



東華AI通訊報

雙月刊

發行 | 人工智慧辦公室
連絡電話 | (03)890-3792

發行人 | 林信鋒
傳真號碼 | (03)890-0225

主編 | 江政欽
網址 | <https://aioffice.ndhu.edu.tw>

【AI 科技萬花筒】

- [達人分享：「心動不接觸：如何透過電腦視覺技術看穿人臉心跳」](#)-----1
- [達人分享：「當 AI 遇上哈瑪星：人工智慧在資訊服務業的應用與影響」](#)-----2
- [「未來五年最重要工作技能？世界經濟論壇：分析、創造與 AI」](#)-----4
- [「WEF：十大新興科技 掀革命浪潮」](#)-----4
- [「全球首部「人工智慧監管法」誕生歐洲議會透過立法試圖降低 AI 對人類的危害」](#)-----4
- [「跟 AI 合寫 Code 幫你濾掉廢話程式碼——高達 92% 開發人員都在跟 AI 合作」](#)-----4
- [「近 60% 消費者不滿收到的網購商品！Google 用 AI 推「虛擬試穿」，能減少退貨率嗎？」](#)-----5
- [「解決卡車司機荒！圖森未來完成中國首次無人卡車駕駛，會比無人汽車更快普及嗎？」](#)-----5
- [「虛擬網紅互動率比真人高 3 倍——不用煩惱真人出包，AI 網紅需求飆升」](#)-----5
- [「【行銷利器！一支影片講多國語言】YouTube 推 AI 翻譯配音，瀏覽次數可望翻 3 倍」](#)-----5
- [「防止小瘰肉變癌症！AI 導入診斷流程，德國醫院採用、日本也來投資」](#)-----5
- [「AI 模仿真人聲音恐淪詐騙工具 7 成受訪者自認無法辨別」](#)-----5

【AI 元宇亮東華】

- [亮點研發「漫談人工智慧」](#)-----5

【AI 小學堂開講】

- [《 AI 聊天機器人 - ChatGPT 資料分析：以空氣品質指標 \(AQI\) 資料集為例 》](#)-----7

【AI 跨域徵人帖】

- [《 Google 數位人才探索計畫 》](#)-----9

【AI 科技萬花筒】-達人分享

《心動不接觸：如何透過電腦視覺技術看穿人臉心跳》

國立清華大學資訊工程學系 許秋婷教授

電腦視覺 (computer vision) 技術的進展，已經能夠透過分析人臉的影片來看穿我們的心跳！

心率 (heart rate) 是反映人體健康資訊的主要指標之一，也是評估心臟功能的重要參數。在醫療應用中，過去的研究顯示，透過持續地監測心率訊號能夠幫助早期發現心房顫動 (atrial fibrillation) 並評估心臟健康狀況，進而有效預防中風。在運動健身領域中，心率監測則能夠提供運動愛好者包括馬拉松跑者、三鐵運動員和重訓健身者等每日生理健康數據，讓他們可根據情況來動態調整訓練強度和節奏。

目前，主流的心率偵測方式是透過接觸式裝置 (contact device) 來檢測使用者每單位時間的心跳次數。例如醫院使用的心電圖 (Electrocardiogram, 簡稱 ECG) 訊號，是將多個電極放置在受測者的胸部、手腕和腳踝等特定位置上，藉由評估心臟每分鐘的搏動次數來測得 ECG 心率。在運動健身領域中，常見的接觸式裝置包括健身手環、智能手錶和輕量智能衣等，可透過內部配備的光學傳感器檢測發射到皮膚上的光線反射情況來計算心率。由於皮膚組織會對光學傳感器發射的光線產生散射和吸收，進而改變光的反射特性；經由分析這些反射光線的強度和變化，即可識別心跳時血液流動的模式並計算出心率。然而，為了獲得可靠的心率，這些接觸式裝置上的感測器通常需要緊貼著皮膚，這不但可能引起皮膚的敏感和不適，在穿戴者激烈運動或大量流汗的情況下，這些裝置的監測準確性通常也會大幅下降。

相較於接觸式裝置，近年來基於電腦視覺的非接觸式（non-contact estimation）或遠端心率偵測（remote heart rate estimation）方法的發展迅速。電腦視覺是一門研究如何使機器「理解」影像（image）和影片（video）的技術，它結合了影像處理（image processing）、模型識別（pattern recognition）、機器學習（machine learning）和人工智慧（artificial intelligence）等技術，通過對影像進行分析，從中提取出有用的特徵與資訊。目前在基於電腦視覺的心率偵測方法中，主要是通過拍攝受測者臉部因心跳引起的微小顏色變化，以偵測非接觸式光體積變化描記圖法（remote photoplethysmography，簡稱 rPPG）訊號來計算心率。由於心臟跳動時血管中的血液體積會週期性地變化，當心臟收縮時，血管內血液體積最大，導致光的強度最小；相反，在心臟舒張時，光的強度最大。因此，通過光強度的週期變化可以獲得心臟的跳動訊號，如圖 1 所示。此類 rPPG 的偵測不需要特定的裝置，可以使用簡單的照相機或智能手機作為拍攝裝置，且不需要與受測者的身體直接接觸。這不僅可提高受測者的舒適度，且非常適合需要頻繁自我監測和管理生理數據的患者和一般運動健身者使用。此外，由於 rPPG 是通過影片採集與心跳相關的資訊，一個簡單的拍攝裝置有可能同時偵測多個受測者的心率，非常適合需要同時偵測多人生理訊號的應用情境。然而，基於電腦視覺的演算法易受到多種因素的影響，例如取像裝置、光源、受測者的膚色以及臉部或身體的移動等，因此並不像使用接觸式裝置（如：ECG）那樣精確。

