Прикладные задачи анализа данных

Пост-троечные последовательности

Дьяконов А.Г.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия)

Разработка рекомендательной системы

Международное соревнование «VideoLectures.Net Recommender System Challenge (ECML/PKDD Discovery Challenge 2011)»

`http://tunedit.org/challenge/VLNetChallenge?m=summary`

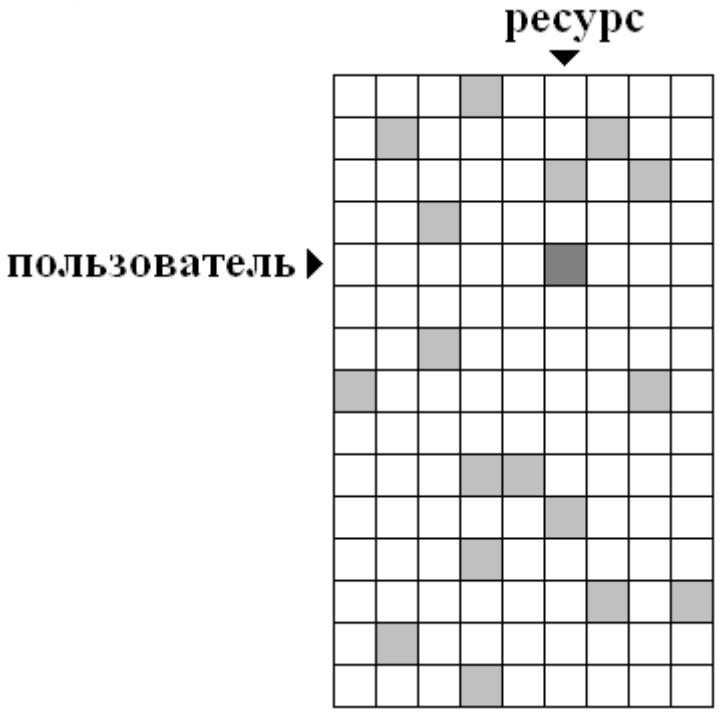
Опишем лучший алгоритм из 62

Дано: статистика популярности (+ описания лекций)

Надо: дать рекомендацию пользователю

– предложить лекции для просмотра

Обычно: матрица «пользователи – ресурсы»



Методы коллаборативной фильтрации

~ похожие пользователи – похожие ресурсы

Новое направление в анализе данных –

правильное обезличивание и усреднение

Pooled sequences

Формирование пост-троечных последовательностей

$$102 \to 33 \to 2 \to 34 \to 35 \to 2 \to 102 \to 17 \to 36,$$

удаляем из неё повторы:

$$102 \to 33 \to 2 \to 34 \to 35 \to 17 \to 36$$

после тройки $\{2,33,35\}$ **смотрел** $\{17,36\}$**.**

7×{2,33,35}: 2×9, 5×13, 3×17, 1×30, 1×36

```
102 → 33 → 2 → 34 → 35 → 17 → 36
35 → 33 → 100 → 2 → 9 → 13 → 17
2 → 7 → 103
2 → 35 → 33 → 13 → 9 → 17
2 → 100 → 35 → 33 → 13 → 30
100 → 2 → 35 → 7 → 33
35 → 10 → 33 → 13
33 → 107 → 2 → 35 → 13
98 → 2 → 99 → 35 → 33 → 13
```

Дано: некоторые пост-троечные последовательности (109044 шт.)

Найти: другие пост-троечные последовательности

(точнее: 10 первых членов в нужном порядке)

```
7x {2, 33, 35}:   5×13, 3×17, 2×9,  1×30, 1×36
5x {2, 20, 21}:   3×1,  2×13, 2×30, 2×33, 2×40
8x {33, 20, 35}:  4×9,  4×13, 4×30, 2×7,  2×8
2x {1, 3, 35}:    2×7,  1×8,  1×13
...

?x {3, 20, 8} ?, ?, ?, ?, ?, …
```

рекомендации!

Качество:

$$\frac{1}{|Z|}\sum_{z\in Z}\frac{|\{r_1,\ldots,r_{\min(S,R,z)}\}\cap\{s_1,\ldots,s_{\min(S,R,z)}\}|}{\min(S,R,z)}$$

$r_1,\ldots,r_R$ – **рекомендации**

$s_1,\ldots,s_S$ – **правильные ответы**

$Z=\{5,10\}$

Обозначения

Пост-троечная последовательность – вектор

$$v(\{a,b,c\}) = (v_1(\{a,b,c\}),\ldots,v_L(\{a,b,c\})),$$

L **– число лекций,**

$v_j(\{a,b,c\})$ **– сколько раз была просмотрена** j**-я лекция после тройки.**

Как решать?

