

## 道路 運轉者의 車間距離 認知實驗 및 그 特性

Cognitive Test of Drivers' Car Following Distance  
and its Characteristics

남 궁 문\*

Nam Gung, Moon

## Abstract

Driving maneuvers in car-following are affected not only by the factors related to road and traffic conditions, but also by factors related to drivers' cognition to them. This paper attempts to analyse drivers' car-following distance tests on road characteristics. Driving maneuvers are directly observed by video recorder sets in the vehicle. At the same time drivers are interviewed about their cognitive degree of car-following distance according to a given level of cognitive language. As a result, linguistic cognition of car-following distance is well fitted in with Weber-Fechner's law. This paper suggests a modeling method that takes into account the driver's cognition for acquiring traffic visible information on driving maneuver.

## 요 지

운전자의 走行舉動은 도로구조, 교통상황 뿐만 아니라 운전자의 認知와도 관련된 것이다. 그래서 본 연구에서는 운전자에 대한 車間距離 認知實驗 및 그 특성의 분석을 실시하였다. 走行舉動 실험에서는 차량에 장착한 비디오카메라를 사용하여 운전자의 車間距離 認知에 대한 言語的 水準 등을 녹화하였다. 연구결과 운전자의 車間距離認知는 Weber-Fechner법칙에 따름을 알수 있었다. 본 연구는 도로주행시 얻어지는 視覺情報에 대한 認知 모델화方法을 제시한 것이다.

## 1. 서 론

교통류해석의 전통적인 방법은 교통량·평균속도·교통밀도의 관계에 의한 거시적인 해석과 앞차와의 相對速度差나 車間距離差의 관계로 접근하는 micro적 접근이 있다.<sup>(1)</sup> 이러한 교통류 해석방법의 접근은 도로교통의 운용 및 도로계획, 도로설계 그리고

도로개량 등의 기초자료가 되는 교통현상을 파악하는데 중요한 역할을 한다. 종래에는 이러한 도로교통현상을 도로요인과 차량요인과 같은 물리적인 측면을 고려하여 현상을 설명하는 경우가 대부분이었다. 그러나 오늘날 도로이용자 속성의 다변화, 도로교통수요 패턴의 변화, 장래에 도입될 交通情報施設에서의 交通運營 등을 생각하면 자동차나 도로요인만이 아니라 인간의 특성(운전자의 특성)도 하나의 요인으로 고려하는 것이 필요하다는 연구가

\* 정회원 · 원광대학교 토목공학과 조교수

진행되고 있다.<sup>(2-7)</sup> 이것은 운전자의 視覺情報에 대한 認知特性을 파악하고 그것을 모델화 하려는 움직임이 일어나고 있다.

인간은 대상물에 대해서 각기 다른 感覺値를 가지고 있다. 그것은 인간은 의식 또는 무의식적으로 대상물에 대해서 계속적으로 학습되고 축적된 認知尺度를 가지고 있기 때문이다.<sup>(8)</sup> 인간은 자신의 認知尺度에 의해서 판단하고 행동한다.<sup>(9)</sup>

본 연구의 목적은 운전자가 도로를 走行할때 視覺情報로서 직접적으로 얻는 車間距離 認知를 도시 간선도로에서의 走行實驗을 통하여 특성을 파악하고, 車間距離의 認知모델을 구축하는데 있다. 이것은 인간성을 고려한 交通流理論의 전개, 도로이용자의 情報 認知特性 및 交通施設計劃, 交通情報에 대한 인간의 意識決定 메카니즘의 파악 등에 도움이 될 것이다.

## 2. 도로교통 주행시스템 및 운전자 인지 개념

본 연구에서 생각한 도로교통 주행시스템은 도로 및 환경, 운전자, 그리고 차량으로 이루어지는 3차원 시스템을 근간으로 한다.

운전자는 道路走行시 視覺, 聽覺 등의 감각기를 통하여 운전자 자신이 목적인 走行舉動을 바탕으로 그 행동의 가능성 여부를 판단한다.<sup>(10)</sup> 그때 판단의 기준은 운전자가 운전전혀 취득후부터 얻은 직·간접적인 經驗 또는 知識이 그 바탕이 된다. 그것은 운전자가 가진 도로 및 交通環境에 대한 認知尺度와 직접적인 상관성을 가지고 있다. 그러한 행동에 대한 경험 또는 豫備知識을 바탕으로 목적하고 있는 행동의 가능성 여부를 豫測한다. 그리고 주변의 環境狀況을 보고 판단하고, 運轉舉動 操作을 하는 意識決定의 반복이 계속된다. 그러한 행동을 함에 있어서 운전자는 언제나 자신의 豫備知識과 經驗을 바탕으로 행동한다.

