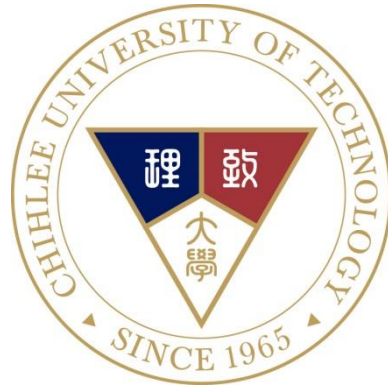


致理科技大學財務金融系  
財金實務專題



AI 智能語音股市機器人-日常投資好幫手

指導教授：蔡淵輝

學生：

李冠儀、陳巧芸、李靜怡

彭顛睿、陳薇宇、楊世安

中華民國 112 年 5 月



# 題目：AI 智能語音股市機器人-日常投資好幫手

學生：李冠儀、陳薇宇、陳巧芸、李靜怡、楊世安、彭顛睿

## 摘要

摘要內文：

人工智慧技術大量商業化的時代已經到來，而 AI 技術開始在各個服務業的應用產生多重的可能樣貌。在投資方面，市面上雖然已經有許多的投資工具，但在操作這些工具除了需要具備一定的財金相關知識外，也可能因為不夠熟悉各個系統的操作，將會導致無法將系統的功能發揮到極致。AI 智能語音股市機器人不須另外安裝 APP，且提供語音輸入、24HR 即時問答等功能，可以使得一般投資人、專業投資人甚至是教學使用更快上手。

關鍵字：AI 機器人,股市投資

# 目錄

壹、緒論.....	5
一、研究動機.....	5
二、研究目的.....	8
貳、內容要點.....	11
一、市場分析.....	11
二、操作優勢.....	11
參、使用對象.....	13
一、教學人員.....	13
二、一般投資人.....	13
三、專業投資人.....	13
肆、商業匯總模式.....	15
伍、研究方法、進行步驟說明.....	16
一、架設財經資料庫.....	16
二、語音分析系統.....	17
三、語意分析處理.....	17
四、機器學習.....	18

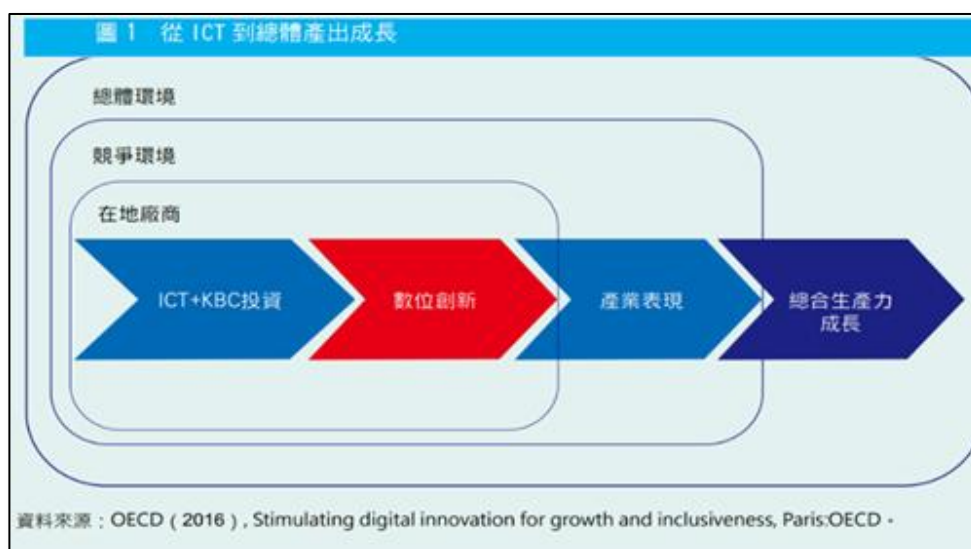
陸、甘特圖.....	20
柒、實證結果.....	21
捌、參考文獻.....	24

# 壹、緒論

## 一、研究動機

近年來，數位經濟的發展蔚為世界潮流。隨著網路的快速發展及行動通訊科技的崛起，加上大數據、雲端運算、物聯網等科技的日趨成熟，全球經濟發展進入嶄新的紀元，也對傳統的經濟、產業發展模式，帶來重大的挑戰與考驗。OECD 於 2016 年 6 月發布的「刺激數位創新以達成長及包容」(Stimulating digital innovation for growth and inclusiveness) 報告，根據報告中引用 Melville et al.(2004)及 Andrews and Criscuolo(2013) 所提出的 IT 商業模型 (IT Business Model) 顯示，ICT 及 KBC 的投資將帶動數位創新，進而提高商業表現 (如更高的生產力、獲利能力和市占率)，最終導致更高的經濟成長。(如圖 1)

圖 1：ICT 到總體產出



根據該報告指出，數據和相關分析將成為企業進行創新和研發的必備工具，其中，數據更是不可或缺的關鍵資源，而善用數據和分析工具的廠商較有意願從事創新。諸多證據顯示，採取數據驅動創新 (data-driven innovation, DDI) 方式之廠商，生產效率較未採取數據驅動創新方式之廠商高出 5-10%，且廠商的創新表現和是否使用資通訊科技及數據分析有高度相關。其次，報告中還指出，僅對資通訊科技 (ICT) 進行投資是不夠的；若要有效的運用資通訊科技 (ICT) 技術及數據資料，必須要對具互補性的知識資本 (KBC) 進行額外的投資，特別是相關知識、技術