Объединение и пересечение множеств

(отдельная лекция по Fuzzy Sets)

мультимножества и нечёткие множества

$$\{1,2,2,3\} \cup \{2,3,4,4\} = \{1,2,2,2,3,3,4,4\}$$

	(1,2,1,0, ...)	сложение характеристических векторов
+	(0,1,2,2, ...)	
=	(1,3,3,2, ...)	

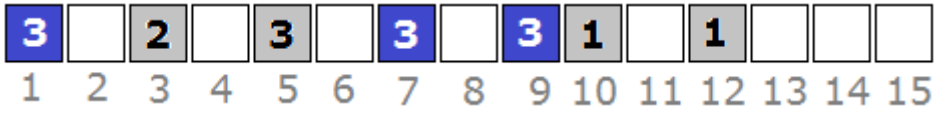
или

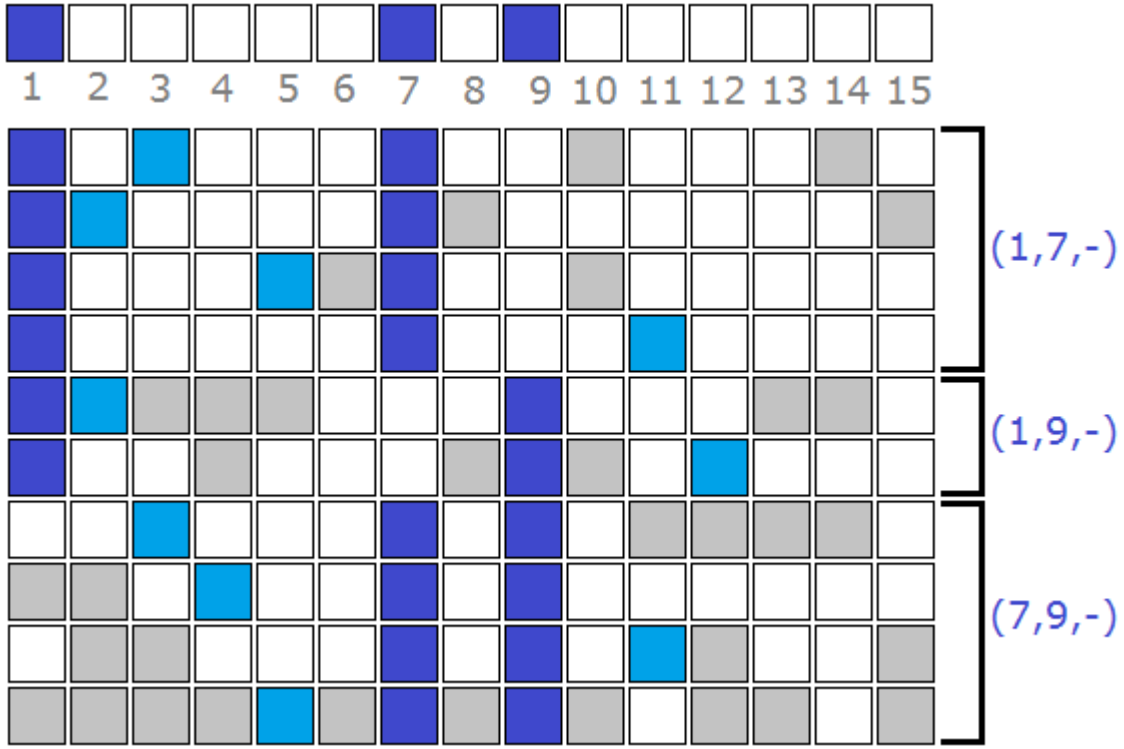
$$\{1,2,\mathbf{2},3\} \cup \{2,\mathbf{3},4,\mathbf{4}\} = \{1,2,\mathbf{2},3,\mathbf{3},4,\mathbf{4}\}$$

	(1,2,1,0, ...)	если у элементов есть цвета, то можем гарантировать, что в объединение войдёт максимум элементов...
max	(0,1,2,2, ...)	
=	(1,2,2,2,...)	

