

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ

(национальный исследовательский университет)»

Институт №8

«Информационные технологии и прикладная математика»

Кафедра: «810Б»

Магистерская диссертация на тему:

Применение алгоритмов машинного обучения и обработки данных
в рекурсивном методе обучения торговых систем

Выполнил: Коннов Р.Г.

Группа: М8О-210М-18

Научный руководитель:

Абгарян К. К.

Москва 2020

Цели и задачи

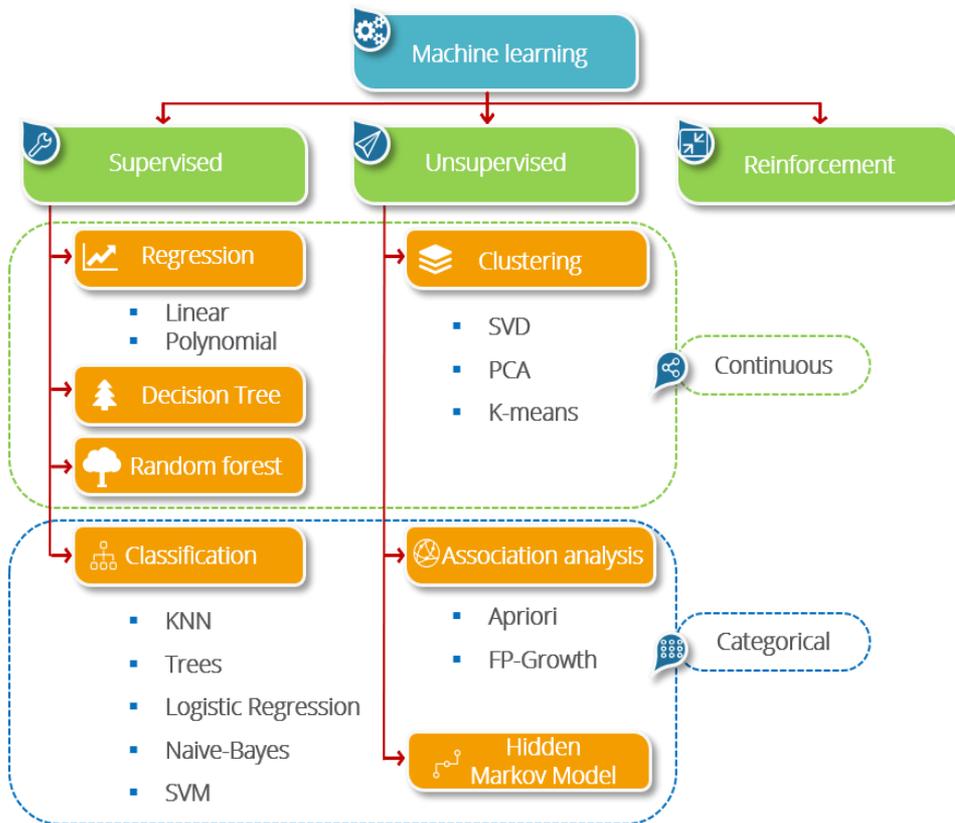
Главной целью работы является создание рекурсивного алгоритма обучения торговых систем с использованием методов машинного обучения.

Стоит отметить, что данный алгоритм был реализован сотрудниками ПАО «Санкт-Петербургская биржа», но без использования методов машинного обучения.

Исходя из этого можно выделить несколько задач, которые будут решены в работе:

- Изучения предметной области алгоритмической торговли.
- Создание рекурсивного алгоритма обучения торговой системы.
- Анализ работы алгоритма на реальных биржевых исторических данных и оценка его качества.

Алгоритмы машинного обучения в алгоритмической торговле



- Линейные модели
- Деревья решений
- Рекуррентные нейронные сети (RNN)
- LSTM
- Сверточные нейронные сети (CNN)
- Обучение подкреплением (RL)

Рисунок 1 – Схема алгоритмов машинного обучения

Технические индикаторы

- Техническими индикаторами называют различного рода математические функции, применяемые к историческим значениям (ценам, объемам торгов и прочим), которые показывают участнику рынка дополнительную информацию об истории ценового движения. По предназначению технические индикаторы принято делить на следующие подгруппы:
- индикаторы тренда (скользящие средние, SMA, EMA)
- осцилляторы – предсказывающие развороты тенденции (ROC, RSI)
- каналные индикаторы (полосы Боллинджера, канал Кельтнера)



Рисунок 2- SMA индикатор



Рисунок 3 – ROC осциллятор

Описание алгоритма рекурсивного обучения торговых систем.

