

Классификация моделей управления целевой аудиторией в маркетинге

М.Т. Агиева

Ингушский государственный университет, Назрань

Аннотация: Рассмотрены признаки классификации задач управления целевой аудиторией в маркетинге, приведены примеры постановок задач управления, дана их содержательная интерпретация. Предполагается, что предварительно в составе целевой аудитории выделены сильные подгруппы, на членов которых (и только на них) следует оказывать маркетинговое воздействие.

Ключевые слова: модели управления, маркетинговые исследования, ориентированные графы, социальные сети.

Введение

Математическое моделирование процессов взаимного влияния в социальных сетях на базе цепей Маркова описано в работах [1-5]. Авторский подход представлен в статьях [6-8].

Подробный обзор и анализ моделей влияния и управления на социальных сетях представлен в монографии [9]. В работах [10-11] описаны количественные показатели, используемые при анализе социальных сетей. Задачи оптимального управления и их приложения подробно описаны в [12].

В настоящей статье предложена классификация задач управления целевой аудиторией в маркетинге и приведены примеры постановок таких задач. Основная идея подхода заключается в следующем. Анализируемая социальная сеть трактуется как целевая аудитория некоторой фирмы, действующей как субъект управления. Мнение агента (представителя целевой аудитории) отражает сумму денег, которую агент готов потратить на покупку товаров или услуг данной фирмы. Естественно, фирма заинтересована в максимизации этой величины на рассматриваемом отрезке времени посредством маркетинговых воздействий на целевую аудиторию при ограничениях на маркетинговый бюджет, что в совокупности и порождает задачу оптимального управления.

На этапе анализа в составе целевой аудитории выделяются сильные подгруппы и спутники [9]. Поскольку финальные мнения всех агентов зависят только от начальных мнений членов сильных подгрупп, то маркетинговые воздействия следует оказывать на них и только на них, что существенно снизит расходы на управление. Таким образом, при воздействии на мнения нужно учитывать только членов сильных подгрупп, а при воздействии на коэффициенты влияния - только на те элементы матрицы влияний, первый индекс которых соответствует члену сильной подгруппы. В дальнейших постановках задач будем считать эти условия выполненными.

Признаки классификации

Базовая модель влияния в социальной группе на основе цепей Маркова [4] имеет следующий вид. Группа из n членов y_1, \dots, y_n должна принять некоторое решение. В начальный момент времени $t = 0$ каждый член группы y_i имеет по этому поводу определенное мнение x_i^0 ; вектор $x^0 = (x_1^0, \dots, x_n^0)$ задан. Пусть число $a_{ij} \geq 0$ обозначает степень влияния y_i на y_j , причем

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} = 1, \quad j = 1, \dots, n; \quad (1)$$

при необходимости выполнение этого условия можно обеспечить

нормировкой $a_{ij} := a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij}$. Формализуем взаимодействие в группе

оргафом влияний $D = (Y, A)$, $Y = \{y_1, \dots, y_n\}$, $A = \|a_{ij}\|_{i,j=1}^n$. Предположим, что:

- 1) D не меняется в процессе принятия решений;
- 2) решения принимаются в дискретные моменты времени $t=0, 1, 2, \dots, T$;
- 3) мнения членов группы меняются согласно правилу

$$x_j^{t+1} = \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i^t, \quad x_j^0 = x_{j0}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Будем считать, что имеется субъект управления (внешний агент воздействия), способный влиять на целевую аудиторию для изменения ее мнений в нужную для себя сторону. Для классификации задач оптимального управления целесообразно рассматривать следующие признаки.

1. Какова цель управления?

- а) максимизация финальных мнений членов целевой аудитории;
- б) максимизация суммы мнений за период от $t=1$ до $t=T$.

2. На что оказывается воздействие?

- а) на коэффициенты влияния, которые считаются постоянными;
- б) на мнения, здесь можно различать два подслучая:
 - б1) только на начальные мнения;
 - б2) на мнения в любой момент времени $t=0,1,2,\dots,T$.

3. Как оказывается воздействие?

а) программные или позиционные стратегии. В первом случае правило управления задается на весь период $t=0,1,2,\dots,T$, во втором в каждый момент времени оно зависит от вектора мнений в этот момент;

б) аддитивное или мультипликативное воздействие. Это технический признак: в первом случае управление прибавляется к значению мнения, во втором умножается на него.

4. На кого оказывается воздействие?

- а) на одного члена каждой сильной подгруппы;
- б) на нескольких (возможно, всех) членов каждой сильной подгруппы.

