

О.А. Тихонова,
Т.В. СкрипникДонецький національний технічний університет
oksana.tykhonova@donntu.edu.ua
tetiana.skrypnyk@donntu.edu.ua

Синтетичне ковзне середнє та особливий метод щодо визначення його коефіцієнтів

Предметом дослідження в даній статті є аналіз і класифікація нового алгоритму ковзного середнього (синтетичне ковзне середнє (SMA)). До переваг даного алгоритму можна віднести багаторазове усереднення, яке призводить до мінімізації автокореляційних зв'язків. Однак, при цьому зростає величина вікна ковзання викликає багаторазове збільшення кількості розрахунків. Для аналізу алгоритму була розроблена логічна схема SMA, заснована на базовій формулі. В роботі наведена програма розрахунку вагових коефіцієнтів. Отримані розрахунки кількості арифметичних операцій при використанні першого варіанта визначення результатів синтетичного ковзного середнього та нового методу розрахунку. Їх порівняльний аналіз дозволяє якісно довести, що новий алгоритм ефективніше.

Ключові слова: синтетичне ковзне середнє, SMA, MA, WMA, EMA, вагові коефіцієнти..

Вступ

В технічному аналізі особливою популярністю користуються індикатори, що базуються на алгоритмах ковзного середнього. При використанні ковзного середнього, дослідник цифрового ряду має можливість виділити тренд або інші характеристики, заглушити випадкову компоненту. Проте інструменти дослідження часових рядів, засновані на алгоритмах ковзних середніх, мають істотні недоліки, що призводять до зниження результативності.

У зв'язку з цим розробка нового класу алгоритмів ковзного середнього, у якому усунути недоліки класичних алгоритмів, є актуальним моментом, як в теоретичному, так і в прикладному значенні для різних галузей науки, техніки, економіки. Математична модель нового алгоритму ковзного середнього (синтетичне ковзне середнє (SMA)) була запропонована і розглянута в роботі. [1]

З точки зору цифрової фільтрації алгоритми ковзного середнього є фільтрами нижніх частот. Використовуючи лінійну фільтрацію і спектральний аналіз на сьогоднішній день вже добре вивчені основні види ковзного середнього: просте (MA), зважене (WMA) і експоненційне (EMA).

Із-за складності запропонованого алгоритму SMA, а саме, використання багаторазового усереднення «назад - вперед», виникли проблеми його класифікації та дослідження його частотних характеристик.

Метою даної роботи є новий аналіз алгоритму ковзного середнього, спрощення обчислень і класифікація. Дана мета може бути досягнута шляхом розробки та аналізу логічної блок-схеми реалізації алгоритму.

Алгоритм синтетичного ковзного середнього.[1]

За основу нового алгоритму була обрана ідея багаторазового усереднення даних цифрового ряду "назад – вперед". Напрямок усереднення забезпечує отримання результату в теперішньому часі. В якості математичної моделі усереднення був обраний алгоритм експоненціального ковзного середнього.

Класично, алгоритм EMA розраховується за формулою:

$$EMA(t) = EMA(t-1) + k \cdot (C(t) - EMA(t-1)),$$

где

$t-1$ – попередній момент часу;

t – поточний момент часу;

$C(t)$ – поточне значення цифрового ряду;

$$k = 2 / (m + 1)$$

m - період EMA (вікно ковзання).

Новий алгоритм SMA для розрахунку коефіцієнта k використовує фіксовану величину $m' = 2$ (при збереженні ефекту усереднення та мінімізуванні автокореляційних зв'язків), відмінну від фактичної величини ковзання m :

$$k = 2 / 3$$

В таблиці 1 наведено алгоритм формування нової ковзної середньої для $m=4$.

Певним недоліком цього алгоритму є вимога до величини вікна ковзання – воно повинно бути кратно 4.

Таблиця 1. Алгоритм формування синтетичної ковзної середньої (SMA).