운전자의 車間距離에 대한 요인은 기존의 交通流理論에서도 速度差와 더불어 交通流 追從理論의 要因으로서 고려된 것이다. 즉, 기존의 交通流理論은 速度差와 車間距離 差를 조합하여 交通流의 追從方程式을 구축하고 있다. 이것을 바탕으로 본 연구에서도 운전자가 追從現象시 행하는 車間距離의 認知

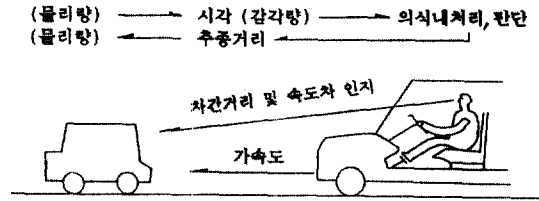


그림 1. 추종거동 개념도

舉動을 物理的 現象을 바탕으로 하여, 그림 1과 같은 운전자의 追從舉動을 생각했다. 즉, 追從舉動시 운전자는 앞차와의 速度差나 車間距離 등의 物理量을 認知하고 그 결과를 意識속에서 처리하여 필요한 加感速 舉動을 判斷하고 이것을 行動으로 실행한다. 따라서 認知된 物理量은 운전자의 意識속에서 感覺的인 量으로 변환된다고 할 수 있다.

본 연구에서는 도로와 그 환경, 운전자, 차량으로 이루어지는 道路交通走行시스템에서 운전자의 要因의 고려에 대한 연구의 일환으로 수행되는 것으로 특히 운전시 직접적인 視覺情報인 車間距離와 認知관계에 대한 모델화를 시도한다.

## 3. 차간거리 인지실험

본 연구에서는 追從運轉舉動 概念을 바탕으로 운전자의 車間距離 認知實驗을 실시한다. 운전자는 道路走行時 앞차와 충돌하지 않도록 나름대로 축적된 知識과 經驗, 學習을 바탕으로 車間距離를 유지하면서 運轉舉動을 한다. 그 車間距離는 운전자에 따라 다르고, 車間距離의 認知量 자체도 운전자에 따라 다르다. 또한, 같은 운전자도 거리의 認知量에 대해서는 상당한 曖昧性이 있다. 운전자는 그 曖昧한 認知상태에서 판단하고 거동을 한다. 그 認知量은 또한 走行速度에 의해서도 변화할 수 있다.

그러나, 운전시 走行速度에 관해서는 속도메타를 보면 物理量을 알수도 있어 車間距離에 비해 속도에 대한 曖昧性이 작다고 할 수 있다. 그래서, 본 연구에서는 車間距離의 認知에 대한 實驗을 실시하였다.

### 3.1 주행실험 방법

본 연구에서는 운전자의 車間距離의 認知特性의 실험을 위해 4인의 시험자를 선정하였다. 시험자는

표 1. 인지실험의 언어수준

수 준	인지언어
-3	아주좁다
-2	좁 다
-1	조금좁다
0	적정하다
1	조금넓다
2	넓 다
3	아주넓다

표 2. 교정 곡선식

시험자	곡 선 식 계 수		기여율
	A	B	
1	790.50	-1.01	0.99
2	741.31	-0.99	0.99
3	967.28	-1.06	0.99
4	2087.66	-1.04	0.99

모두 3년 이상 運轉經歷이 있는 젊은 운전자들이다. 走行實驗은 2차선 간선도로상에서 실시하였다.

走行實驗은 2대의 승용차를 1조로 하여 실제도로상의 追從狀態를 재현하였다. 실험차에는 시험자와 질문자가 승차하여 주행을 하면서 주행상태에서의 車間距離 認知에 대한 인터뷰를 실시하였다. 또한 앞시험차와 시험차(추종차)는 서로 무선으로 상호 走行情報를 교환하면서 實驗을 하였다.

追從車에는 앞차와의 車間距離의 측정, 인터뷰 내용의 입력 등을 위하여 비디오 카메라를 설치하였고 또 한대의 비디오 카메라를 설치해서 走行速度를 녹화하였다. 走行實驗은 여러가지 走行狀態를 변경하면서 실시하므로 다른 교통에 지장을 줄 수도 있다.

