

МОДЕЛЬНЫЙ ЯЗЫК ДЛЯ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Ю.И. Клыков, Д.А. Поспелов

(Москва)

Рассмотрим среду, состоящую из n элементов a_i , которые могут соединяться друг с другом связями m различных типов. При этом будем предполагать, что максимальное число связей, приходящих к элементу a_i , равно $m(n-1)$. Совокупность элементов a_i и некоторых указанных связей между ними будем называть структурой. Связи могут быть описаны на языке бинарных отношений так, как это было проделано в работе [1]. В множестве структур выделим конечное множество эталонных структур. Настройкой системы будем называть переход её по некоторым заданным правилам в одно из таких состояний, когда её структура совпадает с какой-либо эталонной структурой.

В настоящей работе описывается структура некоторого специального языка, являющегося внутренним языком среды, с помощью которого среда из некоторой исходной структуры получает одну из возможных эталонных структур. Если считать, что каждой эталонной структуре поставлено в соответствие однозначным образом некоторое выходное решение, а исходная структура представляет собой описание ситуации на входе среды, то предлагаемый язык можно рассматривать как язык принятия решений при работе управляющей среды. Этот язык в дальнейшем будет называться модельным языком. Некоторые исходные положения этого языка заимствованы из информационно-логического языка, построенного Э.Ф. Скороходько [2].

Модельный язык состоит из двух конечных множеств $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, $R = \{r_1, \dots, r_m\}$ корреляционной и операционной грамматик. Множество A называется словарём понятий языка M

(модельного языка), множество R называется словарем отношений языка M . Отношения определены для пар понятий. Совокупность троек (a_1, r_j, a_k) образуют структуру. Задавая те или иные отношения между понятиями, мы будем получать определенные структуры. Корреляционной цепью называется совокупность троек

$$(a_{1_1}, r_{j_1}, a_{1_2}) (a_{1_2}, r_{j_2}, a_{1_3}) \dots (a_{1_{k-1}}, r_{j_{k-1}}, a_{1_k}).$$

Элементарной операцией называется получение однозначным или неоднозначным образом тройки (a_1, r_j, a_k) из троек (a_1, r_j, a_q) и (a_q, r_j, a_k) или из троек (a_1, r_j, a_q) и (a_k, r_j, a_q) . Сокращенно эта операция записывается в следующей форме $r_{j_3} = r_{j_1} * r_{j_2}$

Базовым множеством отношений называется такое подмножество R' множества R , элементы которого обладают следующими свойствами: 1) ни одно из отношений, входящих в R' , не может быть получено с помощью элементарной операции из пары других отношений, входящих в R' , и 2) любое отношение, входящее в разность множеств R и R' , получается как результат элементарной операции хотя бы над одной парой отношений, входящих в R' .

Корреляционная грамматика позволяет производить построение новых отношений в исходной структуре с помощью использования элементарных операций. Структура, получающаяся из данной путем использования элементарных операций, называется пополнением исходной структуры. Если исходная структура содержала базовое множество отношений, то её пополнение, для которого уже невозможно применить элементарную операцию, называется полной структурой.

Введем в рассмотрение пустое отношение λ . Тройка (a_1, λ, a_k) означает, что понятия a_1 и a_k в рассматриваемой структуре не связаны никаким отношением.

Обратным отношением к отношению r_1 будем называть такое отношение \bar{r}_1 , для которого справедливо следующее утверждение: если понятия a_1 и a_k связаны между собой отношением r_1 , то понятия a_k и a_1 обязательно связаны между собой отношением \bar{r}_1 , и наоборот. Если понятие a_1 связано с понятием a_k отношениями r_1 и \bar{r}_1 и отношения r_1 и \bar{r}_1 являются взаимно обратными, то мы будем предполагать, что a_1 и a_k связаны отношением λ , т.е. являются несвязанными независимо от возможных связей другого вида.

Введем два оператора: оператор перестановки P , преобразующий корреляционную цепь $(a_1, r_1, a_k) (a_k, r_2, a_m)$ в цепь (a_1, r_2, a_k)

(a_k, r_1, a_m) и оператор инверсий S , преобразующий цепь $(a_1, r_1, a_k)(a_k, r_2, a_m)$ в цепь $(a_1, \bar{r}_1, a_k)(a_k, \bar{r}_2, a_m)$. Можно показать, что для получения всех возможных пополнений структуры произвольного вида с помощью элементарных операций достаточно в корреляционной грамматике иметь правила порождения следующих шести видов:

