

# ПОСТРОЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

## USER INTERFACE DESIGNING WITH USING INTERACTIVE MACHINE LEARNING

V. Yurkin  
S. Saradgishvili

*Summary.* This article discusses the issue of building an individual graphical user interface. The process of implementing an interface building system using interactive machine learning methods and end user experience is considered. The possibilities of user influence on the learning process are considered.

*Keywords:* Interface, interactive machine learning, gradient boosting, machine learning heuristics, user experience.

**Юркин Владимир Андреевич**

Аспирант, Санкт-Петербургский Политехнический  
Университет Петра Великого  
arhimondled@yandex.ru

**Сараджишвили Сергей Эрикович**

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский  
Политехнический Университет Петра Великого  
ssaradg@yandex.ru

*Аннотация.* В данной работе рассматривается вопрос построения индивидуального графического интерфейса пользователя. Рассмотрен процесс реализации системы построения интерфейса, использующей методы интерактивного машинного обучения и конечный пользовательский опыт. Рассмотрены возможности влияния пользователя на процесс обучения.

*Ключевые слова:* интерфейс, интерактивное машинное обучение, градиентное повышение, эвристики машинного обучения, пользовательский опыт.

**П**остроение пользовательского интерфейса является сложной задачей, часто при его проектировании используют субъективный опыт проектировщиков, статистические данные или результаты психологических исследований. Для построения максимально эффективного интерфейса необходимо учитывать особенности работы каждого пользователя и выполнять подгонку интерфейса под его стиль работы. Для решения этой проблем предлагается использовать методы интерактивного машинного обучения, т.к. они снижают трудность интерпретации и настройки параметров при обучении, позволяют пользователю реагировать на модель и вносить в неё изменения. Уникальный опыт конечного пользователя будет основой для построения индивидуального интерфейса.

Функционал приложения доступный пользователю следует разделить на отдельные функции, которые пользователь может использовать посредством взаимодействия с интерфейсом или последовательностью таких действий. Применение каждой такой функции необходимо для достижения конкретного результата, который может быть достигнут различными путями. В процессе использования приложения пользователь определяет такие пути по совокупности критериев. К таким критериям относятся:

- ◆ личный опыт;
- ◆ размер и расположение элементов управления;
- ◆ рекомендации, заложенные в ПО;
- ◆ описание функционала элемента интерфейса;
- ◆ интерактивные подсказки.

На первом этапе необходимо произвести сбор входных данных. В качестве таких данных будут выступать частота, последовательность, достигаемый результат и время между применениями рассматриваемых функций.

Исследованием в данной области занимается человеко-компьютерное взаимодействие, где в настоящее время основную роль играет машинное обучение [1]. Главной основой для развития данного направления является пользовательский опыт и дизайн, что в свою очередь требует новых подходов для изучения [2,3]. Основными исследованиями в данном направлении занимается интерактивное машинное обучение. Подход состоит в том, чтобы позволять пользователю взаимодействовать с моделью и влиять на неё, используя метод проб и ошибок. Взаимодействие пользователя и модели часто приводит к возникновению своего рода интерфейса между пользователем и моделью. Для определения получаемого результата необходимо ввести

критерии оценки предлагаемого интерфейса [4]. Основным методом для оценки UX является эвристическая оценка [5]. Данный метод выбирается из соображений возможности эмпирической проверки и теоретической обоснованности. Необходимо выбрать подходящие методы, т.к. многие методы не подходят для глубокого машинного обучения, из-за невозможности произведения манипуляций над используемой моделью. Необходимо применить эвристики, подходящие для интерактивного машинного обучения [6]. К таким относятся:

- ◆ возможность пользователю управлять моделью;
- ◆ обратная связь для пользователя;
- ◆ захват цели вместо ввода;
- ◆ оценка качества модели пользователем;
- ◆ разъяснения пользователю на примерах;
- ◆ явность ограничений и возможностей взаимодействия;
- ◆ использование метода проб и ошибок [7].

На основании собранных данных проводится обучение целью которого является сократить путь для достижения конкретного результата, сокращение количества шагов и затрачиваемого времени для выполнения идентичных задач. Для обучения используется алгоритм дерева градиентного повышения (ДГП). Одной из его возможностей является визуализация процесса обучения. Строится аддитивная модель  $F(x)$  состоящую из  $M$  деревьев решений  $h_m(x)$ , с входной функцией  $x$ , формула (1).

$$F(x) = \sum_{m=1}^M y_m h_m(x). \tag{1}$$

Каждое дерево решений  $h_m(x)$  является слабым учеником и может оперировать со смешанными типами данных. Строится модель с прямой поэтапной модой по формуле (2).

