

Metody Numeryczne - Projekt 1:

Wskaznik MACD

Jakub Szymczyk, 198134

Marzec 2025

1 Wstep

Głównym celem projektu była implementacja wskaźnika MACD oraz analiza jego przydatności w automatycznym podejmowaniu decyzji o kupnie lub sprzedaży akcji.

Analiza wskaźnika została przeprowadzona na notowaniach indeksu giełdowego S&P 500 oraz kursie Bitcoina.

Projekt został zrealizowany w języku Python z wykorzystaniem bibliotek `pandas`, `numpy` oraz `matplotlib`. Biblioteki te służyły jedynie do wczytywania danych oraz wizualizacji wyników, natomiast wszystkie obliczenia zostały zaimplementowane bezpośrednio w kodzie źródłowym projektu.

2 Czym jest MACD

Wskaźnik MACD (*Moving Average Convergence/Divergence*) został opracowany przez Gerarda Appela w 1979 roku i stanowi jedno z najpopularniejszych narzędzi analizy technicznej. Jego głównym celem jest identyfikacja trendów rynkowych poprzez analizę zbieżności i rozbieżności dwóch średnich wykładniczych (EMA – *Exponential Moving Average*).

Wskaźnik MACD obliczany jest jako różnica wartości krótkoterminowej i długoterminowej średniej wykładniczej, najczęściej z okresami 12 i 26 dni. Dodatkowo, na wykresie często uwzględnia się tzw. linię sygnałową, będącą

9-okresową średnią wykładniczą wartości MACD, która pomaga w interpretacji sygnałów kupna i sprzedaży.

Podstawowe zasady interpretacji wskaźnika MACD obejmują:

- **Przecięcie linii MACD i linii sygnałowej** – sygnał kupna pojawia się, gdy MACD przecina linię sygnałową od dołu, natomiast sygnał sprzedaży – gdy przecina ją od góry.
- **Przecięcie poziomu zerowego** – gdy MACD przechodzi powyżej zera, wskazuje na rosnącą siłę trendu wzrostowego, a gdy spada poniżej zera, może sygnalizować początek trendu spadkowego.
- **Dywergencje** – jeśli cena akcji lub indeksu osiąga nowe szczyty, ale MACD nie potwierdza tego wzrostu, może to wskazywać na osłabienie trendu i potencjalną zmianę kierunku.

Dzięki swojej konstrukcji wskaźnik MACD jest często wykorzystywany w strategiach automatycznego handlu oraz analizie algorytmicznej.

3 Implementacja

Wskaźnik MACD został zaimplementowany w następujący sposób:

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26} \quad (1)$$

$$SIGNAL = EMA_9(MACD) \quad (2)$$

gdzie EMA_N oznacza wykładniczą średnią kroczącą (ang. *Exponential Moving Average*) obliczaną według wzoru:

$$EMA_N^{today} = (p \cdot \alpha) + EMA_N^{yesterday} \cdot (1 - \alpha) \quad (3)$$

gdzie:

- p – cena zamknięcia w danym przedziale czasowym,
- α – współczynnik wygładzający, określony jako:

$$\alpha = \frac{2}{N + 1} \quad (4)$$

- N – liczba okresów.

Który został wyprowadzony z:

$$EMA_N(i) = \frac{x_i + (1 - \alpha)x_{i-1} + (1 - \alpha)^2x_{i-2} + \dots + (1 - \alpha)^i x_0}{1 + (1 - \alpha) + (1 - \alpha)^2 + \dots + (1 - \alpha)^i} \quad (5)$$

4 Dane

5 Implementacja wskaźnika MACD

Wskaźnik MACD został zaimplementowany w następujący sposób:

$$MACD = EMA_{12} - EMA_{26} \quad (6)$$

$$SIGNAL = EMA_9(MACD) \quad (7)$$

gdzie EMA_N oznacza wykładniczą średnią kroczącą (ang. *Exponential Moving Average*) obliczaną według wzoru:

$$EMA_N^{today} = (p \cdot \alpha) + EMA_N^{yesterday} \cdot (1 - \alpha) \quad (8)$$

gdzie:

- p – cena zamknięcia w danym przedziale czasowym,
- α – współczynnik wygładzający, określony jako:

$$\alpha = \frac{2}{N + 1} \quad (9)$$

- N – liczba okresów.

