

節能知識問答機器人

Energy Saving Knowledge Chatbot

¹陳志杰 Jih-Jie Chen
²張仕穎 Shih-Ying Chang
²邱子晉 Tsu-Jin Chiu
¹蔡名喬 Ming-Chiao Tsai
¹張俊盛 Jason S. Chang

¹國立清華大學資訊工程學系
Department of Computer Science, National Tsing Hua University

²工業技術研究院
Industrial Technology Research Institute

JJc@nlplab.cc, itriA00550@itri.org, ZihJin@itri.org.tw, mietsai@nlplab.cc, Jason@nlplab.cc

摘要

普羅大眾對於節能用電知識了解不足，使得舊家電汰換與節能方案（例：時間電價）的推動停滯不前。而近來對話機器人（chatbot）越來越流行，對話本身是極好的資訊傳遞介面，也越來越多產品知識與問答透過對話機器人來實作。本論文建立一個智慧問答機器人，提供名詞解釋、分享節電技巧、節電標章說明、家電耗電試算、試算採用時間電價的效益…等用電知識，期望能加速知識傳遞，進而推廣節能用電的實行。透過網路爬蟲收集問答資料、人工標記問題的分類、建立資訊檢索模型，並訓練支持向量機（Support Vector Machine, SVM）的分類模型，開發出節能互動問答系統，希望能增加節能知識的觸及率並提高國人的節能意識，進而提升國人節能意願。

Abstract

The lack of understanding of energy saving knowledge leads people to be slow in replacing their old, energy-inefficient household appliances, thus impeding the energy-saving promotion by the government. Recently, chatbot becomes more and more popular since conversation is a natural and effective interface for knowledge enquiry and information sharing. In this paper, we describe the development of an intelligent chatbot, which provides terminology definitions, energy saving tips, energy saving logo explanations, calculation of

power cost and so on. We hope the application will speed up the knowledge transfer and promote the energy saving in everyday life. The method involves collecting knowledge related to energy saving, labelling the collected questions into (question, answer) pairs for training and testing, and training a classifier-based chatbot using Support Vector Machine (SVM) for answering energy-saving related questions. We utilize existing chatbot development tool, Chatfuel, to develop a chatbot system. This prototype has great potential in drawing attention to energy-saving awareness and practice.

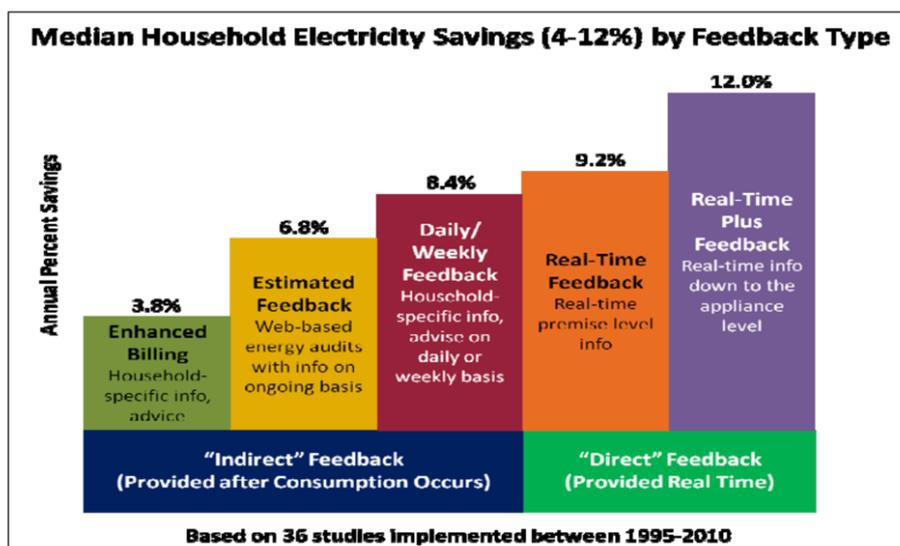
關鍵詞：問答機器人，支持向量機，網路爬蟲

Keywords: Chatbot, SVM, Web Crawler.