(know-how) 及新商業模式的組織改變。

人工智慧技術大量商業化的時代已經到來，藉由以智慧音箱所建構的 AI 智能服務將有機會成為不同產業領域的經營成功的重要關鍵因素 (Hsiao et. al., 2016)。可以預見的是 AI 的發展勢必開始對人類社會的生活與工作產生影響，而 AI 的發展也勢必會讓人類與機器必須親密的共同合作，如果說現在是「互聯網+」時代，那麼下一個盛世就是「AI+」的時代。智慧音箱拓展了人與機器溝通的嶄新概念，讓人與機器互動的過程得以更為人性化。然而，智慧音箱的出現，也逐步誕生了人機合作的多元型態，並讓 AI 技術開始在各個服務業的應用產生多重的可能樣貌。若能夠探討此類 AI 服務(智慧音箱)的使用意向，將有助於我們釐清有哪些因素是建構 AI 應用服務時的重要影響因子。智慧音箱是未來各國 AI 發展的重要經營模式，藉由智慧音箱不但可以優化現有服務產業的服務流程，同時也可以經其自然語言處理技術與 AI 翻譯技術進一步增加各個領域產業的多元應用。人工智慧在協助開發人員處理基於 AI 的 Web 服務組合中的所扮演的角色，該研究除了描述使用 AI 探索替代解決方案的當代方法的特徵外，該研究的結果也發現利用 AI 進行語義分析來生成且適應不同變化的 Web 之服務組合是一個可行的方向 (Rodríguez et al., 2015; Guang et al., 2014; Gupta et al., 2004)。語音情緒辨識是屬於情感運算(Affective Computing)的一部分。Picard 教授在書中描述情感運算的應用以及其重要性(Picard, 1997; Kaya et al., 2018)。El Ayadi et al. (2011)為語音情緒辨識之調查，針對設計語音情緒辨識系統有三個方面，分別是選擇合適的語音特徵、設計合適的分類方法以及正確的準備情緒語料庫及評估系統效能 (Eyben et al., 2013)。

數位化人機互動(Human-Computer Interaction)在近年來已經成為一個潮流，其中金融科技 (FinTech) 在全球金融業已引領一股創新風潮，並對傳統金融機構所提供之服務造成巨大衝擊。金融管理委員會 (金管會) 宣布 2014 年為臺灣「金融科技元年」，金融產業逐年成長，自動化投資理財顧問服務隨之興起，不同於以往以關鍵字作為基礎，深度學習能夠讓互動對話需更自然，運用認知技術建立人性化服務不斷的訓練擴

增智慧，進行語意分析及辨識，操作者即使不知道正確的關鍵字，也能用最自然的對話方式尋得答案，讓投資資訊機器人顯得更具人性化與溫度。

然而，過去我們知道電腦可以解讀程式語言，而對於口語表達的語言(自然語言)，電腦還尚未能像人類一樣輕易理解。使得機器學習自然語言的相關技術，可說是建置更為強大的聊天機器人的重要關鍵因子。一門語言的基底是由文字所構成的，機器必須先理解文字代表的意義，才能經由語言轉換語音而回答出正確的答案，從小愛機器人、助理小冰、Alexa、Siri 等，已經能看到近幾年 AI 語言技術商業化的成功所在。

而聊天機器人由於不必額外下載安裝應用程式的特性，使其成為一大串流平台，但其最重要的商業價值在於串接企業業務、引導客戶快速完成流程，而不是僅僅作為回答問題的客服。因此本計畫的宗旨就是希望透過我們每天都會用到的數位電子產品還有通訊軟體，讓我們可以透過手機讓機器人輔佐我們可以更快速獲得需要的金融資訊。



## 二、研究目的

隨著資訊越加透明化及政府政策的鼓勵，可發現個人投資人（Retail Investor）及年輕族群的投資參與度逐漸上升。以美國股市為例，專以服務個人投資人為主的美國數位新創券商 Robinhood 的用戶數截至 2020Q2 已達 1,300 萬人，較 2019 年底的 1,000 萬明顯成長，又如富途牛牛 2021Q1 總開戶數達 195.7 萬人，YoY+1.4 倍；另根據 Citadel Securities 統計，美國個人投資者的日均交易量佔整體美股市場比例亦從 2019 年的 10% 提高至 2020 年 20%，顯示個人投資者除了人數增加外，對整體市場的交易貢獻也越來越大。

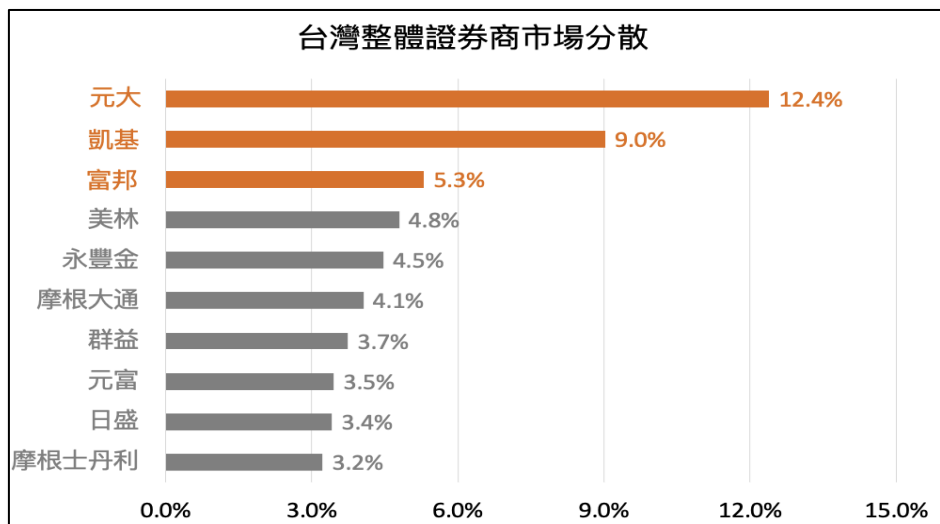


圖 2：台灣整體證券商市場分散

然而目前股市投資人眾多，據臺灣證券交易所的統計資料顯示，民國 110 年 6 月的開戶之投資人年齡分布顯示，61 歲以上佔了 29%，51-60 歲佔了 20% (詳見圖 3)。調查顯示，65 歲以上未退休長者，以股票做為主要理財工具的比率高達六成，在所有年齡層占比達到最高，55 至 64 歲族群投資工具以股票為主的，也佔了 53.7%。

