

# 뇌파검지기를 이용한 도로운전자 서비스질 측정 방법론에 관한 연구

The Measurement Method of Driver's Road Quality of service Using  
Electroencephalogram(EEG)

## 이 재 명

(한양대학교 도시대학원 박사과정)

## 하 오 근

(한양대학교 도시대학원 박사과정)

## 원 제 무

(한양대학교 도시대학원 교수)

## 정 광 섭

(한양대학교 도시대학원 박사과정)

## 목 차

### I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 방법

### II. 문헌고찰 및 자료조사

1. 뇌파관련 이론고찰
2. 선행연구고찰 및 착안점

### III. 뇌파검지기 현장실험

1. 현장실험 개요
2. 실험시나리오 및 대상지역 선정

### 3. 뇌파검지기의 현장 적용방법

### IV. 현장실험자료 분석

1. 실험자료 분석방법 개요
2. 실험 자료 분석결과

### V. 결론 및 향후 연구과제

참고문헌

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

도로는 인간의 이동과 화물의 수송에 있어 없어서는 안 될 중요한 시설이며, 도시를 형성하는 사회 간접자본 중의 하나이다.

현대 사회는 자동차의 급증으로 인해 교통체증과 환경오염 등 사회·경제적으로 많은 문제점을 갖고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 정확한 도로의 서비스수준을 판단하여 적절한 개선대안의 제시가 이루어져야 한다.

현재의 도로서비스 수준을 판단하는 방법은 교통류의 흐름(속도, 지체, 교통량)의 정량적인 분석이 이루어지고 있다. 하지만 통행속도와 같은 정량적인 변수 이외에도 도로의 청결상태, 도로의 유지보수, 정보제공 등과 같은 정성적인 변수도

많은 영향주고 있다. 그러나 도로의 정성적인 서비스 평가지표에 대한 연구는 미흡하다. 따라서 운전자에게 실질적으로 영향을 주는 정성적인 변수에 선택에 대한 실험연구가 필요한 실정이다.

이러한 사회적 요구를 충족시키기 위하여 본 연구에서는 향후 도로 서비스수준의 평가시 정성적인 평가항목을 추가, 보완하기 위한 기초실험연구로서 운전자의 뇌파 측정을 통해 도로운영형태와 도로환경, 운전자안락감이 도로서비스 질에 어느 정도의 영향을 미치는지 살펴보았다. 이를 위해 토지이용과 도로운영방식으로 구분한 실험시나리오를 설정하여 운전자에게 영향을 미칠 수 있는 외부환경의 요소를 살펴보았다.

본 연구의 결과는 향후 도로의 서비스수준 평가시 운전자가 실질적으로 느끼는 정성적인 평가항목 선정을 위한 기초방법론으로 적용 가능할 것이다.



## 2) 뇌파의 종류

대뇌 표피에서 측정되는 뇌파는 매우 다양하다. 최근에는 컴퓨터를 사용한 분석법이 개발되고 있으나 이전에는 뇌파 파형을 주로 시각적인 방법으로 분석하였다. 이러한 뇌파 활동은 파형이 모양, 주파수, 진폭 그리고 특정 주파수의 시간을 기초로 하여 분류하였다. 뇌파의 종류는 다음 표와 같이 분류된다.

<표 2> 뇌파의 종류 및 특성

| 종류     | 파장 범위      | 의식 상태  |
|--------|------------|--|
| 알파파(α) | 8~12 Hz    | • 흔히 눈을 감고 이완된 자세로 앉아 있는 경우에 유발  |
| 베타파(β) | 13~30 Hz   | • 보통 정신적이거나 신체적인 활동에 관여할 경우에 유발<br>• 쉬고 있다가 정신적인 활동을 하게 되면 α파는 일반적으로 진폭이 감소하기 시작하며 주파수가 높고, 진폭이 낮은 β파로 대체<br>• 낮은 베타파(13~20Hz) : 집중, 활동상태<br>• 높은 베타파(21~30Hz) : 긴장, 흥분상태, 스트레스 상태 |
| 세타파(θ) | 4~7 Hz     | • 흔히 않게 나타나는 파형 가운데 하나로 보통 성인보다는 아동에게서 볼 수 있음.<br>• 또한 임신 등의 정신작업 시 뇌의 전두 정중선에 출현하기도 함.  |
| 델타파(δ) | 0.5~3.5 Hz | • 정상인의 경우 깊은 수면 중에 주로 나타남  |

## 2. 선행연구고찰 및 연구 착안점

### 1) 선행연구 고찰

신용균(1996)의 연구에서는 생리측정장치를 통해 실제 주행상황에 따른 운전자의 심리·생리적인 변화를 정량화시킨 연구이다. 위험 상황에 처하거나, 주행속도가 증가할수록 운전자의 뇌파가 활성화되는 것으로 나타났다.

