

聲源位置對中文數字讀音頻譜影響之分析

鄭維德^{1,2}、江上鵬^{1,2}、蘇莉婷^{1,3}、車蓓群³、吳重德^{1,2}、余仁方²

摘要

目前語音的研究主要針對英文來做為範本討論，少有文獻對於國人常用的語言做討論，且其相關研究皆集中於對語音學上演進的探討，或是臨床病理相關實證研究，以語音之用途為討論方向；但缺少從聲音量測之觀點，探討中文數字之語音自聲源至兩耳時所受各種效應之影響。故本研究目的，在分析聲源位置對中文數字讀音頻譜之影響，同時利用人體聲學人偶 KEMAR 建立一組各角度音源中文數字讀音之語音樣本。使用硬體為，NI PXI 平台、麥克風(G. R. A. S TYPE 46AE)、聲學人偶 KEMAR(Sound Quality Head B&K 4100) 以及喇叭 (J.S2202AA)。量測系統所使用之軟體為 Labview，聲源分析軟體使用 MATLAB 進行分析。音源位置與聲學人偶距離為一公尺，離地皆一公尺，以每 15 度為一夾角，測量 0 度至 180 度間聲源與聲學人偶相對位置下，語音樣本之頻率範圍與聲壓強度。結果可發現中文數字讀音於耳道口音場之頻率與聲壓強度皆受頭影效應的影響，其結果可應用於助聽器臨床效能驗證使用。

關鍵字：中文數字讀音、頭影效應、聲音量測

¹長庚大學-耳科學實驗室

²長庚大學醫療機電工程研究所

³開南大學應用英語系

一、緣起與目的

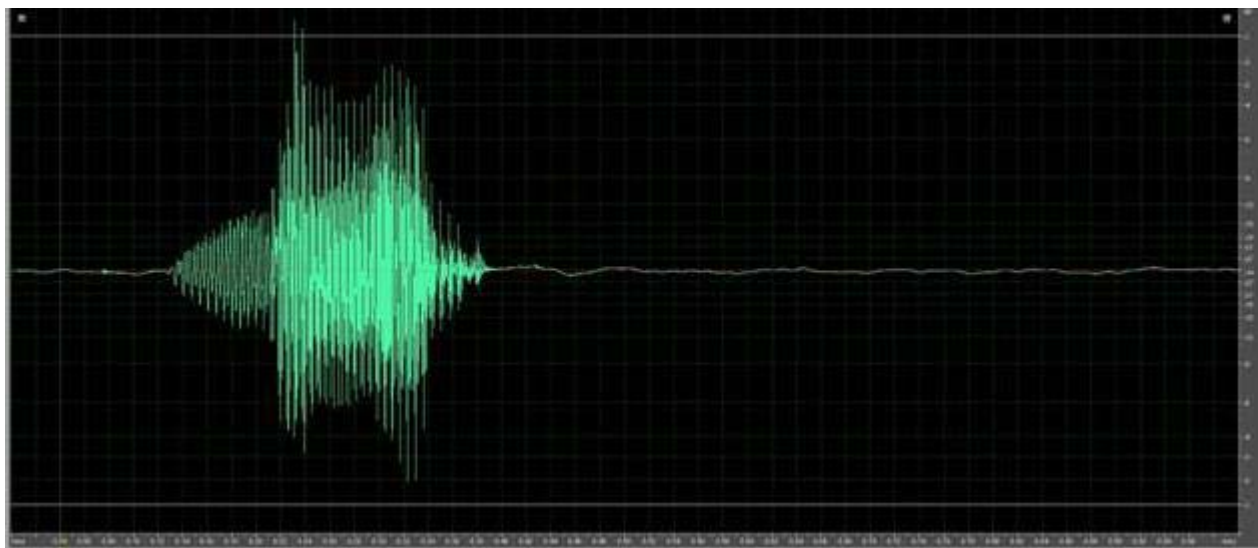
人體接收聲音，依靠兩側雙耳，在自然環境下，隨著不同的聲源位置，兩耳對於音源的接收能力有所不同，這是由於頭部的屏蔽效應，在低頻產生時間差，高頻產生音強差[1]，稱為頭影效應[3, 4]。同時兩側耳廓的外型也影響了對於聲音接收的能力[2]，而有耳廓效應的產生[5, 6]，以上兩種效應，皆對於人耳聲源位置判斷有所影響，同時也造成個體感知的差異。因此本研究將針對台灣中文之數字語音，透過以系統化程序收集語音樣本，以提升其可信度及準確性，同時透過統計分析，以雙耳聽覺整合的觀點，討論中文數字語音受各音源角度頭影效應之影響。

二、理論與方法

使用硬體為，NI PXI 機箱 (PXI 1042) 以及 NI PXI 資料擷取卡 Data Acquisition card (PXI 4461、PXI 4462)、三支麥克風 (G. R. A. S TYPE 46AE)、聲學人偶 KEMAR (Sound Quality Head B&K 4100) 以及喇叭 (J.S2202AA)。量測系統所使用之軟體為 Labview，聲源分析軟體使用 MATLAB，統計軟體使用 SPSS。

