

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НА НЕЧЕТКИХ ДАННЫХ «УПРАВЛЕНИЕ ГАРДЕРОБОМ»

Федорова Н.С.,

научный руководитель канд. техн. наук Даничев А.А.

*Сибирский федеральный университет*

Специфика современного мира представляет весьма серьезные требования к внешнему облику человека. Поэтому технологии, позволяющие упростить процесс формирования гармоничного образа являются весьма актуальными на данный момент.

Понятно, что прежде всего необходимо обратить внимание на тот набор вещей, что уже содержится у человека. То, какие вещи наполняют гардероб, и в какой согласованности они находятся друг с другом – факторы, определяющие, насколько быстро и легко можно из имеющихся вещей собрать различные ансамбли, согласованные по цвету, с учетом стиля и индивидуальных предпочтений.

Таким образом, содержание и качество наполнения гардероба является объектом оптимизации в поставленной задаче. Необходимо оценить согласованность элементов гардероба на текущий момент времени и разработать стратегию повышения общей эффективности.

### Описание математической модели

Перейдем к формальной постановке задачи. В качестве исходных данных мы имеем:

- $E$  – множество элементов гардероба  $e_m \in E, e_m = \{a_x, p_v, c_k, t_f, oc\}$   
Где  $a_x$  – идентификационный номер элемента  $e_m$  в системе,  $p_v$  – его тип,  $c_k$  – цвет,  $t_f$  – сезон,  $oc$  – оценка пользователя.
- $P$  – конечное множество типов предметов гардероба  
 $p_v \in P$ . Обозначим принадлежность элемента  $e_m$  к типу  $p_v : P(e_m) = p_v$
- $C$  – множество цветов  
 $c_k \in C$ . Обозначим принадлежность элемента  $e_m$  к цвету  $c_k : C(e_m) = c_k$
- $K$  – множество комплектов – шаблонов  
 $k_r \in K$ .

Каждый шаблон-комплект представляет собой упорядоченное множество типов одежды.

$$k_r = \{p_1, p_2, \dots, p_{h_r}\}$$

Где  $p_v$  – элемент множества типов  $P$

Другими словами, шаблон-комплект образует эталонный каркас комплекта одежды. Именно он определяет, какие типы одежды и в каком их сочетании допустимо использовать для создания комплекта в необходимом стиле. Таким образом, для каждого стиля  $s_l$  существует такой набор шаблонов-комплектов  $K_l$ .

Для того, чтобы определить, какие цвета допустимо использовать для синтеза комплекта одежды и как можно их сочетать введем  $Q_C$  – нечеткое бинарное отношение на множестве цветов  $C$ .

$$Q_C = \{(c_i, c_j), \mu_Q(\langle c_i, c_j \rangle)\}$$

, где  $\mu_{Q_C}(\langle c_i, c_j \rangle)$  – мера близости (сочетаемости) цветов  $c_i$  и  $c_j$ , определяется, как отображение  $\mu_{Q_C} : C \times C \rightarrow [0,1]$ .

В простой модели работа идет с базовыми цветами – 7 цветов радуги, черный и белый.

- $S$  – конечное множество стилей  $s_l \in S$ , задается набором шаблонов

$$s_l = \{K_l\}$$

Таким образом, каждому стилю  $s_l \in S$  ставится в соответствие множество шаблонов-комплектов  $K_l$ .

$$s_l = \{K_l\}$$

Где  $K_l$  - набор шаблонов-комплектов, определенное для стиля  $s_l$

### Описание алгоритма синтеза комплекта одежды

Алгоритм синтеза комплекта одежды можно построить следующим образом:

1. Наложение ограничений на исходное множество  $E$
2. Синтез  $k$  комплектов
3. Оценка согласованности

Имеем исходный набор элементов гардероба  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ , так же известен стиль

$s_l = \{K_l\}$ , в соответствие ему задано множество комплектов-шаблонов  $K_l$ :

$$K_l: \begin{cases} k_1^l = \{p_{11}, p_{21}, \dots, p_{hr_1}\} \\ \dots \\ k_r^l = \{p_{1r}, p_{2r}, \dots, p_{hr_r}\} \end{cases}$$

Рассмотрим ограничения, накладываемые на исходное множество  $E$  шаблоном  $k_i$ :

$$E_i = \{e_l \in E, P(e_l) = k_i\}$$

Мощность множества  $e_m \in E$ ,  $|E| = (5, \infty)$ . Положим, что решение задачи с  $|E| < 5$  не имеет смысла, т.к. работа со столь малым количеством комбинаций не принесет большой практической пользы.

Мощность множества  $k_r \in K$ ,  $|K| = (2, 5)$ .

Таким образом, для формирования комплекта одежды согласно стилю  $s_l$ , по шаблону  $k_r^l$  мы получаем  $hr_l$  подмножеств исходного набора элементов гардероба, где  $hr_l$  – количество типов элементов гардероба, составляющих данный шаблон. Каждое такое подмножество содержит элементы идентичные по типу, которые, в свою очередь, заданы шаблоном.

