

FAST：電腦輔助英文文法出題系統

FAST：Free Assistant of Structural Tests

陳佳吟¹ 柯明憲² 吳紫葦¹ 張俊盛^{1,2}
{g936727, g936339, g936704}@oz.nthu.edu.tw ;
jschang@cs.nthu.edu.tw

¹清華大學資訊系統與應用研究所
²清華大學資訊工程研究所

摘要

近年來電腦輔助教學應用於自動產生試題系統的研究，在自然語言處理領域裡異軍突起，成為現今熱門探討的重點。綜觀目前的自動出題系統，大都著重字彙、克漏詞、閱讀測驗題型，並沒有針對英文文法為考量的相關研究。本論文提出一個以網路為本的作法，可以自動產生英文文法測驗考題。這個句法樣式為本的做法，涉及對閱讀的文章進行詞性分析、基本片語分析等等，再根據多重的句法樣式，擷取具備特定句法樣式的句子，形成題目、答案、誘答項目。我們也根據這個做法，製作了電腦輔助線上文法測驗系統雛形，FAST (Free Assessment of Structural Test)。實驗的結果顯示，FAST 能將七成以上搜集得來的英文句子，自動生成文法考題。因此，FAST 運用適性化數位學習的潛力很大。

Key Words：電腦輔助教學應用，英文文法，電腦自動出題

一、緒論

電腦輔助語言學習 (Computer Assisted Language Learning, CALL) 興起於 1950 年代。近年來，電腦輔助產生試題 (Computer Assisted Item Generation, CAIG) 也開始受到重視，逐漸成為電腦輔助語言學習領域的研究課題。藉由電腦科技的輔助，透過演算法的計算，電腦輔助產生試題系統能產生大量、豐富多樣的試題，補強人工出題費時費力的缺點，同時亦能提高試題的信度與效度。此外，系統有潛力可以支援適性化出題 (adaptive testing)，經由提供難度不同的試題，協助受試者漸進式學習。

縱觀現有電腦輔助產生試題系統與相關研究，出題重點多著重於英文字彙測驗、英文克漏詞測驗與英文閱讀測驗，英文文法測驗則相當缺乏。然而非母語的學習者 (Non-native speaker, NNS) 學習語言上，文法佔有一定的重要性，因此，我們深感利用電腦輔助、自動產生英文文法試題的必要性和重要性。

Larsen-Freeman (1997) 曾指出文法並非單方向的死板規則，其所包含的面向包括型態 (form)、意義 (meaning)，與用法 (use) 三面向。所以英文文法測驗的目的雖在檢視受試者對於英文句子結構是否瞭解，受試者的字彙能力、片語能力、閱讀能力與寫作能力與受試者作答文法測驗能力卻有一體兩面的影響，因而單純一道英文文法測驗試題，不僅測驗受試者是否融會貫通文法概念，也測驗受試者是否具備上述各項能力。

文法測驗的目的在於評量學習者對某一語言基本的結構與詞彙順序的掌握程度，通常以選擇題的形式為多。最好題目所採用的句子，必須具備了語言學習者，特別是非母語的學習者，不容易掌握的困難結構，而且最好句子是真實的，意思完整的。在選擇項目方面，必須和挖空位置前後的幾個詞彙，看起來似是而非，容易讓一知半解的學生產生混淆，選擇錯誤的項目，因而達到區隔學生文法能力的測驗目標。

因此，人工或自動化的出題，都需要有一套做法，才能達到考試合理的效度和信賴度。若是隨意選取文章的句子作為考題的主體，且擷取其中任意一個字詞或片語，作為標準答案，再安排任意的選擇項目，並不能達到我們預期的目標。另外，考試題目也不宜集中在單一的題目類型，使得受

測者有預期心態，無法測驗出真正的語言能力。

因為文法的結構不在少數，為了平衡地測驗整體的文法能力，必須選取各種的句子，作為考題。而在選擇項目之上，又必須設計適當的選項，作為誘答項目。以上的這些因素，都使得文法出題的過程步驟繁複，必須耗費極大的人力與時間。若是能夠利用電腦自動出題，並保持出題品質，勢必能有效提升文法測驗出題的效率，以強化自主學習、學習評量。

