

Projekt badań oraz studium pilotażowe

inż. Paulina Brzęcka 184701 inż. Marek Borzyszkowski 184266
inż. Wojciech Baranowski 184574

4 czerwca 2024

Spis treści

1	Projekt badawczy	2
1.1	Tytuł	2
1.2	Opiekun	2
1.3	Cele i krótki opis	2
2	Recenzja artykułu badawczego	2
2.1	Tytuł	2
2.2	Autorzy	2
2.3	Oдноśnik	2
2.4	Spis treści	2
2.5	Pozycjonowanie każdego elementu projektowania i realizacji badań	3
2.6	Mocne strony	8
2.6.1	Nowa metodologia	8
2.6.2	Efektywność i redukcja złożoności	9
2.6.3	Praktyczne rozwiązania	9
2.6.4	Walidacja eksperymentalna	9
2.7	Słabe strony	9
2.7.1	Złożoność artykułu	9
2.7.2	Zakres i zastosowanie	9
2.7.3	Ocena i Benchmarking	10
2.7.4	Kierunki przyszłych badań	10
2.8	Ocena	10
3	Wnioski	10
3.1	Wnioski końcowe z kursu	10
3.1.1	Plan i wstępne wyniki systematycznego przeglądu literatury	10
3.1.2	Projekt badawczy i badanie pilotażowe	10
3.1.3	Recenzja artykułu badawczego	11
4	Literatura	11

1 Projekt badawczy

1.1 Tytuł

Wykorzystanie obliczeń kwantowych w algorithmic trading.

1.2 Opiekun

Opiekunem projektu jest dr inż. Piotr Mironowicz.

1.3 Cele i krótki opis

Algorithmic trading, czyli handel algorytmiczny, to strategia inwestycyjna polegająca na wykorzystaniu zautomatyzowanych systemów handlowych do podejmowania decyzji inwestycyjnych na rynkach finansowych. Obliczenia kwantowe mają potencjał wzmocnienia tych strategii poprzez szybsze i bardziej efektywne przetwarzanie danych rynkowych oraz analizę trendów. W ramach tego tematu zostanie zbadana możliwość zaimplementowania agenta podejmującego decyzje inwestycyjne podczas gry na giełdzie, wykorzystując obliczenia kwantowe. Agent będzie testowany na emulatorze komputera kwantowego lub rzeczywistym komputerze, a jego skuteczność będzie porównywana z wybranymi algorytmami niekorzystającymi z technologii kwantowych. Efektem projektu będzie szkic artykułu naukowego opisującego przeprowadzone badania i wnioski z nich płynące.

2 Recenzja artykułu badawczego

2.1 Tytuł

Tytuł artykułu brzmi: "Portfolio Optimization Based on Funds Standardization and Genetic Algorithm".

2.2 Autorzy

Autorami artykułu są: Yao-Hsin Chou, Shu-Yu Kuo oraz Yi-Tzu Lo.

2.3 Odnośnik

IEEE Access, wolumen 5 (strony 21885 - 21900), nr artykułu 8049455, 23 września 2017.

2.4 Spis treści

- I. Introduction
- II. Related studies
- III. Background
 - A. Portfolio
 - B. Modern portfolio theory
 - C. Sharpe ratio

IV. Basic concept

V. Proposed methodology

- A. Funds standardization
- B. Portfolio optimization using GA
 - 1) Representation
 - 2) Initialization
 - 3) Fitness calculation
 - 4) Selection
 - 5) Crossover
 - 6) Mutation
- C. Sliding windows

VI. Experiment

- A. Investment targets
- B. Experimental environment
- C. Parameters of GA
- D. Comparison with MPT
- E. Self-analysis
 - 1) Training period analysis
 - 2) Testing period analysis

VII. Conclusion

2.5 Pozycjonowanie każdego elementu projektowania i realizacji badań

I. Introduction

Wstęp dostarcza kontekstu dla problemu wyboru akcji i metod jego rozwiązania. Dla projektu przydatne może być zrozumienie podstawowych wyzwań w wyborze akcji i stosowania wskaźników takich jak Sharpe ratio.

