

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Постановка задачи	5
2 Модель системы показа рекламы.....	7
2.1 Производительность	7
2.2 Составление профилей баннеров.....	11
3 Модели пользователей	14
3.1 Семейство стратегий отклика, учитывающих общую усталость пользователей от показов рекламы	14
3.2 Семейство стратегий отклика, учитывающих смену и степень интересов	15
4 Внедрение модели системы показа рекламы	18
5 Результаты.....	19
Заключение.....	20
Литература	21

ВВЕДЕНИЕ

Сети мобильной связи — перспективная и развивающаяся область для распространения контекстной рекламы. Одной из стратегий заработка на показах рекламы для мобильных операторов или компаний контент-провайдеров является «cost per click» (CPC), когда за показ взимается плата, только если пользователь сделал отклик на показанное ему объявление. CPC, очевидно, наиболее выгодна для рекламодателей, однако со стороны мобильного оператора или контент-провайдера требует иметь в наличии систему мобильной рекламы с возможностью адресации конкретного объявления на его целевую аудиторию. Как следствие требуется постоянное совершенствование и разработка новых алгоритмов подбора объявлений — алгоритмов ротации мобильных баннеров¹.

Предпосылкой выполнения работы послужило проектирование нового алгоритма ротации мобильных баннеров для компании контент-провайдера. Требовалось исследовать качество алгоритма с точки зрения подбора релевантных объявлений пользователям и определить его оптимальные параметры. Были реализованы прототип системы показа мобильной рекламы на основе исследуемого алгоритма, а также система тестирования, базирующаяся на имитации поведения пользователей сетей связи в соответствии с задаваемыми параметрами. Имитация заключалась в обращении к сервисам операторов, во время которого получался рекламный баннер, проведении анализа содержимого баннера и непосредственно принятии решения об отклике.

На основе проведенных тестовых запусков:

1. Выявлены и устранены недостатки прототипа системы показа рекламы, связанные с производительностью.
2. Разработаны улучшения алгоритма для сбора большего объема информации о пользователях на основе истории откликов и учета смены интересов.
3. Разработан ряд усовершенствованных моделей пользователей для приближения условий тестирования к рабочим условиям использования алгоритма.
4. Реализован файловый адаптер для внесения истории откликов пользователей посредством логов и тестового внедрения в эксплуатацию модели системы мобильной рекламы.

¹ Графическое изображение или текстовое сообщение рекламного характера

1 Постановка задачи

Популярным методом решения задачи подбора рекламных объявлений абонентам сотовых сетей, является сопоставление пользователям мобильной сети и рекламным объявлениям специальных профилей, а уже затем, согласно им, проведения непосредственного подбора.

Каждый профиль P при этом представляется в виде совокупности уникальных абстрактных характеристик:

$$P \stackrel{\text{def}}{=} \{f \mid f \in WF\}, \text{ где } WF \text{ – множество всех характеристик, } \|WF\| \leq \|N\|$$

В частном случае в виде вектора в пространстве абстрактных характеристик:

$$P = (p_{f_1}, p_{f_2}, p_{f_3}, \dots, p_{f_n})$$

В этом случае $\forall i = 1, \dots, \|WF\|, f_i \in WF$, координата $p_{f_i} \in [0; 1]$ – определяет степень соответствия характеристики f данному профилю P .

Так, вышеуказанными характеристиками могут являться произвольные тематики такие, как например: «спорт», «автомобили» и т.п. Вхождение таких характеристик в профиль пользователя может интерпретироваться как: «интересуется спортом», «интересуется автомобилями», а вхождение в профиль баннера, в свою очередь, как «содержание затрагивает тему спорта», «содержание затрагивает тему автомобилей». В общем же случае характеристики могут иметь глубокий и специализированный смысл, трудно выражаемый на естественном языке.

Подробнее об алгоритмах такого рода можно узнать в [5].

Совместно с компанией Eyeline Communications был разработан алгоритм ротации мобильных баннеров, использующий указанное выше представление данных. Отличительными чертами алгоритма являются:

- а) Профили баннеров составляются аналитиками, специалистами по маркетингу².
- б) Профили пользователей формируются динамически на основе характеристик, входящих в профили показанных баннеров.
- в) Подсчет коэффициентов релевантности баннеров пользователям ведется отложено.

² Далее условимся под аналитиками понимать специалистов по маркетингу

Для исследования качества алгоритма были спроектированы и реализованы модель системы мобильной контекстной рекламы, а также система тестирования для алгоритмов, оперирующих сходными данными [3]. В основе системы тестирования лежит имитация поведения пользователей в соответствии с задаваемыми параметрами. В результате чего основными компонентами системы являются модели пользователей с задачами запроса баннеров, анализа их содержимого на предмет принятия решения об отклике и непосредственно самого отклика.

В результате проведения тестов были поставлены следующие задачи:

- а) Оптимизация производительности модели системы мобильной контекстной рекламы.
- б) Модернизация алгоритма ротации с целью исключения человеческого фактора (субъективной точки зрения на предмет присутствия той или иной характеристики в баннере) при составлении профилей баннеров.
- в) Внедрение в производство модели системы показа рекламы.
- г) Разработка новых моделей пользователей для проверки устойчивости роста процента откликов на показываемые объявления в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

2 Модель системы показа рекламы

2.1 Производительность

Одним из способов доставки рекламных сообщений абонентам сотовых сетей является USSD³. Согласно данным одного из мобильных операторов [6] средняя длина сессии USSD не должна превышать 2 сек. Таким образом, с учетом высокой нагрузки на обслуживающие серверы время подбора рекламного баннера не должно превышать 1 сек.