그래서, 본 실험은 오전, 오후의 RushHour을 피해서 오전 10시~오후 4시 사이에 실시하였다. 또한 走行速度는 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h의 追從狀態에 대한 실험을 실시했다. 실험방법은 우선 追從差의 質問者가 앞차에 지정된 속도로 走行을 하게 하고, 追從車의 시험자에게는 표 1과 같은 言語表現에 따른 7단계 車間距離를 유지하도록 주문한다. 시험자는 지정된 속도하에서 지정한 言語函數에 따라 그 言語에 상응하는 車間距離를 유지하면서 走行하며 이것을 녹화한다. 그리고 실험종료후 실험실에서 車間距離 認知 데이터로 集計를 하였다.

본 연구에서의 車間距離 認知言語 函數는 보통 인간이 記憶하여 判斷 할 수 있는 memory span이 7 또는 8 span이라는<sup>(8,11)</sup> 것과 인간의 判斷情報는 正規分布라는 점<sup>(3,4,11)</sup>에 따라 7 span의 言語函數로 정하여 實驗을 실시하였다.

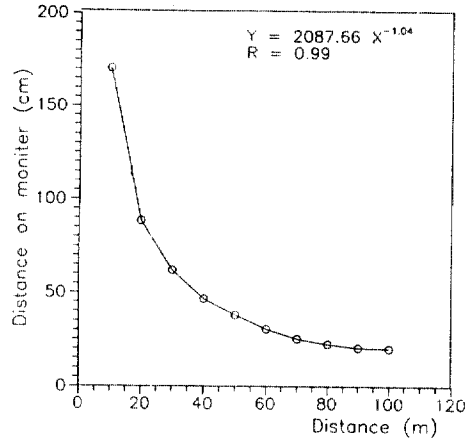


그림 2. 시험자 4의 교정곡선

### 3.2 물리적인 차간거리의 집계

비디오테이프에 수록된 走行實驗으로부터 走行速度, 認知言語水準, 화면상의 車間距離가 集計된다. 비디오에서 再生된 認知車間距離 데이터는 텔레비전 모니터의 화면상 距離이므로 실제의 車間距離로 교정을 하지 않으면 안된다. 본 실험에서는 走行實驗 전에 直線部에서 追從車를 일정위치에 停止 시켜놓고 앞차를 10m씩 이동시켜 追從車에 설치된 비디오 카메라로 距離와 앞차의 뒷번호의 표시부를 녹화하여 화면상의 距離와 실제 距離와의 교정곡선을 最小自乘法에 의해 구했다. 화면상의 距離와 實距離와의 관계를 식 (1)과 같이 가정하였다.

$$Y = AX^{-B} \quad (1)$$

여기서 Y : 실제 車間距離(m)

X : 화면상의 車間距離(cm)

식 (1)을 바탕으로 실험차량별 교정곡선식은 표

2와 같고, 그림 2는 대표적으로 시험자 4의 화면상 거리와 실제거리와의 관계를 나타낸 것이다. 走行實驗에서 얻어진 車間距離의 데이터는 각 시험자별로 교정식을 바탕으로 실제 車間距離를 推計하였다.

### 3.3 주행실험결과의 분석

走行實驗 結果를 分析하는데 있어서는 1) 시험자별 認知水準에 대한 車間距離의 代表值 특성의 비교, 2) 시험자에 따른 認知言語 水準별 車間距離 分布特性, 3) 시험자의 認知言語 水準에 따른 平均値의 차이 檢定, 4) 시험자의 認知言語 水準에 따른 分散의 차이 檢定을 실시하였다.

#### 3.3.1 시험자별 認知言語水準에 대한 車間距離의 認知의 特性

車間距離의 認知實驗結果를 토대로 시험자별 特性値를 推計하였다. 표 3은 각 시험자의 認知言語 水準 -1, 0, 1에 대한 統計的 特性値를 나타낸 것이다.

이 결과를 보면 시험자 4인 모두 速度의 增加에 따라 車間距離 認知의 平均値가 증가하고 있으며, 각 認知言語 水準이 포함되는 領域도 車間距離의 認知言語가 증가함에 따라서 넓어짐을 알 수 있다.

#### 3.3.2 시험자에 따른 認知言語 水準별 車間距離 分布 特性

走行實驗의 結果에 대한 시험자의 車間距離 認知의 分布特性을 알아보기 위해 시험자의 速度에 따른 認知水準별 平均値, 分散, 標準偏差, 歪度, 尖度を 算定하였다. 표 4는 시험자별 認知言語 水準 -1, 0, 1에 대해 分析한 結果이다.

이것을 보면, 平均値는 認知言語水準의 增加에 따라 車間距離 認知距離도 함께 增加하고 있고, 認知水準의 領域幅을 나타내는 標準偏差도 認知水準의 增加에 따라 增加하고 있어 車間距離의 認知言語水準이 增加함에 따라 그 認知尺度에 曖昧性이 존재한다는 것을 가시적으로 설명해주고 있다.

