

工學碩士學位論文

치매 환자와 정상인의 뇌파 비교에  
대한 연구



2013年 8月

釜慶大學校 産業大學院

電氣工學科

金錫淵

工學碩士 學位論文

치매환자와 정상인의 뇌파비교에 대한 연구

A study on brain wave comparison between  
dementia patient and normal person

The logo of Seoul Kyungju National University is a circular emblem. It features a central stylized figure that resembles a person or a flame, rendered in shades of blue and grey. The figure is set against a background of concentric circles. The outermost ring of the emblem contains the university's name in English, "SEKJUNG NATIONAL UNIVERSITY", and in Korean, "부경대학교".

指導教授 張 允 碩

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2013 年 8 月

釜慶大學校 産業大學院

電氣工學科

金錫淵

# 金錫淵의 工學碩士 學位論文을 認准함

2013年 8月



|     |      |       |   |
|-----|------|-------|---|
| 主 審 | 工學博士 | 金 仁 東 | Ⓜ |
| 委 員 | 工學博士 | 李 鎔 旭 | Ⓜ |
| 委 員 | 工學博士 | 張 允 碩 | Ⓜ |

# 목 차

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 목차 .....                              | i  |
| 그림 목차 .....                           | ii |
| Abstract .....                        | iv |
| <br>                                  |    |
| 제 1 장 서론 .....                        | 1  |
| <br>                                  |    |
| 제 2 장 뇌파 뇌파의 특성                       |    |
| 2.1 뇌 .....                           | 3  |
| 2.2 뇌파의 특성 .....                      | 7  |
| 2.3 뇌파 분석 방법 .....                    | 11 |
| 2.3.1 10-20 국제 전극 배치법 .....           | 12 |
| 2.3.2 파워 스펙트럼 (Power Spectrum) .....  | 13 |
| 2.3.3 앙상블 평균 (Ensemble Average) ..... | 16 |
| <br>                                  |    |
| 제 3 장 뇌파 계측 및 분석                      |    |
| 3.1 실험 방법 .....                       | 17 |
| 3.2 실험 결과 .....                       | 20 |
| <br>                                  |    |
| 제 4 장 결론 .....                        | 24 |
| <br>                                  |    |
| 참 고 문 헌 .....                         | 25 |

감사의 글 ..... 27

## 그림 목차

그림 1 신경세포의 구조 ..... 4

그림 2 뇌의 구조 ..... 6

그림 3 주파수 대역에 의한 뇌파의 구분 ..... 8

그림 4 10-20 국제 전극 배치법 ..... 12

그림 5 파워 스펙트럼법 ..... 14

그림 6 앙상블 평균 ..... 16

그림 7 뇌파 측정 채널 위치 ..... 19

그림 8 피험자1 ..... 21

그림 9 피험자2 ..... 22

그림 10 정상인과 치매노인의 뇌파 비교 ..... 23



# A study on brain wave comparison between dementia patient and normal person

Seokyoung Kim

Department of Electrical Engineering, Graduate School  
Pukyong National University

## Abstract

The aim of this study is to observe a human's brain wave in dementia and to compare with normal person's brain wave. An electroencephalogram (EEG) records the electrical activity of the human brain. The EEG contains two different types of signals: one is an autonomous signal and the other is an event-related signal. We analyzed the autonomous signal on the normal for comparison to the abnormal, such as dementia or epilepsy. We recorded EEGs with 16 electrodes and analyzed them to classify the brain waves in the frequency domain. We also analyzed the brain signal according to the length of data to check the stationarity of the autonomous signal. As a result, we found that the averages of the brain signal according to data length are almost the same and the standard deviations are smaller according to data length.

**Key words :** EEG, Autonomous Brainwave, Frequency Response,

Standard Deviation, Window Function.



# 1. 서론

현대사회에 들어와서 의학의 발전과 생활환경 개선으로 인하여 인간의 평균 수명이 늘어나서 인구의 노령화 문제가 대두되고 있다. 우리나라 경우도 65세 이상 노인인구가 1996년에는 5.7%이던 것이 2020년에는 12.5%로 급격히 증가할 것으로 예상되면서 인구 고령화에 따른 여러 가지 질환 중에서 본인은 물론 가족들까지도 힘들게 하는 대표적인 질환으로 치매를 들 수 있다[1].

치매란 정상적인 인지기능을 사용하여 일상생활을 하던 사람이 후천적으로 진행되는 퇴행성 변화나 혈관성 변화 등에 의해 기억력, 시공간능력, 전두엽 집행능력, 언어능력, 계산능력 및 판단력 등의 지적기능이 눈에 띄게 저하될 수 있는 인지기능의 장애이다[2]. 치매의 진단은 뇌의 해부병리학적 검사를 제외하고는 임상적인 진단에 의존하고 있고 임상적인 방법의 진단은 정확도가 60~80%에 지나지 않으므로[3] 치매를 진단하는데 있어 객관적이고 정량적인 여러 가지 방법들이 요구되고 연구되어 오고 있다. 그 방법들로는 기능적자기공명영상촬영(FMRI), 단일광전자방출단층촬영(SPECT), 양전자방출단층촬영(PET) 및 뇌파분석(EEG)등이 치매 진단에 많이 이용되고 있다. 특히 비침습적인 방법인 뇌파를 이용한 분석방법은 객관적이고 연속적으로 뇌신경의 활동을 뇌파로 나타낸 것으로 대뇌의 기능을 평가할 수 있는 유용한 방법이다[4].

뇌파를 이용해서 치매를 진단하고자 하는 많은 연구들이 있어 왔다. 신경전문의의 임상적인 경험을 통한 시각적 분석을 이용하여 치매에서는 서파의 해석으로 나타난다는 것은 잘 알려져 왔으며[5] 그 이후 정량적 분석을 위해 많은 연구자들은 주파수 대역을 나누어 파워스펙트럼 분석이나 coherence 분석과 같은 선형적인 분석기법을 적용하기도 하였다[6].

