

УДК 330.47:303.732.4
ББК 6513631
Л86

Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков

**Системно-когнитивный подход
к решению обобщенной задачи о назначениях
(Рецензирована)**

Аннотация

В статье кратко рассматривается задача о назначениях в общей постановке. Рассматриваются результаты применения системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях, обеспечивающего автоматическое прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов.

Ключевые слова: системно-когнитивный анализ, задача о назначениях, семантическая информационная модель, система «Эйдос», затраты, ресурсы, распознавание.

E.V. Lutsenko, V.E. Korzhakov

**The system-cognitive approach
to the solution of the generalized problem on appointments**

Abstract

The paper examines briefly the problem on appointments in the general organization. Results of application of the system-cognitive analysis and its toolkit – “Eidoses” system – are used to solve generalization of a problem on the appointments not found in the literature previously. This provides automatic forecasting the degree of utility of cargoes for different backpacks making use of cargo features by solving the problem of recognition, with application of the model basing on precedents database.

Key words: the system-cognitive analysis, a problem on appointments, semantic information model, “Eidoses” system, expenses, resources, recognition.

Различные варианты задачи о назначениях часто встречаются во многих предметных областях от управления запасами на стационарных складах и воздушных, водных и подводных судах, управления персоналом в коллективах и до управления очередями заданий в различных системах массового обслуживания (СМО), например, в супермаркетах и многопроцессорных вычислительных системах.

Сформулируем (на неформальном уровне) общую постановку задачи о назначениях в традиционной терминологии СК-анализа.

Размещаемые грузы будем называть объектами или элементами, а рюкзаки - классами или подсистемами. В качестве количественной меры «пользы» от размещения объекта в классе (для самого класса и системы в целом) будем рассматривать сходство образа данного конкретного объекта с обобщенным образом класса.

Дано:

1. Элементы имеют свойства и в разной степени подходят для различных подсистем, но в какой именно степени подходят – это надо еще определить (это задача распо-

знавания).

2. На включение элементов в состав подсистем затрачиваются определенные ресурсы подсистем, т.е. каждому элементу соответствуют затраты, а подсистемам – ресурсы.

3. Все элементы различны.

4. Каждый элемент может быть назначен единственной подсистеме.

Необходимо: максимизировать суммарный системный эффект (пользу) от распределения элементов по подсистемам и желательно при этом минимизировать суммарные затраты.

Предлагается следующий обобщенный алгоритм:

Этап 1. Синтез модели, отражающей влияние признаков грузов на их полезность для разных рюкзаков.

Этап 2. Прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков этих грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов.

Этап 3. Размещение грузов в рюкзаки, для которых их удельная полезность максимальна, до тех пор пока не распределены все грузы и это позволяют ресурсы рюкзаков.

Или подробнее по шагам:

Шаг 1. Находим удельную полезность каждого груза для каждого рюкзака: (полезность для рюкзака)/затраты, т.е. полезность единицы затрат для каждого варианта размещения каждого груза в каждом рюкзаке*.

Шаг 2. Сортируем варианты размещения грузов в порядке убывания удельной полезности для всех грузов и рюкзаков. В этой базе данных каждый груз будет встречаться столько раз, сколько есть рюкзаков, но размещаться будет только в один из них.

Шаг 3. Организуем цикл по вариантам размещения грузов в порядке убывания их удельной полезности.

Шаг 4. Размещаем груз с наибольшей удельной полезностью из еще не размещенных в рюкзаке при условии, что это позволяют ресурсы рюкзака. Иначе данный вариант размещения больше не рассматривается. Вычисляем остаток ресурсов рюкзака (вычитаем из его текущих ресурсов затраты на размещение текущего груза).

Шаг 5. Остались еще не рассмотренные варианты размещения грузов по рюкзакам? Если да – то переход на шаг 5, иначе – на шаг 6

Шаг 6. Выход.

Возможны различные подходы к решению этой задачи.

Первые два этапа могут быть реализованы с помощью различных технологий ис-

*Необходимо отметить, что идея об использовании «удельной полезности» (или аналогичная), не принадлежит авторам статьи.

кусственного интеллекта [1, 2]. Известно, что третий этап может быть реализован с применением методов линейного, нелинейного и динамического программирования.

