

# 라벤더 향 자극에 대한 EEG 생체신호의 비선형 분석

(A Study on EEG bionic signals management for  
using the non-linear analysis methods)

강 근\*      안 광 민\*\*      이 형\*\*  
(Kun Kang)      (Kwangmin Ahn)      (Hyoung Lee)

**요 약** 뇌에서 얻은 시계열 신호들은 대부분 불규칙하고 복잡한 파형을 가지고 있으며, 1980년대 중반까지만 해도 이러한 신호들은 확률론 과정(stochastic process)으로 발생된 '소음'(noise)으로 여겨졌다. 하지만 최근 들어 뇌에 관한 연구가 활발히 진행되었고 EEG를 이용한 생체신호의 비선형 분석에 관한 연구가 진행되면서 뇌에서 발생하는 신호는 의미 있는 신호로 분석되어지고 있다. 이에 비선형 분석방법인 상관차원을 이용하여 라벤더 향기 전과 향기 후의 뇌파의 변화를 분석하고, 주파수 대역별로 delta파, theta파, alpha파, beta파로 나누어서 라벤더 향이 뇌에 미치는 영향을 분석한다. 즉, 뇌에서 발생하는 신호의 특징을 찾기 위해 다른 향보다 강하게 반응하는 라벤더 향을 후각 자극으로 제시하여 EEG를 측정 한 후, 16채널에 대한 상관차원을 구하고 라벤더 향이 뇌에 미치는 영향을 분석한다.

**Abstract** Signals produced from the brain had been considered as a noise that is caused by the stochastic process until 1980. The recent non-linear dynamic theory researches, however, reported that these signals are meaningful and deterministic chaos signals in which they show how the brain deals with various information. Since this report, a wide range of researches has been carried out and still in progress. Thus, by using the correlational dimension, one of the non-linear analytical methods, the characteristics of the brain signals can be analyzed.

In this thesis, the scent of lavender, which stimulates the olfactory sense, is introduced to measure EEG with the International 10-20 electrode system on 16 channels, and to analyze the interrelationship between the original signals before the stimulation and the changed signals after the stimulation. Finally, the effect of the scent stimulation to the brain is analyzed.

The purpose of this thesis is to apply these analyzed results to the computerized mapping of the brain signals and possible ways of specifying the source of the brain signals through various medical applications.

## 1. 서 론

인간의 뇌에 대한 연구는 오늘날 의학, 생물학, 물리학 뿐만 아니라 다른 여러 분야에서 주관심사로 연구되고 있다. 뇌를 측정하기 위한 EEG(ElectroEncephaloGraphy) 신호, 신경전류에 의한 자기장을 검출하는 MEG(MagnetoEncephaloGraphy), 신경세포 활동 시 증가

하는 산소소모량의 증가를 영상화하는 functional-MRI, 양전자 방출단층촬영(Positron Emission Tomography, PET), 단일광자 방출 전산화단층촬영(Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT) 등과 같은 장비가 이용되고 있으나 뇌의 기능적인 이상을 보여주는 도구로써 객관적인 자료를 충분히 제공하지 못하는 문제점이 있고, 이들은 가격이 고가이거나 방사선 등에 노출 될 수 있다는 단점이 있다.

Electric Potential을 검출하는 EEG는 우리 몸의 뉴런

\* 대전대학교 정보통신공학과대학원 석사

\*\* 대전대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수

150만개와 약 10,000개정도 다른 뉴런과 연결되어 정보를 주고받음으로써 발생하는 이온들의 신호로, 신경조직들은 전도성 매질에 둘러싸여 있기 때문에 발생된 전류는 피부 표면까지 형성되고, 전류는 옴의 법칙에 의해 나타나며 이때의 전위를 측정하는 것이다[1][2][3].

뇌에서 발생된 신호는 1980년 이전까지만 해도 확률과정(stochastic process)으로 발생된 '소음'(noise)으로 여겨졌으나 최근 비선형 동역학 연구에 의해서 뇌파는 잡음이 아니라 의미 있는 신호이고, 뇌의 정보처리 과정의 정보를 갖고 있는 결정론적인 카오스 신호라는 사실이 보고되면서 많은 연구가 진행되고 있다. 이에 따라 비선형 분석방법 중 상관차원을 이용하여 뇌파신호의 부분적인 특성을 파악할 수 있다[4][5][6].

