

УДК 51:16

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ

Б.П.Гаврилко, Н.Г.Загоруйко

1. Содержательно задача эмпирического предсказания состоит в том, чтобы, отправляясь от уже известных эмпирических фактов и эмпирической гипотезы H_0 относительно измерительных приборов, с помощью которых эти факты были установлены, перейти к такой более сильной гипотезе H_1 , что предсказание на её основе новых эмпирических фактов будет успешным.

Уточнению и обсуждению этой задачи посвящены работы [1,2]. В этих работах формулируются и обосновываются требования (а именно, требования универсальности, нетривиальности и корректности) к возможным алгоритмам построения упомянутой более сильной гипотезы H_1 . Кроме того, в работе [2] показано, что если даже класс алгоритмов, удовлетворяющих всем этим требованиям непуст, тем не менее такие алгоритмы будут настолько "убогими", что их использование в эмпирических исследованиях не сможет принести удовлетворительный полезный эффект. Нарушение же хотя бы одного из требований приводит к тем или иным парадоксам, либо делает алгоритмы совершенно неприемлемыми.

Однако несмотря на этот результат существует известная необходимость в практически полезных, хотя и не избавленных от парадоксов, алгоритмах эмпирического предсказания, а факты истории естественнонаучных дисциплин обнадеживают и оправдывают поиски такого рода алгоритмов.

В настоящей работе предлагается универсальный алгоритм эмпирического предсказания, который, хотя и не удовлетворяет, по крайней мере, одному из требований С-3 - С-4 (см. [2]) и, следовательно, не избавлен от определенного рода парадоксов, все

же представляется интуитивно приемлемым и может оказаться практически полезным.

При рассмотрении этого алгоритма нами используются понятия эмпирической гипотезы, элементарного протокола, протокола, подпротокола, мощности протокола и изоморфизма протоколов, с которыми для понимания дальнейшего изложения можно ознакомиться, например, в работах [1] или [2].

2. Пусть $p_{\mathcal{E}_0}$ есть протокол эксперимента над конечным множеством B_0 эмпирических объектов такой, что его мощность равна n . Пусть H_0 - исходная гипотеза.

Предположим, нас интересует предсказание относительно ℓ новых объектов на основании более сильной гипотезы H_1 . Такое предсказание возможно осуществить, если известны все протоколы мощности $n + \ell$, согласующиеся с гипотезой H_1 .

Учтем то обстоятельство, что о новых эмпирических объектах известно некоторое множество элементарных протоколов. На аргументных местах предикатных символов этих протоколов стоят имена объектов из множества B_0 и имена интересующих нас новых объектов. Обозначим это множество элементарных протоколов через $\mathcal{U}$. В нетривиальном случае предсказания множество

$$E = p_{\mathcal{E}_0} \cup \mathcal{U}$$

не является протоколом.

Для предсказания достаточно теперь интересоваться всего лишь теми неизоморфными протоколами мощности $n + \ell$, для каждого из которых найдется ему изоморфный и содержащий множество E элементарных протоколов как собственное подмножество.

Итак, предлагаемый нами алгоритм A построения гипотезы

$$H_1 = A(\langle H_0, p_{\mathcal{E}_0} \rangle)$$

состоит в следующем.

Если нас интересует предсказание относительно ℓ новых объектов, то

1. Строим все неизоморфные протоколы мощности $n + \ell$ такие, что:
 - а) каждый из них согласуется с исходной гипотезой H_0 ;
 - б) для каждого из них существует такой ему изоморфный протокол, что множество E элементарных протоколов является его собственным подмножеством.

2. Полученный список протоколов сокращаем следующим образом.

а) Для каждого протокола p_{g_i} из списка находим такой подпротокол $\tilde{p}_{g_i}$, который содержит в себе все неизоморфные подпротоколы мощности k (число k равно количеству обращений к пункту 2, так что, например, при первом обращении $k=1$, при втором $k=2$ и т.д.) протокола p_{g_i} и, кроме того, имеет минимальную мощность. Числа m_i , равные мощностям протоколов $\tilde{p}_{g_i}$, запоминаем.

б) Среди m_i находим минимальное. Пусть оно равно m_{min} .

в) Выбрасываем из списка (а тем самым и из дальнейшего рассмотрения) все те протоколы p_{g_i} , подпротоколы $\tilde{p}_{g_i}$ которых имеют мощность большую, чем m_{min} .