«Объединение информации»

3×{1,7,9}: 3×5, 2×3, 1×10, 1×12





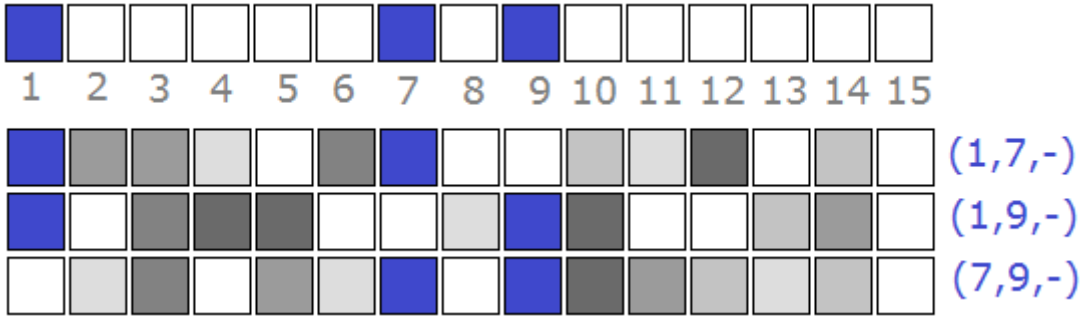
«Объединение информации»

Объединяем с помощью суммирования:

$$s(\{a,b\}) = \sum_d v(\{a,b,d\}),$$
$$s(\{a,c\}) = \sum_d v(\{a,c,d\}),$$
$$s(\{b,c\}) = \sum_d v(\{b,c,d\}).$$

Получили информацию по парам

«Пересечение информации»



$$s(\{a,b\})\cdot s(\{b,c\})\cdot s(\{a,c\})$$

$$(s(\{a,b\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{a,c\})+\varepsilon)$$

но предварительно использовались нормировки…

Пример нормировки

Аналог IDF

$$v'(\{a,b,c\}) = \left(\frac{v_1(\{a,b,c\})}{\log(|\{\tilde{t} \in T \,|\, v_1(\tilde{t}) > 0\}| + 2)} \;\cdots\; \frac{v_L(\{a,b,c\})}{\log(|\{\tilde{t} \in T \,|\, v_L(\tilde{t}) > 0\}| + 2)} \right)$$

$|\{\tilde{t} \in T \,|\, v_j(\tilde{t}) > 0\}|$ **– число троек из обучения,**

в пост-троечные последовательности которых входит j**-я лекция.**

Как формировались итоговые оценки

$$\gamma = \log(s(\{a,b\}) \cdot s(\{b,c\}) \cdot s(\{a,c\}))$$

$$\gamma = \log(s(\{a,b\})) + \log(s(\{b,c\})) + \log(s(\{a,c\}))$$

$$(s(\{a,b\}) + \varepsilon) \cdot (s(\{b,c\}) + \varepsilon) \cdot (s(\{a,c\}) + \varepsilon)$$

не происходит зануления большинства элементов вектора (и потери информации)

$$\gamma = \frac{\log(s(\{a,b\}) + 0.02)}{\text{std}(\omega(s(\{a,b\}))) + 0.5} + \frac{\log(s(\{b,c\}) + 0.02)}{\text{std}(\omega(s(\{b,c\}))) + 0.5} + \frac{\log(s(\{a,c\}) + 0.02)}{\text{std}(\omega(s(\{a,c\}))) + 0.5}$$