본 연구에서는 주파수 분석기법의 방법으로 주파수 대역에 따른 뇌파성분 분석한 결과를 제시하였다. 그리고 치매에 깊이 관여하는 뇌파 성분인  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , SMR파들을 분석한 결과를 제시하였다. 또한 뇌파 데이터 길이에 따라서  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  파들의 어떤 차이가 있는지도 분석하여 그 결과를 제시하였다.



## 2. 뇌와 뇌파의 특성

### 2.1 뇌

뇌의 전기적 활동에 가장 큰 부분을 차지하는 것은 신경세포(neuron)에 의해 발생한다. 인간의 뇌에는 천억 개 정도의 신경세포(neuron)으로 구성되어 있다. 각 신경세포는 다른 신경세포들과 2000개 이상의 연결고리를 가지며 그 만큼의 입력을 받는다[7]. 신경세포의 기본기능은 자극을 받았을 경우 전기를 발생시켜 다른 세포에 정보를 전달하는 기능이다. 이렇게 발생하는 전기신호를 활동전위라고 한다. 신경세포는 핵이 있는 신경세포체와 다른 세포에서 신호를 받는 수상돌기, 다른 세포로 신호를 주는 축삭돌기 3가지 부분으로 나눌 수 있다. 돌기사이에 신호를 전달하는 부분을 시냅스라고 한다. 신경세포는 다른 신경세포와 신호를 주고받을 수 있는 시냅스를 통해 연결되어 있다. 신경세포는 신호를 전기적 또는 화학적으로 전달하고 신경세포 내에서의 신호는 전기적으로 전달되며 신경세포 간의 신호는 화학적으로 전달된다.[8]

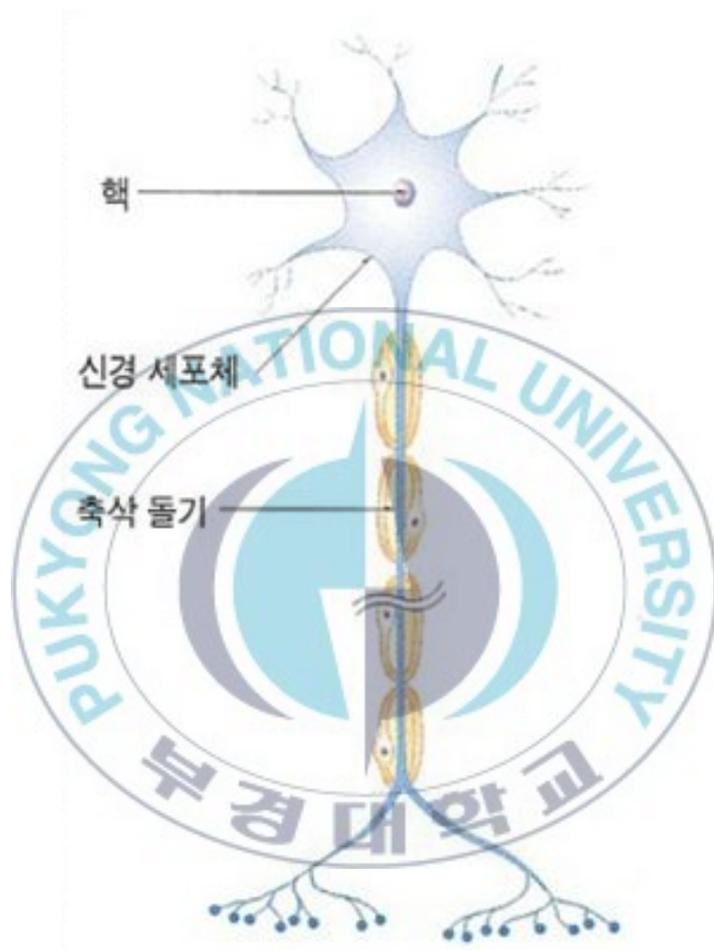
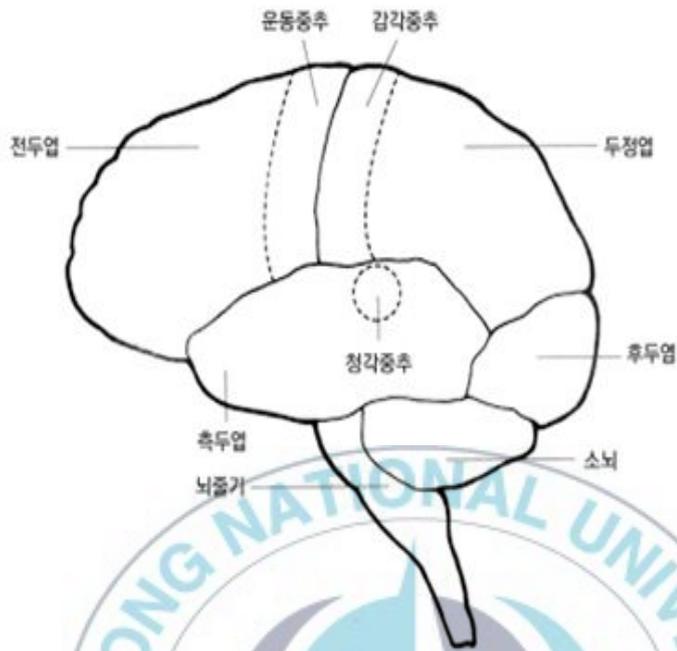


그림 1 신경세포의 구조

Fig. 1 Structure of Neuron

인간의 두뇌는 기능에 따라 여러 부위로 나눌 수 있고, 뇌에서 가장 큰 부피를 차지하는 대뇌에서도 위치와 기능에 따라 전두엽, 측두엽, 두정엽, 후두엽 네 부분으로 구분된다. 일반적으로 뇌는 특정한 장소에서 특정한 기능을 수행한다고 알려져 있다. 그러나 뇌의 일부를 손상 받은 사람도 재활훈련 등으로 뇌의 다른 부분을 통해서 다른 뇌의 기능을 수행할 수 있다. 이 사실은 특정 기능을 담당하는 영역이 정해져는 있지만 학습을 통해서 그 기능을 다른 부분에서도 수행할 수 있음을 말한다[4].