Zawiera:

- Motywację do wyboru inwestycji w akcje nad innymi opcjami inwestycyjnymi.
- Główne wyzwanie wyboru akcji: zrównoważenie wysokiego zwrotu i niskiego ryzyka.
- Wprowadzenie wskaźnika Sharpe'a jako miary wydajności akcji.
- Złożoność i ograniczenia nowoczesnej teorii portfelowej (MPT).

Braki:

- Konkretnie przykłady lub studia przypadków ilustrujące początkowe wyzwania w wyborze akcji.

- Bardziej szczegółowe wyjaśnienie, dlaczego istniejące metody nie redukują złożoności obliczeniowej.

Dodatkowe informacje:

- Podkreślenie, dlaczego nowa metoda (standaryzacja funduszy) jest konieczna.
- Krótkie wprowadzenie do wykorzystania algorytmów genetycznych (GA) w optymalizacji portfeli.

II. Related studies

Ta sekcja jest istotna dla porównania tradycyjnych metod CI z potencjalnym zastosowaniem obliczeń kwantowych. Może dostarczyć informacji o mocnych i słabych stronach technik CI, które mogą być porównane z technologią kwantową.

Zawiera:

- Przegląd istniejących badań nad wyborem akcji z wykorzystaniem technik inteligencji obliczeniowej (CI).
- Wzmianka o różnych technikach CI, takich jak obliczenia ewolucyjne, teoria rozmyta i sieci neuronowe.

Braki:

- Szczegółowe porównania między różnymi technikami CI i ich skutecznością.
- Konkretnie badania lub dane wspierające wybór GA nad innymi technikami CI.

Dodatkowe informacje:

- Potencjalne korzyści z integracji standaryzacji funduszy z technikami CI, zwłaszcza GA, w celu poprawy optymalizacji portfela.

III. Background

Informacje na temat dywersyfikacji i zarządzania portfelem są kluczowe dla zrozumienia, jak można zoptymalizować portfel inwestycyjny. Te zasady będą również obowiązywać w kontekście obliczeń kwantowych.

A. Portfolio

Zawiera:

- Wyjaśnienie znaczenia wyboru akcji.
- Korzyści z dywersyfikacji inwestycji w portfelu w celu redukcji ryzyka.

Braki:

- Dane historyczne wspierające strategię dywersyfikacji.
- Porównawcza analiza różnych strategii dywersyfikacji portfela.

B. Modern portfolio theory

Zrozumienie MPT jest podstawowe dla porównania tradycyjnych metod z nowymi podejściami, takimi jak obliczenia kwantowe. Projekt może wykorzystać te teoretyczne podstawy do stworzenia bardziej zaawansowanych modeli przy użyciu obliczeń kwantowych.

Zawiera:

- Podstawowe zasady MPT, w tym awersję do ryzyka i równowagę między ryzykiem a zwrotem.
- Formuły matematyczne dotyczące oczekiwanego zwrotu i ryzyka portfela.

Braki:

- Ograniczenia MPT w rzeczywistych scenariuszach.
- Praktyczne przykłady ilustrujące zastosowanie MPT.

C. Sharpe ratio

Wskaźnik Sharpe'a może być używany do oceny skuteczności agenta kwantowego w porównaniu z tradycyjnymi algorytmami. Jest to przydatny wskaźnik do analizy wyników inwestycyjnych.

Zawiera:

- Definicję i znaczenie wskaźnika Sharpe'a.
- Formułę i wyjaśnienie, jak mierzy on wydajność inwestycji.

Braki:

- Przykłady z rzeczywistego świata dotyczące wykorzystania wskaźnika Sharpe'a w zarządzaniu portfelem.
- Ograniczenia wskaźnika Sharpe'a.

Dodatkowe informacje:

- Jak proponowana metoda zamierza wykorzystać wskaźnik Sharpe'a do lepszej optymalizacji portfela.

IV. Basic concept

Podstawowe koncepcje dotyczące standaryzacji funduszy i optymalizacji portfela mogą być użyte jako punkt wyjścia do implementacji algorytmu kwantowego. Zrozumienie tych idei pomoże w adaptacji metod do nowego kontekstu technologii kwantowej.

