УДК 004:37.091.212.2

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ И ОБМЕНЕ МНЕНИЯМИ МЕЖДУ АБИТУРИЕНТАМИ

М.В. Кан

Рассматривается математическая модель обмена информацией в социальных сетях, при которой мнения агентов, образующих группу при обмене информацией, достаточно быстро стабилизируются.

Ключевые слова: социальные сети; бинарное нечёткое отношение; нечёткое множество; функция принадлежности.

FEATURES OF USE OF SOCIAL NETWORKS IN DISSEMINATION OF INFORMATION AND EXCHANGE OF VIEWS BETWEEN APPLICANTS

M.V. Kan

It is considered the mathematical model of information exchange on social networks, in which the views of agents, forming group at exchange of information, quite quickly become stable.

Key words: social networks; binary fuzzy relation; fuzzy set; membership function; membership function.

Двухтысячные годы характеризуются развитием высоких технологий и интернета, что дает принципиально новые возможности коммуникаций, создает новые способы взаимоотношения людей, организаций и государств. Одной из главных тенденций развития интернета последних лет является стремительный рост популярности социальных сетей. Социальные сети сегодня являются мощным средством коммуникации миллионов людей. Под социальной сетью понимается социальная структура, состоящая из множества пользователей сети и определенного на нем множества отношений (совокупности связей между пользователями, например, знакомства, дружбы, коммуникации) [1]. Коммуникация – обмен информацией, в процессе которого все стороны играют активную роль. Обмен информацией происходит тогда, когда одна из сторон передает информацию, а другая сторона воспринимает её. В процессе коммуникации можно выделить отправителя – это лицо передающее информацию, и получателя – это тот, кому адресована информация и который интерпретирует ее [2].

В качестве модели социальной сети примем ориентированный граф, вершины которого представляют собой пользователей сети (агентов). В социальной сети часто бывают ситуации, когда агенты не имеют достаточной информации или не могут обработать её. В этом случае решения агентов могут основываться на действиях других агентов. Будем рассматривать группу, т.е. сообщество агентов, внутри которого каждый агент обменивается информацией и мнениями с каждым другим агентом прямым или косвенным образом [3]. Под выполнением операции косвенным образом понимается её реализация при участии промежуточного пользователя. Агентов, входящих в группу, будем описывать множеством $N=\{x_1,x_2,...,x_n\}$. На декартовом произведении $N\times N$ введём нечёткое бинарное отношение

$$R=\{\mu_R(\langle x_i,x_j\rangle),\langle x_i,x_j\rangle\};\ \ \forall i,j=1,2,...,n.$$

Здесь $\langle x_i,x_j\rangle$ – кортеж длины 2, $\mu_R(\langle x_i,x_j\rangle)$, $\forall i,j=1,2,...,n$ – функция принадлежности нечёткого бинарного отношения, которая представляет собой отображение $\mu_R:N\times N\to[0,1]$ [4]. При обмене мнениями между агентами под $\mu_R(\langle x_i,x_j\rangle)$ будем понимать степень доверия i-го агента j-му. Иначе говоря, информация, исходящая от агента x_j, будет восприниматься агентом x_i как соответствующая действительности со степенью уверенности, равной. $\mu_R(\langle x_i,x_j\rangle)$. На графе функция принадлежности $\mu_R(\langle x_i,x_j\rangle)$ будет отображаться дугой, исходящей от i-ой вершины и входящей в j-ую. При этом будем считать, что в общем случае $\mu_R(\langle x_i,x_j\rangle)\neq\mu_R(\langle x_j,x_i\rangle)$. Последнее неравенство согласуется с реальностью: степень доверия i-го агента j-му может не совпадать с доверием j-го агента i-му. Считаем, что ограничивающее условие нормировки, при котором "суммарное доверие" агента, т.е. сумма степени доверия i-го агента всем агентам (в том числе и самому себе), принадлежащим множеству N, равна 1, отсутствует. Это предположение отличается от опубликованного ранее [3]. Снятие данного ограничения приводит к тому, что в качестве модели динамики обмена мнениями в социальной сети будем рассматривать не марковский процесс, как это сделано в [3], а нечёткое бинарное отношение доверия.