그러므로 뇌에서 발생하는 EEG 신호의 특성을 찾기 위해 다른 항보다 강하게 반응하는 라벤더 항을 후각 자극으로 제시하여 EEG를 측정하고 후, 비선형 분석을 통해 16채널에 대한 상관차원을 구하여 향기 맡기 전과 후의 뇌의 상태에 어떤 변화가 있는지에 대해 연구하고자 한다 [7].

실험 방법으로는 정신 질환이 없는 20~30세의 정상인 20명을 대상으로 하였으며, 잡음을 최대한 줄이기 위해 쉴드룸(shield room)에서 측정하여 artifact를 최소화 시켰다.

EEG 측정방법으로는 국제 전극 배치법인 International 10-20 electrode system을 적용하여 단극유도법으로 16채널에 대하여 측정하였고, 주파수 샘플링은 초당 400Hz로 측정하였다[8].

## 2. EEG 분석

### 2.1 EEG 생체신호 분석

EEG가 random한 신호라면 데이터간에 상관관계(Correlation)가 전혀 없으므로 모델링하려면 무한대의 변수가 필요하게 된다. 그러나 EEG가 deterministic chaotic system에서 만들어진 신호라면, 몇 변수로 표현할 수 있다는 것을 의미하며, 이때 상관차원은 미분방정식에 필요한 변수의 개수를 의미한다.

그리고 뇌의 상태가 바뀔 때마다 상관차원의 값이 바뀌는 것을 통해 뇌의 상태가 변할 때마다 coupling의 정도가 달라진다는 것을 알 수 있다. 따라서 뇌가 정보를 처리하거나 여러 가지 기능들을 수행할 때 몇 가지 요소들이 서로 유기적으로 결합하고 coupling되어 처리함을 알 수 있다.

[그림2.1]의 (a)에서 1차원 곡선을 따라 어느 정도 일정

하게 분포하는 점들의 집합이 있다고 가정하면 기준점(reference point)을 하나 정하고, 거리  $r$  안에 다른 점들이 얼마나 있는지 센다.  $r$  이 증가함에 따라 거리  $r$  안에 있는 점의 수는 거리  $r$  에 따라 증가할 것이다. [그림2.1]의 (b)와 같이 2차원 표면에 어느 정도 일정하게 분포하는 점들이 있다고 가정하면 하나의 기준 점에서 거리  $r$  안에 있는 점의 수는 거리  $r$ 인 원의 면적  $\pi r^2$ 에 비례할 것이다. 비슷하게 점들이 3차원 공간에 일정하게 분포한다면 기준점을 중심으로 거리  $r$  안에 있는 점의 수는 반경  $r$ 인 구의 부피인  $4/3\pi r^3$ 에 비례할 것이다. 일반적으로  $m$ 차원 공간을 통해 분포하는 점들의 경우, 기준점에서 거리  $r$ 보다 가까운 점들의 수는  $r^m$ 에 비례한다.

(a) (b)  
[그림2.1] Correlation Dimension

점들의 집합인 시계열의 위상공간 분포에서 상관적분을 계산할 때 기준점으로 각각의 점들을 사용하고, 거리  $r$  이내에 얼마나 많은 다른 점들이 있는 개수를 센다. 이 개수는  $m$ 차원 공간에서 분포하는 점들의 상관적분 값이  $r^m$ 에 비례하기 때문에 다음과 식(2.1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$C(r) = Ar^m \quad \text{식(2.1)}$$

여기서  $A$ 는 비례상수이고, 식(2.2)의 양변에 log값을 취하면 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\log C(r) = m \log r + \log A \quad \text{(2.2)}$$

$m$ 값을 찾기 위해서는  $\log C(r)$ 과  $\log r$ 사이의 그 래프를 그려서 나타나는 직선의 기울기를 구하여 상관차원을 계산하며, 이때 계산된 값은 우리가 흔히 아는 정수 차원 1, 2, 3, ..차원이 아니라 1.23, 2.34, ... 등으로 분수로

표현되어 분수차원(Fractional Dimension)으로 계산된다.

