逢 甲 大 學

資訊工程學系

碩 士 論 文

基於財經字典與分析指標的神經網路預測股價趨勢

Predicting Stock Price Trend Using Neural Network Based on Financial Lexicon and Technical Indicators

　　　　　指導教授：張哲誠博士

　　　　　研 究 生：潘 亮 晴

中華民國一百一十一年七月

**誌　　謝**

首先我要感謝我的指導老師，張哲誠教授，一開始進入實驗室時我有許多需要努力改進的部分，感謝教授耐心的給予指導。與教授一對一研究討論時幫助我更快的釐清問題，還有怎麼把複雜的事情簡單化；生活上也會時不時的關心實驗室的研究生近況，在與教授談天時也能向老師學習不只是學業上的事情，能當老師的研究生真是太好了！

在碩士的這段期間經歷了許多學業上的挫折，感謝讓我能夠渡過這些挫折並且陪我一起經歷的實驗室朋友、畢業的學長姊。在實驗室時常有問題就可以就近得到解答，也能夠隨時一起嘻笑，上課時分工合作，下課時一起吃飯，每一件事看似平凡，但卻是日常生活中抒發學業壓力的重要管道，多虧了有他們的陪伴與幫忙，我的研究生生活很美好。

也要感謝我的家人，時有電話關心，平常會教我怎麼做人、教我怎麼選擇，雖然我不是每一件事都會依照他們的意思，但還是會繼續關愛著我、支持著我，讓我更有動力去完成這份學業，非常感謝她們。

**摘　　要**

股票市場中影響投資人做出決策的面向有非常多元，無論是公司的主要營運項目、公司財務狀況還有市場的景氣等等都會受影響，因此在分析股價時，必須將這些因素都納入考量。以往有關預測股價的論文中，大多都會使用新聞、公司個體財報資訊或是歷史股價來預測股價趨勢，很少研究同時將這三種決策資訊納入考量。

本研究旨在使用多元線性迴歸模型 (multiple linear regression) 和人工神經網路模型 (Artificial neural network) 預測股價，以有大量新聞的公司台積電作為研究對象，擷取其在新聞、分析指標、歷史股價上的多方資訊。本文蒐集來自富果網站上的財金新聞，並將財金新聞做「台積電」、「大盤相關新聞」兩大分類，使用自製情感字典計算出兩大分類的新聞情緒分數，自製爬蟲程式蒐集台積電的分析指標與歷史股價，最後將兩大新聞情緒分數、分析指標、歷史股價作為預測股價的特徵。

關鍵詞：情感分析、人工神經網路、線性迴歸、股價預測

**Abstract**

There are many aspects of the stock market that affect investors' decisions, including main operating projects, financial condition of a company and the market sentiment, etc. These factors must be taken into account while analyzing stock prices. In previous papers on predicting stock prices, most of them have used news, the company's financial situation or historical stock prices to predict stock price trends. Few studies have taken all of them into consideration at once.

This study uses multiple linear regression (MLR) model and Artificial neural network (ANN) model to predict the stock price, taking TSMC, a company with a large amount of news, as the study object. Collecting TSMC historical stock price, news, and financial statements. This study crawls financial news published by various newspapers from January 1, 2017 to December 31, 2021. We tag financial news as two major categories: "TSMC Related News" and "Market Related News” and calculate the news sentiment scores of the two major categories using a customized sentiment analysis dictionary. We also use a customized crawler program to collect financial statement and technical indicators. news sentiment scores, technical indicators and historical stock prices are used as features to predict stock price trends.

**Keywords**: Sentiment analysis, Artificial neural network, Linear regression, Stock   
 price prediction

**目　　錄**

[誌　　謝 i](#_Toc101780168)

[摘　　要 ii](#_Toc101780169)

[Abstract iii](#_Toc101780170)

[圖目錄 vi](#_Toc101780171)

[表目錄 vii](#_Toc101780172)

[第一章 緒論 1](#_Toc101780173)

[**1.1 研究背景 1**](#_Toc101780174)

[**1.1.1 台灣的投資市場概要 1**](#_Toc101780175)

[**1.1.2 景氣下的股價變動因素 2**](#_Toc101780176)

[**1.1.3 應用機器學習的股價趨勢預測 3**](#_Toc101780177)

[**1.2 研究動機 3**](#_Toc101780178)

[**1.3 研究目的 4**](#_Toc101780179)

[**1.4 章節介紹 4**](#_Toc101780180)

[第二章 文獻探討 5](#_Toc101780181)

[**2.1 機器學習 5**](#_Toc101780182)

[**2.1.1 多元線性迴歸模型( Multiple Linear Regression, MLR) 5**](#_Toc101780183)

[**2.1.2 人工神經網路(Artificial neural network, ANN) 5**](#_Toc101780184)

[**2.1.3 損失函數 6**](#_Toc101780185)

[**2.2 新聞情緒分析 6**](#_Toc101780186)

[**2.2.1 基於字典的情感分析 7**](#_Toc101780187)

[第三章 研究設計與實施 8](#_Toc101780188)

[**3.1 實驗流程 8**](#_Toc101780189)

[**3.2 資料蒐集 10**](#_Toc101780190)

[**3.2.1 爬蟲程式 10**](#_Toc101780191)

[**3.2.2 富果網的股市新聞 11**](#_Toc101780192)

[**3.2.3 分析指標 11**](#_Toc101780193)

[**3.2.4 歷史股價 13**](#_Toc101780194)

[**3.3 資料預處理 14**](#_Toc101780195)

[**3.3.1 斷詞 14**](#_Toc101780196)

[**3.3.2 CKIPTagger 15**](#_Toc101780197)

[**3.3.3 情感字典 15**](#_Toc101780198)

[**3.3.4 台股總覽 16**](#_Toc101780199)

[**3.3.5 文句特徵提取 17**](#_Toc101780200)

[**3.3.6 情感分數計算 19**](#_Toc101780201)

[**3.3.7 預測交易日投入之資料時間 20**](#_Toc101780202)

[**3.3.8 機器學習資料集 21**](#_Toc101780203)

[**3.4 機器學習 22**](#_Toc101780204)

[**3.4.1 多元線性迴歸模型 22**](#_Toc101780205)

[**3.4.2 人工神經網路模型 22**](#_Toc101780206)

[**3.5 成果評估方法 23**](#_Toc101780207)

[**3.5.1 評估指標 23**](#_Toc101780208)

[參考文獻 24](#_Toc101780209)

**圖目錄**

[**圖3. 1 實驗架構圖 8**](#_Toc101451875)

[**圖3. 2 人工神經網路模型架構 22**](#_Toc101451876)

**表目錄**

[表1. 1 台灣投資人類別成交值比重統計 1](#_Toc101451995)

[表1. 2 台灣年度上市公司資本來源明細表年報 2](#_Toc101451996)

[**表3. 1 爬取新聞內容 11**](#_Toc101451980)

[**表3. 2 分析指標 12**](#_Toc101451981)

[**表3. 3 歷史股價 13**](#_Toc101451982)

[**表3. 4 歷史股價 15**](#_Toc101451983)

