



2020「中技社科技獎學金」

2020 CTCI Foundation Science and Technology Scholarship

研究獎學金
Research Scholarship

Mandarin Tone Classification from Brain Dynamics of Spoken Sentence for Brain-Computer Interface

基於深度學習以EEG訊號建立華語語音腦機介面建立研究

國立交通大學 電機系博士班二年級 楊曉如

指導教授：王蒞君教授



研究重點

言語的說話交流是人類日常互動的關鍵能力之一。但在許多人生理上受到疾病影響或先天的缺陷因素導致言語溝通能力的喪失，導致長期日常生活的不正常，失去社會交際的能力，需要長期看護。儘管溝通困難的患者可以從長期照顧復健和語言治療中生活得到改善，但如何讓表達能力喪失的患者(特別是需要長期看護的人)方便和人群溝通的各種技術發展一直是很重要的研究領域。過去的輔助溝通技術的研究中，往往是要透過一些選擇或動作想像來建立想表達的言語意思，包括利用被動式選擇字母拼寫的腦機介面，基於穩態視覺誘發電位(Steady-State Visual Evoked Potentials, SSVEP)的技術和常見的移動運動想像的介面。但如何提供更自然，直接的語言表達技術，不透過需要動作或是被動式選擇，而是直接由腦部表達溝通，即是 Direct-Speech Brain-Computer Interface(DS-BCI)，直接解碼由言語產生的相對應腦神經訊號來表達想說的言語內容，這樣的系統不僅具有極大的潛力來改變有嚴重動作功能障礙的人在溝通表達上的問題，亦可揭露人在言語表達意圖與大腦動態間的關係。

另一方面，在語言的研究上，愈來愈多透過神經科學結合電腦計算來解譯人在語言產生時的相關神經訊號，而且結合機器智慧深度學習(Machine Intelligence: Deep Learning)來解構人類言語運作。在目前的研究中的語言多為英語或拼音文字，然而華語(現代標準漢語)是世界上最多人使用的語言之一，在這方面的研究卻相當少，有別於一般拼音文字的語言特性，華語是具有不同聲調的語言，但過去大多腦波語言研究都基於英語來做相關分析，而英語與華語在語音的機制是不一樣的，中文一個字就是一個單位，且中文的語境及複雜度都比英文亂很多，因此以華語為基礎知腦波的研究是值得深入的課題。本計劃研究將透過解碼說華語時的腦神經活動訊號變化來建立說華話時的腦波生理訊號特徵，並試圖建立回推語言內容的機制。本研究內容，我們覺得有其絕對的必要性與重要性，不僅為華語表達時的腦波訊號特徵擷取的研究做先鋒，更能深入了解說華語的運作機制，所取得的腦波訊號亦可以建立華語語言發音的腦波生理訊號資料庫，作為未來在華語語言發音研究上重要的基礎，更能做為語言相關的應用的基石。