ω ~ множество ненулевых элементов вектора

Как формировались итоговые оценки

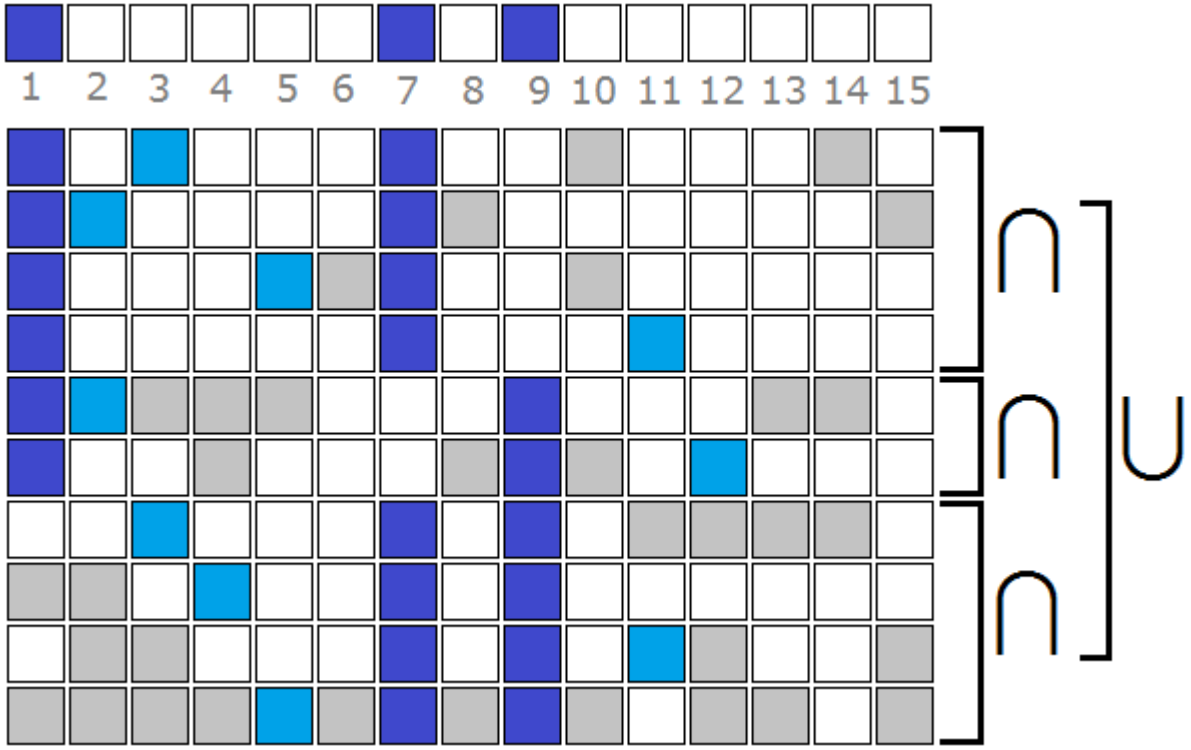
γ (вид выражения)	качество
$(s(\{a,b\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{a,c\})+\varepsilon),\ \varepsilon=0$	**57.27%**
$(s(\{a,b\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{a,c\})+\varepsilon),\ \varepsilon=0.01$	**62.11%**
$(s(\{a,b\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{a,c\})+\varepsilon),\ \varepsilon=0.1$	**61.60%**
$(s(\{a,b\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{a,c\})+\varepsilon),\ \varepsilon=1$	**58.84%**
$(s(\{a,b\})+s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+s(\{a,c\})+\varepsilon)\cdot$ $\cdot(s(\{a,c\})+s(\{a,b\})+\varepsilon),\ \varepsilon=0$	**58.63%**
$(s(\{a,b\})+s(\{b,c\})+\varepsilon)\cdot(s(\{b,c\})+s(\{a,c\})+\varepsilon)\cdot$ $\cdot(s(\{a,c\})+s(\{a,b\})+\varepsilon),\ \varepsilon=0.001$	**59.87%**

РП второго места:

$$\gamma = s(\{a,b\})\log(s(\{a,b\}))+s(\{b,c\})\log(s(\{b,c\}))+s(\{a,c\})\log(s(\{a,c\}))$$

Идея алгоритма

А так… всё просто



Rank	Team	Preliminary Result	Final Result
1	+ D'yakonov Alexander	0.62102	0.62415
2	meridion	0.60791	0.61172
3	UniQ	0.58727	0.59063
4	+ Haibin Liu	0.47384	0.47507
5	+ barney	0.47060	0.47243
6	vyatka	0.45149	0.45553
7	+ Saul Delabrida	0.44343	0.44571
8	+ Inner Peace	0.28096	0.28282
9	+ DMIR	0.27137	0.27439
10	dddnnn	0.25921	0.26185

Если известно хорошее статистическое описание объекта, то признаковое описание бесполезно

Автор, область, кратность (в п-т посл-ти)	Название
Anastasia Krithara Text Mining	Active, Semi-Supervised Learning for Textual Information Access
Isabelle Guyon Machine Learning	Introduction to Machine Learning
Mikaela Keller Statistics	Basics of probability and statistics
Ulrike von Luxburg, Clustering, 5×	Lectures on Clustering
William Cohen, Text Mining, 4×	Text Classification
John Shawe-Taylor, Statistical Learning, 3×	Statistical Learning Theory
Cynthia Rudin, Boosting, 3×	The Dynamics of AdaBoost