[**表3. 5 VFinDict情感字典範例 16**](#_Toc101451984)

[**表3. 6 字典詞語統計 16**](#_Toc101451985)

[**表3. 7 台股總覽 17**](#_Toc101451986)

[**表3. 8 201712\_2330\_台積電檔案中的資料範例 17**](#_Toc101451987)

[**表3. 9 201712\_9919\_康那香檔案中的資料範例 18**](#_Toc101451988)

[**表3. 10 關鍵字分類(一) 18**](#_Toc101451989)

[**表3. 11 關鍵字分類(二) 19**](#_Toc101451990)

[**表3. 12 情感分數計分範例 20**](#_Toc101451991)

[**表3. 13 資料與資料標籤日期調整範例 21**](#_Toc101451992)

# 緒論

**1.1 研究背景**

**1.1.1 台灣的投資市場概要**

台灣的金融市場有多元投資標的：黃金、基金、ETF、股票、期貨、選擇權、加密貨幣，而其中基金、ETF、股票都是風險相對較小，要求自有資本相對較少的投資標的，因此吸引眾多投資人。

影響股票的因素有很多種，環境因素像是股票以外的投資標的如果在當時的投資風險相對較小、獲得報酬相對較高，則將會有可能使投資人變賣股票轉而投資其他投資標的；在台灣股票市場有許多不同的投資人角色，包含散戶或法人，而最能影響台灣大盤的角色正是法人，法人每日成交量動輒上億，因此會影響股價，而在台灣的法人又可以分為「外資」、「投信」、「自營商」，他們被稱為三大法人；景氣和世界前兩大經濟體美國、中國將左右投資人的投資意願；政府政策或政治因素可能帶動特定產業類型的發展，讓投資人投資特定類別的股票。這些都是投資人在投資股票時必須考量的要素，因此每天都有眾多的新聞釋出這些資訊以利投資人做出投資決策。

股票市場的投資人有本國自然人、本國法人、僑外自然人、僑外法人，其中自然人就是投資市場中俗稱的”散戶”，一般而言散戶與法人之間存在資訊不對等的問題，法人在經濟規模、利益關係上的優勢，較容易比散戶更快取得更準確的消息。

根據台灣證券交易所2020年資料顯示，台灣總成交股數為906,809,114 張股票[1]，而台灣投資人類別成交值比重統計[2]如下：

表1. 1 台灣投資人類別成交值比重統計

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 本國自然人 | | 本國法人 | | 僑外自然人 | | 僑外法人 | |
| 買進 | 賣出 | 買進 | 賣出 | 買進 | 賣出 | 買進 | 賣出 |
| 31.25 | 30.82 | 5.68 | 5.56 | 0.02 | 0.03 | 13.05 | 13.59 |
| 62.07 | | 11.24 | | 0.05 | | 26.64 | |

單位：百分比

根據台灣證券交易所2020年資料顯示，台灣年度上市公司資本來源明細表年報[3]如下：

表1. 2 台灣年度上市公司資本來源明細表年報

|  |  |
| --- | --- |
| 上市公司資本來源 | 比例 |
| 政府機構 | 5.03 |
| 本國金融 | 6.27 |
| 本國證券 | 1.18 |
| 本國公司 | 23.09 |
| 本國其他 | 2.71 |
| 僑外金融 | 0.72 |
| 僑外法人 | 9.87 |
| 僑外證券 | 14.45 |
| 本國自然人 | 36.1 |
| 僑外自然人 | 0.44 |
| 庫藏股票 | 0.14 |

單位：百分比

由兩表顯示散戶的交易量比重與上市公司投資金額比重大約佔股市整體62%與36.5%，可見散戶積極投資股市，但就金額而言其對上市公司的影響力只有不到四成。

**1.1.2 景氣下的股價變動因素**

台灣股市大盤與景氣息息相關，影響景氣的因素可以是政府政策或是國際影響。當經濟走向衰退，政府將會使用貨幣寬鬆政策刺激經濟發展與消費動能；[4]指出，台灣政治在股票市場上有『政治景氣循環』現象，執政黨為了得到選票而在選舉前一年提出貨幣寬鬆政策。

國際議題包括商業、科技、政治等等也都會影響到景氣，研究指出COVID-19爆發下，對於整體股市而言，[5]收集了Market Watch、紐約時報和路透社於2020 年 1 月 23 日和 2020 年 6 月 22 日期間有關 COVID-19 的新聞，使用Google BERT進行情緒分析，分析新聞對於股票市場標準普爾 500 指數讀影響，證明新聞具有積極影響力；對於特定類型的股票而言，全球首例滅活COVID-2019疫苗臨床試驗的宣布發現對醫藥股產生了積極影響，證實人們在疫情流行期間對有關疫苗研發的消息很敏感[6]。

**1.1.3 應用機器學習的股價趨勢預測**

由於投資股票能為投資人帶來可觀的收益，因此股價趨勢預測已經是學術上的熱門研究議題。現今已出版大量的股價預測相關的學術論文，無論在國內亦或是國外都有大量的學術論文可考。機器學習的發展與盛行，讓金融領域得以和人工智慧合作，絕大部分的股價趨勢預測實驗都是以機器學習進行，並且使用的機器學習非常多樣化，針對的金融議題也有所不同。[7]做市場層級的研究：利用新聞情緒作為發行股票公司之間的關聯性，使用股價預測股價趨勢。[8]做產業層級的研究：研究對於所有三種產業—IT、銀行和醫療保健，MARS 已被證明是研究中股票預測表現最好的模型。[9]做公司層級的研究：將台積電作為研究對象，針對短期數據建構了技術分析的神經網絡。

除了研究對象規模不同，這些與股價趨勢預測的機器學習輸入的特徵也有所差異，輸入的特徵可能是新聞分析[10]、基本面分析、技術分析[9]，又會從這三者中做不同的資料處理做成資料集。

互聯網技術的發展使投資者透過電子媒體更容易獲取股票市場資訊，新聞對股市的影響，主要有三個方面：（1）公司特定新聞文章的基本面資訊影響投資者的交易活動;（2）新聞喚起公眾情緒，投資者決策受公眾情緒影響因而被干預投資決策;（3）網路媒體對股票的影響因新聞內容和公司特徵而異[11]。

根據[12]的說法，基本面分析主要基於三個基本方面（1）宏觀經濟分析，如國內生產總值（GDP）和居民消費價格指數（CPI），分析宏觀經濟環境對公司未來利潤的影響，（2）行業分析，根據行業現狀和前景估計公司的價值， （3）公司分析，分析公司的當前運營和財務狀況，以評估其內部價值。

預測股價趨勢所輸入機器學習的特徵如基本面分析由於數量眾多，故[13] 利用決策樹和多元迴歸方法預測銀行業，並研究結果顯示輸入變量的減少對模型的預測性能有積極的影響。