Одним из ключевых параметров моделей пользователей в системе тестирования является время ожидания баннера [3]. Во время выполнения теста системой тестирования, каждая модель пользователя:

- а) Запрашивает баннер (имитируется ситуация запроса клиентом баланса счета).
- б) В случае, если за заданное время ожидания получен ответ с баннером модель принимает решение об отклике, в соответствии со стратегией отклика. Если при выполнении запроса моделью пользователя баннер не доставляется в течение заданного времени – в протокол модели ставится отметка о том, что отклика не было.

Ключевым инструментом для анализа качества алгоритмов в разработанной системе тестирования является график, отражающий зависимость процента откликов моделей пользователей от количества запросов баннеров системе показа мобильной рекламы. Координаты точки графика (р,п) интерпретируются следующим образом:

- а) п – номер запроса баннера по счету, сделанного каждой моделью;
- б) р – отношение числа моделей пользователей, сделавших отклик, к общему числу моделей пользователей после того как каждая модель сделала п-й запрос.

В результате проведения тестов при времени ожидания баннера менее 1 секунды наблюдалась следующая динамика процента откликов (максимальное время ожидания баннера составляло порядка 2с):

³ Unstructured Supplementary Service Data (USSD) — сервис в сетях мобильной связи, позволяющий организовать интерактивное взаимодействие между абонентом сети и сервисным приложением в режиме передачи коротких сообщений. USSD не гарантирует повторную доставку сообщений – весь диалог между сервисным приложением и абонентом ведется в рамках одной сессии, что делает данный механизм сессионно-ориентированным.

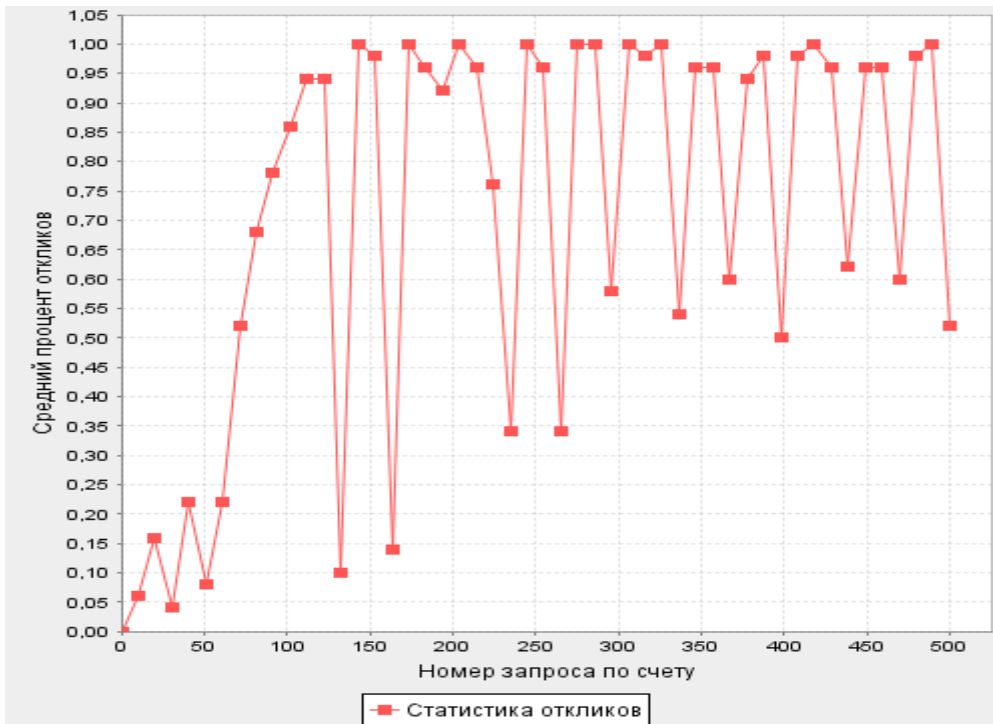


Рисунок 1. Динамика процента откликов при времени ожидания баннера 1с

Однако при времени ожидания баннера 2с наблюдалась следующая динамика (максимальное время ожидания баннера также составляло порядка 2с):

