмента цепи должно быть, по крайней мере, три реальных звена.

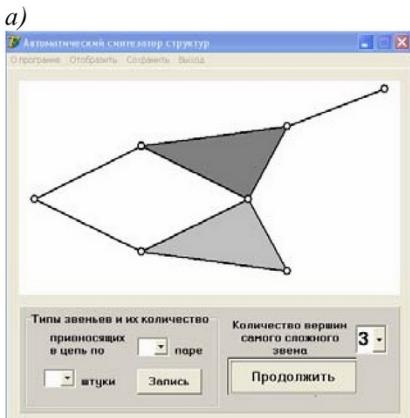


Рис. 6. Копии графического экрана со структурными схемами, имеющими четырехугольный изменяемый замкнутый контур

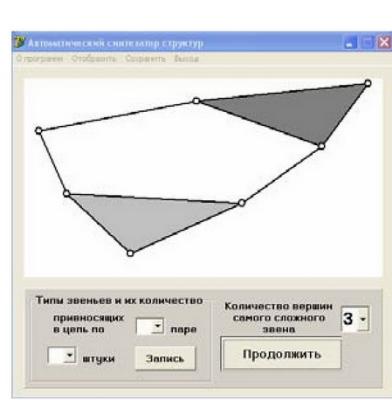
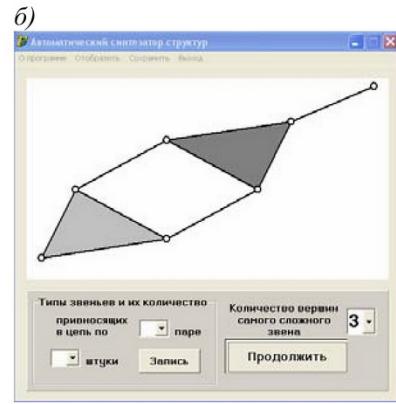


Рис.7. Копия графического экрана со структурной схемой, имеющей пятиугольный изменяемый замкнутый контур

строения схемы к имеющемуся фрагменту реальное звено, соответствующее виртуальному звулу n_1 , образует (или должно образовать) с ним одну кинематическую пару, то общее число элкинов этого звена будет равно двум, и оно (это число) определит, что реальное звено - двухвершинное (рис 1а.).

Если же добавляемое реальное звено, соответствующее виртуальному звулу n_1 , образует с уже имеющимся фрагментом цепи две кинематические пары, то общее число элкинов будет равно 3, что соответствует трехвершинному звулу (рис 1б.).

Полагаем, что этого примера достаточно для подобных дедуктивных рассуждений с другими виртуальными звеньями.

С другой стороны, если добавляемое реальное звено образует с уже имеющимся фрагментом цепи две кинематические пары, (не принадлежащие

Попытаемся построить все варианты структурных схем шестизвездных шарнирных механизмов вручную. Они имеют пять подвижных звеньев и одно неподвижное (стойку). Наиболее сложное, возможное к использованию звено – треугольное.

Подставляя исходные данные в систему (1): $n = 5$, $W = 1$, $m = 3$, $k = 5$ и $\tau = 3$, получим возможные варианты целочисленных решений. Это можно сделать вручную, а также с помощью компьютерной программы, алгоритм работы которой приведен в [2].

Для заданных значений исходных данных имеем следующее единственное решение:

$$n_1 = 4; n_2 = 0.$$

Начинаем построения возможных вариантов структурных схем. На начальной стадии построения структуры среди перечисленных ранее виртуальных звеньев существует одно в точности соот-

ветствующее реальному – это так называемый τ -угольник. С него и нужно начинать построение. К τ -угольнику, имеющему в данном случае три элкина, можно присоединить три звена, соответствующих виртуальным звеньям n_1 . Так как каждое из присоединяемых к τ -угольнику звеньев образует с ним одну кинематическую пару, то общее число элкинов присоединяемых звеньев будет равно двум, то есть это будут поводки. Получим следующий фрагмент (рис.2а). Добавив к нему четвертый поводок, получаем один из вариантов структурной схемы (рис.2б). Другой вариант структуры можно получить убрав поводки у одной из вершин τ -угольника (рис.2в).

Если к фрагменту цепи (рис.2а) добавить оставшееся виртуальное звено n_1 так, чтобы оно образовало две любые кинематические пары с ним, то реальное пятое звено будет иметь три элкина, то есть будет треугольным, а структурная схема будет иметь четырехугольный изменяемый контур

Такой вариант структурной схемы показан на рисунке 3.а. Если в структурной схеме рисунка 2.в правое двухвершинное звено убрать, а пятым ос-

тавшимся звеном n_1 соединить трехвершинное звено с левым двухвершинным, то получим структуру рисунка 3.б.

А если в структурной схеме рис. 2.б убрать среднее двухвершинное звено, а пятым оставшимся звеном n_1 соединить вершины 1 и 3 имеющегося фрагмента, то получим структуру с пятиугольным контуром (рис. 4).

Описанная технология была положена в основу работы автоматического синтезатора, позволяющего генерировать все возможные варианты структур плоских рычажных механизмов с заданным общим количеством звеньев. На рис. 5 - 7 приведены копии графического экрана компьютера при работе автоматического синтезатора в режиме синтеза всех возможных структур пятизвенных кинематических цепей.

В заключение отметим, что применение виртуализации, описанной в данной статье, – один из важных аспектов создания алгоритмов и программ компьютерного синтеза структур механизмов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов: Учебное пособие/ Новокузнецк, СибГГМА, 1994. – 102 с.
2. Степанов А.В. Решение универсальной структурной системы проф. Л.Т. Дворникова Вестн. КузГТУ. 2007, №3. С.43-47.

Автор статей:

Степанов
Александр Васильевич
- канд. техн. наук, доц., зав. каф.
прикладной информатики
Сибирского государственного инду-
стриального университета,
г. Новокузнецк