**1.2 研究動機**

影響股價變動的因素眾多，就規模而言，景氣、產業、單一公司都有不同的影響因子，投資者需要經常透過新聞資訊取得景氣、產業、單一公司的相關資訊以茲投資決策。

投資者除了新聞，還可以從單一公司的會計報表判斷目前公司經營狀況，並且為了投資者更容易判讀會計數據，投資者將會計資訊使用EPS、ROE、毛利率等等這些分析指標藉以分析數據，這些分析指標資訊可以從網路上易於取得而不用投資者自行計算或繪圖，因此是眾投資者時常使用的股價分析工具。

在短期投資決策內，歷史股價也是一個可以參考的資訊，投資人可能藉由近期股價的動盪幅度判斷購買時機。

本研究希望使用新聞資訊、分析指標、歷史股價這些股價參考資訊，並考量景氣與公司個體影響股價之因素，使用機器學習做出一套輔助投資者投資股票的預測單一公司股價趨勢模型。

**1.3 研究目的**

本研究蒐集歷史股價、股市新聞、財務報表做為資料集，研究台灣2017年1月1日至2021年12月31日的股市資料，探討使用多元特徵輸入模型的預測股價方法是否合適；以及與以往使用情感分析字典與機器學習預測股價的研究比較差異性。並計算均方根誤差(Root Mean Squared Error, RMSE)評估本研究的模型效益，以訓練出最適合預測股價的模型。

**1.4 章節介紹**

本文第二章節介紹論文背景技術與文獻回顧；第三章介紹本研究的研究設計與實施方法；第四章是研究設計方法的實證結果與分析；第五章為結論與未來工作。

# 文獻探討

**2.1 機器學習**

**2.1.1 多元線性迴歸模型( Multiple Linear Regression, MLR)**

普通最小均方誤差線性迴歸(Ordinary least squares Linear Regression.) 擬合係數為 的線性模型，藉由線性近似去最小化觀察目標與預測目標之間的誤差平方和。起先被應用於統計領域，後因機器學習的興起，因其適合被應用在模型的輸入與輸出資料之間的關係屬於線性的研究，因此被廣泛應用在序列模型或是分類模型的機器學習案例中。

在輸入的變量為單變量的案例中，線性迴歸稱為簡單線性迴歸；在輸入的變量為多變量的案例中，線性迴歸稱為多元線性迴歸( Multiple Linear Regression)。多元線性迴歸須通過迭代以求出最小均方誤差和。

多元線性迴歸

其中為輸入變量，為係數，為殘差，為輸出變量。

**2.1.2 人工神經網路(Artificial neural network, ANN)**

人工神經網路是現今熱門的議題，在歷史的演進下，電腦的運算能力大幅提升，發展到電腦可以承受神經網路的龐大矩陣運算量，致使應用神經網路的機器學習開始盛行。神經網路可以應用於時間序列預測以及分類器，可以輸入單一特徵及多元特徵，資料的種類可以是文字、語音、影像等，可以透過改變神經元的數量、隱藏層的層數、激發函數讓模型達到更好的預測效果。

人工神經網路本身是一種反饋神經網路(Backward Propagation Neural Network)，因其透過多微分方程式或是迭代的方式，將運算後的結果利用損失函數進行參數更新，讓模型係數朝著最小化損失函數的方向更新。它的特點是迭代速度快、學習精度高、能夠處理非線性關係數據[9]。

**2.1.3 損失函數**

從每個係數的隨機值開始，模型使用訓練數據和真實數據的誤差來優化係數值至最小化誤差的操作，在機器學習中被稱為梯度下降。梯度下降的目的就是將損失函數最小化，多元線性迴歸和ANN皆可使用均方誤差和(Mean-square Error, MSE)作為損失函數(Loss Function)，梯度下降直至無法將損失函數收斂至更小的數值時，此時即找到了誤差最少的最佳解，代表模型已經訓練完成。

損失函數

其中為觀察目標，也就是真實資料；為預測目標，也就是預測資料。

**2.2 新聞情緒分析**

新聞中所透漏的情緒可以影響投資者造成市場波動[11]，對新聞文本之情緒分析也因而開始盛行。新聞文本會顯示出公司個體、市場整體情況，同時帶來短期或是長期的影響。透過分析新聞，我們可以得到一些有用的資訊，將之作為影響股價的因素。

**2.2.1 基於字典的情感分析**

詞頻(term frequency)是一個詞出現在一篇文本中的頻率，除以文本總共使用的詞語總數，來表示一詞在文本中的佔比，佔比高的詞語表示該詞的意義越為重要。無意義的詞語可以使用反文檔頻率(Inverse Document Frequency)過濾，因整個資料集中越高頻率出現的詞語越不具重要含意。

文獻經常使用字典作為特徵提取的方法，一部字典裡所含的詞語具有特定特徵，定義的字典越精確，就越能精確的提取出文本的特定特徵。字典也時常搭配詞頻，一篇文本中頻繁出現字典中的詞語，則表示該文本具有該項特定特徵。特定特徵時常被劃分為正向或是負向，例如[10]中字典的特定特徵為股價波動，針對股市新聞的正向含意表示股價上漲；負向含意表示股價下跌，並透過詞頻計算出情感分數，若一篇文章的正面情緒詞個數-負面情緒個數>0，則預測為漲；若一篇文章的正面情緒詞個數-負面情緒詞個數<0，則預測為跌。[10]、[14]都使用同樣的方式提取文本中的情感特徵，同時使用其他研究所建立的字典與自行建立的字典進行研究。

# 研究設計與實施

**3.1 實驗流程**

本研究所提出預測短期股價趨勢的機器學習流程圖如圖所示：



圖3. 1 實驗架構圖

1. 股市新聞：利用Python程式語言撰寫程式，呼叫富果網(Fugle)上的新聞API，蒐集2017年1月1日至2021年12月31之台積電股市相關新聞，去除掉重複資料後，總計筆數979筆。
2. 情感字典：使用台灣大學情感分析字典NTUSD與自製財經字典VFinDict 作為情感分析模型使用的字典。
3. 情感分析模型： 具有將新聞文章斷句、分類斷句、利用情感字典計算情感分數的功能。
4. 情感分數：情感分數可代表新聞屬於意味著股價上漲的正向情緒或是股價下跌的負面情緒，有兩大類情感分數，分別為景氣情感分數與公司個體情感分數。
5. 分析指標：在富果網(Fugle)上有多個針對公司個體的分析指標，分析指標共有營收、EPS、利潤比率、ROE及ROA、成長能力、經營能力、償債能力這七大類分析指標，蒐集2017年1月1日至2021年12月31的分析指標。
6. 歷史股價：使用套件FinMind抓取歷史股價資訊，蒐集2017年1月1日至2021年12月31日的成交股數、成交金額、開盤價、最高價、最低價、收盤價、漲跌價差、成交筆數。
7. 資料集：將兩大類情感分數、十一大類分析指標、歷史股價資訊整合成2017年1月1日至2021年12月31日每日資料集，並將2017年1月1日到2020年12月31日資料做為訓練資料集，約莫為整份資料集八成的資料；2021年1月1日到2021年12月31日做為測試資料集，約莫為整份資料集兩成的資料。
8. 神經網路模型：使用Python程式撰寫多元線性迴歸模型(Multiple Linear Regression)、人工神經網路模型(Artificial neural network)。
9. 預測股價：模型輸出為預測明天或後天的股價。
10. 評估成果：使用準確率(Accuracy)評估情感分數與股市漲幅關係；均方根誤差(Root Mean Squared Error, RMSE)機器學習模型評估指標，評估預測成果。

