# Моделирование задач кластерного анализа элементов автомобиля

Все рассмотренные в данной части математические модели различных задач научного исследования сложных технических систем и объектов построены с помощью концептуально-атрибутивного метода постановки и аппроксимации решения научных задач, разработанного автором данной работы. Метод подробно рассмотрен во второй главе дипломной работы . Однако напомним его основные положения.

Метод предназначается для построения различных моделей задач внешнего проектирования рационального облика и эффективного функционирования систем диагностики и мониторинга состояния сложных технических объектов. Для решения задач анализа или синтеза создаваемых систем предусматривается построение трех типов моделей:

- концептуальных атрибутивных;

- атрибутивных математических;

- математических параметрических (если необходимо).

Однако этот перечень не исчерпывает все модели, которые

требуются для создания таких систем. Необходимы еще:

- модели имитации технологических процессов генезиса и прогнозирования;

- модели распознавания неисправностей, диагностирования и сертификации контролируемых объектов.

Отметим еще некоторые очевидные особенности решения научных задач синтеза и анализа технических систем методом концептуально-атрибутивной постановки и аппроксимации научных задач:

- Во-первых, построение моделей или постановка любых классов задач выполняется полностью формализовано, что всегда приводит к одинаковым результатам решения.

- Во-вторых, в качестве критерия оптимизации в задачах оптимального синтеза проектируемых систем всегда используется ресурсная эффективность этих систем, которая определяется с помощью балансово-временных и балансово- ресурсных моделей.

- В третьих, показатели классификации в задачах анализа определяются эвристически. Это неизбежно, поскольку множество предпочтений нельзя сделать общим для всех случаев классификации. Однако эти показатели легко определить из условий решения задачи.

- В четвертых, в задачах анализа и синтеза переход от концептуальных атрибутивных моделей к математическим атрибутивным моделям осуществляется формально с помощью отображения атрибутивных свойств в их параметрические пространства и заменой концептуального оператора на множествах функцией, функционалом, системой уравнений н/плн неравенств и др. математических зависимостей. Это намного упрощает построение математических моделей.

- В пятых, аппроксимация атрибутивно-формализованных задач может выполняться традиционными методами декомпозиции целей, агрегированием искомых параметров н редукцией заданных свойств системы. Но при этом, нужно иметь в виду, что в рассматриваемом методе агрегирование искомых свойств заложено автоматически. Действительно, описание свойств объекта пли системы на множестве или в пространстве атрибутивных свойств эквивалентно уменьшению числа исследуемых параметров, хотя п не искажает облик исследуемой системы.

- В шестых, при использовании метода концептуально- атрибутивной формализации не требуется проводить эвристический параметрический выбор заданных и искомых параметров, поскольку они всегда наперед заданы и их число не более пяти. Следовательно, задача в такой постановке всегда свободна от проблемы большой размерности и от неопределенности критериального выбора.

- В седьмых, как показывает практика решения задач в такой постановке, упрощенная постановка задачи вполне приемлема для решения задач на стадии внешнего проектирования систем. При этом, при необходимости, всегда остается возможность осуществить параметрическое математическое моделирование, если это требуется по ходу решения научной задачи исследования системы.

После рассмотрения особенностей метода концептуально- атрибутивной постановки и аппроксимации перейдем к непосредственному построению математических моделей на его основе.

Рассмотрим задачу кластерного анализа, например, задачу выбора низконадежных элементов легкового автомобиля, для которого имеется вербальная конструкционная концепция.

Пусть задана концепция легкового автомобиля. В ней определено, что конструктивно легковой автомобиль состоит из:

- технологических комплексов;

- агрегатов и систем;

- механизмов;

- узлов;

- деталей.

Замена и ремонт оборудования в полевых условиях осуществляется с глубиной до механизма. Каждому механизму соответствуют свои характеристики надежности в виде параметров безотказности - В, ресурса - R, и времени восстановления - Т. Оборудование будем рассматривать с материальной (конструктивной) точки зрения в статическом состоянии.

Требуется найти ансамбли минимально безотказных, низко ресурсных н трудно восстанавливаемых элементов, а также их бинарные и триарные пересечения по критическим значениям соответствующих параметров надежности Bk, Rk, Tk.