또한, 統計的 特性에서 데이터의 퍼짐의 형상과 最頻度の 형상을 알 수 있는 歪도와 尖度이다.

統計學的으로 歪度の 경우 分布가 左右對稱으로 되어 있는지의 여부를 알기위한 지표로서 歪도가 0보다 크면 右側으로 늘어진 分布, 거의 0이면 左右對稱인 分布, 0보다 적으면 左側으로 늘어진 分布를 하고 있다고 판단할 수 있다. 본 연구의 시험자들의

경우 0보다 큰 것이 비교 가능 標本(표본수가 일정수 이상인 것) 중 77.46%로 車間距離 認知分布는 右側으로 늘어진 分布를 하고 있다고 判斷되었다.

또한, 分布 형상의 最頻度の 형상을 나타내는 尖度の 경우, 尖度값이 3보다 적으면 最頻度 分布가 낮은 형상을 하고 있고, 3에 가까우면 正規分布에 근사하고, 3보다 크면 最頻도가 아주 높은 것으로 判斷한다. 본 실험의 경우 비교대상의 87.5%가 3보다 적어 最頻도가 약간 낮은 分布로 判明되어, 頻도가 크게 편중된 형상을 하고 있다고는 할 수 없다. 따라서 車間距離 認知特性은 통계적 특성의 결과 尖도가 약간 낮기는 하지만 대수분포 형상에 근사하다고도 推定할 수 있으나 이것에 대해서는 지속적인 실험을 통한 데이터의 蓄積에 의해 적합한 車間距離 認知分布를 규명할 豫定이다.

#### 3.3.3 시험자의 인지언어 수준에 따른 평균치의 차이 검정

운전자는 주어진 인지언어함수에 따라서 자신이 學習한 車間距離를 認知하며 走行한다. 일반적으로, 운전자가 認知하는 言語水準의 代表値는 平均距離라고 할 수 있다. 그래서 여기서는 각 言語 水準간의 平均値가 각 認知水準을 代表할 수 있는가, 즉 각 言語水準간의 平均値가 差異가 있다고 할 수 있는가에 대한 t-檢定을 (1) 상하 認知水準간의 檢定 (2) 상하 2水準간의 檢定 (3) 速度간의 차이 檢定을 실시하였다. 표 5-1, 5-2, 5-3은 認知水準 -1, 0, 1에 대한 檢證結果를 나타냈다.

檢證結果 상하 1水準간의 平均値 差이의 檢定에서는 危險率 1%로 有意함을 보이는 것이 81.0%, 危險率 5%로 有意함을 보이고 있는 것이 4.5%, 그리고 14.5%가 假說은 棄却하고 있어 전반적으로 각 시험자의 水準간의 平均値에는 差異가 있음을 보이고 있다고 말할 수 있다. 2水準간의 差異의 檢定에서는 모든 速度에 대한 檢定 결과 危險率 1%에서 有意성을 보이고 있어 2水準간의 車間距離 平均値에는 확실한 差異가 있음을 말해주고 있다. 速度의 변화에 따른 平均値의 差의 檢定에서는 시험자 3을 제외하고는 1% 또는 5%의 危險率로 有意함을 보여 速度의 변화에 따라 車間距離의 認知量에도 변화가 있음을 보이고 있었다.

#### 3.3.4 시험자의 언어수준에 따른 분산의 차이 검정

표 3. 시험자 차간거리인지 대표치

시험자	속도(km/h)	인지수준	데이터수	최대치(m)	최소치(m)	평균치(m)	영역(m)
1	40	-1	16	15.63	8.88	10.81	6.74
		0	26	21.69	10.61	15.09	11.08
		1	10	26.62	14.86	21.35	11.76
	50	-1	21	17.56	9.56	14.01	7.99
		0	34	24.66	13.92	19.55	11.02
		1	17	36.55	15.26	25.20	21.30
	60	-1	17	20.28	11.54	15.81	8.74
		0	27	34.50	13.31	23.71	21.20
		1	14	47.78	19.14	30.94	28.64
2	40	-1	15	19.03	8.80	14.62	10.58
		0	23	37.28	17.30	23.42	19.98
		1	8	37.46	29.55	32.84	8.56
	50	-1	23	24.68	11.91	19.45	12.76
		0	36	35.42	19.28	28.09	16.14
		1	14	56.82	28.79	40.51	28.03
	60	-1	23	32.62	16.10	24.67	16.66
		0	26	69.53	23.82	35.41	45.71
		1	6	50.55	40.57	46.08	9.98
3	40	-1	17	15.85	9.80	12.55	6.05
		0	26	41.13	11.35	18.50	29.78
		1	7	32.54	12.70	25.42	19.83
	50	-1	22	23.24	10.87	17.14	12.37
		0	44	35.66	12.95	22.76	22.71
		1	16	48.66	24.03	34.20	24.63
	60	-1	24	25.16	12.0	17.89	13.16
		0	49	43.82	15.92	22.38	27.94
		1	19	52.27	22.92	32.37	29.34
4	40	-1	27	30.30	11.16	17.82	19.79
		0	36	38.63	11.72	23.52	26.91
		1	15	44.74	15.92	31.24	29.05
	50	-1	26	78.12	17.62	31.42	60.85
		0	40	92.11	20.45	39.71	71.67
		1	21	104.22	27.98	52.96	76.24
	60	-1	32	76.27	19.70	37.94	56.57
		0	39	90.24	29.95	54.28	60.29
		1	27	105.45	41.67	65.39	64.67