Затраты на управление (маркетинговое воздействие) будем считать степенной функцией и предполагать, что сумма допустимых затрат ограничена сверху некоторой константой (маркетинговым бюджетом фирмы). Рассмотрим примеры задач оптимального управления, порождаемые различными сочетаниями указанных признаков классификации.

Примеры постановок задач

Для построения примеров примем следующие предположения.

1. Воздействие оказывается только на начальные или текущие мнения членов сильных подгрупп или соответствующие коэффициенты влияния.
2. Воздействие имеет аддитивную природу.
3. Затраты на управление описываются степенной функцией, т.е. аддитивное воздействие u влечет затраты u^p , $p > 0$. Значение p выступает важным параметром моделирования и определяется для каждой конкретной маркетинговой кампании отдельно (может быть как меньше, так и больше единицы).

Пример 1. Цель воздействия - увеличение финальных мнений членов целевой аудитории. Воздействие в программных стратегиях оказывается на начальные мнения членов сильных подгрупп.

Напомним, что общее финальное мнение x_i^∞ всех членов i -й сильной подгруппы вычисляется по формуле [4]:

$$x_i^\infty = \sum_{j=1}^{n_i} w_j^{(i)} x_{j0}^{(i)}, \quad (3)$$

где $x_{j0}^{(i)}$ - начальные мнения членов i -й сильной подгруппы, $w_j^{(i)}$ - компоненты стационарного вектора регулярной цепи Маркова для данной сильной подгруппы. При аддитивном воздействии на первых m_i членов i -й сильной подгруппы формула (3) принимает вид

$$x_i^\infty = \sum_{j=1}^{m_i} w_j^{(i)} (x_{j0}^{(i)} + u_{j0}^{(i)}) + \sum_{j=m_i+1}^{n_i} w_j^{(i)} x_{j0}^{(i)}, \quad (4)$$

где $u_{j0}^{(i)}$ - воздействие на начальное мнение j -го члена i -й сильной подгруппы, n_i - общая численность i -й сильной подгруппы. В частности, при $m_i = 1$ воздействие оказывается только на одного члена i -й сильной подгруппы, а при $m_i = n_i$ - на всех её членов.

Тогда задача управления становится статической задачей оптимизации

$$\sum_{i=1}^r \left[x_i^\infty - \sum_{j=1}^{m_i} [u_{j0}^{(i)}]^p \right] \rightarrow \max \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{m_i} [u_{j0}^{(i)}]^p \leq R, \quad (6)$$

где r - общее число сильных подгрупп, R - маркетинговый бюджет фирмы, максимизирующей целевой функционал (5). Уравнение динамики (2) не требуется, поскольку речь идёт о финальных мнениях, вычисляемых по формуле (4).

Пример 2. Цель воздействия - максимизация суммы мнений членов целевой аудитории за весь период от $t=1$ до $t=T$. Воздействие в позиционных стратегиях оказывается на текущие мнения членов сильных подгрупп.

Позиционные стратегии будем определять правилом

$$u_j^t(x_j^t) = \begin{cases} u_j^H, & x_j^t < x_j^*, \\ u_j^L, & \text{иначе, } u_j^L < u_j^H. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь x_j^* - экспертно оцениваемое пороговое значение мнения. Если текущее значение x_j^t меньше порога, то применяется более сильное воздействие u_j^H , если больше, то менее сильное u_j^L .

Задача оптимального управления имеет вид

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^r \left[\sum_{j=1}^{m_i} (x_j^t + u_j^t(x_j^t)) + \sum_{j=m_i+1}^{n_i} x_j^t - \sum_{j=1}^{m_i} [u_j^t]^p \right] \rightarrow \max \quad (8)$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{m_i} [u_j^t]^p \leq R, \quad (9)$$

$$x_j^{t+1} = \sum_{k=1}^r \left[\sum_{i=1}^{m_k} a_{ij} (x_i^{(k)t} + u_i^{(k)t}) + \sum_{i=m_k+1}^{n_k} a_{ij} x_i^{(k)t} \right], \quad x_j^0 = x_{j0}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (10)$$

Пример 3. Цель воздействия - максимизация суммы мнений членов целевой аудитории за весь период от $t=1$ до $t=T$. Воздействие в программных стратегиях оказывается на коэффициенты влияния. Заметим, что в этом случае нецелесообразно ставить задачу максимизации финальных мнений, поскольку затруднительно проследить их зависимость от коэффициентов влияния.