**3.2 資料蒐集**

**3.2.1 爬蟲程式**

本研究使用Python撰寫程式腳本爬取富果網上提供的歷年新聞，觀察網站前端向後端呼叫之API何者屬於回應歷史新聞資料的API，並透過對API結構觀察出以GET方法傳遞股票代號與起始日期參數即可得到該起始日以後與該股票代號相關的若干筆日新聞資料。由於本研究的研究對象為上市公司台積電，因此以Python套件requests以GET方法傳遞台積電的股票代號2330與2017年到2021年每日的時間戳呼叫API，取得每日的新聞。

API回傳的內容是json格式，因此為了要結構化讀取內容，使用了pandas套件將內容讀取成DataFrame的資料類型，並進一步觀察資料內容。

資料內容包含若干筆新聞資料，每一筆新聞都有唯一值的ID，爬取時會有新聞重複出現的情況，因此如遇到已存在於新聞資料集的ID則不會加入新聞資料集，避免重複新聞存在於新聞資料集；時間戳則使用套件datetime將愈爬取的日期轉換為電腦時間，例如：「 2021-01-01 00:00:0」轉換成電腦時間「1609430400000」。

**3.2.2 富果網的股市新聞**

富果網[15]針對每個股票顯示個別的股票新聞，也就是要先查詢股票才能夠得到該股票相關的新聞。本研究針對台積電於富果網上爬取的資料每日約有2~15筆新聞，其新聞來源來自鉅亨網、Moneydj理財網、中央社、時報資訊、東森財金、財訊快報等多家報社發布的財金新聞，每筆新聞資料都包含新聞ID、新聞標題、新聞內容、出版新聞報社、新聞發布時間戳、新聞URL，如表3. 1 爬取新聞內容所示。

表3. 1 爬取新聞內容

|  |  |
| --- | --- |
| 欄位 | 欄位敘述 |
| \_id | 新聞ID |
| title | 新聞標題 |
| content | 新聞內容 |
| source | 出版新聞報社 |
| timestamp | 新聞發布時間戳 |
| url | 新聞URL |

**3.2.3 分析指標**

富果網[15]中有多方面為投資人考量的設計，例如提供投資人分析股票時可能會對公司個體做基本面、消息面、技術面、籌碼面、財務報表這五大面向分析，這些面向的分析富果網皆有提供。基本面實際上就是從財務報表衍伸出來的分析方式，將公司擁有的四大報表：資產負債表、損益表、現金流量表、股東權益變動表中的資訊加以使用數學公式計算，使投資人更易於了解財務報表顯示出的公司狀況。

本研究的分析指標使用基本面分析法，從富果網呼叫與基本面分析對應的API取得2017至2021年的基本面分析資料，將資料結構化後統整之資料如表3. 2 分析指標所示：

表3. 2 分析指標

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基本面 | 計算期間 | 分析指標 |
| 本益比 | 日 | 本益比(PER) |
| 股價淨值比 | 日 | 股價淨值比(PBR) |
| 營收 | 月 | 營收 |
| EPS | 季 | EPS |
| 利潤比率 | 季 | 毛利率 |
| 營業利益率 |
| 稅後淨利率 |
| ROE及ROA | 季 | ROE |
| ROA |
| 成長能力 | 季 | 營收季成長率 |
| 每股盈餘季成長率 |
| 毛利季成長率 |
| 營業利益淨成長率 |
| 稅後淨利淨成長率 |
| 經營能力 | 季 | 應收帳款週轉率 |
| 存貨週轉率 |
| 不動產及設備週轉率 |
| 總資產週轉率 |
| 償債能力 | 季 | 流動比率 |
| 速動比率 |
| 利息保障倍數 |

**3.2.4 歷史股價**

FinMind 套件提供以台股為主，超過 50 種金融開源數據( open data )，希望讓大數據、資料分析，減少資料收集的門檻[16]。本研究使用其提供的股價日成交資訊來下載2017年1月1日至2021年12月31日的歷史股價資料，包含「date、stock\_id、Trading\_Volume、Trading\_money、open、max、min、close、spread、Trading\_turnover」，如表3. 3 歷史股價所示。

表3. 3 歷史股價

|  |  |
| --- | --- |
| 欄位 | 欄位敘述 |
| date | 當日日期 |
| stock\_id | 股票代號 |
| Trading\_Volume | 成交股數 |
| Trading\_money | 成交金額 |
| open | 開盤價 |
| max | 最高價 |
| min | 最低價 |
| close | 收盤價 |
| spread | 漲跌價差 |
| Trading\_turnover | 成交筆數 |

**3.3 資料預處理**

**3.3.1 斷詞**

閱讀文章時，閱讀者可以在閱讀時正確地將每一字句正確的斷詞，因此可得知整個句子、整篇文章想表達的正確語意。在中文裡，要是斷詞錯誤，就會被判讀成錯誤的資訊，所以在進行語意分析任務中，必須要將中文文本的詞正確的拆解，需要使用斷詞工具。斷詞工具普遍具有內建字典與自身的演算法，包含巨量詞語的字典可以更正確的斷詞，而如遇新詞語有一些斷詞工具也可以使用自身演算法為新詞斷詞，以下為Python中文斷詞工具的比較：

1. 結巴(jieba)[17]：

是一款Python中文分詞套件。簡體字和繁體字雖然字體互通，但是兩者慣用詞、慣用句是不一樣的，而結巴內建字典是簡體字文本，所以對簡體字斷詞表現較好，內建字典共有349,046個詞語。

結巴使用演算法HMM(Hidden Markov Model)中的Viterbi演算法為未曾出現過的語句斷詞。

其斷詞效率優良快速，但斷詞較不準確，需要自行建立使用者字典提升精準度。

1. CKIP tagger[18]：

一款由中央研究院資訊科學研究所CKIP Lab所研發基於深度學習模型之斷詞工具， 訓練文本的資料來源於中央社、維基百科、中央研究院現代漢語標記語料庫，字典以詞向量的形式儲存。其斷詞效果非常準確，但因其使用深度學習模型進行分詞，因此分詞效率慢。

**3.3.2** **CKIPTagger**

本研究選用CKIPTagger作為斷詞工具，表3. 4 斷詞範例為經過CKIPTagger斷詞後的文章範例。

表3. 4 斷詞範例

|  |  |
| --- | --- |
| 文本內容 | 台積電即將在19日召開法人說明會，由於大立光法說釋出利多訊息，市場關注台積電對下半年科技業景氣看法及蘋果(Apple)新機拉貨力道，加上台積電現金股息即將發放，外資領到股息後會回頭買股還是匯出，也關乎指數未來發展方向。 |
| 斷詞後 | 台積電 即將 在 19日 召開 法人 說明會 ， 由於 大立光 法說 釋出 利多 訊息 ， 市場 關注 台積電 對 下 半 年 科技業 景氣 看法 及 蘋果 ( Apple ) 新機 拉貨 力道 ， 加上 台積電 現金 股息 即將 發放 ， 外資 領到 股息 後 會 回頭 買股 還是 匯出 ， 也 關乎 指數 未來 發展 方向 。 |