반대로 주행시간이 증가하면 뇌파활성화는 감소하는 것으로 나타났다.

김주영(1998)의 연구에서는 고속도로 합류부에서의 운전자의 뇌파 변화를 후두엽의 β파로 측정 한 연구이다. 운전자는 기본구간 주행시에 비해 가속차로 시작점부터 합류부구간에서 2.21배가 높은 것으로 나타났다. 합류 완료후 4초간 영향을 지속적으로 받는 것으로 나타났다. 결과적으로 합류구간이 짧은(80m) 것보다 상당히 긴구간(240m)

에서 합류하는 것이 각성이 더 작게 나타났다.

민병찬(1999)의 연구에서는 운전상황과 도로 상황에 따른 자율신경계의 반응을 측정하였다. 직선 도로에 비해 굴곡이 심한 도로에서 주행을 할 때 교감신경계의 활성비가 증가한다는 결과를 얻을 수 있었다.

이철수(2000)의 연구에서는 운전자의 생체적 반응을 정량적으로 측정하여 각성량의 변화를 파악 후 직선구간의 적정길이에 대해 정의하고자 하였다. 직선구간의 길이제한을 기존 값보다 높은 4.2km를 제시하였다.

어홍준(2004)의 연구에서는 연속된 모의운전 실험을 통하여 운전시간에 따른 작업 수행도, 주관적 피로도 및 뇌전위 지표를 관측하여, 서로 간의 상관관계를 분석하였다. 피실험자가 느끼는 피로도 측정에 유효하게 사용될 수 있음을 알아냈다.

국외의 연구를 살펴보면, Michon(1985)은 운전을 하는데 있어 외부자극이 많은 경우에는 정보를 처리하기 위한 주의 집중력이 요구되고, 그에 따라 각성수준은 증가하게 되며, 이러한 상황은 흔히 교차로에서 일어난다고 하였다.

K.A. Brookhuis(1986)은 기차나 자동차를 오랜 시간 운전하게 되면, 운전자의 활동은 감소하게 되며, 이것은 뇌파의 스펙트럼 분석에 의해 밝혀진 바와 같이 급속하게 감소하는 경향을 나타낸다고 하였다.

Goran(1993)의 연구에서는 장거리 트럭운전 중 야간 운전의 경우 뇌파 분석을 실시하였는데, 시간 경과에 따라 alpha파와 theta파가 점차 증가함을 보인다고 하였다. 장시간의 야간주행이 졸음운전을 유발할 가능성이 있음을 객관적으로 규명하였다.

### 2) 연구의 착안점

지금까지 살펴본 뇌파관련 연구를 통하여 본 연구의 착안점을 제시하였다.

첫째, 교통 분야에서 도로의 선형, 주행속도, 직선구간 및 합류부길이등 정량적 위주의 연구가 주를 이루고 있으며, 일부 심리학적 측면에서 정성적인 연구가 병행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 도로의 서비스질 평가에 있어 정성적인 부분의 적용여부를 판단하는 기초연구를 실시한다.

둘째, 기존 연구의 경우 실질적인 현장실험보다는 시뮬레이션에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 따라서 현장상황에 대한 실질적인 반응을 볼 수 있는 연구를 수행하여 뇌파검지기의 실제 적용성 연구를 시행한다.

셋째, 정량적, 정성적인 부분에 영향을 미치는 외부환경을 세부적으로 작성하여 토지이용과 도로 위계를 구분한 대상지역을 설정하여 실험한다.