一、緒論

台灣用電尖峰集中在夏季，尤其夏日白天天氣炎熱，每天尖峰時刻的供電負載往往處於滿載的狀態，電力公司也面臨供電調度的挑戰。如何有效的控制、分散尖峰用電，同時減少供電調度上的危險，進而提升供電品質與穩定度，是電力公司需要面對的重要課題。

傳統節能知識的傳遞，都是以網站或是紙本的宣傳的方式，來告知節能的一些技巧，但是這種知識傳遞方式效果有限。如圖一所示，直接即時的回饋最有節能效益。本計畫選擇使用即時機器人（chatbot）的方式來建構我們的溝通互動平台，如：Facebook messenger，搭配智慧電表的即時資訊，可以在用電尖峰或是電價過高時，即時給予節能建議，這樣節能建議被採用的機率就會提升。



Source: Ehrhardt-Martinez et al. 2010

圖一，家庭節能回饋方式的效益比較

舉例來說，時間電價規劃，根據用電性質及需求，調整尖峰用電移轉至離峰時間使用，以達充分利用離峰電力與節省電費支出之目的。目前普羅大眾對於時間電價方案了解不足，無法明確得知參加方案會帶來什麼效益，對於日常生活又會有帶來什麼影響，時間電價方案推廣不足，民眾對於用電議題關注不夠，導致時間電價方案採用率一直處於低落，甚至是乏人問津。如何有效的推動時間電價方案，分散用電尖峰期的負載，成為現今電力公司需要重視的議題。

聊天機器人，透過對話或文字進行交談，模擬人類對話，是極佳的互動介面。而傳統問答機器人早已廣泛應用在電話客服上，透過預先設定好的指令、對話流程，即可完成簡單、例常的用戶服務，如資訊查詢，帳戶設定等。

拜近年人工智慧發展迅速所賜，近年對話機器人有了突破性的發展，自然語言處理的技術也有了長足的進步，透過擷取對話中的關鍵字，辨識使用者的目的，從資料庫中檢索相關的資訊，並回覆使用者所需要的資訊。此外，結合先進的語言生成技術，學習人類說話的行為與模式，產生接近人類對話的自然語言回覆，讓使用者感覺更加生動、親切。

相關的產品應用與開發工具也如雨後春筍般出現。Apple 公司應用在手機上的語音助理 Siri，可透過語音完成一系列日常的任務，如：設定行事曆、回覆訊息、語音導航…等，甚至可以和使用者進行聊天。Amazon 的智慧家庭助理 Alexa，整合各式各樣的智慧家電，可以監控家庭使用情形。此外，現有的社交平台 Facebook Messenger，也推出可客製化的對話機器人模組，結合對話管理與自然語言處理技術，幫助回答問題，並可推廣各式促銷活動。與機器對話不再是死板的過程，而是富啟發性且充滿樂趣的體驗。

本論文期望以對話機器人的技術，開發節電問答機器人。透過自然語言處理技術，達到對話的關鍵字擷取與語意理解，並結合用電、節電、政策宣導相關資訊，搭配自然語言生成技術，產生接近自然語言的回覆。也期許能提升國人對於用電相關議題的關注。

二、相關研究

[1]將網路論壇上的（問題，回答）的配對資料，做為 SVM 模型的訓練資料，來建立聊天機器人。[2]指出了使用網路論壇上的問答資料作為訓練資料會有的困境與挑戰，並提出了一個方法，可以在網路問答論壇有效地取得正確的問答資料。[3]則提到，可以使用一套回覆排序方法來改進回答系統的品質。[4]使用語意相似度從現有的（問題，答案）配對中找出最佳解答。

三、研究方法

本論文的目標為開發一個節能知識問答機器人，提供用電常識、節電秘訣與相關知識，並且可以試算用電量。研究方法我們依下列階段進行，分別為（一）節能知識整理收集，（二）問答對話流程規劃，（三）問題回答人工標注及（四）建立自動分類模型。

（一）、節能知識整理收集

取得資料是第一步，我們先整理節能相關知識的網站資料，並以具公信力的機構為主，如：能源局、台灣電力公司，透過網路爬蟲、網頁解析技術，從這些網站擷取以自然語言構成的用電知識與問答資料。此外，我們也爬取網路上與節能相關的問答資料，如：奇摩知識家，這類網站有許多自然語言描述的問題與解答，而產生這些問題的族群亦相當豐富多元，可以說是最好的問答機器人訓練資料。

1、建立關鍵字集

搜尋資料需要搜尋關鍵字，所以我們參考了能源局網頁所列的節能標章家電清單，建立了關鍵字集，搭配節能相關的字詞，並從資料中人工挑選廣告、成人內容關鍵字作為黑名單，來過濾雜訊資料。最後的家電關鍵字集有冷氣、電扇、除濕、冰箱、洗衣、燈管、烘乾、吹風機、開飲機、飲水機、燈泡、螢幕、顯示器、電熱水器、烤箱、熱水器、電鍋、電子鍋、電熱、指示燈、燈具、照明、音響、影印機、印表機、空氣清淨機、電風扇、延長線、插座。節能關鍵字集則有省電，電費，節省，環保，節能，電價，耗電。

