SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-16605-115081

AUTOMATIZOVANÉ OBCHODOVANIE

Bakalárska práca

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-16605-115081

AUTOMATIZOVANÉ OBCHODOVANIE

Bakalárska práca

|  |  |
| --- | --- |
| Študijný program : | Aplikovaná informatika |
| Číslo študijného odboru: | 2511 |
| Názov študijného odboru: | 9.2.9 Aplikovaná informatika |
| Školiace pracovisko: | Ústav informatiky a matematiky |
| Vedúci záverečnej práce: | Ing. Maroš Čavojský, PhD. |

A close-up of a document

Description automatically generated

A white background with black dots

Description automatically generated

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

|  |  |
| --- | --- |
| Študijný program : | Aplikovaná informatika |
| Bakalárska práca: | Automatizované obchodovanie |
| Autor: | Matúš Kuma |
| Vedúci záverečnej práce: | Ing. Maroš Čavojský, PhD. |
| Miesto a rok predloženia práce: | Bratislava 2024 |

Táto bakalárska práca sa zaoberá vývojom a testovaním automatizovaného obchodovania na trhu s kryptomenami, konkrétne na menovom páre BTC/USD. Cieľom práce je analyzovať efektívnosť rôznych obchodných algoritmov založených na technickej analýze, vrátane použitia indikátorov ako SMA a RSI. V rámci výskumu boli tieto algoritmy implementované do vlastnej obchodnej knižnice a testované na historických dátach. Výsledky testovania poskytujú prehľad o účinnosti týchto stratégií a poukazujú na kľúčové faktory, ktoré ovplyvňujú výkonnosť automatizovaných obchodných systémov. Práca zdôrazňuje význam technickej analýzy a algoritmického prístupu v oblasti digitálnych mien, pričom ponúka dôležité usmernenia pre vývoj a optimalizáciu obchodných stratégií. Tieto zistenia prispievajú k lepšiemu pochopeniu trhových mechanizmov a podporujú ďalší výskum v oblasti automatizovaného obchodovania.

Kľúčové slová: obchodovanie, technická analýza, kryptomeny, obchodné algoritmy

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

|  |  |
| --- | --- |
| Study Programme: | Applied Informatics |
| Bachelor Thesis: | Automatizované obchodovanie |
| Autor: | Matúš Kuma |
| Supervisor: | Ing. Maroš Čavojský, PhD. |
| Place and year of submission: | Bratislava 2024 |

This bachelor's thesis focuses on the development and testing of automated trading in the cryptocurrency market, specifically on the BTC/USD currency pair. The goal of the thesis is to analyze the effectiveness of various trading algorithms based on technical analysis, including the use of indicators such as SMA and RSI. During the research, these algorithms were implemented into a proprietary trading library and tested on historical data. The testing results provide insights into the efficiency of these strategies and highlight key factors influencing the performance of automated trading systems. The thesis emphasizes the importance of technical analysis and algorithmic approaches in the field of digital currencies, offering vital guidance for the development and optimization of trading strategies. These findings contribute to a better understanding of market mechanisms and support further research in the field of automated trading.

Key words: trading, technical analysis, cryptocurrencies, trading algorithms

Vyhlásenie autora

Podpísaný Matúš Kuma čestne vyhlasujem, že som Bakalársku prácu Automatizované obchodovanie vypracoval na základe poznatkov získaných počas štúdia a informácií z dostupnej literatúry uvedenej v práci.

Uvedenú prácu som vypracoval pod vedením Ing. Maroša Čavojského, PhD..

V Bratislave dňa 29.05.2024

..................................................

podpis autora

Poďakovanie

Chcel by som vyjadriť úprimné poďakovanie Ing. Marošovi Čavojskému, PhD., vedúcemu mojej bakalárskej práce, za jeho odborné vedenie, neoceniteľné rady a neustálu podporu počas prípravy tejto práce. Jeho ochota pomôcť a schopnosť poskytnúť usmernenie v každej fáze procesu boli pre mňa nesmierne cenné. Jeho prístup a odborné znalosti výrazne prispeli k úspechu a kvalite mojej bakalárskej práce.

Obsah

[Úvod 1](#_Toc167702684)

[1 Analýza problému 2](#_Toc167702685)

[1.1 Hlavné výhody automatizovaného obchodovania 2](#_Toc167702686)

[1.2 Nevýhody automatizovaného obchodovania 3](#_Toc167702687)

[1.3 Terminológia obchodovania 4](#_Toc167702693)

[1.4 Základná a kótovaná mena 6](#_Toc167702700)

[1.5 Indikátor 7](#_Toc167702703)

[1.6 Bull a Bear Trendy 7](#_Toc167702704)

[1.7 RSI (Relative Strength Index) 8](#_Toc167702705)

[1.8 SMA (Simple Moving Average) 9](#_Toc167702707)

[1.9 Krížová stratégia pomocou SMA 9](#_Toc167702708)

[2 Použité technológie 11](#_Toc167702709)

[2.1 Programovací jazyk Python 11](#_Toc167702710)

[2.2 Vývojové prostredie PyCharm 11](#_Toc167702711)

[3 Návrh riešenia 12](#_Toc167702712)

[3.1 Používateľská špecifikácia 12](#_Toc167702713)

[3.2 Systémová špecifikácia 13](#_Toc167702716)

[4 Implementácia 19](#_Toc167702723)

[4.1 Vytvorenie knižnice 19](#_Toc167702724)

[5 Testovanie 27](#_Toc167702728)

[5.1 Metodika testovania 27](#_Toc167702729)

[6 Vyhodnotenie 29](#_Toc167702730)

[6.1 Algoritmus využívajúci RSI indikátor v rastúcom trende 29](#_Toc167702731)

[6.2 Algoritmus využívajúci RSI indikátor v klesajúcom trende 30](#_Toc167702735)

[6.3 Algoritmus využívajúci RSI indikátor v bočnom trende 31](#_Toc167702738)

[6.4 Algoritmus využívajúci SMA indikátor v rastúcom trende 32](#_Toc167702743)

[6.5 Algoritmus využívajúci SMA indikátor v klesajúcom trende 34](#_Toc167702748)

[6.6 Algoritmus využívajúci SMA indikátor v bočnom trende 35](#_Toc167702753)

[6.7 Algoritmus využívajúci RSI aj SMA indikátory 36](#_Toc167702758)

[**Záver** **39**](#_Toc167702765)

[Zoznam použitej literatúry 40](#_Toc167702766)

[Prílohy I](#_Toc167702767)

[A Štruktúra elektronického nosiča II](#_Toc167702768)

[B Používateľská príručka III](#_Toc167702769)

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 1 Diagram aktivít procesu obchodovania.............................................14

Obrázok 2 Príklad riadku v súbore OHLCV.csv pre BTCUSD..........................17

Obrázok 3 Pseudokód procesu otvorenia obchodu.............................................21

Obrázok 4 Pseudokód procesu uzavretia obchodu..............................................22

Tabuľka 1 Popis záznamu obchodu....................................................................15

Zoznam skratiek a značiek

CSV Comma-Separated Values

BTC Bitcoin

USD Americký dolár

IDE Integrated Development Environment

RSI Relative Strength Index

SMA Simple Moving Average

TP Take Profit

SL Stop Loss

OHLCV Open High Low Close Volume

Úvod

V súčasnej dobe, v ére rýchleho technologického pokroku a transformácie priemyselných odvetví, finančný sektor podstupuje výrazné zmeny vďaka digitálnym inováciám. Jedným z najvýraznejších trendov je rozvoj automatizovaného alebo algoritmického obchodovania, ktoré transformuje tradičné metódy obchodovania prostredníctvom pokročilých počítačových programov na správu a vykonávanie obchodov.

Tento trend neovplyvňuje len spôsob, ako sa obchoduje, ale aj celkovú dynamiku a konkurenciu na finančných trhoch. Automatizované obchodovanie umožňuje investorom prístup k novým stratégiám, ktoré by boli ťažko realizovateľné manuálnym obchodníkom. To otvára dvere k rôznym príležitostiam na trhu, ale zároveň prináša nové výzvy v oblasti riadenia rizík a regulácie.

Cieľom tejto bakalárskej práce je poskytnúť komplexný pohľad na mechanizmy a aplikácie automatizovaného obchodovania v súčasných finančných trhoch. Okrem toho sa práca zameriava na prieskum technologických aspektov automatizovaného obchodovania, ekonomické a regulačné hľadiská, ako aj na vplyv na trhové prostredie a obchodné stratégie. V rámci práce sa tiež kladie dôraz na osobný rozvoj autora v oblasti finančného a technologického sektora. Cieľom je hlbšie porozumieť princípom a mechanizmom automatizovaného obchodovania a získať praktické skúsenosti s implementáciou obchodných algoritmov a ich testovaním v reálnom čase. Navrhované osobné ciele zahŕňajú zlepšenie analytických schopností, technických zručností a schopnosť aplikovať teoretické znalosti na praktické obchodné situácie. Týmto spôsobom sa autor bude môcť aktívne podieľať na dynamike a inováciách v rámci finančného odvetvia a prispieť k jeho ďalšiemu rozvoju.

1. Analýza problému

Automatizované obchodovanie, známe tiež ako algoritmické obchodovanie, predstavuje využitie počítačových programov a algoritmov na vykonávanie obchodných operácií na finančných trhoch bez priameho zásahu človeka. Tieto systémy sú navrhnuté tak, aby na základe matematických modelov a definovaných pravidiel analyzovali trhové dáta a automaticky realizovali obchody [1].

* 1. Hlavné výhody automatizovaného obchodovania

Medzi hlavné výhody automatizovaného obchodovania patria:

* rýchlosť a efektivita,
* odstránenie ľudskej chyby,
* diverzifikácia a disciplína.

Algoritmy sú schopné spracovávať a analyzovať obrovské množstvá trhových dát v zlomku sekundy, čo umožňuje rýchlejšie reakcie na trhové zmeny než je to možné pre ľudských obchodníkov. Automatické systémy môžu okamžite reagovať na trhové príležitosti a vykonávať obchody na základe preddefinovaných pravidiel, čím maximalizujú potenciálne zisky a minimalizujú reakčný čas [2].

Automatizácia obchodovania znižuje riziko chýb spôsobených ľudskými faktormi ako únava, emócie alebo predsudky, ktoré môžu negatívne ovplyvniť obchodné rozhodnutia.