本研究在半無響室(Semi-anechoic Room)內進行量測，量測之前使用聲壓校正器 (B&K 4231) 進行麥克風的校正。

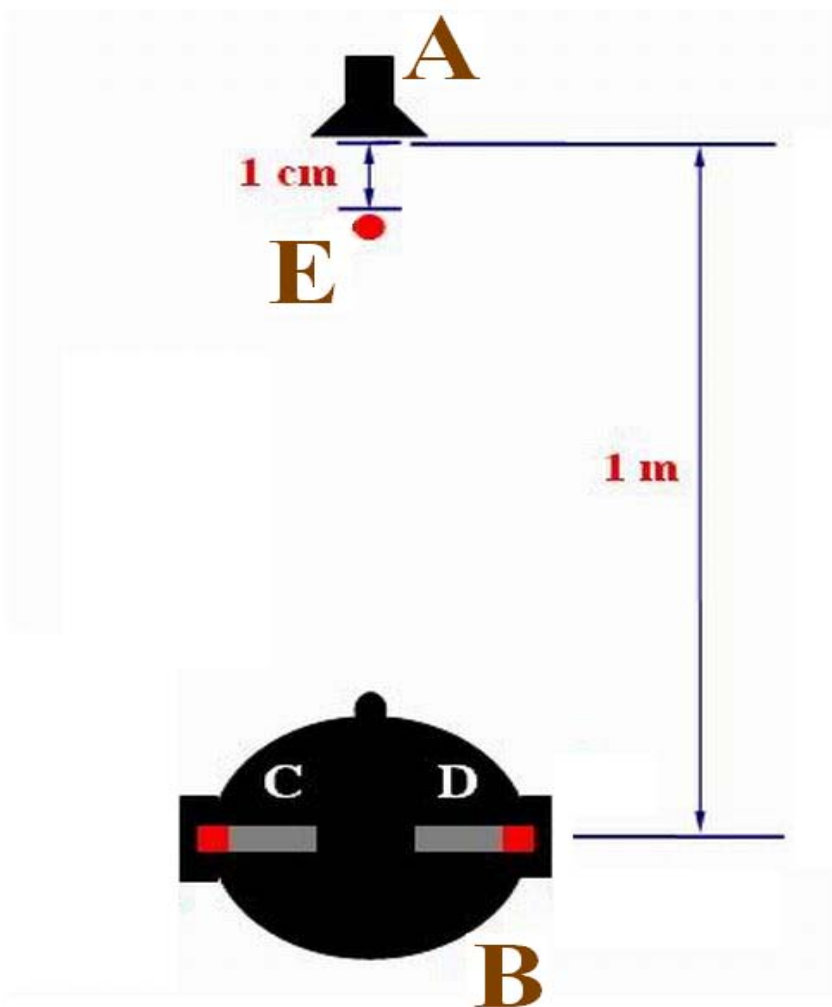
實驗分為兩階段，第一階段為收音，受測者為成年男性，年齡 24 歲，以麥克風在受測者水平位置前端一公尺處量測，受測者站於半無響室之中央，收錄內容為阿拉伯數字之中文語音讀音 0~9。實驗時，請受試者站立於半無響室之中心，將麥克風與受試者間的測量距離，設定為 30 公分，收集該數字讀音完整波形如下圖一。



圖一 中文數字讀音

第二階段為量測，音源 (A) 位置以 0 度、15 度、30 度、45 度、60 度、75 度、90 度、105 度、120 度、135 度、150 度、165 度及 180 度與聲學人偶 (B) 之距離則為 1 公尺與音源位置等高且離地 1 公尺，而音強平均則為 65 dB SPL，量取 10 次後，再加以平均，如圖 1 為 0 度量測示意圖，音源 (A) 在聲學人偶 (B) 正前方距離 1 公尺，音源 (A) 前方距 1cm 放一支監測麥