C_i	C_1	C_2	C_3	C_4
Q_i				
I	$Q_4=Q_3+\alpha(C_1-Q_3)$	$Q_3=Q_2+\alpha(C_2-Q_2)$	$Q_2=Q_1+\alpha(C_3-Q_1)$	$Q_1=C_4$
II	$Q_5=Q_4$	$Q_6=Q_5+\alpha(Q_3-Q_5)$	$Q_7=Q_6+\alpha(Q_2-Q_6)$	$Q_8=Q_7+\alpha(Q_1-Q_7)$

Більш того, на відміну від класичних ковзних середніх, зростання величини вікна ковзання призводить до багаторазового збільшення числа розрахунків:

$$\frac{m}{2} \cdot \{(m-1) \cdot 3 + 1\}$$

Де $m/2$ – загальна кількість проходів в напрямках «назад» і «вперед»;

$(m - 1) * 3 + 1$ – кількість арифметичних операцій за один прохід усереднення.

Логічна схема реалізації алгоритму синтетичного ковзного середнього

Загальний вигляд формули SMA (виходячи з таблиці 1) можна записати наступним чином:

$$Q_i = Q_{i-1} + 2/3 \cdot (X_i - Q_{i-1})$$

або

$$Q_i = 1/3 \cdot Q_{i-1} + 2/3 \cdot X_i$$

Дана формула значно спрощує розробку логічної схеми даного алгоритму. На рисунку 1 запропонована схема базового алгоритму при $m=4$.

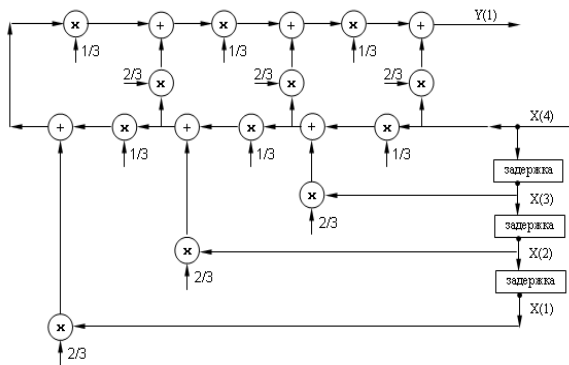


Рисунок 1 - Схема реалізації алгоритму, $m=4$

Для реалізації універсального алгоритму (вікно ковзання m), базовий алгоритм необхідно повторити $m/4$ разів, збільшуючи при цьому кількість вхідних даних.

На рисунку 2 відображена універсальна схема алгоритму синтетичного ковзного середнього.

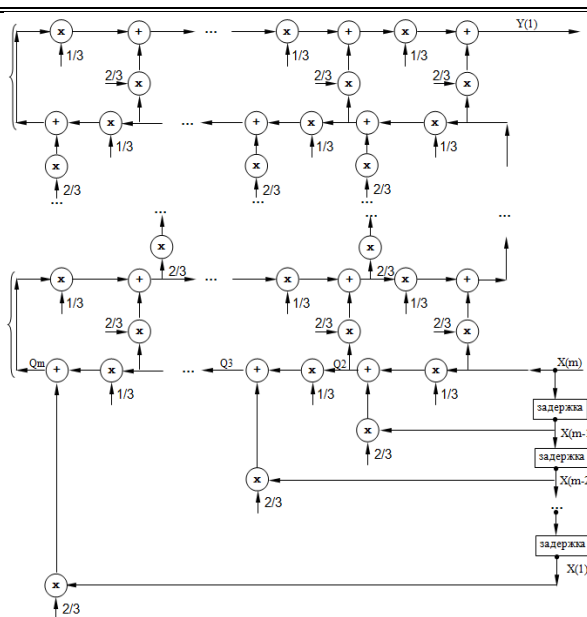


Рисунок 2 - Схема реалізації універсального алгоритму SMA

Аналізуючи універсальну схему алгоритму SMA, слід відзначити наступні моменти:

- Кількість вхідних даних дорівнює величині вікна ковзання
- Обробка кожного вхідного даного відбувається послідовно і одноразово.
- Кожне усереднення «назад» або «вперед» являє собою суму вхідних даних з розрахованими коефіцієнтами.
- Величина коефіцієнта передається для подальшої обробки на наступний етап усереднення.
- Завершальне усереднення «назад» являє собою всю ту ж суму вхідних даних, коефіцієнти яких розраховуються дуже складно.

Таким чином, алгоритм синтетичного ковзного середнього класифікується як зважене ковзне середнє, вагові коефіцієнти, якого розраховуються за дуже складним алгоритмом.

