DOI: 10.17117/na.2016.04.03.186

Поступила (Received): 30.04.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.03.186.pdf>

Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Поротиков А.В. Обоснование закономерностей и оценка параметров для распределения степени вершин сети социальных закладок

Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Porotikov A.V.
Justification patterns and estimate the parameters for the
distribution of degrees of vertices network of social bookmarking

Исследуем ключевые метрики сетей социальных закладок – узлы и ребра (пользователи и связи).

Доказывается по критерию Пирсона принадлежность к безмасштабным сетям.

Критерий Пирсона соизмеряет фактическое и теоретическое распределение значений

Ключевые слова: сети социальных закладок, безмасштабная сеть, ущерб, риск, дискретная модель

The research key metrics of networks of social tabs – nodes and edges (users and communications). The proved by Pearson's criterion is belonging to scale-free networks. Pearson's criterion commensurates the actual and theoretical value distribution

Key words: networks of social bookmarks, scale-free network, loss, risk, discrete model

Скрыпников Алексей Васильевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Воронежский государственный университет инженерных технологий

г. Воронеж, пр. Революции, 19

Skrypnikov Aleksei Vasilevich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department

Voronezh state university of engineering technology Voronezh, Revolution ave., 19

Чернышова Елена Владимировна

Старший преподаватель, аспирант

Воронежский государственный университет инженерных технологий

г. Воронеж, пр. Революции, 19

Chernyshova Elena Vladimirovna

Senior Lecturer, Graduate

Voronezh state university of engineering technology Voronezh, Revolution ave., 19

Поротиков Артем Васильевич

Студент

Воронежский государственный университет инженерных технологий

г. Воронеж, пр. Революции, 19

Porotikov Artem Vasilevich

Student

Voronezh state university of engineering technology Voronezh, Revolution ave., 19

С целью разработки дискретной модели эпидемического процесса в сети социальных закладок, необходимо определить к какому закону относится распределение степеней вершин таких сетей. Для определения закона распределения степеней вершин сети социальных закладок исследуем метрики популярного сервиса Delicious.

Плотность распределения является глобальной метрикой, характеризующей единство сети с точки зрения объема взаимодействий. Такая метрика определяется как отношение граней, существующих в сети, которые соединяют определенных пользователей [1, с. 3].

Сеть социальных закладок с большим количеством пользователей имеет небольшое значение отношения числа граней к числу пользователей. Так например, для Delicious характерно значение 0.067, такой параметр имеет сравнительно с другими эмпирическими сетями высокое значение.

В среднем, пользователи Delicious связаны приблизительно с 1546 другими пользователями в наборе данных (23,172 пользователей). Большое среднее число соседей предполагает, что пользователи в Delicious высоко связаны, но высокое стандартное отклонение указывает на высокую степень разнородности [1, с. 5].

В соответствии с исследованными статистическими данными можно предположить, что сети социальных закладок имеют безмасштабную структуру. Проведем доказательство принадлежности сети социальных закладок к безмасштабным сетям. Для проверки соответствия эмпирического ряда распределения заданному теоретическому закону чаще всего используют один из наиболее мощных и универсальных статистических критериев проверки вида распределения – критерий χ^2 , также получивший название критерия согласия Пирсона. Он основан на сравнении эмпирических частот интервалов группировки с теоретическими частотами, которые можно ожидать при принятии определенной нулевой гипотезы [2, с. 346].

Рис. 1. Оценка распределения степеней пользователей сети социальных закладок Delicious

Возникновение и рост безмасштабных сетей можно описать вероятностной моделью, в которой вероятность образования нового узла пропорциональна распределению имеющегося количества связей в n узлах.

Докажем, что сети социальных закладок принадлежат к безмасштабным сетям при помощи критерия χ^2 , также получившего название критерия согласия Пирсона. Для этого рассмотрим статистические данные сетей социальных закладок, которые будем анализировать [3, с. 6].