- $$\begin{aligned} \Pi_1 &: r_1 = r_1 * r_1, \\ \Pi_2 &: r_1 = S[P(\Pi_1)], \\ \Pi_3 &: r_1 = P(\Pi_1), \\ \Pi_4 &: r_1 = S(\Pi_1), \\ \Pi_5 &: r_1 = r_j * r_1, \\ \Pi_6 &: r_1 = S[P(\Pi_1)]. \end{aligned}$$

Операционная грамматика модельного языка работает следующим образом. Для двух структур, состоящих из понятий a_1, \dots, a_k и связей между ними, вводятся операции пересечения и объединения. В результате операции пересечения двух структур получается структура, содержащая понятия a_1, \dots, a_k и те отношения между ними, которые присутствовали в каждой из исходных структур. В результате операции объединения получается структура, содержащая все отношения между понятиями a_1, \dots, a_k , которые имелись хотя бы в одной из исходных структур. При объединении остается в силе правило, при котором пара понятий a_1 и a_k в результирующей структуре оказывается несвязанной, если в исходных структурах они были связаны с помощью обратных отношений.

Введем еще операцию обобщения. Она состоит в замене множества понятий a_1, \dots, a_k новым обобщенным понятием α и замене множества отношений r_1, \dots, r_t новым обобщенным отношением ρ . Совокупность операций пересечения, объединения, инверсии и обобщения представляет собой совокупность операций операционной грамматики. Правила операционной грамматики указывают порядок применения операций, который порождает правильные языковые структуры. С помощью этих правил можно осуществлять сведение исходных пополненных структур к эталонным структурам.

В качестве развития модельного языка можно рассмотреть язык, в котором связи r_i взвешены некоторыми весами и задана грамматика пересчета весов при преобразовании структур. В

этом случае совмещение исходной структуры с эталонной структурой может происходить с точностью до некоторой заданной разницы весов.

Содержательный смысл всего сказанного выше сводится к следующему. Имеется однородная вычислительная среда, в которой каждый элемент может устанавливать связи различных типов с некоторым фиксированным небольшим числом элементов. В этом слое среды происходит запись исходной ситуации о состоянии объекта управления. В этом же слое с помощью элементарных операций по правилам корреляционной грамматики, заложенным либо в блок управления, либо в каждый элемент среды, происходит её пополнение. После этого происходит обобщение структур на второй уровень среды, где возникает новая исходная ситуация. Это обобщение происходит по правилам операционной грамматики, которые хранятся в каждом слое среды. Путем многошагового процесса пополнения на данном слое и обобщения в следующий слой происходит преобразование исходной ситуации к одной из обобщенных эталонных ситуаций, по которой однозначно формируется воздействие на управляемый объект.

Некоторые соображения о структуре дополнительного оборудования, удобного при решении задач управления, приводятся в работе [1].

В качестве примера задачи управления такого типа рассматривалась задача управления движением судов через шлюзованную систему на канале им. Москвы. В этой задаче словарь понятий включал в себя небольшое число элементов ("пассажирское судно", "танкер первого класса", "танкер второго класса", "грузовое судно", "шлюз", различные идентификаторы, включающие номера и собственные имена, и т.д.). Словарь отношений ("находиться на створе", "стоять в очереди за", "иметь площадь", "иметь время простоя" и т.д.) также был не слишком велик. С помощью информации, получаемой со створов канала и его шлюзов, формировалась исходная ситуация. По этой ситуации строилась одна из 60 возможных обобщенных эталонных структур, по которой однозначно для системы шлюзов принималось решение о судопропуске. Как показал опыт, для большей эффективности работы модельной управляющей среды желательно вводить в операционную грамматику кванторные операции, т.е. взвешивать некоторые отношения кванторами существования или переходить к взвешенным структурам, отождествляя эти веса с вероятностями соот-

ветствующих отношений.

В настоящее время основная работа по созданию модельного языка сводится к построению подязыков для целого ряда задач управления дискретными процессами (например, для управления движением автомобильного транспорта на городских магистралях, для управления системой конвейеров на предприятиях, для решения некоторых комбинаторных игровых задач и т.д.). Накопленный опыт позволяет более точно описать структуру модельного языка, удобного для решения задач подобного класса.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д.А. Поспелов. Принципы создания в памяти вычислительной машины модели окружающего её мира. - Доклады ИТК по итогам НИР МЭИ. Подсекция вычислительной техники. М., 1965.
2. Л.Э. Шеничная, Э.Ф. Скороходько. Синтез осмысленных предложений на ЭЦВМ. - Проблемы кибернетики, 1963, вып. 10.