一道完整的英文文法選擇試題 (multiple-choice test) 必須包括：一句獨立 (context-independent) 且語意清楚的完整句子、挖空文法概念的題幹 (stem)、被挖空的文法概念則為該試題的答案，而其餘的三個選項則為該題的誘答選項 (distractor)。例 1 為一道完整的英文文法選擇試題的範例。

- (1) Reading is to the mind _____ exercise is to the body.
- (A) so
 - (B) that
 - (C) as
 - (D) what

在目前語言學習與語言測驗學理上，很著重真實的語言，因此測驗的句子，最好是來自語言使用的真實情境，而不是教師為了教學的目的所造出來的一些簡化的句子。而誘答項目應該和標準答案很相似，以避免一知半解的學生只要比較選項，就可以猜測到正確答案。例如，我們可以利用網路上，自由開放的內容 (如 Wikipedia 網路百科全書)，擷取到像圖一的文章。由文章中，我們不難發現第三句的結構，開始是一個完整的主要子句，接著一個形容詞片語之後，最後出現一個現在分詞引領的 reduced clause。這樣含有中插元素的句型，很容易讓受測者，混淆了中插元素前後部分的關係，是很常見文法考題的樣式。因此，我們很容易將此一特定句法樣式的句子，轉換成為例 2 所示的選擇題：

- (2) There are six subspecies of the fox, each unique to the island it inhabits, _____ its evolutionary history.
- (A) to reflect
 - (B) and reflect
 - (C) reflecting
 - (D) that reflect

而誘答選項，是同一動詞 (reflect) 的不同形式，to reflect、and reflect、reflecting。直覺上，利用簡單的句法樣式 (如例 3)，不難產生如例 2 的文法測驗選擇題。

- (3) CLAUSE, * ADJ *, X/VBG *.
-
- CAUSE, * ADJ *, _____ *. (A)
- (A) X/INFINITIVE
 - (B) and X
 - (C) X/VBG
 - (D) that X

為了讓選擇題所採用的句子文義完整，不待審視句子前後的文脈，即可瞭解題意而進行作答，所選取的句子，應該自給自足，最好不要含有代名詞、連接詞、定指名詞片語等。像例 4 的句子含有代名詞 (it) 就不太適合採用製作成試題。

- (4) It is the smallest fox species in the United States.

The Island Fox is a small fox that is native to six of the eight Channel Islands of California. It is the smallest fox species in the United States. There are six subspecies of the fox, each unique to the island it inhabits, reflecting its evolutionary history. Introduced diseases or parasites can decimate Island Fox populations. Because Island Foxes are isolated they have no immunity to parasites and diseases brought in from the mainland and are especially vulnerable to those domestic dogs may carry. A canine distemper outbreak in 1998 killed approximately 90% of Santa Catalina Island's fox population. In addition, Golden Eagle predation and human activities decimated fox numbers on several of the Channel Islands in the 1990s. Four Island Fox subspecies were federally protected as an endangered species in 2004, and efforts to rebuild fox populations and restore the ecosystems of the Channel Islands are being undertaken.

圖一 不收費的維基百科在 2005 年 7 月 10 日的有關島狐 (island fox) 主題文章，來源 http://en.wikipedia.org/wiki/Island_Fox

我們分析了大量的托福 (Test of English as a Foreign Language, TOEFL) 測驗的文法考題、準備托福考試的參考書，得到一組有效的出題句法樣式。根據這些句法樣式，我們提出一個文法測驗題的自動出題方法。為了評估該做法的可行性，我們也製作了一個名為 FAST (Free Assessment of Structural Test) 的電腦輔助自動產生英文文法試題系統，試題形式與測試之文法重點比照托福測驗，試題來源則落實網路為本 (Web as corpus) 的觀念，取自網路文字資源，我們利用自然語言處理技術，建立電腦輔助自動產生英文文法試題。我們以 Wikipedia 共 2,000 多篇的網頁文章，做出 2,000 多題的選擇題。FAST 能成功地將四分之三蒐集而得的網路資訊，自動產生出英文文法試題，而產生的考題中，有超過四分之一的試題，文法觀念的測驗方向與模擬托福題目相同。初步的實驗之後，我們發現藉由電腦輔助，的確可以減少出題的人力負擔，並加快出題速度。