**3.3.3 情感字典**

在NLP任務中，使用情感字典分析文本十分常見，可以透過帶有情感的詞語計算出整個文本帶有正向情緒或是負向情緒，也因此字典中的詞語量與精確度越高，越能準確判別一個文本的情感。

投資人視所獲得的消息判斷股市漲跌，因此可將投資人預期股票上漲視為正向情緒，投資人預期股票下跌視為負向情緒，故本研究以此為準則手動建立一個屬於財經領域的情感字典VFinDict（ 表3. 5 VFinDict情感字典範例 ）；本研究同時也加入NTUSD[19]台灣大學自然語言處理研究室建立之中文情緒字典，藉由通用的情緒詞語判別新聞做一般性敘述時的文本情緒。字典中所有詞語統計如表3. 6 字典詞語統計所示。

表3. 5 VFinDict情感字典範例

|  |  |
| --- | --- |
| 正面詞 | 負面詞 |
| 熱錢湧入 | 訂單流失 |
| 擴大市佔 | 商譽受損 |
| 法人看好 | 收賄弊案 |
| 財報亮眼 | 資金出逃 |
| 銷售一空 | 擦鞋童 |

表3. 6 字典詞語統計

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 字典 | 正面詞數量 | 負面詞數量 | 總數 |
| NTUSD | 2,812 | 8,276 | 11,088 |
| VFinDict | 412 | 237 | 649 |

清除重複詞語後，本研究總計使用之正面詞數量3,159個、負面詞數量8,472個、總數11,631個。

**3.3.4 台股總覽**

在使用CKIPTagger進行斷詞時，由於CKIPTagger無法去識別股票公司名稱，有可能將「大立光」分詞成「大立」、「光」，因此需要先取得台股所有股票列表，本研究使用FinMind下載台股總覽，台股總覽列出台灣所有上市上櫃的股票名稱，代碼和產業類別，並將台股總覽（表3. 7 台股總覽）加入CLIPTagger使用者自建字典中。

表3. 7 台股總覽

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 產業類別 | 股票代碼 | 股票名稱 | 交易所 | 發行日期 |
| ETF | 0050 | 元大台灣50 | twse | 2021-10-05 |
| ETF | 0051 | 元大中型100 | twse | 2021-10-05 |
| ETF | 0052 | 富邦科技 | twse | 2021-10-05 |

**3.3.5 文句特徵提取**

從富果網取得的新聞有以下情況：(1) 新聞只有提到台積電、 (2) 新聞討論台灣股市整體現況、(3) 新聞提及眾多股票公司。在這樣的情況下，必須將新聞做分類，才能將研究對象聚焦在台積電，而不會將其他不相關的新聞也加入資料集中。

本研究依照這些狀況進行處理，首先將新聞斷句，也就是將一個句子的開頭到一個句子的句末標點符號「。、？、！」視為一個句子，並用台股總覽找出句子中提到的公司，依照該公司的產業類別、股票代號、股票名稱儲存成「年月\_股票代號\_公司名稱.csv」的csv檔，將句子放入其中（表3. 8 201712\_2330\_台積電檔案中的資料範例、表3. 9 201712\_9919\_康那香檔案中的資料範例）。

表3. 8 201712\_2330\_台積電檔案中的資料範例

|  |  |
| --- | --- |
| 出版日期 | 含有台積電的句子 |
| 2017-12-01 | 台積電ADR 30日隨著美國科技股回穩，台積電今跳空開高2.5元為228.5元，盤中穩步走揚至230元之上，終場收復231元季線關卡，最高觸及233.5元。 |

表3. 9 201712\_9919\_康那香檔案中的資料範例

|  |  |
| --- | --- |
| 出版日期 | 含有康那香的句子 |
| 2017-12-01 | 近日台灣飽受空汙之苦，國人防疫意識興起，康那香 (9919) 、美德醫療-DR (9103) 、恆大 (1325) 挾著不織布、口罩題材持續發燒，股價逆勢揚升，康那香漲幅達2%，美德醫大漲5.7%，恆大收漲1.5%。 |

斷句後就能避免將非台積電的新聞被放到資料集中，進而讓模型誤判的情形。

本研究也以一些特定的關鍵字將句子做分類，例如只要有提到**景氣**的就會被歸類到**景氣**的檔案下儲存，因為景氣會影響到投資市場。本研究也因此將新聞做兩大分類：(1)台積電相關新聞 (2)大盤相關新聞（表3. 10 關鍵字分類(一) ）。

表3. 10 關鍵字分類(一)

|  |  |
| --- | --- |
| 新聞分類 | 關鍵字 |
| 台積電相關新聞 | 半導體、電子、晶圓、台積電、奈米、三星 |
| 大盤相關新聞 | 台股、大盤、外資、投信、自營商、法人、加權指數、美股、台灣、美國、 景氣 |

這兩大分類又可以依關鍵字細分：如果文本提到該關鍵字且文本具有正向情感，則表示台積電的股票價格會上漲；如果文本提到該關鍵字且文本具有正向情感，則表示台積電的股票價格會下跌這兩種情況（表3. 11 關鍵字分類(二) ）。

表3. 11 關鍵字分類(二)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 新聞分類 | 句子具有正向情感則台積電  股價上漲之關鍵字 | 句子具有正向情感則台積電  股價下跌之關鍵字 |
| 台積電相關新聞 | 半導體、電子、晶圓、台積電、奈米 | 三星、英特爾 |
| 大盤相關新聞 | 台股、大盤、外資、投信、自營商、法人、加權指數、台灣、 景氣、美股、美國 |  |

**3.3.6 情感分數計算**

經過文句特徵提取後，便可以開始計算分數。首先將每一則新聞都使用斷詞工具CKIPTagger斷詞後，將斷詞與情感字典中的詞語比對，如果斷詞與情感字典中的詞語一致，則表示該詞語具有情感特徵。

讓股價上漲的情感特徵視為正向情感特徵，讓股價下跌的情感特徵視為負向情感特徵，每比對到一個斷詞與正向情感特徵詞語一致，則計分1分；美比對到一個斷詞語負向情感特徵詞語一致，則計分-1分。經過比對當日的所有文本後將分數加總，如果總和分數大於0，則意味著當日新聞有著正向情感，股價可能因而上漲；如果總和分數小於0，則意味著當日新聞有著負向情感，股價可能因而下跌。情緒分數計分範例如表3. 12 情感分數計分範例所示。