표 4. 시험자 1의 차간거리인지에 대한 분포특성

시험자	속도(km/h)	인지수준	평균(m)	분산(m <sup>2</sup> )	표준편차(m)	왜 도	첨 도
1	40	-1	10.81	3.34	1.83	1.47	2.04
		0	15.09	7.03	2.65	1.02	0.66
		1	21.35	16.70	4.09	-0.21	-1.28
	50	-1	14.01	4.64	2.16	-0.52	-0.40
		0	19.55	6.52	2.55	-0.20	0.53
		1	25.20	26.68	15.17	0.308	0.485
	60	-1	15.81	5.53	2.35	-0.15	-0.06
		0	23.71	26.04	5.10	-0.16	-0.33
		1	30.94	51.92	7.21	0.80	1.23
2	40	-1	14.62	13.08	3.62	-0.28	-1.32
		0	23.42	21.65	4.65	1.43	2.24
		1	32.84	9.38	3.06	0.16	-1.28
	50	-1	19.45	11.09	3.33	-0.41	-0.31
		0	28.09	18.39	4.29	0.13	-0.68
		1	40.51	57.22	7.56	0.56	0.64
	60	-1	24.67	18.61	4.32	0.37	-0.29
		0	35.41	77.11	8.78	2.40	-8.77
		1	46.08	12.70	3.56	-0.44	-0.24
3	40	-1	12.55	3.79	1.95	0.43	-0.85
		0	18.50	34.99	5.92	2.35	8.06
		1	25.42	61.80	7.86	-0.95	-0.78
	50	-1	17.34	11.82	3.44	0.26	-0.94
		0	22.76	29.30	5.41	0.48	-0.42
		1	34.20	72.12	8.49	0.51	-1.20
	60	-1	17.89	10.94	3.31	0.68	0.20
		0	22.38	31.51	5.61	2.20	6.39
		1	32.37	67.55	8.23	1.24	0.77
4	40	-1	17.82	26.38	5.14	0.80	0.30
		0	23.52	38.99	6.24	0.76	0.86
		1	31.24	66.88	8.18	0.02	-0.17
	50	-1	31.42	155.83	12.48	2.18	7.08
		0	39.71	153.03	12.37	2.05	7.29
		1	52.96	326.14	18.06	1.29	2.14
	60	-1	37.94	166.07	12.89	0.86	1.22
		0	54.28	271.08	16.47	0.60	-0.56
		1	65.39	273.66	16.54	0.69	0.18

표 5-1. 시험자별 상하 수준간의 평균치 차이 검정

시험자	인지 수준 비교	40 KM/H		50 KM/H		60 KM/H	
		DF	T치	DF	T치	DF	T치
1	-3, -2	16	-2.22**	18	-2.88*	18	-1.65
	-2, -1	27	-5.57*	33	-7.87*	30	-8.12*
	-1, 0	40	-5.67*	53	-8.27*	42	-5.98*
	0, 1	34	-5.43*	49	-5.26*	39	-3.73*
	1, 2	11	-3.97*	20	-1.18	20	-4.17*
	2, 3	4	-4.47*	5	-4.47*	11	-3.08*
2	-3, -2	5	-2.48	-	-	8	-0.79
	-2, -1	17	-1.39	28	-3.53*	27	-1.80
	-1, 0	36	-6.19*	57	-8.20*	47	-5.32*
	0, 1	29	-5.31*	48	-7.34*	30	-2.89*
	1, 2	8	-0.05	-	-	6	-2.12
	2, 3	-	-	-	-	-	-
3	-3, -2	10	-1.34	-	-	17	-3.18*
	-2, -1	25	-4.34*	31	-4.97*	38	-5.04*
	-1, 0	41	-4.00*	64	-4.44*	71	-3.61*
	0, 1	31	-2.56*	58	-6.16*	66	-5.75*
	1, 2	11	-2.21**	23	-3.17*	25	-5.32*
	2, 3	-	-	-	-	-	-
4	-3, -2	41	-4.76*	47	-4.80*	40	-4.78*
	-2, -1	54	-5.52*	56	-3.20*	53	-3.48*
	-1, 0	61	-3.86*	64	-2.65*	69	-4.58*
	0, 1	49	-3.66*	59	-3.38*	64	-2.69*
	1, 2	30	-3.24*	40	-1.36	49	-4.39*
	2, 3	21	-4.98*	24	-2.59**	33	-5.66*