在接下來的第二節，我們將探討現有電腦自動出題系統與相關研究，並在第三節描述 FAST 系統自動文法出題的機制。第四節將介紹 FAST 系統，而第五節將提出未來發展與結論。

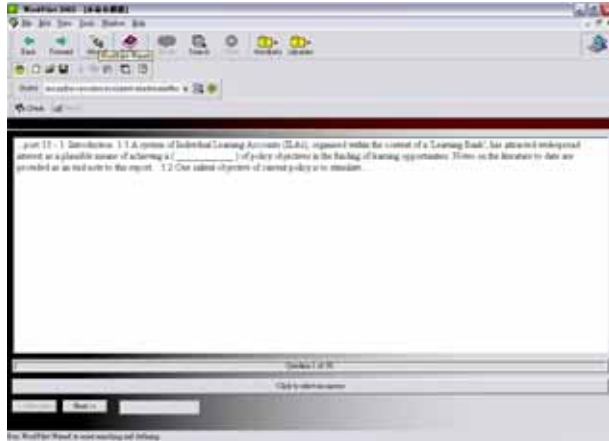
二、相關研究

Warschauer (1996) 提出電腦輔助語言學習發展 30 年來的狀況。最近十年的發展，可以參考 Wichmann, Fligelstone, McEney 和 Knowles (1997) 編輯收納 21 篇論文，探討如何利用語料庫於語言教學與測驗。

和本文最相關的研究中，Wilson (1997) 提出利用一般的語料庫來產生練習題作為電腦輔助語言學習的活動。所產生的題目包括文法練習題或考題，例如在一個挖空的句子中填入正確的分詞型態「startled」或「startling」。Milton (1998) 報告在線上英語學習系統中，自動出題系統 WordPilot 的設計與功能。WordPilot 提供自動出考題的功能，老師可以挑選出數個容易誤用的片語或單字，讓 WordPilot 自動產生如例 5 的選擇題，提供學生自我檢測練習。

- (5) ... Title: Sulfur and Nitrogen Emission Trends for the U.S. – Introduction INTRODUCTION
(_____) the substance metabolized by industrial activities, fossil fuels are most significant, both in quantity and by the variety of chemical that are mobilized. Industrial consumers take fuels as inputs a ...

WordPilot 介面呈現的方式，如圖二所示。



圖二 WordPilot 自動字彙出題介面呈現

儘管 WordPilot 系統本身已提供完整自動字彙測驗的出題功能，然我們發現此系統仍有很大的改善空間，我們彙整出數項其設計不足之處：

- (i) WordPilot 系統自動出題的試題內容，直接取自於系統蒐集而成的資料庫文章，並未加以修飾及調整。如例 5 所示，WordPilot 系統自動產生的英文字彙試題內容頗為粗糙，且其內文亦不完整，試題的句子長度也不一致，使得自動出題的適度性大打折扣。
- (ii) WordPilot 系統自動出題的誘答題，並未真正達到「誘答」的功效，其誘答的單字選項，只是由系統隨機亂數選出，因此出現不少無效誘答選項 (useless distractor)，影響到試題的難易度 (item facility) 與試題的鑑別度 (item discrimination)。
- (iii) 因試題的誘答選項為系統隨機選出，造成誘答選項多寡不一致的問題，而過多 (如 15 個) 或過少 (如 2 個) 的誘答選項，都大為降低該系統自動出題的專業性。