克風 (E)。以順時鐘方向改變音源(A)與聲學人偶 (B) 之相對位置，每 15 度收錄並量測聲學人偶其左右麥克風有無耳廓狀態下之數據。



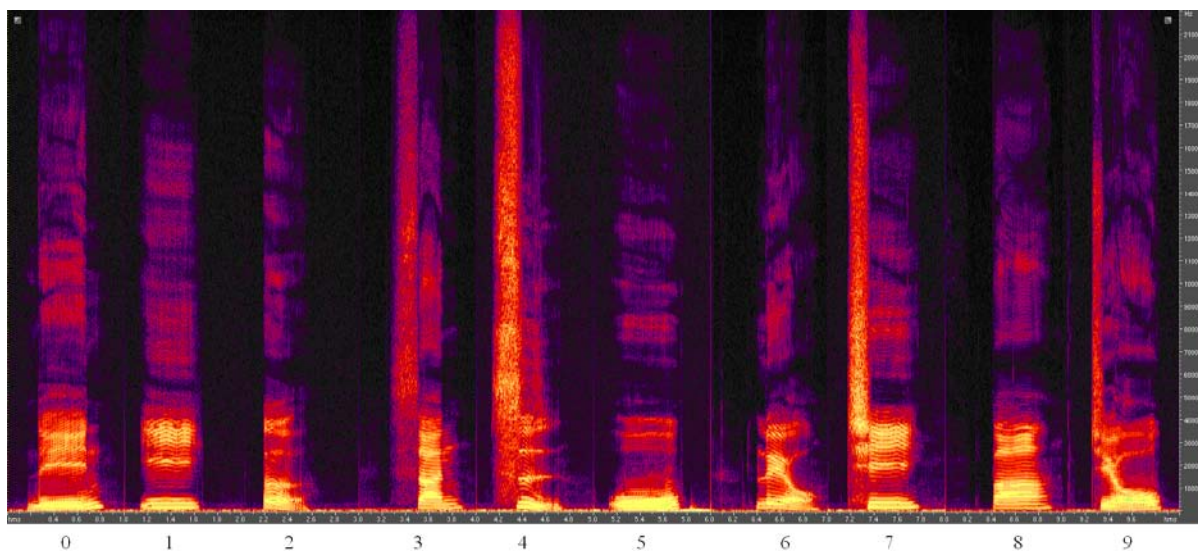
圖二 耳道口音場量測示意圖

三、 研究過程與成果

根據實驗，可得到中文數字讀音在聲學人偶近遠耳處的音場，先以 MATLAB 6.0 進行快速傅利葉轉換(Fast Fourier Transform; FFT)取得近遠耳處的語音音場之最大音強與該音強之頻率如表一，再以 Audition3.0 聲音編輯與 PRAAT 5.1 語音分析軟體，將近遠耳處的台灣閩南語語音音場轉換為以頻譜圖(Sound Spectrum)格式表示，針對其頻譜(Spectrogram)變化趨勢，探討頭影效應對聲學人偶近遠耳處的台灣閩南語語音音場之影響。

表一 中文數字讀音

數字讀音	最大音強 (dB SPL)	最大音強頻率 (Hz)
0	87.27	302
1	85.28	319
2	87.23	518
3	85.26	718
4	86.67	285
5	85.48	552
6	85.27	518
7	85.57	369
8	84.92	718
9	84.34	552



圖三 中文數字讀音頻譜圖

四、 結論與建議

本研究針對中文數字讀音進行耳道口音場之量測，並針對不同聲源位置進行分析，發現各讀音之最大音強皆出現在 1000Hz 以下，且各角度對所量測之最大音強皆相近，讀音一、二、五等為單音由一個母音所構成，零、六、八、九為有聲子音與母音組合，上述兩組頻率分布範圍為 1K~3K 之間，音強受聲源位置影響差距不明顯，三、四、七為無聲子音與母音組合，可觀察到在 4K Hz 的部份有送氣音的產生，此頻率範圍音強隨音源位置變化，其差距可達 12dB。本研究僅就兩側遠近耳音強差異進行比較，由於語音主要頻率集中於低頻部份，未來將針對兩側遠近耳接收音源時間差進行探討。

五、 參考文獻

1. Rayleigh, L., *Our perception of sound duration*. Phil. Mag, 1907. **13**: p. 214-232.
2. Fischer, W.H. and J.W. Schafer, *Direction-dependent amplification of the human outer ear*. Br J Audiol, 1991. 25(2): p. 123-30.
3. Moore, B.C.J., *An Introduction to the Psychology of Hearing, (5th ed)*. San Diego. CA: Academic Press.
4. Gelfand, S., *Hearing, (4th ed)*. 2004. New York: Informa Healthcare: p. 396-398.
5. Plenge, G., *On the differences between localization and lateralization*. J Acoust Soc Am, 1974. 56(3): p. 944-51.
6. Blauert, J., *Special Hearing : The Psychophysics of Human Sound Localization (rev. ed.)*. Cambridge, 1997. Ma : MIT Press.

Rayleigh L: Our perception of sound duration. Phil. Mag 1907;13:214-232.
7. Moore BCJ: An Introduction to the Psychology of Hearing, (5th ed). San Diego 2003;CA: Academic Press.
8. Gelfand S: Hearing, (4th ed). 2004;New York: Informa Healthcare:396-398.
9. Van Wanrooij MM, Van Opstal AJ: Contribution of head shadow and pinna cues to chronic monaural sound localization. J Neurosci 2004;24:4163-71.
10. Ruscetta MN, Arjmand EM, Pratt SR: Speech recognition abilities in noise for children with severe-to-profound unilateral hearing impairment. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2005;69:771-9.