Пусть A – матрица бинарного нечёткого отношения доверия. Тогда $a_{ij} = \mu_R(\langle x_i, x_j \rangle)$. Считаем, что i-й агент группы на начальный момент времени обладает своим мнением об интересующем вопросе $b_i(0)$. (В скобках обозначен момент времени.) Предполагаем, что начальное мнение агента формулируется в виде нечёткого множества, с помощью которого можно описать различные оцениваемые характеристики [5]. Так с помощью нечёткого множества можно описать репутацию вуза. Например, "репутация вуза отличная". Мнения группы агентов на момент времени t представим в виде вектора $b(t)$ размерностью $n\times 1$. Поскольку агент x_i доверяет остальным агентам, входящим в группу, его мнение будет формироваться с учётом мнений других агентов. Пусть его мнение формируется объединением мнений всех агентов группы. Тогда

$$b(t+1) = A * b(t),$$

где знак "$*$" – максминная композиция [4]. Выражение (1) показывает динамику изменения мнений агентов при обмене информацией.

Рассмотрим применение выражения (1). Предполагаем, что группа состоит из 5 агентов, а матрица A задана следующим образом:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0.8 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 1 & 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.3 & 0.4 & 1 & 0.6 & 0.5 \\ 0.4 & 0.5 & 0.3 & 1 & 0.5 \\ 0.4 & 0.2 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

В качестве значений $b_i(0)$ примем оценки репутации вуза, которые описываются нечёткими множествами. Под универсальным множеством U примем совокупность дискретных значения на интервале [0,1].

$U = \{0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1\}$. Считаем, что оценке "репутация отличная" соответствует нечёткое множество {0/0, 0/0,2, 0,1/0,4, 0,6/0,6, 0,9/0,8, 1/1}, оценке "хорошая" – нечёткое множество {0/0,0/0.2,0.4/0.4,0.8/0.6,1/0.8,0.8/1}, оценке "удовлетворительная" – нечёткое множество $\{0/0, 0.4/0.2, 0.8/0.4, 1/0.6, 0.6/0.8, 0.2/1\}$. В приведённых выражениях значение перед чертой соответствует функции принадлежности, а после черты – соответствующему значению из универсального множества. Примем предположение, что оценка первого агента в начальный момент "хорошая", т. е.

$$b_1(0) = \{0/0, 0/0.2, 0.4/0.4, 0.8/0.6, 1/0.8, 0.8/1\},$$

второго – "отличная", т. е.

$$b_2(0) = \{0/0,\ 0/0.2,\ 0.1/0.4,\ 0.6/0.6,\ 0.9/0.8,\ 1/1\}$$

третьего – "отличная", т. е.

$$b_3(0) = \{0/0,\ 0/0.2,\ 0.1/0.4,\ 0.6/0.6,\ 0.9/0.8,\ 1/1\},$$

четвёртого – "удовлетворительная", т. е.

$$b_4(0) = \{0/0,\ 0.4/0.2,\ 0.8/0.4,\ 1/0.6,\ 0.6/0.8,\ 0.2/1\},$$

пятого – "хорошая", т. е.

$$b_5(0) = \{0/0,\ 0/0.2,\ 0.4/0.4,\ 0.8/0.6,\ 1/0.8,\ 0.8/1\}.$$

В начале применим операцию минимум к первому элементу первой строки матрицы A, т. е. к a_{11} и к функциям принадлежности нечёткого множества, описывающего начальную оценку первого агента:

$$b_1(0):\ \min\{1, 0\}/0,\ \min\{1, 0\}/0.2,$$
$$\min\{1, 0.4\}/0.4,\ \min\{1, 0.8\}/0.6,$$
$$\min\{1, 1\}/0.8,\ \min\{1, 0.8\}/1.$$

Получим нечёткое множество

$$\{0/0,\ 0/0.2,\ 0.4/0.4,\ 0.8/0.6,\ 1/0.8,\ 0.8/1\}.$$

Применив операцию нахождения минимума к a_{12} и к $b_2(0)$, получим нечёткое множество:

$$\{0/0,\ 0/0.2,\ 0.8/0.4,\ 0.6/0.6,\ 0.8/0.8,\ 0.8/1\}.$$

Выполнив подобное преобразование для a_{13} и $b_3(0)$, имеем:

$$\{0/0, 0/0.2, 0.1/0.4, 0.4/0.6, 0.4/0.8, 0.4/1\}.$$

Для a_{14} и $b_4(0)$ получим:

