

О расчете нормированной влиятельности пользователей онлайнной социальной сети в соответствии с акциональной моделью

*Губанов Д.А., Чхартушвили А.Г.
Институт проблем управления РАН, Москва*

Рассмотрена нормированная влиятельность пользователей онлайнной социальной сети. Влиятельность пользователя рассчитывалась на основе реакции, порождаемой оригинальными действиями, согласно акциональной модели влияния [1]. Кратко опишем формальную модель распространения действий в социальной сети. Участниками сети будем считать агентов из фиксированного множества $N = \{1, 2, \dots, n\}$, совершающих действия из фиксированного множества возможных видов действий $K = \{1, 2, \dots, k\}$ в те или иные моменты времени из интервала T . Видом действия может быть создание поста, создание комментария к посту и т. д. В частности, ограничимся рассмотрением следующих видов действий: 1) создание поста (оригинального поста или репоста), 2) создания комментария к посту, 3) выставление лайка посту, 4) создание лайка комментарию. Следовательно, множество K состоит из четырех элементов: $K = \{1, 2, 3, 4\}$.

Обозначим множество действий через Δ и далее будем считать его конечным. Каждое действие $a \in \Delta$ характеризуется тремя параметрами – совершившим его агентом $i \in N$, видом действия $j \in K$ и моментом времени $t \in T$. Определим функцию $\alpha(a)$, которая каждому действию $a \in \Delta$ ставит в соответствие совершившего его агента $\alpha \in N$.

Далее, пусть на множестве действий задано бинарное отношение частичного порядка « a является причиной b » (обозначается $a \rightarrow b$), удовлетворяющее свойствам рефлексивности, антисимметричности и транзитивности. Будем считать, что бинарное отношение причинности $a \rightarrow b$ выполнено в следующих случаях: a – создание поста, b – создание комментария к посту; a – создание поста или комментария, b – выставление ему лайка; a – создание поста, b – его репост. Также будем считать отношение причинности выполненным при совпадении a и b .

Для заданного множества $A \subseteq \Delta$ определим множество всех действий, являющихся последствиями действий из A : $\pi(A) = \{b \in \Delta \mid \exists a \in A a \rightarrow b\}$. Далее, среди всех действий Δ выделим множество Δ^0 *начальных действий*, которые не являются последствиями какого-либо другого действия.

При расчете влияния в социальной сети важную роль играют установки субъекта, с точки зрения которого оно рассчитывается. Будем считать, что расчет влияния проводится в интересах управляющего органа (будем называть его *центром*). Для того, чтобы учитывать установки центра при расчете влияния, введем в рассмотрение *значимость множества действий* – функцию $\Phi(S)$:

$$\Phi: 2^\Delta \rightarrow [0, +\infty).$$

Предполагается, что функция $\Phi(S)$ является монотонной, а также, что $\Phi(\Delta) > 0$.

Значимость совокупности действий $S \subseteq \Delta$ будем считать зависящей аддитивно от каждого из них следующим образом:

$$\Phi(S) = \sum_{a \in S} \Phi(a),$$

где $\Phi(a) = \frac{1}{|\delta_{\alpha(a)}|}$ ($|\cdot|$ означает мощность множества) если a – пост с упоминанием некоторого ключе-

вого слова, созданный в интервале T , или комментарий к такому посту, созданный в интервале T , или лайк такому посту или комментарию, созданный в интервале T , иначе $\Phi(a) = 0$. При таком способе определения значимости суммарная значимость действий каждого агента равна 1 (содержательно это означает, что влияние отдельного агента на расчет влиятельности не зависит от его активности в сети).