앞머리에 위치한 전두엽은 변역계와 밀접한 관련이 있다. 기억력, 사고력 등의 행동을 관장하며 다른 영역으로부터 들어오는 정보를 조정하고 운동과 관련된 기능을 하고 추리, 계획, 운동, 감정, 문제해결에 관여한다. 두정엽에서는 정보를 조합해서 어떤 것을 생각하여 만들어 내는 역할을 하는 곳이다. 그리고 촉감, 통증 등의 체감각 처리에 관여하며 피부, 근골격계, 내장, 미뢰로부터의 감각신호를 담당한다. 측두엽은 청각피질에서 청각정보의 처리를 담당하고, 다른 부위에서의 인지기능과 기억기능을 조절한다. 후두엽은 뇌 뒤쪽에 있으며 시각피질이 있어 시각정보의 처리를 담당한다.



인간의 대뇌반구는 각각 담당하는 기능에 따라 크게 4개로 구분할 수 있다.  
 <출처: 서유현 "천재도 되고 바보도 되는 뇌의 세계"(중앙교육연구원)>

그림 2 뇌의 구조

Fig. 2 Structure of the brain

## 2.2 뇌파의 특성

뇌파(EEG : Electroencephalogram)는 뇌의 활동에 따라 일어나는 전류를 증폭하여 나타낸 것으로 1875년 영국의 생리학자 R.케이튼이 처음으로 토끼, 원숭이의 대뇌피질에서 나온 미약한 전기활동을 검류계로 기록한 것이 뇌파의 최초 보고이다.

사람의 뇌파를 최초로 검출한 사람은 독일의 정신과 의사인 H. Berger이다. 머리에 외상을 입은 환자의 두개골 결손부의 피하에 2개의 백금전극을 삽입하여 기록하였고, 두피에 전극을 얹기만 하여도 기록될 수 있다는 것을 관찰하였다. 이것을 심전도(ECG)나 근전도(EMG)와 같이 뇌전도(EEG)라고 명명하였다[9].

뇌파는 복잡한 패턴으로 진동하는 파형형태로 보이기 때문에 일반적으로 뇌파를 관찰할 때는 주파수와 진폭에 따라 분류하는 스펙트럼 분석을 이용한다. 스펙트럼 분석은 뇌파를 특정 주파수로 진동하는 단순 진동들의 선형적 결합이라고 가정하고, 이 신호에서 각각의 주파수 성분을 분해하여 그 크기를 표시한 것이다.

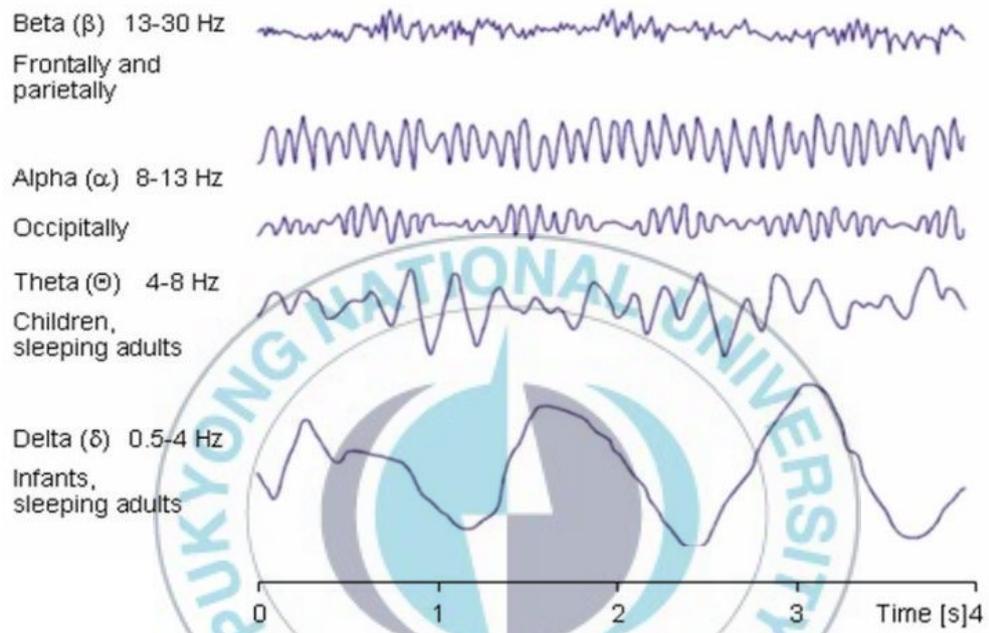


그림 3 주파수 대역에 의한 뇌파의 구분  
Fig. 3 Divison of EEG Frequency by

그림 3과 같이 뇌파는 일반적으로 진동하는 주파수의 범위에 따라 델타( $\delta$ )파(0.2~3.99Hz), 세타( $\theta$ )파(4~7.99Hz), 알파( $\alpha$ )파(8~12.99Hz), 베타( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ )파(13~29.99Hz), 감마( $\gamma$ )파(30~50Hz)로 구분하여 분류한다[9][10].

델타파는 주로 정상인의 깊은 수면 시나 신생아의 경우 많이 나타난다. 깨어 있는 사람에게서 델타파가 평균범위보다 매우 많이 나타날 경우 대뇌피질부위의 악성 종양 또는 마취, 혼수 상태관련 질병일 수 있다. 만약 건강한 정상인의 경우 델타파가 두드러진다면 뇌파 측정 시 눈을 깜박이거나 몸을 심하게 움직인 경우가 대부분이다. 이러한 눈 움직임이나 몸 움직임에 의해 발생하는 잡음(artifact)의 주파수 영역은 델타파 주파수 영역과 거의 일치하여 마치 델타파가 증가한 것처럼 보일 수 있다. 장시간 뇌파 측정실험을 할 경우엔 눈과 몸 움직임이 필연적으로 발생하므로 보통 델타파의 파워증감은 분석요소로 고려하지 않는다.

