

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ ЛИМИТНОГО ОРДЕРА С ВЫСОКОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ИСПОЛНЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Морозов И.О.

Поттосина С.А.–к. ф.-м. н., доцент

На фондовой бирже для исключения риска получения акций по цене, отличающейся от ожидаемой, используют лимитные ордера. Они гарантируют заполнение по заданной цене и включают риск экспирации ордера до момента его исполнения, если доступной цены на рынке не будет.

Использование лимитных ордеров подразумевает максимально точное определение цены рыночного инструмента в каждый момент времени. Чем точнее определена цена, тем выше вероятность исполнения лимитного ордера. Для разработки алгоритма были использованы данные первого уровня, поступающие с нескольких цифровых торговых платформ: информация о совершенных сделках, информация о верхних в очереди ценах спроса и предложения.

Данные этого уровня содержат шумы и аномалии. Для фильтрации ценсовершенных сделок был выбран критерий Пирса[1]. Алгоритм представляет собой рекурсивную оконную фильтрацию на основе оценки максимально возможного отклонения данных

где  $\sigma$  - стандартное отклонение,  $x_i$  – текущее значение ряда,  $\bar{x}_m$  - среднее значение ряда.

На роль алгоритма рекурсивного расчета дисперсии в окне длины  $n$  был выбран онлайн алгоритм[2]:

$$\bar{x}_n = \bar{x}_{n-1} + \frac{x_n - \bar{x}_{n-1}}{n},$$

$$\sigma^2 = \frac{(n-2)\sigma_{n-1}^2 + (x_n - \bar{x}_n)(x_n - \bar{x}_{n-1})}{n-1}, \quad n > 1,$$

где  $n$  – размер окна.

В основу алгоритма фильтрации цен спроса и предложения был положен рекурсивный медианный фильтр на бинарных деревьях с вычислительной сложностью  $O(n)$ .

Алгоритм определения цены лимитного ордера с высокой вероятностью исполнения, основан на сравнении текущих отфильтрованных цен совершенных сделок и отфильтрованных цен спроса и предложения и использует следующие ключевые моменты:

1. если медианный спред меньше текущего спреда, то:
  - а. если цена последней совершенной сделки лежит вне диапазона цен спроса и предложения, то использовать текущие спрос и предложение;
  - б. если сделка была на покупку, то использовать ее цену как цену спроса, а цену предложения рассчитать по формуле  $s_b = s_a - \delta$ ;
  - в. если сделка была совершена на продажу, то использовать ее как цену предложения, а цену спроса рассчитать по формуле  $s_a = s_b + \delta$ ;
2. если медианный спред больше текущего спреда, то использовать текущие цены спроса и предложения.

Результаты практического применения алгоритма в торговле представлены в таблице 1.

Таблица 1. Практические результаты работы алгоритма

Всего отправлено	Кол-во лимитных ордеров		Вероятность исполнения, %	Среднее время исполнения, мс
	Полностью исполнено	Частично исполнено		
346	312 (90.17%)	10 (2.89%)	93.06	5923

Рассмотренные методы фильтрации имеют линейную вычислительную сложность и позволяют без задержек обрабатывать большие объемы сообщений по совершенным сделкам, ценам спроса и предложения, поступающих с фондовых бирж. Алгоритм определения цены лимитного ордера в режиме реального времени имеет высокую эффективность 93.06%, что подтверждается практическими результатами исследования.

Список использованных источников:

4. Ross S. M. Peirce's criterion for the elimination of suspect experimental data // Journal of Engineering Technology, New Haven, 2003.
5. Кнут, Д.Э. Искусство программирования, том 1. Основные алгоритмы, 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000