2、搜尋引擎收集文件

我們使用爬蟲抓取 Bing 搜尋引擎的搜尋結果，並限制搜尋範圍在奇摩知識家的網域範圍（tw.answers.yahoo.com）。因奇摩知識家內建的搜尋引擎，在超過特定頁數後的結果都無法取得，我們轉而測試爬取其他搜尋引擎（Google、Bing）的搜尋結果，最後選擇可以透過爬蟲並且取得完整資料 Bing 搜尋引擎。

3、資料解析與儲存

最後，我們自 Bing 搜尋引擎取得奇摩知識家 28,533 筆問答文件，並透過網頁解析技術，將其中的網址、日期、標題、內容與最佳回答擷取出來，並依不同家電類型各自存成 json 格式的檔案，做為後續資料分析與模型訓練使用。

（二）、建立對話流程

接下來，我們利用 Chatfuel 聊天機器人平台建置我們的對話流程，Chatfuel 可以預先設定對話的內容，並且可以根據不同的回答，設計不同的對話過程，此外，也可以在對話

中插入一些使用者的背景資訊，如名稱、性別、年紀……等，讓整個對話過程有更多針對不同個體有不同的變化，整體流程簡圖如圖二所示。



圖二、使用 Chatfuel 建構的對話流程

(三)、問題回答人工標注

為了有效地確保答案的品質與可靠度，我們預先設定好的回答的集合，並將每個問題分類到這些設定好的回答集合。接下來，我們逐項檢視問題並人工產生答案分類或歸類到現有分類，直到有一定數量的標記資料後，我們將已標注的資料匯入自動分類模型，這個分類模型可以學習標記資料中的分類模式，並自動分類剩餘的未分類資料，輔助並加速後續的人工標記過程，最後，搭配開發好的標記系統，人工進行最終的問題分類確認。

1、人工建立預設回答集

根據不同關鍵字組合的搜尋結果，我們先將問題分成了 16 個大類，接下來，便人工搜索並參考相關的節能知識與家電採購技巧，為各類型的家電問題建立回答內容（以冷氣為例，有 23 項預設的回答）。

2、自動分類模型輔助預標

人工標記是非常耗時、人力密集的工作，為了加速整體標記過程，當每個家電分類有一定數量的標記資料後，我們便使用已標記的資料訓練自動分類模型（第四小節），並使用訓練好的模型預測未標記的資料，作為該問題的預設分類。

3、人工確認預標資料

每個問題有了預設的標記後，就再也不需要將每個問題去對應十幾、二十幾個回答分類。取而代之的是，只需確認這個問題是否符合其預標，如不符合，這個問題就標示為未標記，自動分類模型可以選擇其他更符合的選項作為預標，然後重複確認的過程，或者標記者可以人工新增答案分類。如此一來，人工標記的過程就會加速許多。(如圖三)



圖三、進行問題分類標記的問答管理系統

(四)、建立自動分類模型

1、資訊檢索模型

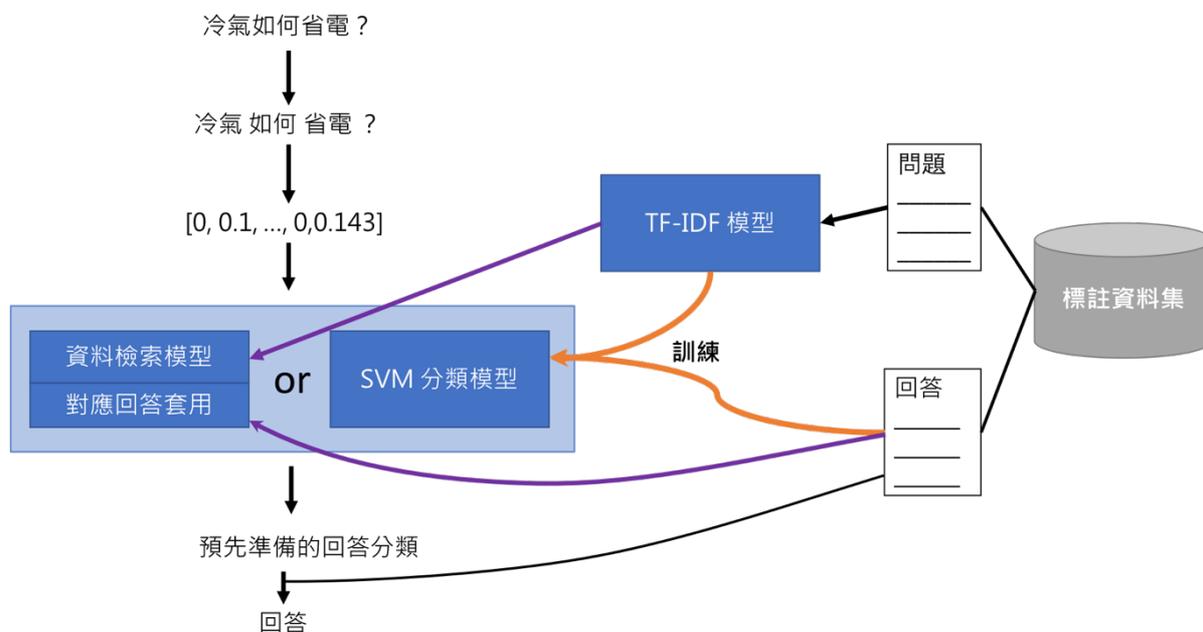
我們以 TF-IDF 模型（一種詞袋模型）為基礎，將問題的文字轉換為一固定長度的向量，藉由計算向量之間的相似度（Cosine Similarity），可以得到問題與問題之間的相似度。我們在已標注的問題資料集上建立 TF-IDF 模型後，當使用者詢問一個新的問題，我們便可以從現有資料集中找出最相似的問題，並以該問題所標注的標準回答，作為使用者問題的回答。這樣的方法不僅直覺且容易實作，分類的效果也相當不錯。此外，透過設定相似度的門檻值，我們可以自動把相似度過低的問題歸類為待處理，再進行後續的人工標注。