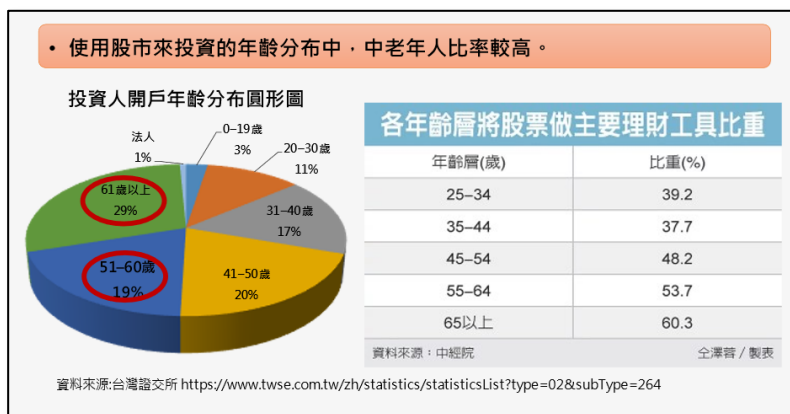


圖 3：使用股市投資年齡分布

根據上述資訊可統計出臺灣大多是 50~65 歲之中老年人為主要投資大戶，部分已退休時間彈性可隨時觀察股市變化，且資金也較青年人雄厚。臺灣股票投資市場的主力中老年族群在使用數位裝置上比例逐年增高，且網路使用比例也達將近八、九成。除了有基本的智慧型裝置外，網路的發達也增加投資者使用的意願。各大金融業者因應全球趨勢陸續將理財工具數位化，且中老年人口使用網路比例提高三倍，電腦使用率也降低兩倍。

於疫情爆發後，尚未數位化的銀行業者面臨存活難關。而前幾年受到許多投資者關注的比特幣(bitcoin)，投資者需要一定程度的外語能力，操作電腦介面等等，然而對於國內之中老年投資者在沒有這樣的能力之下，會優先考慮開戶容易之證券戶頭，且投入資金門檻低彈性高。此外，本土股市資訊與操作介面也都是中文的，能排除語言障礙。然而現代人多用手機或智慧型平板進行股票交易，鮮少人使用電腦，而手機面板從 4 吋至 7 吋左右，各廠商旗艦機型大概都在 6 吋，對於老花人士操作上非常吃力。Mohadisdudis and Ali (2014)的研究也指出視力障礙、對使用技術設備及其先進功能缺乏興趣和知識等多種原因，導致年長者在使用智能手機方面存在困難。



圖 4：使用者實際體驗分析

綜上所述，本計畫擬研發並導入尖端創新技術，整合金融科技 (Fintech)、雲端計算(Cloud computing, Xiao et al., 2020)、DEA、人工智慧 (Artificial intelligence; Fethi and Pasiouras, 2010)、機器學習(Machine learning; Zhang and Ram, 2000)、大數據(Big data; Khezrimotlagh et al., 2019)等創新技術，開發建置「AI 智能語音股市投資分析系統」，提供雲端運算後可利用之資訊，協助解決投資分析等高階難題(如圖 4)。

從 Cmoney 財金資料庫下載需符合 ESG 公司之財務報表，使用價值投資方法『班傑明·葛拉漢(Benjamin Graham)與華倫·巴菲特(Warren E. Buffett)』作為選股條件，將分析篩選後之結果，利用 Python 與之 flask 功能並且串接 Linebot-sdk，接篩選後結果在 Line@上應用展示。

## 貳、內容要點

### 一、市場分析

現在市面上已有許多投資工具，像是網頁版的鉅亨網、Yahoo 股市、財經 M 次方、Goodinfo!；APP 則是有投資先生、三竹股市、籌碼 K 線；電腦安裝系統版本有法人投資決策系統、XQ 全球贏家等…。

但在操作這些工具上較為繁雜，使用者除了需要具備一定的財金相關知識，同時又要學習不同系統的操作方式，且系統條件篩選單一設定，如同時有多個條件，則需分別輸入，若因為不夠熟悉各個系統的操作，將會導致無法將系統的功能發揮到極致。

因此我們發想出了「AI 智能語音股市機器人」，使用者在操作投資工具時，不須另外安裝其他 APP 或是尋找適合的投資工具網頁，在 LINE 上即可操作。並且 AI 智能語音股市機器人結合了 24HR 即時問答、複合式條件查詢等功能，介面也以圖文選單的方式呈現查詢功能，讓使用者在操作投資工具時能一目了然查詢功能且更加的快速方便。

### 二、操作優勢

AI 智能語音股市機器人在操作方面有以下幾個優勢：

#### (一) 不須另外安裝

我們將 AI 智能語音股市機器人與 Line@做結合，Line 作為現代人的日常生活當中已成為不可或缺的通訊軟體，投資人在使用這項功能時，不必另外下載其他 APP 即可使用。

#### (二) 語音輸入功能

根據統計臺灣大多是 50~65 歲之中老年人為主要投資大戶，中老人在打字輸入上較容易出現不便，在閱讀上也較為吃力，因此 AI 智能語音股市機器人特別結合語音輸入，即便不會打字又或是不會使用界面上的操作按鈕，只要說出想詢問的股市相關問題，AI 智能語音股市機器人就能回覆使用者的問題。

