

中文轉台語文轉音系統中多音歧異之探討

林義証

建國科技大學資訊管理系

yclin@ctu.edu.tw

余明興

中興大學資訊科學與工程系

msyu@nchu.edu.tw

廖盈智

中興大學資訊科學與工程系

clinya0914@hotmail.com

楊文德

中興大學資訊科學與工程系

ister@ctu.edu.tw

摘要—本文主要探討中文轉台語文轉音系統中的多音歧異問題，台語文轉音系統的多音歧異主要分成三類，一類是語意的多音歧異，如「我們」一詞的多音歧異；第二類是一般的一詞多音問題，如「上」、「不」、「你」等；第三類是因為書寫習慣而把一個詞中塞入一些描述文字的「詞被分開」，如「盛一碗滿滿的飯」中的「盛飯」。本文分別就這三個問題提出相對應的解法及討論，實驗結果顯示我們提出的方法可以有效解決中文轉台語文轉音系統中的多音歧異的問題。

關鍵詞—中文轉台語文轉音系統、多音歧異、一詞多音、詞被分開。

一、簡介

近幾年來，國內從事中文文轉音系統的研究[3][4][5][10]逐漸轉而研究難度較高且較複雜的台語文轉音系統。由於台語沒有一個正式書寫文字，因此，國內的台語文轉音系統大多從分析中文文句著手，也就是一般的台語文轉音系統指的是中文轉台語文轉音系統[6][7][8]。

一個傳統中文的文轉音系統是由文句分析、韻律訊息的決定和語音處理的三個模組構成。第一個文句分析的模組主要是將文字對應的拼音找出來，因為中文有許多字都是多音字，所以在這個階段必須處理多音的問題。而韻律段、構詞、短語、句型剖析和也可以在文句分析的階段完成。

在韻律訊息的決定工作中，主要是決定每個音的發音參數，常見的參數有有音調 (tone, frequency, pitch)，量 (volume, intensity, energy)，長 (duration)，音與音之間的停頓時間 (pause)，音與音之間相連音

(coarticulation) 的程度等。

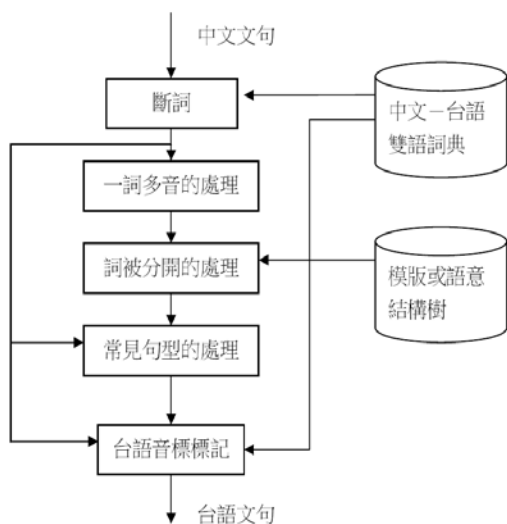
最後是語音處理的部分，依照所給的韻律訊息，將每個音和連音做適當的處理，以得到所需要的語音。

在文句分析的模組中，最基本的功能為斷詞並決定每個中文字相對應的音，當所輸入的中文文句經過斷詞後便可以決定文句中每個中文字的音節。由於台語沒有正式的文字，所以目前的台語文轉音系統皆是著重在中文轉台語語音合成上(Chinese to Taiwanese TTS system)，也就是輸入的文字是中文，必須透過文句轉換將中文文句轉換成台語文句及其相對應之發音。如此，一個台語的文轉音系統在文句分析的模組上，也是針對輸入的中文文句作分析，所分析到的中文文句經斷詞後，再依照中文-台語對照之雙語詞典來決定每個音節的發音，依台語的連音變調方式決定每個音節的正確聲調(本調或是變調)。