最近 Mitkov 和 Ha (2003) 利用自然語言處理技術擷取英文句子主要關鍵詞，搭配 WordNet 作關鍵詞的替換，建立英文閱讀測驗自動出題系統。Mitkov 和 Ha 將考題實施於真正的考試，並利用測驗理論的指標，證明他們的作法的確可以縮短出題的時間，增進考題的信度與效度。王俊弘、劉昭麟、高照明 (2004) 以自然語言處理的統計和 selectional preference 技術，搭配詞 (collocation) 概念生成誘答選項機制，產生自動英文克漏詞試題系統。Liu, Wang, Gao 和 Huang (2005) 提出透過詞彙語意解析技術，可針對特定詞彙的某一語意，自動產生詞彙考題的作法。Sumita, Sugaya, Yamamoto (2005) 根據 *Item Response Theory* (IRT)，提出自動產生填空題的作法，來測驗學生的英語能力。誘答項目是由同義詞網路辭典中選取，再經過查詢驗證確認。實驗結果顯示考題的確可以測驗出非母語學生之英語能力，而母語學生幾乎都可以得到滿分。

和前人的研究不同，我們真正分析真實的文法考題，瞭解文法測驗的目標與策略，透過自然語言處理技術，完成英文文法試題自動出題系統。我們針對考題句子的長度樣式、誘答選項數量、誘答題的設計方式、試題的呈現與互動方式都有深入的探討，也實際製作了雛形系統。

三、FAST 自動產生考題的作法

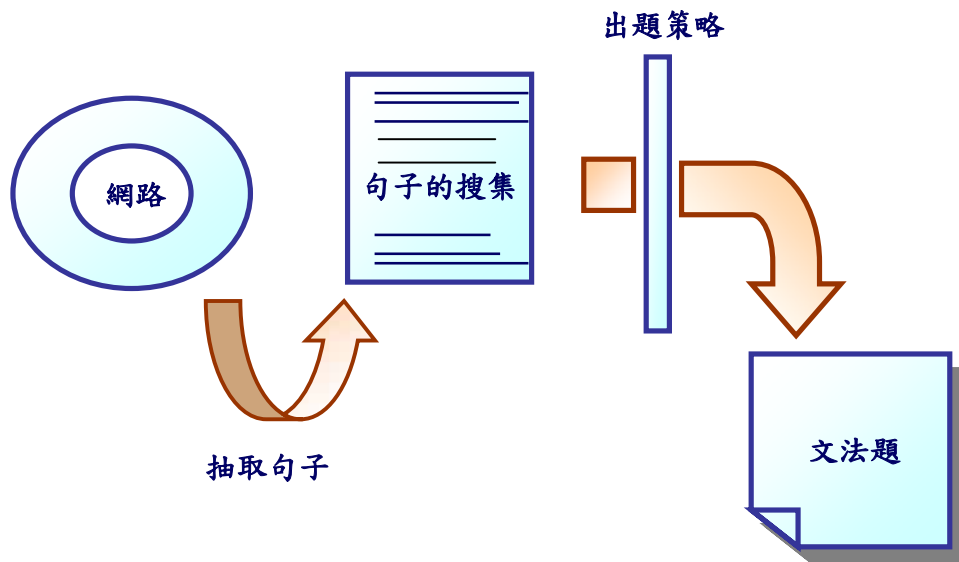
為了使 FAST 系統能產生和托福文法測驗高相似度的英文文法試題，我們分析近五年來 (1998 年~2002 年) 托福模擬試題的語料庫 (<http://Acezh.com>)，透過統計，歸納托福文法試題題型，並經由人工檢視，分析托福文法考題內容。這些統計數據和分析結果將有助於我們研發 FAST 系統應注意的條件和限制。我們研究分析的托福模擬試題語料庫共有 1279 道文法試題，其中 497 道 (39%) 為如例 6 所示的傳統四選一單選文法試題，782 道 (61%) 為如例 7 所示的文法改錯題。目前 FAST 系統出題題型以傳統四選一的單選文法試題為主。

- (6) Most doctors of the Colonial period believed _____ was caused by an imbalance of humors in

- the body.
 (A) in disease
 (B) that disease
 (C) of disease
 (D) about disease

- (7) During the Harlem Resaissance the 1920's, much African American
 (A)
 writers, artists, and musicians came to Harlem in New York City,
 (B)
creating a cultural center there.
 (C) (D)

