

最新

CHAPTER 09 語音辨識

人工智慧概論



最新 人工智慧概論



- 9-1 什麼是語音辨識
- 9-2 語音辨識的應用案例簡介



Chapter 09 語音辨識

【教學影片】關於語音辨識發展與應用的現況

請觀賞語音辨識的發展與應用現況影片，包括它所帶來對企業產品發展的影響，以及可能的市場規模。



- AI 語音處理與語音辨識
(圖片來源：123RF 圖庫)

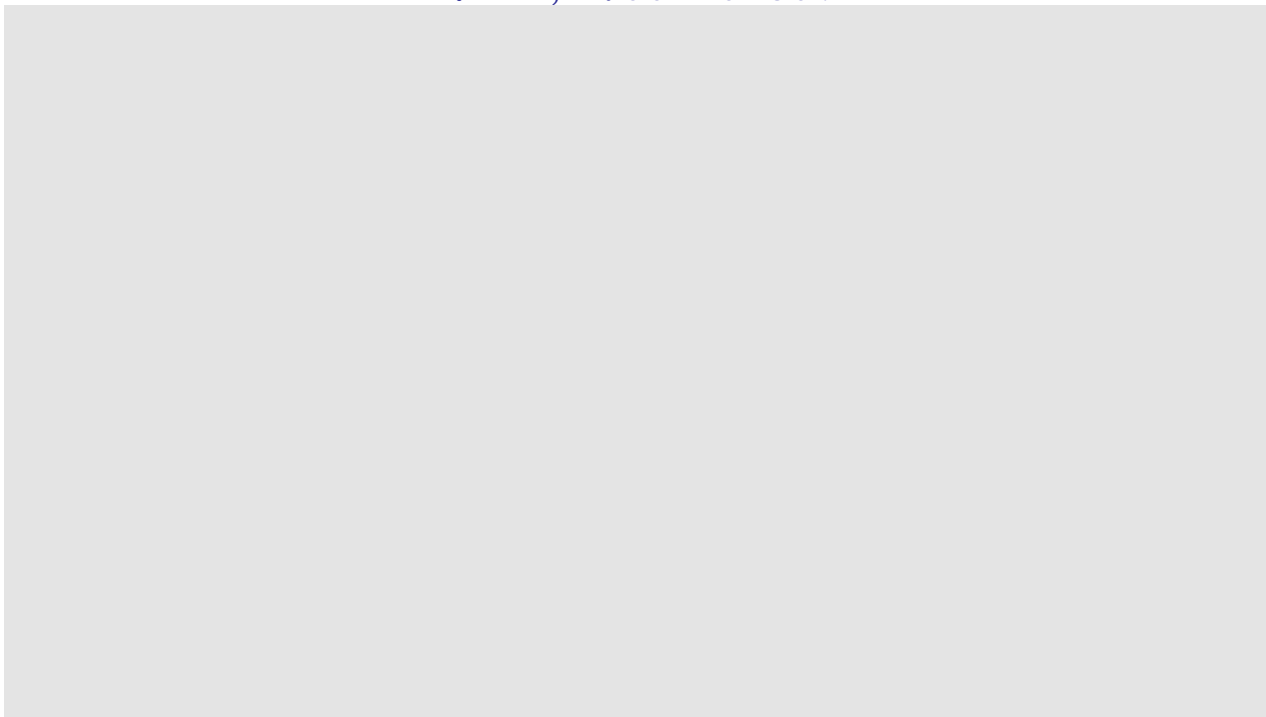
? 問題思考

看到這個教學影片關於語音辨識的發展與應用現況，不知對您在學習人工智慧的語音辨識技術與應用，給了你什麼樣的啟發？



語音識別是什麼原理 為啥知道我們說的是什麼？

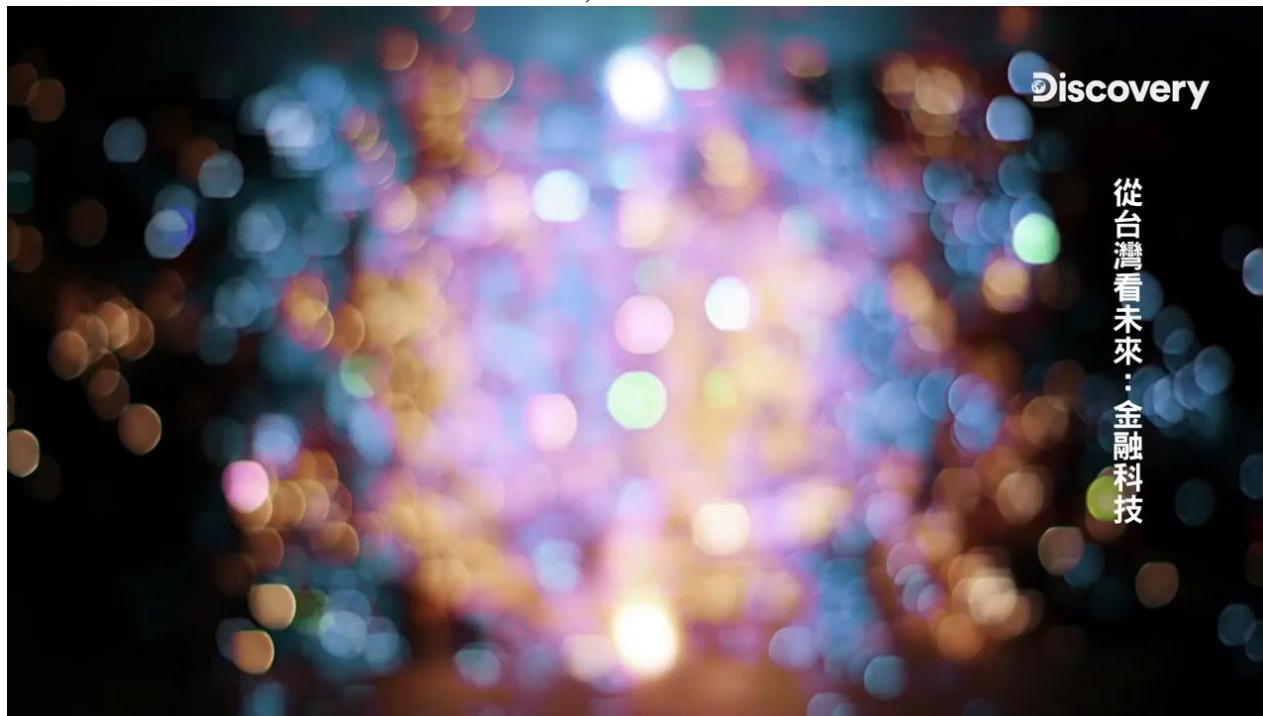
P. 221, 2:00 20180724





在未來，銀行是必要的嗎？

P. 221, 8:50 20200223





9-1 什麼是語音辨識 P.222

語音辨識與圖像識別都是AI 的相關基礎技術與知識之一，為了避免對人工智慧技術群產生「見樹不見林」的迷失，在此重複呈現人工智慧大腦基本框架圖。請在閱讀本章內文時，仔細對照圖9-1。本章的重點是在框架圖中，「感知層」的語音辨識，除了基本觀念與技術的說明外，並配合案例做介紹。

應 用				應用層
自然語言處理		知識圖譜	用戶畫像	認知層
視訊追蹤	AR / VR	圖像識別	語音辨識	感知層
深度學習		機器學習		演算法層
大數據分析/挖掘		數據標註	資料獲取	大數據層
雲儲存		雲計算		雲計算層

● 圖 9-1 人工智慧的基本框架——以百度大腦為例
(資料來源：百度 (2017))



9-1 什麼是語音辨識

一、語音辨識是語音處理的一部分工作

語音處理(speech signal processing) 是研究語音發聲過程、語音信號的統計特性、語音的自動識別、機器合成以及語音感知等各種處理技術的總稱。由此可知，語音辨識是語音處理的一部分工作。

由於現代的語音處理技術都以數位計算為基礎，並借助微處理器、信號處理器或通用電腦加以實現，因此也稱數位語音信號處理。



9-1 什麼是語音辨識

語音信號處理是一門多學科的綜合技術如圖9-2。它以生理學、心理學、語言學以及聲學等基本學科為基礎，以資訊理論、控制論、系統論的工程理論作指導，透過應用信號處理、統計分析、模式識別等現代技術手段，發展成為新的學科。