Zawiera:

- Kluczowe pomysły stojące za proponowaną metodologią, w tym standaryzację funduszy.
- Wprowadzenie kluczowych koncepcji bez szczegółowej implementacji.

Braki:

- Szczegółowe kroki implementacji.

- Teoretyczne tło wspierające podstawowe koncepcje.

Dodatkowe informacje:

- Uzasadnienie wyboru standaryzacji funduszy jako nowatorskiego podejścia.

V. Proposed methodology

A. Funds standardization

Proces standaryzacji funduszy może być przełożony na algorytmy kwantowe, gdzie kwantowa wersja standaryzacji może oferować przewagę w szybkości i efektywności.

Zawiera:

- Formuły matematyczne i kroki dotyczące standaryzacji funduszy.
- Wyjaśnienie, jak fundusze są alokowane i standaryzowane.

Braki:

- Praktyczne przykłady lub studia przypadków demonstrujące standaryzację funduszy.
- Ograniczenia lub wyzwania w implementacji standaryzacji funduszy.

B. Portfolio optimization using GA

Każdy z tych kroków może być adaptowany do kwantowych algorytmów genetycznych, które mogą wykorzystywać superpozycję i splątanie do przeszukiwania przestrzeni rozwiązań bardziej efektywnie.

Zawiera:

- 1) **Representation:** Jak portfel jest reprezentowany w GA.
- 2) **Initialization:** Metody inicjalizacji populacji GA.
- 3) **Fitness calculation:** Jak obliczana jest przystosowanie każdego portfela.
- 4) **Selection:** Proces selekcji do rozmnażania następnego pokolenia.
- 5) **Crossover:** Techniki krzyżowania stosowane w GA.
- 6) **Mutation:** Strategie mutacji wprowadzające zmienność.

Braki:

- Szczegółowe algorytmy lub pseudokod dla każdego kroku.
- Metryki wydajności lub benchmarki dla każdego komponentu GA.

C. Sliding windows

Technika przesuwanych okien może być zastosowana również w algorytmach kwantowych, zapewniając bardziej dynamiczne i adaptacyjne podejście do optymalizacji portfela.

Zawiera:

- Wyjaśnienie techniki przesuwanych okien, aby uniknąć nadmiernego dopasowania.
- Zastosowanie przesuwanych okien w okresach testowych.

Braki:

- Konkretnie dane lub przykłady pokazujące skuteczność przesuwanych okien.

Dodatkowe informacje:

- Potencjalne usprawnienia lub przyszłe prace nad udoskonaleniem techniki przesuwanych okien.

VI. Experiment

A. Investment targets

Definicja celów inwestycyjnych jest istotna dla ustalenia benchmarków do porównania wydajności agenta kwantowego z tradycyjnymi metodami.

Zawiera:

- Opis celów inwestycyjnych użytych w eksperymentach.

Braki:

- Szczegółowe kryteria wyboru tych celów.
- Dane historyczne dotyczące wybranych celów.

B. Experimental environment

Zrozumienie środowiska eksperymentalnego pomoże w przygotowaniu odpowiedniego emulatora komputera kwantowego lub wykorzystaniu rzeczywistego komputera kwantowego do testowania agenta.

Zawiera:

- Opis sprzętu i oprogramowania użytego do eksperymentów.

Braki:

- Konkretnie konfiguracje lub ustawienia mogące wpływać na wyniki eksperymentalne.

C. Parameters of GA

Parametry te mogą być porównane z parametrami używanymi w algorytmach kwantowych, aby zobaczyć, jakie ustawienia są najbardziej efektywne w kontekście obliczeń kwantowych.

Zawiera:

- Parametry użyte w GA, takie jak rozmiar populacji, stopa mutacji itp.

Braki:

- Uzasadnienie wyboru konkretnych wartości parametrów.
- Analiza wrażliwości różnych ustawień parametrów.

D. Comparison with MPT

Wyniki tej sekcji mogą dostarczyć punktu odniesienia do porównania wydajności agenta kwantowego z tradycyjnymi metodami optymalizacji portfela, takimi jak MPT.