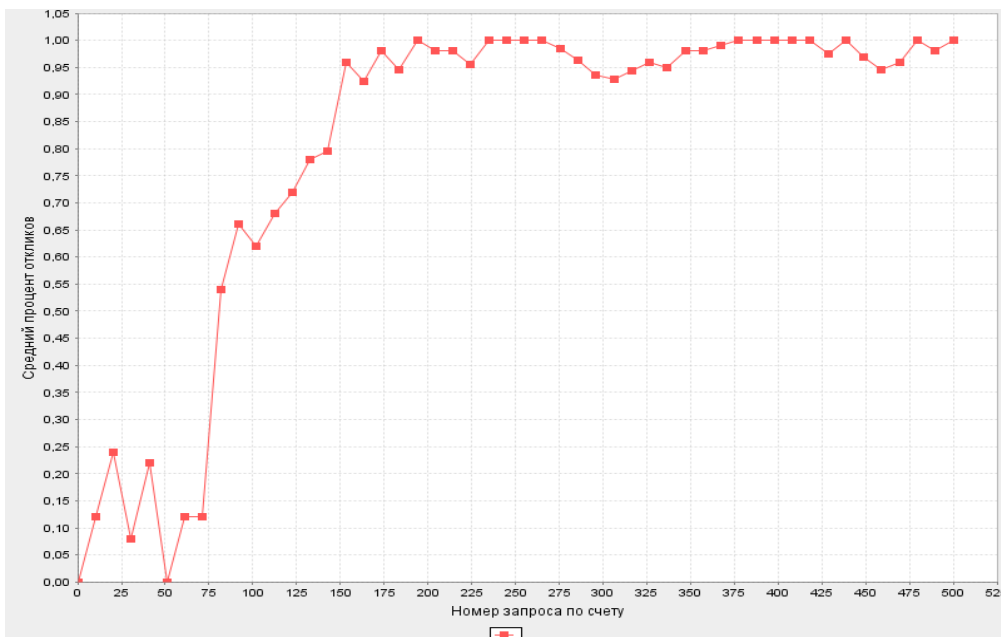


Рисунок 2. Динамика процента откликов при времени ожидания баннера 2с

Как в первом, так и во втором случае использовалась стратегия отклика «Сделать отклик, в случае, если в профиле пользователя и профиле баннер имеется доля общих характеристик v », остальные параметры систем указаны ниже (см. Таблица 1, Таблица 2). Данный факт позволил сделать вывод, что причиной «провалов» процента откликов

явилось большое время подбора релевантного баннера системой показа мобильной рекламы.

Как показал анализ, места «провалов» соответствуют моментам, когда происходил подсчет коэффициентов релевантности.

В силу больших объемов клиентских баз операторов, хранение данных в модели системы мобильной рекламы велось в СУБД (MySQL CE v5.5).