本文主要針對台語文轉音系統中的文句分析模組提出多音歧異現象及解決方案，我們將在第二小節對於台語文轉音系統中的文句分析模組須具備的三大工作做介紹，這當中包含了語意的多音歧異、一詞多音的歧異、和詞被分開的多音歧異三類；第三小節則針對語意的多音歧異提出解決方法及實驗結果；第四小節探討台語一般的一詞多音現象及如何利用階層方式解決這類歧異的方法和結果；第五小節則是詞被分開問題的相關處理方法和實驗結果；最後，第六小節為本文之結論。

二、台語的多音歧異

如同中文文轉音系統，台語文轉音系統也需要一個很好的文句分析模組，我們認為台語的文句分析架構須如圖一所示，也就是台語的多音歧異大致分成三大類，分別是語意的多音歧異、一詞多音、詞被分開三類。



圖一、台語文轉音系統之文句處理模組。

這個文句處理模組要能夠將輸入的中文文句轉成具正確標音的台語文句，如此才能提供完整且正確的台語單音訊息供韻律訊息處理及語音合成模組處理，進而獲得品質較佳的合成語音。以『我們真希望科學家能發明打下去不會痛的針』為例，其文句處理的過程及結果如下所示：

【原始中文文句】

(Ex1) 我們真希望科學家能發明打下去不會痛的針。

【經過中文文句的斷詞後】

(Ex2) 我們真希望科學家能發明打下去不會痛的針。

【台文語句】

(Ex3) 阮真希望科學家能夠(ei3-dang3)發明注下去不(bhei7)痛的射。

這當中有幾個多音歧異的詞或字，首先是原始文句中的『我們』，這個詞在台語有二種發音，一種是包含聽者的『咱』，另一種是不包含聽者

的『阮』。這類需要判斷上下文語意的多音歧異，我們稱為語意的多音歧異。

文句中的另一個多音字為『不』，不同於中文，『不』的台語發音高達六種，分別是 /bhuaih4/、/bhei7/、/bho5/、/m7/、/but4/和 /mai7/。類似『不』的多音現象的詞，在台語為數不少，如『你』、『上』、『下』和『會』等，這一類的多音歧異現象，我們稱為一詞多音。

另一類為『詞被分開』，如 Ex1 中的『打』和『針』，如果系統無法分辨文句中被分開的『打』和『針』是屬於同一個詞，那文句分析系統便無法得到正確的台語標音結果。

(一) 語意的多音歧異

在台語中，語意的多音歧異發生機率比起其他二類來得少，但如同 Ex1 中的『我們』一詞，在文章中的出現頻率很高，標出正確發音是必要的[1]。然而這一類的歧異現象通常和語意相關，且較難以處理，以 Ex4 為例：

(Ex4) 『爸爸你要記得帶我們一起去看電影，我們看完電影後，再一起去逛街。』

Ex4 的第一個『我們』正確發音應該為 /ghun/，意指語者，但不包含聽者『爸爸』；而句中第二個『我們』正確發音則應該為 /lan/，有包含聽者『爸爸』。

Ex5 中的『我們』發音為 /ghun/，這個我們指的是語者和弟弟，並不包含聽者。

(Ex5) 『爸爸，我要和弟弟去看電影，我們看完電影後，會一起去逛街。』

『正當』也是屬於這類歧異，『正當』在台語有二種發音，分別是代表英文 proper 的 /cheng dong/ 和英文 when 的 /deng/。

(二) 一詞多音

台語的一詞多音現象較多，發音的歧異現象

也較複雜[1][2]，除了前述的『不』有六種發音外，Ex6-Ex8說明了『上』的三種發音。

(Ex6) 『我上/ding2/半月花了好多錢去買有關台語的教科書。』

(Ex7) 『我是在這地圖上/siang7/的哪裡?』

(Ex8) 『我上/jiunn7/了公車後才發現我搭錯車了。』

表一則列出了常見的一詞多音的詞。而台語的一詞多音現象遠比中文的多音字來得多且複雜，而根據實驗結果顯示，這些多音詞的發音和伴隨在左鄰或右鄰的詞有極大的關係。

表一、一些台語的一詞多音詞

中文詞	注音符號	台語標音
我	ㄨㄛˋ	ghua2
		ghun2
大	ㄉㄞˋ	dai7
		dua7
上	ㄕㄨㄥˋ	ding2
		jiunn7
		siang7
下	ㄒㄚˋ	ha7
		ao7
		loh8
		ei7
不	ㄅㄨˋ	bhuaih4
		bho5
		m7
		bhei7
		but4
		mai7