基於電腦視覺的非接觸式心率偵測方法可大略分為傳統方法和基於深度學習的方法。傳統方法一般需先進行影片前處理，如：光影變化去除、背景去除、運動雜訊消除、人臉偵測與追蹤、膚色偵測、關注區域（Region of Interest，簡稱 RoI）等定位出影片中受測者的皮膚區域；接著，再從定位出的關注區域中擷取人為定義（hand-crafted）或是機器學習（machine learning-based）預訓練出的特徵表示法；最後，將擷取出的特徵投射到相關色彩訊號（chrominance）子空間，並經帶通濾波器（band-pass filter）提取 rPPG 訊號，進而將 rPPG 訊號轉換成最後的心率資訊。由於此類傳統方法通常採用多個複雜的人臉特徵偵測、特徵點追蹤、訊號轉換等流程來估測 rPPG 訊號及心率，所採用的步驟通常僅適用於特定情境的參數或演算法，往往無法直接廣泛適用於不同的情境下。

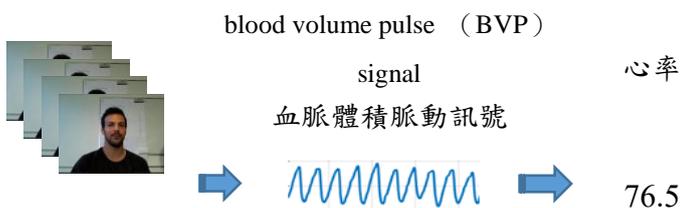


圖 1 非接觸式人臉心率偵測示意圖

另一方面，基於深度學習的 rPPG 偵測方法可分為兩種：使用時空間映射圖（spatial-temporal map，簡稱 ST-Map）以及端到端（end-to-end）的方法。早期（2019 年以前）的作法[1]延續傳統方法，需進行多個前處理步驟，如：人臉偵測、關注區域偵測等，將 3D 的時空間資訊壓縮成 ST-Map，再藉由捲積神經網路（convolutional neural network，簡稱 CNN）模型提取 rPPG 訊號，最後根據 rPPG 訊號的功率譜密度（power spectral density，簡稱 PSD）轉換成心率資訊。自 2019 年起，則有愈來愈多的端到端方法[2]-[5]被提出，其想法是直接將人臉影片當作捲積神經網路的輸入，不再需要多個前處理步驟，且可保留人臉上各區域在空間上的相對資訊，可以建構出更穩健的 rPPG 估計器；但可能的缺點則是輸入的影片除了人臉外，也會包含非皮膚區域（衣服、背景等），因此模型在訓練上的挑戰會更大。此外，由於基於深度學習的方法需要大量、有準確標記的訓練資料庫；然而，現有訓練資料庫，如 PURE 和 UBFC-rPPG 分別只有 10 位與 42 位受試者，除了樣本數量不足外，每個資料庫的收集情境也不同，如：環境光線變化，受測者臉部角度、拍攝背景、頭部與身體移動等不同變因，不但增加了模型訓練的難度，且訓練後的模型很容易過擬合（overfit）在訓練的基準資料庫上，導致對其他資料庫的泛化能力非常差。圖 2 為 UBFC-rPPG 訓練資料集的拍攝情境與心率偵測結果範例。

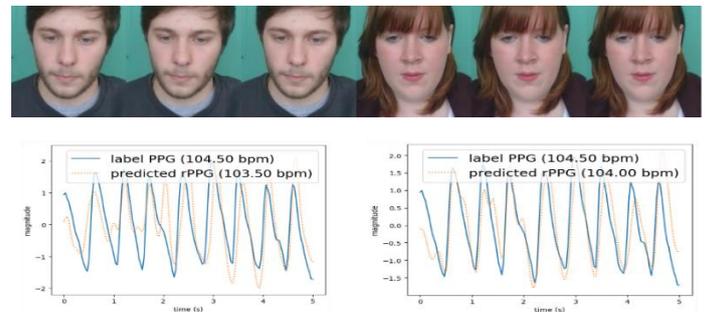


圖 2 UBFC-rPPG 訓練資料及偵測結果[4]

因此，現有基於深度學習的心率偵測研究，除了著重在以特徵解耦（feature disentangling）[5]來擷取出不易受到頭部轉動、光源和感測器差異等條件影響的 rPPG 訊號相關特徵外，也針對訓練資料不足的問題，著力於以生成對抗式學習網路（generative adversarial networks，簡稱 GAN）產生或合成出高真實度的資料[3][4]，來協助訓練出更穩健的心率估測器。例如，在圖 3 中，（a）為原始訓練資料及其心率訊號，而（b）則為以生成對抗式學習網路所合成的影片及其修改後的心率訊號。



(a)



(b)

圖 3 (a) 原始訓練資料的心率為 111.5bpm，偵測的結果為 111.0 bpm；(b) 在不改變原畫質情況下，以生成式對抗式學習網路修改其心率至 81bpm，合成影像的偵測心率为 81.5 bpm [4]。

儘管目前基於電腦視覺的心率偵測技術仍存在許多挑戰和限制需要克服，但隨著深度學習技術的不斷發展和資料庫的不斷擴充，我們可以預見未來基於電腦視覺的心率偵測技術將持續地改善和進步，有機會為多數人提供有效、即時的健康監測、運動訓練、壓力管理等工具，在改善健康和生品質上發揮更大的作用。

參考文獻

- [1] Zhi-Kuan Wang, Ying Kao, and Chiou-Ting Hsu, "Vision-Based Heart Rate Estimation via A Two-Stream CNN," in Proc. ICIP 2019, Taipei, Taiwan, Sep. 2019.
- [2] Yun-Yun Tsou, Yi-An Lee, Chiou-Ting Hsu, and Shang-Hung Chang, "Siamese-rPPG Network: Remote Photoplethysmography Signal Estimation from Face Videos," in Proc. ACM SAC 2020, Brno, Czech Republic, March, 2020.
- [3] Yun-Yun Tsou, Yi-An Lee, and Chiou-Ting Hsu, "Multi-Task Learning for Simultaneous Video Generation and Remote Photoplethysmography Estimation," in Proc ACCV, Nov. 2020.
- [4] Hsieh, Cheng-Ju, Wei-Hao Chung, and Chiou-Ting Hsu. "Augmentation of rPPG Benchmark Datasets: Learning to Remove and Embed rPPG Signals via Double Cycle Consistent Learning from Unpaired Facial Videos." In Proc. ECCV 2022, Tel Aviv, Israel, Oct. 2022,
- [5] Chung, Wei-Hao, et al. "Domain Generalized RPPG Network: Disentangled Feature Learning with Domain Permutation and Domain Augmentation." In Proc. ACCV, Nov. 2022.