#### (三) 24HR 即時問答

根據 2022 臺灣網路調查顯示出，臺灣行動寬頻的使用普及率高達 81.47%，其中為臺灣主要投資大戶的 50~59 歲中老年人使用智慧

型手機及無線上網者的比率也高達 89.7%；且手機在現代人的生活當中也變成形影不離的物品，相較電腦來說攜帶也較為方便。

使用者 24 小時不受到時差的影響，無論何時何地是透過打字或是語音輸入，AI 智能語音股市機器人皆能立即回覆使用者，使得使用者能夠隨時瞭解股票市場最新情況。

#### (四) 一問一答查詢

AI 智能語音股市機器人面對使用者提出的所有問題都能做出相對應的回覆，精準分析使用者的問題。在一次又一次的問答對話當中，可以不斷的優化機器人判斷意圖的精準度與廣度，讓 AI 智能語音股市機器人的回覆越來越接近使用者的需求。

例如：使用者輸入任意一家公司的名稱或是股票代號，系統將自動回覆完整的公司名稱、股票代號、最新一筆收盤價、成交筆數與資料日期；如輸入的資料機器人無法辨識，使用者則是會得到查無此資料的回覆。

#### (五) 圖文選單

我們收集了十大投資人最關注的幾個股市問題，在 AI 智能語音股市機器人介面上的按鈕會自動出現，使用者只要點選按鈕不需再輸入問題即可獲得相對的問題回覆，引導使用者操作流程方便快捷搜尋，讓使用者體驗優化。

#### (六) 複合式條件查詢

使用者在查詢問題時不會只輸入單一指令，雖然複合式條件查詢功能在電腦 AP 版本皆可以做到，但手機 APP 版本寥寥無幾，因此我們想利用資料庫組合比對的方式，提供複合式條件篩選功能，利用交集的概念，去找出使用者想要得到的資訊。

AI 智能語音股市機器人在 LINE@ 上能同時輸入多個條件，且在資料輸入的同時完成計算與整理。

## 參、使用對象

### 一、教學人員

財金系有許多的課程都需要使用到投資工具查詢資料，但在操作這些工具時，常因步驟繁多或是學生不了解操作方式，而導致操作時間過長。

如將其用於財金系相關課程教學使用，取代繁雜的網頁(ex,鉅亨網、財經 M 平方等)、系統(ex,Cmoney 等)操作。能於課堂上快速搜尋到所需資料，節省操作時間。

### 二、一般投資人

係指自己看盤、下單交易的投資人，一般稱為散戶。雖散戶大部分個別投入的資金並不多，通常介於幾萬元至幾十萬元不等，但因人數相當多，加總起來仍約占每日台股成交量的五成，然而也因人數眾多，各自都有各自的操作想法，所以難以彙整成一個統一的力量去左右某支個股的未來趨勢。

市面上雖已有許多投資工具提供投資人使用，但在操作這些工具上仍需具有相關的財金知識又或是因不夠熟悉系統的操作，而導致無法將系統功能發揮到極致。

然而使用 LINE@除了不須下載多個 APP，僅須在 LINE 上即可操作外，採用的問答方式以及圖文選單引導操作流程，可清楚瞭解頁面功能，方便快速搜尋，以提供做為投資決策。

### 三、專業投資人

係指符合一定條件，並以書面向信託業、證券商或保險業申請為高淨值投資法人、專業投資人之法人或基金，或專業投資人之自然人，其中自然人應符合：

(一) 提供新臺幣三千萬元以上之財力證明；或單筆投資逾新臺幣三百萬元之等值外幣，且於該受託、銷售機構之存款及投資(含該筆投資)往來總資產逾新臺幣一千五百萬元，並提供總資產超過新臺幣三千萬元以上之財力證明書。

(二) 投資人具備充分之金融商品專業知識、交易經驗。

(三) 投資人充分了解受託或銷售機構受專業投資人委託投資得免除之責任後，同意簽署為專業投資人。

在投資界相當有影響力的兩位人物：

一位是被譽為價值投資之父的「班傑明·葛拉漢(Benjamin Graham)」—班傑明·葛拉漢的投資理念十分強調投資者的個人心理以及債務情況，強調投資者須在安全情況範圍內購買。所提出的投資理論有：橫斷法、預期法、安全邊際、投資事業化管理。

一位是被稱為奧馬哈的神諭的「華倫·巴菲特(Warren E. Buffett)」—以長期的價值投資與簡樸生活聞名，由於巴菲特投資股票的眼光獨到又奇特，信奉所謂「價值投資法」，投資哪種產業的股票該產業就會走紅。因此巴菲特被眾多投資人尊稱為「股神」。

而 LINE@也使用了價值投資法，「班傑明·葛拉漢(Benjamin Graham)與華倫·巴菲特(Warren E. Buffett)」來作為選股條件，對於提供給專業投資人較有說服力。

## 肆、商業匯總模式

Key Partners (關鍵合作夥伴)	Key Activities (關鍵活動)	Value Proposition (價值主張)	Customer Relationships (顧客關係)	Customer Segments (目標客層)
1.財務資訊公司 2.學校專業教授 3.業界專家 4.專業技術人員	1.金融資訊介面開發 2.金融資訊語意分析 3.一問一答查詢 4.圖文選單 5.複合式條件查詢	1.提供即時性雲端分析系統，各項財務資訊分析及處理 2.提供完整 API 連結，從蒐集、分析、決策至下單之完整商業服務工具	提供資訊智慧化服務及專家技術指導	1.銀行業 2.一般投資者 3.中小型企業 4.大專院校
	Key Resources (關鍵資源)		Channels(通路)	
	1.建立商業標準 2.建立品牌 3.提出專利		提供人員直接協助及雲端服務	
Cost Structure (成本結構)		Revenue Streams (收益流)		
1.聘請業界專家指導 2.硬體設備 3.內部員工		產品/服務	權利金收入	其他收入
		1.產品服務收入 2.AI 分析系統	技術指導授權	廣告收入