D2를 계산하기 위해서는 우선 매립차원(embedded dimension)을 결정하는 것이 중요하다. 매립이란 신호를 시간에 따라 측정된 데이터는 그 계의 동력학적 정보를 가지고 있으므로 그 계의 상태를 알아보기 위해 얻어진 1차원 측정 시계열을 위상공간에 적절히 재구성하는 과정이다. 매립차원을 결정하기 위하여 Kennel[12]등에 의해 제안된 FNN(False Nearest Neighbors) 방법은 데이터의 크기와 잡음이 민감하지 않기 때문에 일반적으로 많이 사용된다. 이 방법은 끌개차원 이하에서는 위상공간 궤적상의 가장 가까운 이웃점들이 차원이 낮을 때는 대부분 거짓이웃이 되며, 끌개차원에 접근함에 따라 거짓이웃의 수가 줄어드는 성질을 이용해서 매립차원을 결정하게 된다.

## 2.2 향이 뇌에 미치는 영향

인간의 후각은 어느 다른 감각보다 예민하여 개개의 세포는 뇌의 작은 가지라 할 만큼 반응속도가 빠르다 [9][10].

감각별 반응시간 : 후각 - 0.5초, 압각 - 0.9초, 청각 - 0.15초

향의 두뇌전달경로는 향기입자를 함유한 공기가 gaps를 통과하여 향기입자는 'cilia'라고 부르는 후각수용기에 의해 감지된다. cilia는 감지된 메시지를 후각신경계에 전달한다. 메시지는 후각상피세포의 기저로 통과하여 향기입자의 분석이 시작된다. 분석된 결과는 대뇌의 변연계를 통해 두뇌로 전달된다. 이렇게 두뇌로 전달된 향기입자는 기억력, 감정상태에 영향을 미치며 뇌하수체를 자극하여 호르몬 밸런스를 조절한다. 때문에 향은 우리의 신체적, 감정적 변화를 조절할 수 있는 것이다. 우리가 향긋한 음식냄새를 맡았을 때 이 냄새가 식욕을 자극하여 입에 침이 고이게 하는 것 특정냄새가 과거의 한순간을 연상시키는 것 등은 이러한 향입자의 움직임 때문이다.

향은 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

### 1) 기억능력

향이 인체에 미치는 영향 중 가장 독특한 것은 기억의 연상작용이다.

특정 향에 대해 독특한 반응을 보인다는 것은 감정과 연관된 개개의 과거의 경험 등을 가지고 있기 때문이다. 과거의 사건뿐만 아니라 그때의 감정상태까지 연상시켜준다.

### 2) 주관성

주관성이라는 말은 사람마다 같은 향을 대하면서도 서

로 다른 반응을 보이는 것을 말한다. 예를 들어 같은 향수를 사용하더라도 사람마다 조금씩 다르게 느껴지는데 이는 개개인이 지닌 체취가 다르기 때문이며 이러한 체취의 원인은 pheromone이라는 분비물 때문이다.

### 3) 특정 향에 대한 후각상실(specific anosmia)

사람에 따라 어떤 특정 향에 대해 전혀 반응을 보이지 않기도 한다. 이런 현상을 specific anosmia라고 하는데 특이한 것은 이런 경우에 피부는 그 향에 대해서 반응을 보이는 것이 EEG 검사에 의해 밝혀졌다.

## 3. 실험 환경 및 방법

### 3.1 EEG 장비소개

EEG 생체 신호 측정을 위해 펜티엄4 1.6Ghz, 윈도 2000 환경에서 측정하였고, EEG 측정장비는 grass-telefactor사의 Aurora 시스템을 이용하였으며 최대 32채널까지 측정 가능하고, 초당 400개의 샘플링이 가능한 시스템이다[11].