Однако у этих подходов есть свои проблемы:

1. Труднодоступность или фактическое отсутствие программного обеспечения, позволяющего строить на основе прецедентов и применять для прогнозирования модели влияния признаков объектов на их полезность для различных применений.

2. Значительные затраты вычислительных ресурсов (прежде всего времени) при решении подобных задач, даже при очень ограниченных размерностях, весьма далеких от реальных.

По поводу 1-й проблемы можно сказать, что не вполне ясен, даже чисто в научном плане, общий подход к определению полезности, тем более в количественной форме, тем более при большом количестве объектов и их применений (классов).

Таким образом, полезность даже определить трудно, но ясно: одного определения самого по себе еще совершенно недостаточно, т.к. для решения задачи на практике необходимо еще и ввести эту полезность в соответствующие базы данных, что вручную сделать в большинстве реальных случаев практически невозможно.

Следовательно, необходимо специальное программное обеспечение, позволяющее не только количественно определять полезность большого количества объектов для значительного количества их применений на основе признаков этих объектов, но и автоматически вводить эту информацию (наряду с другой, указанной в условиях задачи) в соответствующие базы данных, а также имеющее режимы, непосредственно обеспечивающие решение задачи о назначениях в универсальной форме, не зависящей от предметной области.

Причиной 2-й проблемы, т.е. большой вычислительной трудоемкости решения подобных задач, по мнению авторов, является так называемая проблема «комбинаторного взрыва».

Для решения сформулированных проблем и задач предлагается применить системно-когнитивный анализ (СК-анализ) и его инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос» (система «Эйдос»), в которой в универсальной постановке, не зависящей от предметной области, полностью реализованы необходимые для этого алгоритмы и информационная инфраструктура [1-6].

Вычислительные эксперименты показали, что использование реализованного в системе «Эйдос» алгоритма более чем в 2 раза повышает среднюю пользу по системе по сравнению со случайным назначением. В реальных примерах это превышение может быть значительно большим, т.к. в примере, рассматриваемом в данной статье, объекты обладают случайными признаками и случайным образом отнесены к классам.

В результате работы данного режима формируются выходные формы, представленные в таблицах.

Таблица 1

База данных ресурсов классов

Код класса	Наименование класса	Ресурс	Остаток ресурса	Количество объектов	Суммарная польза	Сумма затрат	Средневзвешенная удельная польза	Средняя польза	Средние затраты
1	Klass_1	89,000	0,000	17,000	712,5022397	89,000	8,0056431	41,9118965	5,235
2	Klass_2	32,000	2,000	8,000	467,2168469	30,000	15,5738949	58,4021059	3,750
3	Klass_3	46,000	0,000	11,000	518,6988525	46,000	11,2760620	47,1544411	4,182
4	Klass_4	42,000	2,000	11,000	617,5542042	40,000	15,4388551	56,1412913	3,636
5	Klass_5	37,000	0,000	9,000	408,5936439	37,000	11,0430715	45,3992938	4,111
	Сумма по классам:	246,000	4,000	56,000	2724,5657872	242,000	61,3375266	249,0090286	20,914
	Среднее на класс:	49,200	0,800	11,200	544,9131574	48,400	12,2675053	49,8018057	4,183

Рассмотрим подробнее результаты назначения объектов распознаваемой выборки на классы (см. таблицы 2 – 7).

В таблице 2 приведены сводные результаты назначения объектов на классы.

Таблица 2

Сводные результаты назначения объектов на классы

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ:	
СУММА ПО ВСЕМ КЛАССАМ:	
Начальный ресурс: 246, остаток: 4	
Суммарное сходство:.....	2724.5657872
Фактические суммарные затраты:.....	242
Средневзвешенное удельное сходство:.....	61.3375266
Среднее на объект суммарное сходство:.....	249.0090286
Средние на объект фактические суммарные затраты:...	21
Всего назначено:.....	56 объекта(ов)
СРЕДНЕЕ НА КЛАСС:	
Начальный ресурс: 49.200, остаток: 0.800	
Суммарное сходство:.....	544.9131574
Фактические суммарные затраты:.....	48.400
Средневзвешенное удельное сходство:.....	12.2675053
Среднее на объект суммарное сходство:.....	49.8018057
Средние на объект фактические суммарные затраты:...	4.183
В среднем на класс назначено:.....	11.200 объекта(ов)

В таблицах 3 – 7 приведены результаты назначения объектов на классы с 1-го по 5-й соответственно.