表 1:商業模式匯總分析表



## 伍、研究方法、進行步驟說明

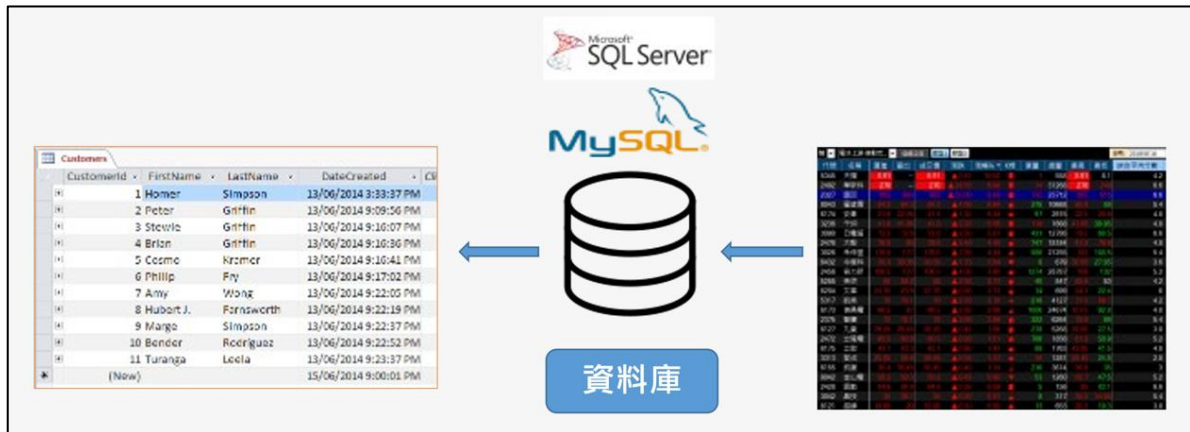
為了能如期如質的完成專題報告，以下系統開發所需使用之環境與技術、資料來源及預期系統功能等，相關說明如下：

本計畫擬研發並導入尖端創新技術，整合金融科技(Fintech)、雲端計算(Cloud computing, Xiao et al., 2020)、DEA(Lu et al., 2016; Khezrimotlagh et al., 2019)、人工智慧(Artificial intelligence; Fethi and Pasiouras, 2010; Paul et al., 2021; Codlin et al., 2021)、機器學習(Machine learning; Zhang and Ram, 2000)、大數據(Big data; Khezrimotlagh et al., 2019)等創新技術，開發建置「AI 智能語音股市投資分析系統」，提供雲端運算後可利用之資訊，協助解決投資分析等高階難題。

開發建置「AI 智能語音股市投資分析系統」將分為幾大步驟：

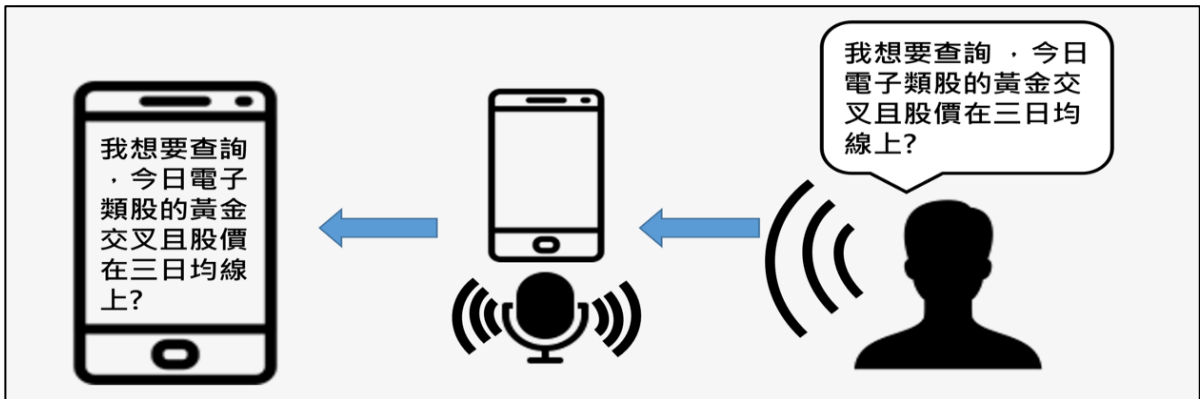
(一)架設財經資料庫；(二)語音分析系統；(三)語意分析處理；(四)機器學習

### 一、架設財金資料庫



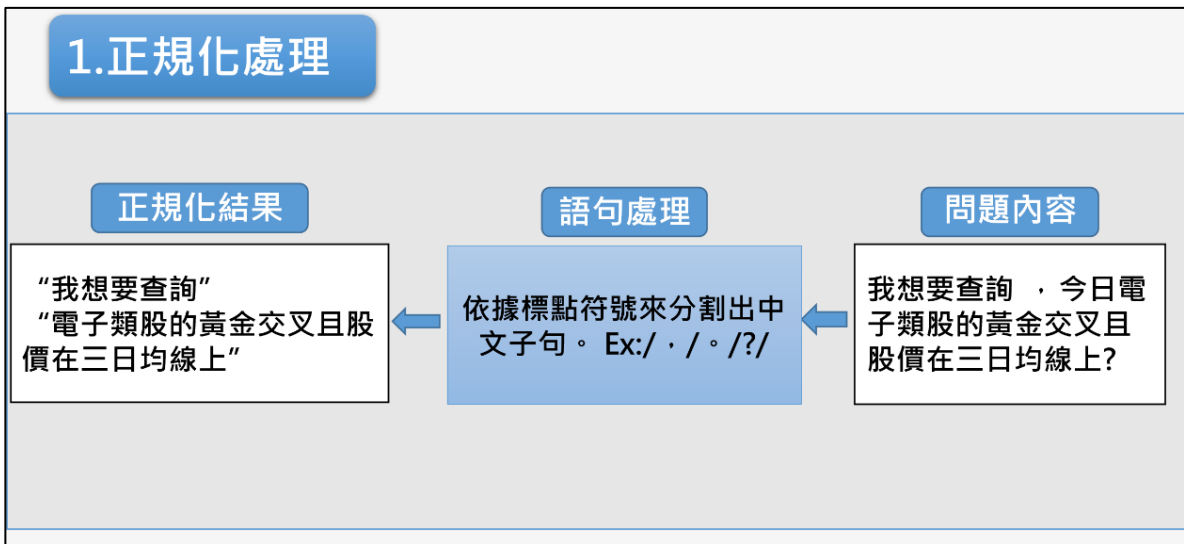
- 使用 MySQL、SQL Server 等軟體，來製作財經資料庫。
- 以便使用者以語音查詢資料時，即時分析查詢找出正確答案回覆使用者。