(三) 詞被分開

『詞被分開』指的是我們常常在書寫文章或講話時，會將一個詞的中間置入一些修飾的文字，如『洗澡』。我們可以很輕易的知道 Ex9 的『洗』和『澡』的發音分別為/se2/和/sin-khu/，因為我們知道『洗澡』是一個詞且在中文-台語的雙語辭典中可以查到這個詞對應的發音；然而，從 Ex10 卻較難以給『洗』和『澡』適當的發音，因為『洗』和『澡』中間隔了許多的字，光靠斷詞和查雙語辭典是無法獲得正確的發音。

(Ex9) 我在浴室洗澡。

(Ex10) 我在浴室洗了一個舒服的澡。

類似這樣的詞，在台語也不少，我們在表二中列出了幾個常見的詞。

表二、一些『詞被分開』的例子

中文詞	中文注音	可能的分開台語音	台語發音	例句
打針	ㄉㄞˋ ㄓㄨㄥ	phah chian	chu3-sia7	打下去不會痛的針
洗澡	ㄒㄚˋ ㄕㄨㄥ	se2 chhau	se2- sin-khu	洗一個舒服的澡
掃殿	ㄕㄨㄥ ㄉㄞˋ	siak khon	posh8-to2	掃了一大圈
照相	ㄕㄨㄥ ㄒㄚˋ	chiau3 siun3	hip-siong3	照一張照
吹牛	ㄅㄨㄛˋ ㄨㄞˋ	pun5 gn5	pun5-ke-kui	吹一個好人的牛
開玩笑	ㄕㄨㄥ ㄕㄨㄥ ㄉㄞˋ	khai sun2 chhio3	kun2-sng2-chhio3	開了一個十分過分的玩笑
吵架	ㄕㄨㄥ ㄕㄨㄥ	chhau ke3	oan-ke	吵了一團
撒謊	ㄕㄨㄥ ㄕㄨㄥ	hiu3 peh8-chhat8	kong2-peh8-chhat8	撒一個謊

三、解決語意的多音歧異

在解決語意的多音歧異方面，我們以『我們』這個常見的詞為實驗對象，提出了一個組合的方法。這個組合的方法是結合 WU(式(1)~式(4))和 WLDB(式(7)~式(8))的優點。WU 是去計算所有在/lan/或/ghun/左鄰或右鄰出現的關鍵詞，以投票方式去預測『我們』的發音；而 WLDB 則是看這些左鄰或右鄰兩兩配對出的雙鍵文的關係。

$$Su_L(/lan/) = \frac{C(/lan/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^k C(/lan/ \& w_i)} + \frac{C(/ghun/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^n C(/lan/ \& w_i) + \sum_{i=1}^n C(/ghun/ \& w_i)} \dots (1)$$

$$Su_S(/lan/) = \frac{C(/lan/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^k C(/lan/ \& w_i)} + \frac{C(/ghun/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^n C(/lan/ \& w_i) + \sum_{i=1}^n C(/ghun/ \& w_i)} \dots (2)$$

$$Su_L(/ghun/) = \frac{C(/ghun/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^n C(/ghun/ \& w_i)} + \frac{C(/lan/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^k C(/ghun/ \& w_i) + \sum_{i=1}^n C(/lan/ \& w_i)} \dots (3)$$

$$Su_S(/ghun/) = \frac{C(/ghun/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^n C(/ghun/ \& w_i)} + \frac{C(/lan/ \& w_{Lj})}{\sum_{i=1}^k C(/ghun/ \& w_i) + \sum_{i=1}^n C(/lan/ \& w_i)} \dots (4)$$