세타파는 정서안정 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타나는 파로 성인보다는 어린이에게 더 많이 분포한다. 세타파는 기억력, 초능력, 창의력, 집중력, 불안해소 등 많은 다양한 상태와 관련되어 있다고 보고되고는 있으나, 연구자들마다 실험방법과 피험자의 특성이 조금씩 달라 각 대뇌피질 부위별 증감의 방향이 일치하지는 않는 등 아직은 표준화된 결과들이 다소 부족한 상태이다.

알파파는 긴장이완과 같은 편안한 상태에서 주로 나타나며, 안정되고 편안한 상태 일수록 진폭이 증가한다. 일반적으로 규칙적인 파동의 형태로 연속적으로 나타나며, 두정엽과 후두엽에서 가장 크게 기록되고 전두엽에서 가장 작게 나타나는 특성이 있다. 특히 안정된 알파파가 나타나는 때는 눈을 감고 진정한 상태에 있을 때이며, 눈을 뜨고 물체를 주시하거나 정신적으로 흥분하게 되면 알파파는 억제된다. 알파파는 뇌의 발달과 밀접한 관계가 있고 유아기에는 4~6Hz에서 측정되나, 그 후 나이가 들수록 주파수도 증가하여 20세 정도

성인의 값에 이르게 된다.

베타파는 주로 전두엽에서 많이 나타나며, 깨어 있을 때, 말할 때와 같이 모든 의식적인 활동을 할 때 나타난다. 불안한 상태나 긴장 시, 복잡한 계산 처리 시에 우세하게 나타나기도 한다.

감마파는 베타파보다 더 빠르게 진동하는 형태로 정서적으로 초조한 상태이거나 추리, 판단 등의 고도의 인지정보처리와 관련 깊다고 보고되고 있다[11].



## 2.3 뇌파 분석 방법

### 2.3.1 10-20 국제 전극 배치법

뇌파를 측정하기 위한 전극 부착 방법으로 가장 많이 쓰이고 있는 것은 국제 표준 규격인 10-20 전극 배치법(10-20 시스템)이다[12]. 치매나 졸음 뿐만 아니라 인지적 정신 과제 수행 시에는 그림 4와 같이 10-20 시스템에 따라 전극을 배치하여 뇌파를 검출한다. 피험자의 뇌파는 총 16개의 전극을 통하여 측정되며 좌우 귀에 전극을 부착하여 기준전극을 삼는다.

본 연구에서는 피험자의 뇌파를 관측하기 위해서 그림과 같이 전극  $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_7$ ,  $F_8$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $O_1$ ,  $O_2$  통하여 측정하였다.

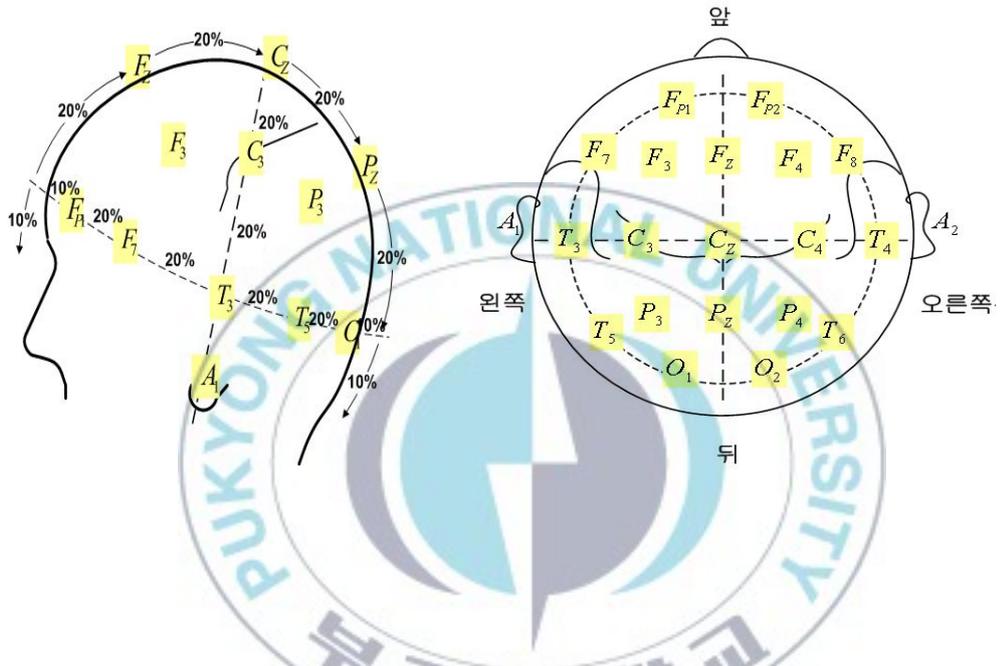


그림 4 10-20 국제 전극 배치법

Fig. 4 10-20 International electrodes Factor

### 2.3.2 파워 스펙트럼 (Power Spectrum)법

측정된 뇌파에서 각 진동성분이 얼마만큼의 비중을 차지하고 있는지 정량적으로 파악하는 것이 필요한데, 이때 주파수에 따라 분류하는 파워 스펙트럼 분석을 이용한다. 파워 스펙트럼 분석은 뇌파가 특정 주파수로 진동하는 단순 진동들의 선형적 결합이라고 가정하고, 이 신호에서 각각의 주파수 성분을 분해하여 그 크기 또는 파워를 표시한 것이다. 관찰하고자하는 주파수 대역이 뇌의 어느 영역에서 활성화되는지 아닌지를 쉽게 알 수 있고, 과제별로 주파수 대역의 차이를 쉽게 알 수 있다.