- В нашей работе мы будем использовать рекурсивных подход обучения торговых систем. Под торговой системой мы подразумеваем работу робота на каких-либо инструментах.

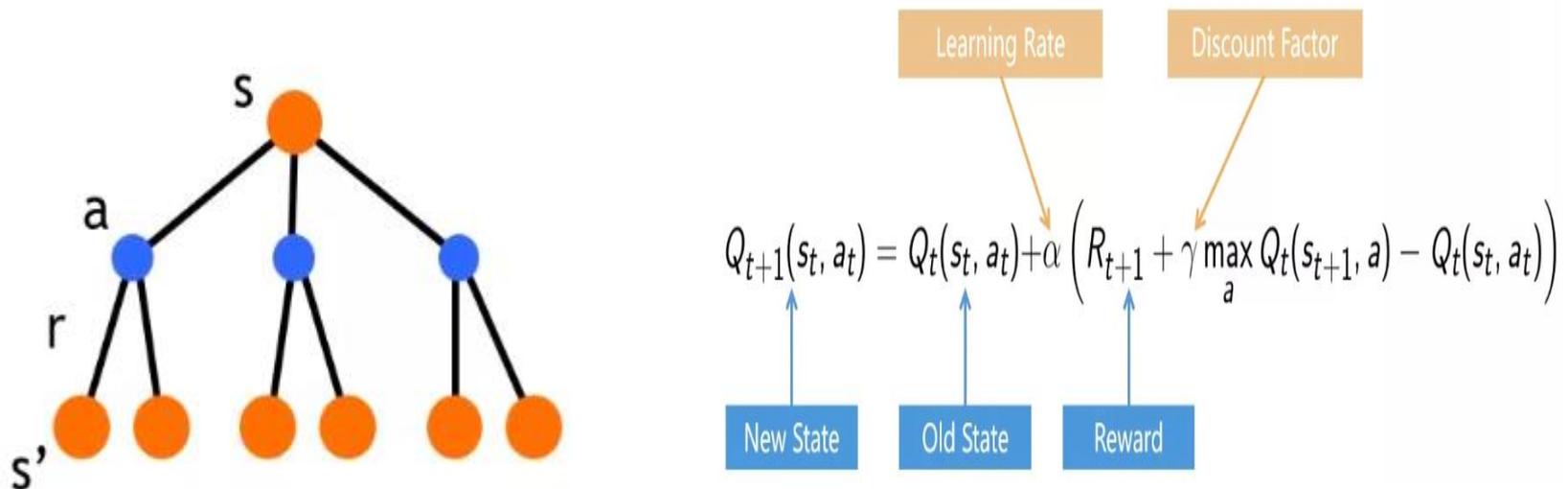


Рисунок 5 – Схема работы Q-learning алгоритма

Симуляция работы биржевого робота

- В качестве главной стратегии для тестирования будет «buy-sell-hold», робот умеет покупать, удерживать инструмент или продавать в шорт.
- Инструмент – MSFT (Microsoft Corp.)
- Комиссия 5 центов за сделку
- Задержка 0.00015 секунд