Zawiera:

- Analiza porównawcza proponowanej metody z MPT.

Braki:

- Szczegółowe wyniki statystyczne wspierające porównanie.
- Ograniczenia obu metod w różnych warunkach rynkowych.

E. Self-analysis

Analiza okresów treningowych i testowych jest kluczowa do oceny skuteczności agenta kwantowego w różnych warunkach rynkowych.

Zawiera:

- 1) **Training period analysis:** Analiza wydajności podczas okresu treningowego.
- 2) **Testing period analysis:** Analiza wydajności podczas okresu testowego.

Braki:

- Dane dotyczące długoterminowej wydajności.
- Porównanie z innymi metodami optymalizacji portfela poza MPT.

Dodatkowe informacje:

- Wgląd w to, jak okresy treningowe i testowe wpływają na wydajność portfela.

VII. Conclusion

Wnioski mogą dostarczyć cennych informacji na temat potencjalnych korzyści i ograniczeń zastosowania algorytmów genetycznych, co jest istotne przy porównywaniu z technologią kwantową. Dodatkowo, wnioski mogą wskazać kierunki przyszłych badań, które mogą być adaptowane do kontekstu obliczeń kwantowych.

Zawiera:

- Podsumowanie wyników i skuteczności proponowanej metody.
- Zalety standaryzacji funduszy i GA w optymalizacji portfela.

Braki:

- Szczegółowa dyskusja na temat przyszłych kierunków badań.
- Potencjalne ograniczenia lub wady proponowanej metody.

Dodatkowe informacje:

- Rekomendacje dla praktyków dotyczące stosowania proponowanej metody w rzeczywistych scenariuszach.

2.6 Mocne strony

2.6.1 Nowa metodologia

- **Standaryzacja funduszy:** wprowadzenie standaryzacji funduszy jako nowej metody reprezentowania zwrotu portfela i obliczania ryzyka portfela jest znaczącą zaletą. Metoda ta ma na celu rozwiązywanie niedoskonałości tradycyjnych obliczeń ryzyka.

- **Kompleksowa ocena ryzyka:** artykuł twierdzi, że standaryzacja funduszy może dokładnie ocenić ryzyko portfela, uwzględniając interakcje między wszystkimi akcjami, co jest bardziej kompleksowe niż tradycyjne relacje między parami akcji.

2.6.2 Efektywność i redukcja złożoności

- **Zmniejszona złożoność obliczeń:** kluczową zaletą jest zmniejszenie złożoności obliczeń. Artykuł podkreśla, że złożoność proponowanej metody nie rośnie wraz z liczbą akcji, co jest znaczną poprawą w stosunku do tradycyjnych metod.
- **Integracja algorytmu genetycznego:** połączenie algorytmu genetycznego z współczynnikiem Sharpe'a i standaryzacją funduszy w celu znalezienia optymalnego portfela jest innowacyjnym podejściem, które wykorzystuje zalety algorytmów ewolucyjnych w problemach optymalizacyjnych.

2.6.3 Praktyczne rozwiązania

- **Technika sliding window:** zastosowanie techniki sliding window w celu uniknięcia problemu nadmiernego dopasowania jest praktycznym rozwiązaniem powszechnego problemu w optymalizacji portfela, co zwiększa solidność metody.
- **Efektywne rozproszenie ryzyka:** wyniki eksperymentalne pokazują, że proponowana metoda może skutecznie rozproszyć ryzyko i zapewnić niższe ryzyko oraz stabilne zwroty w porównaniu do tradycyjnych metod.

2.6.4 Walidacja eksperymentalna

- **Rozległe testowanie:** artykuł wspomina o testowaniu różnych okresów szkoleniowych i testowych, co sugeruje dokładną walidację proponowanej metody. Takie kompleksowe testowanie może zwiększyć wiarygodność wyników.

