

Интерпретатор Базы знаний в экспертной системе идентификации деталей "тел вращения".

Д.Хабазашвили

Идентификация контуров деталей является наиболее трудоемким этапом при компьютерном проектировании технологических процессов. Традиционное решение требует высокой квалификации проектировщика, а полученные результаты характеризуются низкой надежностью.

Упрощение данного этапа возможно применением

экспертных систем (ЭС), в базе знаний которой пользователь описывает типовые контура деталей на основе которых ЭС осуществляет идентификацию заданного контура.

Типовой контур (ТК) представляет собой некоторую совокупность поверхностей, в точках пересечения которых образуются опорные точки. Следовательно его геометрию можно описать вектором, элементами которого являются опорные точки и их последовательность. Эта последовательность задает направление вектора. Типовой контур является эталоном для некоторого класса контуров деталей, следовательно его геометрию надо задать неявным (формальным) видом, т.е. опорные точки должны быть определены не через явные численные значения, а описаны через некоторые формальные параметры.

Геометрические свойства типового контура однозначно определяет его схема параметризации.

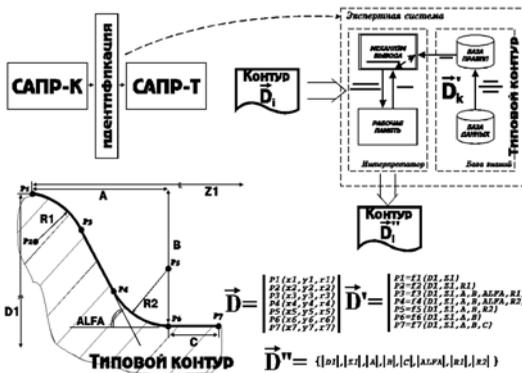
В результате применения типового контура существенно упрощается идентификация, т.к. процесс идентификации

сводится к присваиванию входного контура детали к одному из типовых контуров по геометрическим свойствам и определению численных значений соответствующих формальных параметров типового контура.

Входной контур детали может являться частной модификацией типового контура. Частная модификация - частная модель (ЧМ) типового контура имеющая общую с типовым контуром схему параметризации и различную геометрическую структуру.

Между частными модификациями и типовым контуром есть две закономерности:

Порядок расположения поверхностей. В частных модификациях некоторые поверхности типового контура выпадают из общей последовательности, которая жесткая и сохраняется всегда для всех частных модификаций данного типового контура.

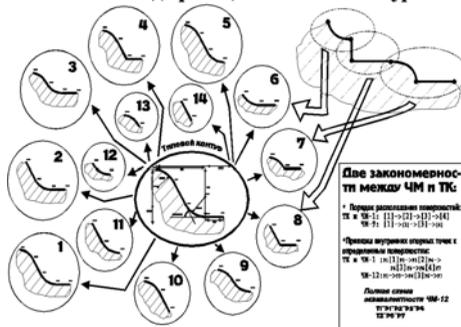


[1] → [2] → [3] → [4]
 Типовой контур (ЧМ 1)

[1] → [2] → [3] → [4]
 × ĩ - 9

Привязка внутренних опорных точек к определенным поверхностям.

В типовом контуре опорные точки, лежащие на стыках поверхностей, ограничивают определенные поверхности.



$P1 [1] P3 \rightarrow P3 [2] P4 \rightarrow P4 [3] P6 \rightarrow P6 [4] P7$ Типовой контур (ЧМ 1)

$P1 \rightarrow P3 [2] P4 \rightarrow P4 [3] P6 \rightarrow P6 [4] P7$ × ĩ - 2

Т.к. поверхность №1 отсутствует отсюда следует (эквивалентность внутренних опорных точек друг с другом):

$P1 \sim P3$

$P1 \rightarrow P3 \rightarrow P4 [3] P6 \rightarrow P7$ × ĩ - 12

Отсюда вытекает полная схема эквивалентности ЧМ-12 с ТК:

$T1 \sim P1 \sim P2 \sim P3 \sim P4$

$T2 \sim P6 \sim P7$

$Null \sim P5$

Полная схема эквивалентности частной модификации с типовым контуром позволяет однозначно сопоставить эту частную модификацию с типовым контуром

В результате возникает необходимость задания в БЗ всех частных модификаций типового контура и их полных схем эквивалентности.