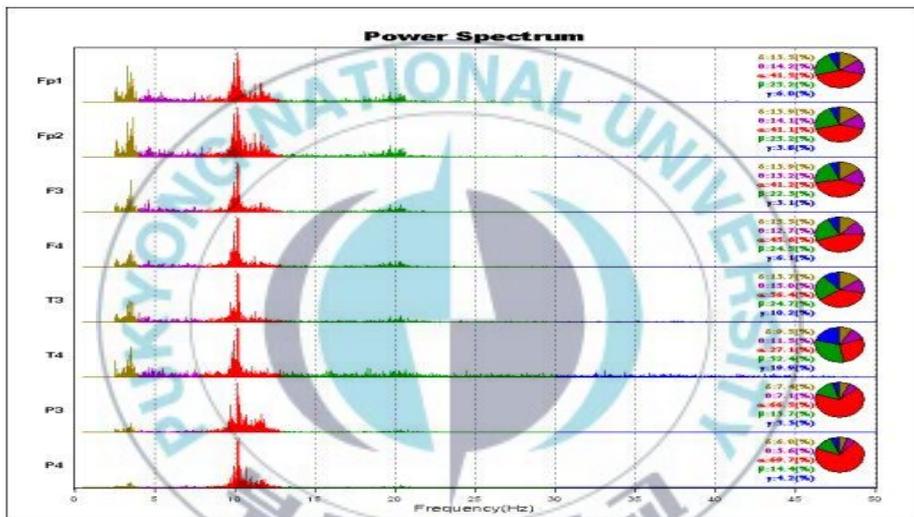


그림 5 파워 스펙트럼법

Fig. 5 Power Spectrum

### 2.3.3 앙상블 평균 (Ensemble Average)법

지금까지 랜덤 디지털 신호 또는 시계열의 다양한 이산값들에 관련된 확률은 이미 알려져 있으며 계산할 수 있다. 그러한 확률은 신호의 평균이나 분산 측정값으로 추정하기 위해 사용되고 있다. 랜덤 변수들의 무한한 조합을 발생시키는 특정 샘플 순서열  $x(n)$  ( $-\infty < n < \infty$ )을 하나의 예로 들면, 순서열들의 조합은 무한 앙상블(infinite ensemble)이라고 알려져 있으며, 확률함수와 기대값들을 계산함으로써 앙상블 평균을 구할 수 있다. 특별한 조건하에서는 식 (1), 식 (2)로 시간 평균을 앙상블 평균 대신 사용할 수 있다[13].

$$m_x = \langle x[n] \rangle = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N x[n] \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \langle (x[n] - m_x)^2 \rangle = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N (x[n] - m_x)^2 \quad (2)$$

뇌파는 랜덤하게 나타나는 전기적 신호로서 자발 뇌파와 어떤 자극을 주었을 때 나타나는 유발 뇌파가 같이 섞여진 상태의 파형으로 나타난다. 자발 뇌파의 진폭에 비해 유발 뇌파의 진폭은 매우 작기 때문에 자발 뇌파 속에 포함되어 있는 것으로 보이므로 파형을 찾기가 어렵다. 따라서 특정한 자극이 주어진 시점을 기준으로 측정된 뇌파를 평균함으로써 자극과 관련 없는 자발 뇌파는 제거하고 자극과 관련된 유발 뇌파만을 얻는 것이 가능하다. 이런 방법으로 평균화 하는 과정을 앙상블 평균(Ensemble Average) 분석이라고 한다.

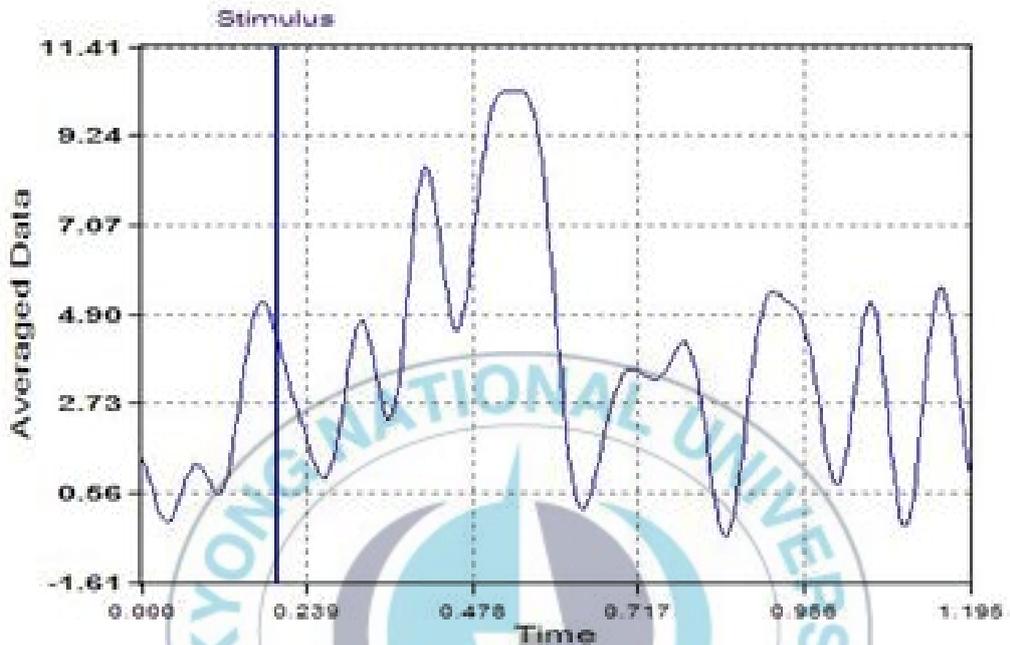


그림 6 앙상블 평균  
Fig. 6 Ensemble Average

### 3. 뇌파 계측 및 분석

### 3.1 실험 방법

본 연구에서는 부산시내 거주하는 정상노인 10명(평균연령: 80.4세)과 치매노인(평균연령: 79세) 10명을 대상으로 뇌파검사를 실시하였다. 치매노인의 경우는 진료기록부를 참고하여 뇌질환 유무를 확인하였으며 한국형 노인우울증 척도(Korean Geriatric Depression Scale; KGDS)를 실시하여, 21점 이하로 중증의 우울증이 없는 10명을 대상으로 선정하였다[14].

