

Рекомендательная система для встроенных инструментов IntelliJ IDEA

Елисеева Мария

научный руководитель: к.т.н. Т. А. Брыксин

консультанты: А. Миллер, Н. Поваров, В. Бибаев, С. Бойцов

Санкт-Петербургская школа физико-математических и
компьютерных наук

НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург

2020

- Интегрированные среды разработки предоставляют много возможностей
- Разработчики плохо знают эти возможности
 - 78% пользователей IntelliJ IDEA регулярно используют не более 70 действий
 - Всего различных действий более 1000
- Способы обучения разработчиков
 - Непрограммные: примеры использования, tutorиалы
 - Программные: всплывающие окна, аннотации
 - Для программных требуется рекомендательная система

Обзор подходов к рекомендации команд

- Рекомендация самой популярной¹/широко используемой команды²
 - Простые и эффективные
 - Почти не персонализированные
- Методы, учитывающие порядок изучения команд естественным способом²
 - Нет доступной реализации
- Link Prediction³
 - Требуется размеченные данные для обучения
 - Уступает более поздним исследованиям

¹ J. Matejka et al. (2009), "CommunityCommands: Command Recommendations for Software Applications".

² M. Emerson et al. (2012), "Improving software developers' fluency by recommending development environment commands".

³ L. Xin et al. (2013) "Recommendation as link prediction in bipartite graphs: A graph kernel-based machine learning approach"

- CoDis и Co+Dis⁴
 - Лучше Link Prediction
 - Учитывает порядок изучения команд
 - Нет доступной реализации
- Рекомендации учетом контекста⁵
- Рекомендации в реальном времени^{6,7}

⁴Z. Sedigheh et al. "What to Learn Next: Recommending Commands in a Feature-Rich Environment" (2015)

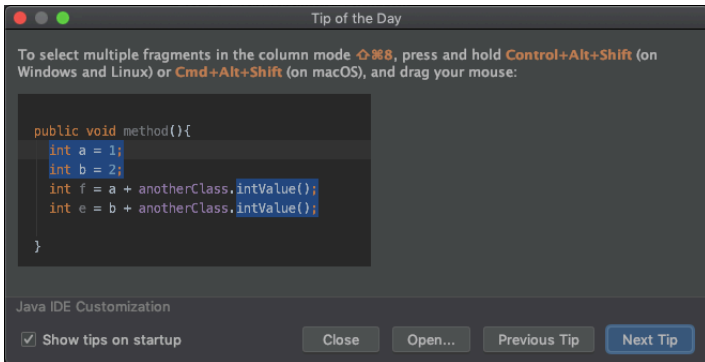
⁵G. Marko et al. (2017) "Context-Aware Integrated Development Environment Command Recommender Systems"

⁶K. Damevski et al. (2018), "Predicting future developer behavior in the IDE using topic models"

⁷M. Schmidmaier et al. (2019), "Real-Time Personalization in Adaptive IDEs"

Tip of the Day

- Tip of the Day выдает случайные советы



- Рассмотренные подходы или не предлагают готовую реализацию, или не подходят по смыслу

Цель: Повышение эффективности механизма Tip of the Day в IntelliJ IDEA добавлением рекомендательной системы

Задачи:

- Анализ и обработка данных, необходимых для генерации рекомендаций
- Выбор и анализ подходящих алгоритмов
- Реализация выбранных алгоритмов и интеграция в IntelliJ IDEA
- Аprobация на тестовых данных и на реальных пользователях

Логи пользователей IntelliJ IDEA

- 2860 пользователей, 17 млн записей
- Каждая запись содержит:
 - ID пользователя
 - Время
 - ID группы события, ID события
 - Дополнительные данные о событии, имеющие разный формат для разных групп.
 - Данные, нерелевантные для работы (например код страны)

Советы – HTML файлы с текстом/изображением

- При демонстрации совета в логах отображается имя этого файла
- Записей, показывающих выполнение конкретного совета, нет

- Было частично построено вручную отображение между HTML файлами с советами и записями в логах, отражающих действие, предлагаемое в совете
- Была реализована обработка двух типов событий: `ui.tis` и `action`
 - `ui.tips` – запись о показанном совете
 - по `action` чаще всего можно отследить выполнение совета, поэтому остальные типы событий были пропущены
- Были подсчитаны различные статистические данные
 - Например, пользователь с вероятностью 70% забывает действие за 10 дней, что используется при фильтрации входных данных

Были рассмотрены популярные алгоритмы в рекомендательных системах.

