

國立交通大學

電機與控制工程學系

碩士論文

獨立成分分析法應用於禪坐之視覺誘發電位分析



Independent Component Analysis Applied to
Meditation VEP Analysis

研究生：陳清文

指導教授：羅佩禎 博士

中華民國九十三年七月

獨立成分分析法應用於禪坐之視覺誘發電位分析

**Independent Component Analysis Applied to
Meditation VEP Analysis**

研 究 生：陳清文

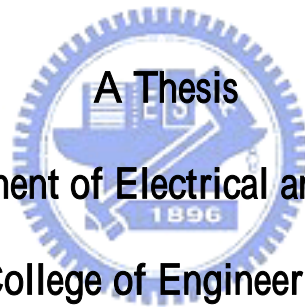
Student : Ching-Wen Chen

指導教授：羅佩禎 博士

Advisor : Dr. Pei-Chen Lo

國立交通大學電機與控制工程學系

碩士論文



**Submitted to Department of Electrical and Control Engineering
College of Engineering**

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

In

Electrical and Control Engineering

July 2004

Hsinchu, Taiwan, Republic of China.

中華民國九十三年七月

獨立成分分析法應用於禪坐之視覺誘發電位分析

研究生：陳清文

指導教授：羅佩禎教授

國立交通大學電機與控制工程學系

摘要

本論文主要目的是研究禪定過程中視覺誘發電位 (VEP) 的變化，由於實驗組在禪定過程中必須閉眼專注，因此本研究採用閉眼閃光刺激產生視覺誘發電位，實驗組與控制組皆為健康且相同年齡範圍的受測者，並且以傳統的平均法與獨立成分分析法 (ICA) 對實驗組與控制組的 VEP 特徵進行分析，比較兩者之間的差異。

由實驗結果能得到四個結論：(1) 在波峰 III-IV-V 的平均振幅分析上，實驗組隨著禪定過程增加，控制組隨著靜坐過程先增加再減少；(2) 在波峰 V-VI-VII 的平均振幅分析上，實驗組與控制組皆隨著禪定 (靜坐) 過程增加，並且實驗組的增量較小。在獨立成分分析方面，實驗組的 VEP 成分波形一致性隨禪定過程持續增加，控制組則隨靜坐過程先減少再增加；而在權重空間分布的分析，實驗組在禪定過程中頭頂 (Pz) 的權重變化為先減少再增加，並且後腦 (Oz) 的權重變化則隨著禪定過程減少，與控制組的權重變化是相反的。

因此，造成實驗組與控制組 VEP 特徵的差異主要是禪定過程引起大腦皮質層的作用改變，並且國外研究指出背景腦電波的能量與視覺誘發電位的振幅有很高的相關性，所以禪定過程視覺誘發電位的變化可能是因為腦電波的改變。

Independent Component Analysis Applied to Meditation VEP Analysis

Student : Ching-Wen Chen

Advisor : Dr. Pei-Chen Lo

Department of Electrical and Control Engineering

National Chiao-Tung University

Abstract

This thesis aims to investigate the visual evoked potential(VEP)for the Zen-Buddhist practitioners (experimental subjects) before, during, and after meditation. Because experimental subjects must close their eyes in Zen meditation, flash-light stimulus is applied to evoke the visual cortical response. We compare the results of VEP characteristics between experimental and control groups. The control group involves normal, healthy subjects within the same age range as that of the experimental group. Conventional averaging method and independent component analysis (ICA) are employed.

In sum, four conclusions were drawn from the experimental results as follows. Firstly, analysis of peak III-IV-V shows an increase in averaged peak amplitude of the meditation VEP (experimental group) and an increase followed by a reduction in averaged peak amplitude of the relaxation VEP (control group). Secondly, analysis of peak V-VI-VII demonstrates that the averaged amplitude increases during meditation (experimental group) the same as during relaxation (control group) and increases smaller than that of the control group. Thirdly, based on the ICA analysis, temporal correlation of the VEP component with each raw tracing increases during meditation, in comparison with that before meditation. On the other hand, this correlation factor reduces first and then increases for the control group in relaxation. Finally, analysis of averaged weighting distribution demonstrates that a reduction at Oz channel and a reduction followed by an increase at Pz

channel in averaged weighting of the meditation VEP (experimental group) is opposite to that of the relaxation VEP (control group).

Hence the VEP changes might be primarily caused by the function changes of the cerebral cortex during Zen meditation. The overseas researches report that amplitudes of photic evoked responses were highly correlated with the energy of background EEG. So the VEP changes during Zen meditation might be due to EEG changes.