뇌파검사는 무선뇌파측정기(Nihonkhoden Inc., Japan)를 이용하여 검사하였고 전극은 국제적으로 공인되어 있는 10-20 전극배치법에 의해 전극을 부착한 후, 각 채널에서 유발되는 뇌파를 측정하였다. 사용된 전극은 금으로 도포된 접시 형태의 디스크 전극이며, 피부와의 접촉 저항을 최소화하기 위해 먼저 알코올 솜을 이용하여 머리 표면을 닦아낸 다음 접시 전극에 뇌파 전용 전극 풀을 묻혀 부착 하였다. 본 연구에서는 기본적으로 16개( $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_7$ ,  $F_8$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $O_1$ ,  $O_2$ )의 채널을 사용하여 뇌파를 측정한다. 결과 분석에 사용되는 채널로는 그림 7에 따라전두엽, 두정엽, 후두엽에 부분의 비교를 위해서 바이폴라 전극의 위치인 5, 6, 7, 8 번 채널을 사용하였다. 정상노인과 치매노인에게 뇌파검사를 실시하기 전에 검사실에서 눈을 감은 상태로 5분 정도 안정을 취하게 하였다. 이후 안정 상태에서 다시 5분 동안 뇌파를 측정하였다.

본 연구에서는 치매노인과 정상노인의 뇌파를 스펙트럼 분석하여 위치별로 비교 하여 어떤 차이점과 유사점이 있는지를 알아보았다. 일반적으로 뇌파를 이용하여 치매를 진단하는 연구들이 있어왔고, 치매노인과 정상노인의시각적 뇌파 분석결과는 전반적으로 치매노인에서 알파파와 베타파가 감소하고 세타파와 델타파가 증가하는 것을 알 수 있다[15][16].

따라서 본 연구에서는 치매노인과 정상노인의 뇌파 위치에 따른 주파수 분석을 비교하여 결과를 제시하였다.



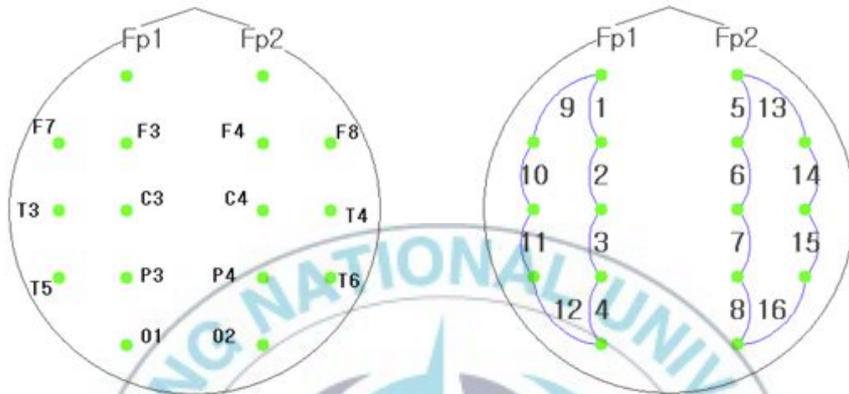


그림 7 뇌파 측정 채널 위치

Fig. 7 Measure the position of the channel EEG

## 3.2 실험 결과

바이폴라 전극위치인 4부분을 통하여 얻은 뇌파를 분석하기 위해 먼저 측정된 뇌파에서 잡음을 제거하였다. 그리고 얻은 뇌파를 그림 8과 그림 9와 같이 일정한 시간의 길이에 따라 잘라서 피험자별로 평균을 하여 나타내었다. 그림 10에서는 전체 피험자의 위치별로 평균을 하여 나타내었다.

일정한 길이로 자른 뇌파를 Matlab을 이용하여 각 주파수 대역별로 시간에 따라 부분파워를 그래프로 표시해 보았다.

종래에서 주로 사용된 기존 뇌파대역인  $\delta$ 파(0.2~4Hz),  $\theta$ 파(4~8Hz),  $\alpha$ 파(8~13Hz),  $\beta_1$ 파(13~20Hz),  $\beta_2$ 파(20~30Hz), SMR파(12~16Hz)로 6개 부분으로 나누어서 분석하였다. 그리고 그 결과 패턴을 살펴보았다. 그 결과 치매노인의 경우와 정상노인의 경우를 비교하여 보면 각각  $\alpha$ 파 이상의 주파수 대역에서는 정상노인의 경우가 크고 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다.

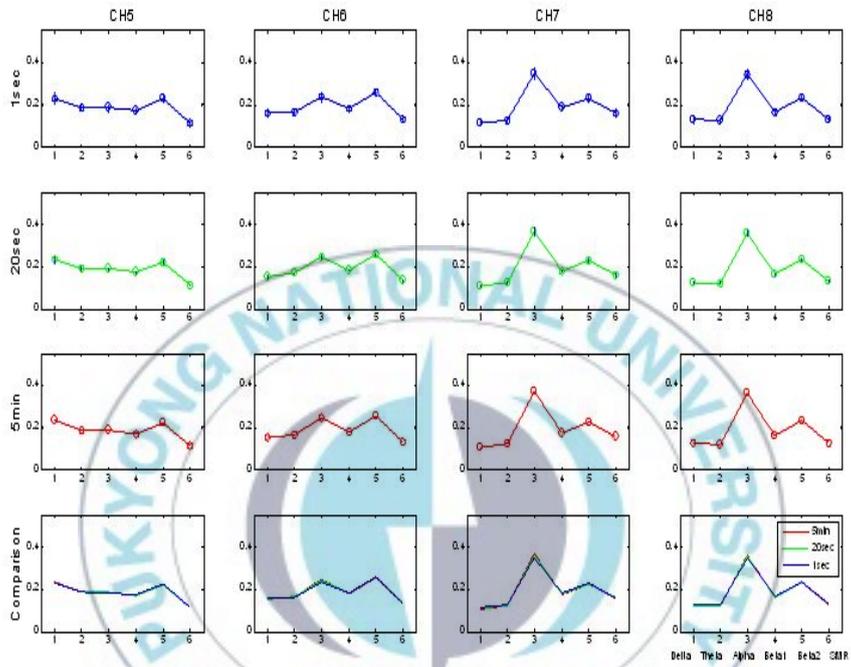


그림 8 피험자 1

Fig. 8 Average of the frequency ratio according to data length(normal)