● 圖 9-2 語音信號處理是一門多學科的綜合技術



9-1 什麼是語音辨識

二、語音處理的發展

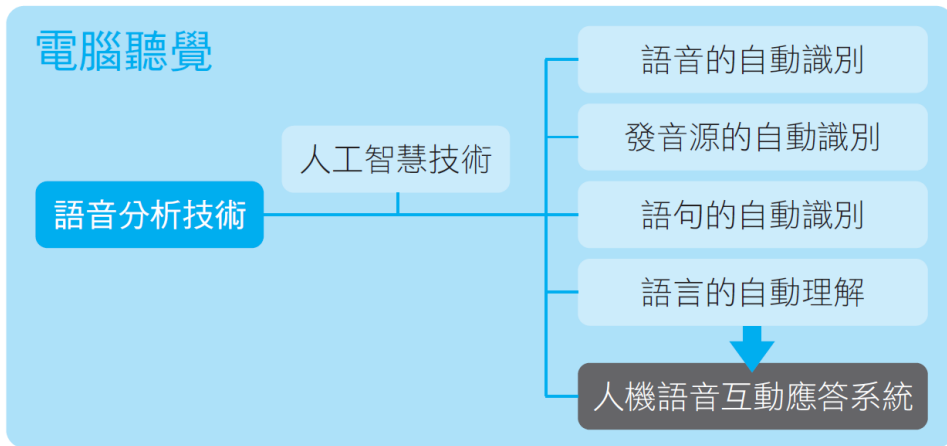
語音信號處理的研究起源於對發音器官的模擬。1939 年美國杜德萊(Dudley)展示了一個簡單的發音過程類比系統，以後發展為聲道的數位模型。利用該模型可以對語音信號進行各種頻譜(spectrum)及參數的分析，進行通信編碼或資料壓縮的研究，同時也可根據分析獲得的頻譜特徵或參數變化規律，並合成語音信號，實現機器的語音合成(speech synthesis)效能。



9-1 什麼是語音辨識

1 賦予電腦聽覺的功能—— 語音分析技術

利用語音分析技術，還可以實現對語音的自動識別，或發音人（聲源）的自動辨識，如果與人工智慧技術結合，還可以實現各種語句的自動識別以至語言的自動理解，進而實現人機語音互動應答系統，真正賦予電腦以聽覺的功能，如圖9-3。



● 圖 9-3 語音分析技術結合 AI 技術賦予電腦聽覺發展人機語音互動應答系統



9-1 什麼是語音辨識

語言資訊主要包含在語音信號的參數之中，因此準確而迅速地提取語言信號的參數是，進行語音信號處理的關鍵。常用的語音信號參數有：共振峰幅度、頻率與頻寬、音調和噪音、噪音的判別等。後來又提出了線性預測係數、聲道反射係數和頻譜係數等參數。

這些參數僅僅反映了發音過程中的一些平均特性，而實際語言的發音變化相當迅速，需要用非平穩隨機過程來描述。在20世紀80年代之後，研究語音信號非平穩參數分析方法迅速發展；專家們提出了一整套快速的演算法，還有利用優化規律，實現以合成信號統計分析參數的新演算法，取得了很好的效果。



9-1 什麼是語音辨識

當語音處理向實用化發展時，人們發現許多演算法的抗環境干擾能力較差。因此，在雜訊環境下保持語音信號處理能力成為了一個重要課題。這促進了語音增強的研究。一些具有抗干擾性的演算法相繼出現。當前，語音信號處理日益同智慧計算技術和智慧型機器人的研究緊密結合，成為智慧資訊技術中的一個重要分支。



9-1 什麼是語音辨識

語音信號處理在通信、國防等部門中有著廣闊的應用領域，如圖9-4。為了改善通信中語言信號的品質，而研究的各種頻率響應修正和補償技術；為了提高效率，而研究的資料編碼壓縮技術；以及為了改善通信條件，而研究的雜訊抵消及干擾抑制技術，都與語音處理密切相關。在金融部門應用語音處理，開始利用說話人識別和語音辨識實現根據使用者語音自動存款、取款的業務。在儀器儀錶和控制自動化生產中，利用語音合成讀出測量資料和說出故障警告。隨著語音處理技術的發展，可以預期它將在更多部門得到應用。



9-1 什麼是語音辨識



- 圖 9-4 語音信號處理與語音辨識技術有廣闊的應用領域
(圖片來源：123RF 圖庫)



9-1 什麼是語音辨識

三、語音理解——信號處理與知識處理結合的產物

人們通常是方便說話而不是打字，因此在實用上語音辨識軟體非常受歡迎。口述命令比用滑鼠或觸控板點擊按鈕更快，如圖9-5。要在Windows 中打開如「記事本」這樣的程式，需要按一下開始、程式、附件，最後點擊記事本，最輕鬆也需要點擊四到五次。語音辨識軟體允許使用者簡單地說「打開記事本」，就可以打開程式，節省了時間，有時也改善了心情。



● 圖 9-5 語言是與電腦溝通最快的工具之一



9-1 什麼是語音辨識

語音理解(speech understanding) 是指利用知識表達和組織等人工智慧技術，進行語句自動識別和語意理解。語音理解與語音辨識的主要不同點是對語法和語義知識的充分利用程度。