Результатом декартового произведения полученных множеств получаем:

$$Z_{hr_l} = E_1 \times E_2 \times \dots \times E_{hr_l}$$

В результате, получили  $u = |Z|$  комплектов одежды, каждый из которых представляет собой кортеж вида:

$$z_q = \{e_1, e_2, \dots, e_h\}$$

### Определение согласованности комплекта одежды

Согласованность комплекта одежды определяется исходя из мер близости (сочетаемости) цветов каждой пары элементов, входящих в комплект. Как было сказано выше, сочетаемость цветов определяется нечетким бинарным отношением:

$$D(z) = \frac{2}{h(h-1)} \sum_{i=1}^{h-1} \sum_{j>i}^h \mu_{Q_C}(C(z_i), C(z_j)), h = |z|$$

Где  $h$  - количество элементов гардероба, входящих в комплект,  $Q_C$  – нечеткое бинарное отношение на множестве цветов  $C$ ,  $C(z_i)$  и  $C(z_j)$  – цвета элементов комплекта  $z$ .

Понятно, что не каждый собранный комплект будет иметь высокую оценку согласованности. Соответственно, для дальнейшей работы необходимо выделить набор  $Z_D$  комплектов, с оценкой выше некоторого порогового значения  $D_{step}$

$$z_y \in Z_D, \text{ если } D_{z_y} > D_{step}$$

Где  $z_y$  - комплект одежды с оценкой согласованности выше пороговой,  $D_{z_y}$  - оценка согласованности комплекта одежды  $z_y$ .

Таким образом, можем определить

$$\partial(z) = \begin{cases} 1, & \text{если } D(z) > D_{step} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Значение данной функции свидетельствует о том, входит ли комплект  $z$  в набор комплектов с оценкой выше порогового уровня.

### Оценка согласованности

Пусть количество всех возможных комплектов равно:

$$N = |W| = \sum_{r=1}^{N_r} |Z_r|$$

Где  $Z_r = (e_{i_1}^r, e_{i_2}^r, \dots, e_{i_h}^r): P(e_{i_j}^r) = k_j^r, N_r = |K|$

Обозначим число комплектов, с оценкой выше порогового значения:

$$N_{W_D} = |W_D| = \sum_{r=1}^{N_r} \sum_{b=1}^{|Z_r|} \partial(z_{ri})$$

Таким образом, объектом оптимизации является *согласованность гардероба*, значение которой можно найти по формуле:

$$O(E) = \frac{N_{W_D}}{N} = \frac{|W_D|}{|W|} = \frac{\sum_{r=1}^{N_r} \sum_{b=1}^{|Z_r|} \partial(z_{ri})}{\sum_{r=1}^{N_r} |Z_r|}$$

Где  $N_{W_D}$  - число комплектов, с оценкой выше порогового значения,  $N$  – количество всех возможных комплектов,  $|Z_r|$  – количество комплектов, полученных по шаблону  $r$ .

Значение согласованности гардероба показывает, насколько эффективно вещи дополняют друг друга в комплектах. Следовательно, улучшение этого показателя, а именно, приведение  $O$  к максимуму является основной целью данной задачи.

### Задачи оптимизации

Есть несколько вариантов решения этой задачи. Далее последовательно раскроем каждую из них.

#### Задача №1

Задача найти такой элемент  $e_m^0 \in E^0$ , где  $E^0 \in E$ , чтобы при  $E^* = E - E^0$  выполнялось условие  $O(E^*) \rightarrow \max$ . В данном случае  $|E^0| = 1$ . Иными словами, нам необходимо найти такой элемент, удаление которого из системы приводит к увеличению значения общей согласованности гардероба. Данная задача может решаться полным перебором  $e_m$  из  $E$ . Алгоритм полного перебора:

- Пусть  $i = 1$
- Исключить  $e_i$  из исходного множества  $E$
- Найти  $O(E \setminus e_i)$
- Увеличить  $i$  на единицу
- Если  $i \neq |E|$ , вернуться к шагу b.
- Найти  $O(E \setminus e_i) = \min$
- $e_i$  от  $O(E \setminus e_i) = \min$  – искомый элемент

#### Задача №2

Задача синтезировать такой  $e_m^\omega$ , чтобы при  $E^* = E + e_m^\omega$  выполнялось условие  $O(E^*) \rightarrow \max$ . Те, необходимо получить элемент гардероба с такими свойствами, чтобы при добавлении его в исходное множество оценка согласованности увеличилась. Данная задача может решаться полным перебором  $e_m$  из  $E$ . Алгоритм полного перебора:

- Пусть  $j=1, k=1$
- Добавить в  $E$  элемент типа  $j$  цвета  $k$ :  $e_i = \{a_x, p_j, c_k, t_f, oc\}$
- Найти  $O(E \cup e_i)$
- Увеличить  $k$  на единицу
- Если  $k \neq |C|$ , вернуться к шагу b.
- Если  $j \neq |P|$ , вернуться к шагу b.
- Найти  $O(E \cup e_i) = \max$

h.  $e_i$  от  $O(E \cup e_i) = \max$  – искомый элемент

В заключение можно отметить, что данная модель прошла численные испытания, моделирование и доказала свою состоятельность. В настоящий момент программная реализация может быть интересна для домашнего использования, в качестве удобного «помощника по стилю».

Дальнейшие исследования в этой области могут дать современному человеку эффективные инструменты для управления собственным стилем, временем и средствами.

Список

литературы:

1. Федорова, Н.С. Формализация задачи «управление гардеробом» // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section12.html>, свободный.