

探討禪坐腦電波空間分佈特性—

使用小波和模糊分類法

研究生：廖偉凱

指導教授：羅佩禎教授

國立交通大學電機與控制工程學系



本篇論文主要目的是提出一套判斷腦電波中的 α 波的空間分佈特性的方法，並以此架構探討禪坐者與一般人的腦電波空間分佈的特性及差異性。

本方法首先將腦電波做小波(Wavelet)轉換，並利用小波的係數重建各頻帶的波形，再以各頻帶的能量比例判斷 α 波出現與否，並將這些萃取出來的 α 波能量向量(一段向量包含 30 個通道的分量)標準化；接著以模糊 C-means(Fuzzy C-means)為基礎的分類法對標準化後的向量進行分類，並利用相關係數(Correlation coefficients)判斷分類數目。

在 α 波空間分佈的特性及差異性方面，初步發現(1)實驗組在禪坐中的 α 波減少程度不如控制組般顯著；(2)實驗組禪坐後前腦的 α 波會比控制組休息後多。從其他文獻中發現或許是因為禪坐中激發內側前額葉皮質(Medial Prefrontal Cortex)和前扣帶腦皮質(Anterior Cingulate Cortex)導致禪坐後之前腦 α 波增加。


Investigation of Spatial Characteristics of Zen Meditation EEG: Using Wavelets and Fuzzy Classifier

Student : Wei-Kai Liao

Advisor : Dr. Pei-Chen Lo

Department of Electrical and Control Engineering
National Chiao-Tung University

Abstract



The aim of this study is to propose a method for detecting α wave in EEG (electroencephalograph) and find the characteristics of EEG spatial distribution. We also investigated the difference of spatial characteristics between Zen-meditation practitioners (experimental group) and non-practitioners (control group).

We firstly adopted wavelet transform to decompose EEG signals and reconstruct waves in each frequency band using wavelet coefficients. From the power ratio, we selected the candidates (normalized α -power vectors) for further spatial analysis. Fuzzy C-means based algorithm was applied to the normalized vectors to explore various brain spatial characteristics during meditation (or, at rest). Here we evaluated correlation coefficients to decide the number of clusters.

From the results we found (1) the α power in the control group decreased dramatically but not in the experimental group, (2) after meditation, α power in the frontal area of meditators increased more than that of the control subjects (after resting-EEG recording). From the literatures, activating medial prefrontal cortex and anterior cingulated cortex during meditation may be the reason of increasing frontal α power.

誌謝

首先要感謝我的指導老師羅佩禎老師在這兩年裡對我的教導，也衷心感激老師對於我所付出的耐心，由於老師的認真、嚴謹和親切的態度，讓我受益良多，且才能使得我能夠如期的在碩二時完成整個研究。同時也感謝口試委員林進燈院長、陳伯寧老師、陳右穎老師對本論文的指導及建議，讓我知道論文的不足之處，使得論文修正的更加完全。

同時我也要感謝在這兩年內在同一個實驗室的學長姐：剛鳴、瑄詠、憲正、權毅、適達的殷勤指導。再來感謝我實驗室的同學進忠和所有在這裡認識的同學對我的激勵，使我們一起進步成長，也感謝學弟：政恩、恩榮、昶毅陪伴我度過快樂的一年。

最後我也要感謝我的家人對我唸書的全力支持，使我無後顧之憂，能夠全新專注在課業上並順利完成學業。



目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
誌謝	III
目錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VIII
第一章 前言	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究背景	2
1.3 章節安排	4
第二章 研究理論與方法	6
2.1 小波轉換	6
2.1.1 離散小波轉換	7
2.1.2 小波類別選擇	14
2.1.3 α 波偵測	15
2.2 模糊 C-means 演算法	18
2.2.1 模糊 C-means 演算法簡介	18
2.2.2 類別數的選擇	21
2.2.3 分類演算法	27
第三章 實驗方法	29
3.1 實驗設計	29