《當 AI 遇上哈瑪星：

人工智慧在資訊服務業的應用與影響》

哈瑪星科技股份有限公司 林昱君經理

哈瑪星科技成立於 2000 年，正值資訊科技快速發展的時期。而人工智慧早在 1956 年被提出時，就已開始悄悄地、持續地改變著各行各業。如今，資訊科技產業與人工智慧技術正處於一個蓬勃發展的交會點。在這樣的背景下，我們將分享哈瑪星科技如何運用人工智慧技術來推動創新與轉型。

AI 在資訊服務業的崛起

過去幾十年來，AI 技術在資訊服務領域累積了長足的進步。例如，自然語言處理 (Natural Language Processing, NLP) 的發展使得機器能夠理解和處理自然語言，從而實現智能對話和自動化客服。機器學習 (Machine Learning, ML) 的進步使得系統能夠通過學習和優化來改進性能，這對於資訊服務業的數據分析和預測具有重要意義。深度學習 (Deep Learning) 技術的出現更進一步提升了 AI 在圖像識別、語音辨識等領域的能力。

AI 為資訊服務業帶來了許多機遇，可以自動化處理繁瑣、重複的任務，從而提高工作效率、釋放人力資源。輔以機器人流程自動化 (Robotic Process Automation, RPA) 可以自動執行日常性事務，讓人們專注於更高價值的工作。此外，AI 技術還能從大量的數據提取有價值的信息，進行智能分析和預測，幫助人類做出更明智的決策——例如最近當紅的 ChatGPT。

AI 轉型策略與應用案例

相對於技術的產出，轉型策略的成敗對一間企業的影響更為深遠。成功的轉型策略固然可以帶來效率提升、增強創新能力和競爭優勢，進而擴大市場份額和利潤增長。相反地，失敗的轉型也可能導致資源浪費、技術落後、競爭力下降和市場地位下滑，甚至導致組織的不穩定和人才流失。因此，企業在制定 AI 轉型策略時需要謹慎考慮各方面因素。

1. 技術基礎建設：企業應考慮包括硬體設備、軟體平台和資料庫等用以支持 AI 技術的各項資源。舉例來說，公司若沒有足夠的 GPU，卻貿然投入亟需算力的模型訓練工作，就可能導致事倍功半。
2. 數據資源：必須考慮擁有或可取得的數據資源，包含其完整性、準確性和安全性。其中，對資訊業而言又以安全性為首要。因此，哈瑪星在 2018 年就取得了 ISO/IEC 27001:2013 資訊安全管理系統 (ISMS) 與 BS 10012:2017

個人資訊管理系統 (PIMS) 等資安相關認證，為數據管理工作奠定良好基石。

3. 人才培養與招聘：培養合適的人才或招聘相應專業背景的 AI 專家和數據科學家，能夠幫助企業正確理解和應用 AI 技術，推動轉型工作。有鑒於此，約莫三年前，哈瑪星就開始著手建置 AI 專責小組，並且聘請產學界知名 AI 專家擔任技術顧問，減少試誤成本，加速產品孵化。
4. 資訊系統整合：要讓 AI 技術化為有價值的服務，還需要整合必要的資訊系統。例如利用 AI 結合無人機進行油管洩漏偵測或堤道位移的巡檢，除了模型，還需要結合無人機預約管理、巡檢報告表單、任務追蹤儀表板等模組，才能形成一項完整的產品服務。
5. 內外部客戶體驗優化：也就是「+AI」的思維，思考是否能利用 AI 技術改善既有的產品客戶體驗，通過個性化推薦、虛擬助手或自助服務系統等方式，提供更便捷、高效和個性化的服務。哈瑪星所自主研發的 QA 機器人，結合了 ChatGPT，對外可應用於服務民眾，對內則提供員工諮詢服務。

未來的展望與挑戰

最後，我們提出資訊業面對 AI 最重要的展望和挑戰。

在可見的未來，AI 將更加貼近人類的工作與生活，尤其是各類生成式預訓練語言模型 (GPT, Generative Pre-trained Transformer) 的應用，包含自動生成內容、資訊檢索和知識管理等，都將會是值得關注的應用研發方向。

然而，GPT 也同時帶來了許多挑戰，例如資料隱私和安全性、解釋性和透明性、模型偏見和失真 (幻覺)、如何控制生成結果、模型更新和維護的高昂成本...等，都還有待解決。

針對現況，我們應積極培養以下重要能力與思維：

1. **視 AI 為助手**：AI 能依據統計原理提供建議，但並非總是完美且正確。我們應當保持批判思維，不可過度信任、依賴。應合理應用於資訊技術，小心避免自己或用戶受到誤導。
2. **熟悉 AI 的差異**：無論是機器學習、深度學習或 GPT，都分別有不同的原理與適用的場域。應用前，我們必須清楚模型的能力與限制，才能找到與 AI 的正確合作方式。
3. **明確要解決的問題**：即便有了 GPT，給出精準、具體的指示仍可幫助 AI 更好地理解需求，進而反饋相應的答案或

正確執行工作。擁有良好的邏輯觀念與溝通能力，仍會是重要的工作技能。

AI 在資訊服務業的崛起，帶來了許多機遇和挑戰。透過運用 AI 技術，企業有機會提升效率，或提供更優質的服務，實現彎道超車，在激烈的競爭中取得優勢。儘管應用 AI 需要克服數據、技術、人才等方面的諸多挑戰，但惟有積極擁抱 AI，配合創新和策略性管理思維，才有機會藉由 AI 實現企業的轉型與成長！