$$Sb_L(/lan/) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{\frac{C(/lan/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_L(/lan/)} C(/lan/ \& W)}}{\frac{C(/lan/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_L(/lan/)} C(/lan/ \& W)} + \frac{C(/ghun/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_L(/ghun/)} C(/ghun/ \& W)}} \dots (5)$$

$$Sb_R(/lan/) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{\frac{C(/lan/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_R(/lan/)} C(/lan/ \& W)}}{\frac{C(/lan/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_R(/lan/)} C(/lan/ \& W)} + \frac{C(/ghun/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_R(/ghun/)} C(/ghun/ \& W)}} \dots (6)$$

$$Sb_L(/ghun/) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{\frac{C(/ghun/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_L(/ghun/)} C(/ghun/ \& W)}}{\frac{C(/ghun/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_L(/ghun/)} C(/ghun/ \& W)} + \frac{C(/lan/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_L(/lan/)} C(/lan/ \& W)}} \dots (7)$$

$$Sb_R(/ghun/) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \frac{\frac{C(/ghun/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_R(/ghun/)} C(/ghun/ \& W)}}{\frac{C(/ghun/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_R(/ghun/)} C(/ghun/ \& W)} + \frac{C(/lan/ \& w_i \& w_j)}{\sum_{W \in W_R(/lan/)} C(/lan/ \& W)}} \dots (8)$$

我們利用信心度的度量去求得WU和WLDB的可靠度，並決定採用何者方法的答案，可靠度的求取如Algorithm1和Algorithm2所示。實驗結果顯示提出的組合方法可以有93.6%以上的正確率。

Algorithm 1: Find the confidence curve of using WU.

Input: The score of pronunciation of each training sample, named as $Su_i(/lan/)$ and $Su_i(/ghun/)$, where $i=1,2,3, \dots, n$, and n is the number of training samples.

Output: A function standing for confidence curve for the given $Su_i(/lan/)$ and $Su_i(/ghun/)$, $i=1,2,3, \dots, n$.

Algorithm:

Step 1: Normalize $Su_i(/lan/)$ and $Su_i(/ghun/)$ for each training sample i by using the following formula:

$$NSu_i(/lan/) = Su_i(/lan/) / (\text{Total number of words in training sample } i)$$

$$NSu_i(/ghun/) = Su_i(/ghun/) / (\text{Total number of words in training sample } i)$$

Step 2: Let $d_i = |NSu_i(/ghun/) - NSu_i(/lan/)|$ and let $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Find the accuracy rate for each different interval using the following formula:

$$PR_k = C_k / N_k, \quad k=1, 2, \dots, 18.$$

Here C_k is the number of correct conjecture of training sample i with $(k-1)/18 \leq d_i < (k+1)/18$, and N_k is the number of training sample i with $(k-1)/18 \leq d_i < (k+1)/18$.

Step 3: Find a regression curve for $PR_1, PR_2, \dots, PR_{18}$. Output the function of the regression curve.

Algorithm 2: Find the confidence curve of using WLDB.

Input: The score of pronunciation of each training sample, named as $Sb_i(/lan/)$ and $Sb_i(/ghun/)$, where $i=1, 2, 3, \dots, n$, and n is the number of training samples.

Output: A function standing for the confidence curve for the given $Sb_i(/lan/)$ and $Sb_i(/ghun/)$, $i=1, 2, 3, \dots, n$.

Algorithm:

Step 1: Normalize $Sb_i(/lan/)$ and $Sb_i(/ghun/)$ for each training sample i by using the following formula.

$$NSb_i(/lan/) = Sb_i(/lan/) / (\text{Total number of words in training sample } i)^2$$

$$NSb_i(/ghun/) = Sb_i(/ghun/) / (\text{Total number of words in training sample } i)^2$$

Step 2: Let $d_i = |NSb_i(/ghun/) - NSb_i(/lan/)|$ and let $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Find the accuracy rate for each different interval using the following formula:

$$PR_k = C_k / N_k, \quad k=1, 2, \dots, 13.$$

where C_k is the number of correct conjecture of training samples i with $(k-1)/13 \leq d_i < (k+1)/13$, and N_k is the number of training samples i with $(k-1)/13 \leq d_i < (k+1)/13$.