Розрахунок вагових коефіцієнтів.

Використовуючи універсальну схему SMA, було розроблено алгоритм розрахунку вагових коефіцієнтів. Нижче наводиться текст програми на мові VBA for MS Excel.

```
Dim n As Byte, a() As Single, B() As Single, rez() As Single
Dim i As Byte, j As Byte, k As Byte
n = InputBox("Введіть величину вікна ковзання", "Ввод", 4)
ReDim a(1 To n, 1 To n), B(1 To n, 1 To n), rez(1 To n)

For i = 1 To n
```

```

For j = 1 To n
  a(i, j) = 0
Next j
Next i
    
```

```

'Формування матриці А або перше усереднення
НАЗАД
a(1, 1) = 1
For i = 2 To n
  For j = 1 To n
    If j < i Then a(i, j) = a(i - 1, j) * (1 / 3)
    If j = i Then a(i, j) = 2 / 3
  Next j
Next i
    
```

```

'Усереднення ВПЕРЕД
'Формування першого рядка матриці В
For j = 1 To n
  B(1, j) = a(n, j)
Next j
    
```

```

For i = 2 To n
  For j = 1 To n
    'B(i, j) = B(i - 1, j) * (1 / 3)
    'If n + 1 - i >= j Then B(i, j) = B(i, j) + a(n + 1 - i, j) *
    (2 / 3)
    B(i, j) = B(i - 1, j) * (1 / 3) + a(n + 1 - i, j) * (2 / 3)
  Next j
Next i
    
```

```

For k = 1 To n \ 4 - 1

  For j = 1 To n
    a(1, j) = B(n, j)
  Next j

  For i = 2 To n
    For j = 1 To n
      a(i, j) = a(i - 1, j) * (1 / 3) + B(n + 1 - i, j) * (2 / 3)
    Next j
  Next i
    
```

```

For j = 1 To n
  B(1, j) = a(n, j)
Next j
    
```

```

For i = 2 To n
  For j = 1 To n
    B(i, j) = B(i - 1, j) * (1 / 3) + a(n + 1 - i, j) * (2 / 3)
  Next j
Next i
    
```

```
Next k
```

```

'Вивід матриці В
For i = 1 To n
  For j = 1 To n
    Cells(i + n + 2, j) = B(i, j)
  Next j
Next i
    
```

```
End Sub
```

Результатом роботи запропонованої програми є виведення матриці, останній рядок якої відповідає ваговим коефіцієнтам SMA. На рисунку 3 наведено приклад розрахунку. Результат знаходиться у рядку 42.

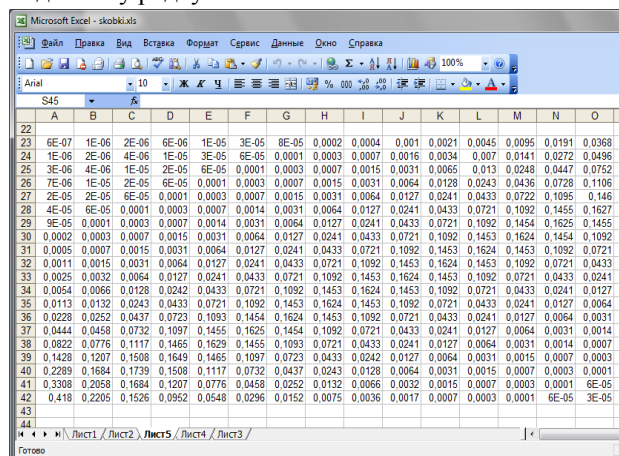


Рисунок 3. Матриця-результат для вікна ковзання m=20

Таким чином, будь-який користувач має можливість обчислити вагові коефіцієнти для будь-якого вікна ковзання і застосувати їх у формулі зваженого ковзного середнього, використовуючи запропоновану програму,:

$$W(m) = k_1 \cdot x_m + k_2 \cdot x_{m-1} + k_3 \cdot x_{m-2} + \dots + k_m \cdot x_1$$

Це дозволяє отримати результат, унікаючи багаторазового усереднення «назад - вперед». Кількість арифметичних операцій при такому розрахунку складає всього 2m - 1. Збільшення швидкодії можна розрахувати через відношення кількості операцій старого і нового алгоритму:

$$\frac{m \cdot ((m-1) \cdot 3 + 1)}{2 \cdot m - 1} = \frac{m \cdot (3 \cdot m - 2)}{2 \cdot m - 1} \approx \frac{3}{4} m$$

Отже, новий алгоритм ефективніше у 0,75 m разів.