語音理解起源於美國，1971 年，美國 先進研究計畫局 (Advanced Research Projects Agency, ARPA) 資助了一個龐大的研究項目，該專案要達到的目標叫做語音理解系統。由於人對語音有廣泛的知識，可以對要說的話有一定的預見性，所以人對語音具有感知和分析能力。依靠人對語言和談論的內容所具有的廣泛知識，善用知識提高電腦理解語言的能力，就是語音理解研究的核心。



9-1 什麼是語音辨識

利用理解能力，可以使系統提高性能：

- 1 能排除雜訊和嘈雜聲
- 2 能理解上下文的意思，並能用它來糾正錯誤，澄清不確定的語義
- 3 能夠處理不合語法或不完整的語句

因此，研究語音理解的重點方向，與其研究系統仔細地去識別每一個單詞，倒不如去研究系統能抓住說話的要旨更為有效。



9-1 什麼是語音辨識

一個語音理解系統除了包括原語音辨識所要求的部分之外，還須加入知識處理和語音知識部分。

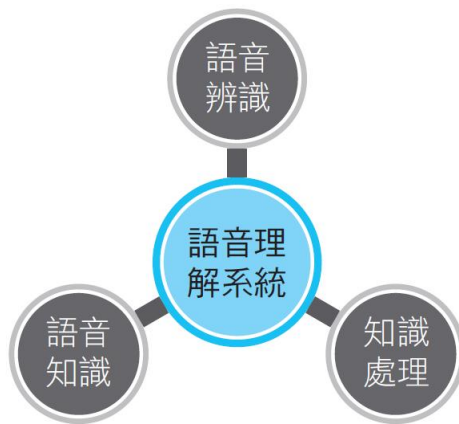
知識處理包括知識的自動收集、知識庫的形成，知識的推理與檢驗、自動地作知識修正的能力。

語音知識包括音位知識、音變知識、韻律知識、詞法知識、句法知識，語義知識以及語用知識。這些知識涉及實驗語音學、漢語語法、自然語言理解、以及知識搜索等許多相關學科。



9-1 什麼是語音辨識

語音理解可以認為是語音辨識、語音知識與知識處理結合的產物，如圖9-6 所示。



- 圖 9-6 語音理解系統需要語音辨識、知識處理和語音知識等的支援



9-1 什麼是語音辨識

四、語音辨識—實現語音自動控制的基礎

語音辨識(speech recognition) 技術，又稱為自動語音辨識(automatic speech recognition, ASR)、電腦語音辨識(computer speech recognition) 或是語音轉文字識別(speech to text, STT)，其目標是以電腦自動將人類的語音內容轉換為相應的文字。

延伸學習

語音辨識與「說話人辨識」及「說話人確認」不同，「說話人確認」嘗試辨識或確認發出語音的說話人，而非其中所包含的詞彙內容。



9-1 什麼是語音辨識

語音辨識是指利用電腦自動對語音信號的音素、音節或詞進行識別的技術總稱。語音辨識是實現語音自動控制的基礎。

語音辨識起源於20 世紀50 年代的「口授打字機」夢想，科學家在掌握了母音的共振峰變遷問題和輔音的聲學特性之後，相信從語音到文字的過程是可以用機器實現的，也就是可以把普通的讀音轉換成書寫的文字。語音辨識的理論研究已經有40 多年，但是能夠轉入實際應用卻是在數位技術、積體電路技術發展之後，現在已經取得了許多實用的成果。



9-1 什麼是語音辨識

語音辨識技術的最重大突破是隱藏馬可夫模型HMM(Hidden Markov Model)的應用。歷經許多學者的研究後，美國卡內基梅隆大學的李開復教授最終實現了第一個基於隱藏馬可夫模型HMM的大詞彙量語音辨識系統Sphinx。



9-1 什麼是語音辨識

五、語音辨識的步驟

從技術觀點，語音辨識一般要經過以下幾個較關鍵的技術處理步驟：

- 1 語音預處理：目的是消除因為人類發聲器官本身和由於採集語音信號的設備所帶來的混疊、高次諧波失真、高頻等等因素，對語音信號品質的影響。預處理主要的工作內容，包括對語音的幅度標稱化、頻響校正、分幀、加窗和始末端點檢測等內容。
- 2 語音聲學參數分析：包括對語音共振峰頻率、幅度等參數，以及對語音的線性預測參數、頻譜參數等的分析。