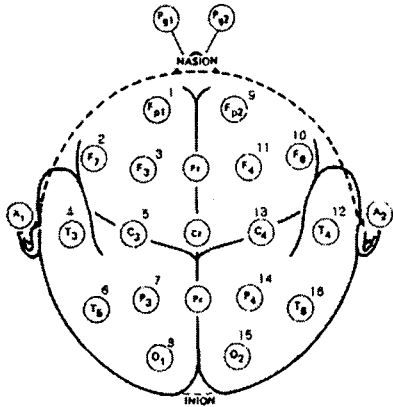
### 3.2 실험 환경

EEG 신호를 측정하기 위해 모든 실험은 소음이나 빛, 전기적 잡음을 최소화 하는 쉴드룸을 이용하여 artifact를 최소화 시켰다. 또한, EEG측정 대상은 20~30세의 정상인 20명을 대상으로 향기전, 후에 대하여 각각 60초 이상 기록하였으며, 초당 400 샘플링으로 측정하였다.

이때 향기 전에 대하여 먼저 측정된 후, 5분 후에 라벤더 향을 맡게 하고, 동일한 방법을 적용하여 측정하였다.

[그림3.1]의 16 채널을 선택하여 전극을 부착하였고, Jasper(1958)에 의해 처음으로 발표된 국제 전극 배치법인 International 10-20 electrode system을 적용하여 단극유도법으로 뇌파를 측정하였다.

전극을 부착할 두피는 이 물질을 제거한 후, 적당량의 전극 풀을 두피에 바르고 전극을 전극 풀로 채운 뒤 두피에 붙이고, 그 위에 거즈를 덮어 고정시켰다. 거즈는 부착을 단단히 하고 건조를 방지해준다. 귀 뒤에도 동일한 방법을 적용하여 부착하였다.



[그림3.1] 뇌 전극 배치도

### 3.3 EEG 측정방법

본 논문에서 EEG 신호를 측정하기 위하여 다음의 방법에 따라 진행하였다.

- 단계 1 : 국제 전극 배치 법으로 두피에 16개 채널 전극 부착한다.
- 단계 2 : 아날로그 신호를 A/D 컨버터를 이용하여 초당 400 샘플링으로 40초의 데이터를 디지털 데이터로 변환한다.
- 단계 3 : 변환된 EEG 데이터의 상관차원을 구한다.
  - a. 식(2.2)에 따라 위상궤적을 구한다.
  - b. 식(2.3)에 따라 r값을 작은 값부터 서서히 증가시키면서 각 r에서의 C(r)을 구한다.
- 단계 4 : 향기전의 값을 구하고 다시 단계 1~3의 단계를 거쳐 향기후의 값을 구한다.
- 단계 5 : 향기 전, 후의 상관차원의 값을 구한다.
- 단계 6 : 통계처리로 유의한 결과 값을 찾아내 채널간 특성을 분석한다.

## 4. 실험 결과

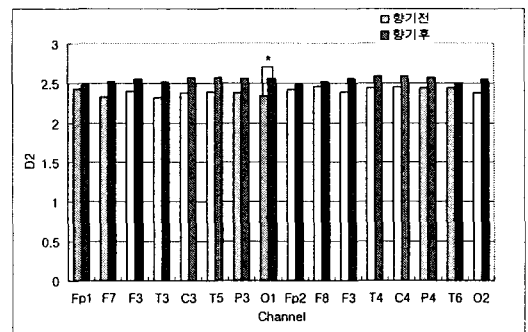
### 4.1 상관차원 분석결과

[그림3.1]에 나와있는 전극 부착위치에 16채널(FP1, F7, F3, T3, C3, T5, P3, O1, Fp2, F8, F4, T4, C4, P4, O2, T16)을 연결하고 A/D 컨버터를 이용해 데이터를 추출한

후 상관차원을 구해 통계처리 프로그램인 SPSS 11.0을 사용하여 t-test로 분석한 결과 값은 [표4.1]와 같다.