誌 謝

首先要感謝指導老師 羅佩禎教授對我論文上的指教，使得我的研究內容更有意義。同時也感謝口試委員 林昇甫教授與邱俊誠教授對本論文的指教與建議，讓我知道論文的不足之處，使得論文更加完整。

我在交大的這兩年來，感謝博士班學長姊：剛鳴、瑄詠、憲正、適達、權毅的殷勤指導。再來，我想感謝的是我的同儕：啟弘與岳昌，他們陪我一起度過兩年來的研究生活，也讓我在待人處世上能更謙虛與成熟。另外也感謝學弟：富滄與偉源，他們在我研究之餘，陪我一起度過。

最後，要感謝我的家人，全家人對我繼續升學的支持，讓我能全心的在研究上，並順利的完成學業。



目 錄

中文摘要	III
英文摘要	IV
目錄	VII
表目錄	X
圖目錄	XI
第一章 前言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究動機	2
1.3 章節安排	3
第二章 實驗流程與方法	4
2.1 誘發電位介紹	4
2.2 視覺誘發電位介紹	8
2.2.1 圖形刺激	9
2.2.2 閃光刺激	15
2.3 實驗方法	17
2.3.1 實驗設備簡介	17
2.3.2 實驗流程	19
第三章 研究理論與方法	20
3.1 平均法	20
3.2 獨立成分分析法	21
3.2.1 獨立成分分析簡介	21

3.2.2 獨立成分分析架構-----	22
3.2.3 前置處理方法-----	24
3.2.4 快速 ICA-----	27
3.3 獨立成分分析應用於 VEP 分析-----	30
第四章 實驗結果-----	32
4.1 平均法應用於 VEP 實驗結果-----	32
4.1.1 波峰 III-IV-V 實驗結果-----	33
4.1.2 波峰 V-VI-VII 實驗結果-----	36
4.2 獨立成分分析應用於 VEP (一): 成分間相關性之探討-----	40
4.2.1 實驗結果-----	40
4.2.2 討論-----	43
4.3 獨立成分分析應用於 VEP (二): 成分重組之特徵強化 VEP 總覽-----	45
4.3.1 P100 振幅分布實驗結果與討論-----	45
4.3.2 特徵與波形相關性強化-----	49
4.4 獨立成分分析應用於 VEP (三): 獨立成分空間分布-----	54
4.4.1 實驗結果-----	55
4.4.2 討論-----	61
第五章 結論與未來展望-----	62
5.1 結論-----	62
5.2 未來展望-----	63
參考文獻-----	64
附錄 A-----	68

附錄 B-----69

附錄 C-----70



表目錄

表 3-1 independent、white、uncorrelated 與 correlated 之間的比較-----	26
表 3-2 快速 ICA 演算法的步驟-----	30
表 4-1 實驗組與控制組 VEP 的獨立成分之相關係數總和的變化統計表-----	43
表 4-2 實驗組 Subject2004_0221 禪定前、中、後 P100 振幅分布情形-----	46
表 4-3 控制組 Subject2003_0212 靜坐前、中、後 P100 振幅分布情形-----	48
表 4-4 控制組 Subject2004_0302 靜坐中波形相關係數與振幅範圍-----	50
表 4-5 實驗組 Subject2004_0413 禪定前波形相關係數與振幅範圍-----	51
表 4-6 實驗組 Subject2004_0419 禪定前波形相關係數與振幅範圍-----	53
表 4-7 實驗組禪定前平均權重空間分布-----	55
表 4-8 實驗組禪定中平均權重空間分布-----	56
表 4-9 實驗組禪定後平均權重空間分布-----	57
表 4-10 控制組靜坐前平均權重空間分布-----	58
表 4-11 控制組靜坐中平均權重空間分布-----	59
表 4-12 控制組靜坐後平均權重空間分布-----	60

圖目錄

圖 2-1 誘發電位傳導路徑-----	5
圖 2-2 四種選取延遲時間與振幅的方法-----	6
圖 2-3 誘發電位的參數表示圖-----	6
圖 2-4 測量峰對峰間的延遲時間(IPL)表示圖-----	7
圖 2-5 圖形反轉-----	9
圖 2-6 圖形出現與消失-----	10
圖 2-7 正弦波格柵亮度分布圖-----	11
圖 2-8 棋盤格亮度分布圖-----	11
圖 2-9(a) 視角的計算方式-----	12
圖 2-9(b) 空間頻率計算方式-----	12
圖 2-10 正常暫態全域棋盤格刺激圖-----	13
圖 2-11 正常暫態半域棋盤格刺激圖-----	13
圖 2-12 全域棋盤格刺激檢測視神經交叉前傳導路徑圖-----	14
圖 2-13 半域棋盤格刺激檢測視神經交叉前傳導路徑圖-----	14
圖 2-14 正常閃光刺激視覺誘發電位波形圖-----	15
圖 2-15 皮質層的分類-----	16
圖 2-16 頭殼 32 channel 分布圖-----	17
圖 2-17 數位腦電波放大濾波系統-----	18
圖 2-18 刺激用的閃光燈-----	19
圖 2-19 實驗流程圖-----	19
圖 3-1 未知訊號分解(BSS)問題示意圖-----	22
圖 3-2 ICA 構想示意圖-----	23
圖 3-3 快速 ICA 的架構-----	24
圖 4-1 波峰標示分布圖-----	32