### III. 뇌파검지기 현장실험

#### 1. 현장실험 개요

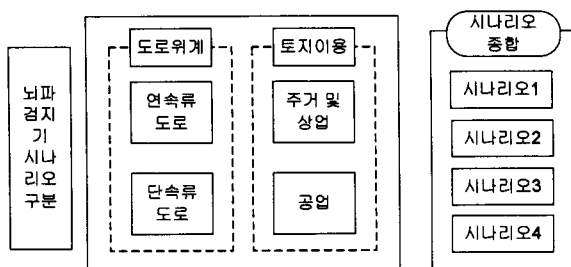
본 연구의 현장실험은 실험구간 특성에 따른 뇌파의 변화 정도를 알아보기 위한 것으로서 도로의 심미성 측면과 교통류 흐름에 따른 뇌파의 변화에 중점을 두어 실시할 것이다.

도로 심미성 측면에서는 도로주변 경관 및 기하구조 등과 같은 도로의 시설 상태로 인한 도로 서비스 질과의 영향관계를 살펴보고자 하며, 교통류 흐름 측면은 도로의 교통현황에 따라 도로의 서비스 질에 영향을 미치는지 알아보하고자 하였다.

#### 2. 실험시나리오 및 대상지역 선정

##### 1) 시나리오 선정

도로의 유형을 기능별로 구분하여 실험시나리오를 설정하였다. 크게 도로의 운영과 토지이용측면으로 구분하여 선정하였다. 도로 운영방식의 경우 연속류도로와 단속류구간으로 구분하였으며, 토지이용적 측면에서는 공업지역과 주거·상업지역으로 분류하여 선정하였다. 따라서 4개의 시나리오 대상구간에서 측정된 뇌파의 변화를 통해 운전자의 심리상태를 알아보하고자 하였다.



<그림 3> 시나리오 구분 개념도

##### 2) 대상지역 선정

본 연구의 대상지역은 도로위계 및 토지이용에 따른 외부환경의 변화를 살펴볼 수 있어야 한다. 따라서 앞서 선정되어진 시나리오의 조건과 부합되는 지역으로 선정하였으며 각 시나리오별 대상지역의 특징은 다음과 같다.

##### - 대상지역 1 개요

- 교통조건 : 세종로(단속류구간)인접
- 토지이용 : 상업 및 업무시설
- 기타특성 : 잘 정리된 가로와, 교통량이 전반적으로 많은 지역

##### - 대상지역 2 (올림픽대로)

- 교통조건 : 올림픽대로(성수대교~한강대교)
- 토지이용 : -
- 기타특성 : 도시외곽 간선도로의 역할을 하고 있는 연속류 도로구간으로 차량의 주행속도가 높음

##### - 대상지역 3 (성동구 발전9길)

- 교통조건 : 성수동 발전 9길
- 토지이용 : 공업지역
- 기타특성 : 대형차량의 이동이 빈번하며, 도로주변 화물적재로 인한 도로폭의 협소

##### - 대상지역 4 (양천구 목동)

- 교통조건 : 양천구 신목길
- 토지이용 : 주·상 복합지역
- 기타특성 : 보행자 등을 위한 안전 및 편의 시설이 우수함. 주변 주거지에서 접속되는 유출입구 혼재

<표 3> 실험대상지역 시나리오별 구간 현황

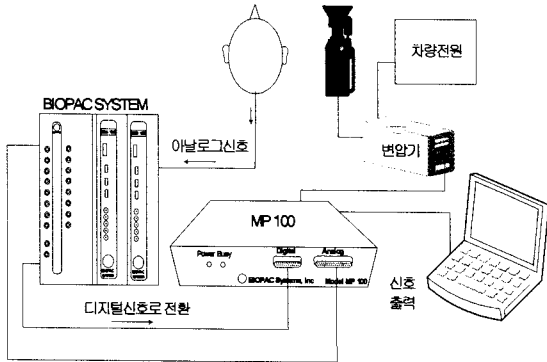
| 구분 | 도로시종점                        | 위계            | 구간거리   |
|----|------------------------------|---------------|--------|
| 1  | 세종로<br>광화문삼거리<br>→서울역 앞      | 5~8차로<br>(편도) | 2.9km  |
| 2  | 올림픽대로<br>성수대교 남단<br>→한강대교 남단 | 5차로<br>(편도)   | 8.5km  |
| 3  | 발전<br>성수동2가 삼거리<br>→성수역 사거리  | 2차로<br>(편도)   | 1.06km |
| 4  | 신목길<br>목동현대아파트 앞<br>→대림아파트 앞 | 1차로<br>(편도)   | 0.5Km  |

### 3. 뇌파검지기의 현장 적용방법

#### 1) 뇌파 장비 설치

정확한 현장조사 결과를 도출하기 위하여 뇌파 장비 설치와 실험시 주요 체크사항을 설정하였다.