Systémy udržujú vysokú úroveň disciplíny, neustále dodržiavajú nastavené obchodné stratégie aj v nestabilných alebo volatilných trhových podmienkach [2].

Algoritmy môžu súčasne monitorovať a obchodovať na rôznych trhoch a s rozličnými aktívami, čím rozširujú možnosti diverzifikácie portfólia a znižujú celkové riziko. Sú schopné presne dodržiavať prednastavené obchodné parametre a limity, čo znižuje možnosť emocionálneho alebo impulzívneho rozhodovania [2].

* 1. Nevýhody automatizovaného obchodovania

Hoci automatizované obchodovanie prináša mnohé výhody, ako sú rýchlosť, presnosť a objektivita, existujú aj významné nevýhody a riziká, ktoré musia byť zvážené. Tu sú niektoré z kľúčových nevýhod spojených s používaním automatizovaných obchodných systémov:

* technické problémy a poruchy,
* nedostatok flexibility a adaptability,
* riziko nadmerného optimalizovania,
* absencia ľudského úsudku,
* emocionálne odlúčenie,
* bezpečnostné riziká.

Automatizované systémy sú závislé od softvéru, hardvéru a internetových pripojení. Akákoľvek technická chyba, ako je výpadok prúdu, chyba v softvéri alebo problémy s pripojením, môže viesť k strate dát alebo chybným obchodom. Tieto systémy môžu tiež nesprávne interpretovať trhové dáta v dôsledku softvérovej chyby, čo môže viesť k nežiaducim obchodným rozhodnutiam [2].

Automatizované obchodné systémy sú navrhnuté na základe pevných pravidiel a algoritmov, ktoré nemusia byť schopné rýchlo sa prispôsobiť neočakávaným trhovým podmienkam alebo externým udalostiam, ako sú ekonomické krízy alebo politické zmeny. Toto môže obmedziť ich schopnosť efektívne reagovať na trhové zmeny a znamenať potenciálne straty [2].

Pri tvorbe obchodných modelov existuje riziko nadmerného optimalizovania, čo znamená nadmerné prispôsobenie modelu historickým údajom. Model potom môže byť neefektívny v reálnych obchodných podmienkach, pretože je príliš špecifický pre minulé údaje a nedokáže predvídať budúce trhové správania [2].

Automatizované systémy nedisponujú schopnosťou ľudského úsudku a nemôžu zohľadniť kvalitatívne faktory, ako sú politické udalosti, zmeny v regulačnom prostredí alebo iné nečíselné vplyvy, ktoré môžu ovplyvniť trhy. To môže obmedziť ich účinnosť v nestabilných alebo neštandardných trhových situáciách [2].

Hoci odstránenie emocionálneho rozhodovania môže byť považované za výhodu, úplné odstránenie ľudskej empatie a intuície môže tiež znamenať stratu dôležitých obchodných príležitostí, ktoré vyžadujú ľudské posúdenie a skúsenosti [2].

Automatizované obchodné platformy môžu byť tiež náchylné na kybernetické útoky, ktoré môžu ohroziť osobné a finančné údaje užívateľov. Bezpečnostné porušenie môže viesť k významným finančným stratám a narušeniu dôvery v systém [2].

* 1. Terminológia obchodovania

V oblasti finančného obchodovania sa používa široká škála špecializovaných termínov, ktoré sú nevyhnutné pre pochopenie a správne vykonávanie obchodných operácií. Nasleduje prehľad a vysvetlenie niektorých základných aj pokročilých konceptov, ktoré sú často používané v obchodnej praxi.

Technická analýza je spôsob hodnotenia finančných trhov pomocou štúdia historických cien a objemov obchodov. Pomáha predpovedať budúce cenové pohyby tým, že hľadá vzory a trendy v cenových grafoch. Používa rôzne nástroje a indikátory, ako napríklad kĺzavé priemery alebo RSI, ktoré pomáhajú obchodníkom rozhodnúť sa, kedy nakupovať alebo predávať [18].

* + 1. Long pozícia

*Long* pozícia, často označovaná ako "dlhá pozícia", sa vzťahuje na nákup a držanie aktíva s očakávaním, že jeho cena bude rásť. Vstup do *long* pozície predstavuje základnú stratégiu investovania, kde investor očakáva, že hodnota aktíva stúpne, a plánuje ju predávať za vyššiu cenu [3].

* + 1. Short pozícia

*Short* pozícia znamená predaj aktíva, ktoré investor aktuálne nevlastní, s predpokladom jeho nákupu späť za nižšiu cenu. Koncept *short selling* je základom, čo je stratégia, ktorá umožňuje investorom profitovať z poklesu cien. *Short* pozícia je obchodná stratégia, pri ktorej investor špekuluje na pokles ceny aktíva. Proces začína tým, že obchodník si požičia aktívum, ktoré nemá vo vlastnom portfóliu, s cieľom predať ho na otvorenom trhu za súčasnú trhovú cenu. Kľúčovým aspektom tejto stratégie je predpoklad, že cena aktíva bude v blízkej budúcnosti klesať.

Po predaji požičaného aktíva obchodník očakáva, že trhová cena aktíva klesne pod úroveň, na ktorej predal. Ak sa to stane, obchodník môže neskôr aktívum kúpiť späť za nižšiu cenu. Rozdiel medzi cenou, za ktorú predal aktívum (vyššia cena), a cenou, za ktorú ho neskôr kúpil späť (nižšia cena), predstavuje zisk obchodníka.

Nakoniec, po nákupe aktíva za nižšiu cenu, obchodník vráti požičané aktívum inštitúcii alebo osobe, od ktorej si ho pôvodne požičal. Toto vrátenie je dôležitou súčasťou procesu shortovania, pretože zabezpečuje, že obchodník splnil svoje záväzky voči osobe alebo inštitúcii, ktorá mu aktívum požičala [3].

* + 1. Cover a Close

Terminológia "cover" a "close" sa týka ukončenia otvorenej pozície na trhoch. *Covering* sa špecificky vzťahuje na uzavretie *short* pozície, čo znamená odkúpenie a vrátenie požičaných aktív za účelom uzavretia pozície. *Closing* môže byť použité pre oba typy pozícií (*long* a *short*) a jednoducho znamená ukončenie obchodu, či už s realizovaným ziskom alebo stratou [4].

* + 1. Volatilita

Volatilita meria mieru rýchlosti a rozsahu zmeny ceny aktíva. Vyššia volatilita znamená, že cena aktíva sa mení intenzívnejšie a nepredvídateľne, čo môže byť príležitosťou aj rizikom. Volatilita je dôležitým faktorom pri rozhodovaní o obchodných stratégiách, pretože ovplyvňuje rizikové parametre a potenciálne výnosy. V obchodovaní je riadenie rizika rovnako dôležité ako samotný výber obchodných príležitostí [5].

* + 1. Stop-Loss príkazy

Dva základné nástroje, ktoré obchodníci používajú na ochranu svojho kapitálu a zabezpečenie ziskov, sú *stop-loss* a *take-profit* príkazy. *Take-profit* a *stop-loss* sú neoceniteľné pri minimalizácii strát a zabezpečovaní ziskov, čo sú kritické aspekty úspešného obchodného plánu.

*Stop-loss* príkaz je obchodný nástroj používaný na limitovanie straty na otvorenej pozícii. Príkaz určuje úroveň ceny, pri ktorej sa automaticky uzavrie otvorená pozícia, aby sa predišlo ďalším strátam, keď sa trh pohybuje proti očakávaniám obchodníka. *Stop-loss* je základným prvkom stratégie riadenia rizika, pretože umožňuje obchodníkovi stanoviť maximálnu prípustnú stratu ešte pred vstupom do obchodu .

Nastavenie *stop-lossu* pomáha automatizovať proces obchodovania a eliminuje emocionálne rozhodovanie spojené s uzatváraním stratovej pozície. Obchodníci môžu lepšie riadiť svoje riziká bez potreby neustáleho monitorovania trhu.

Avšak ak je *stop-los*s nastavený príliš blízko k aktuálnej cene, môže byť aktivovaný bežnou volatilitou trhu, čo môže viesť k predčasnému uzavretiu pozície [6].

* + 1. Take-Profit príkazy

*Take-profit* príkaz funguje opačne ako *stop-loss* a slúži na uzavretie obchodu, keď cena dosiahne určitú úroveň zisku. Príkaz zabezpečuje, že zisk z pozície bude realizovaný pri dosiahnutí cieľovej ceny, predtým, než sa trh môže otočiť a zisky zmazať. Výhodou nastavenia t*ake-profitu* umožňuje obchodníkom fixovať zisky na predom stanovených úrovniach, čo znižuje riziko straty ziskov z obratov na trhu. Taktiež pomáha udržiavať disciplínu v obchodnej stratégii tým, že zabraňuje chamtivosti. Na druhej strane nastavenie *take-profit* príkazu príliš blízko môže znamenať premárnenie príležitosti na väčšie zisky, ak cena pokračuje v pohybe v prospech obchodníka po aktivácii príkazu [6].

* 1. Základná a kótovaná mena

V oblasti kryptomeny, podobne ako na forexovom trhu, sa obchody vykonávajú pomocou menových párov. Pochopenie pojmov základná a kótovaná mena je nevyhnutné pre efektívne obchodovanie. Pri menovom páre ako BTC/USD, kde BTC predstavuje Bitcoin a USD americký dolár, tieto dve meny majú špecifické úlohy vo vzťahu k obchodnému rozhodnutiu.

* + 1. Základná mena

V páre BTC/USD je Bitcoin (BTC) základnou menou. To znamená, že keď obchodník vykonáva nákup alebo predaj tohto páru, Bitcoin je ten, ktorý je buď kupovaný alebo predávaný voči americkému doláru. Ak obchodník vstúpi do *long* pozície na BTC/USD, očakáva, že hodnota Bitcoinu stúpne oproti doláru. Naopak, ak vstúpi do *short* pozície páru znamená predaj Bitcoinu s predpokladom, že jeho cena voči doláru klesne [7].

* + 1. Kótovaná mena

Americký dolár (USD) v páre BTC/USD je kótovanou menou. Cena tohto páru udáva, koľko dolárov je potrebných na kúpu jedného Bitcoinu. Napríklad, ak je cena BTC/USD 30,000, znamená to, že na kúpu jedného Bitcoinu je potrebných 30,000 USD. Cena v kótovanej mene poskytuje obchodníkom informácie potrebné na vyhodnotenie hodnoty základnej meny vzhľadom na trhové podmienky [7].

* 1. Indikátor

V obchodovaní sa používajú indikátory na pomoc pri rozhodovaní. Tieto matematické výpočty pomáhajú predpovedať budúce trhové pohyby na základe historických údajov. Existujú rôzne typy indikátorov, vrátane trendových, hybnostných, objemových a volatilitných indikátorov, každý s rôznymi aplikáciami a interpretáciami [8].

* 1. Bull a Bear Trendy

*Bull trend* (býčí trend) označuje trhové obdobie, kedy ceny aktív rastú, a je charakterizovaný optimizmom a zvyšujúcou sa dôverou investorov. Naopak, *bear trend* (medvedí trend) predstavuje obdobie poklesov cien a je sprevádzaný pesimizmom a strachom na trhu [9].

* 1. RSI (Relative Strength Index)

RSI, skratka pre *Relative Strength Index*, je momentumový indikátor používaný v technickej analýze na meranie rýchlosti a zmeny cenových pohybov. RSI osciluje medzi 0 a 100 a je typicky používaný na identifikáciu prekúpených alebo prepredaných podmienok na trhu. Hodnoty nad 70 zvyčajne naznačujú prekúpenú situáciu, zatiaľ čo hodnoty pod 30 poukazujú na prepredanú situáciu. Investori a obchodníci používajú RSI na predpovedanie potenciálneho reverzného bodu na trhu, čo im pomáha rozhodnúť sa, kedy vstúpiť alebo vystúpiť z obchodu [10].

* + 1. Výpočet RSI
* Výber časového rámca:

RSI sa zvyčajne vypočíta za 14-dňové obdobie, ale môže byť prispôsobený na akékoľvek časové obdobie podľa potrieb obchodníka.

* Výpočet ziskov a strát:

Na začiatku sa určí, či bol každý deň (alebo iný zvolený interval) záverom obdobia ziskový alebo stratový. Rozdiel medzi dnešnou zatváracou cenou a zatváracou cenou predchádzajúceho dňa určuje, či bol deň ziskový (zvýšenie ceny) alebo stratový (zníženie ceny).

* Priemerné zisky a straty:

Následne sa vypočítajú priemerné zisky a priemerné straty za vybrané obdobie (napríklad 14 dní). Toto sa dosiahne sčítaním všetkých ziskových dní a ich delením počtom dní v období na výpočet priemeru ziskov, a rovnako tak sa vypočíta priemerná strata.

* Výpočet RS (*Relative Strength* alebo Relatívnej sily):

Relatívna sila (RS) je pomer priemerného zisku a priemernej straty. Toto číslo odzrkadľuje tempo, akým sa cena aktíva zvyšuje oproti tempu, akým klesá [11].

Finálny RSI sa vypočíta podľa vzorca:

𝑅𝑆𝐼=100−(100/1+𝑅𝑆)

Rovnica 1: Vzorec výpočtu RSI [11]

* 1. SMA (Simple Moving Average)

SMA, alebo jednoduchý kĺzavý priemer, je indikátor používaný na vyhladenie cenových dát a na určenie smeru trendu. Vypočíta sa ako aritmetický priemer určitého počtu cien za určité časové obdobie. Napríklad 50-dňový SMA je priemer cien za posledných 50 dní. SMA pomáha analyzovať, či sa trend pohybuje nahor alebo nadol, čím uľahčuje rozhodovanie o nákupoch a predajoch [12].

* 1. Krížová stratégia pomocou SMA

Krížová stratégia pomocou SMA je populárna obchodná taktika, ktorá využíva dva kĺzavé priemery rôznych časových dĺžok na generovanie signálov na nákup alebo predaj. Typicky sa používa kombinácia kratšieho a dlhšieho SMA. Signál na nákup nastane, keď kratší SMA kríži dlhší SMA smerom nahor, čo naznačuje možný začiatok vzostupného trendu. Naopak, predajný signál nastane, keď kratší SMA kríži dlhší SMA smerom nadol, čo môže signalizovať začiatok zostupného trendu. Táto stratégia je obľúbená pre jej jednoduchosť a efektivitu, najmä v trendových trhových podmienkach [13].

1. Použité technológie

V tejto kapitole sa zameriavame na kľúčové nástroje a technológie použité v bakalárskej práci. Pracovali sme s programovacím jazykom Python vo vývojovom prostredí PyCharm.

* 1. Programovací jazyk Python

Python je vysoko úrovňový, interpretovaný programovací jazyk, obľúbený pre svoju jednoduchosť a čitateľnosť kódu, čo ho robí ideálnym pre začiatočníkov aj pokročilých programátorov [14]. V oblasti dátových analýz a automatizovaného obchodovania je obzvlášť cenný vďaka bohatej ponuke špecializovaných knižníc. Medzi ne patrí pandas, výkonná knižnica pre manipuláciu s dátami a analýzu, ktorá umožňuje efektívne spracovanie a transformáciu veľkých súborov dát [15]. Ďalej matplotlib, základná knižnica pre vizualizáciu v Pythone, poskytuje jednoduchý spôsob na vytváranie širokého spektra statických, animovaných a interaktívnych vizualizácií dát [16]. Vďaka týmto nástrojom môže Python slúžiť ako mocná platforma pre rozvoj komplexných analytických a obchodných aplikácií, čo umožňuje vývojárom rýchlo prototypovať a nasadzovať efektívne riešenia. (3)

* 1. Vývojové prostredie PyCharm

PyCharm je integrované vývojové prostredie (IDE) od JetBrains, špeciálne navrhnuté pre Python. Je známe svojimi pokročilými funkciami, ako sú inteligentný editor, vynikajúce nástroje pre ladenie, integrovaná kontrola verzií, podpora pre webový vývoj a automatizácia mnohých rutinných úloh, čo zvyšuje produktivitu vývojárov. PyCharm podporuje množstvo Python knižníc vrátane pandas a matplotlib, a poskytuje grafické rozhranie pre jednoduchšiu správu a interakciu s Python projektami. Vďaka týmto funkcionalitám je PyCharm obzvlášť vhodný pre projekty v oblasti dátových vied a automatizovaného obchodovania, keďže umožňuje efektívne spravovať komplexné kódy a veľké dátové súbory, čo výrazne zjednodušuje vývoj a testovanie obchodných algoritmov [17].

1. Návrh riešenia

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvoriť knižnicu v programovacom jazyku Python, ktorá umožňuje efektívne vykonávanie a testovanie rôznych algoritmických obchodných stratégií na historických dátach. Knižnica je navrhnutá tak, aby poskytovala nástroje nielen pre správu a analýzu dát, ale aj pre riadenie obchodov a vyhodnotenie ich výkonnosti prostredníctvom podrobných logov a štatistík.

* 1. Používateľská špecifikácia

Používateľská špecifikácia stanovuje funkcionálne a nefunkcionálne požiadavky na vyvinutú knižnicu pre automatizované obchodovanie v Pythonu. Zameriava sa na presné definície operácií, ako sú správa dát, obchodovanie a analýza, ako aj kritériá pre výkon, spoľahlivosť a použiteľnosť, aby bola knižnica spoľahlivá a prístupná pre používateľov.

* + 1. Funkcionálne požiadavky

Funkcionálne požiadavky opisujú konkrétne funkcie a operácie, ktoré softvér musí vykonávať. Pre knižnicu na automatizované obchodovanie môžu zahŕňať:

* Správa dát:

Systém musí byť schopný načítať historické obchodné dáta z lokálnych súborov vo formáte CSV, a zabezpečenie správneho importovania údajov do vnútorných štruktúr systému. Okrem toho musí systém automaticky ukladať výsledky obchodov a vykonaných analýz do formátu CSV, čo umožňuje jednoduché a prehľadné uchovávanie historických údajov o obchodných operáciách a výsledkoch analýz.

* Obchodné operácie:

Systém musí poskytovať funkciu na iniciáciu obchodu na základe špecifikovaných kritérií algoritmu a zároveň umožniť uzavretie otvorených obchodov podľa definovaných pravidiel. Ďalej musí zabezpečiť automatický výpočet transakčných poplatkov pre každý obchod. V rámci analýzy a reportovania musí systém zaznamenávať podrobné informácie o každej obchodnej transakcii.

* Analýza a testovanie algoritmov

Po dokončení testovania algoritmu systém musí poskytnúť súhrnné štatistiky o výkonnosti, vrátane detailného štatistického vyhodnotenia. Systém musí tiež umožniť vyhodnotenie obchodného algoritmu na základe vypísaných štatistických údajov, poskytujúc užívateľom komplexný prehľad o efektivite a výkonnosti obchodných stratégií.

* + 1. Nefunkcionálne požiadavky

Nefunkcionálne požiadavky sa zameriavajú na kvalitu a kritéria výkonu softvéru. Systém musí byť schopný spracovať veľké objemy dát rýchlo a efektívne bez významného oneskorenia alebo zníženia výkonu. Spoľahlivosť systému je kľúčová, a preto by mal byť stabilný a spoľahlivý, s minimálnymi výpadkami a chybami počas spracovania a analýzy dát.

Udržiavateľnosť systému je taktiež dôležitá. Kód knižnice by mal byť dobre dokumentovaný a jednoduchý na údržbu a aktualizáciu. To zabezpečí, že systém bude môcť byť ľahko upravovaný a vylepšovaný v budúcnosti.

Použiteľnosť rozhrania knižnice je rovnako podstatná. Rozhranie by malo byť intuitívne a ľahko použiteľné, aj pre iných užívateľov, aby mohli jednoducho využívať všetky funkcie a možnosti, ktoré knižnica poskytuje.

* 1. Systémová špecifikácia

Systémová špecifikácia obsahuje detailné popisy funkcií a služieb systému. Dokument by mal presne určiť, ako bude systém implementovaný. V rámci špecifikácie aplikácie je uvedený aj diagram aktivít.

* Diagram aktivít

Diagram aktivít znázorňuje proces obchodovania (pozri obrázok číslo 1), ktorý začína načítaním historických dát z dostupných zdrojov. Nasleduje spustenie algoritmu na obchodovanie, ktorý vykonáva obchodné operácie na základe zadaných kritérií. Po vykonaní obchodov sa všetky obchodné transakcie zaznamenávajú do CSV súboru pre ďalšiu analýzu. Ďalej sa vykonáva kalkulácia štatistík z uskutočnených obchodov, ktorá umožňuje analýzu a hodnotenie výkonu obchodného algoritmu na základe získaných štatistík. Diagram poskytuje prehľad o hlavnom priebehu automatizovaného obchodovania, od načítania dát až po vyhodnotenie algoritmu.

A diagram of a process

Description automatically generated

Obrázok 1: Diagram aktivít procesu obchodovania

* + 1. Načítanie historických dát

Proces načítania historických údajov začína identifikáciou zdrojov, z ktorých sa údaje získajú, a ich následným načítaním do pamäte. Údaje zahŕňajú ceny aktív, objemy obchodov, najnižšie a najvyššie ceny, otváracie a uzatváracie ceny, ako aj ďalšie relevantné informácie prípadne ešte vypočítané indikátory.

* + 1. Spustenie algoritmu na obchodovanie

Po načítaní historických dát sa algoritmus spustí a inicializuje, pričom načíta všetky potrebné parametre a vstupné dáta ako sú počiatočný stav na peňažnom účte, obdobie v ktorom sa bude obchodovať teda dátum začiatku a konca algoritmu a výška poplatku v percentách. Algoritmus začína vykonávať obchody na základe definovaných obchodných stratégií a pravidiel.

* + 1. **Uloženie logov z obchodov do CSV súboru**

Po vykonaní každého obchodu algoritmus zaznamenáva všetky relevantné údaje do CSV súboru. Tieto logy obsahujú informácie o čase obchodu, jeho typu, vykonaných operáciách (ako napríklad kúpa alebo predaj), cene operácie, aktuálnej cene aktíva, množstve obchodovaných aktív, poplatkoch za obchodovanie a zostatkoch v jednotlivých menách po vykonaní obchodu (pozri tabuľku číslo 1). Záznamy v CSV súbore umožňujú následnú analýzu obchodov a vyhodnotenie výkonnosti algoritmu obchodovania. Tieto údaje sa ukladajú do CSV súboru na ďalšie spracovanie a analýzu.

Tabuľka 1: Popis záznamu obchodu

|  |  |
| --- | --- |
| **Názov údaju v zázname** | **Popis údaju v zázname** |
| unix | Unixová časová pečiatka v milisekundách (kedy bol obchod vykonaný) |
| date | Dátum a čas vykonania obchodu vo formáte "YYYY-MM-DD HH:MM:SS" |
| trade\_number | Číslo obchodu |
| action | Akcia obchodu (LONG, SHORT, COVER, CLOSE) |
| operation | Typ operácie, ktorá sa vykonala, "BUY" (kúpa) alebo "SELL" (predaj). |
| operation\_price | Cena operácie v čase jej vykonania |
| Cena zastavenia operácie | Cena zastavenia operácie (v prípade, že sa používa stop-loss) |
| price | Aktuálna cena aktíva v čase vykonania obchodu |
| open, high, low, close | Cena otvorenia, najvyššia cena, najnižšia cena a cena uzavretia aktíva v určenom časovom intervale |
| base\_amount | Množstvo základnej meny v obchode |
| quote\_amount | Množstvo druhej meny (kvótovanej meny) v obchode |
| quantity | Percentuálna časť zo zostatku za akú sme vykonali obchod |
| trading\_fee | Poplatok za obchodovanie |
| quote\_balance | Zostatok v druhej mene po vykonaní obchodu |
| base\_balance | Zostatok v základnej mene po vykonaní obchodu |
| base\_debt | Prípadný dlh v základnej mene |

* + 1. **Kalkulácia štatistik**

Po zaznamenaní logov sa vykonáva kalkulácia rôznych štatistík a metrík o výkonnosti obchodov. Tieto štatistiky zahŕňajú konečný stav na účte, suma poplatkov za obchodovanie, a počty ziskových a stratových obchodov.

* + 1. **Vyhodnotenie algoritmu**

Na základe kalkulovaných štatistík sa algoritmus vyhodnocuje a analyzuje jeho výkonnosť.

Vyhodnotenie sa zameriava na efektivitu algoritmu v generovaní zisku a jeho schopnosť prekonávať trhové podmienky.

Výsledky vyhodnotenia môžu viesť k úpravám stratégií alebo parametrov algoritmu pre zlepšenie jeho výkonnosti v budúcnosti.

* + 1. Štruktúra súboru s historickými údajmi BTCUSD

Súbor OHLCV (Open, High , low, Close, Volume) pre BTCUSD je v štandartnom formáte CSV, ktorý obsahuje údaje o cenách a objeme (pozri obrázok číslo 2). V našom prípade Bitcoinu pre každý časový interval. Prvý stĺpec je časová značka v Unix formáte, ktorá predstavuje začiatok časového intervalu. Open je cena na začiatku časového intervalu. High je maximálna cena počas časového intervalu. Low poskytuje minimálnu cenu počas časového intervalu. V stĺpec Close nám ukáže cenu na konci časového intervalu. A Volume predstavuje objem obchodovaných kontraktov počas časového intervalu.

Obrázok, na ktorom je text, písmo, snímka obrazovky, rad

Automaticky generovaný popis

Obrázok 2: Príklad riadku v súbore OHLCV.csv pre BTCUSD

* + 1. Vizualizácia na web stránke

Uložené logy v formáte CSV súboru ponúkajú možnosť použitia na širšie analytické a vizualizačné účely. Súbor s logmi je možné importovať do špecializovaných nástrojov alebo aplikácií, ktoré ponúkajú pokročilé funkcie na analýzu a vizualizáciu obchodných dát.

Je poskytnutá možnosť vloženia historických dát a logov z algoritmov priamo do webového rozhrania [[1]](#footnote-1). Online nástroj umožňuje jednoduchý a interaktívny spôsob vizualizácie obchodných údajov a simuláciu obchodných stratégií pomocou grafov a štatistík.

Po nahraní historických dát a logov z algoritmov na stránku https://trading.mcomputing.eu/ sa automaticky vykonávajú výpočty a analýzy, ktoré zahŕňajú výpočet zisku a straty, vykreslenie grafov vývoja cien, objemov obchodov a ďalších relevantných ukazovateľov.

Prístup umožňuje používateľom rýchlo a efektívne vyhodnotiť výkonnosť svojich obchodných stratégií, analyzovať obchodné dáta a identifikovať prípadné príležitosti na optimalizáciu ich obchodných procesov. Vďaka interaktívnemu rozhraniu a bohatým funkciám na vizualizáciu je možné rýchlo získať ucelený prehľad o vývoji obchodovania a efektívnosti obchodných stratégií.

1. Implementácia
   1. Vytvorenie knižnice

Knižnica vytvorená pre účely tejto bakalárskej práce pozostáva z niekoľkých dôležitých častí. Navzájom spolu interagujú a umožňujú vykonávanie obchodných stratégii na historických dátach.

* + 1. Dátový manažér

Dátový manažér je veľmi dôležitým komponentom knižnice, ktorý zabezpečuje efektívne načítanie, správu a ukladanie dát. Všetky vstupné aj výstupné dáta sú vo formátoch CSV. Medzi funkcie dátového manažéra patrí načítanie historických dát. Knižnica produkuje výstupné dáta. Súbory s logmi obchodov a celkovými štatistikami. Pre ukladanie alebo aktualizovanie týchto súborov sa taktiež stará dátový manažér. Na efektívne načítanie dát so súborov používam knižnicu Pandas ktorá poskytuje funkciu read\_csv a funkciu DataFrame pre prácu s dátami vo forme tabuľky.

* + 1. Obchodná knižnica

Súbor trade\_lib.py je jadrom knižnice. Obchodná knižnica je navrhnutá tak, aby simulovala otváranie a zatváranie obchodov na finančných trhoch, sledovala zostatky účtov, vypočítavala obchodné poplatky a vykonávala obchodné operácie na základe trhových údajov. Implementácia umožňuje používateľom simulovať obchodné stratégie a analyzovať výkonnosť týchto stratégií počas určitého obdobia.

Knižnica spravuje dva typy zostatkov. Základný zostatok (napr. v dolároch alebo eurách) a zostatok meny kotácie (napr. v Bitcoinoch alebo inej kryptomene), pričom zahŕňa aj mechanizmus pre správu dlhov z krátkych pozícií. Užívatelia môžu otvárať a zatvárať obchody, čím ovplyvňujú svoje zostatky a dlhy v závislosti od trhových pohybov a ich obchodných rozhodnutí.

Funkcia otvorenia obchodu umožňuje užívateľom otvárať obchody podľa špecifických trhových podmienok. Táto funkcia je navrhnutá tak, aby simuláciu obchodu spravila čo najrealistickejšou, zohľadňujúc rôzne parametre obchodu a aktuálne stavy účtu.

Funkcia open\_trade() prijíma niekoľko parametrov, ktoré umožňujú detailne definovať podmienky každého obchodu. Parameter *unix* je časová pečiatka, ktorá určuje presný čas otvorenia obchodu. Parameter *trade\_number* je sériové číslo obchodu, ktoré pomáha jednoznačne identifikovať každý obchod v rámci série. Parameter *open\_price* predstavuje cenu, za ktorú je obchod otvorený. Parameter *my\_account* je objekt reprezentujúci obchodný účet, obsahujúci informácie ako základný a citovaný zostatok a dlhy. Parameter *quantity* vyjadruje percentuálny podiel zostatku, ktorý sa použije na obchod. Parameter *trading\_fee\_rate* je percentuálna sadzba obchodného poplatku. Parameter *type\_of\_trade* určuje, či ide o dlhú alebo krátku pozíciu. Parameter *date* je dátum obchodu, a high\_price, low\_price, close\_price sú najvyššia, najnižšia a zatváracia cena aktíva počas daného časového intervalu.

Podobne, funkcia close\_trade() využíva niektoré z rovnakých parametrov a pridáva ďalšie, špecifické pre zatváranie obchodov. unix značí čas, kedy bol obchod zatvorený, a trades je zoznam všetkých predchádzajúcich obchodov, ktoré umožňuje identifikovať a spracovať predchádzajúce obchodné pozície. Parameter *trade\_number* sa používa na identifikáciu špecifického obchodu, ktorý má byť zatvorený. Parameter *open\_price* v tomto kontexte predstavuje cenu, za ktorú je obchod zatváraný, čo môže byť zmätočné, ale v kontexte funkcie znamená zatváraciu cenu. Ostatné parametre ako my\_account, trading\_fee\_rate, date, high\_price, low\_price, a close\_price slúžia rovnakému účelu ako pri otváraní obchodu.

Obrázok, na ktorom je text, snímka obrazovky, dokument, číslo

Automaticky generovaný popis

Obrázok 3: Pseudokód procesu otvorenia obchodu

Na obrázku č. 3 vidíme pseudokód, kde sú jasne ohraničené podmienky a akcie, ktoré sú potrebné pre správne spracovanie obchodov v závislosti od typu obchodu a dostupnosti finančných prostriedkov alebo možnosti požičať si aktíva. Každý blok kódu je navrhnutý tak, aby bol jednoducho pochopiteľný a implementovateľný pri návrhu skutočného obchodného systému.

Obrázok, na ktorom je text, snímka obrazovky, dokument, číslo

Automaticky generovaný popis

Obrázok 4: Pseudokód procesu uzavretia obchodu

Na obrázku č.4 vidíme pseudokód, ktorý poskytuje jasnú a systematickú metódu na zatvorenie obchodu, či už ide o dlhú (LONG) alebo krátku (SHORT) pozíciu. Pre dlhé pozície vypočítava zisk alebo stratu na základe pomeru medzi zatváracou a otváracou cenou a aktualizuje zostatok v mene kotácie a zostatok v základnej mene. Pre krátke pozície sa zisťuje, koľko peňazí by bolo potrebné na krytie krátkeho obchodu pri aktuálnej zatváracej cene, a rovnako sa počíta zisk alebo strata. Taktiež sa počíta a odráta obchodný poplatok pri zatváraní obchodu.

Výpočet zisku pri náraste ceny

Pri obchodovaní je dôležité vedieť, aký zisk môžete očakávať, ak sa cena vášho aktíva zvýši. Napríklad, ak máte aktívum v hodnote 100 jednotiek a predpokladáte, že jeho cena vzrastie o 5%, funkcia na výpočet zisku vám pomôže zistiť, že nová hodnota bude 105 jednotiek. Výpočet vám umožní lepšie plánovať a predvídať výnosy z vašich investícií.

Výpočet obchodného poplatku

Každý obchod nesie so sebou náklady vo forme poplatkov. Predstavte si, že realizujete transakciu v hodnote 1 000 jednotiek a poplatková sadzba je 1%. V takom prípade zaplatíte poplatok vo výške 10 jednotiek. Poplatok sa odpočíta od vášho celkového zisku, čím sa znižuje čistý výnos z obchodu. Poznanie týchto nákladov je kľúčové pre správne riadenie vašich investícií.

Analýza obchodných štatistík

Počas určitého časového obdobia je užitočné sledovať, ako sa vám darí v obchodovaní. Funkcia na analýzu štatistík zhromažďuje údaje o všetkých vykonaných obchodoch a poskytuje prehľad o celkovom počte obchodov, celkových poplatkoch, začiatočných a konečných zostatkoch, ako aj o zisku alebo strate. Tieto informácie sú nevyhnutné pre hodnotenie efektívnosti vašej obchodnej stratégie a pre prijímanie informovaných rozhodnutí o budúcich investíciách.

Transparentné informácie o obchodoch

Pri obchodovaní je transparentnosť kľúčová. Prehľadné zobrazenie detailov o konkrétnych obchodoch, ako sú cena, množstvo, typ obchodu a prípadné poplatky, umožňuje rýchlu kontrolu a analýzu. Týmto spôsobom môžete ľahko sledovať svoje obchodné aktivity a udržiavať prehľad o svojich investíciách. Transparentné informácie vám pomáhajú pri hodnotení a zlepšovaní vašich obchodných stratégií.

Spomenuté funkcionality sú nevyhnutnou súčasťou obchodnej knižnice, ktoré poskytujú používateľom nástroje na analýzu a riadenie obchodovania. Vďaka týmto funkcionalitám majú používatelia možnosť lepšie pochopiť finančné dôsledky svojich rozhodnutí a efektívnejšie prispôsobiť svoje obchodné stratégie.

* + 1. Obchodné algoritmy

V rámci bakalárskej práce sú obchodné algoritmy kľúčovou súčasťou implementácie, pretože umožňujú automatizáciu obchodných rozhodnutí na základe analytických modelov. Algoritmy, ktoré sme vyvinuli, zahŕňajú pravidlá na otváranie a zatváranie obchodov založené na technických indikátoroch, čo znižuje potrebu manuálneho zásahu a zvyšuje efektivitu obchodných operácií.

Tieto algoritmy sú implementované tak, aby reagovali na špecifické signály vygenerované na základe historických dát. Na základe definovaných pravidiel, akonáhle indikátor naznačí príležitosť na trhu (napríklad prekúpené alebo prepredané podmienky), algoritmus automaticky vykoná obchodné príkazy, ako je nákup alebo predaj aktív. Výsledkom je sada dynamicky spravovaných obchodov, ktoré môžu priniesť zisk za rôznych trhových podmienok.

Technické Indikátory

Technické indikátory sú neoddeliteľnou súčasťou obchodných algoritmov, pretože poskytujú dáta potrebné na vyhodnotenie súčasného stavu trhu a na predikciu budúcich pohybov cien. Vo svojej implementácii som sa zameral na dva základné typy indikátorov: Simple Moving Averages (SMA) a Relative Strength Index (RSI).

SMA (Simple Moving Average)

Simple Moving Average (SMA) je jedným z najzákladnejších nástrojov používaných v technickej analýze. SMA je aritmetický priemer určitého počtu cien uzavretia za určité časové obdobie. Napríklad, 7-dňový SMA je priemer cien uzavretia za posledných 7 obchodných dní. SMA pomáha vyhladiť cenové dáta tým, že odstraňuje denné fluktuácie a umožňuje lepšie vizualizovať trend ceny.

Pomocou SMA viem identifikovať trendové signály. Keď cena prekročí svoj SMA, môže to indikovať zmenu trendu. Napríklad, keď cena prekročí SMA smerom nahor, môže to signalizovať býčí trend.

V našej implementácii, používame dva rôzne SMA (7-dňového a 20-dňového) umožňuje tzv. „krížovú stratégiu“, kde kríženie krátkeho SMA nad dlhým SMA môže signalizovať nákupný signál, zatiaľ čo kríženie krátkeho SMA pod dlhým SMA môže byť signálom na predaj.

RSI (Relative Strength Index)

Relative Strength Index (RSI) je momentový indikátor, ktorý meria rýchlosť a zmenu cenových pohybov v rozsahu od 0 do 100. RSI je zvlášť užitočný na identifikáciu potenciálne prekúpených alebo prepredaných trhových podmienok, čo môže naznačovať obrat v cenovom trende. Prekúpené/Prepredané: Hodnoty RSI nad 70 zvyčajne naznačujú prekúpené podmienky, čo môže byť signálom na predaj, zatiaľ čo hodnoty pod 30 často indikujú prepredané podmienky, čo môže byť signálom na nákup.

Divergencia: Keď RSI diverguje od ceny (t.j. cena dosahuje nové maximá alebo minimá, ale RSI neukazuje zodpovedajúce maximá alebo minimá), môže to naznačovať možnú zmenu v smerovaní ceny.

Algoritmus založený na RSI (Relative Strength Index)

V prvom z mojich algoritmov som sa zameral na použitie indikátora Relative Strength Index (RSI) na určenie optimálnych bodov pre vstup a výstup z obchodov. RSI je momentový indikátor, ktorý meria rýchlosť a zmenu cenových pohybov v rozsahu od 0 do 100. RSI indikátor je obzvlášť užitočný na identifikáciu potenciálne prekúpených alebo prepredaných trhových podmienok. Algoritmus otvára krátke pozície (*short*), keď RSI prekročí hranicu 70 (prekúpenosť), a dlhé pozície (*long*), keď klesne pod hranicu 30 (prepredanosť). Prístup umožňuje automaticky reagovať na extrémne trhové podmienky a využívať príležitosti na zisk v obdobiach očakávaného trhového obratu.

Algoritmus založený na SMA krížovej stratégii

Druhý algoritmus využíva jednoduché kĺzavé priemery (SMA) s dvoma rôznymi časovými rámcami, konkrétne 7-dňový a 20-dňový SMA. Algoritmus, známy ako krížová stratégia, generuje obchodné signály na základe kríženia týchto dvoch SMA. Keď krátkodobejší SMA (7-dňový) prekročí SMA (20-dňový) smerom nahor, algoritmus otvára dlhú pozíciu, čo signalizuje potenciálny začiatok býčieho trendu. Naopak, keď 7-dňový SMA prekročí 20-dňový SMA smerom nadol, indikuje to možný začiatok medvedieho trendu, a algoritmus otvára krátku pozíciu. Algoritmus umožňuje využiť trendové pohyby na trhu a zároveň znižuje riziko falošných signálov prostredníctvom potvrdenia trendu.

Kombinovaný algoritmus využívajúci RSI a SMA

Tretí algoritmus integruje oba indikátory, RSI a SMA, na vytvorenie robustnejšieho obchodného systému. Algoritmus kombinuje krížovú stratégiu SMA s prahovými hodnotami RSI, čo umožňuje využívať silné signály z obidvoch indikátorov. Algoritmus otvára alebo zatvára pozície založené na krížení SMA, zatiaľ čo RSI poskytuje ďalšiu vrstvu overenia tým, že zabezpečuje, že obchody sa vykonávajú len v stave prekúpenosti alebo prepredanosti. Kombinovaný algoritmus výrazne zvyšuje pravdepodobnosť úspešných obchodov tým, že minimalizuje falošné signály a využíva synergiu dvoch overených technických indikátorov.

1. Testovanie

V tejto kapitole sa sústredím na testovanie obchodných algoritmov, ktoré sme vyvinuli. Proces testovania je nevyhnutný na overenie ich funkčnosti a efektivity pred ich potenciálnym nasadením v reálnych trhových podmienkach. Testovanie, je kľúčová vec, pretože poskytuje dôkaz o tom, že navrhované algoritmy sú schopné vykonávať obchodné stratégie konzistentne a efektívne.

Testovanie algoritmov umožňuje systematicky hodnotiť ich výkon pomocou historických trhových dát, čo zahŕňa analýzu ich správania sa voči cenovým zmenám, volatilite a iným relevantným trhovým faktorom. Cieľom testovacej fázy je overiť, že algoritmy vykonávajú obchodné príkazy presne podľa preddefinovaných pravidiel a sú odolné voči rôznym trhovým scenárom.

Kľúčové aspekty testovania zahŕňajú:

* Presnosť vykonávania: Overenie, či algoritmy presne realizujú obchody podľa navrhnutých stratégií.
* Reakcia na trhové podmienky: Testovanie algoritmov v rôznych trhových podmienkach, vrátane extrémnych trhových pohybov, aby sa zistila ich adaptabilita a odolnosť.
* Vyhodnotenie výkonnostných metrík: Analýza výkonu algoritmov pomocou metrík ako celkový zisk, maximálna strata a ďalšie.
  1. Metodika testovania

V rámci testovania našich obchodných algoritmov sme pristupovali k systematickému spusteniu algoritmov v rôznych časových obdobiach, aby sme zabezpečili ich efektivitu a odolnosť pod rozličnými trhovými podmienkami. Na tento účel sme identifikovali tri základné typy trhových období, ktoré sú kritické pre komplexné vyhodnotenie výkonnosti našich stratégií:

* **Rastúci Trend**: Prvé testovacie obdobie zahŕňalo fázu, kde cena aktíva vykazovala výrazný rast. Toto obdobie nám umožnilo preskúmať, ako algoritmy zvládajú situácie rýchleho trhového rastu a akú efektivitu majú v maximalizácii zisku počas býčích trendov.
* **Klesajúci Trend**: Druhé obdobie predstavovalo situáciu, kde cena aktíva klesala. Táto fáza bola kľúčová pre testovanie schopnosti algoritmov minimalizovať straty a efektívne využiť príležitosti, ktoré ponúka medvedí trh.
* **Bočný Trend**: Tretie obdobie zahrnulo trhové podmienky, kde cena aktíva nevykazovala výrazné rasty ani poklesy a pohybovala sa v relatívne stabilnom rozsahu. Scenár testoval schopnosti algoritmov generovať zisk v situáciách, kde nie sú výrazné trendové pohyby a je potrebná presná reakcia na menšie trhové fluktuácie.

Pre každé z týchto období sme spustili náš algoritmus na historických dátach, čím sme simulovali obchodné operácie. Po dokončení testov sme analyzovali štatistické súbory, ktoré vygenerovala naša knižnica. Tieto súbory poskytli podrobné údaje o každom obchode, vrátane cien aktív, objemov obchodov, ziskov a strát.

Následne sme tieto dáta nahrali na špecializovanú webovú stránku, ktorá nám poskytla ďalšie simulačné vyhodnotenie algoritmu. Nástroj nám nie len vygeneroval rozšírené štatistiky o výkonnosti algoritmu, ale tiež poskytol grafy, ktoré vizuálne zobrazovali výsledky obchodovania a pomohli nám lepšie pochopiť dynamiku algoritmov v rôznych trhových situáciách.

Táto metodika testovania nám umožnila objektívne a komplexne posúdiť, ako naše algoritmy reagujú na rôzne trhové scenáre a identifikovať kľúčové oblasti, kde je možné ich ďalej optimalizovať a vylepšiť pre dosiahnutie maximálnej efektivity v reálnych obchodných podmienkach.

1. Vyhodnotenie
   1. Algoritmus využívajúci RSI indikátor v rastúcom trende

Na základe testovania algoritmu využívajúceho RSI indikátor počas rastúceho trendu na trhu sú k dispozícii nasledujúce štatistiky za obdobie od 31. októbra 2020 do 5. marca 2021 kde cena Bitcoinu voči doláru značne stúpala.

* + 1. **Štatistické** **výsledky**:

Počiatočný zostatok: $10,000.00

Celkový počet obchodov: 24

Aktuálne peniaze na účte: $1,296.00

Celkový zisk/strata: -$8,704.00

Celkový obchodný poplatok: $231.42

* + 1. Interpretácia výsledkov

Získané údaje ukazujú, že počas testovaného obdobia, napriek rastúcemu trhovému trendu, algoritmus zaznamenal výrazné straty. Celková strata $8,704.00 z počiatočného zostatku $10,000.00 predstavuje značný pokles hodnoty účtu, čo je alarmujúce, najmä v kontexte rastúceho trhu, kde by sme očakávali lepšie výsledky. Výsledok naznačuje, že algoritmus možno nebol dostatočne dobre prispôsobený na využitie príležitostí, ktoré rastúci trh ponúkal, alebo že mal vysokú frekvenciu neúspešných obchodov.

Celkový obchodný poplatok $231.42 tiež prispieva k celkovej strate, no hlavnou príčinou negatívneho výsledku je zrejme neadekvátna obchodná stratégia alebo chyby v jej implementácii. Počet obchodov (24) počas testovacieho obdobia naznačuje relatívne aktívne obchodovanie, čo mohlo tiež prispieť k vysokej úrovni strát vzhľadom na možné nevhodné vstupné a výstupné body.

* + 1. Odporúčania pre Zlepšenie

Odporúča sa optimalizovať nastavenia RSI, čo zahŕňa prispôsobenie prahových hodnôt pre indikátor RSI tak, aby lepšie reflektovali dynamiku rastúceho trhu. Tento krok je nevyhnutný pre zvýšenie presnosti obchodných signálov a zlepšenie výkonnosti obchodnej stratégie. Ďalej sa odporúča implementovať stratégie na redukciu strát, ako sú zavedenie prísnejších *stop-loss* príkazov alebo iné taktiky na znižovanie rizika. Tieto opatrenia môžu pomôcť chrániť kapitál investora v prípade nepredvídateľných zmien na trhu. Testovanie algoritmu s dlhšími časovými rámami je tiež dôležité, pretože poskytuje lepší prehľad o dlhodobých trendoch a celkovej výkonnosti obchodného systému. Tento prístup umožňuje hlbšie pochopenie trhových cyklov a optimalizáciu stratégie pre dlhodobejšie investičné horizonty. Okrem toho sa odporúča diverzifikovať obchodné stratégie využitím kombinácie rôznych technických indikátorov. Takáto diverzifikácia môže vytvoriť robustnejší obchodný systém, ktorý lepšie zvláda rôzne trhové podmienky, čím sa zvyšuje pravdepodobnosť úspechu a stabilnej výkonnosti, minimalizuje riziko a maximalizuje potenciál zisku.

* 1. Algoritmus využívajúci RSI indikátor v klesajúcom trende

Na základe realizovaného testovania algoritmu s RSI indikátorom počas obdobia poklesu trhovej hodnoty sú k dispozícii detailné štatistiky od 7. decembra 2021 do 19. júna 2022, keď sme sledovali výrazný pokles ceny Bitcoinu voči doláru.

* + 1. Zhrnutie výsledkov testovania

Testované obdobie: Od 7. decembra 2021 do 19. júna 2022

Začiatočný kapitál: $10,000.00

Počet realizovaných obchodov: 34

Stav účtu na konci obdobia: $3,355.04

Zisk alebo strata: -$6,644.96

Suma obchodných poplatkov: $314.14

* + 1. Hodnotenie výsledkov

Výsledky ukazujú, že algoritmus počas obdobia poklesu trhových cien nezachoval kapitál, čo vyústilo do významnej straty $6,644.96 z počiatočného kapitálu $10,000.00. Negatívny výsledok poukazuje na potenciálne nedostatky v reakcii algoritmu na negatívne trhové signály alebo na možnú nedostatočnú adaptáciu na správu rizika v situácii poklesu trhu.

* + 1. Navrhované zlepšenia

Vzhľadom na tieto výsledky odporúčame podrobnú revíziu a úpravu obchodných príkazov a nastavení algoritmu, predovšetkým v aspektoch týkajúcich sa riadenia rizík a optimalizácie časovania vstupov a výstupov z trhu. Možné je aj začlenenie ďalších indikátorov, ktoré by mohli lepšie signalizovať vhodné obchodné príležitosti počas rôznych fáz trhu. Taktiež by sme mali prehodnotiť a prípadne upraviť prahové hodnoty pre RSI, aby sme znížili frekvenciu nevýhodných obchodov prostredníctvom lepšieho filtrovania signálov.

* 1. Algoritmus využívajúci RSI indikátor v bočnom trende
     1. Zhrnutie testovania algoritmu

Algoritmus využívajúci RSI indikátor bol testovaný v období, keď trhové ceny neboli výrazne trendové a pohybovali sa bočne. Test bol realizovaný v období od 17. augusta 2023 do 21. septembra 2023. Cieľom testovania bolo zistiť, ako algoritmus zvláda obchodovanie v stabilných trhových podmienkach s minimálnymi cenovými výkyvmi.

* + 1. Detailné štatistiky z testovania

Testované obdobie: Od 17. augusta 2023 do 21. septembra 2023

Počiatočný kapitál: $10,000.00

Celkový počet obchodov: 6

Konečný zostatok na účte: $8,675.57

Celkový zisk alebo strata: -$1,324.43

Celkové obchodné poplatky: $91.12

* + 1. Hodnotenie výsledkov

Výsledky testovania poukazujú na to, že algoritmus v bočnom trhovom trende stratil časť kapitálu, konkrétne $1,324.43 z počiatočného zostatku $10,000.00. Straty nastali napriek relatívne nízkemu počtu obchodov, čo naznačuje, že algoritmus mohol mať problémy s identifikáciou efektívnych vstupných a výstupných bodov v stabilných trhových podmienkach. Výsledok zdôrazňuje potenciálne obmedzenia algoritmu v prípadoch, kedy trh nevykazuje výrazné pohyby nahor alebo nadol.

* + 1. Návrhy na zlepšenie

Na základe výsledkov testovania odporúčame nasledujúce kroky na zlepšenie algoritmu. Úprava parametrov RSI. Prehodnotenie a prispôsobenie prahových hodnôt RSI by mohlo pomôcť algoritmu lepšie reagovať na malé trhové výkyvy, ktoré sú typické pre bočné trendy. Toto nastavenie umožní algoritmu byť citlivejším na zmeny v trhovom prostredí, čím sa zlepší jeho schopnosť identifikovať optimálne obchodné príležitosti.

Vylepšenie riadenia rizík. Implementácia sofistikovanejších stratégií riadenia rizík, vrátane použitia *stop-loss* a *take-profit* príkazov, by mohla minimalizovať potenciálne straty pri nevýhodných obchodoch. Zavedenie dynamických *stop-loss* príkazov, ktoré sa prispôsobujú aktuálnym trhovým podmienkam, môže ďalej zvýšiť ochranu kapitálu a zabezpečiť, že zisky budú realizované pri dosiahnutí stanovených cieľov.

* 1. Algoritmus využívajúci SMA indikátor v rastúcom trende
     1. Analýza štatistík

Algoritmus, ktorý používa *Simple Moving Average* (SMA) indikátor, bol testovaný v rastúcom trende od 31. októbra 2020 do 5. marca 2021. V tejto dobe bola testovaná jeho schopnosť identifikovať a využiť príležitosti na trhu, ktorý sa vyznačoval pozitívnym rastom. Nasledujúce sú podrobné štatistiky z tohto obdobia:

Začiatočný zostatok: $10,000.00

Celkový počet obchodov: 173

Zostatok na konci obdobia: $618.05

Celkový zisk alebo strata: -$9,381.95

Celkové obchodné poplatky: $1,197.14

* + 1. Hodnotenie výsledkov

Získané údaje naznačujú, že algoritmus výrazne nesplnil očakávania počas testovaného rastúceho trendu. Strata takmer 94% pôvodného kapitálu je značná a ukazuje, že algoritmus nebol schopný efektívne využiť vzostupný trend na zisk. Vysoký počet obchodov (173) súvisí s vysokými obchodnými poplatkami ($1,197.14), čo ďalej zhoršilo celkový finančný výsledok.

* + 1. Analýza problémov

Hlavné problémy, ktoré mohli prispieť k zlej výkonnosti algoritmu, zahŕňajú neadekvátne nastavenie SMA, kde parametre indikátora možno neboli správne nastavené na identifikáciu efektívnych vstupných a výstupných bodov v rámci rastúceho trendu. Ďalším problémom bolo nadmerné obchodovanie, keď vysoký počet obchodov viedol k častému vstupu a výstupu z trhu, čo znižovalo potenciálny zisk a zvyšovalo náklady na transakcie. Algoritmus tiež mohol reagovať na falošné alebo slabé signály, čo viedlo k stratovým obchodom aj napriek celkovému pozitívnemu trendu na trhu.

* + 1. Návrhy na zlepšenie

Na základe týchto výsledkov odporúčame nasledujúce kroky na zlepšenie algoritmu. Prehodnotenie a optimalizácia nastavení SMA zahŕňa experimentovanie s rôznymi dĺžkami kĺzavých priemerov a ich testovanie na historických dátach na optimalizáciu vstupných a výstupných signálov. Zavedenie filtrov na redukciu signálov spočíva v implementácii dodatočných filtrov, ktoré by pomohli eliminovať falošné signály a znižovať počet nevýhodných obchodov. Riadenie a limitácia obchodných poplatkov zahŕňa preskúmanie stratégií na zníženie transakčných nákladov, vrátane znižovania frekvencie obchodovania alebo využívania cenovo efektívnejších obchodných platforiem.

* 1. Algoritmus využívajúci SMA indikátor v klesajúcom trende
     1. Analýza štatistík

Algoritmus používajúci *Simple Moving Average* (SMA) bol testovaný v období klesajúceho trendu, od 7. decembra 2021 do 19. júna 2022. Toto obdobie bolo ideálne na testovanie schopnosti algoritmu minimalizovať straty a efektívne využívať krátke pozície v prostredí, kde trhové ceny poklesli.

Začiatočný zostatok: $10,000.00

Celkový počet obchodov: 279

Zostatok na konci obdobia: $639.61

Celkový zisk alebo strata: -$9,360.39

Celkové obchodné poplatky: $2,159.35

* + 1. Hodnotenie výsledkov

Získané údaje naznačujú výraznú stratu, keďže konečný zostatok je len malý zlomok počiatočného kapitálu. Strata $9,360.39 z počiatočného kapitálu $10,000.00 je značná a naznačuje, že algoritmus nebol schopný efektívne navigovať klesajúcim trhom. Vysoký počet obchodov (279) sprevádzaný vysokými obchodnými poplatkami ($2,159.35) dodatočne zhoršuje finančný výsledok.

* + 1. Analýza problémov

Vysoké straty a vysoké obchodné poplatky poukazujú na niekoľko možných problémov.

Jedným z nich je nadmerné obchodovanie: Vysoký počet obchodov mohol prispieť k zvýšeným transakčným poplatkom a zároveň naznačuje, že algoritmus mohol reagovať na príliš veľa trhových signálov, často neefektívne. Ďalším problémom bolo nedostatočné riadenie rizika. Algoritmus možno neobsahoval dostatočné mechanizmy na ochranu kapitálu, ako sú *stop-loss* príkazy, čo by mohlo pomôcť obmedziť straty v klesajúcom trende.

Neadekvátne Nastavenia SMA. Dĺžky použitých kĺzavých priemerov a prahové hodnoty pre obchodné signály mohli byť nevhodne nastavené pre klesajúce trhové podmienky.

* + 1. Návrhy na zlepšenie

Na zlepšenie výkonu algoritmu odporúčame nasledujúce úpravy. Prehodnotenie parametrov SMA zahŕňa optimalizáciu dĺžok kĺzavých priemerov a nastavenie vhodnejších prahových hodnôt pre generovanie obchodných signálov. Zlepšenie stratégií riadenia rizika znamená implementáciu prísnejších stratégií riadenia rizika, vrátane stop-loss a take-profit príkazov, na ochranu kapitálu a obmedzenie strát. Redukcia transakčných nákladov zahŕňa skúmanie možností na zníženie frekvencie obchodovania alebo výber cenovo efektívnejších obchodných platforiem na zníženie obchodných poplatkov.

* 1. Algoritmus využívajúci SMA indikátor v bočnom trende
     1. Analýza štatistík

Algoritmus používajúci SMA bol testovaný počas obdobia, keď trh vykazoval bočný trend, od 17. augusta 2023 do 21. septembra 2023. Časový úsek predstavuje trhové podmienky bez výrazných rastov alebo poklesov, čo je často výzva pre trendové obchodné stratégie.

Začiatočný zostatok: $10,000.00

Celkový počet obchodov: 52

Zostatok na konci obdobia: $7,725.77

Celkový zisk alebo strata: -$2,274.23

Celkové obchodné poplatky: $662.27

* + 1. Hodnotenie výsledkov

Získané údaje ukazujú, že algoritmus strácal hodnotu v prostredí bočného trendu, s celkovou stratou $2,274.23 z počiatočného kapitálu. Zostatok $7,725.77 na konci testovacieho obdobia odráža tento pokles. Vysoký počet obchodov a súvisiace obchodné poplatky vo výške $662.27 tiež prispeli k celkovej strate, čo poukazuje na možné nadmerné obchodovanie.

* + 1. Analýza problémov

Nadmerné obchodovanie, teda vysoký počet obchodov mohol prispieť k zbytočne vysokým transakčným nákladom, čo negatívne ovplyvnilo celkovú výkonnosť algoritmu. Chýbajúce prispôsobenie na bočný trend. SMA indikátor, bežne efektívny v trendových podmienkach, nemusel adekvátne signalizovať obchodné príležitosti v stabilnom trhovom prostredí, čo viedlo k neefektívnym obchodom. Možná nedostatočná filtrácia falošných alebo slabých signálov mohla viesť k nevhodným obchodným rozhodnutiam.

* + 1. Návrhy na zlepšenie

Na zlepšenie výkonu algoritmu odporúčame nasledujúce úpravy. Optimalizácia nastavení SMA zahŕňa úpravu dĺžok kĺzavých priemerov a prahových hodnôt pre generovanie signálov, pričom by sa mohli doplniť aj iné technické indikátory na lepšiu detekciu platných trhových pohybov. Implementácia filtrov spočíva v zavedení dodatočných filtrov na zmiernenie falošných signálov, čo by mohlo pomôcť znížiť počet nevýhodných obchodov. Prehodnotenie stratégie riadenia rizika zahŕňa zlepšenie stratégií riadenia rizika, vrátane prísnejších *stop-loss* nastavení, aby sa zabránilo zbytočne veľkým stratám v neistých trhových podmienkach.

* 1. Algoritmus využívajúci RSI aj SMA indikátory
     1. Prehľad testovania

Algoritmus, ktorý kombinuje RSI a SMA indikátory, bol testovaný na celkovom období od 31. októbra 2019 do 21. septembra 2023. Cieľom bolo zistiť jeho schopnosť prispôsobiť sa a efektívne obchodovať počas rôznych trhových trendov, vrátane rastúcich, klesajúcich a bočných trendov.

* + 1. Štatistiky z testovania:

Testované obdobie: Od 31. októbra 2019 do 21. septembra 2023

Počiatočný zostatok: $10,000.00

Celkový počet obchodov: 4

Aktuálny zostatok: $0

Celkový zisk alebo strata: -$10,000

Celkové obchodné poplatky: $321.66

* + 1. Zvláštnosti testovania:

Počas celého testovacieho obdobia v rastúcom, klesajúcom a bočnom trende algoritmus neuskutočnil žiadne obchody. Toto naznačuje, že kombinované nastavenie RSI a SMA indikátorov možno bolo príliš reštriktívne alebo nesprávne nakonfigurované, aby efektívne reagovalo na trhové signály.

* + 1. Hodnotenie výsledkov

Úplná strata kapitálu a extrémne nízky počet obchodov naznačujú kritické nedostatky v obchodnej stratégii algoritmu. Zdá sa, že algoritmus nemal dostatočnú citlivosť na detekciu obchodných príležitostí v rôznych trhových podmienkach. Či už kvôli príliš konzervatívnym prahovým hodnotám alebo nevhodnej kombinácii parametrických nastavení, algoritmus nebol schopný aktívne obchodovať a spravovať investované prostriedky.

* + 1. Analýza problémov

Nadmerne konzervatívne nastavenia, ktoré zahŕňajú príliš striktné prahové hodnoty alebo konfigurácie, mohli zabraňovať vykonávaniu obchodov aj v jasných trhových situáciách. Potenciálna logická chyba v algoritme mohla spôsobiť, že algoritmus ignoroval platné trhové signály. Neefektívna integrácia indikátorov, kde spôsob kombinácie RSI a SMA nevytváral synergický efekt, ale skôr znemožňoval akúkoľvek obchodnú aktivitu.