Step 3: Find a regression curve for $PR_1, PR_2, \dots, PR_{13}$. Output the function of the regression curve.

四、一詞多音的處理

台語的一詞多音往往和其相鄰的詞有相關，例如『不可以』的『不』因為後接『可以』，所以要念成/bhei7/。又如『上車』的『上』，因為後接『車』，所以『上』要念成/jiunn7/，具有搭乘的意思；如果是『以上』，則『上』的音為/siong2/，有上面的意思。因此，我們提出了一個階層架構[2]來預測台語的一詞多音。這個階層架構如圖二所示。

考慮到資料稀疏問題下，我們的階層架構中有四層，最高層為 Layer 4，Layer 4 記錄的是詞的 5-gram 的統計訊息，而 Layer 1 記錄著 bi-gram 的訊息。當一句測試語料進來時，會先到 Layer 4，看看某一個發音 P_j 有沒有一樣的統計模板 $(w_{-2}, w_{-1}, w_{+1}, w_{+2})$ 。如果有，則輸出分數最高的那個發音，不然則繼續往下一層 (Layer 3) 比對。 w_{-1} 為欲決定一詞多音詞的前一個詞，而 w_{+1} 後一個詞，其他依此類推。模板 (w_{-2}, w_{-1}, w_{+1}) 和 (w_{-1}, w_{+1}, w_{+2}) 會在 Layer 3 進行比對。預測的方式和 Layer 4 相同。Layer 2 比對的模板為 (w_{-2}, w_{-1}) 、 (w_{-1}, w_{+1}) 、和 (w_{+1}, w_{+2}) 。Layer 1 為 $(w_{-(i+1)}, w_{-i})$ ， $i > 1$ 、 (w_{-1}) 、 (w_{+1}) 和 $(w_{+j}, w_{+(j+1)})$ ， $j > 1$ 。當階層式無法判斷發音時，則系統會輸出該詞最常出現的發音，這個最常出現的發音是由訓練語料統計出來的。以“不”為例，訓練語料中最常出現的發音是/bho5/，因此我們內定/bho5/為預設發音。

我們分別使用了『不』的 35,037 筆、『上』的 19,168 筆、『下』的 6,159 筆做實驗，得到的正確率如表三所示。LA 為階層式架構的縮寫，表三中同時也列出了 WU 和 DLC (decision list classifier)[11][12] 的實驗結果，結果顯示階層式架構對於判斷一詞多音的正確率有明顯的提升。