表3. 12 情感分數計分範例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 日期 | 2017-02-13 | 2017-02-13 | 總計 |
| 文句斷詞 | 在 台幣升值 態勢 ， 熱錢湧入 明顯 下 ， 台股 今日 再 收上 9700 關卡 壓力 ， 目前 台積電 正在 區間 上緣 位置 ， 一旦 上 攻 突破 前 高 ， 台股 將 持續 加速 上漲 幅度 。 | 台北 晶圓 代工 大廠 台積電 (2330) 將 在 本 周 二 ( 14 日 ) 舉行 董事會 ， 可望 公布 股利 政策 ， 市場 預期 ， 台積電 今年 現金 股利 將 從 去年 6 元 起跳 ， 上'看 8 元 ， 利多 帶動 下 台積電 今 (13) 日 股價 走強 ， 漲幅 逾 2% ， 站穩 多頭 均線 之上 。 |
| 情感比對 | 0 -1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 |
| 情感分數 | 4 | 8 | 12 |

**3.3.7 預測交易日投入之資料時間**

本研究旨在預測股價，並將欲預測股價之當日稱為「預測交易日」，而凡是股市有開市日子都稱為「交易日」，統一用詞防止後續敘述時間造成混淆。

由於本研究輸入多種資料，每種資料都有不同的時間區間，因此需要個別定義。假定預測交易日為2021年12月31日，則將預測交易日前一天的日歷史股價、預測交易日前一天的日新聞情感分數、預測交易日前一天的日分析指標、預測交易日前一月的月分析指標、預測交易日前一季的季分析指標做為特徵輸入模型中，而如果前一日休市而無資料的話，則找最近的交易日遞補資料。資料與資料標籤日期調整範例表3. 13 資料與資料標籤日期調整範例。

表3. 13 資料與資料標籤日期調整範例

|  |  |
| --- | --- |
| 預測交易日之標籤 | 預測交易日之特徵資料 |
| 2021-12-24(五)  收盤價 | 23日歷史股價 23日新聞情感分數 11月分析指標 第三季分析指標 |
| 2021-12-27(一)  收盤價 | 24日歷史股價 26日新聞情感分數 11月分析指標 第三季分析指標 |

**3.3.8 機器學習資料集**

將日歷史股價、日新聞情感分數、日分析指標、月分析指標、季分析指標提取之後，依照預測交易日投入之資料時間製作成資料集，接著將資料集依照最大值-最小值正規化方法正規化。需要將資料集最大值-最小值正規化是因為，每一種特徵的數值範圍都不一樣，例如流動比率的數值只會落在0到1之間，然而營收的數字卻是上億的數字，將會導致機器學習模型受巨大的數字差距影響導致影響學習成效。經過最大值-最小值正規化方法正規化後每一個特徵的數值都會介於0到1之間。

最大值-最小值正規化方法(Min-Max Normalization)

其中為單一屬性資料，為單一屬性資料的最大值，為單一屬性資料的最小值。

最後，將目前為止含有2017年1月1日到2021年12月31日數據集，使用兩種不同的方法切割數據集投入機器學習訓練：

1. 傳統方法：訓練出一個可以預測未來一整年的模型：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 訓練資料集 | 訓練  資料  筆數 | 測試資料集 | 測試  資料  筆數 |
| 2017/01/03 ~ 2020/12/30 | 979 | 2021/01/03 ~ 2021/01/17 | 244 |

依照時間，將2017年1月1日到2020年12月31日切分為訓練資料集(約佔總資料集的80%)，2021年1月1日到2021年12月31切分為測試資料集(約佔總資料集的20%)。

1. 滑動窗格法(sliding window)：訓練資料集和測試資料集隨著時間改變。該法更貼近真實狀況，每一期的訓練均包含了近期的數據。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 期數編號 | 訓練資料集 | 訓練  資料  筆數 | 測試資料集 | 測試  資料  筆數 |
| 1 | 2017/01/03 ~ 2020/12/30 | 979 | 2021/01/03 ~ 2021/01/17 | 10 |
| 2 | 2017/01/03 ~ 2021/01/14 | 989 | 2021/01/17 ~ 2021/01/31 | 10 |
| 3 | 2017/01/03 ~ 2021/01/28 | 999 | 2021/01/31 ~ 2021/02/23 | 10 |
| 4 | 2017/01/03 ~ 2021/02/22 | 1009 | 2021/02/23 ~ 2021/03/10 | 10 |
| 5 | 2017/01/03 ~ 2021/03/09 | 1019 | 2021/03/10 ~ 2021/03/24 | 10 |
| 6 | 2017/01/03 ~ 2021/03/23 | 1029 | 2021/03/24 ~ 2021/04/11 | 10 |
| 7 | 2017/01/03 ~ 2021/04/08 | 1039 | 2021/04/11 ~ 2021/04/25 | 10 |
| 8 | 2017/01/03 ~ 2021/04/22 | 1049 | 2021/04/25 ~ 2021/05/10 | 10 |
| 9 | 2017/01/03 ~ 2021/05/09 | 1059 | 2021/05/10 ~ 2021/05/24 | 10 |
| 10 | 2017/01/03 ~ 2021/05/23 | 1069 | 2021/05/24 ~ 2021/06/07 | 10 |
| 11 | 2017/01/03 ~ 2021/06/06 | 1079 | 2021/06/07 ~ 2021/06/22 | 10 |
| 12 | 2017/01/03 ~ 2021/06/21 | 1089 | 2021/06/22 ~ 2021/07/06 | 10 |
| 13 | 2017/01/03 ~ 2021/07/05 | 1099 | 2021/07/06 ~ 2021/07/20 | 10 |
| 14 | 2017/01/03 ~ 2021/07/19 | 1109 | 2021/07/20 ~ 2021/08/03 | 10 |
| 15 | 2017/01/03 ~ 2021/08/02 | 1119 | 2021/08/03 ~ 2021/08/17 | 10 |
| 16 | 2017/01/03 ~ 2021/08/16 | 1129 | 2021/08/17 ~ 2021/08/31 | 10 |
| 17 | 2017/01/03 ~ 2021/08/30 | 1139 | 2021/08/31 ~ 2021/09/14 | 10 |
| 18 | 2017/01/03 ~ 2021/09/13 | 1149 | 2021/09/14 ~ 2021/09/30 | 10 |
| 19 | 2017/01/03 ~ 2021/09/29 | 1159 | 2021/09/30 ~ 2021/10/17 | 10 |
| 20 | 2017/01/03 ~ 2021/10/14 | 1169 | 2021/10/17 ~ 2021/10/31 | 10 |
| 21 | 2017/01/03 ~ 2021/10/28 | 1179 | 2021/10/31 ~ 2021/11/14 | 10 |
| 22 | 2017/01/03 ~ 2021/11/11 | 1189 | 2021/11/14 ~ 2021/11/28 | 10 |
| 23 | 2017/01/03 ~ 2021/11/25 | 1199 | 2021/11/28 ~ 2021/12/12 | 10 |
| 24 | 2017/01/03 ~ 2021/12/09 | 1209 | 2021/12/12 ~ 2021/12/26 | 10 |
| 25 | 2017/01/03 ~ 2021/12/23 | 1219 | 2021/12/26 ~ 2021/12/29 | 4 |

每一期的訓練集都會新增10筆資料，並預測最近的10天。

**3.4 機器學習**

**3.4.1 多元線性迴歸模型**

使用sklearn套件線性模型中的多元線性迴歸模型，將訓練資料集輸入模型中訓練，接著將測試資料集輸入訓練好的模型中做預測，並將預測結果使用圖形呈現，並計算出模型的RMSE以評估模型表現。