Który został wyprowadzony z:

$$EMA_N(i) = \frac{x_i + (1 - \alpha)x_{i-1} + (1 - \alpha)^2x_{i-2} + \dots + (1 - \alpha)^i x_0}{1 + (1 - \alpha) + (1 - \alpha)^2 + \dots + (1 - \alpha)^i} \quad (10)$$

6 Dane do analizy

Do analizy wykorzystujemy notowania dwóch instrumentów finansowych:

6.1 Indeks giełdowy S&P 500

Analizujemy indeks S&P 500 w okresie od końca 2014 do końca 2024. Jest to indeks, na którym bazuje wiele funduszy ETF, co umożliwia nam ogólną analizę skuteczności działania wskaźnika MACD.

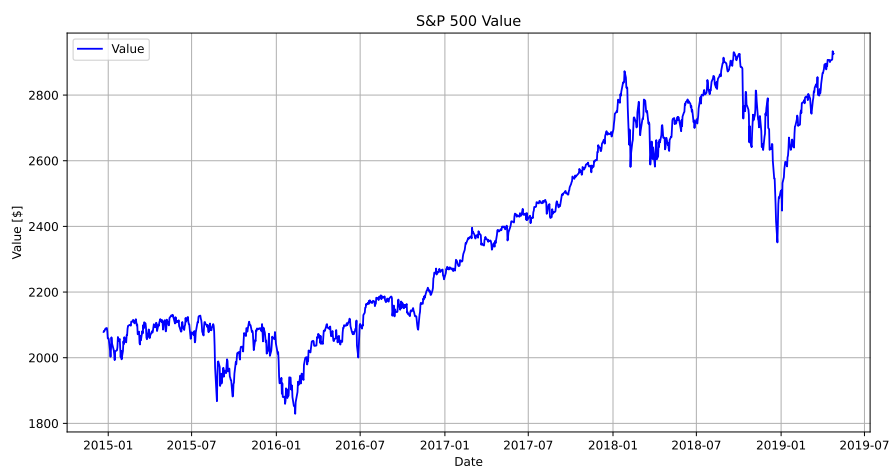


Figure 1: Wykres indeksu S&P 500 od roku 2014 do 2017

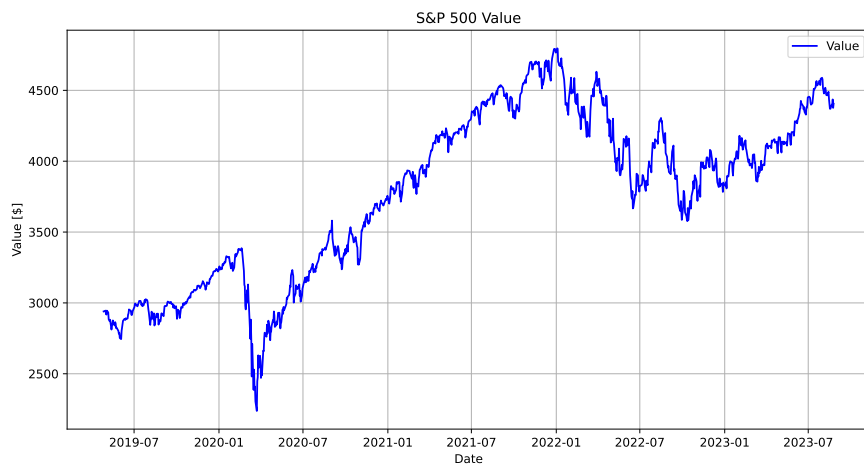
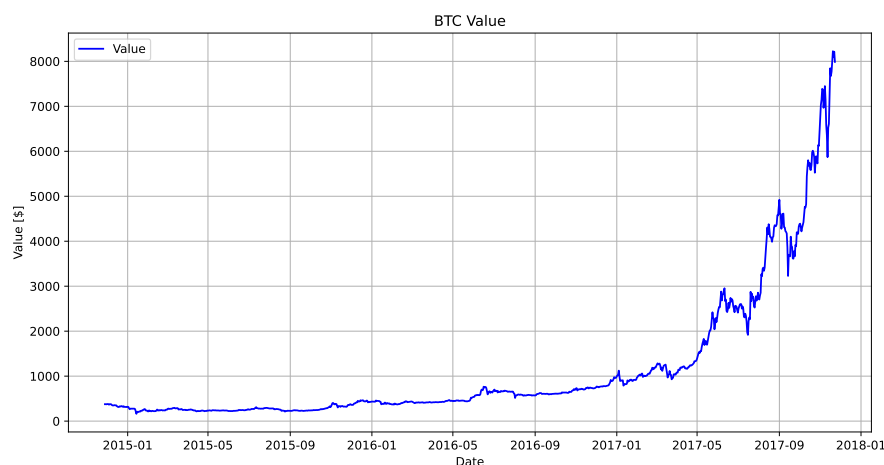


