



Секция 1. Информационные системы и технологии: опыт создания, модели, инструменты, проблемы

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ ОПЕРАТОРОВ CALL-ЦЕНТРА И ВЕРОЯТНОСТИ ПОТЕРИ УСТАНОВЛЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Бодянский Е.В., Дейнеко А.А., Дейнеко Ж.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Развитие информационных технологий в сфере телекоммуникационных систем послужило причиной появления и активного внедрения почти во все сферы общественной и предпринимательской жизни таких систем, как call-центры. В теории и практике управления call-центры часто рассматриваются как синоним телефонного обслуживания клиентуры, как фактор успеха в стремлении фирмы добиться признания потребителей. Call-центры являются некоторым стандартом в области обслуживания и широко используются в телекоммуникационных и торговых фирмах, банках кредитно-карточной системы, отелях, социальных службах, службах экстренной помощи и т.д. Call-центры стали незаменимым средством связи и эффективного управления взаимоотношениями с клиентами.

Большинство структур, в работе которых преобладает общение с людьми (а это могут быть как частные компании, так и государственные учреждения), реорганизуют свою инфраструктуру, внедряя в нее от одного до нескольких call-центров. Такие системы представляют возможность наилучшим образом использовать имеющиеся в компании ресурсы (сотрудники, линии связи, оборудование, программное обеспечение) для обслуживания клиентских вызовов.

Call-центры – важное средство связи в современном мире, поэтому разработка адекватных математических моделей является одной из главных задач на этапе их проектирования. Одной из основных задач call-центров является задача массового обзвона клиентов с целью проведения с ними определенного диалога. Обзвон осуществляется автоматически по заданному списку клиентов. Установленные соединения (момент, когда клиент поднял трубку) передаются операторам для проведения диалога. Для обслуживания сеанса обзвона выделяется некоторое множество подготовленных операторов, которые осуществляют необходимый диалог с клиентами, до которых удалось дозвониться.

При автоматическом обзвоне система способна организовывать исходящие звонки (наборы номеров и запросы на соединение) по многим номерам практически одновременно (примерно один запрос в секунду). В случае успешного дозвона клиент поднимает трубку через 10-20 секунд. Если клиент не берет трубку, система ожидает примерно минуту и регистрирует неуспешную попытку дозвона по данному номеру. Поэтому, необходимо регулировать поток исходящих вызовов таким образом, чтобы, с одной стороны, операторы не простаивали в ожидании, когда клиент снимет трубку, а с другой, звонки не терялись из-за занятости операторов.

В настоящей работе предлагается нейросетевой метод прогнозирования времени простоя операторов call-центра и вероятности потери установленных соединений с целью оптимизации работы системы.

На практике количество абонентов call-центра представляет собой всегда конечное число, которое не превышает количество абонентов телефонной сети страны. Поэтому емкость орбиты также является конечным числом. Рассмотрим модель call-центра, которая имеет емкость орбиты, ограниченную заданной константой L . При этом, если емкость орбиты равна L , то вызовы, которые поступают в систему, теряются и не влияют на функционирование системы.

Пусть вызовы, которые поступают в систему, после нескольких неудачных попыток уходят из системы. Пусть H_j – вероятность того, что после j -ой неудачной попытки произойдет еще $(j + 1)$ -ая попытка. Предположим, что вероятность повторных вызовов после неудачной повторной попытки не зависит от количества предыдущих попыток (т.е. $H_2 = H_3 = \dots$).



Секция 1. Информационные системы и технологии: опыт создания, модели, инструменты, проблемы

Пусть на s каналов обслуживания поступает пуассоновский поток первичных вызовов с интенсивностью λ [1]. Если в момент прихода первичного вызова какой-либо из s каналов свободен, то вызов обслуживается и уходит из системы. В противном случае с вероятностью $1 - H_1$ вызов уходит из системы без обслуживания и с вероятностью $H_1 > 0$ поступает на орбиту, если хотя бы одно из L мест орбиты свободно, или уходит из системы (вызов теряется), если все места на орбите заняты. Времена обслуживания распределены экспоненциально с параметром μ .

Вызовы на орбите представляют собой пуассоновский процесс с интенсивностью ν . Если в момент прихода повторного вызова какой-либо канал обслуживания свободен, то после обслуживания он уходит из системы и исчезает с орбиты. В противном случае с вероятностью $1 - H_2$ вызов уйдет из системы или с вероятностью H_2 повторно сделает попытку обслужиться.

В настоящее время искусственные нейронные сети (ИНС) получили широкое распространение для решения большого класса задач обработки информации. В случае необходимости обработки информации в on-line режиме по мере последовательного поступления на вход новых данных, на первый план выходит вопрос скорости процесса обучения, существенно ограничивающий класс ИНС, пригодных для работы в этом режиме. С точки зрения оптимизации по скорости процесса обучения весьма перспективными являются ИНС, основанные на ядерных (радиально-базисных, колоколообразных) функциях активации. Наиболее популярными из таких ИНС являются радиально-базисные нейронные сети (Radial Basis Function Neural Networks - RBFN). Основные идеи радиально-базисных нейронных сетей связаны с методом потенциальных функций [2], оценок Парзена [3, 4], ядерной и непараметрической регрессиями [5].

Поэтому чтобы решить задачу прогнозирования времени простоя операторов call-центра и вероятности потери установленных соединений, была построена искусственная эволюционная радиально-базисная нейронная сеть, которая сама настраивает не только свои веса, но и определяет автоматически количество нейронов и расположение центров радиально-базисных функций в on-line режиме с высокой скоростью поступления и обработки данных.

В результате исследования были построены и оптимизированы основные процессы call-центра. Данный подход позволяет обеспечить необходимое качество обработки информации в последовательном on-line режиме.

1. Вагнер Г. Основы исследования операций / Г. Вагнер – М.: Мир, 1973. – 503 с.
2. Haykin S. Neural Networks. A Comprehensive Foundation / S. Haykin. – Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, Inc., 1999. – 842 p.
3. Kohonen T. Self-Organizing Maps / Kohonen T. – Berlin: Springer-Verlag, 1995. – 362 p.
4. Надарая Э. А. О непараметрических оценках плотности вероятности и регрессии / Э. А. Надарая // Теория вероятностей и ее применение. – 1965. – 10. – № 1. – С. 199-203.
5. Варядченко Т. В. Непараметрический метод обращения функций регрессии / Т. В. Варядченко, В. Я. Катковник // Стохастические системы управления. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 4-14.