**3.4.2 人工神經網路模型**

使用keras的線性堆疊模型構成多層的神經元模型（圖3. 2 人工神經網路模型架構），將訓練資料集的輸入模型，接著將測試資料集輸入訓練好的模型中做預測，並將預測結果使用圖形呈現，並計算出模型的RMSE以評估模型表現，再持續依照RMSE的成效調整模型參數。



圖3. 2 人工神經網路模型架構

編譯器設置：優化器=SGD、損失函數=MSE。

SGD優化器設置：學習率=0.00001、decay=0、momentum=0.9、nesteroy=True。

模型擬合(fit)時，設置epochs=2000、verbose=0、shuffle=False。

**3.5 系統架設**

執行機器學習任務往往會花費許多時間，因此提高效率是必須的。本研究採用

**3.5.1 多進程訓練模型**

**3.5.2 分散式訓練模型**

|  |  |
| --- | --- |
| 電腦1 | |
| 設備與環境 | 說明 |
| 中央處理器 | Intel® Core™ i7-9700 |
| 記憶體 | 16GB RAM |
| 顯示卡 | - |
| 作業系統 | Windows 10 |
| 開發環境 | Python 3.8 |

|  |  |
| --- | --- |
| 電腦2 | |
| 設備與環境 | 說明 |
| 中央處理器 | Intel® Core™ i7-6700 |
| 記憶體 | 16GB RAM |
| 顯示卡 | GeForce GTX 1060 3GB |
| 作業系統 | Windows 10 |
| 開發環境 | Python 3.8 |

|  |  |
| --- | --- |
| 電腦3 | |
| 設備與環境 | 說明 |
| 中央處理器 | Intel® Core™ i5-8250U |
| 記憶體 | 8GB RAM |
| 顯示卡 | GeForce GTX 1060 3GB |
| 作業系統 | Windows 10 |
| 開發環境 | Python 3.8 |

**3.6 成果評估方法**

**3.6.1 情感分數評估指標**

使用準確率(Accuracy)做為情感分數的評估指標，評估分數與股市漲跌幅之間的關係。

從圖表上觀察情感分數的分布狀況，並觀察其與股價漲跌狀況的準確率。若情感分數為正數且隔一天股市上漲，則該類別為TP(True Positive)；若情感分數為負數且隔一天股市下跌，則該類別為TN(True Negative)；若情感分數為正數且隔一天股市上漲，則該類別為FP(False Positive)；若情感分數為負數且隔一天股價上漲，則該類別為FN(False Negative)。

**3.6.2 機器學習模型評估指標**

使用判定係數(coefficient of determination, )、均方根誤差(Root Mean Squared Error, RMSE)機器學習模型評估指標，評估預測成果。