【AI 科技萬花筒】-AI 科技動態

未來五年最重要工作技能？世界經濟論壇：分析、創造與 AI

<https://pse.is/55a46n>

近日世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 發表《2023 年未來就業報告》(The Future of Jobs)，預計未來五年，將有近四分之一的職場工作發生變化。(未來城市，吳俊彥，2023/5/17)

WEF：十大新興科技 掀革命浪潮

<https://pse.is/54slzj>

世界經濟論壇 (WEF) 26 日發布「2023 年十大新興科技報告」，評選出十項未來三到五年會對世界帶來正向影響的突破性技術，包含當前熱門的生成式人工智慧 (AI)，以及可彎曲的軟式電池、讓植物穿戴的感測器等新興科技。(聯合新聞網，林奇賢，2023/6/29)

全球首部「人工智慧監管法」誕生 歐洲議會透過立法試圖降低 AI 對人類的危害

<https://pse.is/5596s8>

根據歐盟 AI 法案，監管機關有權強制企業下架應用程式。在極端情況下，違規行為可能會被處以高達 3000 萬歐元。《紐約時報》報導，歐洲人在規範人工智能方面邁出了重要一步，歐洲議會通過一部人工智慧 (AI) 監管法案，為全世界首次創舉，試圖解決 AI 對人類有害的影響。(信傳媒，邱立玲，2023/6/16)

跟 AI 合寫 Code 幫你濾掉廢話程式碼——高達 92% 開發人員都在跟 AI 合作

<https://pse.is/54wzw6>

一般民眾可能不會主動使用 ChatGPT，但是對一些軟體工程師來說，生成式 AI 已經改變了他們的工作方式。(TechOrange, 歐尚恩, 2023/6/28)

近 60% 消費者不滿收到的網購商品！Google 用 AI 推「虛擬試穿」，能減少退貨率嗎？

<https://pse.is/55f778>

越來越多時尚或零售品牌結合新興技術，例如 AR，讓消費者在電商網站上進行試戴或試穿，為的就是讓消費者更好想像商品在身上的樣子，以減少退貨率。不過與美妝、配件、鞋子等產品相比，衣服因不同的身形、衣料紋理等更難實現精準的試穿。如今，透過生成式 AI，或許能更快跨越這項挑戰。(TechOrange, 徐宇儂 Leanne, 2023/6/21)

解決卡車司機荒！圖森未來完成中國首次無人卡車駕駛，會比無人汽車更快普及嗎？

<https://pse.is/53kfvq>

自從自動駕駛技術逐漸成熟，它正迅速改變著人們的交通方式。物流業也悄悄展開了變革，卡車製造商紛紛導入自動駕駛技術，重新設計和優化他們的商業模式。(TechOrange, Elise, 2023/6/30)

虛擬網紅互動率比真人高 3 倍——不用煩惱真人出包，AI 網紅需求飆升

<https://pse.is/542yg8>

網紅行銷，一直是行銷領域重要的元素，根據 Influencer Marketing Hub 預估，全球網紅行銷市場規模在 2023 年將成長到 211 億美元(約台幣 6,454 億元)，7 年來淨成長超過 10 倍。(TechOrange, Ariel, 2023/6/27)

【行銷利器！一支影片講多國語言】YouTube 推 AI 翻譯配音，瀏覽次數可望翻 3 倍

<https://pse.is/55967s>

還記得之前馬克祖克柏在線上跟你講台語的影片嗎？去年 10 月，Meta 推出首款閩南語 AI 翻譯系統，可以直接將英文透過語音辨識認直接翻譯成台語，驚艷全球。如今 YouTube 也將追上這股 AI 口說翻譯的潮流。(TechOrange, YY Liu, 2023/6/29)

防止小瘰肉變癌症！AI 導入診斷流程，德國醫院採用、日本也來投資

<https://pse.is/55e459>

在時間壓力下，準確處理病理影像是臨床醫療診斷的瓶頸難題，靠系統整合數位病理與 AI 輔助可幫上忙，但若沒有產官學的資源與攜手合作，絕不可能短時間闖關國際。(數位時代, Aaron Huang/James Huang, 2023/06/14)

AI 模仿真人聲音恐淪詐騙工具 7 成受訪者自認無法辨別

<https://pse.is/55glsw>

AI (人工智慧) 所生成聲音恐被不肖人士濫用，網路安全公司 McAfee 旗下的 McAfee Labs 威脅中心，日前針對 7 千名來自美國等全球主要 9 個國家的受訪者，調查後發現，竟有 70% 的受訪者認為自己無法辨別真人和 AI 聲音，更讓人擔憂若遇到詐騙集團藉 AI 模仿親人聲音進行誘騙，民眾是否有足夠能力應對？(1111 產經新聞網, 陳士勳, 2023/06/13)

【AI 元宇亮東華】- 亮點研發

《漫談人工智慧》

資訊管理學系 陳偉銘教授

說到人工智慧，我與它結緣已有多年，在求學的階段，尤其在攻讀博士的時期，我已經接觸到人工智慧的應用。當時，我的研究主題是利用類神經網路進行癌症良惡性腫瘤的醫療輔助診斷，當時的人工智慧，也就是傳統的類神經網路 ANN (Artificial Neural Network)。由於當時硬體的支援度不足，只能以傳統程式的計算方式撰寫訓練模型，計算速度緩慢，相當沒有效率。即使是單純的 5000 筆，每筆 200 個數值的一維向量資料，往往也要花費將近一個禮拜的時間才能訓練完成。這還不保證能得到成功的模型，通常還得調整好幾次參數與訓練資料才能得到較佳的結果。