2.7 Słabe strony

2.7.1 Złożoność artykułu

- **Techniczny żargon:** artykuł zawiera kilka terminów technicznych i pojęć (np. standaryzacja funduszy, algorytm genetyczny, sliding window), które mogą być trudne do zrozumienia dla czytelników bez tła w optymalizacji finansowej lub metodach obliczeniowych.
- **Ograniczone wyjaśnienia:** chociaż artykuł wprowadza standaryzację funduszy, nie dostarcza szczegółowego wyjaśnienia, jak to działa, co może utrudniać czytelnikom zrozumienie jej implementacji i zalet.

2.7.2 Zakres i zastosowanie

- **Generalizacja wyników:** artykuł nie określa warunków rynkowych ani klas aktywów testowanych, co może ograniczać postrzeganą uniwersalność wyników. Czytelnicy mogą się zastanawiać, czy metoda jest równie skuteczna w różnych rynkach i warunkach ekonomicznych.

- **Przesadne poleganie na wynikach eksperymentalnych:** chociaż wyniki eksperymentalne są obiecujące, artykuł nie wspomina o teoretycznej walidacji ani porównaniu z szerszym zakresem tradycyjnych metod poza tym, co jest konieczne.

2.7.3 Ocena i Benchmarking

- **Brak szczegółowej analizy porównawczej:** chociaż metoda jest porównywana z tradycyjnymi metodami, artykuł nie określa, które tradycyjne metody były używane do porównania, ani nie dostarcza szczegółów dotyczących użytych metryk wydajności lub benchmarków.
- **Rozważania ryzyka:** artykuł wspomina o niższym ryzyku i stabilnym zwrocie, ale nie dostarcza szczegółowych informacji na temat tego, jak te metryki są ilościowo oceniane lub porównywane z istniejącymi benchmarkami.

2.7.4 Kierunki przyszłych badań

- **Brak wzmianki o przyszłych badaniach:** brak wzmianki o kierunkach przyszłych badań lub potencjalnych ulepszeniach może wskazywać na brak przyszłościowego myślenia lub świadomości ograniczeń proponowanej metody.

2.8 Ocena

Oceniając artykuł, można zauważyć, że proponowana metoda standaryzacji funduszy wraz z algorytmem genetycznym wydaje się być obiecującym podejściem do optymalizacji portfela inwestycyjnego. Artykuł przedstawia nowatorskie podejście do oceny ryzyka portfela, które może przyczynić się do zmniejszenia złożoności obliczeń i poprawy efektywności inwestycji. Jednakże istnieją pewne niedociągnięcia, takie jak brak szczegółowej analizy porównawczej z tradycyjnymi metodami oraz ograniczona ekspozycja na kierunki przyszłych badań. Pomimo tego artykuł stanowi cenny wkład w dziedzinę optymalizacji portfela, zwracając uwagę na potrzebę dalszych badań i eksperymentów w celu weryfikacji skuteczności proponowanej metody w różnych warunkach rynkowych i klasach aktywów.

3 Wnioski

3.1 Wnioski końcowe z kursu

3.1.1 Plan i wstępne wyniki systematycznego przeglądu literatury

Dzięki kursowi zrozumieliśmy metodologię systematycznego przeglądu literatury, nauczyliśmy się krytycznie analizować dostępne badania oraz tworzyć szczegółowy plan badawczy. Potrafimy interpretować wstępne wyniki przeglądu, co ułatwia dalsze kierowanie badaniami.

3.1.2 Projekt badawczy i badanie pilotażowe

Kurs nauczył nas projektowania skutecznych badań, podkreślił znaczenie badań pilotażowych oraz zarządzania procesem badawczym. Zdobyliśmy umiejętność analizy danych z badań pilotażowych i ich wykorzystania do udoskonalenia głównego badania.

3.1.3 Recenzja artykułu badawczego

Kurs pomógł nam w organizacji artykułu naukowego, pisaniu klarownych tekstów oraz krytycznej ocenie prac naukowych. Poznaliśmy standardy publikacyjne i procedury recenzowania, co zwiększa nasze szanse na akceptację artykułu do druku.

4 Literatura

- Materiały wykładowe
- Yao-Hsin Chou, Shu-Yu Kuo i Yi-Tzu Lo. "Portfolio Optimization Based on Funds Standardization and Genetic Algorithm". DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2756842.