Реализация указанной задачи явл. крайне трудоемкой, т.к. необходимо найти всевозможные частные модификации, а также выявить все различия между ними для однозначного описания. Это для рассматриваемого примера, типовый контур которого состоит из 4 поверхностей, потребует дополнительного описания 15 частных моделей и до 4 условий на каждую, а для случая с 7-поверхностями - 96 моделей и до 7 условий. Все это значительно увеличивает размер БЗ, требует больших объемов памяти. Процесс заполнения такой БЗ является длительным и ненадежным.

В работе был разработан метод описания элементарных

поверхностей (ЭП) типового контура в базе знаний и методика интерпретации, которое позволяет не описывать в базе знаний частные модификации типового контура, а генерировать их в результате интерпретации.

Базисным понятием в методе описания типового контура в базе знаний является элементарная поверхность, которая состоит из двух опорных точек, являющихся составной частью общего вектора контура детали. Следовательно, элементарной поверхности соответствует собственный вектор, который также является частью вектора контура детали, а опорные точки входящие в состав элементарной поверхности можно классифицировать, как начальную и конечную (CN). В результате возможна классификация элементарных поверхностей по следующим признакам:

- 1) Проекция вектора ЭП на ось X: направлена влево или вправо.
- 2) Проекция вектора ЭП на ось Y: направлена вверх или вниз.
- 3) Тип ЭП: дуга или линия.

Таким образом были сформированы 16 элементарных поверхностей.

Из полученных 16 элементарных поверхностей можно синтезировать любой типовой контур.

Для приведенной классификации схема эквивалентности для отдельных ЭП имеет вид:

$$\text{для линии: } Tz+1 \sim N \sim S \sim P\#1 \sim \dots \sim Pm$$

$$\text{для дуги: } TzR = CR = FR$$

$$\text{Null} \sim$$

$Pi+1$

$$Tz+1 \sim N \sim$$

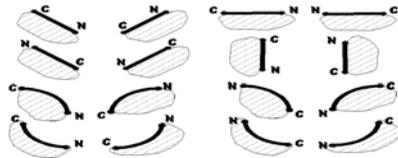
$S \sim P\#2 \sim \dots \sim Pm$

В результате появляется возможность

генерации полной схемы эквивалентности частной модификации, что устраняет необходимость описания их в базе знаний.

Генерация полной схемы эквивалентности ЧМ происходит по принципу *Blackboard*. В центре которой иерархически определены гипотезы, вокруг которых сгруппированы источники знаний. Разработанная модель базы знаний имеет вид представленный на рисунке. Она представляет собой продукционную систему с использованием принципа *Blackboard*. Где гипотезы (L) - описания ЭП; а источники знаний (Q) - схемы эквивалентности ЭП.

Описание элементарной поверхности в БЗ происходит при



помощи 3 условий, которые получены из вышеописанных признаков.

$$1) (\Delta X > 0) \vee (\Delta X = 0) \vee (\Delta X < 0)$$

$$2) (\Delta Y > 0) \vee (\Delta Y = 0) \vee (\Delta Y < 0)$$

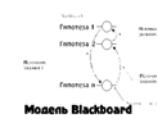
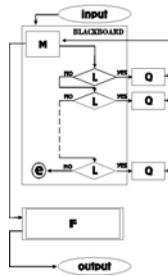
$$3) (R > 0) \vee (R = 0) \vee (R < 0)$$

где $\Delta X = C_x - N_x$, $\Delta Y = C_y - N_y$.

Дополнительно в составе контура добавляется еще одно условие, для задания порядкового номера ЭП в составе ТК. В результате для описания типового контура, состоящего из элементарных поверхностей полученных в результате классификации, понадобится система условий из n -го количества условий, где $n=4 \times j$ (j - количество элементарных поверхностей в контуре). Для рассмотренного примера понадобится $n=4 \times 64=16$ условий, а для 7-поверхностного $n=7 \times 64=28$ условий.