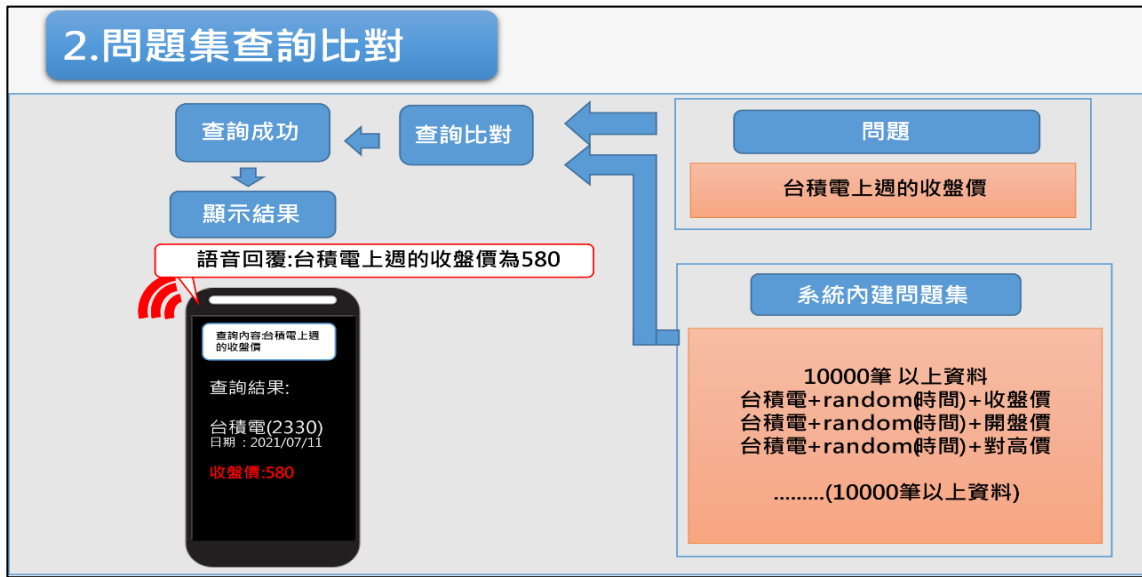
## 二、語音分析系統



- 透過手機麥克風把使用者的問題轉換為文字內容。
- 採用資料探勘分析與文字探勘分析，利用演算法去計算出，並免產生打錯字的痛苦。
- 將文字進行正規化處理，切分出多個子句，以利下步驟的分析。