Таблица 3

Результат назначения объектов на 1-й класс

КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:					
Код: 1, наименование: Klass_1, начальный ресурс: 89, остаток: 0					
Суммарное сходство:.....712.5022397					
Фактические суммарные затраты:.....89					
Средневзвешенное удельное сходство:.....8.0056431					
Среднее на объект суммарное сходство:.....41.9118965					
Средние на объект фактические суммарные затраты:...5.235					
Всего на данный класс назначено:.....17 объекта(ов):					
Номер по пор.	Код объекта	Наименование объекта	Ур-нь сходст об.с классом	Затраты на назн. объекта	Удельное сход об. с классом
1	90	Ist-00090	35.2205677	1	35.2205677
2	21	Ist-00021	34.4137661	1	34.4137661
3	6	Ist-00006	53.0519770	2	26.5259885
4	58	Ist-00058	47.7400114	2	23.8700057
5	5	Ist-00005	51.7322895	4	12.9330724
6	28	Ist-00028	58.3606532	5	11.6721306
7	85	Ist-00085	53.0519770	5	10.6103954
8	65	Ist-00065	61.8074476	8	7.7259310
9	29	Ist-00029	35.2205677	5	7.0441135
10	91	Ist-00091	58.3606532	9	6.4845170
11	20	Ist-00020	35.2205677	6	5.8700946
12	1	Ist-00001	36.8947308	7	5.2706758
13	100	Ist-00100	47.1043333	10	4.7104333
14	78	Ist-00078	40.8870089	9	4.5430010
15	30	Ist-00030	22.6644450	5	4.5328890
16	86	Ist-00086	22.1189613	5	4.4237923
17	87	Ist-00087	18.6522823	5	3.7304565

Таблица 4

Результат назначения объектов на 2-й класс

КЛАСС НАЗНАЧЕНИЕ:					
Код: 2, наименование: Klass_2, начальный ресурс: 32, остаток: 2					
Суммарное сходство:.....467.2168469					
Фактические суммарные затраты:.....30					
Средневзвешенное удельное сходство:.....15.5738949					
Среднее на объект суммарное сходство:.....58.4021059					
Средние на объект фактические суммарные затраты:...3.750					
Всего на данный класс назначено:.....8 объекта(ов):					
Номер по пор.	Код объекта	Наименование объекта	Ур-нь сходст об.с классом	Затраты на назн. объекта	Удельное сход об. с классом
1	97	Ist-00097	31.9232794	1	31.9232794
2	13	Ist-00013	63.1013633	3	21.0337878
3	81	Ist-00081	62.9062481	3	20.9687494
4	50	Ist-00050	76.6495522	4	19.1623881
5	44	Ist-00044	63.5108619	5	12.7021724
6	93	Ist-00093	63.5108619	5	12.7021724
7	72	Ist-00072	63.1013633	5	12.6202727
8	64	Ist-00064	42.5133168	4	10.6283292

Таблица 5

Результат назначения объектов на 3-й класс

КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:					
Код: 3, наименование: Klass_3, начальный ресурс: 46, остаток: 0					
Суммарное сходство:.....518.6988525					
Фактические суммарные затраты:.....46					
Средневзвешенное удельное сходство:.....11.2760620					
Среднее на объект суммарное сходство:.....47.1544411					
Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.182					
Всего на данный класс назначено:.....11 объекта(ов):					
Номер по пор.	Код объекта	Наименование объекта	Ур-нь сходст об.с классом	Затраты на назн. объекта	Удельное сход об. с классом
1	43	Ist-00043	55.5838012	2	27.7919006
2	61	Ist-00061	56.8425916	3	18.9475305
3	94	Ist-00094	49.8391402	3	16.6130467
4	24	Ist-00024	46.7424653	3	15.5808218
5	63	Ist-00063	55.5838012	4	13.8959503
6	42	Ist-00042	22.9821121	2	11.4910561
7	12	Ist-00012	44.0710764	4	11.0177691
8	11	Ist-00011	52.7766247	6	8.7961041
9	74	Ist-00074	38.5802769	5	7.7160554
10	16	Ist-00016	48.1370433	7	6.8767205
11	89	Ist-00089	47.5599196	7	6.7942742