Таблица 1. Статистические данные сервиса социальных закладок

Сеть социальных закладок	Общее число пользователей	Количество ребер	Среднее число количества связей	Средняя длина пути	Диаметр	Коэффициент кластеризации сети
Diigo	3 002 907	5 063 244	1,68	10.54	73	0.12
Delicious	147 567	301 921	2.04	6.28	24	0.30
Reddit	176 385	435 413	2.46	7.35	29	0.019

Проверим гипотезу о том, что число пользователей сети Diigo, Delicious, Reddit имеет степенной закон распределения, используя критерий согласия Пирсона на уровне значимости $\alpha = 0,05$.

$$\chi^2_{Diigo} = \sum_{i=1}^7 \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \frac{(1,65165 - 2,499)^2}{2,499} + \frac{(0,45045 - 0,243)^2}{0,243} +$$

$$+ \frac{(0,333633 - 0,854)^2}{0,854} + \frac{(0,187688 - 0,433)^2}{0,433} + \frac{(0,12012 - 0,261)^2}{0,261} +$$

$$+ \frac{(0,083183 - 0,174)^2}{0,174} + \frac{(0,061261 - 0,124)^2}{0,124} + \frac{(0,046847 - 0,936)^2}{0,936} +$$

$$+ \frac{(0,036937 - 0,727)^2}{0,727} + \frac{(0,03003 - 0,581)^2}{0,581} = 3,105,$$

$$\chi^2_{Delicious} = \sum_{i=1}^7 \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \frac{(115,0968 - 122,8)^2}{122,8} + \frac{(14,756 - 11,97)^2}{11,97} +$$

$$\frac{(5,9024 - 4,195)^2}{4,195} + \frac{(1,4756 - 2,128)^2}{2,128} + \frac{(0,88536 - 1,284)^2}{1,284} + \frac{(0,7378 - 0,858)^2}{0,858}$$

$$+ \frac{(0,29512 - 0,614)^2}{0,614} + \frac{(0,44268 - 0,460)^2}{0,460} + \frac{(0,029512 - 0,358)^2}{0,358} +$$

$$+ \frac{(0,014756 - 0,286)^2}{0,286} = 2,83,$$

$$\chi^2_{Reddit} = \sum_{i=1}^7 \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \frac{(132,285 - 146,8)^2}{146,8} + \frac{(12,3466 - 14,3)^2}{14,3}$$

$$+ \frac{(6,1733 - 5)^2}{5} +$$

$$+ \frac{(3,5276 - 2,5)^2}{2,5} + \frac{(1,7638 - 1,5)^2}{1,5} + \frac{(0,423312 - 1)^2}{1} + \frac{(0,229294 - 0,73)^2}{0,73} + \\ + \frac{(0,52914 - 0,55)^2}{0,55} + \frac{(0,035276 - 0,43)^2}{0,43} + \frac{(0,017638 - 0,34)^2}{0,34} = 3,79.$$

При уровне значимости $\alpha=0,05$ критическое значений $\chi_{кр}^2$ будет определяться как $\chi_{(0,95,1)}^2 = 3,84$. Так как $\chi_{набл}^2 < \chi_{кр}^2$, полученные распределения степеней пользователей сетей Diigo, Delicious, Reddit соответствуют степенному.

Таким образом, распределение пользователей сетей социальных закладок в отношении числа связей имеет степенное распределение. Степенным структурам данных сетей свойственна масштабная инвариантность, т.е. показатель степени не зависит от размера сети, поэтому данным сетям дали название безмасштабные сети. Отличительным свойством безмасштабных сетей является их кластерная структура. Для безмасштабных сетей значение коэффициента кластеризации значительно выше, чем для случайных сетей такого же размера [4, с.126].

Полученные результаты принадлежности сетей социальных закладок способствуют пониманию эпидемии, распространяющейся в безмасштабных сетях, однако они не обеспечивают полной информации о временных закономерностях процесса реализации информационного влияния и о том, насколько эффективно происходит данный процесс. Для дальнейшей работы необходимо оценить параметры сетей социальных закладок как безмасштабной сети и разработать дискретную модель реализации атак, основанных на внедрении закладок к ресурсу злоумышленника по эпидемиологическим алгоритмам.

Список используемых источников:

1. Angelova R., Lipczak M. Investigating the properties of a social bookmarking and tagging network // Faculty of Computer Science, Dalhousie University Halifax, Canada, 2008. P. 2-12.
2. Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Zemlyanukhin M.Yu. Firewall as a tool of implementation of security policy. Germany, 2015. С. 345-350.
3. Leskovec J. Statistical Properties of Community Structure in Large Social and Information Networks // Technical report, Microsoft Research, 2008. P. 6-8.
4. Michael G. Web Search Personalization Via Social Bookmarking and Tagging // Lecture Notes in Computer Science. 2007. P. 125-128.

© 2016, Скрыпников А.В., Чернышова Е.В.,
Поротиков А.В.

Обоснование закономерностей и оценка
параметров для распределения степени вершин
сети социальных закладок

© 2016, Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V.,
Porotikov A.V.

Justification patterns and estimate the parameters
for the distribution of degrees of vertices network
of social bookmarking