Рисунок 6 – Свечной график MSFT

Архитектура проекта



Результаты на обучающей выборке

Промежуток 2019-01-01 по 2019-02-01

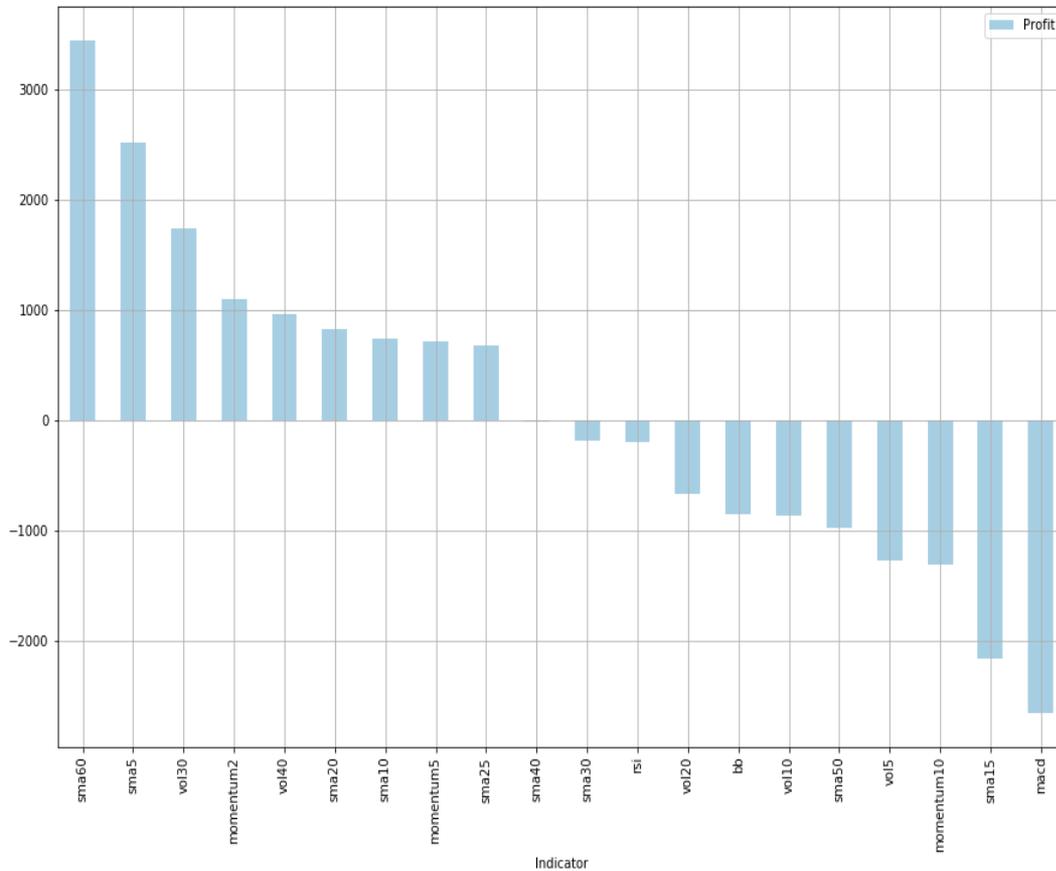


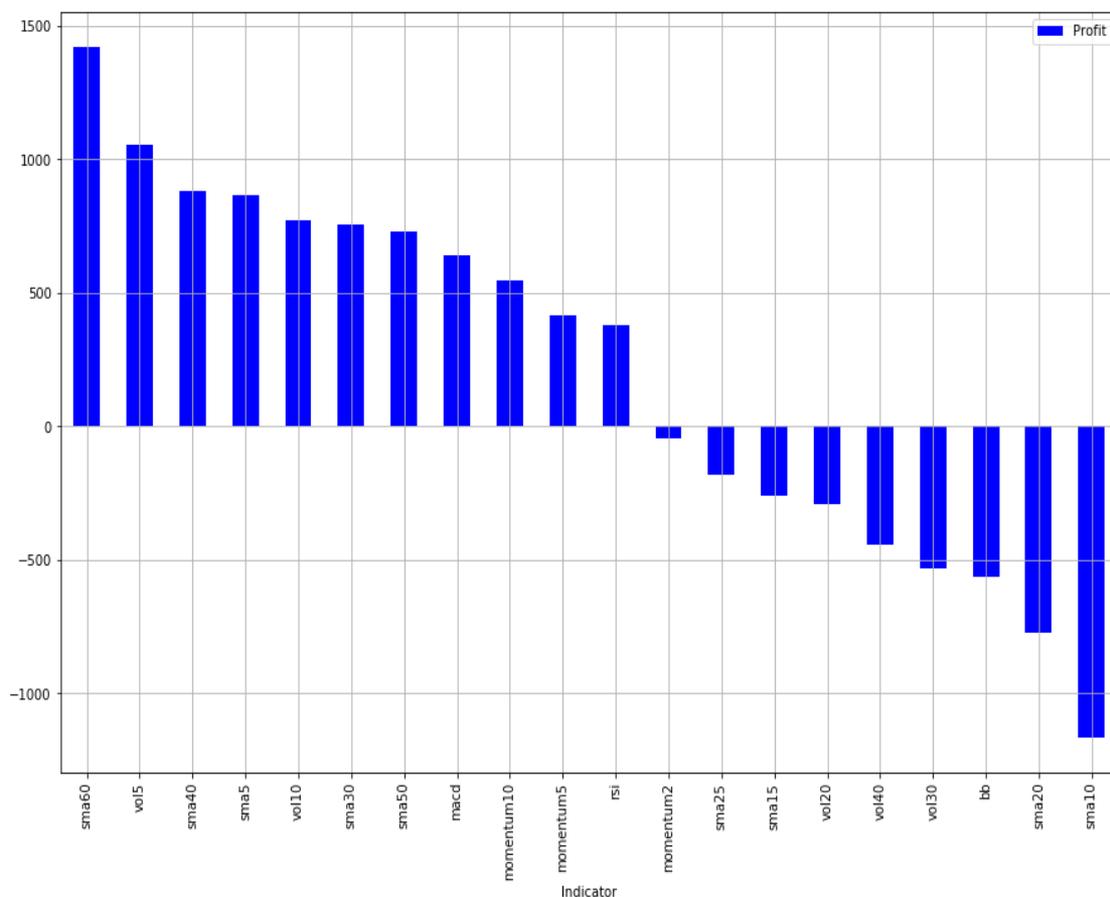
Рисунок 7 – Результирующие показатели работы алгоритма на обучающей выборке