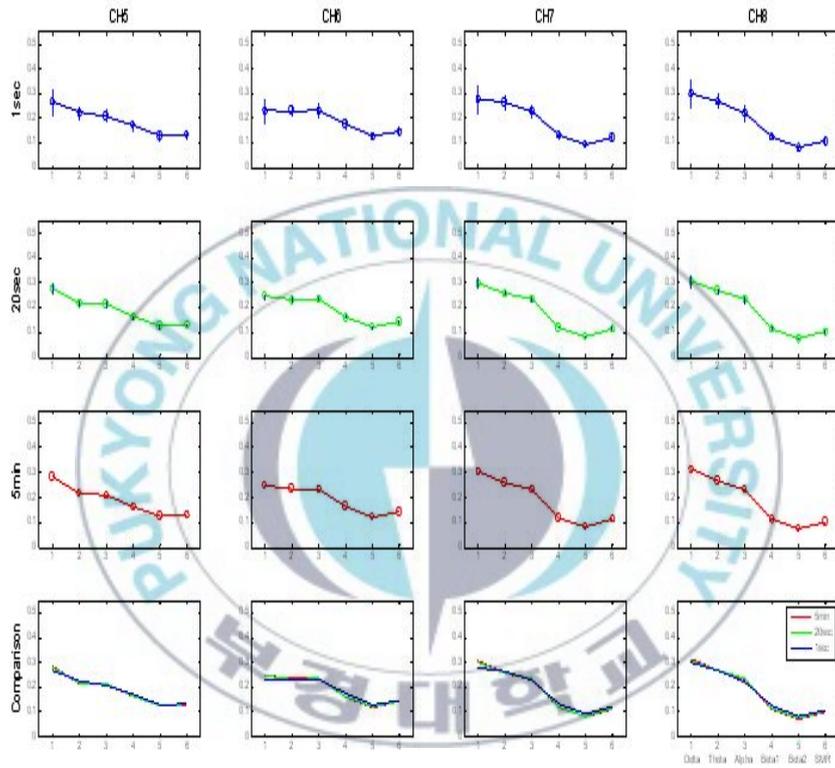


그림 9 피험자 2

Fig. 9 Average of the frequency ratio according to data length(dementia)

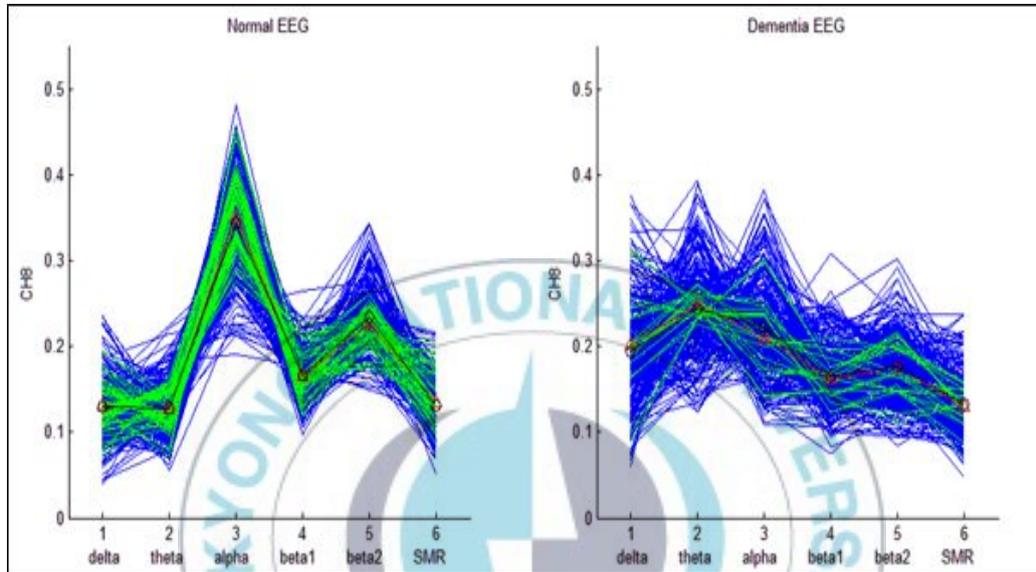


그림 10 정상노인과 치매노인의 뇌파 비교

Fig. 4 Comparison with the normal person and dementia patient.

## 4. 결론

본 논문에서는 인간의 평균수명이 늘어나서 노령화 사회로 가는 현대사회에서 문제시 되어지는 치매 질환의 진단으로 사용되어지는 뇌파의 정량적인 해석의 방법의 하나를 제시하였다. 인간의 뇌에서 관찰되어지는 여러 가지 뇌파 중에서 치매로 인해 발생되어지는 뇌파의 경우와 정상적인 뇌파의 경우를 살펴보고자 치매노인과 정상노인의 뇌파 변화를 측정, 분석하였다.

정성적인 방법으로 치매 뇌파를 구분해 내는 것은 전문가의 숙련된 기술이 필요하지만 정량적인 방법인 주파수 분석을 사용하면 좀 더 용이하게 구별을 해 낼 수 있을 것이다. 본 논문에서는 치매노인과 정상노인의 뇌파를 일정한 시간별로 잘라서 널리 사용하는 주파수 대역별로 나누어 결과를 분석하여 패턴을 비교하여 보았다.