然而，比較相似度的步驟需要比較標注資料集中的每一個問題，一旦標注資料集數量增加，分類的速度就會呈線性的下降，這樣的模型在可擴展性（scalability）上和效率上，

都有所限制。

2、SVM 分類模型

在向量空間找出最佳切割分類的超平面 (hyperplane)，相較上述的資訊檢索模型需要將輸入向量與訓練資料每個向量比較。此外，使用 SVM 分類模型並不會因為訓練資料集的大量增加而明顯影響分類速度，使得藉由增加訓練資料來改進系統效能更加可行。



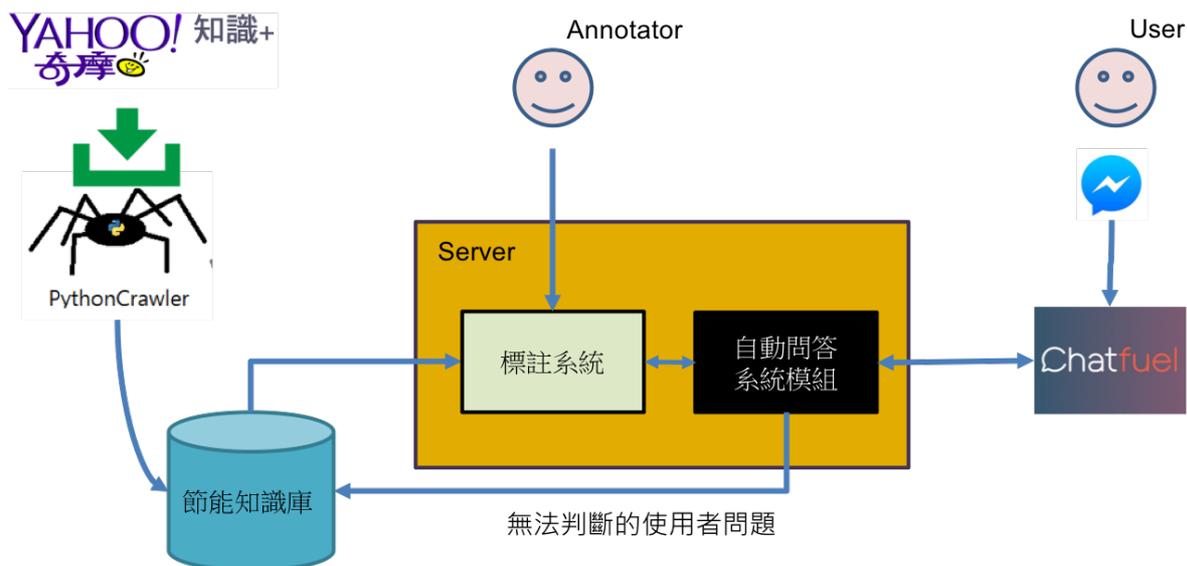
圖四、分類系統架構圖

我們的問答系統整體架構如圖五所示，透過爬蟲程式定期收集奇摩知識家的問答資料，作為我們的節能知識庫的基礎，而我們的標註系統讓標註者可以對節能知識庫的問題進行回答標記，並作為訓練自動分類模型的資料，最後，串接對話管理平台與即時通訊平台，來與使用者進行節能知識問答與傳遞。