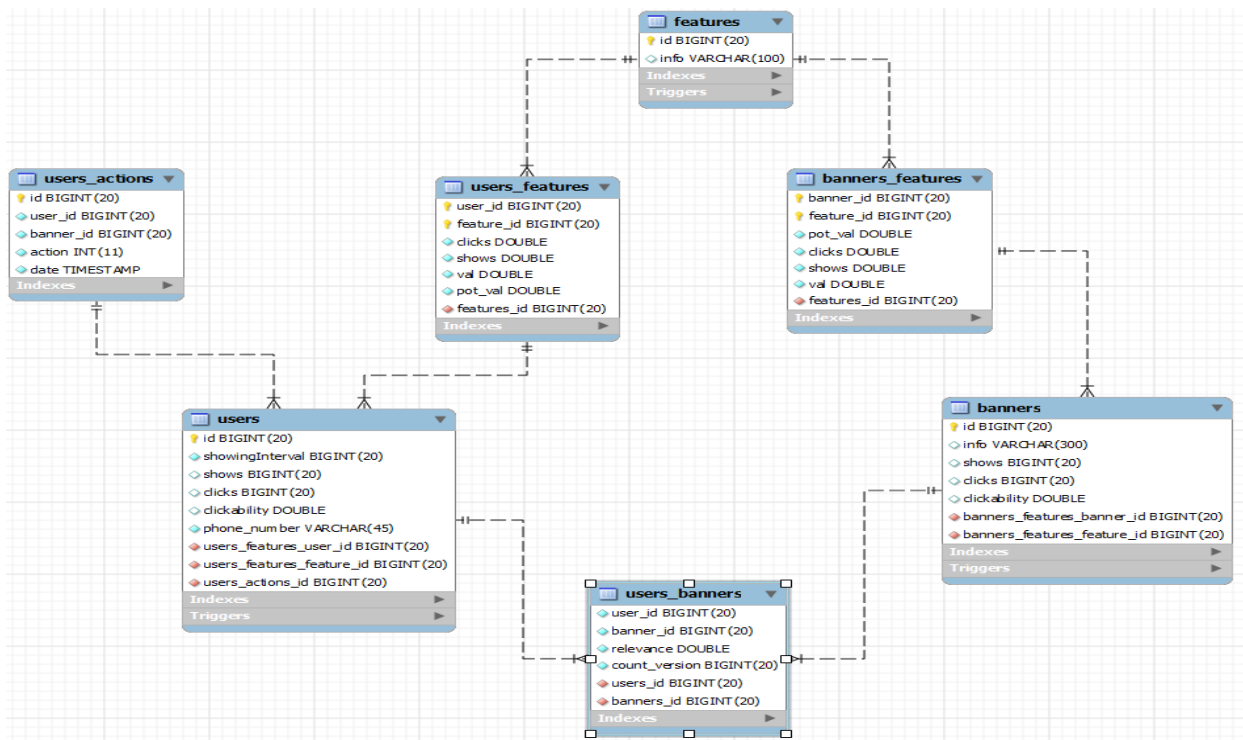


Рисунок 3. Схема БД для модели системы показа рекламы

Рассмотрим схему данных (Рисунок 3). Как отмечалось ранее, одной из отличительных особенностей упомянутого алгоритма, является отложенный подсчет коэффициентов релевантности между профилями пользователей и баннеров. С настраиваемым периодом результаты подсчета обновлялись в таблице **users_banners**, имеющей колонки: «идентификатор пользователя», «идентификатор баннера», «коэффициент релевантности». Используя средства отладки, удалось установить, что «провалы» откликов (Рисунок 1) соответствуют моментам времени, когда происходило обращение за максимально релевантным объявлением, а строки таблицы были заблокированы (использовался механизм хранения INNODB, обеспечивающий блокировки данных на уровне строк таблиц [7]) модулем подсчета релевантности. Кроме того, в этот же момент происходило обновление профилей пользователей, что влекло за собой блокировку профилей и как следствие задержки в подсчете релевантности.

В результате чего алгоритм ротации баннеров и модель системы мобильной контекстной рекламы на его основе были модернизированы следующим образом:

- а) Была введена версионность коэффициентов релевантности. Данное решение позволило при подборе релевантных объявлений пользователям, блокировать строки таблицы users_banners только текущей версии $V=V1$, в то время как новые коэффициенты подсчитывались в следующей версии $V2$. Обновление версии происходило по завершении подсчета. По факту смены версии происходило асинхронное удаление коэффициентов релевантности предыдущей версии.
- б) Было введено отложенное обновление профилей пользователей. Добавив таблицу users_actions для журналирования действий пользователя, мы получили возможность производить обновление всех профилей непосредственно перед подсчетом коэффициентов релевантности, вследствие чего исчезли задержки, связанные с блокировками на чтение строк таблицы профилей пользователей.

По факту апробации максимальное время ожидания баннера моделями пользователей, при стратегии отклика «Сделать отклик, в случае, если в профиле пользователя и профиле баннер имеется доля общих характеристик v » уменьшилось до 960мс. Остальные параметры систем указаны в таблицах ниже (см. Таблица 1, Таблица 2):

Таблица 1. Параметры системы тестирования

Параметры системы тестирования: Количество запросов выполняемых каждой моделью пользователя	1000
Периодичность запросов рекламы (сек)	1
Время ожидания баннера (сек)	1
Количество баннеров	50
Количество моделей пользователей	50
Общее количество характеристик	1000
Количество характеристик в профилях баннеров и пользователей	50

Таблица 2. Параметры модели системы показа рекламы

Периодичность подсчета релевантности (мин)	1
Интервал показа случайных	4

2.2 Составление профилей баннеров

Другая отличительная особенность алгоритма – профиль баннера составляется аналитиком вручную. В свою очередь каждый баннер имеет наглядное представление: графическое или текстовое. Таким образом, задача автоматического нахождения профиля баннера по конкретному представлению упирается в комбинацию задачи распознавания образов и извлечение смысла из текста на естественном языке. Как известно универсального алгоритма для нахождения решения каждой из таких задач, а тем более комбинации, на данный момент не существует, поэтому единственным оптимальным вариантом является составление профиля человеком.

Однако при составлении профиля баннера человеком следует учитывать такие риски, как:

- а) **Субъективная точка зрения аналитика.** Так как каждый человек может иметь свою собственную точку зрения на каждый конкретный вопрос, он вправе добавить в профиль некоторую характеристику f_1 , убрать ее оттуда или изменить ее вес. Данная точка зрения может не совпадать с мнением большинства, и такая ситуация приведет к низкому проценту откликов.
- б) **Опыт работы аналитика.** Может возникнуть ситуация, когда аналитик и не знает о наличии какой-либо характеристики. В результате также можем получить низкий уровень откликов от абонентов.
- в) **Человеческий фактор.** Вследствие накопившейся усталости специалиста может возникнуть ситуация, что в профиль попадет неверная характеристика, как следствие также будем иметь низкий процент откликов.

С тем чтобы сдерживать упомянутые риски, в алгоритм было введено следующее улучшение. Каждой характеристике в профиле баннера были поставлены в соответствие 4 поля:

- а) Сумма весов данной характеристики в профилях показанных пользователей (баллы за показы) (N_s).
- б) Сумма весов данной характеристики в профилях пользователей, кликнувших на данное объявление (баллы за клики) (N_c).
- в) Вес характеристики, указанный аналитиком (W_s).
- г) Итоговый вес W , определяющийся 2мя способами:

$$1.1) W = \left(\frac{Nc}{Ns} + Ws\right) / 2;$$

$$1.2) W = Ws * (1 - f(Ns)) + \frac{Nc}{Ns} * f(Ns), \text{ где } f - \text{ некоторая функция со свойствами:}$$

$$1.2.1) 0 \leq f(x) \leq 1, \forall x \geq 0;$$

$$1.2.2) f'(x) > 0, \forall x \geq 0.$$

Примером такой функции f может быть любая функция из семейств вида $1 - \frac{1}{\alpha x + 1}$ или $\frac{2}{\pi} * \arctg(\beta x)$, параметры α и β соответственно отвечают за скорость роста функций.