Определим *нормированное* влияние и влиятельность подмножества агентов (будем называть подмножества агентов *мета-агентами*) в соответствии с определенной таким образом функцией $\Phi(S)$. Функцию влияния мета-агента $I \subseteq N$ на мета-агента $J \subseteq N$ определим следующим образом:

$$\chi(I, J) = \begin{cases} \frac{\Phi(\pi(\delta_I^0) \cap \delta_J)}{\Phi(\delta_J)}, & \Phi(\delta_J) > 0, \\ 0, & \Phi(\delta_J) = 0, \end{cases}$$

где $\delta_I = \{a \in \Delta \mid \alpha(a) \in I\}$ – множество действий, совершенных агентом $I \subseteq N$, а $\delta_I^0 = \{a \in \Delta^0 \mid \alpha(a) \in I\}$ – множество совершенных агентом $I \subseteq N$ начальных действий.

При помощи функции влияния можно охарактеризовать влияние мета-агента I на всю сеть, которое и называется *влиятельностью* $\varepsilon(I)$:

$$\varepsilon(I) = \chi(I, N) = \frac{\Phi(\pi(\delta_I^0))}{\Phi(\Delta)}. \quad (1)$$

Приведем пример расчета влияния пользователей онлайн-социальной сети ВКонтакте (vk.com)¹. Будем считать, что значимыми для центра являются посты, в которых содержится ключевое слово «Назарбаев», а также их репосты, комментарии и лайки к ним. В качестве интервала T будем рассматривать 2015 год (т.е. T – это промежуток от 0 часов 0 минут 0 секунд 1 января 2015 года до 23 часов 59 минут 59 секунд 31 декабря 2015 года).

Построим зависимость совокупной влияния (суммарной влияния пользователей, рассчитанной применением формулы (1) для одноэлементных множеств I) от числа наиболее влиятельных пользователей. На рис. 1 изображен график этой зависимости: по горизонтальной оси указан процент наиболее влиятельных пользователей, по вертикальной оси – совокупная влияние пользователей определенного процента наиболее влиятельных пользователей. Из рис. 1 видно, что лишь небольшое число пользователей обладают существенной влиятельностью. Оказывается, что совокупная влияние всего одного процента наиболее влиятельных пользователей составляет 96% общей влияния всех пользователей, совокупная влияние двух процентов – 98% общей влияния, а совокупная влияние пяти процентов – 100% общей влияния.

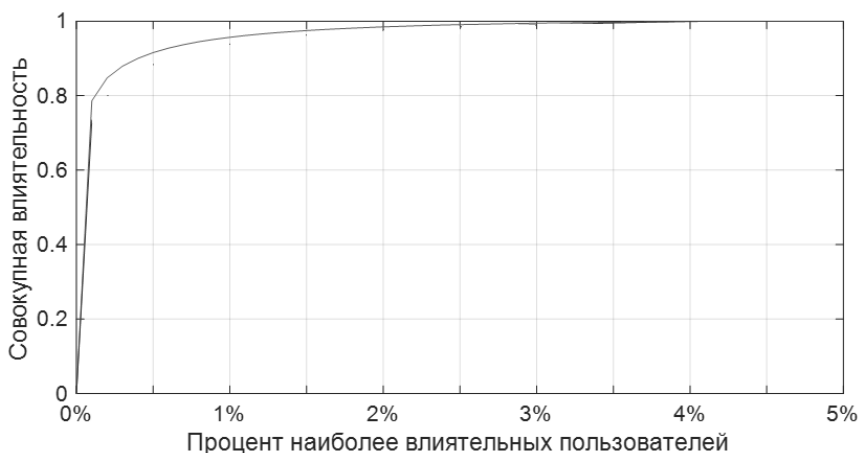


Рис. 1. Зависимость совокупной влияния пользователей от их числа

Таким образом, предложенный способ расчета нормированной влияния позволяет эффективно выявлять небольшое множество пользователей, оказавших наибольшее воздействие на остальных пользователей сети в рамках указанных центром тематики и предпочтений.

Литература

1. Губанов Д.А., Чхартушвили А.Г. Акциональная модель влияния пользователей социальной сети // Проблемы управления. 2014. № 4. С. 20-25.

¹ Анонимизированные данные были предоставлены для исследований компанией DSS Lab (dss-lab.ru).