[표4.1] 향기 맡기 전, 후의 뇌파변화

채널	향기 맡기 전		향기 맡은 후		t	P
	mean	SD	mean	SD		
Fp1	2.434512	0.376573	2.484184	0.254266	-0.522	0.607
F7	2.333299	0.52907	2.524159	0.197614	-1.731	0.1
F3	2.397259	0.51574	2.558504	0.115914	-1.477	0.156
T3	2.323356	0.475828	2.521136	0.149769	-1.99	0.061
C3	2.377334	0.494875	2.572375	0.121359	-1.901	0.073
T5	2.395107	0.48148	2.571119	0.177598	-1.7	0.105
P3	2.381633	0.474669	2.561432	0.138471	-1.86	0.079
O1	2.342831	0.464647	2.563987	0.158238	-2.474	0.023*
Fp2	2.425107	0.349427	2.485988	0.247318	-0.718	0.482
F8	2.46266	0.37835	2.523927	0.166188	-0.858	0.402
F4	2.38822	0.510309	2.563472	0.180939	-1.599	0.126
T4	2.444698	0.428606	2.592861	0.147016	-2.039	0.056
C4	2.44876	0.383019	2.58985	0.145053	-1.843	0.081
P4	2.438744	0.442568	2.576281	0.156609	-1.816	0.085
T6	2.440232	0.391513	2.500484	0.183959	-0.817	0.424
O2	2.382529	0.486409	2.557571	0.1426	-1.817	0.085



[그림4.1] Original signal t-test 분석

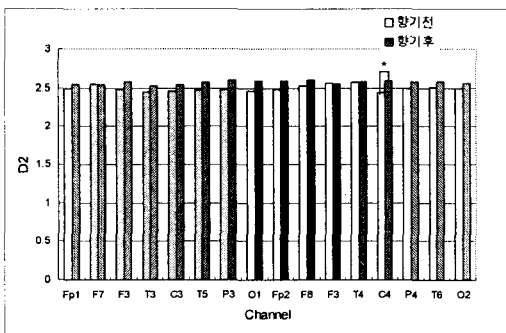
[그림4.1]은 분석결과를 그래프로 나타낸 것으로서 O1 채널에 유의한 결과 값이 나타났다. 그러나 T3, C3, P3, T4, C4, P4 영역도 유의한 수준에 들진 못했지만, 향기 맡기 전과 후에 차이를 보였으며, 이 채널에 해당하는 영역은 1차 운동피질(Primary motor cortex), 시각 연합영역(Visual association area)으로 향기를 맡은 후 감각부분과 운동 영역에 높은 상관차원을 보였다.

## 4.2 $\delta$ 파(delta wave)

delta파는 성인의 깊은 수면상태 등에서 나오는 파형으로 1차 감각영역인 C4 채널에서 유의한 값이 나왔으며, 그 결과 값은 [표4.2]과 같다.

[표4.2] delta파의 향기 맡기 전, 후의 뇌파변화

채널	향기 맡기 전		향기 맡은 후		t	P
	mean	SD	mean	SD		
Fp1	2.49525	0.256095	2.544304	0.162923	-0.803	0.432
F7	2.547498	0.157115	2.541263	0.146661	0.123	0.908
F3	2.487839	0.245638	2.580158	0.19855	-1.965	0.064
T3	2.452073	0.364156	2.529698	0.200846	-1.026	0.318
C3	2.468553	0.234935	2.542355	0.119934	-1.436	0.167
T5	2.472627	0.227938	2.56585	0.1858	-1.41	0.175
P3	2.48243	0.335054	2.602164	0.150032	-1.438	0.167
O1	2.467128	0.265241	2.586414	0.128611	-1.904	0.72
Fp2	2.489071	0.393291	2.591338	0.220478	-1.033	0.315
F8	2.527232	0.269629	2.606408	0.118162	-1.454	0.162
F4	2.554718	0.222787	2.549618	0.234931	0.072	0.944
T4	2.565696	0.217935	2.584096	0.149415	-0.314	0.757
C4	2.449183	0.255117	2.592014	0.145869	-2.187	0.041*
P4	2.501676	0.253457	2.583492	0.107677	-1.33	0.199
T6	2.507455	0.203141	2.5837	0.166097	-1.159	0.261
O2	2.494458	0.385698	2.56117	0.157888	-0.74	0.468



[그림4.2] delta파 t-test 분석

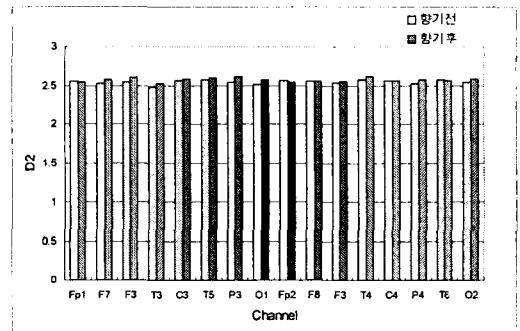
C4는 1차 감각영역으로 이 영역은 모든 감각의 신체 부위와 부위별 대응 연결이 매우 뚜렷한 부분이며, 특히, C4 영역은 코 부분에 해당하는 부분으로 delta파는 C4영역에서 높은 복잡도가 나왔다.