經由人工檢視，我們察覺托福文法試題內容不僅符合語意完整且獨立的條件，還具備教育類型（learned genre）文章中，敘述客觀事實的特徵。舉例而言，例 6（選擇題）、例 7（改錯題）托福文法試題，其考題內容皆闡述真實事件或敘述永恆不變的真理。有鑑於此，我們遂決定利用似教科書或百科全書的文體類型，作為出題句子的來源（例如 Wikipedia）。就題目的長度而言，我們透過統計托福模擬試題發現，托福文法試題長度分佈在 7 到 34 個英文字。FAST 系統的自動出題過程，整理如下圖三：



圖三 FAST 系統自動出題流程

在本節中，我們將敘述自動出題的方法，包括如何分析並撰寫試題產生句法樣式（3.1 節）、自動蒐集網路文章（3.2 節）、題型與題幹的選擇（3.3 節）、以及產生誘答選項（3.4 節）。

3.1 分析並撰寫試題產生句法樣式

在設計系統之前，有必要將各式各樣的文法題依題型分門別類，再針對不同的題型來編寫程式。由於我們對英文文法題的出題概念缺乏系統性的了解，若是貿然將搜集來的托福考題依憑觀查分類，將顯得雜亂無章，不但欠缺學理的依據，更增加了實作上的困難，因此我們參考了 Pamela J. Sharpe 所著的「How to Prepare for the TOEFL」一書，該書將托福的常考文法題型整理成九大類，共五十種基本文法重點。

得到此一有系統的分類法之後，仍然存在著另一個問題，亦即如何讓電腦將英文句子自動歸

類，換句話說，也就是如何讓電腦決定某一英文句子是否適合出題，如果是，又適合哪幾種出題題型。我們觀察發現，Sharpe 的分類依據基本上是詞性及結構。因此，Tagger 所提供的資訊，便足以讓我們將分類規則撰寫成出題策略程式，使電腦具備自動將句子歸類的功能。我們使用了能將英文句子自動原型化及標示詞性的工具，將句子以句法上的詞性表達，藉以分析歸類句子與考題的類型。舉例來說，例 8 一句中，透過詞性標注後，會得到如例 9 的詞性。因此，我們就可以知道句中的「have come」的詞性是「hv vbn」的詞性，也就是 have 加上過去分詞的意思，而「to bring」的詞性是「to vb」，可看出此句帶有過去分詞及不定詞。如此一來，系統就能判斷這樣的英文句子，至少可應用在兩種題型，也就是現在完成式和不定詞的觀念。需要特別注意的是，只要句子在處理後，表面型態(surface pattern)符合於某些分類的要求，我們就將其歸類其中，這是因為無論該句在嚴謹的傳統文法檢驗下，是否真能歸納成該類，在文法出題之時皆不會造成任何負面影響。換句話說，所有表面型態相同的句子，都能以相同的方法出成同樣概念的考題。