$$\{0/0, 0.2/0.2, 0.2/0.4, 0.2/0.6, 0.2/0.8, 0.2/1\}.$$

Наконец, для a_{15} и $b_5(0)$ –

$$\{0/0,\ 0/0.2,\ 0/0.4,\ 0/0.6,\ 0/0.8,\ 0/1\}.$$

После этого найдём максимальное значение функции принадлежности для одинаковых значений элементов из множества U. Для значения $0 \in U$ результат этой операции будет следующий: $\max\{0, 0, 0, 0, 0\}/0 = 0/0$. Для $0.2 \in U$ получим следующий результат: $0.2/0.2$. Выполнив операцию взятия максимума для других значений из множества U получим: $0.4/0.4$, $0.8/0.6$, $1/0.8$, $0.8/1$. Таким образом, после одного такта обмена информацией оценка репутации вуза для первого агента стала описываться следующим нечётким множеством:

$$b_1(1) = \{0/0, \quad 0.2/0.2 \quad 0.4/0.4 \quad 0.8/0.6 \quad 1/0.8 \quad 0.8/1\}.$$

Проделав подобные вычисления со второй, третьей, четвертой и пятой строками матрицы A и вектором $b(0)$, получим следующие результаты:

$$b_2(1) = \{0/0, \quad 0.4/0.2, \quad 0.7/0.4, \quad 0.7/0.6, \quad 0.9/0.8, \quad 1/1\},$$

$$b_3(1) = \{0/0, \quad 0.4/0.2, \quad 0.6/0.4, \quad 0.6/0.6, \quad 0.9/0.8, \quad 1/1\},$$

$$b_4(1) = \{0/0, \quad 0.4/0.2, \quad 0.8/0.4, \quad 1/0.6, \quad 0.6/0.8, \quad 0.5/1\},$$

$$b_5(1) = \{0/0, \quad 0.4/0.2, \quad 0.5/0.4, \quad 0.8/0.6, \quad 1/0.8, \quad 0.8/1\}.$$

Если рассмотреть момент времени $t+2$, то $b(t+2) = A * b(t+1)$ или подставив вместо $b(t+1)$ выражение (1), получим $b(t+2) = A * A * b(t) = \mathrm{A}^2 * b(t)$. В приведённой формуле число 2 означает степень композиции матрицы бинарного нечёткого отношения. Вообще в момент времени $t+m$ вектор оценок группы агентов описывается как $b(t+m) = A^m * b(t)$. Причём оказывается, что мнения агентов, образующих группу, достаточно быстро стабилизируется, поскольку после конечного небольшого k начинает выполняться условие $A^{k+1} = A^k$ [4]. Покажем это на примере.

Пусть исходная матрица бинарного нечёткого отношения имеет вид:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,8 & 0,4 & 0,2 & 0 \\ 0,5 & 1 & 0,1 & 0,7 & 0,2 \\ 0,3 & 0.4 & 1 & 0,6 & 0,5 \\ 0,4 & 0,5 & 0,3 & 1 & 0,5 \\ 0,4 & 0,2 & 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}.$$

Найдём последовательно матрицы:

$$A^2 = A * A = \begin{bmatrix} 1 & 0,8 & 0,4 & 0,7 & 0,4 \\ 0,5 & 1 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,4 & 0.5 & 1 & 0,6 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 \\ 0,4 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^3 = A * A^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0,8 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,5 & 1 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,5 & 0.5 & 1 & 0,6 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^4 = A * A^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0,8 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,5 & 1 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,5 & 0.5 & 1 & 0,6 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}$$

Из приведённого примера видно, что уже после 3 степени нахождение композиции матрицы бинарного нечёткого отношения вычисления можно прекратить, поскольку результат не меняется. Полученный результат совпадает с приведённым в [3], хотя в последнем случае применялась другая модель. Из этого можно сделать следующий вывод: поскольку одинаковые результаты получены на разных моделях, выявленная закономерность, заключающаяся в том, что мнения агентов, образующих группу, при обмене информацией достаточно быстро стабилизируется, объективно существует.

Литература

1. *Киселев Н.* Социальные сети как инструмент PR (2008) / Н. Киселев [Электронный ресурс]: URL: http://pr-club.com/assets/files/pr_lib/pr_root/KisSocSeti.doc (дата обращения: 20.01.2015).
2. Теоретические аспекты коммуникации в организации [Электронный ресурс]: URL: http://odiplom.ru/menedzhment/teoreticheskie-aspekty-kommunikacii-v-organizacii (дата обращения: 20.01.2015).
3. *Губанов Д.А.* Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. М.: Физматлит, 2010. 226 с.
4. *Леоненков А.В.* Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.736 с.
5. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. М.: Мир, 1976. 163 с.