因此，往往要測試一個 AI 模型的合理性、正確性和預測準確度是否夠高時，光要執行測試訓練，所花的時間，可能需要將近 1 個月；若是測試效果不夠理想而需要再做修正，那很可能兩三個月才能確定自己設計的 AI 模型是否可行。可想而知，在當時的執行環境下，根本無法大量提出各種 AI 模型以進行功能測試與篩選，若有幸能跑出一個不錯的結果，就趕快進行後續的處理，不敢再做更精進的測試，更別談及直接拿解析度動不動就 100x100 以上的二維圖形來當訓練資料所建構的 AI 模型，根本跑不動！因此，當時的 ANN 使用範圍有

限，很難應用在較複雜的實際環境中，也讓當時的我，對 ANN 有種英雄無用武之地的感慨！

曾幾何時，隨著時間的推進，計算機運算速度不斷提升，以及 GPU 加速運算的環境日益成熟，捲積神經網路 CNN (Convolutional Neural Network) 的 AI 架構於數年前問世。相較於傳統 ANN，CNN 在處理大型訓練資料集時有更好的表現。二維圖形資料已直接能夠送入神經網路進行訓練，以 100000 萬筆的圖形訓練資料而言，訓練時間僅需數十秒就可完成，而且準確度極高。這些技術的快速發展讓人直覺到，人工智慧的黃金時代已經到來！

果然，後續的發展快得讓人驚訝。各項傳統影像處理很難克服的問題被一個個提出的人工智慧模型完美解決。諸如人臉辨識、人體與手勢的姿態與動作偵測、物件識別、圖像生成、圖形放大精緻化等等，都已經被廣泛應用於圖像處理與識別的各種應用。不但準確度獲得提高，處理速度上更可達到即時反應的程度。這些技術的應用不僅改變了我們對圖像識別的認識，而且還在各個領域產生了深遠的影響。例如，在醫學領域，AI 模型可以幫助醫生快速準確地診斷病情，甚至在手術過程中提供寶貴的幫助。在交通運輸領域，AI 模型可以幫助自動駕駛車輛更準確地識別道路標誌和障礙物，提高行駛安全性。同時，自然語言處理 NLP (Natural Language Processing) 領域也被積極開發，它結合了計算機技術、人工智慧和語言學等多個領域的跨學科研究。使得計算機能夠理解、分析、生成自然語言，並實現人與計算機之間的自然語言交互，其應用範圍非常廣泛，包括自動翻譯、文本分類、情感分析、問答系統、語音識別等等。至此，可以肯定地說，人工智慧已脫胎換骨，英雄開始大顯身手！

時值今日，人工智慧領域又迎來了一項重大突破。OpenAI 開發的自然語言處理模型 ChatGPT 發表了！這讓人工智慧應用又往前邁進了非常巨大的一步。用「非常巨大」來形容，不僅僅是因其人工智能效果有數十倍甚至百倍的提升，同時也是因為其模型訓練的計算量與資料量高得嚇人！ChatGPT 第二代的效能較有限，使用了 40GBytes 的訓練資料，包括了從網路上爬取的網頁、書籍、新聞文章等等。其記憶體使用量取決於所使用的模型大小和訓練方式，最大的版本需要至少 8GBytes 以上的 GPU 記憶體才能運行，所需訓練資源還算在常規範圍內。但是，到了 ChatGPT 第三代時，需要更強大的記憶體和計算資源進行訓練和推理，其訓練資料量達到了數兆億個詞語，需要至少 350GBytes 的記憶體才能進行訓練，並需使用多個 GPU 或 TPU 進行平行計算。而 ChatGPT 第四代所需的計算資源規格則將已經達到令人難以想像的境界！正當

普羅大眾在驚嘆 ChatGPT 的聰明伶俐時，建構人工智能系統的資料訓練門檻也進入了一個讓常人感到高不可攀的階段。換言之，英雄已經開始慢慢轉變成遙不可及的神了！

或許正是此猶如變神的感覺，讓有些人開始憂慮於人工智能可能帶來的危險性。馬斯克就認為，除了工作可能被機器取代、假新聞傳播以及各國 AI 武器競賽將導致「文明毀滅」的風險外，隨著人工智慧的繼續發展，機器人可能會變得比人類更聰明、更強大，最終甚至可能會超越人類的控制而導致一些無法預料的後果。如果建構人工智慧的門檻越來越高，未來建立人工智能系統的權力將傾向於集中在少數人手中，而這可能讓上述問題更加嚴重。基於這些擔憂，人工智慧的發展也帶來了一些問題和挑戰。未來，在發展人工智慧的同時，人們也需要思考如何解決這些問題，再三地謹慎審視人工智能的走向了。

那麼，ChatGPT 是否擁有真正的智慧呢？從目前的技術水平來看，ChatGPT 的確還存在著許多局限性。例如，在理解語言的上下文、進行推理與邏輯思考等方面仍然存在著一定的缺陷。因此，ChatGPT 雖然在某些方面表現出了接近人類的溝通能力，但在整體智能上仍有很大的提升空間。對目前 ChatGPT 實際運行的模式，雖然我仍未能充分了解，但我仍不認為它是真的具有智慧，充其量僅可視它為「具有接近人類溝通能力的網路資料搜尋引擎」。我曾在網路上的直播節目「觀點：龍行天下」中聽到王孟源先生對 ChatGPT 的一些觀點，或許可以提供參考。

王先生認為目前 ChatGPT 展現的智能可視為是一種「湧現現象」。湧現現象指的是量變可能帶動質變的現象，例如：極小的水分子，無論是數十個，或甚至數億個，都還是一堆水分子。但是當數量大到超越一定門檻時，就變成水。此時的水，特性將不同於水分子。同理，當我們利用數千、數億筆資料進行訓練時，這樣的人工智慧是很低弱的。但是，當訓練資料的數量超過一個門檻時，將形成質變，如同水分子變成水，人工智能的智慧也就突破框架變強了。基於這樣的觀點，王先生認為，依目前的架構繼續發展，未來訓練資料需求量將會越來越大，就算其間找到一些可以縮減資料量的演算方法，但是訓練資料的量仍需要大到一定門檻以上，才能有質變的效果，而這一點也將限制其擁有真正智慧的可能性。