차량내 뇌파 장비 설치는 뇌파 검지기, 캠코더, 노트북 그리고 전원 장치로 구성되어지며 각각의 시스템 설치 구성현황은 그림 4 와 같다. 캠코더의 경우 운전자의 시각과 동일한 시점으로 설치하였다.



<그림 4> 시스템 설치 구성도

#### 2) 뇌파 실험 기록

실험 기록방법은 운전자의 옆 좌석에 탑승한 실험 조사원이 실시간으로 운전자상태를 파악하여 운전자 심리상태, 교통 및 도로 기하구조적인 특이사항을 체크한다. 비디오 촬영의 경우 실험시간 동안 비디오테이프에 녹화를 하며, 뇌파검지기로 부터 수집되는 자료는 노트북에 자동 저장한다.

실험 기록시 주요 Check 항목은 운전자의 심리 상태, 구간의 교통환경 과 도로의 기하구조적인 부분으로 크게 3가지로 나누어 설정을 하였다.

<표 4> 주요 Check 항목

| 구 분         | 실험시 Check사항  |
|-------------|--|
| 운전자 심리 특이사항 | - 차량 주행 중,<br>- 차로변경시(실험차, 타차량)<br>- 앞차량의 돌발상황(실험차, 타차량)<br>- 차량속도 감속시 변화(실험차, 타차량)<br>- 차량속도 증가시 변화(실험차, 타차량) |
| 교통환경 특이사항   | - 주변차량의 속도 변화<br>- 도로 주변 화물의 적재<br>- 도로 주변 보행자 존재<br>- 주변 경관의 변화<br>- 공사중인 구간<br>- 교통량이 많은 구간<br>- 교통량이 적은 구간  |
| 기하구조 특이사항   | - 병목구간<br>- 중앙분리대 시작 및 끝나는 구간  |

### IV. 현장실험자료 분석

#### 1. 실험자료 분석방법 개요

##### 1) 분석방법 정립

현장 실험을 통하여 수집되어질 뇌파는 뇌의 활동을 알아보기 위한 뇌세포 집단의 전기활동을 측정하였으며, 뇌파의 분석시 일반적으로 사람의 인지 및 만족감을 나타내는  $\alpha$ 파,  $\beta$ 파를 추출하여 비교·분석하였다. 뇌파의 파형 그대로를 시각적으로 관찰하는 것은 분석시 각 파형별 특징을 살펴볼 수 없으므로, 뇌파의 주파수에 따라 분류하는 파워 스펙트럼 분석을 이용하였다.

뇌파 분석에 이용된 분석 툴(Analysis Tool)은 기본적으로 AcqKnowledge Ver 3.8을 사용하였다. 뇌파 데이터는 고속푸리에변환(FFT)을 실시하여 시간영역(time domain)의 자료들을 모두 주파수영역(frequency domain)의 자료로 변환하였다.

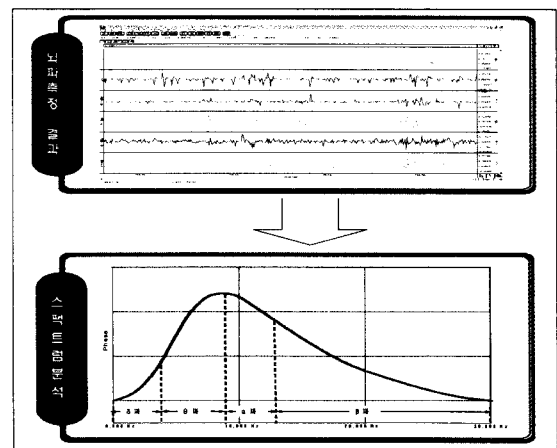
파워 스펙트럼 분석은 뇌파가 특정 주파수로 진동하는 단순진동들의 선형적 결합이라고 가정하고, 이 신호에서 각각의 주파수 성분을 분리하여 그 크기를 그래프로 도식화 한다. 그리고 전체 파워 스펙트럼 값의 면적 중에서 특정 주파수 대역대의 면적이 차지하는 비율을 계산하여 주파수별 뇌파량을 도출 하였다.