## 4.3 $\theta$ 파(theta wave)

$\theta$  파는 4.0~7.9Hz 사이에 나타나며, 졸음 상태, 얇은 수면 등에서 나오는 것으로 알려져 있으며 [표4.3]와 같이 유의한 값이 나오지 않았다.

[표4.3] theta파의 향기 맡기 전, 후의 뇌파변화

채널	향기 맡기 전		향기 맡은 후		t	P
	mean	SD	mean	SD		
Fp1	2.560806	0.166944	2.543576	0.172667	0.308	0.761
F7	2.521406	0.19347	2.574704	0.127905	-0.928	0.365
F3	2.545192	0.180106	2.605493	0.989085	-1.63	0.12
T3	2.485558	0.243041	2.526178	0.11313	-0.904	0.377
C3	2.567152	0.106678	2.588181	0.075786	-0.676	0.507
T5	2.575267	0.151554	2.601657	0.126933	-0.573	0.573
P3	2.549816	0.187015	2.621883	0.082991	-1.508	0.148
O1	2.518103	0.18391	2.576594	0.094725	-1.277	0.217
Fp2	2.563528	0.149627	2.544786	0.200976	0.373	0.713
F8	2.560147	0.130408	2.559309	0.124703	0.023	0.982
F4	2.536563	0.174049	2.558916	0.153761	-0.461	0.65
T4	2.58022	0.104444	2.613642	0.104672	-1.056	0.304
C4	2.568865	0.127943	2.572093	0.094793	-0.101	0.921
P4	2.527804	0.111778	2.574729	0.115722	-1.571	0.133
T6	2.57734	0.198819	2.570704	0.119912	0.122	0.904
O2	2.5477	0.146011	2.584378	0.122661	-0.977	0.341



[그림4.3] theta파 t-test 분석

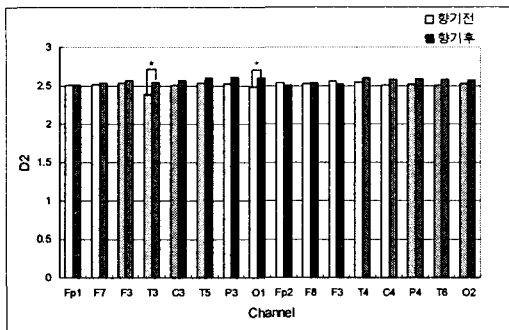
[그림4.3]의 결과처럼 theta파는 오히려 향기를 맡은 후에 더 낮은 값이 나오거나 향기 맡기 전, 후의 결과 값에 많은 차이를 보이지 않았다. 그것은 꾸벅꾸벅 졸거나 멍한 상태, 최면 상태일 때 생기는 뇌파인 theta파가 향기의 영향을 받아 대체적으로 감소한 것 같다.

## 4.4 $\alpha$ 파(alpha wave)

alpha파는 명상파라고도 하며, 근육이 이완되고 마음이 편안하면서도 의식이 집중되어 있는 상태에 나오며, 건강하고 스트레스 없는 상태의 사람들에게 이런 alpha파가 많이 생성되는 경향이 있다.