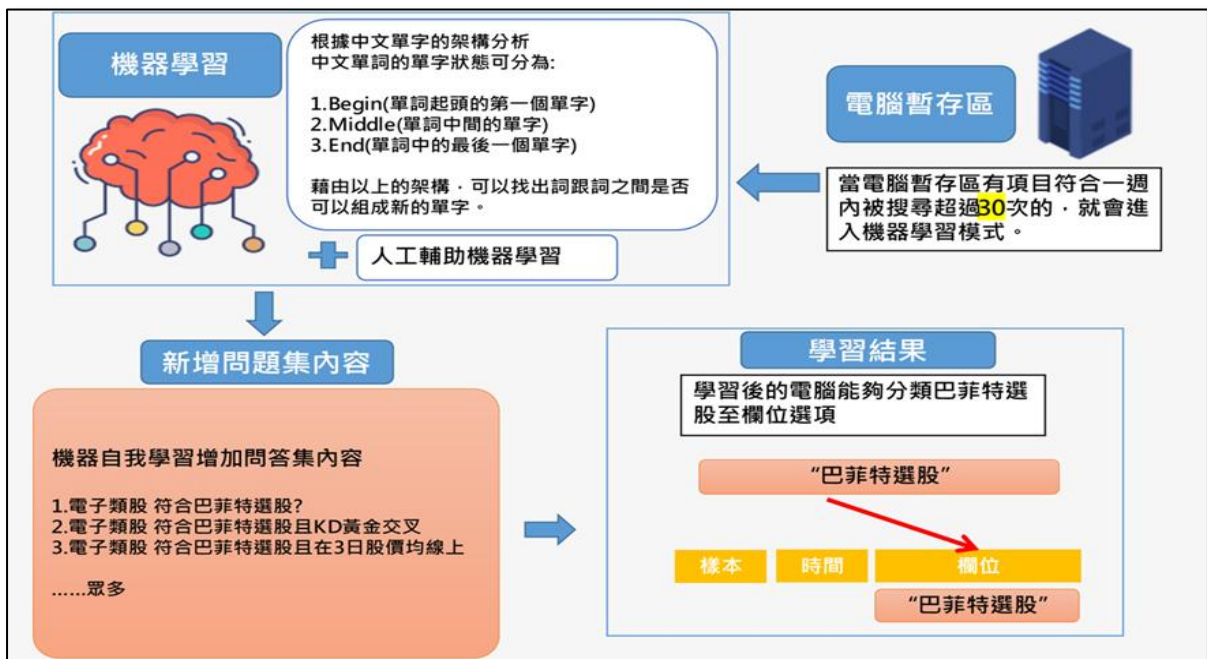
## 三、語音分析處理

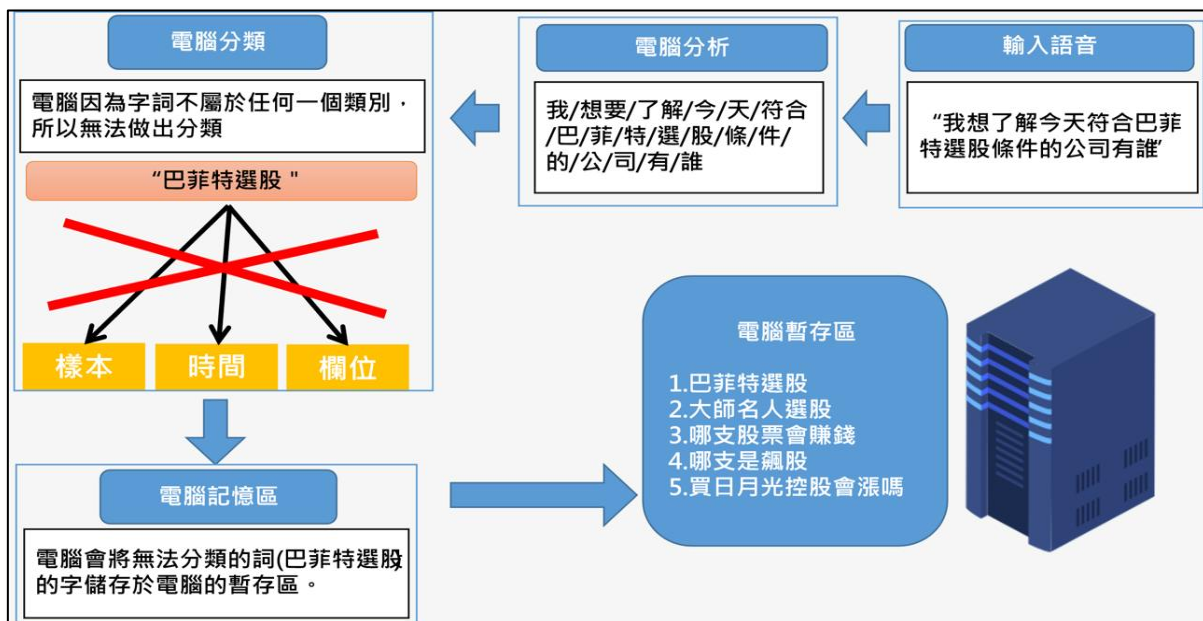




- 將問題放入系統內建問題集中做比對，如果有比對到對應的答案，就將結果輸出給使用者。

## 四、機器學習





- 藉由中文單字的架構、人工輔助，來學習新的詞彙以及類別。
- 電腦暫存區：當電腦暫存區有項目符合一週內被搜尋超過30次的，就會進入機器學習模式。
- 機器學習：會根據中文單字的架構分析可分為
  1. lBegin(單詞起頭的第一個單字)
  2. Middle(單詞中間的單字)
  3. End(單詞中的最後一個單字)
- 新增問題集內容：機器會自我學習增加問答集內容
- 學習結果：學習後的電腦能夠分類巴菲特選股至欄位選項

## 陸、甘特圖

為能讓本計畫案能如期如質地執行，訂定以下之研究進度甘特圖（如下圖），概定時間自 111 年 06 月 01 日起至 112 年 05 月 31 日止。

Tasks	2個月	4個月	6個月	8個月	10個月	12個月
確定專題研究方向						
收集投資人疑問						
設計Line@提供服務項目						
設計圖文選單內容						
與工程師串接服務項目建置						
與工程師串接圖文選單建置						
產品使用測試						
產品Bug修正						

## 柒、實證結果

### Step.1 一問一答

透過預先寫入資料庫的問答及回答問題

操作範例如右圖：



### Step.2 股市基本查詢

透過公司代號或公司名稱查詢最新一筆收盤價、成交筆數與資料日期

操作範例如右圖：



### Step.3.1 資料庫欄位查詢

透過複合式語法查詢符合條件的公司名稱

規則如下:

1. 公司類別後須加關鍵字“的”

只限開頭且單筆方式(例如：正確：“水泥工業的”，

錯誤：“水泥工業”，

“水泥工業或航運業的”)

公司總類別：

水泥工業	食品工業	塑膠工業	紡織纖維
電機機械	電器電纜	化學工業	生技醫療
玻璃陶瓷	造紙工業	鋼鐵工業	橡膠工業
汽車工業	半導體	電腦及週邊設備	光電
通信網路	電子零組件	電子通路	資訊服務
其他電子	建材營建	航運業	觀光事業
金融保險	貿易百貨	油電燃氣	存託憑證
其他	農業科技	文化創意	電子商務

### Step.3.2 資料庫欄位查詢

2. 欄位條件彼此間須加關鍵字“且”

例如：正確：“收盤價 $\geq$ 10 且收盤價 $<$ 30”，

錯誤：“收盤價介於 10 與 30 之間”，

“收盤價 $\geq$ 10，收盤價 $<$ 30”

欄位條件可接受下列方式:

1.  $>$  或 大於
2.  $<$  或 小於
3.  $\geq$  或 大於等於
4.  $\leq$  或 小於等於

例如：正確：“收盤價 $\geq$ 10”，

<p>“收盤價大於等於 10”， 錯誤：“收盤價 10”， “收盤價=30”</p>	
<p>操作範例如右圖：</p>	 <p>The screenshot shows a mobile application interface for stock analysis. At the top, there's a header with a back arrow, the number '28', and the text '致理漫遊股市分析'. Below this is a search bar and a menu icon. The main content area displays a line chart for stock '2330 台積電' (TSMC) with data points from 03-09 to 03-17. Below the chart, the closing price is listed as 533.0, with 15962 transactions and data from 2023-03-31. There are buttons for '預測最低價', '預測最高價', and '詳細資料'. At the bottom, a chat message is visible, enclosed in a red box. The message text is: '航運業的成交股數 &gt;= 10000000 且收盤價 &gt; 10 且收盤價 &lt; 30'. The sender is identified as '華航' and '長榮航'.</p>