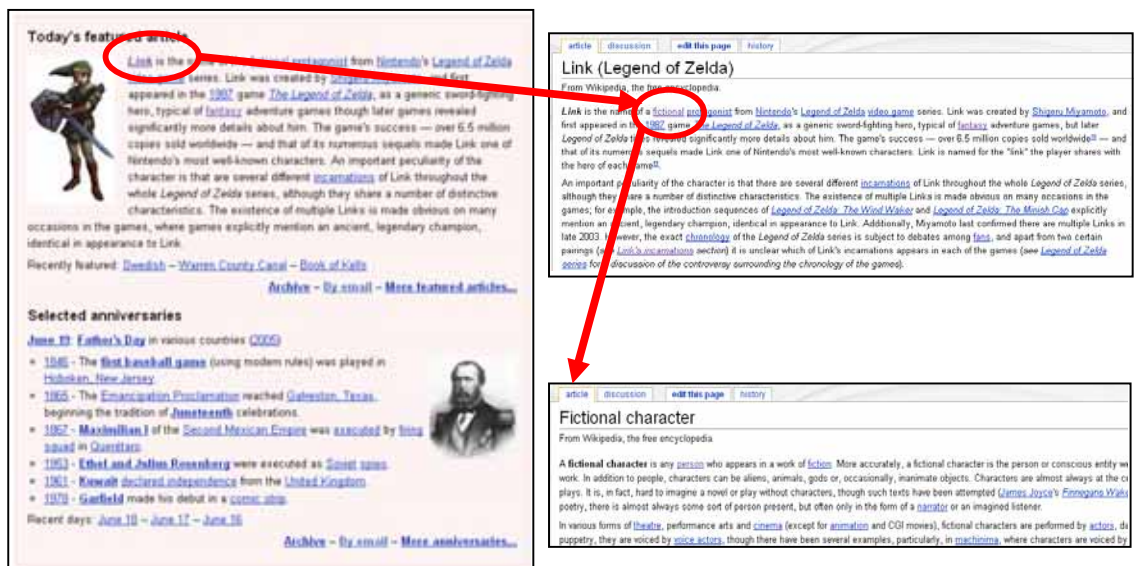
(8) I have come to bring you good news.

(9) ppps hv vbn to vb ppps jj nn

3.2 蒐集網路文章作為試題來源

線上百科全書 Wikipedia 提供包羅萬象的資訊，其中我們選擇該網站每天更新主題的「Today's featured article」部分作為出題題目來源。在「Today's featured article」中，有許多相關資訊的超連結（見圖四），在此我們稱這些連結為「母連結」，進入每一個母連結，會有解釋該母連結的相關網頁（見圖四），而在這個網頁中，又包含其他連結，我們稱作「第一層子連結」，而該連結所在的網頁，便稱作「第一層子網頁」，依序重複相同動作，我們會找到「第二層子連結」和「第二層子網頁」。當找到「第二層子連結」後，即停止繼續進入下一層超連結的動作。

當取得「第一層子連結」和「第二層子連結」後，將解釋該連結的「第一層子網頁」和「第二層子網頁」的文章第一個完整句子取出，這是因為依照百科全書的特性，會於文章首句對某名詞進行解釋，因此，這些句子就是自動出題的試題題目來源。然必須注意的是，在這些句子當中，常會出現一些無意義的句子如「For other definitions of fantasy, see fantasy (psychology).」，或是因為超連結的關係，造成乙主題連回甲主題，使得已經處理過與甲主題相關的句子，會被再處理一次，而致使資料庫中出現重複的句子。以上問題則透過人工的檢查解決之，而經過幾天擷取 Wikipedia 句子，我們取得 1373 句子作為出題的試題。



圖四 Wikipedia 資料取得過程

3.3 題型與題幹的選擇

先前提到我們由 Wikipedia 網頁上搜集了許多完整且有意義的句子，這些資料就是系統的出題來源。每一個搜集來的句子都會經過逐項檢查，判斷其是否適用於某幾種題型，只要有任何符合的題型，我們的系統都會將其出成考題，呈現給系統使用者。

3.4 產生誘答選項

理想的文法考題，不只出題方向要明確，誘答選項的設計也很重要。適當的誘答選項不應該讓受試者太容易發現錯誤，最好能夠似是而非，以達到混淆受試者作答的目的。基於題型的不同，會有不同出題方法的誘答選項，也就是說，並不存在某種能適用於全部題型的誘答選項產生方式，所以每一種題型的誘答選項都是針對其特性而設計的。延用上例，如果「I have come to bring you good news.」一句的出題方向是現在完成式的用法，過去分詞和 have 的搭配使用應該是學習者容易混淆的文法重點，以此為著眼點設計誘答選項，便可產生如例 10 的文法考題；出題方向如為不定詞的用法，則重點應是介系詞及動詞型態的變化，由此可以產生如例 11 的文法考題。經過我們的設計，任何一種題型都可以產生三組以上的誘答選項，以符合一般考題四選一的慣例。

(10) I _____ to bring you good news.

- (A) have came
- (B) come
- (C) have coming
- (D) have come

(11) I have come _____ you good news.