[표4.4] alpha파의 향기 맡기 전, 후의 뇌파변화

채널	향기 맡기 전		향기 맡은 후		t	P
	mean	SD	mean	SD		
Fp1	2.5112	0.20036	2.5144	0.17676	-0.052	0.959
F7	2.5229	0.17446	2.5421	0.10505	-0.405	0.69
F3	2.5399	0.16167	2.5693	0.10713	-0.615	0.546
T3	2.4006	0.3436	2.5522	0.13874	-2.14	0.046*
C3	2.5089	0.11713	2.5736	0.0773	-2.071	0.052
T5	2.5399	0.19244	2.6065	0.08222	-2.275	0.218
P3	2.5327	0.22433	2.6142	0.07819	-1.493	0.152
O1	2.4884	0.204	2.6038	0.0924	-2.16	0.044*
Fp2	2.5366	0.13512	2.5109	0.15385	0.632	0.535
F8	2.5266	0.20265	2.5434	0.11855	-0.303	0.766
F4	2.5632	0.18778	2.5256	0.13514	0.866	0.397
T4	2.5506	0.13814	2.6027	0.14027	-1.184	0.251
C4	2.5139	0.19518	2.5797	0.091	-1.728	0.1
P4	2.5241	0.17839	2.5948	0.06726	-1.668	0.112
T6	2.5081	0.17293	2.5857	0.13821	-1.661	0.113
O2	2.5286	0.14257	2.5719	0.8273	-1.187	0.25



[그림4.4] alpha파 t-test 분석

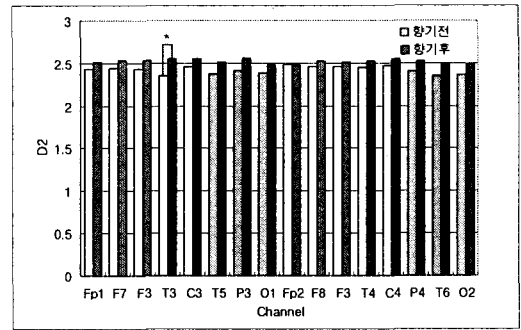
공부능률 향상, 정신통일 상태, 기억력과 집중력 최대 상태, 스트레스 해소 등에 많은 도움을 주는 alpha파는 [그림4.4]의 분석결과처럼 T3, O1 두 곳에서 나타났다.

#### 4.5 β 파(beta wave)

마지막으로 [표4.5]은 beta파의 분석결과로 거의 대부분 채널에서 beta파가 증가하였으며, T3에 유의한 값이 나왔다.

[표4.5] beta파의 향기 맡기 전, 후의 뇌파변화

채널	향기 맡기 전		향기 맡은 후		t	P
	mean	SD	mean	SD		
Fp1	2.435458	0.370407	2.522099	0.200418	-0.943	0.358
F7	2.44534	0.337315	2.536913	0.195125	-1.276	0.217
F3	2.437271	0.397114	2.540604	0.223062	-1.162	0.26
T3	2.355595	0.472369	2.556676	0.194221	-2.14	0.046*
C3	2.465287	0.385289	2.560333	0.149347	-1.176	0.254
T5	2.373108	0.405655	2.519621	0.22857	-1.717	0.102
P3	2.4143	0.356192	2.569157	0.172582	-2	0.06
O1	2.385456	0.296148	2.480935	0.280695	-1.384	0.182
Fp2	2.490265	0.328701	2.477936	0.280868	0.157	0.877
F8	2.465505	0.277974	2.52617	0.226622	-1.023	0.319
F4	2.461432	0.369049	2.52145	0.250675	-0.73	0.474
T4	2.45609	0.469194	2.526082	0.308816	-1.159	0.261
C4	2.470423	0.368702	2.555141	0.189011	-1.222	0.237
P4	2.409217	0.350338	2.528805	0.185511	-1.856	0.079
T6	2.358403	0.389278	2.50143	0.196188	-1.803	0.087
O2	2.367161	0.386032	2.491579	0.157985	-1.536	0.141



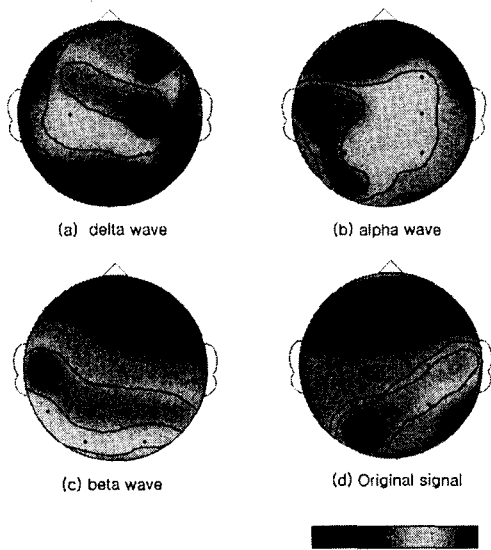
[그림4.5] beta파의 t-test 분석

beta파의 경우 좌측두엽 부분인 T3영역에 유의한 값이 나왔으며, 라벤더 향이 theta파를 제외한 다른 주파수 대역(delta파, alpha파, beta파)에 고루 영향을 준다.

