

Правило трёх сигм в поиске и анализе арбитражных ситуаций на рынке криптовалюты: реализация в MATLAB и 1С

И.А. Красов email: krasovia@student.bmstu.ru,

В.С. Попов email: popov_vlad@mail.ru,

Д.А. Видьманов email: vidmanov@bmstu.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)»

Аннотация. В статье показано применение правила трёх сигм для анализа аномалий в арбитражных ситуациях на криптовалютном рынке. Приведены программные коды MATLAB и 1С8.3.

Ключевые слова: арбитраж, криптовалюта, три сигмы, MATLAB, 1С

Введение

Криптовалюта – это цифровая валюта, которая использует криптографию для обеспечения безопасности и контроля над созданием новых единиц валюты. Криптовалюты работают на основе технологии блокчейн, которая позволяет создавать децентрализованные системы, не требующие участия центральных органов управления. С начала работы платёжной системы Биткоин в 2009 году криптовалюты стали средством платежа, стоимости и обращения для всё большего количества частных лиц и организаций по всему миру, некоторые исследователи подчёркивают зрелость криптовалютного рынка и его возрастающую схожесть с рынками акций, облигаций, сырьевых товаров или традиционных фиатных валют [1]. С момента появления первой криптовалюты появилось множество других криптовалют, таких как эфириум, рипл, лайткоин и др [2].

Арбитраж – это торговая стратегия, которая заключается в использовании различий в ценах на один и тот же актив на разных рынках [3]. Эта стратегия основана на идее, что цены на один и тот же актив должны быть одинаковы на всех рынках, и любые различия в ценах могут быть использованы для получения прибыли.

При анализе арбитражных ситуаций существуют риски получения неверных данных, по которым опасно принимать финансовые решения. Сайт для отслеживания стоимости криптовалют CoinMarketCap

показывает, что в мире существует более 8 тысяч цифровых валют, поэтому часто случаются ситуации, когда тикеры различных криптовалют могут совпадать на криптовалютных биржах. Тикер – это уникальный символьный код, который идентифицирует финансовый инструмент на бирже. Программа может показывать большое отклонение стоимости разных финансовых инструментов, имеющих совпадающие тикеры. Для избегания подобных ситуаций можно применить методы анализа данных, одним из которых является правило трёх сигм.

1. Правило трёх сигм

Правило трёх сигм – правило, утверждающее, что вероятность отклонения случайной величины от своего математического ожидания более чем на три среднеквадратических отклонения не превышает 0,28%. При нормальном распределении практически все значения величины с вероятностью 0,9972 лежат не далее трёх сигм в любую сторону от среднего значения. Нормальное распределение имеет колоколообразную форму и симметрично относительно среднего значения, иллюстрация нормального распределения представлена на рис. 1.

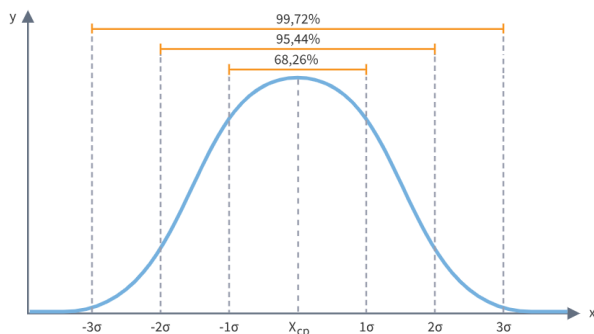


Рис. 1. Нормальное распределение и среднеквадратическое отклонение

Правило (критерий) трёх сигм позволяет отбросить результат x_i , если $|x_{cp} - x_i| > 3\sigma$, где x_{cp} и σ находятся без учёта сомнительного результата [4, с. 33].

В ходе разработки программного обеспечения для анализа арбитражных ситуаций были получены данные о процентной разнице в ценах на разных криптовалютных биржах (Binance, Bitmart, Стурто.com и Kuscoin). С помощью API бирж были получены цены 1623

криптовалют, которые торгуются на этих биржах. Из этих 1623 криптовалют торгуются одновременно на двух и более биржах – 431 криптовалюта. Исходные данные представляют собой наивысшую цену, по которой покупатель готов купить актив на одной бирже (далее Bid), и наименьшую цену, по которой продавец готов продать актив на другой бирже на данный момент (далее Ask). Если Bid на одной бирже больше, чем Ask на другой, то для данного актива существует арбитражная возможность. Для каждой такой пары цен, образующих арбитражную возможность, был рассчитан процент разницы между наивысшей ценой покупки и наименьшей ценой продажи. Из полученных цен 431 криптовалют, которые торгуются на двух и более биржах, было найдено 118 арбитражных ситуаций, включая ошибочные совпадения, когда под одинаковыми тикерами существуют различные криптовалюты.

2. Применение правила трех сигм

Применяя правило трёх сигм в среде MATLAB (листинг 1), можно обнаружить и отбросить эти промахи при помощи простого программного кода.