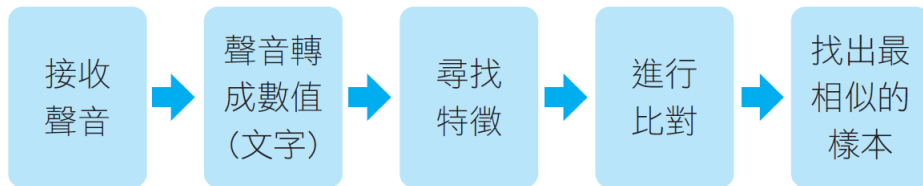
9-1 什麼是語音辨識

- 3 參數標稱化：主要是時間軸上的標稱化，常用的方法有動態時間規整（DTW），或動態規劃方法（DP）。
- 4 模式匹配：可以採用距離準則或概率規則，也可以採用句法分類等。
- 5 識別判決：通過最後的判別函數給出識別的結果。



9-1 什麼是語音辨識

簡單的說，語音辨識流程可以簡化為五個步驟：接收聲音、聲音轉成數值（文字）、尋找語音特徵、進行語音比對、找出最相似的樣本。為了快速瞭解語音辨識的流程，重新整理如圖9-7所示。



• 圖 9-7 簡化後的語音辨識流程



9-1 什麼是語音辨識

語音辨識的分類可分為：

- 1 按不同的識別內容進行分類：有音素識別、音節識別、詞或片語識別的分類。
- 2 按詞彙量分類：有小詞彙量（50 個詞以下）、中詞量（50~500 個詞）、大詞量（500 個詞以上）及超大詞量（幾十至幾萬個詞）。
- 3 按照發音特點分類：可以分為孤立音、連接音及連續音的識別。
- 4 按照對發音人的要求分類：有認人識別，即只對特定的發話人識別、和不認識人識別，即不分發話人是誰都能識別。



9-1 什麼是語音辨識

顯然，語音辨識最困難的是超大詞量、連續音和不識人同時滿足的語音辨識。

語音辨識有許多技術，對各短文本（短句）根據的信心度與相似度作為處理方法，是目前常見的方法之一。語音辨識是由多重維度構成的，其中最重要的關鍵技術是聲學模型及語言模型。聲學模型是幫助系統在判斷發音；語言模型是幫助系統判斷文法。在系統判斷出的每個結果後，皆會呈現一個信心水準或是信心度(confidence)，舉例來說，當聽到像「部長」這兩個音時，系統會比對「部長」可能是哪些字，系統若覺得像「不講」的機率是45%，而像「步長」的機率是60%，而像「部長」的機率是80%，那系統就會回傳「部長」這兩個文字。




9-1 什麼是語音辨識

同樣的，對於不同短文本（短句）之間，也可以利用信心度或相似度的計算，來幫忙決定。例如，我們設定比對後輸出的相似度是一個介於-1 到1 之間的實數值，當越接近1 時，表示相似度越高。這個相似度值可以直接用於結果排序，也可以作為一維的基礎特徵，用於更複雜的系統比對上。以圖9-8 為例，假如想問「到車站怎麼走」，系統先找相似度同的議題，經過比對後，以第一組相似度最高，所以系統會回傳「如何去車站」這個議題的相關資料。



9-1 什麼是語音辨識

原短文本(原句)		比較的短文本		相似度
到車站怎麼走	↔	如何去車站		0.801262
到車站怎麼走	↔	去車站有什麼		0.386921
到車站怎麼走	↔	後車站怎麼走		0.749128

• 圖 9-8 短文本比對的信心度或相似度概念



問題思考

現代的語音處理技術包含了：語音辨識、語音理解、語音自動控制，請說出三者之間的關係？



9-2 語音辨識的應用案例簡介 P.230

一、應用語音辨識功能蔚為風潮

幾乎每個人都擁有一台帶有Apple 或安卓作業系統的智慧手機。無論智慧手機或新電子家電設備或應用軟體系統都具有語音辨識功能，使用戶能夠說出自己的短信而無需輸入文字，如表9-1

◆ 表 9-1 各家企業產品具備語音辨識功能已蔚為風潮

品牌	中文名稱	語音助理
Apple	蘋果	Siri
Amazon	亞馬遜	Alexa
Google	谷歌	Google Assistant
Microsoft	微軟	Cortana
小米	小米	語音助手
其他……	……	……



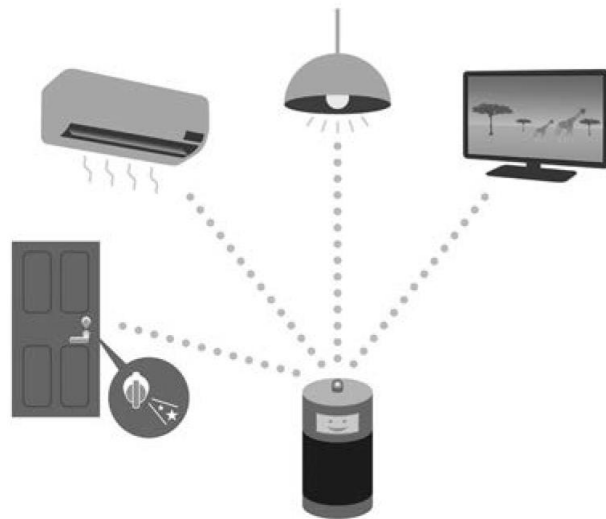
9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-1 導航設備或新電子家電設備應用語音辨識案例