Воздействие на коэффициенты влияния описывается правилом

$$a_{ij} := \begin{cases} a_{ij} + u_i, & i - \text{индекс члена сильной подгруппы,} \\ a_{ij}, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (11)$$

Тогда задача оптимального управления принимает вид

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^r \left[\sum_{j=1}^{n_i} x_j^t - \sum_{j=1}^{m_i} [u_j]^p \right] \rightarrow \max \quad (12)$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{m_i} [u_j]^p \leq R \quad (13)$$

в силу уравнения динамики (2), где a_{ij} вычисляются по формуле (11).

Заключение

В настоящей работе рассмотрены модели управления целевой аудиторией в маркетинге. Основная идея заключается в том, что поскольку финальные мнения всех агентов зависят только от начальных мнений членов сильных подгрупп, то воздействовать следует на них и только на них, что позволит существенно снизить затраты на управление. Предложены признаки классификации задач управления целевой аудиторией, приведены примеры постановок таких задач для различных сочетаний признаков. В дальнейшем предполагается организация вычислительных экспериментов для решения поставленных задач на тестовых и реальных данных.

Литература

1. French J.R. The Psychological Review. 1956. №63, pp.181-194.
2. Harary F. Studies in Social Power. Michigan: Institute of Sociological Research, 1959. pp.168-182.
3. De Groot M.H. Journal of American Statistical Association. 1974. №69, pp.118-121.
4. Roberts F. Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems. Prentice-Hall, 1976. 486 p.
5. Jackson M. Social and Economic Networks. Princeton University Press, 2008. 504 p.
6. Агиева М.Т. Модели управления на социальных сетях в маркетинге. Инженерный вестник Дона. 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4670.
7. Агиева М.Т. Задачи анализа на социальных сетях в маркетинге // Инженерный вестник Дона. 2018. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4889.
8. Агиева М.Т. Задачи прогноза на социальных сетях в маркетинге // Экономика и менеджмент систем управления. 2018. №4.1(30). С.110-117.
9. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Издательство физико-математической литературы, 2010. 228 с.
10. Кузнецов А.Л. Об анализе социальных сетей и их метриках. Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». URL: scienceforum.ru/2017/2830/31138 (дата обращения: 14.03.2018).
11. Лифинцев Д.В. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Филология, педагогика, психология. 2013. №5. URL: www.balticjournal.ru/



cyberleninka.ru/article/n/otsenka-svyazey-individa-v-mikrosotsiume-na-osnove-metodov-analiza-sotsialnyh-setey (дата обращения: 14.03.2018).

12. Grass D., Caulkins J.P., Feichtinger G., Tragler G., Behrens D.A. Optimal Control of Nonlinear Processes (with Applications to Drugs, Corruption, and Terror). Springer, 2008. 529 p.

References

1. French J.R. The Psychological Review. 1956. №63, pp. 181-194.
2. Harary F. Studies in Social Power. Michigan: Institute of Sociological Research, 1959, pp.168-182.
3. De Groot M.H. Journal of American Statistical Association. 1974. №69, pp.118-121.
4. Roberts F. Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems. Prentice-Hall, 1976. 486 p.
5. Jackson M. Social and Economic Networks. Princeton University Press, 2008. 504 p.
6. Agieva M.T. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4670.
7. Agieva M.T. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2018. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4889.
8. Agieva M.T. Zadachi prognoza na sozialnich setyach v marketinge. Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya. 2018. №4.1(30). P.110-117.
9. Gubanov D.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. Sozialnye seti: modeli informazionnogo vliyania, upravleniya i protivoborstva. [Social Networks: Models of Informational Impact, Control, and Confrontation]. M.: Izdatelstvo fiziko-matematicheskoi literatury, 2010. 228 p.
10. Kuznetsov A.L. Ob analize sozialnih setey i ih metrikah [About social networks analysis and the respective metrics]. Materialy VIII Mezhdunarodnoi



studentcheskoi elektronnoi nauchnoi konferentsii "Studentcheskiy nauchniy forum"
URL: scienceforum.ru/2017/2830/31138 (request date: 14.03.2018).

11. Lifintsev D.V. Vestnik Baltiyskogo federalnogo universiteta im. I. Kanta. Seria: Fililogia, pedagogika, psihologiya. 2013. №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/otsenka-svyazey-individa-v-mikrosotsiуме-na-osnove-metodov-analiza-sotsialnyh-setey (request date: 14.03.2018).

12. Grass D., Caulkins J.P., Feichtinger G., Tragler G., Behrens D.A. Optimal Control of Nonlinear Processes (with Applications to Drugs, Corruption, and Terror). Springer, 2008. 529 p.