\*1%에서 유의 - 데이터 부족 \*\*5%에서 유의 DF 자유도

운전자가 言語水準에서 認知하는 車間距離의 分散에는 差異가 있다고 할 수 있는 가에 대한 것은 각 言語水準의 領域 決定과 認知言語 水準을 나누는데 중요한 자료가 된다. 그래서 여기서는 車間距離 認知水準의 상하 1水準間과, 2水準間的 檢證, 그리고 速度의 변화에 따른 差異를 檢證하기 위해 F-檢定을 실시하여 有意程度를 나타내는 p값을 통하여 有意性여부를 判斷하였다.

표 6은 認知言語의 1水準間的 認知領域에 대한 差의 檢定을 나타낸 것이다. 認知言語水準의 1水準間的 分散의 差異 檢證에 있어서는 1%와 5%의 危

險率로 有意한 경우가 비교대상 標本의 33.4%이고, 66.6%가 假說을 棄却하고 있어 車間距離 認知水準에서 1水準差異間的 分散에는 差異가 있다고 할 수는 없다. 이것은 認知領域이 상하 1水準間에는 상당한 부분이 겹쳐져 있어 운전자의 車間距離 認知領域이 言語水準에 따라 결정적으로 정해지는 것이 아니라 상당한 變動幅 또는 曖昧性을 가지고 있다고 말할 수 있다. 표 7은 2水準差異에 대한 認知領域의 差異 檢定 결과를 나타낸 것이다. 그것을 보면 1水準差異와는 달리 p값이 1% 또는 5%의 有意水準에 만족을 하고 있었다. 이것은 운전자는 2

표 5-2 시험자별 상하 2수준간의 차이 검정

시험자	인지 수준 비교	40 KM/H		50 KM/H		60 KM/H	
		DF	T치	DF	T치	DF	T치
1	0, 2	27	-10.23*	37	-4.59*	33	-9.56*
	0, -2	37	-9.76*	46	14.70*	40	10.35*
	-1, 1	24	-9.05*	36	-9.02*	29	-8.17*
2	0, 2	23	-2.82*	-	-	26	-5.07*
	0, -2	25	4.78*	41	-8.00*	30	3.78*
	-1, 1	21	-12.09*	35	-11.70*	27	-11.16*
3	0, 2	30	-5.78*	51	-10.10*	55	-11.80*
	0, -2	34	4.77*	53	6.74*	63	6.41*
	-1, 1	22	-6.47*	36	-8.54*	41	-7.87*
4	0, 2	51	-7.73*	59	-5.40*	61	-7.15*
	0, -2	63	9.36*	70	6.58*	60	7.28*
	-1, 1	142	7.75*	160	9.47*	173	8.46*

\*1%에서 유의 - 데이터 부족 \*\*5%에서 유의 DF 자유도

표 5-3. 시험자별 속도간 평균치 차이 검정

시험자	비교 수준 (KM/H)	비 교 수 주					
		-1		0		1	
		DF	T치	DF	T치	DF	T치
1	40~50	35	-4.78*	58	-6.58*	25	-2.01
	50~60	36	-2.45*	59	-4.15*	29	-2.58**
2	40~50	36	-4.22*	57	-3.95*	20	-2.72**
	50~60	44	-4.59*	60	-4.34*	18	-1.70
3	40~50	37	-4.92*	68	-3.07*	21	-2.33**
	50~60	44	-0.76	91	0.33	33	-0.65
4	40~50	51	-5.22*	74	-7.08*	34	-4.34*
	50~60	56	-1.94	77	-4.46*	46	-2.48**

\*1%에서 유의 - 데이터 부족 \*\*5%에서 유의 DF 자유도

水準差異의 言語水準에 대해서는 거의 확실한 구분을 한다고 말할 수 있다. 또한 속도의 변화에 따른 認知領域의 차이 檢定을 認知水準 -1, 0, 1에 대해서 비교한 것이 표 8이다. 여기서는 p값이 큰 數値를 보이고 있어 속도의 변화에 따른 認知言語水準에 있어서의 分散에는 差異가 있다고 할 수 없다. 이것으로 車間距離의 認知는 같은 言語水準인 경우

速度에 따라서 상당부분 중복영역을 나타내고 있다는 것을 알 수 있다.