- kNN⁸
 - Плохо масштабируется, при большом количестве пользователей будет медленно работать
- Кластеризация⁹
 - Неперсонализированный

⁸C. Bei-Bei (2017), "Design and Implementation of Movie Recommendation System Based on Knn Collaborative Filtering Algorithm"

⁹B. Sarwar (2002), "Recommender Systems for Large-scale E-Commerce scalable neighborhood formation using clustering"

- Факторизация матрицы предпочтений¹⁰
 - Хорошо показал себя в других областях рекомендаций
- Bayesian Personalized Ranking¹¹
 - По утверждению авторов, поможет улучшить факторизацию матрицы
- Гибридные методы
 - Используются во многих успешных рекомендательных системах¹²
 - Обучение весов – самый популярный подход

¹⁰K. Yehuda et al. (2009), "Matrix factorization techniques for recommender systems"

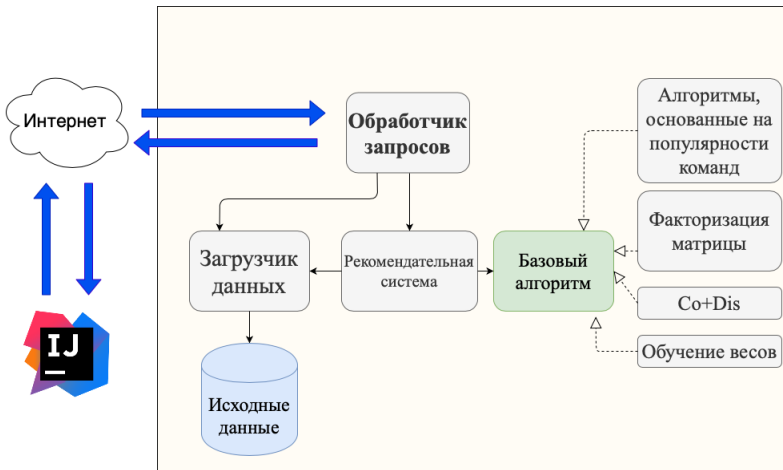
¹¹R. Steffen et al. (2012), "BPR: Bayesian Personalized Ranking from ImplicitFeedback"

¹²R. Bell et al. (2007), "The BellKor solution to the Netflix Prize"

Варианты реализации:

- На языке Java в коде IntelliJ IDEA
 - Потребуется code review
 - Развертывание и тестирование займут много времени
- Внешний сервис на языке Python
 - Больше время ответа на запрос
 - Меньше зависимости от IDEA (только согласовать API)

Реализация



<https://github.com/JetBrains-Research/feature-recommendations>

- Была реализована возможность добавления пользователей при использовании Bayesian Personalized Ranking с факторизацией матрицы
- Обучение весов
 - Был реализован подход, использующий линейную регрессию
 - Была проведена дополнительная обработка данных: по исходным логам были построены пары "история действий – совет"

- offline: классический подход
 - Разделение истории действий пользователя на "до рекомендации" и "после рекомендации"
 - Нет прямого влияния рекомендации на действия
 - Метод использовался только на ранних стадиях работы
- offline: реализованный подход
 - Были использованы пары, аналогичные построенным для алгоритма обучения весов
 - Был реализован инструмент, считающий 7 различных метрик качества ранжирования
- online тестирование
 - Был реализован инструмент, обрабатывающий логи, собранные после интеграции, и считающий точность рекомендаций

Результаты offline тестирования

Алгоритм	map@5	MRR@5	Точность первой рекомендации, %
TOP	0.49	0.25	16
PROB	0.50	0.25	18
WIDE	0.54	0.27	21
BPR	0.43	0.21	18
CODIS	0.45	0.22	15
RAND	0.03	0.02	0
WEIGHTS	0.55	0.27	21

TOP – самое популярное действие

PROB – случайное с вероятностью, пропорциональной популярности

WIDE – самое широко используемое действие

BPR – факторизация матрицы с Bayesian Personalized Ranking

CODIS – алгоритм Co+Dis

RAND – случайный совет

WEIGHTS – алгоритм, обучающий веса

Датасет: 74 пары "история действий – рекомендация"

Tip of the Day до данной работы: 0.4% полезных рекомендаций

Результаты

- Проведены анализ и обработка данных о пользователях
- Выбраны наиболее подходящие алгоритмы
- Реализован сервис, генерирующий рекомендации по запросу и использующий различные рекомендательные алгоритмы
- Проведена апробация на тестовых данных, показавшая, что точность рекомендаций увеличилась от 0.4% до 21%
- Рекомендательная система внедрена в IntelliJ IDEA

<https://github.com/JetBrains-Research/feature-recommendations>