現在的導航設備如汽車，都增加了語音辨識功能，我們無需打字，只需說出目的地址或「家」，就可以設定好導航回家。

如果有人由於拼寫困難或存在視力問題，無法在小視窗中使用小鍵盤，那麼語音辨識功能是非常有幫助的。

現代的家庭電器用品或是家用機器人，大部分都增加了語音辨識功能，如圖9-9，只需說出想要電器或機器人運作的方式，就可以按你的指示工作。



● 圖 9-9 語音辨識功能在家居電器產品的應用

（圖片來源：123RF 圖庫）



9-2 語音辨識的應用案例簡介

二、語音辨識系統（自然語音系統）的應用案例

目前市面上已經有幾個技術領先的商業語音辨識系統：

Nuance 的Dragon Naturally Speaking Home Edition™ 軟體，它透過為使用者提供導航、解釋和網站瀏覽的功能，理解聽寫命令並執行客製化的命令。

Microsoft 的Windows Speech Recognition™ 軟體，它可以理解口頭命令，也可以用作導航工具，它讓使用者能夠選擇連結和按鈕，並從編號清單中進行選擇。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

延伸學習

商業用的語音辨識系統在調教辨識引擎時，要先跟需要語音辨識的單位取得約100 至200 個錄音小時的音檔；接著用人工的方式，逐一聽取這些音檔，並在每個音段上標記正確的文字，再反饋給語音辨識系統做學習。這種由人工聽取，並錄入文字的過程，稱之為標音。

（有興趣者可，進一步參考：

<https://www.grandsys.com.tw/stt2>（德鴻科技））



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-2 使用者設定檔的創建和語音培訓應用案例

由於系統要學習使用者的聲音，並根據使用者的口音進行調整，因此，建立使用者設定檔(user profile)或圖像的過程非常重要。這也使得系統只能重點專注使用者的語聲，過濾掉大部分背景雜訊。

Dragon 自然語音系統和微軟Windows 語音辨識系統都允許使用者使用電腦為不同的人創建多個設定檔。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-3 Dragon Naturally Speaking (DNS) 使用者設定檔應用案例

DNS 設定檔創建過程要求輸入姓名、年齡、區域、口音以及將要採用的語音設備類型。這個過程還會調整麥克風，並對麥克風聲音進行品質檢查，以獲得更高的準確性。

訓練提示使用者閱讀螢幕上的一段文字以測試聲級、語音和口音，這樣系統就能夠透過採集使用者讀取的一段文字來識別使用者的聲音。

準確性訓練透過使用者的應用程式（如Word 和Outlook）來添加個性化詞彙。

這個過程會對已發送的電子郵件、文檔和聯絡人姓名中的未知單詞進行掃描。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-4 微軟的語音辨識（MSR）使用者設定檔應用案例

Microsoft 的 Windows 10 專業語音辨識系統需要相同步驟建立使用者設定檔，這個設定檔也是 Dragon 自然語音系統所要求的。它們主要包括設置麥克風和進行語音訓練。這個介面不像 Dragon 自然語音系統介面那樣方便，但是它給用戶提供了訪問和修改許多設置的機會。嚮導螢幕允許使用者在給定設置中選擇最合適的麥克風，以獲得最佳效果，並可以調整麥克風的音量。完成個人設定檔所需的最後一步是語音辨識聲音訓練，這允許系統適應使用者說話的方式。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-5 Dragon 自然語音系統互動式教程應用案例

Dragon 自然語音系統互動式教學課程可幫助用戶瞭解使用的基礎知識。例如，可學會口述命令，提高使用效率。本教程分為幾個部分，分別介紹了口述命令、修正功能表、拼寫視窗、編輯和學習更多的基礎知識。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-6 微軟語音辨識培訓應用案例

微軟語音辨識的培訓教程分為幾個部分。這個過程提示使用者在教程的每個部分後使用命令，並需要完成所有已學習命令的最終實際操作練習題目。教程要求用戶刪除一個單詞或更正一個句子，這樣用戶更有可能記住更多的命令，並且更好地瞭解如何使用這些命令。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

三、資訊提取和問答系統(Q&A) 應用案例簡介

在語音辨識系統或自然語言處理(NLP, nature language processing)系統應用中，通常同時採用符號方法和統計方法。語音辨識系統（或自然語言系統NLP）方法的最知名應用是資訊提取和問答系統，現在這個系統通常用於搜索網路。