$$R_{power} = \frac{E_{power}}{\sum(A_{power})}$$

여기서,  $R_{power}$  = 상대 파워스펙트럼 값

$E_{power}$  = 특정 파워스펙트럼 값

$A_{power}$  = 모든 파워스펙트럼 값



<그림 5> 뇌파검지기 변환 모습

2) 수집자료 이상치제거

뇌파는 매우 복잡한 패턴으로 진동하는 파형형태로 나타난다. 특히 조그마한 충격에도 커다란 파형의 형태로 나타나기 때문에 본격적인 수집자료의 분석에 앞서 이상치들을 제거해야하는 과정이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 차량운전자의 평소 뇌파량(volt)을 기준으로 급격한 파형을 보이는 데이터와 비디오카메라와 실험조사원의 기록과 일치하지 않은 데이터는 이상치 및 결측치로 처리하여 분석에서 제외하였다.

2. 실험 자료 분석결과

1) 시나리오별 분석결과

시나리오별 실험결과를 토대로 각 도로의 유형별 뇌파량 차이를 살펴보았다. 시나리오별 실험진행시간에 다소 차이가 있어 실험 시작 후 10분후의 뇌파(5분간 뇌파수집자료)를 분석하였으며 분석결과는 다음과 같다.

시나리오 1의 경우  $\beta$ 파의 양이  $\alpha$ 파의 양보다 높게 나타나 운전자가 자각을 하고 있는 상태로 나타났다. 반면, 시나리오 2의 경우  $\alpha$ 파와  $\beta$ 파의 양이 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 운전자가 도시축을 주행할 때 도시외곽 도로보다 주의를 기울여 주행하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

시나리오 3의 경우  $\beta$ 파의 양이  $\alpha$ 파의 양보다 높게 나타났으며 시나리오 4의 경우도  $\beta$ 파의 양이  $\alpha$ 파의 양보다 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 도로폭이 협소하고 주변이 공업지역인 경

우 주거 및 상업 지역보다 운전자가 자각을 하고 주행하기 때문인 것으로 분석되었다.

전반적인 시나리오별 뇌파 분석 결과를 살펴보면 교통류의 흐름 및 교통 환경적인 측면에서 뇌파에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 도심축과 같은 차량이 많고 혼잡한 구간 또는 공업지역과 같이 도로변 주차차량이 많고 심미성이 떨어지는 구간에서  $\beta$ 파의 양이  $\alpha$ 파의 양보다 높은 것으로 나타났다. 그와 반대로 차량의 흐름이 원활한 구간이나 주거 상업시설과 같이 심미성 및 운전자의 주의를 요구하는 구간에서는  $\alpha$ 파량이  $\beta$ 파량보다 높게 나타났다. 이렇듯 주변환경에 따라 변화되는 뇌파량은 운전자가 도로의 서비스 수준 판단에 있어 도로주변 환경이 영향을 미칠 수 있다는 것으로 나타났다.

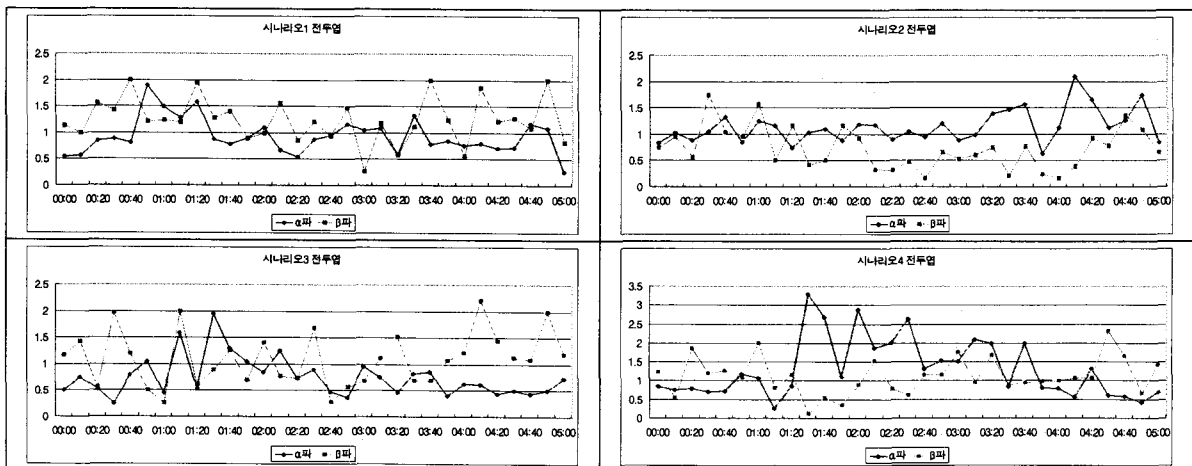
2) 시나리오별 차이점 분석

시나리오의 차이점 분석에서는 교통의 환경적인 부분과 기타 도로기하구조적인 측면에서 뇌파의 차이여부를 살펴보았다.