為了讓 ChatGPT 能夠更好地理解人類語言，OpenAI 利用了網路上的巨量訓練資料來使它發生「質變」，讓它能根據輸入的語句進行理解和分析，並回應出與人類相同的語言，令使用者以為是與真人在對話。但實際上，是針對一些較專業問題

訓練人工智能時，網路上能蒐集到的訓練資料量往往是有限的！換言之，在專業知識的智能訓練上，要形成質變絕非容易之事！這也就是為何常有使用者對 ChatGPT 提出了一些較專業的提問時，它回答的內容往往是錯誤的！網路上有人就戲謔這是 ChatGPT 在「正經八百地胡說八道」。由此可知，儘管 ChatGPT 在自然語言處理方面取得了一定的成就，但是還是存在著很多局限性，在專業領域的應用仍然有諸多挑戰，離真正的智慧也還有遙遠的路要走。當然，人工智慧的發展速度驚人，在不斷地對人工智慧進行改進和優化下，在或遲或早的未來，必定能開發出真正的智能和具有人類思維方式的人工智慧模型。

【AI 小學堂開講】

《AI 聊天機器人 - ChatGPT

資料分析：以空氣品質指標 (AQI) 資料集為例》

通識中心 陳文盛助理教授

政府資料開放平臺上的空氣品質指標 (AQI) 資料集。這個資料集提供台灣各地區的空氣品質數據，包括不同種類的空氣污染物和氣象條件等。資料集包含以下欄位：

| 欄位名稱 (中文) | 欄位名稱 (英文) | 說明 |
|--------------|--------------|--|
| 測站名稱 | sitename | 測量空氣品質的測站的名稱 |
| 縣市 | county | 測站所在的縣市 |
| 空氣品質指標 | aqi | 衡量空氣品質的指標，表示空氣的污染程度 |
| 空氣污染指標物 | pollutant | 造成空氣污染的主要污染物 |
| 狀態 | status | 空氣品質的狀態 |
| 二氧化硫 | so2 | 空氣中二氧化硫的濃度，單位為 ppb (parts per billion) |
| 一氧化碳 | co | 空氣中一氧化碳的濃度，單位為 ppm (parts per million) |
| 臭氧 | o3 | 空氣中臭氧的濃度，單位為 ppb (parts per billion) |
| 臭氧 8 小時移動平均 | o3_8hr | 臭氧的 8 小時移動平均濃度，單位為 ppb (parts per billion) |
| 懸浮微粒 | pm10 | 空氣中懸浮微粒 (PM10) 的濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克每立方米) |
| 細懸浮微粒 | pm2.5 | 空氣中細懸浮微粒 (PM2.5) 的濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克每立方米) |
| 二氧化氮 | no2 | 空氣中二氧化氮的濃度，單位為 ppb (parts per billion) |
| 氮氧化物 | nox | 空氣中氮氧化物的總濃度，單位為 ppb (parts per billion) |
| 一氧化氮 | no | 空氣中一氧化氮的濃度，單位為 ppb (parts per billion) |

| | | |
|---------------|-------------|--|
| 風速 | wind_speed | 風的速度，單位為 m/sec (米每秒) |
| 風向 | wind_dirac | 風的方向，單位為 degrees (度) |
| 資料發布時間 | publishtime | 資料的發布時間 |
| 一氧化碳 8 小時移動平均 | co_8hr | 一氧化碳的 8 小時移動平均濃度，單位為 ppm (parts per million) |
| 細懸浮微粒移動平均值 | pm2.5_avg | 細懸浮微粒的移動平均濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克每立方米) |
| 懸浮微粒移動平均值 | pm10_avg | 懸浮微粒的移動平均濃度，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克每立方米) |
| 二氧化硫移動平均值 | so2_avg | 二氧化硫的移動平均濃度，單位為 ppb (parts per billion) |
| 經度 | longitude | 測站所在位置的經度 |

本文介紹如何讓 ChatGPT 能從網路取得空氣品質指標 (AQI) 的資料中分析資料，並回答我們的提問。我們需要先知道資料下載的網址為：https://data.epa.gov.tw/api/v2/aqx_p_432?api_key=e8dd42e6-9b8b-43f8-991e-b3dee723a52d&limit=1000&sort=ImportDate_desc&format=CSV，此資料是以 CSV 格式儲存。有了這些資料可以用 ChatGPT 進行各種分析，例如：

- 了解不同地區的空氣品質情況。
- 研究空氣污染物與氣象條件的相關性。
- 觀察空氣品質隨時間的變化趨勢。

首先，要讓 ChatGPT 能從網路取得即時資料來分析空氣品質指標 (AQI) 資料集，我們必須使用要付費的 GPT-4 模型，不能使用學習資料僅限於 2021 年以前的 GPT-3.5 模型。以下我們將以讓 ChatGPT 取得花蓮縣 AQI 和 PM2.5 為例作說明。

GPT-4 的瀏覽模式可直接上網查詢資料，設定方式如圖 4。

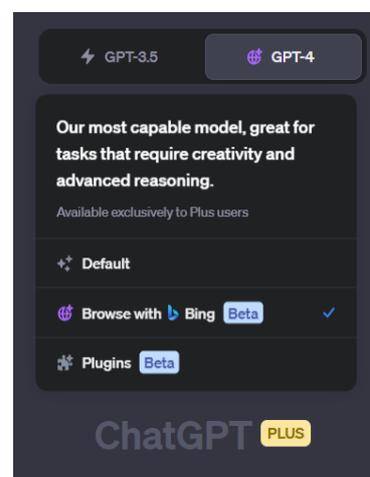


圖 4 GPT-4 的瀏覽模式

再來就是提出我們的需求，請 ChatGPT 協助，提問如下：

https://data.epa.gov.tw/api/v2/afx_p_432?api_key=e8dd42e6-9b8b-43f8-991e-b3dee723a52d&limit=1000&sort=ImportDate desc&format=CSV