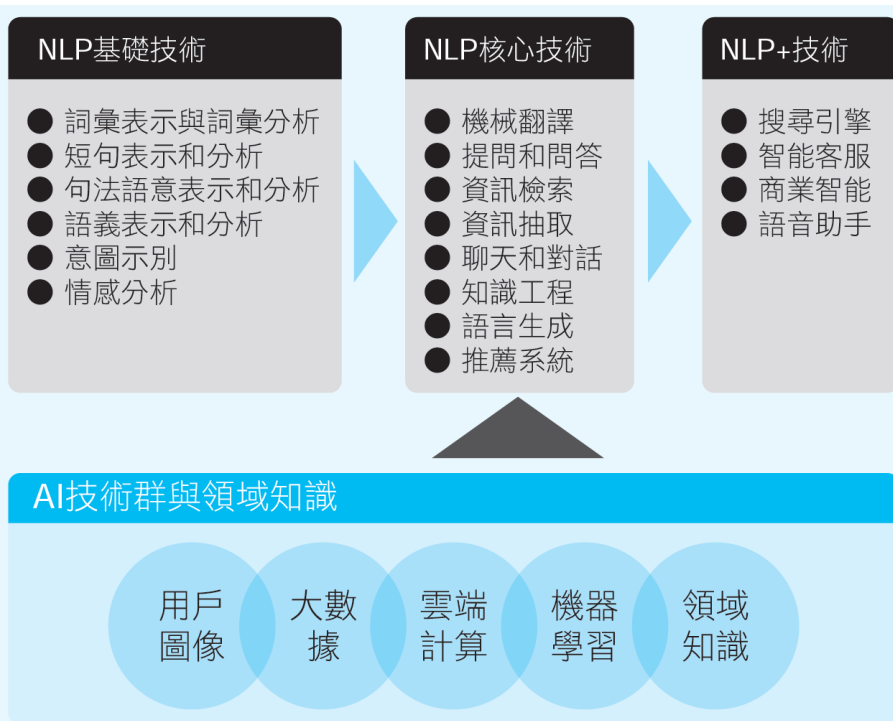
9-2 語音辨識的應用案例簡介

延伸學習

自然語言處理（natural language processing，NLP）是電腦科學與人工智慧領域的一項重要的研究與應用方向，是一門融語言學、電腦科學與人工智慧領域、數學於一體的科學，它研究能實現人與電腦之間用自然語言進行有效通信的各種理論和方法。自然語言處理是研製能有效地實現自然語言通信的電腦系統，特別是其中的軟體系統。參考圖9-10 表示NLP 與AI 的技術群，有些項目或技術在未來的進階學習中會學到。



9-2 語音辨識的應用案例簡介



● 圖 9-10 自然語言處理主要的電腦與 AI 技術示意圖

(參考資料：2017GAITC 自然語言理解分論壇實錄 | 周明：深度學習在自然語言處理領域的最新進展 <https://itw01.com/NJ6BEHX.html>)



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-7 用語音辨識系統作搜索網路應用例—資訊提取系統

讓我們思考一個例子：在決定購買國外的AIG 企業的股票之前，你可能想要蒐尋互聯網上的文章，這些文章將支持你的AIG 股票上漲的「信念」。為此，你將順帶看到包含「AIG」「政府救助」、股票以及一些其他關鍵字的文本，這樣就可以幫助你找到有關AIG 未來可能發展的相關資訊。

這正是適用資訊提取系統解決的任務。資訊提取系統實際上是使用已成熟的許多技術的組合，包括有限狀態方法、概率模型和語法分塊。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

示例9-8 問答系統 Q&A 應用案例與說明

問答系統Q&A 透過搜索文檔集合找到使用者查詢的最佳答案，請參考圖9-8 與圖9-10。

通常，檔案集合可以與Web 網站一樣大，也可以是特定公司擁有的一組相關文檔。因為檔案數量可能很大，所以必須找到最相關的檔，並進行排列，將這些檔案分解成最相關的段落，並搜索這些段落來找到正確的答案。

因此，問答Q&A 系統必須完成3 個任務：

- ①處理用戶的問題，將其轉化為適合輸入系統的查詢
- ②檢索與查詢最相關的檔案和段落
- ③處理這些段落，找到用戶問題的最佳答案



9-2 語音辨識的應用案例簡介

在第一步①中，處理用戶的問題，識別關鍵字並消除不必要的詞。最初使用關鍵字進行查詢，然後將查詢擴展為包括關鍵字的任何同義詞。

例如，如果用戶的問題包括關鍵字「汽車」，那麼可以擴展查詢，包括「轎車」和「汽車」。此外，關鍵字的形態變體也包括在查詢中。如果用戶的問題包括詞語「駕駛」，則查詢也將包括「駕駛中」和動詞駕駛的其他形態變體。透過擴展用於查詢的關鍵字清單，系統可以最大化找到相關文件或檔案的機會。