Листинг 1

```
source_data = [0.004847732364666513 0.004895960832300261
4.816678648454342 0.17528922722492268 0.03527336860670971
0.42806244072488653 0.026223776223787354 1.7466457149764238
34520.62837972396 0.09963976393039786 0.01942124684404689
0.5376344086021447 0.009003511369428452 1677.1916603868376
0.663473790588327 0.04357931435210105 0.23837902264600075
0.0743356253484393 0.011212019284670305 3.270199664116433
0.07358351729212131 113.48600508905852 0.0744299343663215
0.23094688221709703 0.0479676849280537 0.37174721189589377
0.051387461459412975 0.023721415694069492 0.05063291139239823
0.17737984627079584 0.713288881997201 0.2803738317757052
0.02117597233007018 0.1540832049306715]
cleaned_data = [0.004847732364666513 0.004895960832300261
4.816678648454342 0.17528922722492268 0.03527336860670971
0.42806244072488653 0.026223776223787354 1.7466457149764238
0.09963976393039786 0.01942124684404689 0.5376344086021447
0.009003511369428452 0.663473790588327 0.04357931435210105
0.23837902264600075 0.0743356253484393 0.011212019284670305
3.270199664116433 0.07358351729212131 0.0744299343663215
0.23094688221709703 0.0479676849280537 0.37174721189589377
0.051387461459412975 0.023721415694069492 0.05063291139239823
0.17737984627079584 0.713288881997201 0.2803738317757052
0.02117597233007018 0.1540832049306715]
sigma = std(cleaned_data)
index_away_from_mean = source_data > mean(cleaned_data) + 3 *
sigma
source_data(index_away_from_mean)
```

Результатом последней строки являются 4 отброшенных значения: 4.816678648454342, 34520.62837972396, 1677.1916603868376, 113.48600508905852. Массивом исходных данных является массив `source_data`, массив `cleaned_data` содержит значения, очищенные от потенциальных промахов, массив `index_away_from_mean` содержит логические значения 1 для элементов массива `source_data`, лежащих за пределами 3σ .

При изучении корпоративных информационных систем на кафедре «Информационные системы и телекоммуникации» МГТУ им. Н.Э. Баумана уделяется внимание программному обеспечению компании 1С. Программная реализация правила трёх сигм может быть использована как пример задания лабораторной работы по программированию на языке 1С8.3, учитывая широкое использование 1С в финансах и бухгалтерском учёте [5].

В листинге 2 представлен пример реализации правила трёх сигм в программном коде 1С8.3.

Листинг 2

```

src_data = StrSplit(source, " ");
cln_data = StrSplit(cleaned, " ");
cln_sum = 0;
N = cln_data.Count();
For Each num In cln_data Do cln_sum = cln_sum + num;
EndDo;
mean = cln_sum/N; //Mean of Cleaned data
sum_sq = 0;
For Each num In cln_data Do
    sub = num - mean;
    abs = ?(sub > 0, sub, -sub);
    sum_sq = sum_sq + pow(abs, 2);
EndDo;
sigma = sqrt(sum_sq / (N-1)); // The standard deviation
disc_data = New Array;
For Each num In src_data Do
    If Number(num) > mean + 3 * sigma Then //Three-
sigma rule
        disc_data.Add(num);
    EndIf;
EndDo;
discarded = StrConcat(disc_data, " ");
EndProcedure

```

Приведенный выше алгоритм был протестирован во внешней обработке [5], результат запуска которой представлен на рис. 2.

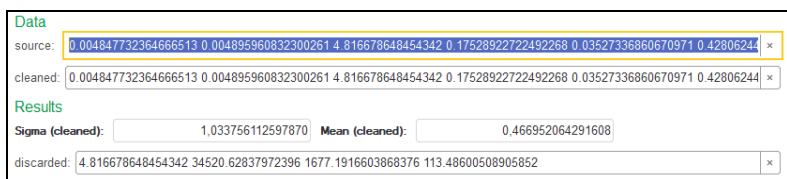


Рис. 2. Интерфейс обработки 1С8.3 для правила трёх сигм

Однако для корректного применения правила трёх сигм в анализе арбитражных ситуаций на рынке криптовалюты необходимо исследовать распределение полученных данных на нормальность, после чего обосновать целесообразность применения метода.

Список литературы

1. Multiscale characteristics of the emerging global cryptocurrency market / M. A. Wątorok [et al.] // *Physics Reports*. – Vol. 901. – 2021. – P. 1-82. – DOI: 10.1016/j.physrep.2020.10.005.
2. Cryptocurrency – a new phenomenon in monetary circulation / F. A. Jam [et al.] // *Farabi Journal of Social Sciences*. – Vol. 4. – Iss. 1. – 2019. – P. 39-46.
3. Dybvig, P. H. Arbitrage / P. H. Dybvig, S. A. Ross // *Finance*. – London: Palgrave Macmillan UK, 1989. – P. 57-71.
4. Пазушкина, О. В. Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества: учебное пособие / О. В. Пазушкина. – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 148 с.
5. Видьманов, Д. А. Универсальные алгоритмы 1С на основе проверок метаданных конфигурации с использованием идентификаторов в макете «Табличный документ» / Д. А. Видьманов // Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции, Москва, 31 января – 01 2023 года. Том 1. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "1С-Паблишинг", 2023. – С. 223-225.