- (A) at bring
- (B) to brought
- (C) to bring
- (D) for bring

四、FAST 系統介紹

我們的系統 FAST 目前已經上線，使用者可以由以下網址連上：
<http://140.114.75.15/FASTWebSite/WebForm1.aspx>。

網頁的設計以簡單及易於使用為設計原則，首頁即列出文法的九大類題型供使用者選擇（可複選），只需要簡單的勾選後按下按鈕，符合題型的文法題即刻顯示在螢幕上，如下圖五所示（以形容詞題型為例，圖五中只顯示視窗的一小部份）：

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...	
Check Answers	Question
	<p>An additional nuclear arms race developed between India and Pakistan during _____ of the 1990s.</p> <p>Choice</p> <p><input type="radio"/> A) whose end</p> <p><input type="radio"/> B) the end</p> <p><input type="radio"/> C) end</p> <p><input type="radio"/> D) with end</p>
	<p>President of the United States is _____ of state of the United States.</p> <p><input type="radio"/> A) head</p> <p><input type="radio"/> B) the head</p> <p><input type="radio"/> C) heads</p> <p><input type="radio"/> D) whose head</p>
	<p>Three of these parts England, Wales and Scotland are located on _____ of Great Britain and are often considered nations in their own right.</p> <p><input type="radio"/> A) its island</p> <p><input type="radio"/> B) whose island</p> <p><input type="radio"/> C) with island</p> <p><input type="radio"/> D) the island</p>

圖五 FAST 出題介面呈現

由於缺乏受試者，本系統的難易度以及题目的可靠度目前無法進行評估，但我們對於出題策略的使用程度作了統計。我們在網路上共搜集了 497 題四選一題型之托福模擬試題，在這些題目之中，有高達 92% 的題幹也能被 FAST 出成考題，結果共生成了 1171 題文法題，而這些考題中，更有超過 25% 和原來的模擬試題考的是同樣的文法觀念。這顯示了 FAST 的確能自動產生測驗方向正確的文法考題。

另一方面，由 Wikipedia 搜集來的句子裡，共有 71% 適用於自動出題。綜合以上所述，我們可以發現五十種出題策略，已經足夠應付考試出題實務上的使用。

五、結論與未來研究方向

本論文未來研究方向著重於三大目標：第一，對於題庫中的句子，我們希望能採取有效的方式，透過自動分析結構或是語義，蒐集出有意義且完整的句子當作考題，來提升系統出題的品質；第二，對於系統中文法題的結構，FAST 的所有出題策略都是獨立的，且可以和系統單獨運作；因此未來若是要增加更多的出題策略，以提高考題的難度，並不會影響到原本的系統，也不必變更已有的策略，將是件省時省力的工作；但目前 FAST 的文法題題庫是離線 (offline) 先建立好的，這雖然使系統網頁的呈現速度更快，卻必須犧牲掉部份的彈性，亦即資料庫無法即時更新，這一點在未來改進時，是一個著眼點。最後，我們期許 FAST 成爲一套能針對使用者提供難易度學習的系統，使得應用層面更爲寬廣，因此未來需要更多不同背景的受試人員加入 (先針對老師、學生兩種)，藉由作答的情形，幫助我們統計、分析系統出題的難易度，讓我們對系統的細節作設定。

本論文以自然語言處理爲背景，透過分析英文文法的結構，試圖找出其相關規則，且實作出系統 FAST，可以說是自動出題範疇裡的新嘗試。FAST 的作法非常簡單可行。在實作上，或是未來擴展方面，都能夠輕易實行。網頁介面的設計也盡量簡單化，使用者無須進行多餘的設定，只須選定出題類型，就能得到相當可觀的結果。對英文學習者來說，FAST 就是一個模擬題練習網頁；對英文教學者來說，FAST 則可以大爲節省出題的時間。