Пользователь вносит типовые контура в базу знаний при помощи специально разработанного языка описания конструкторского элемента. Язык описания конструкторского элемента состоит из операторов и системных переменных констант, которые позволяют быстро и компактно описать любой типовой контур, причем не изменяя старые записи в базе знаний и не вникая в все многообразие частных случаев. В языке определены два базовых типа, причем один из них составной. Используются системные и формальные переменные. В число операторов входят: оператор цикла, оператор условия, операторы описания переменных. Он позволяет использовать все математические операции и основные математические функции, такие как $abs()$, $sin()$, $cos()$, $tan()$, $asin()$, $atan()$, $acos()$, $sqrt()$...

Т.о. для полного описания типового контура в БЗ необходимо иметь описание элементарных поверхностей типового контура в предложенном виде, а также задать математические зависимости



Условия описания ЭП в Базе Знаний

- 1) $(\Delta X > 0) \vee (\Delta X = 0) \vee (\Delta X < 0)$
- 2) $(\Delta Y > 0) \vee (\Delta Y = 0) \vee (\Delta Y < 0)$
- 3) $(R > 0) \vee (R = 0) \vee (R < 0)$

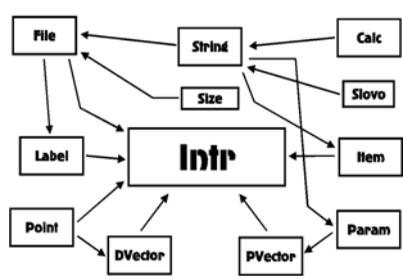
Схема эквивалентности для отдельных ЭП:

для линии: $Tx=1 \& \& \& P1=1 \dots 8 \& \&$

для дуги:

```

Tx = Cr
MultiP1 = 1
Tx = 1 & \& \& P1 = 2 & \dots & \& Pn
    
```



для вычисления формальных параметров.

Интерпретатор БЗ был реализован на объектно-ориентированном языке C++, в виде отдельного объекта. Всего для данной предметной области были специально разработаны 10 абстрактных типов.

Данная программа была создана в интегрированной среде программирования Borland C++ версии 3.1 фирмы Борланг. Всего было получено 24356 строк компиляции. Полученный исполнимый файл работает под операционной системой MS DOS и занимает 198,367 КБайт дисковой памяти.

Созданная программная реализация интерпретатора выполнена в виде отдельного модуля, предназначенного для встраивания в интегрированную систему конструкторско-технологического проектирования CAD/CAM.

```
; Язык описания типового контура 3d
;
#####
; # Полуоткрытое звено #
; # Конструкторский элемент № 2 #
; # 11.03.96 #
;
#####
; геометрия контура .....
CONTOUR
0, 6, 2 ; точка P1
2, 4, 0 ; точка P3
3, 2,-2 ; точка P4
5, 0, 0 ; точка P6
8, 0, 0 ; точка P7
END
; инициализация переменных .....
VAR
koord (7)
param (Z1,D1,A,B,C,ALFA,R1,R2)
END
; автомат эквивалентности .....
LOOP
; элем.поверхность(runomezа)№1.....
IF( Cr>0 && Cy>Ny && Surface<1 )
Cr = P1r
Null # P2
N# P3# P4# P5# P6# P7
Surface = 1
END
; элем.поверхность(runomezа)№2.....
IF( Cr==0 && Cy>Ny && Surface<2 )
N# P4# P5# P6# P7
Surface = 2
END
; элем.поверхность(runomezа)№3.....
IF( Cr<0 && Cy>Ny && Surface<3 )
Cr = P4r
Null # P5
N# P6# P7
Surface = 3
END
; элем.поверхность(runomezа)№4.....
IF( Cr==0 && Cy==Ny && Surface<4 )
N# P7
Surface = 4
END
END_LOOP
; ..блокировка 15 модификации .....
IF( P12y == P1y )
; ..альтернативный выход.....
EXIT (1)
END
; ..формулы вычисления формальных параметров..
Z1 = PIX
D1 = PIY
A = ABS(6X - P1X)
B = ABS(P6Y - P1Y)
C = ABS(P7X - P6X)
ALFA =atan(ABS(P4Y-P3Y)/ABS(P4X-P3X))
R1 = ABS(PIR)
```