$$F_m(x) = F_{m-1}(x) + y_m h_m(x). \tag{2}$$

Для уменьшения потерь функции  $L$  на каждом шагу выбирается дерево решений  $h_m(x)$ , фиксируя предыдущий ансамбль деревьев, формула (3).

$$F_m(x) = \arg \min_h \sum_{i=1}^n L(u_i, F_{m-1}(x_i) - h(x_i)). \tag{3}$$

Для минимизации потерь используется алгоритм по формуле (4).

$$F_m(x) = F_{m-1}(x) + y_m \sum_{i=1}^n \nabla L(u_i, F_{m-1}(x_i)). \tag{4}$$

Для всех узлов от корня до листьев выбор происходит в жадной форме, алгоритм обучения выбирает лучший порог для каждого. Использование матрицы Гесса и весов позволяет вычислять прирост информации, вызванный применением каждой функции и правила принятия решения для узла [8,9,10].

Данный способ позволяет пользователю выполнять широкий спектр операций над деревьями решений: удаление деревьев в модели, добавление деревьев в модели, разрешить подмножество функций, заблокировать подмножество функций.

Обучение производится при уже спроектированном пользовательском интерфейсе обычным методом. Обучение может производиться на любом приложении с графическим пользовательским интерфейсом, имеющем длинные цепочки выполнения действий, например, пакет офисных приложений. Поскольку интерфейс таких приложений зачастую позволяет выполнять ручную настройку элементов с некоторыми ограничениями, то возможность создания рекомендаций по изменению интерфейса сохраняется для уже спроектированных интерфейсов.

По результатам обучения строится последовательность действий для достижения необходимого результата. При её построении учитывается время поиска элемента интерфейса, его доступность (подмножество действий необходимых к выполнению для получения доступа к данному элементу), соответствие описания и ожидаемого результат (использование других элементов, требующих большего числа шагов для достижения результата). На основании полученных результатов вносятся корректировки в существующий интерфейс, после чего обучение продолжается. Для приложения создаётся пользовательский профиль, который соотносится к одной из ранее определённых групп пользователей по роду деятельности, что позволяет выбрать первоначальную схему интерфейса, такие решения часто применяются для инструментов разработки на различных языках программирования, что позволяет сократить время настройки ПО. Такие группы формируются исходя из статистики, собранной на множестве различных пользователей.

Данный подход был протестирован на двух наборах входных данных, состоящих из последовательностей выполнения действий в приложении и времени, затрачиваемом на них. Первый набор данных получен после первичного обучения без изменения интерфейса, второй после применения рекомендаций по изменению, каждый набор содержит более 12000 вызванных функций. После изменения в интерфейсе среднее количество шагов до достижения определённого результата сократилось на 15%, а общее затрачиваемое время на 13%. Измерения проводились для монотонной однотипной работы в ПО на протяжении месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Stumpf, V. Rajaram, L. Li, W. K. Wong, M. Burnett, T. Dietterich, E. Sullivan, and J. Herlocker. Interacting meaningfully with machine learning systems: Three experiments. *International Journal of Human Computer Studies*, 2009.
2. S. Stumpf, V. Rajaram, L. Li, M. Burnett, T. Dietterich, E. Sullivan, R. Drummond, and J. Herlocker. Toward harnessing user feedback for machine learning. In *Proceedings of the 12th international conference on Intelligent user interfaces* — IUI '07, 2007.
3. J. Burrell. How the machine thinks': Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data & Society*, 2016.
4. R. Jeffries and H. Desurvire. Usability testing vs. heuristic evaluation. *ACM SIGCHI Bulletin*, 24(4):39–41, oct 1992.
5. J. Nielsen and R. Molich. Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems Empowering people* — CHI '90, pp. 249–256. ACM Press, New York, New York, USA, 1990.
6. S. Amershi, M. Cakmak, W. B. Knox, and T. Kulesza. Power to the People: The Role of Humans in Interactive Machine Learning. *AI Magazine*, 2014.
7. E. Corbett, N. Saul, and M. Pirrung. Interactive machine learning heuristics. In *Proceedings of the Machine Learning from User Interaction for Visualization and Analytics Workshop at IEEE VIS2018*, Oct 2018
8. Teng Lee, James Johnson, and Steve Cheng. 2016. An Interactive Machine Learning Framework. *arXiv preprint arXiv:1610.05463* (2016).
9. S. Amershi, J. Fogarty, A. Kapoor, and D. S. Tan. Effective end-user interaction with machine learning. In *Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)*, 2011.
10. J.H. Friedman. Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *Annals of Statistics*, 29:1189–1232, 2000.

© Юркин Владимир Андреевич ( arhimondled@yandex.ru ), Сараджишвили Сергей Эрикович ( ssaradg@yandex.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого