

Woord vooraf

Het woord vooraf omschrijft kort het opzet van de bachelorproef, zonder sterk in detail te gaan. De context van jouw bachelorproef wordt duidelijk vermeld.

- In de opleiding: *Vb.: De bachelorproef is het afsluitende werk van een opleiding New Media & Communication Technology aan de Hogeschool West-Vlaanderen te Kortrijk*

- De link met de onderzoeksvraag: *Vb.: Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een concrete onderzoeksvraag:...*

- Eventuele samenhang met stage: *Vb.: Het onderwerp sluit nauw aan met mijn stage waar op basis van het onderzoek*

- Onderwerp/inhoud van de bachelorproef

Vb.: Deze bachelorproef bespreekt eerst de research en technische demo uit de module 'Researchproject'.

De demo/prototype/experiment bestond uit

Na de analyse reflecteer ik het verkregen resultaat met het werkveld. Hiervoor nam ik contact op met ..., baseerde ik mij op

Op basis hiervan volgt een vrijblijvend advies voor bedrijven met een analoge uitgangssituatie, nl. ...

- Opgelet, conclusies en besluit worden niet in het voorwoord opgenomen.

In het woord vooraf bedank je ook een aantal personen/organisatie(s) die op één of andere manier bijgedragen hebben tot de realisatie van jouw bachelorproef.

Onderaan jouw woord vooraf vermeld je je naam en datum van de finale versie van jouw bachelorproef.

Formuleeradvies: Het woord vooraf wordt in principe in de ik-vorm geschreven.

Opmaakadvies:

- Het woord vooraf komt op een apart blad.
- De achterkant van het blad blijft leeg.
- Het woord vooraf telt mee voor de paginanummer maar draagt geen pagina-aanduiding.

Deze bachelorproef is mijn laatste werk om mijn opleiding Multimedia & Communication Technology met keuzetraject Artificial Intelligence Engineer aan HoWest af te sluiten. Deze bachelorproef sluit aan op mijn research project van in het vorige semester waar ik onderzocht welke neurale netwerk modellen het best geschikt waren om te gebruiken op de crypto markt voor crypto trading. 3-4 weken lang heb ik geprobeerd het beste model te vinden en welke data hier voor nodig was om een zo goed mogelijk 'trading model' te maken die uiteindelijk ook effectief ingezet kan worden op de crypto markt. Ik heb hierbij samengewerkt met Andreas Maerten en achteraf vergeleken we ons resultaat met andere manieren van crypto trading, zowel manueel als algoritmisch traden en ons neurale netwerk had voor en nadelen vergeleken met beide maar hier ga ik later verder op in.

Ik zou graag even Wouter Gevaert en Marie Dewitte willen bedanken voor hun hulp tijdens mijn onderzoek.

Abstract

Samenvatting of abstract (mag in het Engels): MAX 1 halve A4-pagina:

Je beantwoordt in de samenvatting kort en bondig een viertal vragen:

- Wat is de onderzoeksvraag?
- Wat was jouw onderzoek?
- Welke elementen spelen een grote rol (zowel positief als negatief) bij de evaluatie van het onderzoek?
- Welke elementen zijn belangrijk bij jouw advies?
- Het besluit wordt kort samengevat.

Mijn onderzoeksvraag “wat is het meest geschikte model voor het voorspellen van de crypto koers aan de hand van open source data” heb ik gekozen vanwege mijn eigen interesse naar crypto en ik wou hier graag eens wat dieper op ingaan of het mogelijk was voor een neurale netwerk om patronen of correlaties te zien in deze data en correcte beslissing te maken.

Mijn onderzoek ging vooral in op welk types van neurale netwerken en welke data ik hiervoor nodig zou hebben, het werd al snel duidelijk dat LSTM's de enige goede optie waren voor het voorspellen van time series data. LSTM's kunnen vanwege hun long term memory (in tegenstelling tot een GRU netwerk dat geen long term memory heeft) betere voorspellingen maken omdat ze rekening kunnen houden met wat er net gebeurd is. Je kan niet echt voorspellen welke richting een crypto munt op zal gaan (stijgen of dalen in waarde) door enkel de laatste candle te bekijken. Dus het model en vooral ook nog de opmaak van het model zoals de aantal layers en aantal neurons per layer waren heel belangrijk om een snel maar accuraat model te verkrijgen. Het grote nadeel bij LSTM modellen is dat training heel lang duurt vanwege de grote hoeveelheid berekeningen vergeleken met andere typen modellen. Maar gelukkig was ons model niet extreem groot en viel dit nog redelijk goed mee.

Het andere belangrijke element was natuurlijk de training en test data. De data is opgehaald geweest met de publieke API van Binance, een van de grootste crypto exchanges ter wereld. De candle data was echter niet genoeg om een goed model te bekomen dus ik zal nog veel dieper ingaan op wat we allemaal gedaan hebben om onze data zo goed mogelijk te krijgen en de impact hiervan op ons model.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	1
Abstract.....	2
Inhoudsopgave.....	3
Figurenlijst.....	4
Lijst met afkortingen.....	5
Verklarende woordenlijst.....	6
1 Inleiding.....	7
2 Research.....	9
2.1 data en model layout.....	9
2.2 Indicators.....	11
2.2.1 Accumulation / Distribution Oscillator.....	11
2.2.2 Average True Range.....	11
2.2.3 Bollinger Bands.....	11
2.2.4 Moving Average Convergence Divergence.....	11
2.2.5 Money Flow Index.....	11
2.2.6 Relative Strength Index.....	11
3 Technisch onderzoek.....	13
4 Reflectie.....	14
5 Advies.....	15
6 Conclusie.....	16
7 Literatuurlijst.....	17
8 Bijlages.....	18

Figurenlijst

In de figurenlijst staan alle figuren die je in je bachelorproef gebruikt opgesomd. Wanneer je van de functie 'Bijschrift invoegen...' in Word gebruik maakt, kun je de lijst automatisch genereren.

Lijst met afkortingen

In de lijst met afkortingen vermeld je alle afkortingen van belangrijke begrippen in je bachelorproef. Door de lijst te alfabetiseren kan de lezer eenvoudig een afkorting opzoeken.

Verklarende woordenlijst

De begrippenlijst, ook wel verklarende woordenlijst genoemd, is een opsomming van alle begrippen in je bachelorproef die een beknopte uitleg nodig hebben. In de begrippenlijst som je de begrippen alfabetisch op en leg je de begrippen uit door middel van een beknopte uitleg of definitie.

1 Inleiding

Doel: In de inleiding beschrijf je ook hoe jouw bachelorproef in elkaar steekt. Een krachtige heldere inleiding zorgt ervoor dat je de lezer voor je wilt en hij/zij sneller de rest van jouw document zal gaan lezen.

In de inleiding introduceer je de onderzoeksvraag. Je vermeldt de achtergrond of bestaande situatie. Je licht toe waarom de onderzoeksvraag voor jou/jouw stagebedrijf relevant is. Ook eventuele deelvragen worden nauwgezet omschreven.

De inleiding omschrijft ook de gebruikte onderzoeksmethode. Je legt uit waar, wanneer, met wie en hoe je het onderzoek gaat doen.

Je kunt alvast gebruikmaken van één of meerdere standaardzinnen:

- *De data voor dit onderzoek zijn verzameld door...*
- *Vijf stukken worden onderzocht, die allemaal...*
- *De onderzoeksgegevens in deze bachelorproef zijn afkomstig uit vier belangrijke bronnen, namelijk...*
- *Door kwalitatieve methoden te gebruiken probeer ik... uiteen te zetten/uit te lichten.*
- *De studie is uitgevoerd in de vorm van een enquête, waarbij data zijn verzameld via...*
- *De methode die in deze studie gebruikt is, is een gemengde aanpak gebaseerd op...*

Evaluatiecriteria van dit hoofdstuk:

Onvoldoende: de inleiding geeft géén goed beeld weer waarover deze bachelorproef precies gaat. De onderzoeksvraag komt te weinig of niet naar voor.
Beperkt: de onderzoeksvraag wordt geformuleerd zonder voldoende situering. Het nodigt de lezer niet verder uit om echt verder te lezen.
Volstaat: de inleiding omschrijft de onderzoeksvraag en schetst de context. De opbouw van de bachelorproef is heel beperkt.
Goed: vanuit een concrete probleemstelling wordt de onderzoeksvraag voorgesteld. Het onderzoek wordt kort besproken. De structuur van de bachelorproef krijgt eveneens aandacht
Excellent: de interesse van de lezer wordt onmiddellijk gewekt door te vertrekken vanuit een zinvolle achtergrondschets. Van daaruit wordt de probleemstelling afgeleid en wordt zo de onderzoeksvraag voorgesteld. De student benadrukt ook de nood aan onderzoek. De structuur van de bachelorproef wordt tenslotte toegelicht.

1.1 aanleiding en inspiratie

Het idee van een neurale netwerk dat kon voorspellen wanneer je best kon kopen en verkopen op de crypto markt, of zelfs op de aandelen markt, leek enorm interessant en natuurlijk ook zeker financieel gezien aantrekkelijk. De dag van vandaag worden de meeste trades op de crypto en aandelen markt algoritmisch uitgevoerd. Dit wil dus zeggen dat men niet meer manueel kijkt naar de prijzen en hoe goed of slecht bedrijven het doen maar dat deze data aan een bepaald algoritme word gegeven en deze zal dan een buy, sell of hold target teruggeven. Het is niet duidelijk hoeveel trades algoritmisch gebeuren maar afhankelijk van de bron ligt dit tussen 60% en 80%. Als algoritmisch traden zo goed werkt waarom dan niet met neurale netwerken,

uiteindelijk is dit ook maar een reeks van berekeningen op de input data die dan een buy, sell of hold target predict.

1.2 Keuzes

De reden dat we dit onderzoek niet op de aandelenmarkt maar crypto markt doen is eigenlijk heel simpel. De crypto markt is 24/7 actief in tegenstelling tot de vaste uren van de aandelenmarkt die ook enkel op weekdays open is. De substantieel lagere commissies op crypto currencies zijn ook interessant en afhankelijk van welke exchange je gebruikt liggen de fees bij crypto meestal tussen 0% en 1% voor aankoop en verkoop. Bij aandelen loopt dit al heel snel hoog op omdat je vaak nog eens een maandelijkse kost hebt voor je markt data (de prijs data die je opvraagt via de API), een 'maintenance fee' voor het behouden van je account, commissie op je trades, etc....

Dus het is wel duidelijk waarom crypto de betere keuze is hiervoor. Een ander voordeel dat zeker bij het trainen van een neurale netwerk belangrijk is is dat de data bij crypto exchanges gratis en makkelijk op te vragen is via de API. Voor ons onderzoek hebben we data gebruikt van de Binance Exchange.

1.3 Doelen

Het voornaamste doel van dit onderzoek is een werkend model maken die goed genoeg kan beslissen wanneer te kopen en te verkopen om te bewijzen dat het wel degelijk mogelijk is om neurale netwerken te gebruiken in deze situaties. Ook belangrijk is welke data er precies relevant is om tot deze beslissing te komen, is enkel candle data voldoende of zullen we meer nodig hebben zoals indicatoren? Dit zal nog tot in detail onderzocht worden.

2 Research

In dit onderdeel probeer je alle 'theoretische' deelvragen te beantwoorden. Deze deelvragen kun je haast altijd beantwoorden door middel van jouw gevoerde literatuurstudie. Voor elke vraag maak je een aparte paragraaf aan. Vergeet zeker en vast bronvermelding niet!

De situering van de gebruikte technologie(en) mag ook niet ontbreken. Opgelet, jouw publiek zijn IT-experten. Basiszaken voor niet IT'er horen hier niet thuis, wel nieuwe onderzochte zaken die buiten het curriculum van MCT vallen.

Evaluatiecriteria van dit hoofdstuk:

Onvoldoende: Essentiële theoretische onderdelen worden niet besproken. Geen of foutieve bronvermelding.
Beperkt: de theoretische onderbouw van de bachelorproef is te licht. Technologieën worden niet voldoende toegelicht. Ook de kwaliteit van de bronnen is onvoldoende.
Volstaat: beperkt aantal bronnen werd geraadpleegd. Alle theoretische deelvragen worden correct beantwoord. De lezer heeft voldoende achtergrondinformatie.
Goed: er werden diverse bronnen geraadpleegd zoals (boeken, websites, podcast, online cursussen, ...). Research geeft goed beeld van de actuele beschikbare technologie. Volledige & correcte bronvermelding laten toe bronnen te verifiëren.
Excellent: research is van hoog niveau: verschillende bronnen werden vergeleken en op kwaliteit beoordeeld.

2.1 data en model layout

Het eerste dat we nodig hebben voor we kunnen beginnen met voorspellingen doen is de LOHC data, ook wel candles genoemd. Een candle bevat de Low, Open, High en Close prijs van een bepaalde periode. Deze worden meestal groen en rood weergegeven om aan te duiden welke kant deze opgaat, een groene candle is een candle waarbij de Close hoger ligt dan de Open en omgekeerd bij de rode candle. Ook haalden we per candle het volume op, dit is de hoeveelheid van deze crypto currency die verhandeld is tijdens deze periode.

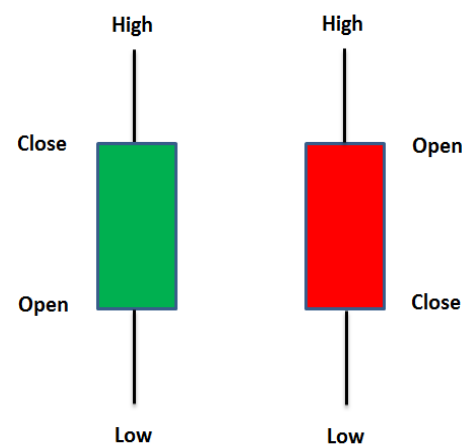


Figure 1: Candle

Voor het onderzoek maken we gebruik van 1 minuut candles, dit wil zeggen dat er tussen de open en de close exact 1 minuut ligt. Dit is de hoogste resolutie die je bij exchanges kan ophalen zodat we zoveel mogelijk data hebben en ook omdat ons model dan hopelijk gebruik kan maken van de kleine schommelingen in prijs op minuten.

We maken hiervoor gebruik van de Binance Exchange API, deze is volledig gratis te gebruiken. We hebben 15 GB aan minuut candles van ongeveer 360 verschillende crypto currencies opgehaald en deze weggeschreven naar csv bestanden.

Het enige probleem nu is dat we geen targets hebben waarop we ons model kunnen trainen dus deze word achteraf toegevoegd door onze data door een c++ programma te runnen die dan targets gaat zetten voor buy, sell en hold. Dit programma zal in de bijlagen te vinden zijn.

Een andere optie naast labelling was reinforcement learning maar dit had training nog langer laten duren en dit was nu al een limiterende factor tijdens het onderzoek.

Om het lezen, schrijven en totale hoeveelheid data wat in te perken schrijven we niet meer naar CSV na deze labelling maar naar binary files, dit bespaart ons een redelijke hoeveelheid aan opslag en maakt het lezen en schrijven sneller. Het nadeel is echter dat deze files niet meer te lezen zijn voor mensen maar dit is snel opgelost door het even in te laden met een scriptje en weer te geven in terminal voor controle van de data.

Nu dat we de data hebben en een idee hebben van hoe deze data gestructureerd is kunnen we begonnen met het ontwerpen van een neuraal netwerk waar we onze voorspellingen mee willen uitvoeren. Na wat onderzoek naar wat anderen al geprobeerd hebben voor voorspellingen op time series data en dan zeker stock en crypto werd het al snel duidelijk dat LSTM de enige optie was. Een groot nadeel bij LSTM modellen is echter dat training heel lang duurt en krachtige hardware nodig heeft en dit werd ook voor ons al snel duidelijk.

We zijn dan begonnen met een simpel LSTM netwerk zoals hieronder te zien met 3 LSTM layers, een dense layer en een final output layer met 3 output neurons voor ons buy, sell en hold target. De frame size, het aantal datapunten die je meegeeft om een prediction uit te voeren, was 240 candles.

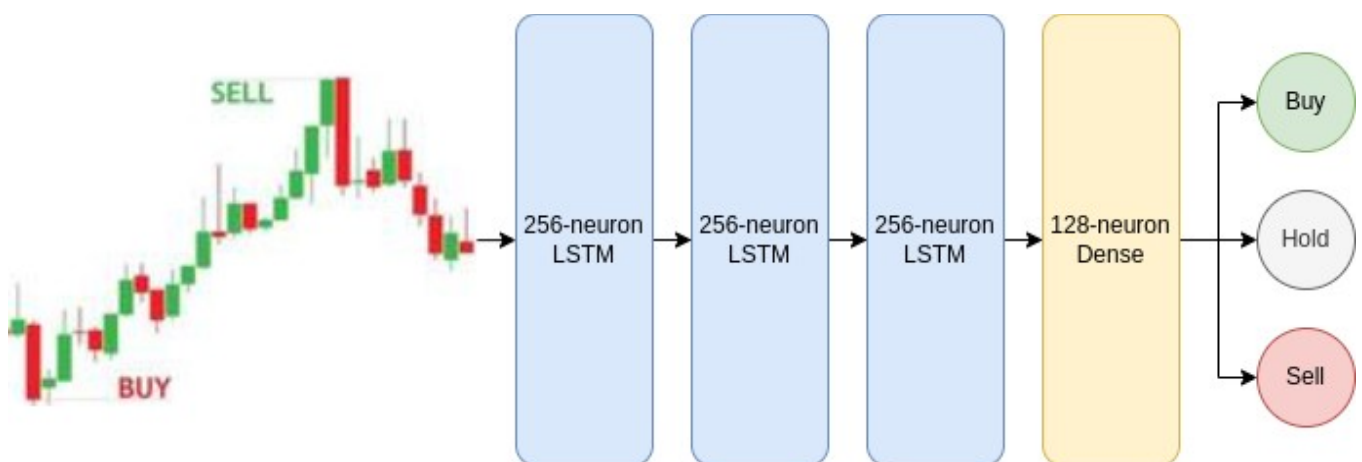


Figure 2: initial model layout

Het was echter snel duidelijk dat het model uit enkel prijsdata geen goede voorspellingen kon doen maar dit hadden we eigenlijk wel verwacht. Daarom dat ons c++ programma ook direct gemaakt is met indicator berekeningen maar deze werden nog niet toegepast. Ik zal nu eerst dieper ingaan op wat indicatoren juist zijn, wat het nut er van is en hoe deze berekend worden.

2.2 Indicators

Indicators zijn een onderdeel van technische analyse, iets wat investeerders vaak nog manueel doen om de volatiliteit, richting en sterkte van een trend van een stock of coin te bepalen. Het doel van een goede technische analyse is voorspellen wat er in de nabije toekomst zal gebeuren, er zijn zeer veel verschillende indicators met verschillende resultaten. We gaan enkel dieper ingaan op de 6 volgende indicators omdat deze zeer gekend zijn en vaak gebruikt worden en deze ook in ons onderzoek gebruikt zullen worden.

- Accumulation / Distribution Oscillator
- Average True Range
- Bollinger Bands®
- Moving Average Convergence Divergence
- Money Flow Index
- Relative Strength Index

2.2.1 Accumulation / Distribution Oscillator

De A/D oscillator, ook wel gekend als de chaikin oscillator, is een momentum indicator van de Accumulation/Distribution lijn en niet zo zeer de prijs van de coin zelf. De A/D lijn is een cumulative indicator dat door middel van volume en prijs de supply en demand probeert te bepalen en hiermee de sterkte van een trend, of deze nu up of down is. Het kan echter ook dat de indicator het omgekeerde voorspelt van de trend op dit moment. Bevoorbeeld: Als de prijs aan het stijgen is maar de indicator daalt is de kans groot dat er een trend reversal aankomt.

Hieronder vind u de formule voor het berekenen van de A/D oscillator

$$N = \frac{(\text{Close} - \text{Low}) - (\text{High} - \text{Close})}{\text{High} - \text{Low}}$$

$$M = N * \text{Volume (Period)}$$

$$\text{ADL} = M (\text{Period} - 1) + M (\text{Period})$$

$$\text{CO} = (3\text{-day EMA of ADL}) - (10\text{-day EMA of ADL})$$

where:

N = Money flow multiplier

M = Money flow volume

ADL = Accumulation distribution line

CO = Chaikin oscillator

Figure 3: A/D oscillator formula

hier ziet u een voorbeeld van de indicator op een grafiek. Bovenaan de candles, in het midden het volume en onderaan de indicator. Het is duidelijk dat het volume een grote rol speelt in deze indicator.



Figure 4: A/D oscillator example

2.2.2 Average True Range

Deze indicator is een volatiliteit indicator die de volatiliteit van een coin probeert te bepalen. Deze zegt niet echt iets over de richting of sterkte van trend maar kan wel samen met andere indicators een duidelijker beeld geven over de sterkte van een trend. De ATR is een subjectieve indicator en is vrij te interpreteren, er is geen vaste regel voor welke waardes een trend reversal voorspellen.

Hieronder vind u de formule voor het berekenen van de ATR, 'Cp' staat voor Previous Close

$$TR = \text{Max}[(H - L), \text{Abs}(H - C_P), \text{Abs}(L - C_P)]$$

$$ATR = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{(i=1)}^{(n)} TR_i$$

where:

TR_i = A particular true range

n = The time period employed

Figure 5: ATR formula

hier ziet u een voorbeeld van de indicator op een grafiek. Het volume is niet van belang bij deze indicator. Ook kan u zien dat de ATR niet de trend volgt maar stijgt bij grote veranderingen in prijs, dit is omdat het de volatiliteit aanduidt en niet de trend.



Figure 6: ATR example

2.2.3 Bollinger Bands

Bollinger bands is ook een volatiliteit indicator maar word weergegeven over de candle grafiek en bevat 3 effectieve outputs, een lower, middle en upper band om een duidelijke volatiliteits 'range' aan te duiden. Deze indicator word vooral gebruikt om te zien of een coin oversold of overbought is. Als de waarde van de coin dicht bij of over de lower band gaat dan is deze oversold en vice versa voor de upper band. Deze formule maakt gebruik van een standaard afwijking en deze kan zelf gekozen worden maar meestal word 2 gebruikt. Een breakout buiten de bands is meestal een duidelijk teken van hoge volatiliteit en word meestal als een duidelijk signaal gezien om te kopen of verkopen.

Hieronder vind u de formule om de bollinger bands te berekenen. De uiteindelijke middle band is het average van de upper en lower band en staat niet vermeld in deze formule.

$$\text{BOLU} = \text{MA}(\text{TP}, n) + m * \sigma[\text{TP}, n]$$

$$\text{BOLD} = \text{MA}(\text{TP}, n) - m * \sigma[\text{TP}, n]$$

where:

BOLU = Upper Bollinger Band

BOLD = Lower Bollinger Band

MA = Moving average

TP (typical price) = $(\text{High} + \text{Low} + \text{Close}) \div 3$

n = Number of days in smoothing period (typically 20)

m = Number of standard deviations (typically 2)

$\sigma[\text{TP}, n]$ = Standard Deviation over last n periods of TP

Figure 7: Bollinger Bands Formula

hier ziet u een voorbeeld van de indicator op een grafiek. Het is duidelijk te zien dat meestal als de candles de upper of lower band aanraken er een trend reversal is. De grootte of duur van de trend reversal is echter niet te bepalen met enkel bollinger bands dus deze zijn soms maar heel klein en van korte duur.



Figure 8: Bollinger Bands Example

2.2.4 Moving Average Convergence Divergence

De MACD is een trend-following momentum indicator dat de relatie tussen 2 moving averages van een verschillende lengte weergeeft. De MACD wordt meestal gebruikt met exponential moving averages (EMA) maar andere types kunnen zeker ook gebruikt worden. Een EMA houdt meer rekening met de meer recente data punten minder met oude data punten.

De MACD is een lagging indicator, dit wilt zeggen dat deze eigenlijk een beetje achter loopt op wat er eigenlijk aan het gebeuren is maar desondanks is dit een vaak gebruikte en nuttige indicator en wordt deze toch gebruikt om trend reversals te voorspellen.

Hieronder vindt u de formule voor de MACD.

$$\text{MACD} = 12\text{-Period EMA} - 26\text{-Period EMA}$$

Figure 9: MACD formula

Naast deze lijn kan je ook de MACD signal line gebruiken door een EMA te nemen van de MACD. Als je deze dan aftrekt van de effectieve MACD krijg je het MACD histogram te zien op onderstaande grafiek.

De blauwe lijn is de MACD, de oranje lijn is de Signal line en dan zie je ook het histogram in groen en rood.

Het kruisen van de blauwe en oranje lijn wordt gezien als een bullish of bearish crossover afhankelijk van of de blauwe naar boven of naar beneden door de oranje lijn gaat.



Figure 10: MACD example

2.2.5 Money Flow Index

De MFI is een oscillator dat gebruik maakt van prijs en volume data om een overbought of oversold signaal weer te geven. De naam Money Flow Index is omdat deze de prijs en volume gebruikt en dit dus eigenlijk een berekening is op de hoeveelheid geld die verhandeld wordt. Deze indicator wordt vooral gebruikt voor het voorspellen van een trend reversal. De MFI bevindt zich altijd tussen een waarde van 0 en 100, een waarde boven 80 wordt meestal als een overbought signaal gezien en onder 20 als oversold. Als de indicator begint te stijgen tijdens het dalen van de prijs kan dit ook wijzen op een trend reversal.

Hieronder kan u de formule vinden van de MFI.

$$\text{Money Flow Index} = 100 - \frac{100}{1 + \text{Money Flow Ratio}}$$

where:

$$\text{Money Flow Ratio} = \frac{14 \text{ Period Positive Money Flow}}{14 \text{ Period Negative Money Flow}}$$

$$\text{Raw Money Flow} = \text{Typical Price} * \text{Volume}$$

$$\text{Typical Price} = \frac{\text{High} + \text{Low} + \text{Close}}{3}$$

Figure 11: MFI formula

Op onderstaande grafiek ziet u de MFI en er zijn ook horizontale lijnen getrokken op 80 en 20 om deze overbought en oversold signalen duidelijk te maken. Het is duidelijk te zien dat een groot volume een grote impact kan hebben op de MFI en deze indicator op zich niet heel duidelijk is en meestal samen met andere indicators gebruikt wordt.



Figure 12: MFI example

2.2.6 Relative Strength Index

3 Technisch onderzoek

In dit hoofdstuk beschrijf je jouw gevoerde onderzoek uit de module Researchproject. Dit hoofdstuk mag verder onderverdeeld worden.

Volgende zaken worden verwacht:

- Beschrijving van de ontwikkelde software
- Opbouw applicatie: structuur/opbouw van het resultaat
- Achterliggende technologieën
- Overwonnen moeilijkheden/problemen
- ...

Gebruik waar mogelijk visuele elementen: afbeeldingen/figuren/tabellen, zodat jouw tekst vlot leesbaar blijft.

Evaluatiecriteria van dit hoofdstuk:

Onvoldoende: de lezer kan moeilijk of niet achterhalen wat de student precies technisch gerealiseerd heeft.
Beperkt: het resultaat wordt beschreven; toch blijven heel wat zaken onduidelijk.
Volstaat: duidelijke omschrijving van de geleverde onderzoeksresultaten met minimum aan motivering.
Goed: dit hoofdstuk geeft naast de opbouw van het resultaat ook de verschillende keuzes met motivering weer. Gekozen technologieën en methodologieën worden eveneens overzichtelijk toegelicht.
Excellent: dit onderdeel laat de lezer op een vlotte manier toe het ganse onderzoeksproces te reconstrueren. Een kritische analyse van tussentijdse resultaten toont aan dat het onderzoeksproces continue bijgestuurd werd.

4 Reflectie

Een bachelorproef is in wezen een kritische reflectie op een vraag uit het praktijkveld. Ze levert een bijdrage aan de praktijk. Je zult dus een antwoord moeten formuleren op jouw onderzoeksvraag.

Wees eerlijk: indien jouw onderzoek (nog) niet het gewenste resultaat gaf, vermeld je dit ook.

Een kritische reflectie is onderbouwd en gebaseerd op contacten met betrouwbare bronnen. Met wie kun je aftoetsen? Jouw stagebedrijf, gespecialiseerde communities, contacten uit het werkveld, lectoren...

Een kritische reflectie betekent dat je je baseert op jouw onderzoek en dat vergelijkt met bevindingen uit de praktijk. Je zult dus op zoek moeten gaan naar analoge onderzoeken/resultaten/praktijkervaringen en jouw bevindingen met hen aftoetsen. Stellen zij dezelfde problemen vast? Hebben ze een andere visie? Kunnen ze jou een andere insteek geven?

Een kritische reflectie is dus niet hetzelfde als kritiek geven op een bepaalde situatie uit de praktijk. Evenmin het ventileren van je persoonlijke meningen over de situatie of het probleem uit de praktijk.

Beantwoord daarom gedetailleerd volgende vragen. Vermeld steeds de bronnen/bedrijven/contactpersonen.

- *Wat zijn de sterke en zwakke punten van het resultaat uit jouw researchproject?*
- *Is 'het projectresultaat' (incl. methodiek) bruikbaar in de bedrijfswereld?*
- *Wat zijn de mogelijke implementatiehindernissen voor een bedrijf?*
- *Wat is de meerwaarde voor het bedrijf?*
- *Welke alternatieven/suggesties geven bedrijven en/of community?*
- *Is er een maatschappelijke/economische/socio-economische meerwaarde aanwezig?*
- *Wat zijn jouw suggesties voor een (eventueel) vervolgonderzoek?*

Gebruik hiervoor verschillende onderdelen.

Dit hoofdstuk is heel belangrijk, vandaar de vereiste om minimum 3 à 4 pagina's hieraan te spenderen.

Evaluatiecriteria van dit hoofdstuk:

Onvoldoende: de reflectie over het resultaat ontbreekt volledig of is ondermaats (geen gegronde motivering,...)
Beperkt: de student heeft enkel aan zelfreflectie gedaan. Motivering is aanwezig.
Volstaat: de onderzoeksresultaten werden kritisch geëvalueerd: naast zelfreflectie is er beperkte input van externen.
Goed: de reflectie baseert zich op contacten met verschillende externen. Daardoor is de reflectie zeer waardevol en bruikbaar voor student en lezer.
Excellent: door contacten met externen uit verschillende achtergronden/disciplines voelt de student zeer goed aan wat in het werkveld leeft. Er is niet alleen aandacht voor technische alternatieven, suggesties, ... maar ook niet-technische relevante aspecten.

5 Advies

Een **advies** houdt concrete aanbevelingen voor het werkveld in. Je kunt ingaan op:

- de bruikbaarheid en toepasbaarheid van je vooropgestelde oplossingen.
- welke concrete aanbevelingen het werkveld volgens jou kan ondernemen op basis van jouw onderzoeksresultaten.
- welk stappenplan het werkveld hierbij zou kunnen gebruiken.
- welke tools je voor het werkveld ontwikkeld hebt.
- andere relevante adviezen voor het werkveld, gebaseerd op je onderzoek.

Dit hoofdstuk is heel belangrijk, vandaar de vereiste om minimum 3 à 4 pagina's hieraan te spenderen.

Evaluatiecriteria van dit hoofdstuk:

Onvoldoende: het advies ontbreekt of is ondermaats van kwaliteit: eigen interpretaties, herhaling van informatie uit vorige hoofdstuk(ken),...
Beperkt: het advies is aanwezig maar is te weinig onderbouwd. De link met het gevoerde onderzoek en/of reflectie met externen is afwezig. Hierdoor is het advies weinig bruikbaar.
Volstaat: het advies bouwt duidelijk verder op eigen onderzoeksresultaten en is daardoor voldoende onderbouwd.
Goed: naast een onderbouwd advies worden ook andere relevante alternatieven/suggesties geformuleerd.
Excellent: het advies bestaat ook uit een concreet stappenplan gebaseerd op eigen onderzoekservaringen en contacten met externen.

6 Conclusie

In je conclusie beantwoord je definitief jouw onderzoeksvraag. Dit is één van de belangrijkste onderdelen van jouw bachelorproef en wordt altijd gelezen.

Voer geen nieuwe elementen aan in je conclusie. Je conclusie is immers een beknopte weergave van wat je reeds eerder schreef. Integreer in de conclusie ook de belangrijkste elementen uit jouw reflectie en jouw advies.

Kortom, in dit onderdeel horen dus enkel de belangrijkste zaken thuis: zaken waaruit de lezer kan leren.

Evaluatiecriteria van dit hoofdstuk:

Onvoldoende: het besluit bevat geen antwoord op de onderzoeksvraag, is weinig zeggend of bevat plots nieuwe (niet onderbouwde) informatie.
Beperkt: het besluit bevat enkel een antwoord op de onderzoeksvraag zonder daarbij de belangrijkste zaken uit reflectie en advies daarbij te betrekken.
Volstaat: de onderzoeksvraag wordt correct beantwoord waarbij duidelijk verwezen wordt naar informatie uit de onderdelen reflectie en/of advies.
Goed: de belangrijkste elementen uit de voorbije onderdelen worden kernachtig samengevat. Van daaruit wordt tenslotte de onderzoeksvraag beantwoord.
Excellent: naast het onderbouwd beantwoorden van de onderzoeksvraag wordt de lezer getriggerd om zelf verder onderzoek over het thema te voeren. Suggesties worden hierbij aangeleverd.

7 Literatuurlijst

Alle bronnen waarvan je gebruikmaakt, zet je in de literatuurlijst. Je gebruikt hiervoor de IEEE-stijl.

8 Bijlages

In jouw bachelorproef zelf staan enkel kernzaken. Veel documenten die je wel gebruikt hebt, maar niet direct in jouw bachelorproef hoeven te staan, voeg je als bijlage toe.

Indien documenten bijdragen aan jouw onderzoek moet je ze opnemen in de bijlage, zodat men kan controleren hoe je onderzoek is uitgevoerd en waar het op is gebaseerd. Veel voorkomende bijlageonderdelen zijn: interview(vragen), tabellen en analyses, gedetailleerde technische gegevens, code, enz.

In dit onderdeel voeg je ook

- jouw verslag van bijgewoonde sessies uit de module researchproject toe;
- jouw handleidingen uit de module researchproject (installatiehandleiding & gebruikershandleiding).