По факту введения улучшений было произведено тестирование на моделях со стратегией отклика «Сделать отклик, в случае, если в профиле пользователя и профиле баннера имеется доля общих характеристик в 10%». Согласно прилагаемому графику (Рисунок 4) процент откликов достаточно высок. Однако для проверки данного улучшения потребовалось изменить формат текстовых сообщений (баннеров), выдаваемых моделью системы показа рекламы, путем добавления в текст сообщения характеристик и соответствующих им весов. Описание подхода, использовавшегося изначально можно найти в [3].

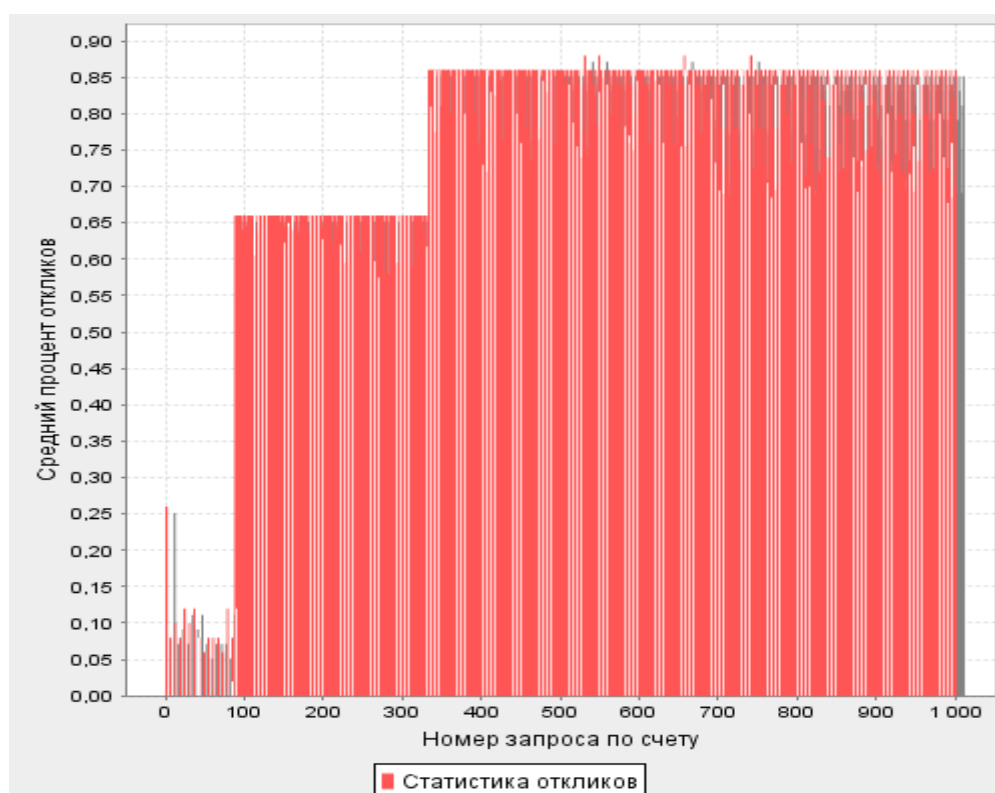


Рисунок 4. Динамика процента откликов при динамическом изменении профилей баннеров

При проведении теста использовались параметры, указанные в разделе 2.1 (см. Таблица 1, Таблица 2).

3 Модели пользователей

Как говорилось в [3], ключевыми параметрами моделей пользователей для принятия решения об отклике являются сопоставленный профиль пользователя и стратегия отклика – алгоритм, в ходе которого происходит принятие решения об отклике.

Для максимального приближения испытаний алгоритма к реальным условиям было разработано 2 новых семейства стратегий отклика.

Заметим, что по-прежнему, благодаря экспорту баннеров вместе с профилями в системы показа рекламы, модели пользователей работают напрямую с профилями баннеров, а не с их текстовым или графическим представлением [3].

3.1 Семейство стратегий отклика, учитывающих общую усталость пользователей от показов рекламы

Исходя из опыта взаимодействия с существующими системами подбора контента пользователям на основе истории их откликов, таких как, например, Интернет-сервис youtube, было выдвинуто предположение о том, что пользователь устает от показываемого ему контента (баннеров в случае мобильной контекстной рекламы). Таким образом, была разработана следующая стратегия отклика.

Стратегия 1.

Вход:

WF – множество всех характеристик

$P_u \in WF$ – профиль пользователя,

$P_b \in WF$ – профиль баннера

v – вещественное, $0 < v \leq 1$

$0 \leq f_u(n) \leq 1$ – функция усталости пользователя от показов баннеров, n – количество показанных баннеров

Выход: 0, 1

Тело алгоритма:

$$x \stackrel{\text{def}}{=} \|P_u \cap P_b\| / \|P_u\|$$

Если $x * (1 - f_u(n)) \geq v$

Вернуть 1;

Иначе

Вернуть 0;

Заметим, что, как правило, функция усталости периодична и может быть представлена в виде: $\sin(\alpha n + \beta)$.