Висновки.

1. Синтетичне ковзне середнє являє собою зважене ковзне середнє, коефіцієнти якого розраховуються за складним алгоритмом, в основі якого лежить ідея багаторазового усереднення «назад - вперед».

2. Дана класифікація алгоритму SMA значно полегшує його подальший аналіз з точки зору цифрової фільтрації.

Розрахувавши одноразово коефіцієнти, користувач 0,75m разів разів зменшує кількість арифметичних операцій, застосовуючи SMA в якості зваженого ковзного середнього.

Список літератури

1. Смирнов А., Тихонова О. Секрет совершенства индикаторов Марка Джурика раскрыт?: Валютный спекулянт. -2006 №1, с.32-35
2. Смирнов А., Тихонова О. Выделение трендов с минимально возможной колеблемостью: Научные работы ДонНТУ, серия Информатика, кибернетика и вычислительная техника, выпуск 8. 2007, -с.256-261.
3. Тихонова О. А. Новый класс синтетических индикаторов: Материалы второй международной научно-технической конференции. -ДонНТУ: -2007, с.271-277
4. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. -М.: Наука, 1976. -736с.
5. Виды средних скользящих (SMA, EMA, WMA) [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://berg.com.ua/tech/indicators-overlays/types-of-moving-averages/>

Надійшла до редакції 20.03.2017

О.А. ТИХОНОВА, Т.В. СКРИПНИК

Донецький національний технічний університет

SYNTHETIC MOVING AVERAGE AND A SPECIAL METHOD TO DETERMINE ITS COEFFICIENTS

The subject of the research in this article is the analysis and classification of the new algorithm moving average (synthetic moving average (SMA)). Also we describe the method of generating synthetic moving average (SMA). The advantages of this algorithm include multiple averaging, which leads to minimizing the autocorrelation relations. However, the growth in the size of the moving window causes a manifold increase in the number of calculations.

For the analysis of the algorithm we developed logical scheme of the SMA based on the basic formula. This was the basis for the development of universal logic circuits SMA. Its analysis allowed drawing a conclusion regarding the classification of the synthetic moving average and taking it to a weighted moving average in which weighting coefficients are calculated by a complex algorithm.

For the ease of use SMA has developed a program on VBA for MS Excel to calculate the weighting coefficients for a given value of the window slide. The use of weighting factors due to minimize multiple averaging "back and forth" that significantly reduced the number of arithmetic operations.

The paper presents the program of calculation of weight coefficients. As an example of the operation of the program the above calculation is made and the coefficients for the moving window, the value of which is equal to 20.

We obtained the resulting calculations of the number of arithmetic operations when using the original definition of moving average synthetic results and new calculation method. Their comparative analysis allows to qualitatively prove that the new algorithm is more efficient.

Keywords: *synthetic moving average, SMA, MA, WMA, EMA, weight coefficients.*

REFERENCES

1. Smirnov A., Tykhonova O. *The secret of perfection of indicators of Mark Djurik is disclosed?* [*Secret sovershenstva indikatorov Marka Djurika raskryt?*]: Currency speculator. -2006 №1, p.32-35
2. Smirnov A., Tykhonova O. *Identification of trends with the minimum possible fluctuation* [*Vydelenie trendov s minimalnoy koleblemostyu*]: Scientific works DonNTU, Informatics, cybernetics and computer technology, issue 8. 2007, -p.256-261.
3. Tykhonova OA *New Class of Synthetic Indicators* [*Noviy class sinteticheskikh indikatorov*]: Proceedings of the Second International Scientific and Technical Conference. -DonNTU: -2007, p.271-277
4. Kendall M., Stewart A. *Multivariate statistical analysis and time series.* -M.: Science, 1976.-736p.
5. Types of moving averages (SMA, EMA, WMA) [Electronic resource]. - Access mode <http://berg.com.ua/tech/indicators-overlays/types-of-moving-averages/ences>