第二步②是檢索這些檔。這些稱為資訊檢索(information retrieval, IR)。



9-2 語音辨識的應用案例簡介

一旦檢索到最相關的檔，可以將這些檔案分為易處理大小的段落。丟棄不包含任何關鍵字或潛在答案的段落，其餘段落根據它們包含答案的可能性進行排序。

在這個階段，我們已經為問答Q&A 過程的第三步③做好了準備：從排列的段落中提取答案。



問題思考

請上網查詢，能夠以網路服務(web service)形式的語言處理軟體或平臺的名稱，請列出兩種以上。



Chapter 9 作業

一、重要關鍵字練習：根據英文關鍵字，把適當的中文編碼寫至對應的空格中

A. 自然語言處理

F. 語音；說話；說話能力；言詞

B. 互動式交流

G. 傾聽

C. 語法；句法

H. 譜；光譜；頻譜

D. 檢索；取回

I. 資訊檢索

E. 綜合；合成

J. 信號；暗號

題號	英文	中文	題號	英文	中文
1	syntax	C	6	speech	F
2	signal	J	7	information retrieval	I
3	spectrum	H	8	interactive	B
4	synthesis	E	9	retrieval	D
5	listening	G	10	natural language processing	A



Chapter 9 作業

一、重要關鍵字練習：根據英文關鍵字，把適當的中文編碼寫至對應的空格中

K. 問答系統（簡稱）

L. 資訊檢索（簡稱）

M. 網路服務

N. 自然語言處理（簡稱）

O. 語音信號處理

P. 語音理解

Q. 語音辨識

R. 微軟商業語音辨識系統

S. 龍自然演說（一種商業語音辨識系統）

T. 理解；瞭解

題號	英文	中文	題號	英文	中文
11	speech signal processing	O	16	NLP	N
12	speech understanding	P	17	understanding	T
13	speech recognition	Q	18	Q&A	K
14	Windows Speech Recognition	R	19	Dragon Naturally Speaking	S
15	IR	L	20	web service	M



Chapter 9 作業

二、是非題

- ☐ 1. 語音理解(speech understanding) 是指利用知識表達和組織等人工智慧技術進行語句自動識別和語意理解。
- ☐ 2. 語音理解與語音辨識的主要不同點是對語法和語義知識的充分利用程度。
- ☒ 3. 語音辨識與說話人辨識及說話人確認不同，說話人確認嘗試辨識所包含的詞彙內容，以確認發出語音的說話人。
- ☐ 4. 目前語音辨識最困難的是超大詞量、連續音和不識人同時滿足的語音辨識。



Chapter 9 作業

三、選擇題（單複選）

- (C) 1. 語音處理是研究語音發聲過程、語音信號的統計特性、____、機器合成以及語音感知等各種處理技術的總稱。
- (A) 語音的自動類比 (B) 語音的自動檢測
(C) 語音的自動識別 (D) 語音的自動降噪
- (D) 2. 語音信號處理是一門多學科的綜合技術。它以____以及聲學等基本實驗為基礎。
- (A) 生理 (B) 心理 (C) 語言 (D) A、B 和 C



Chapter 9 作業

- (C) 3. 語音理解是指利用_____等人工智慧技術進行語句自動識別和語意理解。
- (A) 聲樂和心理 (B) 合成和分析
(C) 知識表達和組織 (D) 字典和演算法
- (C) 4. 在運用上，語言既是精確也是模糊的。由此，可以想像_____
_____可能會給需要語音辨識、自然語言處理的機器帶來的問題。
- (A) 語言表達 (B) 語言收集
(C) 語言理解 (D) 語言音色



Chapter 9 作業

- (D) 5. 自然語言處理 (NLP) 的研究至少涉及到_____及語言學。
- (A) 人工智慧 (B) 電腦科學
(C) 數學 (D) A、B 和C
- (A) 6. 在語音辨識系統做學習之前，用人工聽取聲音，並轉錄成文字的過程，稱為_____。
- (A) 標音 (B) 語音的自動檢測
(C) 合成和分析 (D) 語音轉文字識別TTS
- (A) 7. 語音信號處理是以生理學、心理學以及_____等基本學科為基礎。（請選兩項）
- (A) 聲學 (B) 經濟學 (C) 語言學 (D) 農業學