패턴을 비교, 분석한 결과 전체  $\alpha$ 파(8-13Hz)보다는 그 중 주파수가 낮은 대역의 파인 경우에는 치매노인의 경우가 정상노인보다도 더 높은 값을 가지는 패턴을 가지는 것을 알 수 있었고, 정상노인의 경우에는  $\alpha$ 파(8-13Hz) 이상의 경우, 특히  $\beta$ 파에서 뚜렷하게 보이는 패턴이 관찰되었다.

본 논문에서는 전술한 바와 같이 뇌파를 측정, 분석하여 치매인 경우와 정상인 경우의 뚜렷한 패턴을 알 수 있었고, 향후 연구과제로는 치매 이르기 전 단계인 경도 인지 장애 환자의 뇌파를 분석하여 치매에 이르기 전의 단계에서 치매를 예방할 수 있는 기초적인 연구가 필요할 것으로 사료되어 진다.

## 참 고 문 헌

- [1] 한국노인연구소, 1996
- [2] 최경규. 노인의신경계 질환. 대한의사협회, 48(2);140-146, 2005.
- [3] Wade JPH, Mirsen TR Hachinski VC, et al. The clinical diagnosis of Alzheimer's disease. Archives of Neurology, 44(1);24-29, 1987
- [4] 배병훈, 뇌과학연구정보센터, [Online] Available : <http://www.laxtha.com/bhbae/>
- [5] 통계적 뇌파분석(SEEG), Vol. 10, No. 3 (B), pp.1313-1325, June 2008.
- [6] 대한신경과학회지 21(2):163~168, 2003.
- [7] J. B. Ochoa, "EEG Signal Classification for Brain Computer Interface Applications", Ecole Polytechnique Federale De Lausanne, 2002.
- [8] 두산백과, [Online]. Available, <http://www.doopedia.co.kr>
- [9] 李昌燮, 腦波學 入門, 하나의학사, pp47~67, 1997.
- [10] LAXTHA Inc, [Online]. Available, <http://www.laxtha.com>
- [11] Soo Ah Ryu. "Analysis of the Event-Related Potentials on EEG Generated by Auditory stimulus" 부경대학교 석사 학위논문.
- [12] P. F. Harner and T. Sannit, "A review of the international ten-twenty system of electrode placement", Grass Instrument, 1974.
- [13] Paul A. Lynn, Wolfgang Fuerst, "Introductory Digital Signal Processing with Computer Application". 1998.
- [14] 정인과, 광동일, 조숙행 등. 한국형노인우울검사 표준화 연구. 노인정신의학, 1(1);61-72, 1997.
- [15] Brenner RP, Reynolds CF, Ulrich RP. Diagnostic efficacy of computerized spectral versus visual EEG analysis in elderly normal,

demented and depressed subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 69:110-117, 1988.

[16] Soininen H, Partanen J, Laulumaa V, et al. Longitudinal EEG spectral analysis in elderly stage of Alzheimers disease. *Electroencephalography and Clinical Neurphysiology*, 72:290-297, 1989.



## 감사의 글

먼저 이 자리까지 올 수 있도록 아낌없이 주는 나무가 되어 주신 장운석 지도교수님께 고개숙여 감사의 인사 올립니다.

2010년 청운의 푸른꿈을 품고 부경대학교 전기공학과 석사과정에 지원, 10여년 종합병원 근무하며 고인물처럼 맴도는 지식을 새로운 학문과 지식으로 탈바꿈코져 노력하던중, 2011년 전략사업팀이라는 국비지원사업을 전담하는 Task Fource Team으로 발령되어 대형프로젝트를 진행하며 석사과정의 대업을 까맣게 잊으며 정신없이 시간을 보내고 있을 때, 가슴한 켠에 접어두었던 청운의 푸른꿈을 포기하고 자칫 중도하차 할 수도 있는 저를 다시금 일깨워 주신 장운석 지도교수님 덕분에 달콤한 노력의 결실을 맛 볼 수 있었습니다.

무더운 여름날 바쁘신 중에도 부족한 저의 학위논문 심사를 위해 고생하신 김인동교수님, 김용욱교수님, 노의철교수님과 늦은시간까지 열정적인 강의와 지도편달해 주신 강대하교수님, 박한석교수님, 이용욱교수님 우경일교수님, 권성열교수님을 비롯한 전기공학과 여러 교수님들께도 고개 숙여 감사의 인사 올립니다.

저의 논문이 만들어지기까지 많은 분들 도움의 손길이 있었습니다. 특히, 힘들고 어려울 때 힘이 되어주신 수호천사 류수아박사님, 김진수, 이슬이 씨등 연구실 가족과 2013년 새로이 부임해 오신 부산광역시의료원 정문기원장님, 하극성 행정처장님, 권봉희 관리부장님, 각 부서 팀장님과 팀원들, 의료진들의 무한지원 정말 감사합니다. 이제는 석사과정에서 배운 새로운 지식을 토대로 공공병원의 중심병원, 선진의료원 핵심병원인 부산의료원의 무한

한 발전에 밑거름이 될 수 있도록 열심히 노력하겠습니다.

마지막으로 늦게 시작한 도전을 말없이 지켜보며 큰 힘이 되어준 사랑하는 아버지, 어머니, 장인, 장모님등 모두 든든한 버팀목이었습니다. 그리고 물질적 지주가 되어준 사랑하는 아내 김선화, 아빠처럼 새로운 도전으로 기숙형학교를 선택하고 미래를 위해 노력중인 쿨가이 큰딸 김민정, 새침스런 둘째딸 김민경, 자신의 꿈을 위해 개척해 나가는 수영선수 김윤희 막내딸등 함께 해준 가족들이 있어 행복합니다.

이 논문이 만들어지기까지 도와주신 모든 분들에게 찾아 뵙고 감사의 인사드려야하나 이 논문을 통해 진심어린 감사의 뜻을 담아 전해 드리고 싶습니다.



2013년 8월

김 석 연