#### 4. 운전자의 차간거리 인지모델

##### 4.1 차간거리

인지모델의 가정실험 데이터로부터 운전자의 車



표 6. 시험자별 1수준간의 인지영역 차이 검정

시험자	인지 수준 비교	40 KM/H			50 KM/H			60 KM/H		
		DF	F치	T치	DF	F치	T치	DF	F치	T치
1	-3, -2	16	1.63	0.46	18	2.73	0.13	18	2.08	0.28
	-2, -1	27	2.13	0.19	33	2.47	0.09	30	1.28	0.65
	-1, 0	40	2.11	0.14	53	1.41	0.43	42	4.71	0.00
	0, 1	34	2.37	0.09	49	4.09	0.00	39	1.99	0.13
	1, 2	11	95.58	0.02	20	4.86	0.02	20	3.19	0.13
	2, 3	4	128.8	0.02	5	1.40	1.00	11	13.23	0.00
2	-3, -2	5	1.02	1.00	-	-	-	8	3.20	0.37
	-2, -1	17	3.52	0.33	28	1.55	0.61	27	7.73	0.00
	-1, 0	36	1.66	0.33	57	1.66	0.21	47	4.14	0.00
	0, 1	29	2.31	0.26	48	3.11	0.01	30	6.07	0.05
	1, 2	8	1.17	1.00	-	-	-	6	372.9	0.00
	2, 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-3, -2	10	1.92	0.40	-	-	-	17	3.42	0.50
	-2, -1	25	1.51	0.54	31	2.54	0.13	38	2.14	0.13
	-1, 0	41	9.24	0.00	64	2.48	0.03	71	2.88	0.01
	0, 1	31	1.77	0.29	58	2.46	0.02	66	2.15	0.04
	1, 2	11	3.14	0.20	23	1.33	0.60	25	3.30	0.04
	2, 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-3, -2	41	2.75	0.06	47	8.57	0.00	40	3.68	0.01
	-2, -1	54	2.30	0.03	56	1.58	0.23	53	1.79	0.16
	-1, 0	61	1.48	0.31	64	1.02	0.94	69	1.63	0.16
	0, 1	49	1.72	0.19	59	2.13	0.04	64	1.01	0.96
	1, 2	30	2.55	0.09	40	1.10	0.84	49	1.90	0.12
	2, 3	21	1.19	0.92	24	1.49	0.49	33	1.70	0.28

-: 데이터 부족

間距離와 認知關係의 모델을 인간의 認知尺度를 바탕으로 구축하기 위해, 본 연구에서는 距離尺度 및 比例尺度에 많이 사용되는 Weber-Fechner의 법칙<sup>(8,11)</sup>을 이용하였다. 이 법칙은 인간이 일정한 差로서 감각하는 자극의 변화량은 자극치와 일정한 비의 관계가 있다는 Weber의 발표와 Fechner에 의한 감각량(Y)은 자극량(X)에 비례<sup>(11)</sup>한다고 하는 법칙을 이용하여 모델화한다.

$$Y=A+B \times \text{LOG}(X) \quad (2)$$

단, Y: 감각량, X: 자극량, A, B: 계수

본 연구의 車間距離 認知모델의 경우 자극량은 운전자의 視覺情報인 車間距離이고, 감각량은 운전자가 인지하는 車間距離에 대한 認知言語로 대응시켜 모델화를 시도하였다.

#### 4.2 차간거리와 인지황과의 관계

실험 데이터를 바탕으로 각 시험자별 Weber-Fechner식을 적용한 결과가 표 9이다. 표 9에서는 기여율이 0.81~0.94 사이의 값을 나타내고 있다. 이것으로 운전자의 車間距離 認知는 Weber-Fechner식으로 잘 설명된다고 判定할 수 있다. 또한, 시험