Решение задачи классификации оборудования (З.К.О.) с низкой надежностью проведем в общем виде. Начнем с определения целей исследования и построения концептуальной модели. Цели анализа определяются требованием, которое сформулировано в условиях задачи. Проведем их декомпозицию. Выберем все возможные цели классификации оборудования и назначим соответствующие им признаки классификации:

- Классификация оборудования по технологическим процессам - ТК.

- Классификация оборудования по комплектным поставкам - КО.

- Классификация оборудования по агрегатам и системам - AS.

- Классификация оборудования по механизмам из ранее выделенных агрегатов и систем – AS|M

- Классификация механизмов по критическим параметрам надежности Bk, Rk, Tk или поиск непересекающихся и бинарно и триарно пересекающихся траекторий.

Определим необходимый и достаточный набор признаков классификации, поскольку выше сформулированные цели явно избыточны. Из условии технического обслуживания и ремонта легкового автомобиля в полевых условиях вытекает, что задача поиска ансамблей низконадежных элементов сводится к задаче классификации механизмов и поиску непересекающихся, бинарно и триарно пересекающихся траекторий по критическим параметрам надежности.

С учетом заданных условий атрибутивная концептуальная модель задачи кластерного анализа автомобиля - mK будет выглядеть следующим образом:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.1) |

где, L - операторы кластерного анализа оборудования, при условии выбора полиформности, иерархичности конструкции объекта, статичности объекта и показателей классификации, материальной формы модели, уровней конструктивной иерархии.

Требуется определить ансамбль низконадежных элементов систем автомобиля.

Численное решение З.К.О. требует построения математической модели этой задачи. Такую модель можно получить отображением атрибутивной концептуальной модели З.К.О. в пространство индивидуальных свойств. Обычно численное решение задачи классификации сводится к выделению в составе множества классифицируемых объектов на базе заданного механизма выбора подмножеств или траекторий, удовлетворяющих условиям выбора. Механизмом выбора в самом простейшем случае может быть бинарное сравнение элементов множества. Остановимся на этом варианте. В нашем случае, когда имеется необходимость выделить подмножества по одному, по двум и по трем условиям выбора, бинарный перебор будем проводить поэтапно.

В таком случае, математическая модель З.К.О запишется в форме алгоритма последовательного перебора и будет выглядеть следующим образом:

Первый этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Второй этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Третий этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Четвертый этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Пятый этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Шестой этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Седьмой этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

Восьмой этап.

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

где Edr и Em - элементы и механизмы соответственно; Edr^ и Em^ - ограничения на элементы и механизмы соответственно; {Em}B, {Em}R, {Em}T, {Em}BT, {Em}RT, {Em}BR, {Em}BRT - непересекающиеся подмножества оборудования, выбранного по условиям: Bk, Rk, Tk, Bk&Tk, Rk&Tk, Bk&Tk, Bk&Rk&Tk; «» - функция выбора.

Математическую модель можно записать в более компактном виде, если множество всех предпочтений обозначить одним символом. В этом случае математическая модель задачи создания множества рабочих кластеров - {Em}i; низконадежных механизмов выбранных по j - му предпочтению примет следующий вид:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3.2) |

где «» - оператор анализа или, в нашем случае, алгоритм переборного типа, PPj - множество заданных или выбранных предпочтений.

В результате численного решения З.К.О. мы получим семь подмножеств механизмов автомобиля с различными показателями надежности. Задача определения низкобезотказного, мало ресурсного и трудновосстанавливаемого оборудования на этом заканчивается, но для эффективного функционирования систем диагностики и мониторинга автомобиля необходим еще кластерный анализ стратегий контроля показателей надежности, кластерный анализ диагностических параметров, кластерный анализ стратегий управления надежностью оборудования и кластерный анализ аппаратуры контроля и управления надежностью. Вполне очевидно, что эти анализы должны осуществляться по своим показателям классификации и при собственных ограничениях. Вместе с тем, эти задачи однотипны и решаются так же, как решена рассмотренная выше задача.