請讀出花蓮的 AQI 和 PM2.5 的數值

ChatGPT 回答問題並提供回答如圖 5。



圖 5 GPT-4 的瀏覽模式回答問題

本問題中給 GPT-4 的提示可參見 <https://chat.openai.com/share/5c1facf0-91ab-43e8-af8f-71ef062984fb>。

空氣品質指標 (AQI) 資料集是一小時更新一次資料，本範例是 2023/7/1 下午兩點的資料，GPT-4 回答時會附上所使用的連結以供確認答案，本範例的連結檔案如下圖 6 所示，我們可看出答案是正確的。

| siteid | sitename | county | aqi | pollutant | status | so2 | co | o3 | o3_8hr | pm10 | pm2.5 | no2 | nox | no |
|--------|----------|--------|-----|-----------|--------|-----|------|------|--------|------|-------|------|------|------|
| 61 | 臺東 | 臺東縣 | 15 | | 良好 | 0.4 | 0.13 | 23.2 | 15.6 | 20 | 3 | 2.9 | 4.4 | 1.5 |
| 63 | 花蓮 | 花蓮縣 | 17 | | 良好 | 0.3 | 0.1 | 22.7 | 15.5 | 17 | 3 | 1 | 2.2 | 1.1 |
| 64 | 陽明 | 臺北市 | 31 | | 良好 | 0.8 | 0.14 | 37.8 | 25.9 | 18 | 10 | 2.1 | 2.8 | 0.6 |
| 65 | 宜蘭 | 宜蘭縣 | 29 | | 良好 | 0.9 | 0.07 | 29.9 | 22.4 | 21 | 7 | 3.5 | 5.9 | 2.4 |
| 66 | 冬山 | 宜蘭縣 | 19 | | 良好 | 0.4 | 0.15 | 38.5 | 21.6 | 14 | 4 | 3 | 4 | 1 |
| 67 | 三重 | 新北市 | 48 | | 良好 | 1.6 | 0.79 | 26.3 | 21.7 | 26 | 9 | 29.3 | 56 | 26.7 |
| 68 | 中壢 | 桃園市 | 32 | | 良好 | 2.1 | 0.61 | 37 | 20.8 | 20 | 9 | 19.9 | 34.5 | 14.6 |
| 69 | 竹山 | 南投縣 | 19 | | 良好 | 0.9 | 0.07 | 37.1 | 20.9 | 15 | 2 | 2 | 2.7 | 0.6 |
| 70 | 永和 | 新北市 | 43 | | 良好 | 1.2 | 0.55 | 34.8 | 25.5 | 19 | 14 | 14.9 | 20 | 5.1 |
| 71 | 復興 | 高雄市 | 16 | | 良好 | 0.7 | 0.13 | 20.2 | 17 | 10 | 0 | 8.3 | 11 | 2.6 |
| 72 | 埔里 | 南投縣 | 19 | | 良好 | 1.1 | 0.12 | 36.7 | 20 | 8 | 0 | 1.1 | 2.5 | 1.3 |
| 73 | 馬祖 | 連江縣 | 22 | | 良好 | 0.7 | 0.08 | 29.4 | 24.3 | 7 | 5 | 1 | 1.6 | 0.6 |
| 74 | 金門 | 金門縣 | 18 | | 良好 | 0.3 | 0.09 | 23 | 19.2 | 8 | 2 | 2.4 | 3.9 | 1.4 |
| 75 | 馬公 | 澎湖縣 | 19 | | 良好 | 1.2 | 0.1 | 26.5 | 20.1 | 13 | 3 | 5.6 | 8.7 | 3 |
| 76 | 關山 | 臺東縣 | 13 | | 良好 | 0.7 | 0.08 | 20.9 | 14.2 | 7 | 0 | 0.9 | 1.8 | 0.9 |
| 77 | 樂聲 | 雲林縣 | 23 | | 良好 | 1.2 | 0.1 | 31.4 | 25.2 | 11 | 3 | 2.3 | 3.7 | 1.4 |
| 78 | 富貴角 | 新北市 | 33 | | 良好 | 0.8 | 0.15 | 52.7 | 36.1 | 17 | 8 | 1.1 | 1.2 | 0.1 |
| 79 | 大城 | 彰化縣 | 23 | | 良好 | 0.7 | 0.05 | 29.4 | 25.6 | 23 | 4 | 0.7 | 2.5 | 1.8 |
| 80 | 彰化 | 彰化縣 | 21 | | 良好 | 2.1 | 0.17 | 31.7 | 23.9 | 7 | 6 | 3.2 | 5.3 | 2 |
| 81 | 高雄 | 高雄市 | 17 | | 良好 | 0.7 | 0.1 | 19.2 | 18.3 | 7 | 3 | 4.2 | 6.9 | 2.7 |

圖 6 ChatGPT-4 的瀏覽模式回答連結檔案

GPT-4 雖可直接上網查詢資料，再分析資料回答問題。但是，資料集的大小和問題的複雜度都會影響回答的品質。所以，利用 Python 程式來分析資料還是比較方便有彈性。

首先提出我們的需求如圖 7，請 ChatGPT 協助，問題的提示語可參見連結 <https://chat.openai.com/share/19097c26-bcbc-421c-859c-536e91de402c>，提問如下：