По факту реализации данной стратегии была проведена ее апробация (Рисунок 5):

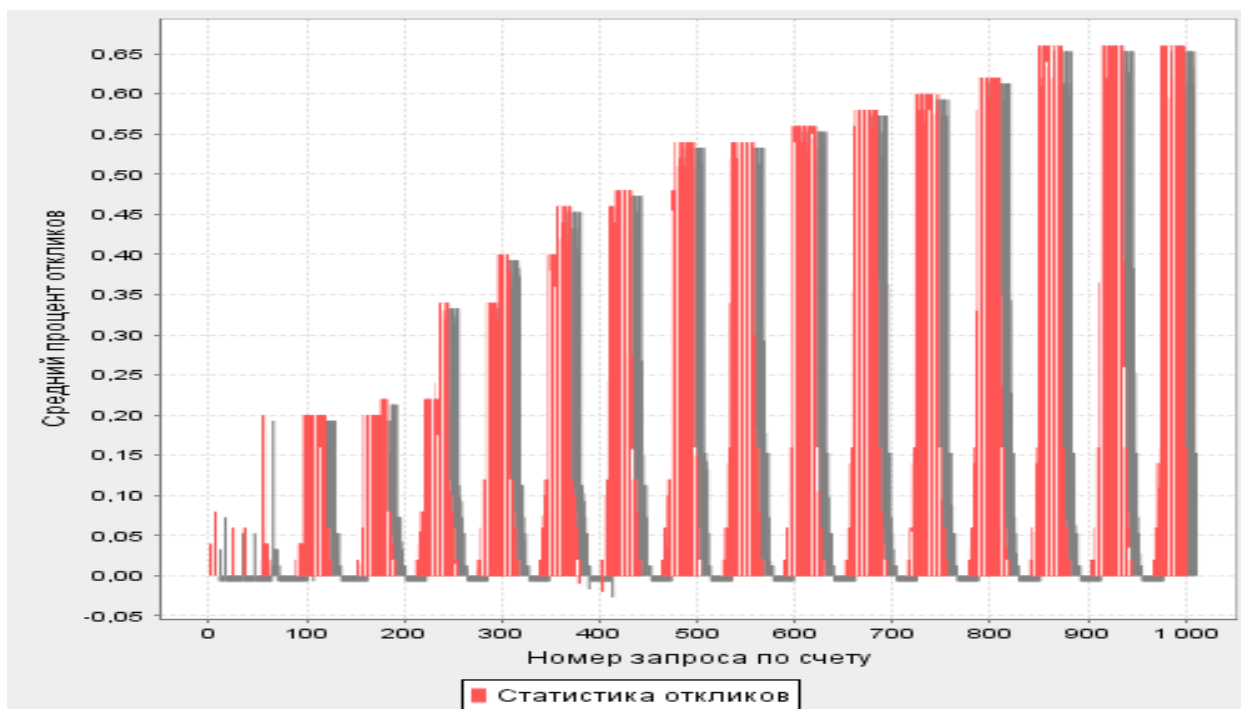


Рисунок 5. Применение стратегии с усталостью клиентов от показов

На графике заметно, что, несмотря на усталость абонентов от показов (места с «провалами» процента откликов соответствовали максимальным значениям функций усталости), имеет место рост процента откликов, а, следовательно, алгоритм устойчив к динамике откликов пользователей такого типа.

3.2 Семейство стратегий отклика, учитывающих смену и степень интересов

Одной из ключевых проблем в моделировании и предугадывании поведения пользователей является так называемый дрейф понятий (англ. concept drift) [9,10]. Так описывают ситуацию, когда параметры пользователя, использованные при моделировании, по каким-либо причинам меняются с течением времени.

Для проверки устойчивости алгоритма ротации баннеров к такому явлению было принято решение создать новое семейство стратегий отклика для моделей пользователей.

В основе стратегии лежит предположение о том, что к каждой конкретной тематике пользователь испытывает интерес определенной степени. С течением времени, при

просмотре некоторого количества баннеров, или в общем случае любого другого медиа-контента, затрагивающих данную тематику, степень интереса пользователя к ней ослабевает. Кроме того пользователь может и вообще потерять интерес. Часто может происходить и обратная ситуация, когда пользователь приобретает интерес к совершенно новой тематике. На основе данных предположений была спроектирована следующая стратегия отклика:

Стратегия 2.

Вход:

WF – множество всех характеристик

$P_u \in WF$ – профиль пользователя,

$P_b \in WF$ – профиль баннера

v – вещественное, $0 < v \leq 1$,

$0 \leq I_{fu}(NS_{fu}) \leq 1$, где u – абонент, $f \in WF$ -характеристика, $NS_{f,u}$ – количество объявлений показанных пользователю u , содержащих в своем профиле характеристику f ,

φ – вероятность удаления характеристики из профиля пользователя после каждого показа,

ψ – вероятность добавления новой характеристики в профиль пользователя после каждого показа

Выход: 0, 1

Тело алгоритма:

1. $x \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{\|P_u\|} \sum_{f \in P_u} I_{fu}(NS_{fu})$
2. С вероятностью φ удалить из профиля пользователя характеристику f , такую что: $f \stackrel{\text{def}}{=} \operatorname{argmin}(I_{fu}(NS_{fu}))_{f \in WF}$
3. С вероятностью ψ добавить в профиль пользователя характеристику $g \in WF \setminus P_u$ и ассоциировать с ней функцию интереса.
4. Обновить значения $NS_{fu} \forall f \in P_b$