Figure 2: Wykres indeksu S&P 500 od roku 2019 do 2023

6.2 Kryptowaluta Bitcoin

Analizujemy notowania Bitcoina w okresie od końca 2014 do 2022. Ten instrument pozwala na przetestowanie wskaźnika MACD w bardzo zmiennych warunkach rynkowych.



+0.4+0.4

Figure 3: Wykres wartości BTC od roku 2014 do 2017

7 Relacja MACD do danych wejściowych

7.1 S&P 500 2014-2019

- Sygnały **BUY** występowały na początku wzrostowych trendów, co pozwalało na korzystne wejście na rynek. Sygnały **SELL** zazwyczaj skutecznie wskazywały na momenty osłabienia trendu wzrostowego lub rozpoczęcia spadków.
- Przecięcie poziomu zerowego w górę potwierdzało wzrostową dynamikę rynku, a spadek poniżej tego poziomu zapowiadał tendencję spadkową.

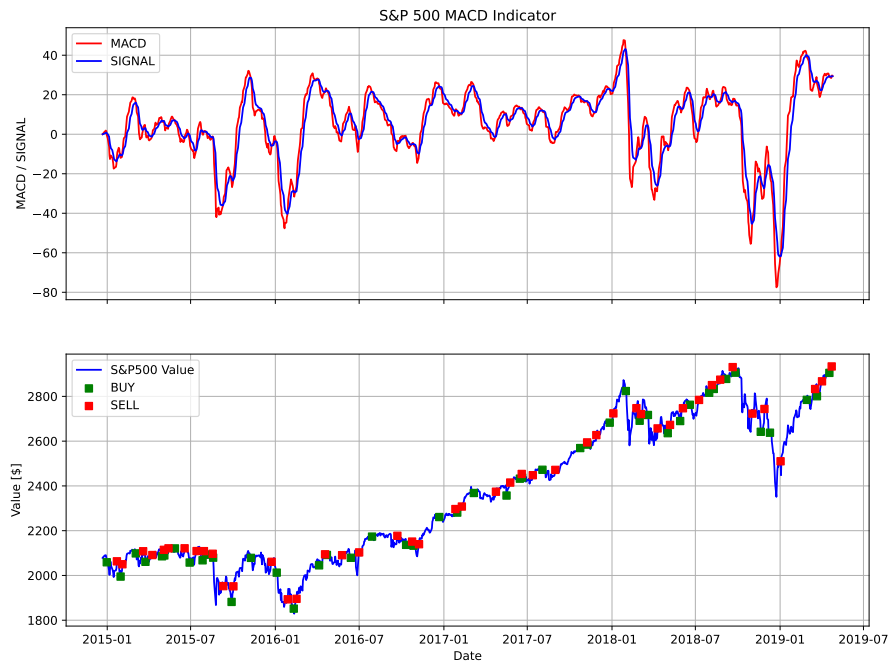


Figure 4: Wykresy wartosci oraz wskaźnika MACD dla S&P 500 2014-2019

7.2 S&P 500 2019-2023

- W tym okresie MACD dobrze identyfikował zarówno krótkoterminowe korekty, jak i długotrwałe trendy.
- Silne odchylenia MACD wskazywały na dynamiczne ruchy cenowe, co okazało się użyteczne w przewidywaniu okresów dużej zmienności.