3. Если при выполнении пункта 2 мы выбросили из списка хотя бы один протокол и если оставшийся список состоит более чем из одного протокола, то переходим снова к выполнению пункта 2.

4. Оставшаяся совокупность протоколов вместе со всеми им изоморфными соответствует искомой гипотезе H_1 .

Как видно, пункт 2 обеспечивает алгоритму свойство осуществлять нетривиальные предсказания. Вместе с тем он представляет собой формализацию предположения, что из двух конкурирующих гипотез более "успешно" будет предсказывать та, которая базируется на закономерности, обнаруживаемой на меньшем числе объектов.

3. Алгоритм был запрограммирован на языке "АЛГОЛ" для вычислительной машины "БЭСМ-6". С помощью этой программы решены некоторые модельные задачи предсказания. Примером одной из таких задач является следующая.

Имеется протокол эксперимента над некоторым количеством объектов, представляющих собой участки электрической цепи. Эксперимент ставится с помощью приборов: вольтметра, амперметра и омметра. В числе предикатов, значения истинности которых устанавливаются этими приборами, используются такие, как

$$a \leq b, \quad a + b \leq c,$$

и не используются предикаты типа умножения показаний амперметра на показания омметра, которые выглядели бы здесь явными подсказками.

Кроме того, имеется исходная эмпирическая гипотеза, тестовый алгоритм которой состоит из трех совершенно независимых блоков (в машинной программе они реализованы в виде отдельных процедур.

Т а б л и ц а 1

x_1	x_2	x_3
66	8	528
83	7	581
90	19	1260
78	23	1794
59	26	1534
72	34	2448
87	35	3045
61	41	2501
72	52	3744
84	53	4452
97	48	4656
56	56	3136
74	64	4736
64	1	4544
73	110	7488-9472*
72-112*	90	8030
90		8100

Т а б л и ц а 2

x_1	x_2	x_3
40	2112	132
35	2324	166
95	5040	180
115	7176	156
130	6136	118
170	9792	144
175	12180	174
205	10004	122
260	14976	144
265	17808	168
240	18624	194
280	12544	112
320	18944	148
355	18176	128
550	29952-37888	146
	32120	
450	32400	144-224
		180

шкалы которого соответствует I ому. В столбце x_2 - показания амперметра, единица шкалы которого соответствует 0.1 ампера, и в столбце x_3 - показания вольтметра со шкалой, размеченной через 0.1 вольта.

каждый из которых соответствует одному измерительному прибору и предназначен запрещать ненаблюдаемые с помощью этого прибора протоколы.

Требуется предсказать показания любого одного прибора при известных показаниях двух других приборов для нового участка электрической цепи.

Исходные показания приборов и результаты предсказания представлены здесь для удобства традиционно в виде числовой таблицы. Результаты предсказания, сделанные машиной, отмечены в таблице звездочкой. В этих же клетках внизу проставлены действительные показания приборов.

В таблицах каждая строка представляет показания приборов для одного участка электрической цепи.

В первой таблице в столбце x_1 приводятся показания омметра, единица

В правильности сделанного машиной предсказания в примере, представленном табл. 2, трудно убедиться на глаз даже человеку, знающему закон Ома. Между тем эта таблица отражает данные о тех же самых экспериментах, что и табл. 1, только в отличие от первой таблицы в первом столбце (x_1) содержатся показания амперметра, единица шкалы которого соответствует 0.02 ампера, во втором (x_2) - вольтметра со шкалой, деления которой проставлены через 0.025 вольта, и в третьем (x_3) - омметра с делениями шкалы через 0.5 ома. По крайней мере, в те времена, когда закон Ома был неизвестен, такие шкалы на приборах были ничуть не хуже шкал современных приборов.

В этих опытах демонстрировалась принципиальная работоспособность алгоритма.

Л и т е р а т у р а

1. БИТЯЕВ Е.Е., ГАВРИЛКО Б.П., ЗАГОРУЙКО Н.Г., САМОХВАЛОВ К.Ф. Требования к алгоритмам эмпирического предсказания. - "Вычислительные системы", 1972, вып. 50, с. 100-105.

2. САМОХВАЛОВ К.Ф. О теории эмпирических предсказаний. На - стоящий сборник, с. 3-35.

Поступила в ред.-изд.отд.
8 августа 1973 года