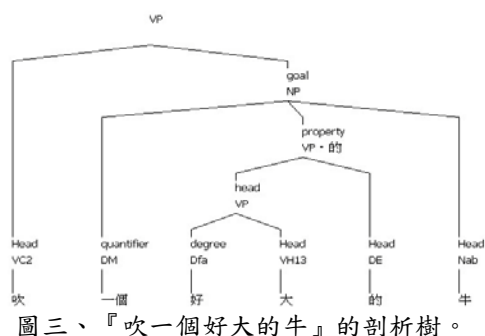
表三、階層式架構實驗比較

	WU	DLC	LA
不	69.2%	55.8%	73.5%
上	76.3%	76.2%	87.9%

下	84.6%	81.6%	91.1%
---	-------	-------	-------

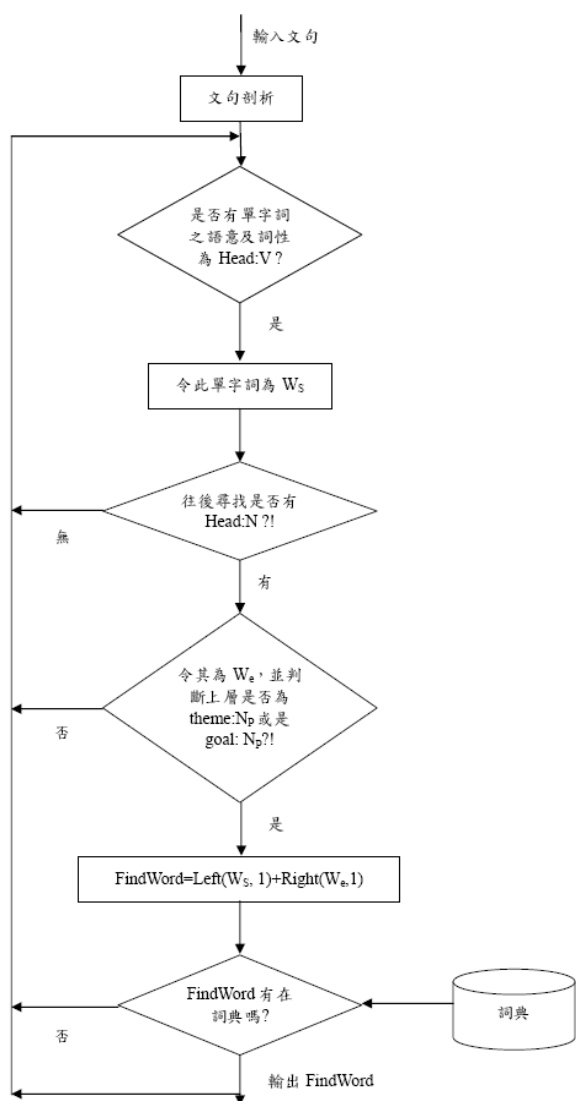
五、詞被分開的處理

對於『詞被分開』問題的處理方式，我們提出一個透過語意及語法分析的結果來預測是否有被分開的詞，也就是必須去分析文句或短語中『動詞』和『賓語』的角色關係，單從傳統的斷詞或詞性的結果是比較無法得到很好的判斷結果的。以圖三 (吹一個好大的牛) 為例，我們可從語意的結構樹上找到一些有用的資訊。也就是說，利用 parsing 所得到的語意結構樹，設法找到被分開詞的『動詞』和『賓語』的角色關係。



圖三、『吹一個好大的牛』的剖析樹。

圖四所示之處理流程的輸入為已剖析好的文句。由於文句剖析是一個較難的問題，在本文不予以處理，我們先將文句利用中央研究院資訊所詞庫小組提供的中文剖析樹線上測試系統得到剖析後之文句，在進行詞被分開的判別。首先，先找尋是否有『Head:V?』的節點，也就是詞性是動詞，又是 Head 的語意角色；若找到，則去找『Head:N?』且其上層是『goal:NP』或『theme:NP』的節點。找出可能被分開的詞，最後到辭典中去看這個可能的候選詞是否為詞典中的詞，並輸出結果供文轉音系統之文句分析模組決定該詞的發音。



圖四、判斷『詞被分開』的流程圖。

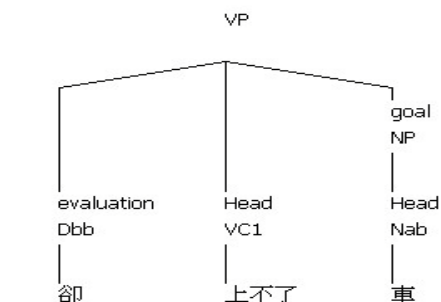
在 $FindWord = Left(W_s, 1) + Right(W_e, 1)$ 中，系統是取動詞 W_s 的左邊第一個字，因為中研院的線上剖析測試系統具有構詞的功能，例如這個系統會把