表 2：實證解說



## 捌、參考文獻

### 一、中文文獻

1. 沈榮津(2020)，台灣經濟發展的利多與機會，財團法人中華經濟研究院。
2. MIN LIN，疫情翻轉全球股市？台灣證券業的下一步，台灣證券交易所
3. 2022 臺灣網路報告，臺灣資訊社會研究學會

[https://report.twinc.tw/2022/assets/download/TWNIC\\_TaiwanInternetReport\\_2022\\_CH.pdf](https://report.twinc.tw/2022/assets/download/TWNIC_TaiwanInternetReport_2022_CH.pdf)

4. 專業投資人定義 <http://www.selaw.com.tw/LetterContentRef.aspx?Soid=7194>

5. 一般投資人定義 <https://histock.tw/blog/histock1688/100>

6. 班傑明·葛拉漢

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9C%AC%E6%9D%B0%E6%98%8E%C2%B7%E6%A0%BC%E9%9B%B7%E5%8E%84%E5%A7%86>

7. 華倫·巴菲特

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B2%83%E4%BC%A6%C2%B7%E5%B7%B4%E8%8F%B2%E7%89%B9>

### 二、英文文獻

1. Andrews, D. & Criscuolo, C.(2013), Knowledge-Based Capital, Innovation and Resource Allocation, OECD Economics Department Working Papers 1046, OECD Publishing.
2. Codlin, A.J., Dao, T.P., Vo, L.N.Q. et al.(2021). Independent evaluation of 12 artificial intelligence solutions for the detection of tuberculosis. *Sci Rep* 11, 23895. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03265-0>.
3. Digital News Asia, Digitalisation to drive Asia's higher education IT spending to US\$10.4bil, See: <https://www.digitalnewsasia.com/digital-economy/digitalisation-to-drive-asia-higher-education-it-spending-to-usd10bil>.
4. Eyben, F., Weninger, F., Groß, F., & Björn, S.(2013), Recent developments in opensmile, the munich open-source multimedia feature extractor. in *Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia*. 2013. ACM.

5. Fethi, M.D., & Pasiouras, F. (2010), Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey, *European Journal of Operational Research* 204(2), 189-198.
6. Guang, L., Nigussie, E., Plosila, J., & Tenhunen, H. (2014), Positioning Antifragility for Clouds on Public Infrastructures, *Procedia Computer Science*, 32, 856-861.
7. Gupta, A., Su Bo-chiuan & Zhiping W. (2004), An Empirical Study of Consumer Switching from Traditional to Electronic Channels: A Purchase- Decision Process Perspective, *International Journal of Electronic Commerce*, 8(3), 131-161.
8. El Ayadi, M., Kamel, M.S., & Karray, F. (2011), Survey on speech emotion recognition: Features, classification schemes, and databases. *Pattern Recognition*, 44(3): p. 572-587.
9. Hsiao, M. H. (2009), "Shopping mode choice: Physical store shopping versus e-shopping," *Transportation Research Part E*, 45, 86-95.
10. Kaya, H. & Karpov, A.A. (2018), Efficient and effective strategies for cross-corpus acoustic emotion recognition. *Neurocomputing*, 275, 1028-1034.
11. Khezrimotlagh, D., Zhu, J., Cook, W.D., & Toloo, M. (2019). Data envelopment analysis and big data. *European Journal of Operational Research* 274(3), 1047-1054.
12. Wen-Min Lu\*, Qian Long Kweh, Mohammad Nourani and Feng-Wen Huang (2016), Evaluating the Efficiency of Dual-Use Technology Development Programs from the R&D and Socio-Economic Perspectives, *Omega, The International Journal of Management Science (SSCI)* 62, 82–92.
13. Melville, N., Kraemer, K., & Gurbaxani, V. (2004). Review: Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value. *MIS Quarterly*, 28(2), 283–322. <https://doi.org/10.2307/25148636>
14. Mohadisdudis, H.M. and Ali, N.M. (2014), A study of smartphone usage and barriers among the elderly, *2014 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USER)*, 109-114, doi: 10.1109/IUSER.2014.7002686.

15. OECD (2016) , Stimulating digital innovation for growth and inclusiveness, Paris: OECD .
16. OECD, To seize the opportunities of digitalisation, Southeast Asia needs to close the gap between Technology 4.0 and Policy1.0, 2017, <http://www.oecd.org/internet/to-seize-the-opportunities-of-digitalisation-southeast-asianeeds-to-close-the-gap-between-technology-4-0-and-policy-1-0.htm> 58.
17. OECD, To seize the opportunities of digitalisation, Southeast Asia needs to close the gap between Technology 4.0 and Policy1.0, 2017, <http://www.oecd.org/internet/to-seize-the-opportunities-of-digitalisation-southeast-asianeeds-to-close-the-gap-between-technology-4-0-and-policy-1-0.htm>
18. Picard, R.W.(1997), Affective Computing.
19. Paul, D., Sanap, G., Shenoy, S., Kalyane, D., Kalia, K., & Tekade, R. K. (2021). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug discovery today*, 26(1), 80–93. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2020.10.010>.
20. Xiao, K., Zhai, J., Feng, Y. et al. (2020), Isolation of SARS-CoV-2-related coronavirus from Malayan pangolins. *Nature* **583**, 286–289. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2313-x>
21. Zhang, W., & Ram, S. (2020), A Comprehensive Analysis of Triggers and Risk Factors for Asthma Based on Machine Learning and Large Heterogeneous Data Sources. *MIS Quarterly* 44 (1), 305-349.