3.2 實驗參數-----	30
第四章 實驗結果-----	32
4.1 參數影響-----	32
4.2 實驗組與控制組-----	34
4.2.1 實驗組-----	34
4.2.2 控制組-----	42
4.3 兩組間的比較-----	49
第五章 結論與討論-----	58
5.1 兩組間 α 的分佈差異及其生理意義-----	58
5.2 未來方向-----	59
參考文獻-----	61



表目錄

表 2-1 分四類成員關係值的相關係數-----	26
表 2-2 分三類成員關係值的相關係數-----	27
表 3-1 實驗組基本資料-----	31
表 3-2 控制組基本資料-----	31
表 4-1 實驗組 e2_050329_1 每類中心的距離-----	38
表 4-2 實驗組 e2_050329_1 每類的個數和標準差-----	39
表 4-3 控制組 c9_050324 每類的距離-----	46
表 4-4 控制組 c9_050324 每類的個數和標準差-----	46
表 4-5 分出來的類別數目比較-----	49
表 4-6 有分出前腦、中腦或後腦類別的比率比較-----	50
表 4-7 類別中心的相關係數-----	50
表 4-8 實驗組 α 波平均間隔時間和 α 波平均持續時間-----	55
表 4-9 控制組 α 波平均間隔時間和 α 波平均持續時間-----	55
表 4-10 禪坐前、實驗前 α 能量最大值所佔的百分比-----	56
表 4-11 禪坐中、實驗中 α 能量最大值所佔的百分比-----	56
表 4-12 禪坐後、實驗後 α 能量最大值所佔的百分比-----	57

圖目錄

圖2-1 離散小波轉換(分解)	11
圖2-2 反離散小波轉換(重建)	11
圖2-3 α 、 β 、 γ 、 θ 、 δ 波所在的頻率位置	13
圖2-4 Daubechies 6低通濾波器脈衝響應的波形	15
圖2-5 α 波偵測的結果	17
圖2-6 模糊C-means計算流程圖	21
圖2-7 資料分佈狀態	23
圖2-8 分兩類的資料分佈狀態	23
圖2-9 分三類的資料分佈狀態	24
圖2-10 分四類的結果	26
圖2-11 分三類的結果	27
圖2-12 α 波擷取到使用模糊分類法流程圖	28
圖3-1 實驗流程圖	29
圖3-2 腦電波30頻道的名稱位置	30
圖4-1 一段腦電波的 ρ 值	33
圖4-2 實驗組e2_050329_1第一類的元素	35
圖4-3 實驗組e2_050329_1第一類的中心	35
圖4-4 實驗組e2_050329_1第二類的元素	36
圖4-5 實驗組e2_050329_1第二類的中心	36
圖4-6 實驗組e2_050329_1第三類的元素	37
圖4-7 實驗組e2_050329_1第三類的中心	37
圖4-8 實驗組e2_050329_1類別出現時間221秒~2020秒	40
圖4-9 實驗組e2_050329_1類別出現時間2020秒~3490秒	41
圖4-10 控制組c9_050324第一類的元素	43
圖4-11 控制組c9_050324第一類的中心	43

圖4-12 控制組c9_050324第二類的元素	44
圖4-13 控制組c9_050324第二類的中心	44
圖4-14 控制組c9_050324第三類的元素	45
圖4-15 控制組c9_050324第三類的中心	45
圖4-16 控制組c9_050324類別出現時間700秒~1900秒	47
圖4-17 控制組c9_050324類別出現時間1900秒~2940秒	48
圖4-18 類別分佈在前腦的平均出現的秒數	51
圖4-19 類別分佈在中腦的平均出現的秒數	52
圖4-20 類別分佈在後腦的平均出現的秒數	52
圖4-21 無 α 波的平均出現的秒數	53
圖4-22 α 波間隔時間與 α 波持續時間	55