『打下去不會痛的針』

斷詞為

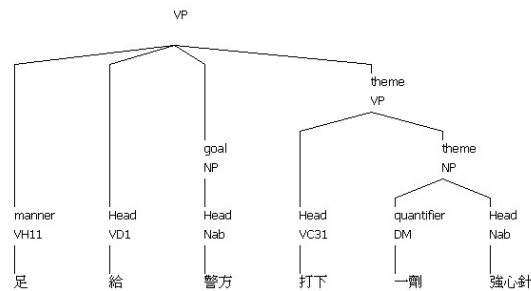
『打下去 不會痛的針』

其中『打下去』會被構成一個動詞，圖五是一個實際的例子，其中『上不了』被構成一個動詞。



圖五、『卻上不了車』的剖析樹

而在受詞 W_e 的部分，也因為會有構詞或複合詞的問題，所以本文取 W_e 的最右邊一個中文字。圖六的『強心針』便是一個明顯的例子。



圖六、『卻上不了車』的剖析樹

我們從平衡語料庫中抽取了 455 句的語料進行實驗，先利用中央研究院資訊所詞庫小組提供的中文剖析樹線上測試系統 (<http://parser.iis.sinica.edu.tw/>) 得到剖析樹，利用圖四所示之方法，判斷文句中被分開詞的位置和詞，實驗結果如表四所示，有 87.91% 的正確率。

表四、實驗結果

預測結果 正確結果	有被分開的 詞，且正確找出	沒有被分開 的詞或無法 正確找出	總計
有被分開的 詞	93	15	108
沒有被分開 的詞	40	307	347
總計			455

從表四的結果中，我們發現在 108 句有詞被分開的測試句子中，利用圖四的方法可以正確找出其中 93 句被分開的詞；在 347 句沒有詞被分

開的資料中，則有 40 句無法正確被判斷。也就是說，在 347 句的測試語料中，共有 307 句是被正確的判斷的。

六、結論

本文提出了一個解決台語文轉音系統中多音歧異的現象及相關研究，這個部份目前並無相關的討論，也鮮少被提出。我們利用組合式方法、階層式方法和語意的資訊，進一步解決台語文轉音系統中三類的多音歧異。透過這些方法整合的輸出結果，提供台語文轉音文句分析模組更正確的發音判斷，實驗結果顯示本文提出的方法是可行且很好。

由於目前從事台語文轉音工作的學者及研究甚少，對於文轉音系統中的文句分析工作，亦鮮少有人著墨，多音歧異會直接影響到台語文轉音系統輸出語音的品質。我們將持續擴增實驗語料及探討台語多音歧異的現象，尋找更好、更有效的方法，以提升文句分析的正確率。

誌謝

本文承蒙國科會補助之專題研究計畫，計畫編號為 97-2221-E-270-011，特此予以感謝。

七、參考文獻

- [1] 林義証、余明興、林金玉，“中文轉台語文轉音系統中一詞多音預測”，第十二屆人工智慧與應用研討會(TAAI 2007)，2007。
- [2] 林義証，余明興，林金玉，林元淳(2007)，“利用階層方式預測台語文轉音系統中之一詞多音”，全國計算機會議(2007 National Computer Symposium, NCS 2007)，2007。
- [3] H. Bao, A. Wang, and S. Lu, “A Study of Evaluation Method for Synthetic Mandarin Speech”, in Proceedings of ISCSLP 2002, The Third International Symposium on Chinese Spoken Language Processing, pp. 383-386.
- [4] S. H. Chen, S. H. Hwang, and Y. R. Wang, “A Mandarin Text-to-Speech System”,