Индикатор	Прибыль
SMA60	3449.39
SMA5	2513.39
vol30	1735.79
momentum2	1102.39
vol40	963.3922
SMA20	825.3922
SMA10	735.3922

Таблица 1 – Результат на обучающей выборке

Результат работы на тестовой выборке

Промежуток 2019-02-02 по 2019-03-01

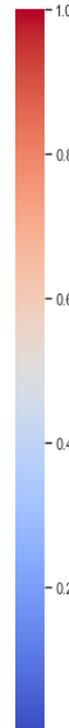
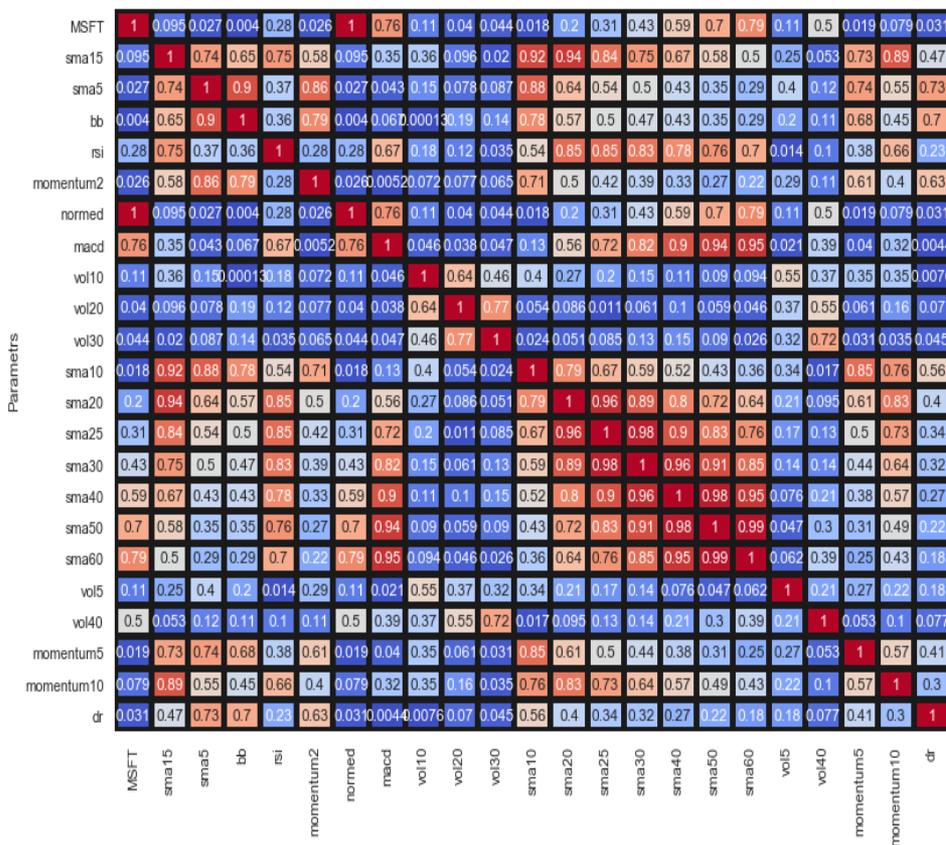


Индикатор	Прибыль
SMA60	1422.56
vol5	1053.56
SMA40	881.70
SMA5	863.56
vol10	771.56
SMA30	756.56
SMA50	727.70
MACD	639.56
momentum10	545.56
momentum5	416.56
RSI	377.70

Рисунок 8 – Результирующие показатели работы алгоритма на тестовой выборке

Таблица 2 – Результат на тестовой выборке

Рекурсивная подача параметров



Попробуем улучшить нашу модель рекурсивной подачи параметров, автоматизировав нахождение наилучших индикаторов на каждом промежутке.