뇌파 실험시 뇌파의 변화가 발생하는 시점에서 도로 및 교통현황 등을 체크하고, 이렇게 체크되어진 항목 데이터를 이용하여 뇌파변화의 주원인에 대하여 구체적으로 살펴보았다.

- 시나리오 1 분석결과

도시축을 대상으로 분석하였으며 실험결과 실험차량과 다른 차량의 차로변경이(33%) 뇌파변화에 가장 많은 영향을 미친 것으로 나타났으며, 다음으로 앞 차량의 속도감소가 25%로 나타났다. 전반적인 분석결과를 살펴보면 「다른 차량의 운행행



<그림 6> 시나리오별 분석 결과(전부업 부문 뇌파량)

태」에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 그의 차량속도 증가시와 교차로와 같은 도로기하구조가 변화하는 구간에서 뇌파의 변화가 나타났다.

<표 5> 시나리오 1의 뇌파변화 요인

| 구 분       |           | 횟 수 | 빈 도  |
|-----------|-----------|-----|------|
| 다른 차량의 행태 | 타운전자 차로변경 | 13  | 33%  |
|           | 차량속도 감속   | 10  | 25%  |
|           | 차량의 돌발상황  | 6   | 15%  |
| 차량속도 증가시  |           | 5   | 13%  |
| 도로기하구조    |           | 4   | 10%  |
| 기 타       |           | 2   | 5%   |
| 합 계       |           | 40  | 100% |

- 시나리오 2 분석결과

도시외곽 도로를 대상으로 뇌파실험을 실시하였으며, 각 구간별 뇌파의 변화량 및 뇌파 변동요인을 살펴보면 다음과 같다.

앞서 분석한 결과와 동일하게 다른 차량의 끼어들기 및 실험차량의 차로변경이(49%) 뇌파에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났고, 다음으로 주변 차량속도변화가(14%)로 나타났다. 그 외, 도로의 정지 및 지체를 알리는 지점에서 뇌파의 변화가 있는 것으로 나타났다. 기타 부분에서는 대형 차량의 진입과 타 운전자의 안전거리 확보, 도로의 청결상태가 영향을 미치는 것으로 나타났다.

시나리오 2의 분석결과 또한 「다른차량의 운전행태」가 뇌파에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

<표 6> 시나리오 2의 뇌파변화요인

| 구 분       |            | 횟 수 | 빈 도  |
|-----------|------------|-----|------|
| 다른 차량의 행태 | 실험차량 차로변경  | 10  | 29%  |
|           | 타운전자 차로변경  | 7   | 20%  |
|           | 주변 차량속도 변화 | 5   | 14%  |
| 중앙분리대 시종점 |            | 5   | 14%  |
| 정지 및 지체정보 |            | 4   | 11%  |
| 기 타       |            | 4   | 11%  |
| 합 계       |            | 35  | 100% |

- 시나리오 3 분석결과

도시내 공업지 비율이 높은 지역의 집산도로를 대상으로 뇌파의 변화량 및 변동요인을 살펴보았다.

분석 결과 공업용지 비율이 높은 지역의 집산도로 경우 앞서 분석한 연속류구간과는 달리 도로상의 장애물 처리 상태와 주변차량의 속도변화가 각각 38%, 25%로 높게 나타났다. 전반적으로 뇌파에 영향을 미치는 요인은 「도로변의 환경적인 요인」과 교통류와 관련된 요인인 것으로 나타났다.