Таблица 6

Результат назначения объектов на 4-й класс

КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:					
Код: 4, наименование: Klass_4, начальный ресурс: 42, остаток: 2					
Суммарное сходство:.....617.5542042					
Фактические суммарные затраты:.....40					
Средневзвешенное удельное сходство:.....15.4388551					
Среднее на объект суммарное сходство:.....56.1412913					
Средние на объект фактические суммарные затраты:...3.636					
Всего на данный класс назначено:.....11 объекта(ов):					
Номер по пор.	Код объекта	Наименование объекта	Ур-нь сходст об.с классом	Затраты на назн. объекта	Удельное сход об. с классом
1	95	Ist-00095	34.5572497	1	34.5572497
2	92	Ist-00092	69.4227545	3	23.1409182
3	34	Ist-00034	72.0227334	4	18.0056834
4	47	Ist-00047	72.0227334	4	18.0056834
5	19	Ist-00019	51.2415712	3	17.0805237
6	84	Ist-00084	51.2415712	3	17.0805237
7	80	Ist-00080	48.6415923	3	16.2138641
8	2	Ist-00002	46.1955575	3	15.3985192
9	32	Ist-00032	69.4227545	5	13.8845509
10	70	Ist-00070	41.5353662	3	13.8451221
11	40	Ist-00040	61.2503203	8	7.6562900

Таблица 7

Результат назначения объектов на 5-й класс

КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:					
Код: 5, наименование: Klass_5, начальный ресурс: 37, остаток: 0					
Суммарное сходство:.....408.5936439					
Фактические суммарные затраты:.....37					
Средневзвешенное удельное сходство:.....11.0430715					
Среднее на объект суммарное сходство:.....45.3992938					
Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.111					
Всего на данный класс назначено:.....9 объекта(ов):					
Номер по пор.	Код объекта	Наименование объекта	Ур-нь сходст об.с классом	Затраты на назн. объекта	Удельное сход об. с классом
1	49	Ist-00049	51.8183980	1	51.8183980
2	57	Ist-00057	60.6187779	4	15.1546945
3	3	Ist-00003	57.5283765	5	11.5056753
4	25	Ist-00025	62.1137448	6	10.3522908
5	71	Ist-00071	40.4988661	4	10.1247165
6	4	Ist-00004	58.5112721	6	9.7518787
7	18	Ist-00018	43.5892675	5	8.7178535
8	14	Ist-00014	22.7546711	3	7.5848904
9	22	Ist-00022	11.1602699	3	3.7200900

В таблице 8 приведены объекты, оставшиеся не назначенными на классы по причинам их низкого соответствия классам и высоких затрат на их назначение.

Таблица 8

Объекты, оставшиеся неназначенными на классы

СПИСОК НЕНАЗНАЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ:			
Номер по пор.	Код объекта	Наименование объекта	Затраты на назн. объекта
1	7	Ist-00007	5
2	8	Ist-00008	5
3	9	Ist-00009	7
4	10	Ist-00010	7
5	15	Ist-00015	6
6	17	Ist-00017	9
7	23	Ist-00023	8
8	26	Ist-00026	7
9	27	Ist-00027	6
10	31	Ist-00031	6
11	33	Ist-00033	8
12	35	Ist-00035	8
13	36	Ist-00036	5
14	37	Ist-00037	7
15	38	Ist-00038	7
16	39	Ist-00039	7
17	41	Ist-00041	7
18	45	Ist-00045	7
19	46	Ist-00046	8
20	48	Ist-00048	9
21	51	Ist-00051	9
22	52	Ist-00052	10
23	53	Ist-00053	6
24	54	Ist-00054	8
25	55	Ist-00055	10
26	56	Ist-00056	9
27	59	Ist-00059	4
28	60	Ist-00060	10
29	62	Ist-00062	6
30	66	Ist-00066	4
31	67	Ist-00067	7
32	68	Ist-00068	7
33	69	Ist-00069	10
34	73	Ist-00073	5
35	75	Ist-00075	8
36	76	Ist-00076	10
37	77	Ist-00077	8
38	79	Ist-00079	6
39	82	Ist-00082	10
40	83	Ist-00083	5
41	88	Ist-00088	8
42	96	Ist-00096	7
43	98	Ist-00098	9
44	99	Ist-00099	4