你是一個python的專家請協助我分析資料，請用台灣電腦術語和繁體中文

產生 Python 程式碼利用 request 和字串處理
以得到花蓮縣 AQI 和 PM2.5

空氣品質指標 (AQI) 資料集欄位

sitename (測站名稱)、county (縣市)、aqi (空氣品質指標)、pollutant (空氣污染指標物)、status (狀態)、so2 (二氧化硫 (ppb))、co (一氧化碳 (ppm))、o3 (臭氧 (ppb))、o3_8hr (臭氧 8 小時移動平均 (ppb))、pm10 (懸浮微粒 (μg/m3))、pm2.5 (細懸浮微粒 (μg/m3))、no2 (二氧化氮 (ppb))、nox (氮氧化物 (ppb))、no (一氧化氮 (ppb))、wind_speed (風速 (m/sec))、wind_dirac (風向 (degrees))、publishtime (資料發布時間)、co_8hr (一氧化碳 8 小時移動平均(ppm))、pm2.5_avg(細懸浮微粒移動平均值(μg/m3))、pm10_avg(懸浮微粒移動平均值(μg/m3))、so2_avg(二氧化硫移動平均值(ppb))、longitude(經度)、latitude(緯度)、siteid(測站編號)

資料下載網址

https://data.epa.gov.tw/api/v2/afx_p_432?api_key=e8dd42e6-9b8b-43f8-991e-b3dee723a52d&limit=1000&sort=ImportDate desc&format=CSV

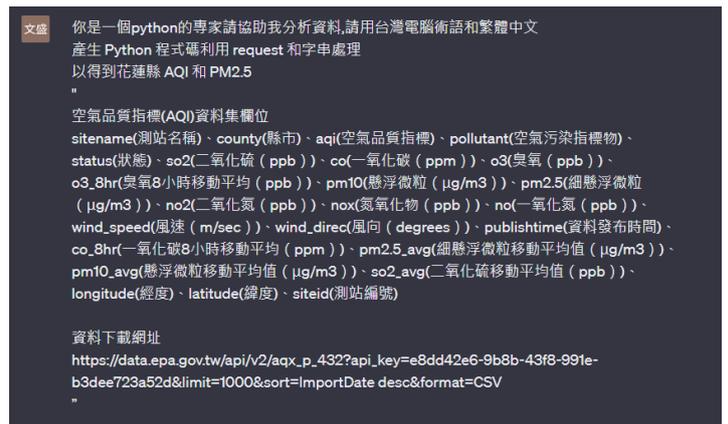
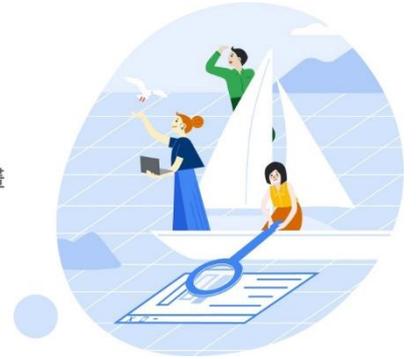


圖 7 對 ChatGPT 提出我們的需求

ChatGPT 回答問題並提供程式碼如圖 8，我們可使用圖中右上方的 'Copy code' 來複製程式碼以供測試。

【AI 跨域徵人帖】

Google
2023 數位人才探索計畫
多元數位學程免費報名！



Google 數位人才探索計畫

<https://growonairtw.withgoogle.com/events/digitaleducation>

2023「Google 數位人才探索計畫」旨在希望幫助不同背景的台灣人才，獲得產業所需的數位技能。透過提供數位廣告、數位行銷、職涯增能課程等課程，協助學員媒合業界職缺；自 2020 年計畫啟動以來，已有超過三萬名學員報名、培育了超過兩千名數位人才。

```
請使用下面的 Python 程式碼來使用 'requests' 套件下載資料集，並進行字串處理以取得花
蓮縣的 AQI 和 PM2.5 資料：

python
import requests
import csv

# 資料下載網址
url = 'https://data.epa.gov.tw/api/v2/aqx_p_432?api_key=e8dd42e8-9b8b-43f8-9

# 發送 GET 請求下載資料
response = requests.get(url)
response.encoding = 'utf-8'

# 將資料轉換為 CSV 格式
csv_data = response.text

# 使用 CSV 模組解析資料
reader = csv.reader(csv_data.splitlines())

# 逐行讀取 CSV 資料
for row in reader:
    # 找到花蓮縣的資料
    if row[1] == '花蓮縣':
        sitename = row[0] # 網站名稱
        aqi = row[2] # 空氣品質指標
        pm25 = row[10] # 細懸浮微粒 (µg/m3)

        # 印出結果
        print(f'網站名稱: {sitename}')
        print(f'空氣品質指標 (AQI): {aqi}')
        print(f'細懸浮微粒 (PM2.5): {pm25}')
        break
```

圖 8 ChatGPT 回答問題

將 ChatGPT 幫我們寫的程式碼貼進 Google 的 Colab 中執行，結果如圖 9，我們就可得到最近一小時花蓮縣 AQI 和 PM2.5。

```
+ 程式碼 + 文字
1 import requests
2 import csv
3
4 # 資料下載網址
5 url = 'https://data.epa.gov.tw/api/v2/aqx_p_432?api_key=e8dd42e8-9b8b-43f8-991e-83de723e52&limit=1000&sort=1qcrData_desc&format=CSV'
6
7 # 發送 GET 請求下載資料
8 response = requests.get(url)
9 response.encoding = 'utf-8'
10
11 # 將資料轉換為 CSV 格式
12 csv_data = response.text
13
14 # 使用 CSV 模組解析資料
15 reader = csv.reader(csv_data.splitlines())
16
17 # 逐行讀取 CSV 資料
18 for row in reader:
19     # 找到花蓮縣的資料
20     if row[1] == '花蓮縣':
21         sitename = row[0] # 網站名稱
22         aqi = row[2] # 空氣品質指標
23         pm25 = row[10] # 細懸浮微粒 (µg/m3)
24
25         # 印出結果
26         print(f'網站名稱: {sitename}')
27         print(f'空氣品質指標 (AQI): {aqi}')
28         print(f'細懸浮微粒 (PM2.5): {pm25}')
29         break
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
244
```