Direct Speech Brain-Computer Interface

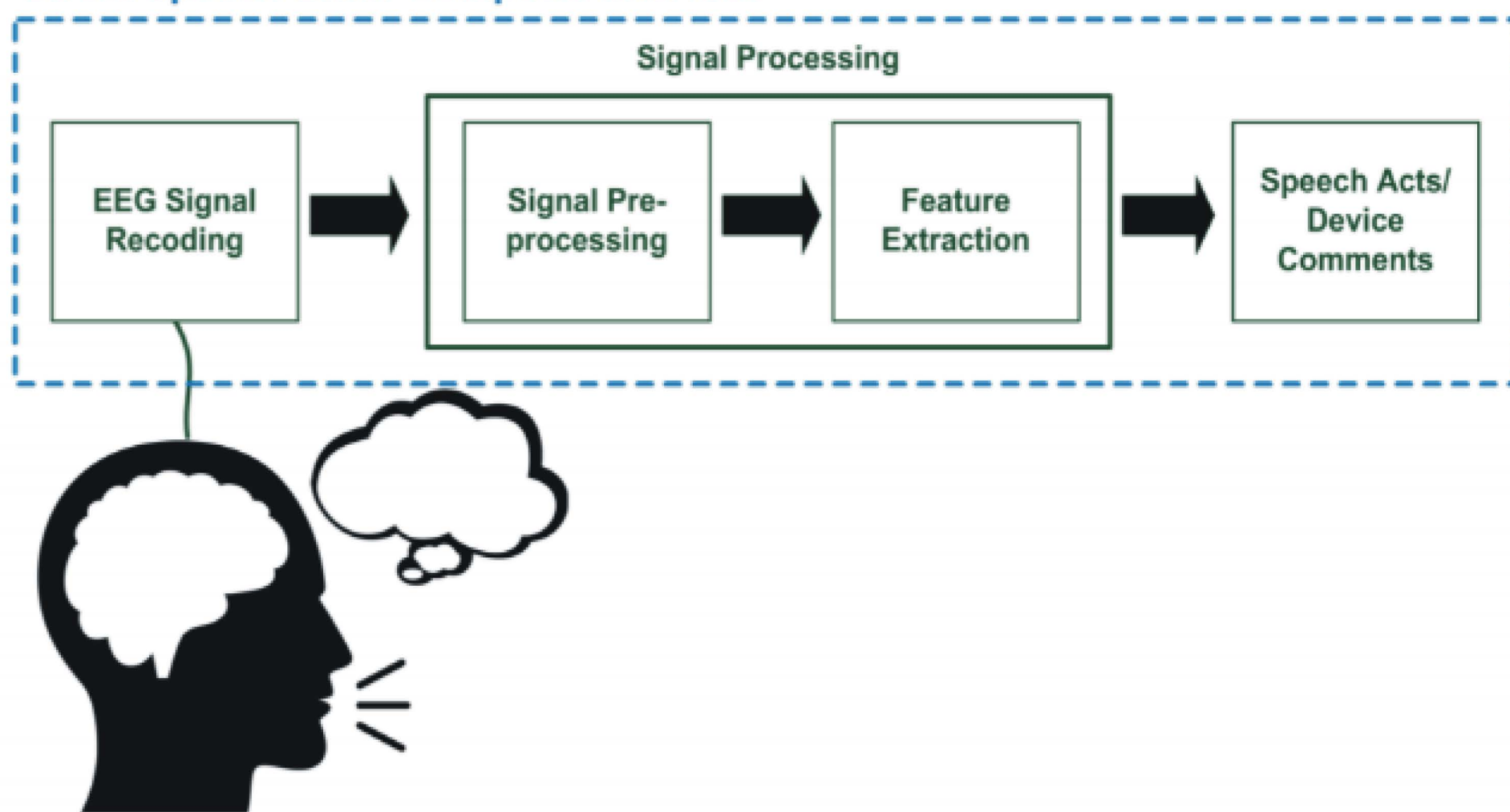


圖 1. 直述語意腦機介面的組成要素

EEG collection



圖2. 實驗示意圖

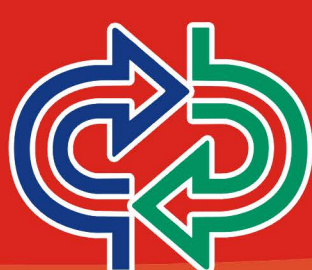
研究結果

據我們所知，本研究是第一個分析使用EEG分析華語的句子語調和非語調。先前的研究集中於使用ECoG，EEG或fMRI分析tone language(例如英)。本研究得出的結論是，腦電活動基於音調和非音調分類的準確性可以達到98.82% (cross subject下)。換句話說，對應於語調和非語調的大腦活動是不同的。在這項研究中確定的大腦活動特徵的差異有助於解釋BCI的語音合成。本研究在關於大腦認知行為的發現：使用句子的設計傳達語音比單個單詞更具表達力。過去的研究表明，情緒與額葉有關。本研究的結果不僅看到了與語言有關的大腦區域，例如頂葉和顳葉，而且還看到了與情緒有關的額葉區域 (重要結果1)；同時，這項研究可以區分連續句子中是否有語調 (重要結果2)。從這兩個結果可以得出結論，語調和非語調的華語可能會使用不同的大腦機制來進行認知行為，因此在本研究中具有良好的分類結果。先前的研究主要集中在大腦的非調語言認知分析上。這項研究是第一個分析句子中是否存在聲調並使用EEG進行機器學習分類，並確認當人們說或不說語調時，大腦活動確實存在差異(認知行為差異)的研究。

在臨床治療中，當前大多數神經裝置是被動裝置，需要手動操作，這些自動化設計主要是界面優化和減輕重量，而不是主動解決方案。本項研究中，直接記錄大腦活動以進行語音分析，以調查講普通話者的神經元活動，這有助於設計直接語音BCI。同時，使用BVA算法確定了大腦中普通話音調的關鍵特徵，以減少BCI設計中的通道並提高計算效率。

得獎心得

我有我的研究夢想，我申請博班時就跟我的指導老師——王蒞君教授說我想要我也會努力看看三年畢業，當時聽到的人都覺得我在開玩笑，但我用了半年完成博士資格考；也同時在第一年完成我研究的第一個階段，寫了一篇期刊論文；並且也參加了2019/12台灣工程科技與應用醫學學會舉辦的論文競賽得到第二名；並且錄取了日本第一學府——東京大學之神經智能研究中心實習一年的機會。能申請上貴基金會的獎學金，讓我在做研究之餘，沒有經濟壓力，覺得非常的感恩。而我也絕對是值得培養的人才！



財團法人中技社
CTCI FOUNDATION