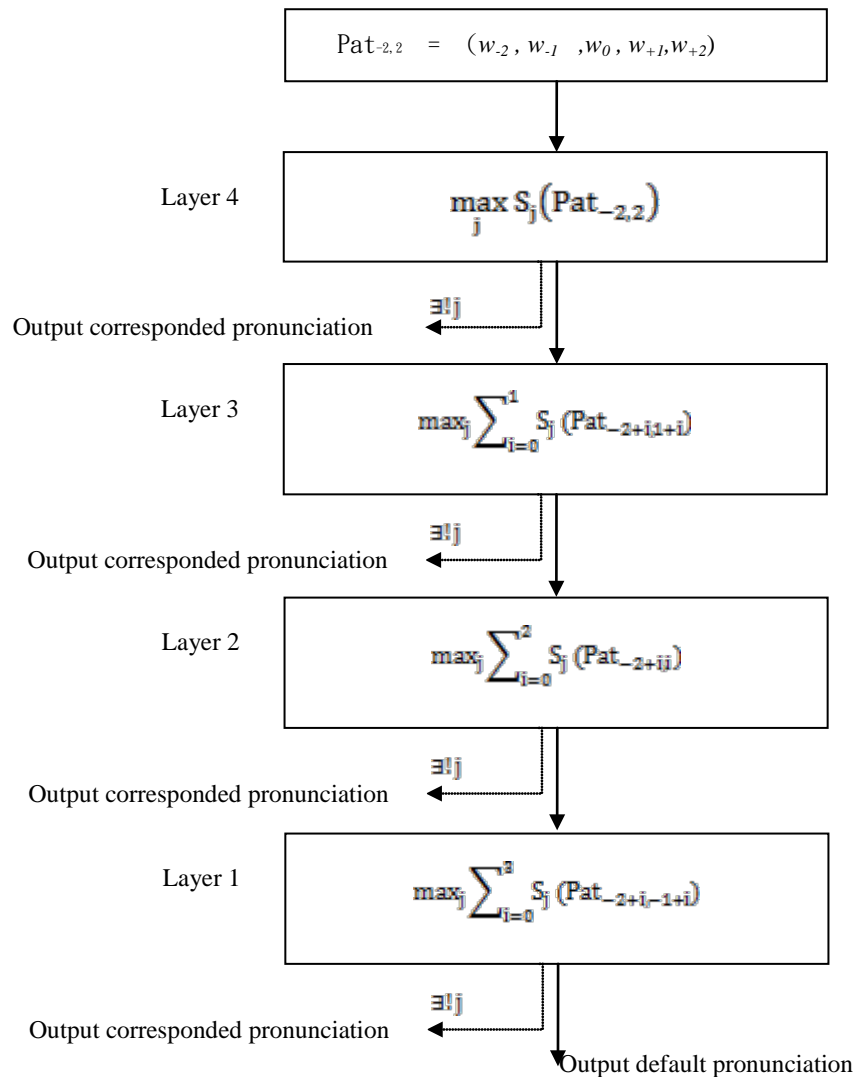
Computational Linguistics and Chinese Language Processing, Vol. 1, No. 1, Aug. 1996, pp. 87-100.

- [5] C. C. Ho, “A Hybrid Statistical/RNN Approach to Prosody Synthesis for Taiwanese TTS,” Master thesis, Department of Communication Engineering, National Chiao Tung University, 2000.
- [6] J. Y. Hunag, “Implementation of Tone Sandhi Rules and Tagger for Taiwanese TTS”, Master thesis, Department of Communication Engineering, National Chiao Tung University, 2001.
- [7] C. H. Hwang, "Text to Pronunciation Conversion in Taiwanese", Master thesis, Institute of Statistics, National Tsing Hua University, 1996.
- [8] Y. J. Lin, W. S. Ji, M. S. Yu, and S. D. Lee, “Some Important Issues on Text Analysis in a Chinese to Taiwanese TTS Ssystem,” in Proceedings of the 9th IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and their Applications.
- [9] Y. J. Lin, and M. S. Yu, “Using Language Models to Solve the Polysemy Problems in a Chinese to Taiwanese TTS System — the Case of “我們”,” in Proceedings of The 10th Conference of Artificial Intelligence (International Track of TAAI 2005).
- [10] Y. J. Lin and M. S. Yu, “An Efficient Mandarin Text-to-Speech System on Time Domain”, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E81-D, No. 6, June 1998, pp. 545-555.
- [11] D. Yarowsky, “Decision Lists for Lexical Ambiguity Resolution: Application to Accent Restoration in Spanish and French,” in

Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Las Cruces, NM, 1994, pp. 88-95.

Sproat, J. Olive, and J. Hirschberg, (Eds), Progress in Speech Synthesis, Springer-Verlag, New York, 1997, pp. 159-175.

[12] D. Yarowsky, "Homography Disambiguation in Text-to-Speech Synthesis," in J. van Santen, R.



圖二、以階層模式預測台語的一詞多音