### 5. 결과해석 및 향후과제

주파수 대역으로 나누어 분석한 결과 [그림4.6]과 같은 결과를 얻었으며, 고진폭 신호인 (a) delta파에서 C4영역인 1차 감각피질(Primary somatosensory cortex) 부분에 유의한 값이 나오고, 보다 낮은 진폭인 (b)의 alpha파에서는 T3영역의 대뇌 변연계 연합영역(Limbic association

area)과 O1영역의 시각연합영역(Visual association area) 두 곳에서 유의한 값이 나왔다.



[그림4.6] 주파수별 패턴

마지막으로 가장 낮은 진폭의 (c) beta파는 T3 영역에서 유의한 값이 나왔다.

분석결과를 해석해 보면, delta파에서 유의한 값이 나온 C4는 1차 감각영역으로 향에 대한 기억의 연상작용과 감성적 자극이 전달되어 유의한 값이 나왔다.

또한, alpha파는 T3, O1에서 유의한 값이 나왔는데, T3는 대뇌 변연계 연합영역, O1은 시각 연합영역으로 이중 T3는 변연계에 속하는 구조로 1차 감각인 후각(olfaction)을 받아들이는 부위들이 있는 곳이기 때문에 높은 상관성을 보였으며, O1은 향에 대한 기억 연상 작용으로 유의한 상관차원 값이 나왔다.

beta파에서도 유의한 값이 T3 즉, 대뇌 변연계 연합영역에서 나왔으므로 향이 후각을 받아들이는 부위와 감각을 담당하는 영역에 영향을 주며, 유의한 값이 모두 증가하는 결과가 나왔다.

그러므로 EEG 장비를 이용한 객관화된 뇌파분석 자료로 자극을 제시하여 분석하거나, 뇌파 신호를 증폭하고 비선형 분석방법을 적용하여 분석하면 뇌파신호의 시간에 따른 파형별 뇌 부위의 변화 특성을 찾는 의미 있는 분석방법이 될 것이라고 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Eric R. Kandel, James H. Schwartz, Thomas M. Jessel, Principles of neural science - Fourth Edition, Graw-Hill, 2000.
- [2] Babloyantz, A. Salzae, J. M., and Nicolis. C., "Evidence of chaotic dynamics of brain activity during the sleep cycle," Phys. Lett. A 111, pp.152-156, 1985.
- [3] H. J. Ben, Wei-Kang Cheng, "Structural EEG engineer", IEEE Engineering in medicine and biology magazine, pp.41-45, 1988.
- [4] K. G Choi, E.K Cho, S.H Chae, E-S. Kim, J.S Kim, "Spectral and Bispectral EEG analysis in acute unilateral ischemic stroke patients," Neurology Psychiatry and Brain Research. 7:9-14, 1999.
- [5] Skrandies k, "Evoked potentials correlates of semantic meaning-- A brain mapping study," Brain Res Cog Brain Res 6(3), pp.173-83. 1998 Jan
- [6] McKeown MJ, Humphries C, Achermann P et. al. "A new method for detecting state changes in the EEG: exploratory application to sleep data," J Sleep Res: 7 Suppl 1, pp.48-56, 1998.
- [7] <http://www.neuroimage.net/qeeg.htm>
- [8] 윤중수, "뇌파학 개론," 고려의학, 1999.
- [9] 민병찬, 정순철, 김상균, 민병운, 김철중, "향이 뇌파에 미치는 영향," 한국감성과학회 추계 학술 대회 논문집, pp.423-426, 1999.
- [10] 민병찬, 정순철, 김상균, 오지영, 김혜주, 김수진, 김유나, 신정상, 민병운, 김철중, 박세진, "뇌파와 자율신경계 반응을 이용한 향의 영향 평가," 한국감성 과학회, pp.1-10, 1999.
- [11] grass-telefactor사 Aurora System, <http://www.grass-telefactor.com/products/clinsystem/s/aeeg2.html>