參考文獻

1. Brown, James Dean. (1997). Computers in Language Testing: Present Research and Some Future Directions. *Language Learning & Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 44-59. <http://polyglot.cal.msu.edu/llt/vol1num1/brown/default.html>
2. Coniam, David. (1997) A Preliminary Inquiry Into Using Corpus Word Frequency Data in the Automatic Generation of English Cloze Tests. *CALICO Journal*, No 2-4, pp. 15- 33.
3. Deane, K. Sheehan, Automatic item generation via frame semantics, Education Testing Service (2003): <http://www.ets.org/research/dload/ncme03-deane.pdf>
4. Dunkel, P. (Ed.). (1991). Computer-assisted language learning and testing: Research issues and practice. New York, NY: Newbury House.
5. Gao, Zhao-Ming. (2000) AWETS: An Automatic Web-Based English Testing System. In *Proceedings of the 8th Conference on Computers in Education/International Conference on Computer-Assisted Instruction ICCE/ICCAI, 2000*, Vol. 1, pp. 28-634.
6. Jun, Da. (2000) Online Language Testing System. <http://www.bio.utexas.edu/jun/call/interactive/onlinetest.html>
7. Larsen-Freeman, Diane. Grammar and its teaching: challenging the myths. (1997)
8. Liu, Chao-Lin, Wang, Chun-Hung, Gao, Zhao-Ming, and Huang, Shang-Ming. Applications of Lexical Information for Algorithmically Composing Multiple-Choice Cloze Items, In *Proceedings of the Second Workshop on Building Educational Applications Using NLP*, pp. 1-8, Ann Arbor, Michigan, 2005.
9. McCormack, Colin, and Jones, David. (1998). *Building a Web-Based Education System*. John Wiley.
10. Milton J. (1998) "WORDPILOT: enabling learners to navigate lexical universes." In S. Granger & J. Hung (eds.) *Proceedings of the International Symposium on Computer Learner Corpora, Second Language Acquisition and Foreign Language Teaching*. 14-16 December 1998. The Chinese University of Hong Kong, 97-98.
11. Ruslan Mitkov, Le An Ha, Computer-Aided Generation of Multiple-Choice Tests. (2003)
12. A. Oranje, Automatic item generation applied to the national assessment of educational progress: Exploring a multilevel structural equation model for categorized variables, Education Testing Service (2003): <http://www.ets.org/research/dload/ncme03-andreas.pdf>
13. Roeber, Carsten. (2001). *Web-Based Language Testing*. *Language Learning & Technology*, Vol.5, No.2, pp. 84-94. <http://llt.msu.edu/vol5num2/roever/default.html>
14. Schank, R. C., & Cleary, C. (1995). *Engines for education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
15. Pamela J. Sharpe, "How to Prepare for the TOEFL" 11th ed., Barron's Educational Series, Inc. (2004)
16. Eiichiro SUMITA, Fumiaki SUGAYA, Seiichi Yamamoto. Measuring Non-native Speakers' Proficiency of English by Using a Test with Automatically-Generated Fill-in-the-Blank Questions. In *Proceedings of the Second Workshop on Building Educational Applications Using NLP*, pp. 61-68, Ann Arbor, Michigan, 2005.
17. Warschauer, Mark. 1996. "Computer-assisted language learning: An introduction". In S. Fotos (ed.), *Multimedia language teaching*. Tokyo: Logos International, pp. 3-20. Also available online. Also available at <http://www.gse.uci.edu/markw/call.html>
18. Anne Wichmann, Steven Fligelstone, Tony McEnery and Gerry Knowles (eds.). *Teaching and Language Corpora*. Applied Linguistics and Language Study. London and New York: Longman 1997.
19. Wilson, Eve. (1997) The Automatic Generation of CALL Exercises form General Corpora. In *Wichmann et al. (eds.) Teaching and Language Corpora*, pp. 116 – 130. Longman.
20. 王俊弘，劉昭麟，高照明。利用自然語言處理技術自動產生英文克漏詞試題之研究。(2004)
21. 王俊弘，劉昭麟，高照明。電腦輔助英文字彙出題系統之研究 (Toward Computer Assisted Item Generation for English Vocabulary Tests)。(2002)
22. 維基百科 Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
23. 機考託福資料倉庫: <http://Acezh.com>