Если $x \geq v$

Вернуть 1;

Иначе

Вернуть 0;

Заметим, что, как правило, функции I_{f_u} также имеют периодичный характер и поэтому могут быть представлены в виде: $\sin(\alpha n + \beta)$

По факту реализации стратегии была проведена апробация и получена следующая динамика процента откликов (см. Рисунок 6):

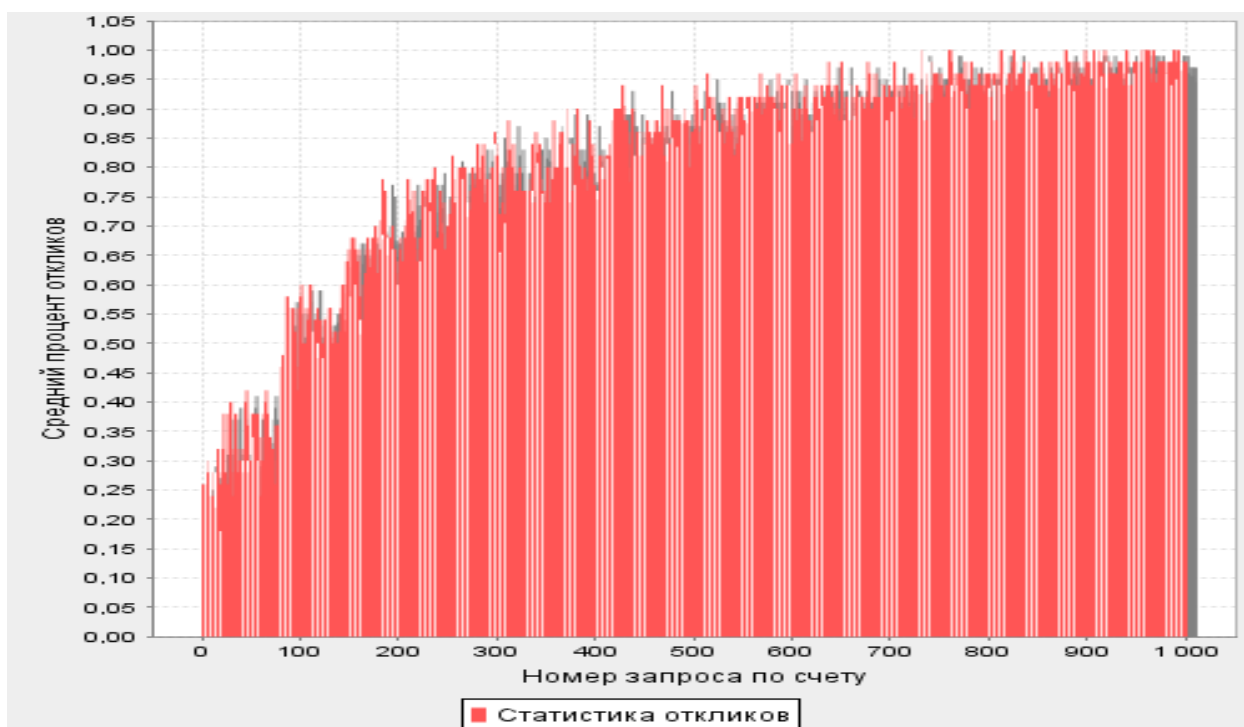


Рисунок 6. Динамика процента откликов при модели со сменой интересов

Вероятности добавления характеристик в профиль и удаления из профиля равнялись 0.5. Порог отклика ν был равен 0.1. Остальные параметры системы тестирования и модели системы показа рекламы указаны в таблицах выше (см. Таблица 1, Таблица 2).

На графике видно, что, несмотря на очевидные колебания, связанные с затуханием интересов по характеристикам, процент откликов имеет тенденцию к росту. Данный факт подтверждает, что алгоритм устойчив к упомянутому дрейфу понятий.

4 Внедрение модели системы показа рекламы

Для апробации алгоритма в условиях реальной работы было принято решение задействовать реализованную модель системы показа рекламы в выдаче рекламных баннеров в ответах одного из сервисов заинтересованной компании, контент-провайдера. Однако в силу того, что система разрабатывалась в рамках студенческого проекта, во избежание рисков возникновения ошибок, было принято решение о частичном внедрении: требовалась только часть системы, отвечающая за выдачу баннеров. Для внесения в систему истории откликов пользователей был реализован файловый адаптер, который посредством анализа логов от систем инфраструктуры формировал сообщения системе в необходимом формате.

Адаптер имеет простой, интуитивно понятный интерфейс (см. Рисунок 7), с помощью которого задается регулярное выражение для разбора файла, где предполагается наличие таких данных как номер или любой другой идентификатор абонента, а также номер, набираемый абонентом. На основе считываемых данных формируются сообщения для взаимодействия с моделью системы показа рекламы.