<표 7> 시나리오 3의 뇌파변화요인

| 구 분    |               | 횟 수 | 빈 도  |
|--------|---------------|-----|------|
| 도로변 환경 | 도로상의 장애물처리 상태 | 3   | 38%  |
|        | 주변차량의 속도변화    | 2   | 25%  |
|        | 도로주변 보행자존재    | 2   | 25%  |
|        | 도로주변 화물적재     | 1   | 13%  |
| 합 계    |               | 8   | 100% |

- 시나리오 4 분석결과

주거지 및 상업지역의 비율이 높은 지역의 집산도로를 대상으로 뇌파의 변동요인을 살펴보았다. 분석결과 보행자/자전거 이용자의 법규준수가 30%로 가장 높게 나타났으며 다음으로 주변차량의 속도변화 및 도로변의 화물 및 보행자의 유무가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 시나리오 4의 경우 「도로주변의 환경」과 교통류 관련 요인이 운전자의 뇌파 변태에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

<표 8> 시나리오 4의 뇌파변화요인

| 구 분          |                   | 횟 수 | 빈 도  |
|--------------|-------------------|-----|------|
| 도로변 환경       | 보행자/자전거 이용자의 법규준수 | 3   | 30%  |
|              | 도로주변 보행자 존재       | 2   | 20%  |
|              | 도로주변 화물의 적재       | 2   | 20%  |
| 주변차량의 속도변화   |                   | 2   | 20%  |
| 타 운전자의 방향지시등 |                   | 1   | 10%  |
| 합 계          |                   | 10  | 100% |

## V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 도로의 운영형태 및 도로 주변환경등과 같은 정성적인 조건이 다른 구간에서 운전자가 느끼는 도로서비스질에 어느 정도의 영향을 미치는지 살펴보았다.

이러한 영향 정도를 파악하기 위하여 각 시나리오

오별 특성이 다른 구간을 설정하여 차량주행시험을 통한 운전자 뇌파측정실험을 실시하였다.

뇌파 실험결과 연속류구간의 경우 실험차량의 차로변경, 타운전자의 차로변경, 정지와 같은 차량의 운행행태가 뇌파에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 집산도로의 경우는 도로장애물, 주변차량속도변화, 도로주변 화물적재 등과 같은 도로변 환경이 운전자가 영향을 받는 주요 요인으로 나타났다.

각 시나리오별 뇌파의 변화요인을 살펴보면 다음과 같다. 도로의 기능별로 구분되어진 시나리오 1(단속류)과 시나리오 2(연속류)의 경우 차량의통행이 빈번한 시나리오 1은 다른 차량의 운행행태로 인한 뇌파의 변화가 빈번히 발생하는 것으로 나타났으며, 차량의 속도가 높은 시나리오 2는 자신의 속도변화와 주변 차량의 운전행태가 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

다음으로 주변 토지이용으로 구분되어진 시나리오 3(공업)과 시나리오 4(주거 및 상업)의 경우 도로변환경에 따라 뇌파에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 뇌파를 이용하여 정성적이 부문이 운전자가 도로의 서비스수준을 느끼는데 어느 정도의 영향을 가지고 있는지에 대한 기초실험연구이다. 따라서 보다 다양한 시나리오와 체계적인 실험 Check항목을 작성하여 지속적인 연구가 필요하며, 동시에 도로 서비스 수준의 평가시 정성적인 항목을 고려할 수 있는 도로 서비스 수준의 계량화연구가 필요하다.

## 참고문헌

1. 김주영, "고속도로 합류부에서 운전자의 심리생리적 작업 부하 연구", 1998.
2. 민병찬, "운전 및 도로 상황에 따른 자율신경계의 반응", 1999
3. 이철수, "운전자의 심리·생리적 요소 측정에 의한 도로의 직선길이 제한 타당성", 2000
6. 어홍준외 2인, "이중 과업하의 모의운전에서 표면 뇌전위를 이용한 운전피로의 진단에 관한 연구", 2004
7. Cristie, B., Delafield, G., Lucas, B.,

Winwood, M., & Gale, A., "Stimulus complexity and the electroencephalogram: Differential effects of the number and the variety of display elements", Canadian Journal of Physiology, vol. 26, pp 155~170, 1972.

8. Dvorak and J. Siska, "On some Problems encountered in the estimation of the correlation dimension of the EEG", Phys. Left. A, 118, 2, 63~66, 1986.

9. P. E. Rapp, T. R. Bashore, J. M. Martinerie, A. M. Albano, I. D. Zimmerman and A. I. Mees., "Dynamics of Brain Electrical Activity.", Brain Topography, 2, 1&2, pp 99~118, 1989.

10. Brookhuis, K. A. De Waard. D, and Mudler, LJM, "Measuring driving performance by car-following in traffic", Ergonomics, 1993