RMSE可以透過預測資料與真實資料間的差距評估預測效能，算法為：

其中m為預測資料總數，為真實資料，即真實收盤價；為預測資料，即預測收盤價。

# 實證結果與分析

**4.1 實驗設計**

為測試模型的預測效能，本研究進行以下實驗設計：

1. 情感分數對應資料的準確率

查看情感分數的正確率

大於等於0，上漲

小於0，下跌

準確率🡺 0.5666

情感分數用Minmaxscale分四段

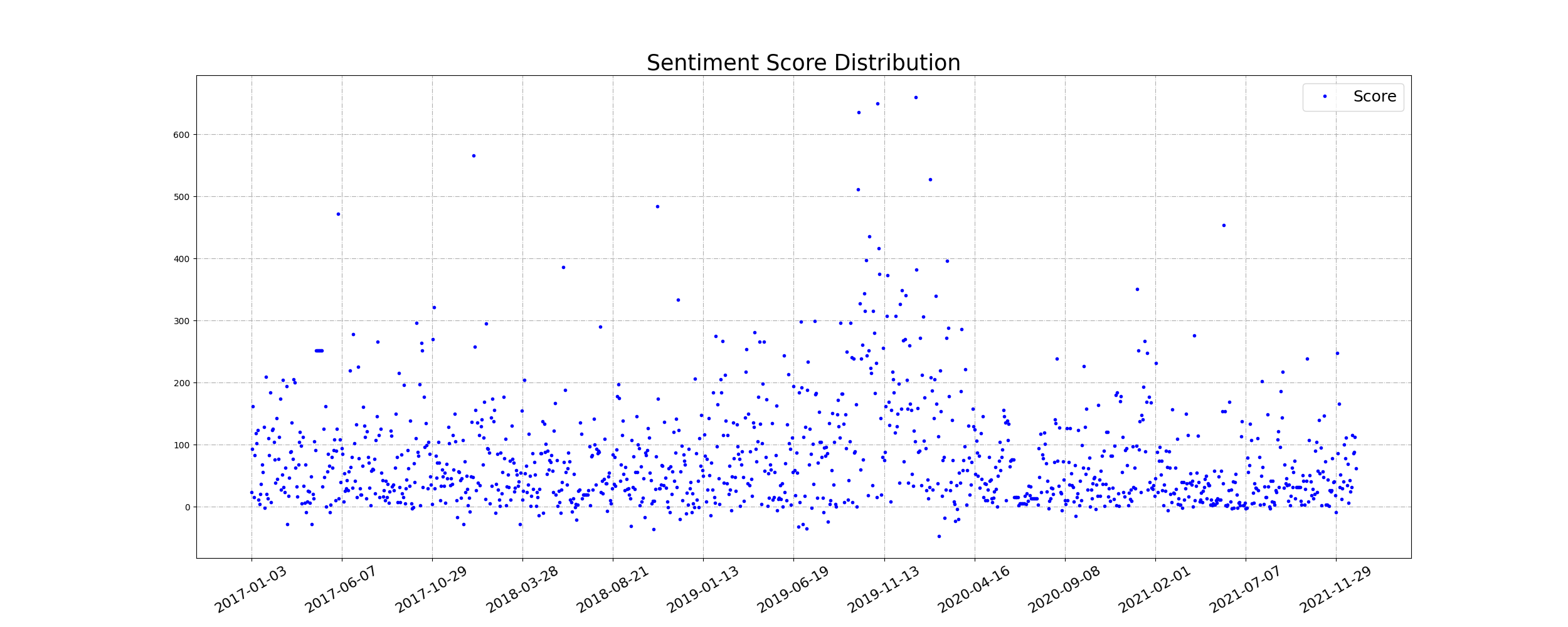
漲跌幅用Minmaxscale分四段

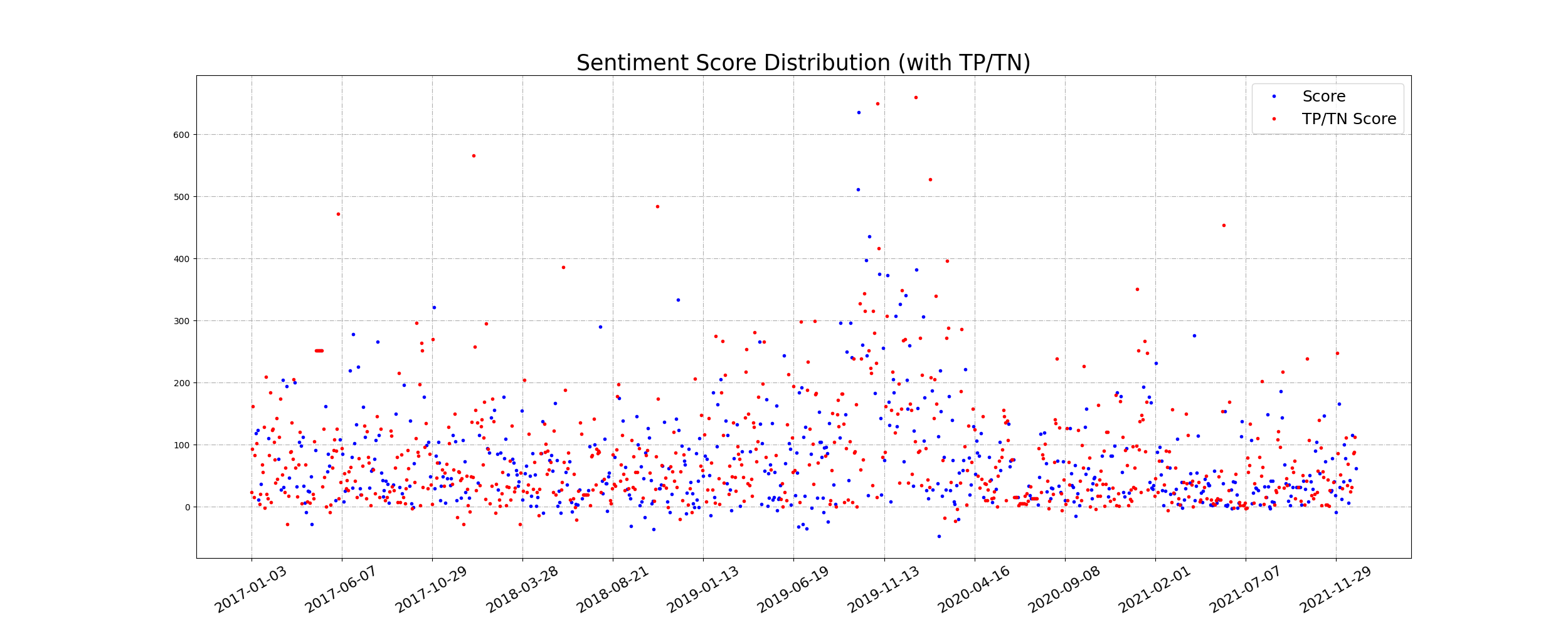
如此一來，依著漲跌幅變成四種分類，這邊想強調的應該是兩者要有類似於正比的關係，而在某一種段落的準確率會極高，應該吧XD

1. MLR、ANN法一法二的RMSE表現
2. 探討使用多元特徵輸入模型的預測股價方法是否合適
3. 分散式運行的效能
4. 模擬投資(投資策略)

新聞篇數統計

情感分數





|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 情感分數區間 | 準確率 | 出現次數 |
| 600~699 | 0.6667 | 3 |
| 500~599 | 0.6667 | 3 |
| 400~499 | 0.8000 | 5 |
| 300~399 | 0.5000 | 20 |
| 200~299 | 0.6795 | 79 |
| 100~199 | 0.5496 | 242 |
| 0~99 | 0.5683 | 815 |
| -99~-1 | 0.4510 | 56 |
| 總計 | | 1223 |

# 參考文獻

[1] 歷年股票市場概況表 URL: https://www.twse.com.tw/zh/statistics/statisticsList?type=07&subType=232

[2] 投資人類別交易比重統計表URL: https://www.twse.com.tw/zh/statistics/statisticsList?type=07&subType=262

[3] 年度上市公司資本來源明細表年報 URL: https://www.twse.com.tw/zh/statistics/statisticsList?type=07&subType=257

[4] 黃巧雯， “台灣政治循環下股票市場投資組合績效之探討”， 國立高雄第一科技大學，高雄市。

[5] M. Costola, M. Nofer, O. Hinz, and L. Pelizzon, “Machine Learning Sentiment Analysis, Covid-19 News and Stock Market Reactions,” *SSRN Electron. J.*, 2020.

[6] X. Kewei and L. Yuanyuan, “A-share Stock Reactions to the Approval of COVID-19 Vaccine Clinical Trial: An Event Study Model of Listed Pharmaceutical Firms’ Returns,” *2020 2nd International Conference on Economic Management and Model Engineering (ICEMME)*, pp. 404–407, Nov. 2020, Chongqing, China.

[7] J. Liu, Z. Lu, and W. Du, “Combining Enterprise Knowledge Graph and News Sentiment Analysis for Stock Price Prediction,” Hawaii International Conference on System Sciences, 2019.

[8] A. Chatterjee, H. Bhowmick, and J. Sen, “Stock Price Prediction Using Time Series, Econometric, Machine Learning, and Deep Learning Models,” *2021 IEEE Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon)*, pp. 289–296, Oct. 2021, Hassan, India.

[9] P.-C. Lan, W.-L. Kung, Y.-L. Ou, C.-Y. Lin, W.-C. Hu, and Y.-H. Wang, “Machine learning model with technical analysis for stock price prediction: Empirical study of Semiconductor Company in Taiwan,” *2019 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*, pp. 1–2. Dec. 2019, Taipei, Taiwan.

[10] 邱彥誠， “應用人工智慧於股市新聞與情感分析預測股價走勢”， 國立臺北大學資訊管理研究所碩士論文，新北市。

[11] Q. Li, T. Wang, P. Li, L. Liu, Q. Gong, and Y. Chen, “The effect of news and public mood on stock movements,” *Inf. Sci.*, vol. 278, pp. 826–840, Sep. 2014.

[12] Y. Hu, K. Liu, X. Zhang, L. Su, E. W. T. Ngai, and M. Liu, “Application of evolutionary computation for rule discovery in stock algorithmic trading: A literature review,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 36, pp. 534–551, Nov. 2015.

[13] Z. D. Aksehir and E. Kilic, “Prediction of Bank Stocks Price with Reduced Technical Indicators,” *2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, pp. 206–210, Sep. 2019, Samsun, Turkey.

[14] V. Kalyanaraman, S. Kazi, R. Tondulkar, and S. Oswal, “Sentiment Analysis on News Articles for Stocks,” *2014 8th Asia Modelling Symposium*, pp. 10–15, Sep. 2014, Taipei, Taiwan.

[15] Fugle. URL: https://www.fugle.tw/

[16] FinMind. URL: https://finmind.github.io/

[17] jieba. URL: https://github.com/fxsjy/jieba

[18] CkipTagger URL: https://github.com/ckiplab/ckiptagger

[19] NTUSD. URL: http://nlg.csie.ntu.edu.tw/download.php

[20] R. I. Rasel, N. Sultana, and N. Hasan, “Financial instability analysis using ANN and feature selection technique: Application to stock market price prediction,” *2016 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISET)*, pp. 1–4, Oct. 2016, Dhaka, Bangladesh.