Наилучшие индикаторы - SMA5, bb (Bollinger bands), momentum2

Рисунок 9 - Тепловая карта корреляции технических индикаторов

Финальный результат работы алгоритма

С помощью рассчитанных технических индикаторов нам удалось заработать \$1662.69 (16.63 %) на обучающей выборке. На тестовой выборке максимальная просадка была чуть больше, но сам алгоритм заработал \$8102.82 (81.03 %), что является очень хорошим результатом за такой промежуток времени.

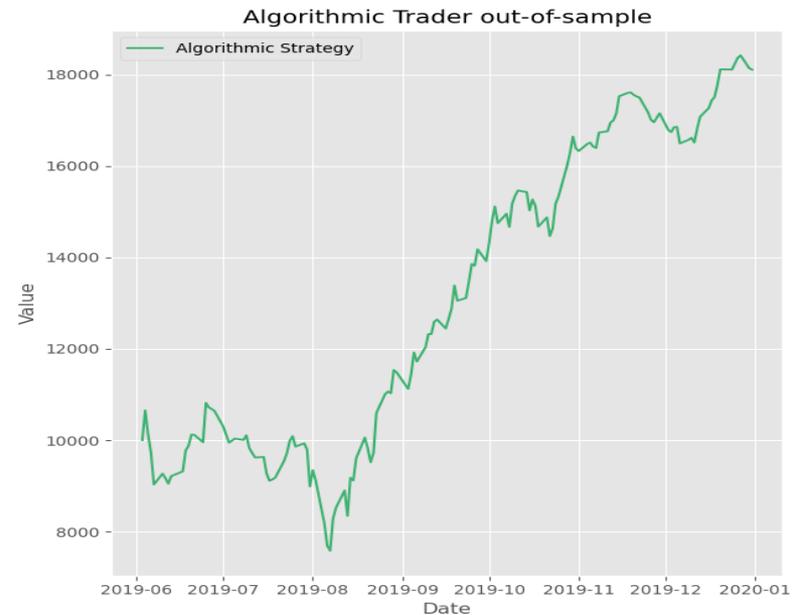
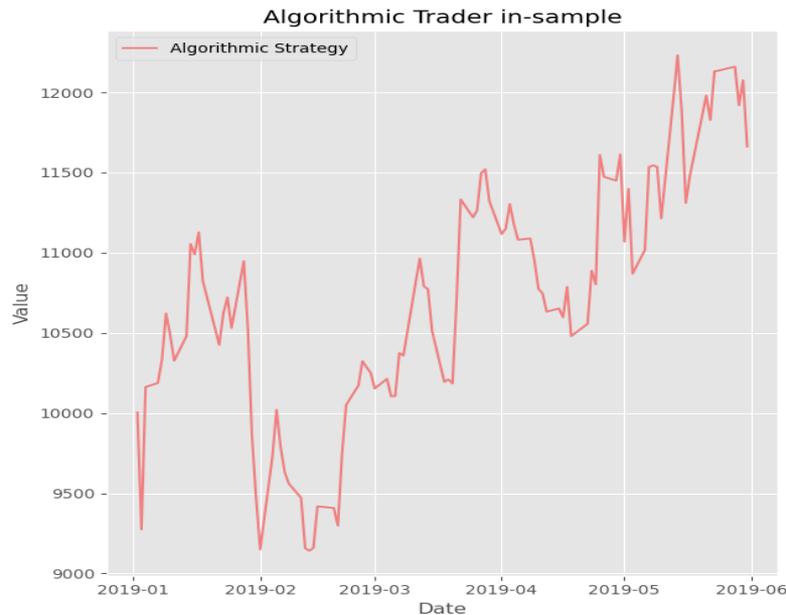


Рисунок 10 – Результат работы алгоритма

Общие выводы

- В ходе данной работы была рассмотрена предметная область алгоритмической торговли с точки зрения применения к её задачам алгоритмов машинного обучения.
- Изучен и проанализирован алгоритм обучения с подкреплением, а также и другие алгоритмы. В результате данной работы был выявлена сложность решения задач в алгоритмическую торговле – основная из них это непредсказуемость рынка. Для решения задачи был представлен алгоритм рекурсивного обучения торговой системы с помощью Q-обучения с подкреплением.
- В ходе приведённых экспериментов на реальных исторических биржевых данных по финансовым инструментам, показана возможность успешного применения алгоритма для решаемой задачи. Совокупность алгоритмов дала положительный финансовый результат практически во всех экспериментах с помощью стратегии «buy-sell-hold».