Универсальная когнитивная аналитическая система
НПП «Эйдос»

Итак, выполнено назначение объектов на классы, максимизирующее пользу по классам и в целом (суммарно) по системе и при этом минимизирующее остатки ресурсов классов, затраты по классам и общие затраты, при заданных затратах на каждый объект и ограничениях на ресурсы классов.

Кратко рассмотрим возможные применения задачи о назначениях при управлении персоналом (в области педагогики и психологии). СК-анализ и система «Эйдос» позволяют разработать профессиограммы, т.е. на основе ретроспективной базы данных определить, какие признаки респондентов (первичные, устанавливаемые непосредствен-

но, вторичные, т.е. расчетные) наиболее характерны для работников, успешно работающих по тем или иным должностям [1, 3, 5, 6]. Аналогично могут быть разработаны профиограммы, отражающие успешность обучения по тем или иным специальностям, дисциплинам и циклам дисциплин [1, 2, 4].

Во всех этих случаях можно решить задачу о назначениях, т.е. распределить кандидатов, претендующих на ту или иную оплату труда (затраты), на должности, в соответствии с ограничениями на фонд оплаты труда по этим должностям, причем сделать это таким образом, что и для каждого работника, и по каждой должности, и по организации в целом будет получена максимальная польза.

Вывод: системно-когнитивный анализ и его инструментарий - система «Эйдос» - являются адекватным средством для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях, учитывающего не только различную полезность одного и того же груза для разных рюкзаков, различные затраты на грузы и ресурсы рюкзаков, но и обеспечивающего автоматическое определение степени этой полезности на основе признаков груза путем решения задачи распознавания.

Примечания:

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем). Краснодар: Изд-во КубГАУ. 2002. 605 с.
2. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы. Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2006. 615 с.
3. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. 280 с.
4. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ) (на примере АСУ вузом). Майкоп: Изд-во АГУ, 2009. 520 с.
5. Луценко Е.В., Селиверстов В.В. Разработка профиограмм и оптимальных адаптивных тестов на основе интеллектуальной технологии "ЭЙДОС" // Современные компьютерные технологии обучения: материалы 2-й межвуз. науч.-метод. конф. Краснодар: КВВАУ, 1998. С. 32-34.
6. Наприев И.Л., Луценко Е.В., Чистилин А.Н. Образ-Я и стилевые особенности деятельности сотрудников органов внутренних дел в экстремальных условиях. Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2008. 262 с.

References:

1. Lutsenko E.V. The automated system-cognitive analysis in active objects control (the system theory of the information and its application in researches of economic, social-psychological, technological and organizational-technical systems). Krasnodar: KubGaU Publishing House. 2002. 605 pp.
2. Lutsenko E.V. Intellectual information systems. Krasnodar: KubGaU Publishing House, 2006. 615 pp.
3. Lutsenko E.V. Theoretical bases and technology of the adaptive semantic analysis in decision-making support (using an example of the universal automated system of image recognition – "EIDOSES - 5.1"). Krasnodar: KJI of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 1996. 280 pp.
4. Lutsenko E.V., Korzhakov V.E, Laptev V.N. Theoretical bases and technology of application of the system-cognitive analysis in the automated systems of processing the information and control (ASPIC) (as shown by the automated system of control of higher school). Maikop: AGU Publishing House, 2009. 520 pp.
5. Lutsenko E.V., Seliverstov V.V. Processing the professional diagrams and optimum adaptive tests on the basis of intellectual technology – "EIDOSES" // Modern computer technologies of teaching: Materials 2nd Interhigher School Sci.-Method. Conf. Krasnodar: KVVAU, 1998. P. 32-34.
6. Napriev I.L., Lutsenko E.V., Chistilin A.N. The image of myself and style features of activity of employees in law-enforcement bodies in extreme conditions. Krasnodar: KubGaU Publishing House, 2008. 262 pp.