3、二階分類

不同家電會有類似的問題，開發分類器的過程中我們發現，分類器有時成功辨認問題的意圖 (購買家電、家電比較、名詞釋義...等)，但家電的類型卻錯誤了。為了解決這個問題，我們特別設計了兩階段分類，先分類家電，再分類問題的類別，進而選出相對應的回答。問題分類針對不同家電分別訓練，共有 16 個問題語意分類器。

家電分類的模型同樣採用了上述的資料檢索模型與 SVM 分類模型，並使用 TFIDF 作為每個問題的特徵值，分類共有 16 類家電。分完家電後，再根據不同類別選用不同的問題分類器，如此一來，分類模型的類別數量可以大幅減少，初步實驗 (第四節) 結果也顯示二階段分類的做法能夠有效的提升回答的準確度。



圖五、問答系統架構

四、實驗

(一)、資料集

透過網路爬蟲收集到的資料，完成人工標記的有 3,477 筆，每個問題都有兩個標記，一個是家電分類，另一個則是對應的回答。我們將這份資料切成訓練、測試集，比例為四比一，我們使用這 3,477 筆資料進行不同模型的實驗與評估。

(二)、實驗模型與結果

1、家電分類

分類問題所屬的家電類別，我們使用關鍵字模型作為基線(baseline)，來比較我們的 SVM 分類模型。關鍵字模型將 16 類家電名稱作為關鍵字，以問題文字中最常見的關鍵字作為分類。從表一中，我們可以看到關鍵字模型有 72.1% 的準確率，而我們的 SVM 模型則有 92% 的準確度，顯著優於關鍵字模型。

表一、家電分類準確度

模型	家電分類準確度
關鍵字模型	72.1%
SVM 模型	92%

2、問題分類

問題分類，我們比較資訊檢索模型（3.4.1）與 SVM 分類模型（3.4.2）。資訊檢索模型是將每個問題轉成 TFIDF 的向量，從訓練集中找出最相似的向量，並以這個最相似問題的回答作為回答。SVM 分類模型也使用 TFIDF 向量作為特徵值，並經過網格搜尋（Grid Searching）和交叉驗證（Cross Validation）進行參數調整（Hyperparameter Tuning）訓練出最佳的模型來進行比較。

從表中二，我們可以看到資料檢索模型在測試資料集有 66.5% 的準確度，而 SVM 分類模型則有 74% 的準確度，我們可以看到 SVM 分類模型顯著優於資料檢索模型。而針對標記資料較完整的冷氣分類進行實驗，共 1287 題、23 類，結果有 80% 的準確率。

表二、各模型問題測試集上的分類準確度

模型	資料 所有問題（3,477） 訓練: 2,782, 測試: 695	冷氣（1,287） 訓練: 1,030, 測試: 257
資訊檢索模型	66.5%	64.2%
SVM (預設參數)	73.1%	78.3%
SVM (參數調整後)	74%	80.7%

五、結論

本篇論文建立了一個問答機器人框架實踐，從資料收集、人工標記、建立對話流程、訓練自動回答分類模型，並提出一個自動分類模型輔助人工標記的循環。實驗結果顯示我們的系統有不錯的準確度，另外，我們邀請節能專家來試用，並對問答機器人有正面的評價，即使偶有回答無法完整回應問題的情形，但還是能達到相關節能知識傳遞的作用。

未來，我們將會持續收集與標記資料，並完善更多家電的問題標記。初步邀請實驗顯示，整體回答的滿意度很高，但許多情況是使用者不知道該問什麼問題，或是如何去問問題。我們也將會進行使用者研究，主動觸及使用者，而非被動的接受問題，也探討大眾對於節能所關注的議題，進行推薦問題系統的建置，進一步改善聊天過程。

參考文獻

- [1] Huang, Jizhou, Ming Zhou, and Dan Yang. "Extracting Chatbot Knowledge from Online Discussion Forums." *IJCAI*. Vol. 7. 2007.
- [2] Cong, Gao, et al. "Finding question-answer pairs from online forums." *Proceedings of the 31st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*. ACM, 2008.
- [3] Hong, Liangjie, and Brian D. Davison. "A classification-based approach to question answering in discussion boards." *Proceedings of the 32nd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*. ACM, 2009.
- [4] Wang, Baoxun, et al. "Modeling semantic relevance for question-answer pairs in web social communities." *Proceedings of the 48th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. Association for Computational Linguistics, 2010.