* + 1. Návrhy na zlepšenie

Na zlepšenie algoritmu odporúčame nasledujúce kroky. Revízia prahových hodnôt zahŕňa prehodnotenie a prípadnú úpravu prahových hodnôt pre RSI a SMA, aby boli viac citlivé na trhové zmeny. Testovanie a optimalizácia parametrov znamená dôkladné testovanie rôznych kombinácií nastavení indikátorov, aby sa našla efektívnejšia konfigurácia pre generovanie obchodných signálov. Zavedenie dodatočných filtračných mechanizmov zahŕňa implementáciu ďalších filtrov na overenie a potvrdenie obchodných signálov, čo by mohlo pomôcť predísť neaktívnosti pri nejednoznačných trhových podmienkach.

**Záver**

V tejto bakalárskej práci som sa venoval vývoju a aplikácii automatizovaného obchodovania, s osobitným zameraním na trh s kryptomenami, najmä na menový pár BTC/USD. Hlavným cieľom bolo vytvorenie a validácia obchodnej knižnice, ktorá integruje rôzne algoritmické stratégie založené na technických indikátoroch ako sú SMA a RSI. Úspešne sa nám podarilo implementovať obchodnú knižnicu, ktorá slúži ako základ pre vykonávanie a testovanie obchodných algoritmov. V rámci praktickej časti práce boli navrhnuté a vyvinuté konkrétne algoritmy, ktoré boli následne otestované na historických dátach. Toto testovanie bolo neoceniteľné pre hodnotenie účinnosti a spoľahlivosti navrhnutých obchodných stratégií. Výsledky testovania naznačili, že algoritmy môžu byť účinné v optimalizovaných trhových podmienkach, ale zároveň ukázali aj určité obmedzenia. Napríklad, v obdobiach vysokého trhového šumu alebo pri neočakávaných trhových udalostiach môže efektivita algoritmov klesať. Testy tiež poukázali na potrebu ďalšieho vývoja a prispôsobenia algoritmov, aby sa zvýšila ich odolnosť voči rôznym trhovým podmienkam a zlepšila schopnosť generovať konzistentné zisky. Z týchto zistení vyplýva, že hoci automatizované obchodné systémy ponúkajú významné výhody z hľadiska rýchlosti a objektivity, ich úspešné využitie vyžaduje kontinuálne monitorovanie a prispôsobovanie v reakcii na meniace sa trhové dynamiky. Táto práca tak poskytuje cenný základ pre budúci vývoj a testovanie pokročilejších algoritmických stratégií, čo môže prispieť k ešte efektívnejšiemu a spoľahlivejšiemu automatizovanému obchodovaniu. V závere, ciele tejto práce boli úspešne dosiahnuté, a to nielen vytvorením a testovaním rôznych obchodných algoritmov, ale aj hlbokým pochopením technických a trhových faktorov, ktoré ovplyvňujú automatizované obchodné stratégie. Tieto poznatky otvárajú cestu pre ďalšie výskumy a zlepšenia v oblasti automatizovaného obchodovania.

**Zoznam použitej literatúry**

1. TRAN, Minh, Duc PHAM-HI a Marc BUI. 2023. Optimizing Automated Trading Systems with Deep Reinforcement Learning. Algorithms 2023 [online]. 16(1) [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://www.mdpi.com/1999-4893/16/1/23
2. CFI. 2024. Automated Trading Systems. CFI [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://corporatefinanceinstitute.com/resources/equities/automated-trading-systems/
3. VIPOND, Tim. 2024. Long and Short Positions. CFI [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://corporatefinanceinstitute.com/resources/career-map/sell-side/capital-markets/long-and-short-positions/
4. JENDRÁL, Marek. 2022. Long a short pozície - ako obchodovať aj v čase poklesov na trhu. Kryptomagazin [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://kryptomagazin.sk/long-a-short-pozicie-ako-obchodovat-aj-v-case-poklesov-na-trhu/
5. PURPLE TRADING. 2023. Co je volatilita trhu a jak ji využít při obchodování. Purple Trading [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://www.purple-trading.com/cs/co-je-volatilita-trhu-a-jak-ji-vyuzit-pri-obchodovani/
6. DONADIO, Sebastien a Sourav GHOSH. 2019. Learn Algorithmic Trading: Build and Deploy Algorithmic Trading Systems and Strategies Using Python and Advanced Data Analysis [online]. Birmingham: Packt Publishing [cit. 2024-5-28]. ISBN 9781789348347. Dostupné na internete: https://eds.p.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=2c0eba25-36e0-43f9-a8f8-409446337482%40redis&ppid=pp\_Cover&vid=0&format=EB
7. KALLIANIOTIS, John N. 2019. Foreign Exchange Rates and International Finance [online]. Nova Science Publishers [cit. 2024-5-28]. ISBN 987-1-53616-551-7. Dostupné na internete: https://eds.p.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=b38aaecc-c3f2-4462-8607-2ef5b960af85%40redis&ppid=pp\_112&vid=0&format=EB
8. STRÁNÍK, Tomáš. 2023. Co je to indikátor: 13 nejoblíbenějších technických indikátorů. Lynx [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://www.lynxbroker.cz/investovani/trading/technicka-analyza/technicke-indikatory/technicke-indikatory/
9. ANTELO, Manel a David PEON. 2012. Financial Markets: a Guided Tour [online]. Nova Science Publishers [cit. 2024-5-28]. ISBN 978-1-62100-212-3. Dostupné na internete: https://eds.p.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=f7479054-4ad4-4d64-a286-66ef0f4a0cf1%40redis&ppid=pp\_Cover&vid=0&format=EB
10. PINTO, Rui Maciel Casanova a Joao Carlos Marques SILVA. 2012. Strategic methods for automated trading in Forex. 2012 12th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA) [online]. : 34-39 [cit. 2024-5-28]. DOI: 10.1109/ISDA.2012.6416509. Dostupné na internete: https://ieeexplore.ieee.org/document/6416509/citations#citations
11. RAMLALL, Indradarain. 2017. Applied Technical Analysis for Advanced Learners and Practitioners [online]. Emeralnd Group Publishing Limited [cit. 2024-5-28]. ISBN 978-1-78635-634-5. Dostupné na internete: https://web.p.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook?sid=c7a445fb-63f1-41a1-855e-9d6cb0fe4e83%40redis&ppid=pp\_iv&vid=0&format=EB
12. THOMSETT, Michael C. 2019. Practical Trend Analysis : Applying Signals and Indicators to Improve Trade Timing [online]. Second edition. Boston: De Gruyter [cit. 2024-5-28]. ISBN 978-1-5474-1721-6. Dostupné na internete: https://eds.p.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook?sid=3407b2fb-dc2d-43cf-ba98-f87f950b8c67%40redis&ppid=pp\_242&vid=0&format=EB
13. IZUMI, Kiyoshi, Fujio TORIUMI a Hiroki MATSUI. 2009. Evaluation of automated-trading strategies using an artificial market. Neurocomputing [online]. 72(16-18): 3469-3476 [cit. 2024-5-28]. DOI: https://doi.org/10.1016/j.neucom.2008.07.020.
14. COURSERA. 2024. What Is Python Used For? A Beginner’s Guide. Coursera [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://www.coursera.org/articles/what-is-python-used-for-a-beginners-guide-to-using-python
15. PIK, Jiri a Sourav GHOSH. 2021. Hands-On Financial Trading with Python : A Practical Guide to Using Zipline and Other Python Libraries for Backtesting Trading Strategies [online]. Birmingham: Packt Publishing [cit. 2024-5-28]. ISBN 978-1-83898-288-1. Dostupné na internete: https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,sso&db=nlebk&AN=2922164&lang=cs&scope=site&ebv=EB&ppid=pp\_Cover
16. MATPLOTLIB. 2024. Matplotlib: Visualization with Python. Matplotlib [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: matplotlib.org
17. RAMAKRISHNAN, Manasa. 2024. How PyCharm Can Help You Code Faster and Better Using Python. Emeritus [online]. [cit. 2024-5-29]. Dostupné na internete: https://emeritus.org/blog/coding-what-is-pycharm/
18. HUANG, Boming, Yuxiang HUAN, Li DA XU, Lirong ZHENG a Zhuo ZOU. 2018. Automated trading systems statistical and machine learning methods and hardware implementation: a survey. Enterprise Information Systems [online]. 13(1): 132-144 [cit. 2024-5-28]. DOI: https://doi.org/10.1080/17517575.2018.1493145. Dostupné na internete: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17517575.2018.1493145

**Prílohy**

A Štruktúra elektronického nosiča . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . II

B Používateľská príručka . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . III

A Štruktúra elektronického nosiča

/*automated\_trading.zip*: Hlavný ZIP súbor, ktorý obsahuje celý projekt

* */algorithms*/: Priečinok obsahujúci rôzne obchodné stratégie a algoritmy
* */calculatingIndicators*/: Priečinok obsahujúci skripty na výpočet obchodných indikátorov
* */data/*: Priečinok určený na ukladanie dát
* */stats*/: Priečinok, ktorý obsahovať štatistické súbory
* */trade\_lib*/: Priečinok so skriptami pre obchodovanie.
* */venv*/: Virtuálne prostredie Pythonu, obsahujúce všetky potrebné knižnice pre projekt.
* */Account.py:* Skript pre správu účtov alebo portfólií.
* */main.py:* Hlavný spúšťací skript projektu.

B Používateľská príručka

Nasledujúca používateľská príručka vám poskytne podrobný návod na používanie knižnice pre automatizované obchodovanie, ktorá je implementovaná v Pythone. Cieľom tejto knižnice je umožniť vývoj a testovanie obchodných algoritmov pomocou historických dát.

1. Vytvorenie alebo použitie algoritmu

* Môžete si vytvoriť vlastný obchodný algoritmus alebo použiť už existujúci. Algoritmus by mal obsahovať logiku pre otvorenie a uzavretie obchodov na základe definovaných kritérií.

1. Spustenie algoritmu

* Spustite algoritmus v hlavnom súbore (main.py) s potrebnými parametrami, ako sú historické dáta, počiatočný kapitál a obchodné poplatky. Algoritmus bude simulovať obchodovanie na základe zadaných kritérií.

1. Výpis obchodov a štatistík

* Počas spustenia algoritmu sa do konzoly vypíšu všetky vykonané obchody. Na konci spustenia algoritmus vypíše celkové štatistiky.

1. Ukladanie výsledkov

* Všetky výsledky obchodov a celkové štatistiky sa uložia do CSV súborov:

Súbor s logmi obchodov bude obsahovať podrobnosti o každom obchode. Súbor so štatistikami bude obsahovať súhrnné štatistiky celého obchodného obdobia.

1. https://trading.mcomputing.eu/ [↑](#footnote-ref-1)