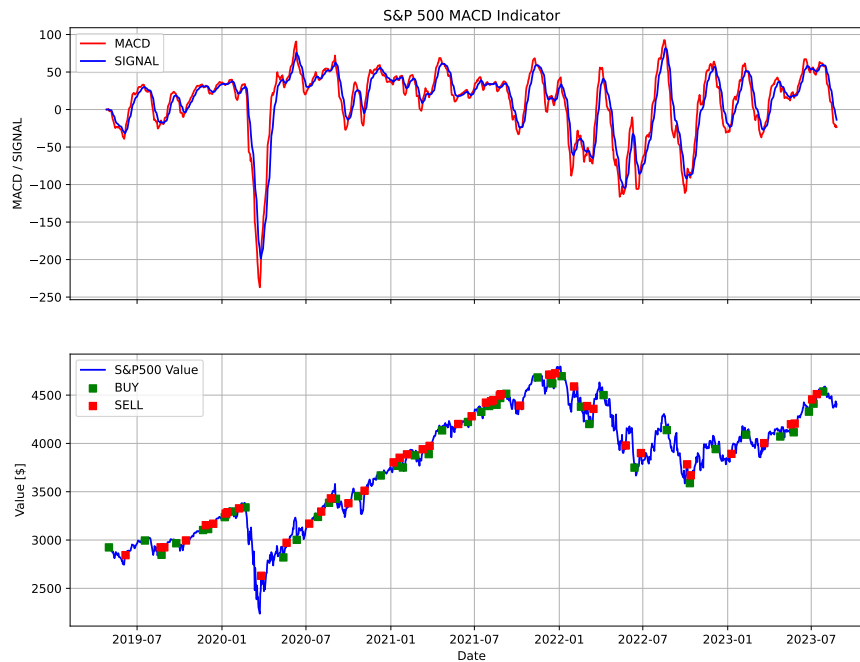


Figure 5: Wykresy wartosci oraz wskaźnika MACD dla S&P 500 2019-2023

7.3 BTC 2014-2019

Bitcoin (2014-2019)

- Sygnały **BUY** i **SELL** były mniej przewidywalne niż w przypadku indeksu S&P 500, co wynika z większej zmienności rynku kryptowalut.
- W okresach dynamicznych wzrostów MACD generował liczne sygnały, co wymagało dodatkowej analizy w celu uniknięcia fałszywych alarmów.

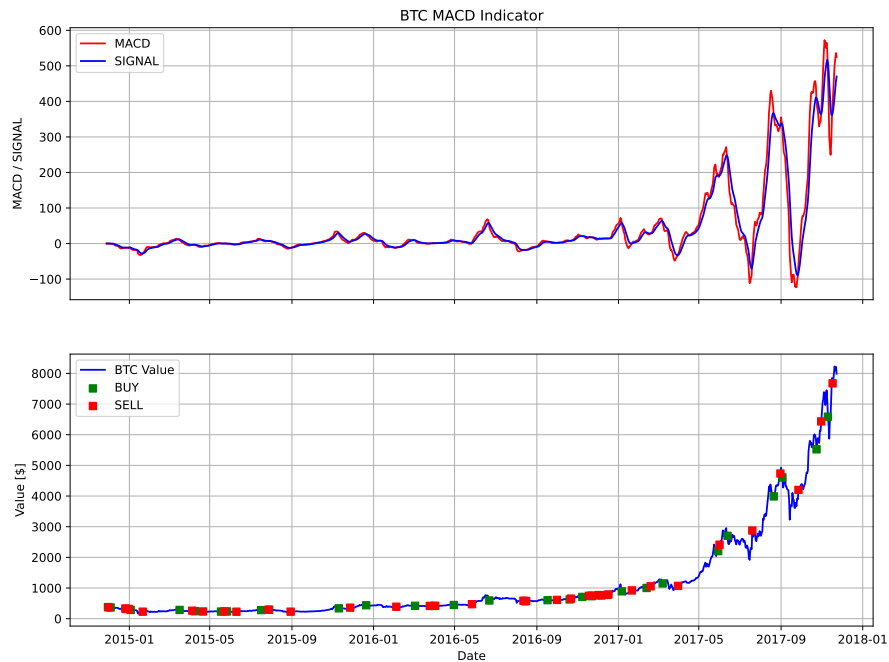


Figure 6: Wykresy wartosci oraz wskaźnika MACD dla BTC 2014-2019

Podsumowanie

Wskaźnik MACD wykazał się wysoką skutecznością w identyfikacji trendów na rynku S&P 500, chociaż przy dużych zmianach na rynku sprawiał powodował więcej fałszy, a co gorsza często powodujących duże straty. Natomiast w przypadku Bitcoina, z powodu jego wysokiej zmienności (ang. volatility) możemy zauważyć że generował więcej fałszywych sygnałów, niż nawet w S&P 500. Połączenie MACD z dodatkowymi wskaźnikami technicznymi oraz analizą fundamentalną może znacząco zwiększyć trafność prognoz inwestycyjnych.