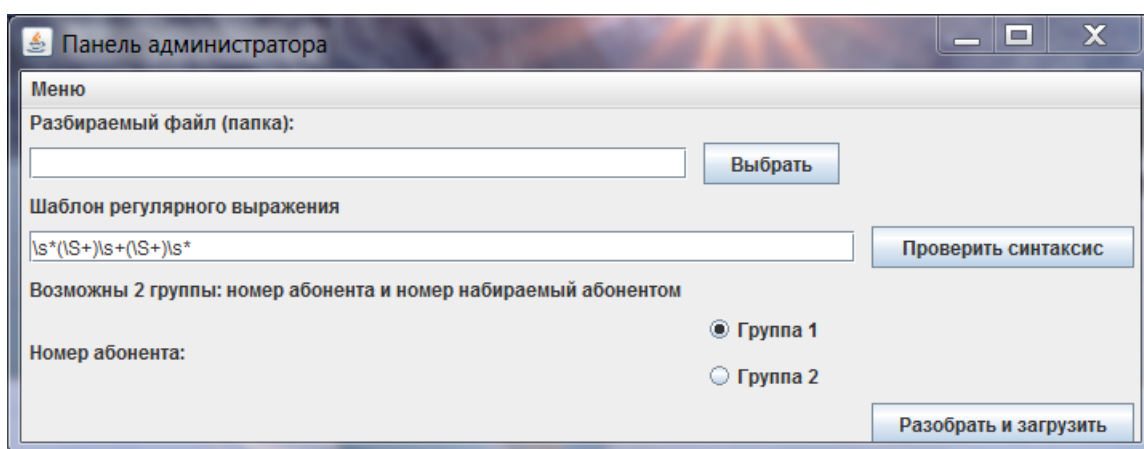


Рисунок 7. Пользовательский интерфейс адаптера для взаимодействия с моделью системы мобильной рекламы

5 Результаты

В процессе выполнения работы решены следующие задачи:

- а) Оптимизирована производительность разработанной ранее модели системы мобильной контекстной рекламы.
- б) Разработаны улучшения алгоритма для сбора большего объема информации о пользователях на основе истории откликов и учета смены интересов.
- в) Разработан ряд усовершенствованных моделей пользователей для приближения условий тестирования к рабочим условиям использования алгоритма.
- г) Реализован файловый адаптер для внесения истории откликов пользователей посредством логов и тестового внедрения в эксплуатацию модели системы мобильной рекламы.

Работоспособность решений подтверждена экспериментально с использованием разработанной ранее системы алгоритмов ротации мобильных баннеров. Описание экспериментов и результатов представлено в разделах выше.

Заключение

В процессе выполнения работы получены следующие результаты:

- а) Изучена предметная область.
- б) Разработана система показа мобильной контекстной рекламы.
- в) Разработана система тестирования алгоритмов ротации мобильных баннеров.
- г) Проведены эксперименты на реальных данных.
- д) Разработаны модели пользователей сети мобильной связи, на основе которых был дополнен разрабатываемый алгоритм ротации мобильных баннеров.

Результаты работы опубликованы в [1,2,4].

В дальнейшем реализованные системы планируется улучшить до состояния готовности промышленного использования путем:

- а) реструктурирования и более тщательного документирования кода;
- б) введения тестового покрытия порядка 80%;
- в) подготовки миграционных скриптов баз данных систем в формате liquibase для независимости от производителей СУБД.

Литература

1. Дронов В. И. Система ротации мобильных баннеров // Материалы 51-й международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», секция Информационные технологии. Новосибирск, 2013. 42 с.
2. Дронов В. И. Система тестирования алгоритмов ротации мобильных баннеров // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6. 12с.
3. Дронов В. И. Система тестирования алгоритмов ротации мобильных баннеров // Выпускная квалификационная работа бакалавра. Новосибирск, 2011.
4. Дронов В. И. Система тестирования алгоритмов ротации мобильных баннеров // Материалы 50-й юбилейной международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», секция Информационные технологии. Новосибирск, 2012. 146 с.
5. Касимова Д. Н. Разработка системы показа мобильной контекстной рекламы // Бизнес-информатика. 2009. № 2. С. 20-26.
6. Официальный сайт ЗАО «Байкалвестком». - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uucn.bwc.ru/gsm/operations/ussd/>, свободный.
7. Официальный сайт производителя «MySQL». - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/innodb-storage-engine.html>, свободный.
8. Manning C. D., Raghavan P., Schütze H. Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008.
9. Schwab I., Kobsa A., Koychev I. Learning User Interests through Positive Examples Using Content Analysis and Collaborative Filtering // User Modeling and User-adapted Interaction – UMUAI. 2001.
10. Webb G.I., Pazzani M.J., Billsus D. Machine Learning for User Modeling // User Modeling and User-Adapted Interaction. 2001. № 11.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, НГУ)

Кафедра общей информатики

УТВЕРЖДАЮ

Зав. Кафедрой Пальчунов Д.Е.
(фамилия, И., О.)

.....
(подпись, дата)

ЗАДАНИЕ
на магистерскую диссертацию

студент Дронов Василий Иванович

факультета ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки 230100.68 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА

Магистерская программа: Технология разработки программных систем

Тема: Моделирование поведения пользователей сети мобильной связи

Цели работы: разработка системы мобильной контекстной рекламы, разработка системы тестирования алгоритмов ротации мобильных баннеров, разработка моделей поведения пользователей сети мобильной связи.

Руководитель

Пальчунов Д.Е.
(фамилия, И., О.)
д.ф.-м.н., профессор
(уч. степень, уч. звание)

.....
(подпись, дата)