## Прайсинг деривативов с помощью ML

Блок Риски

Sber

February 1, 2025

NN-based pricing

Что такое дериватив?

Активное обучение

Подход с линеаризацией Reinforcement

learning Состав команды

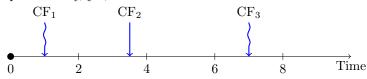
Контакты

Подход с линеаризацией Reinforcement

learning Состав команды

Контакты

Это соглашение, по которому стороны обмениваются (возможно случайными) cashflow в некоторые моменты времени в будущем.



Кроме того бывает такое, что одна из сторон может закончить сделку по некоторым условиям в произвольный момент.

Подход с линеаризацией Reinforcement

Состав команды

Контакты

learning

В общем случае

 $\mathrm{price} = \mathbb{E}\left(\sum \mathrm{Cashflow}_t \mathcal{DF}(t)\right)$ 

где  $\mathcal{DF}$  — дисконтфактор (возможно стохастический). Таким образом, прайсинг может быть реализован с помощью Монте Карло или биномиальной модели.

- ▶ Это сложно сделать для деривативов общего вида;
- Алгоритмы работают достаточно долго и часто не успевают оценивать целый портфель банка.

learning Состав команды

Контакты

В идеале мы хотим получить следующую архитектуру инференса:

- ▶ Кроме цены деритватива модель предсказывает и свою уверенность в этой оценке (подобно тому, как устроен uncertainty в Gaussian Process Regressor);
- Таким образом, если модель уверена в своей оценке, то мы будем использовать ее цену;
- Если же неуверенность большая, то мы будем отправлять дериватив считаться алгоритмически и дообучать модель на этой точке.

Далее приведем возможный пример архитектуры самой модели.

- ▶ Состояние рынка различные форвардные кривые, волатильности etc (легко векторизуется);
- Дериватив описание сделки, наиболее общо в json формате.

Можно попробовать сделать 2 модели:

$$\varphi: \mathrm{Markets} \to \mathcal{M} = \mathbb{R}^{\mathrm{n}}$$

$$\psi$$
: Derivatives  $\to \mathcal{D} = \mathbb{R}^n$ 

Оптимизируем модели

$$\int\limits_{\text{Derivatives Markets}} \int\limits_{(\varphi(m) \cdot \psi^{T}(d) - \operatorname{price}(m, d))^{2} dm dd \to 0}$$

## Remark

дериватива:

Естественно мы считаем, что доступна некоторая (не очень быстрая) функция price, которая может прайсить любой дериватив на любом рынке алгоритмически.

NN-based pricing

Блок Риски

Что такое дериватив?

Активное обучение

подход с линеаризацией Reinforcement

learning Состав команды

Контакты

Контакты

Активное обучение

Reinforcement

learning Состав команды

Контакты

- Необходимо исследовать, как доработать подход так, чтобы за  $\varphi$  и  $\psi$  стояли интерпретируемые понятия из финансовой математики — репликация сложного дериватива через линейную комбинацию более простых (отсюда и название этого подхода).
- Архитектура универсальна: ее можно сочетать с активным обучением и/или с рекуррентными моделями для эмбеддинга дериватива

learning

В финансах хорошо известны два применения RL, однако они недоисследованы:

- Возможность досрочного погашения приводит к задаче оптимального управления: ее часто решают с помощью техник Монте Карло, но интересно решить более универсальным методом — RL;
- Управление транзакционными издержками также формулируется, как задача оптимального управления.

## Remark

Для исследования этих подходов требуется более глубокое понимание финансовой математики.

Подход с линеаризацией Reinforcement

learning

Контакты

Ожидаемая команда из 3–6 студентов.

Компетенции:

- Опыт работы с python, PyTorch;
- Теория вероятностей.

Будет плюсом:

- Базовое представление о финансовой математике;
- ▶ Опыт взаимодействия с Reinforcement learning.

## После окончания проекта

Можно будет продолжить сотрудничество в рамках стажировки или в штате, также возможна стипендия и помощь в написании статьи.

NN-based pricing

Блок Риски

Что такое дериватив?

Активное обучение

Подход с линеаризацией Reinforcement

learning Состав команды

Korrmorem, r