圖 4-2 實驗組禪定前、中、後波峰 III-IV-V 振幅直條圖-----	33
圖 4-3 實驗組禪定前、中、後波峰 III-IV-V 振幅折線圖-----	34
圖 4-4 控制組靜坐前、中、後波峰 III-IV-V 振幅直條圖-----	34
圖 4-5 控制組靜坐前、中、後波峰 III-IV-V 振幅折線圖-----	35
圖 4-6 波峰 III-IV-V 平均振幅-----	35
圖 4-7 波峰 III-IV-V 平均振幅增量-----	36
圖 4-8 實驗組禪定前、中、後波峰 V-VI-VII 振幅直條圖-----	37
圖 4-9 實驗組禪定前、中、後波峰 V-VI-VII 振幅折線圖-----	37
圖 4-10 控制組靜坐前、中、後波峰 V-VI-VII 振幅直條圖-----	38
圖 4-11 控制組靜坐前、中、後波峰 V-VI-VII 振幅折線圖-----	38
圖 4-12 波峰 V-VI-VII 平均振幅-----	39
圖 4-13 波峰 V-VI-VII 平均振幅增量-----	39
圖 4-14 實驗組 VEP 的獨立成分之相關係數總和統計圖-----	40
圖 4-15 實驗組 VEP 的獨立成分之相關係數總和曲線圖-----	41
圖 4-16 控制組 VEP 的獨立成分之相關係數總和統計圖-----	41
圖 4-17 控制組 VEP 的獨立成分之相關係數總和曲線圖-----	42
圖 4-18 VEP 的獨立成分之相關係數總和變化百分比圖-----	42
圖 4-19 實驗組與控制組 VEP 的獨立成分之相關係數總和的平均值-----	44
圖 4-20 實驗組與控制組 VEP 的獨立成分之相關係數總和的平均值增量-----	44
圖 4-21 實驗組 Subect2004_0221 禪定前原始與成分重組資料 P100 振幅分布圖----	45
圖 4-22 實驗組 Subect2004_0221 禪定中原始與成分重組資料 P100 振幅分布圖----	46
圖 4-23 實驗組 Subect2004_0221 禪定後原始與成分重組資料 P100 振幅分布圖----	46
圖 4-24 控制組 Subect2003_0212 靜坐前原始與成分重組資料 P100 振幅分布圖----	47
圖 4-25 控制組 Subect2003_0212 靜坐中原始與成分重組資料 P100 振幅分布圖----	47
圖 4-26 控制組 Subect2003_0212 靜坐後原始與成分重組資料 P100 振幅分布圖----	48
圖 4-27 控制組 Subject2004_0302 靜坐中原始 100 次 VEP 的 2D 影像-----	49

圖 4-28 控制組 Subject2004_0302 靜坐中成分重組 100 次 VEP 的 2D 影像-----	50
圖 4-29 實驗組 Subject2004_0413 禪定前原始 100 次 VEP 的 2D 影像-----	51
圖 4-30 實驗組 Subject2004_0413 禪定前成分重組 100 次 VEP 的 2D 影像-----	51
圖 4-31 實驗組 Subject2004_0419 禪定前原始 100 次 VEP 的 2D 影像-----	52
圖 4-32 實驗組 Subject2004_0419 禪定前成分重組 100 次 VEP 的 2D 影像-----	52
圖 4-33 控制組 Subject2003_0212 靜坐前原始 VEP 與獨立成分對照圖-----	54
圖 4-34 實驗組禪定前平均權重空間分布的頭殼圖-----	55
圖 4-35 實驗組禪定中平均權重空間分布的頭殼圖-----	56
圖 4-36 實驗組禪定後平均權重空間分布的頭殼圖-----	57
圖 4-37 控制組靜坐前平均權重空間分布的頭殼圖-----	58
圖 4-38 控制組靜坐中平均權重空間分布的頭殼圖-----	59
圖 4-39 控制組靜坐後平均權重空間分布的頭殼圖-----	60
圖 C-1 牛頓法圖解-----	70