표 7. 시험자의 2수준간의 인지영역의 차이 검정

시험자	인지 수준 비교	40 KM/H			50 KM/H			60 KM/H		
		DF	F치	T치	DF	F치	T치	DF	F치	T치
1	0, 2	27	40.26	0.05	37	19.86	0.00	33	1.60	0.54
	0, -2	37	4.49	0.01	46	3.47	0.20	40	6.04	0.01
	-1, 1	24	5.00	0.01	36	5.75	0.00	29	9.40	0.00
2	0, 2	23	2.70	0.90	-	-	-	26	61.39	0.00
	0, -2	25	5.83	0.17	41	2.57	0.24	30	1.87	0.27
	-1, 1	21	1.39	0.68	35	5.16	0.00	27	1.47	0.72
3	0, 2	30	5.54	0.00	51	3.27	0.01	55	7.08	0.00
	0, -2	34	13.98	0.00	53	6.31	0.00	63	6.16	0.00
	-1, 1	22	16.32	0.00	36	6.10	0.00	41	6.19	0.00
4	0, 2	51	4.38	0.00	59	1.94	0.08	61	1.92	0.07
	0, -2	63	3.39	0.00	70	1.55	0.21	60	2.92	0.10
	-1, 1	142	19.41	0.00	160	3.87	0.00	173	11.87	0.00

-: 데이터 부족

표 8. 시험자별 속도변화에 따른 인지영역의 차이 검정

시험자	비교 수준 (KM/H)	비 교 수 준								
		-1			0			1		
		DF	F치	T치	DF	F치	T치	DF	F치	T치
1	40~50	35	1.39	0.52	58	1.08	0.83	25	1.60	0.48
	50~60	36	1.19	0.70	59	3.99	0.00	29	1.95	0.21
2	40~50	36	1.18	0.71	57	1.18	0.65	20	6.10	0.02
	50~60	44	1.68	0.23	60	4.19	0.00	18	4.51	0.11
3	40~50	37	3.12	0.02	68	1.19	0.60	21	1.17	0.91
	50~60	44	1.08	0.85	91	1.08	0.81	33	1.07	0.89
4	40~50	51	5.91	0.00	74	3.92	0.00	34	4.88	0.00
	50~60	56	1.07	0.88	77	1.77	0.08	46	1.19	0.67

자의 실험 데이터를 바탕으로 속도별 차간거리 인지 척도를 추정한 결과 표 10에서 보는 바와 같이 기여율이 0.76~0.86 사이의 값을 보이고 있다.

이상과 같이 Weber-Fechner식으로 추정된 車間距離 인지모델을 실험 데이터와의 형상을 직관적으로 알아보기 위하여 실험 중 대표적으로 50 Km/h에 대한 모델식과 집계데이터와의 관계를 그림 3-1,

3-2, 3-3, 3-4에 도시하였다.

그림 3-1에서 3-4에 보는 바와 같이 운전자의 車間距離 인지는 Weber-Fechner식으로 車間距離의 인지尺度의 형상을 잘 설명하고 있으며 寄與率도 0.84 이상으로 공학적으로 충분히 유의한 값을 보이고 있었다. 그러나 인지모델의 추정에 있어서 각 인지水準에서 나타나고 있는 曖昧性을 고려하는

표 9. 시험자별 차간거리 인지모델 추정식

시험자	데이터수	속도(KM/H)	차간거리 인지모델식	기여율
1	76	40	$Y = -7.09 + 5.99 \log X$ (-25.64)* (24.58)*	r=0.94
	99	50	$Y = -7.12 + 5.58 \log X$ (-21.94)* (21.21)*	r=0.91
	91	60	$Y = -7.28 + 5.45 \log X$ (-24.13)* (23.97)*	r=0.93
2	56	40	$Y = -7.15 + 5.31 \log X$ (-11.34)* (10.97)*	r=0.83
	81	50	$Y = -6.93 + 4.75 \log X$ (-17.51)* (16.82)*	r=0.88
	67	60	$Y = -6.86 + 4.33 \log X$ (-11.95)* (11.09)*	r=0.81
3	68	40	$Y = -6.33 + 4.98 \log X$ (-13.58)* (13.00)*	r=0.85
	103	50	$Y = -6.83 + 5.01 \log X$ (-17.71)* (17.56)*	r=0.87
	120	60	$Y = -7.39 + 5.36 \log X$ (-19.87)* (19.46)*	r=0.87
4	144	40	$Y = -7.11 + 5.22 \log X$ (-26.92)* (25.95)*	r=0.91
	162	50	$Y = -7.87 + 5.00 \log X$ (-20.14)* (19.46)*	r=0.84
	175	60	$Y = -8.87 + 5.26 \log X$ (-25.40)* (25.34)*	r=0.89

( )는 t치, \*는 1%에서 유의

표 10. 속도별 인지모델 추정식

속도	데이터수	차간거리 인지모델식	기여율
40 Km/h	346	$Y = -6.46 + 4.93 \log X$	r=0.86
50 Km/h	445	$Y = -5.96 + 4.10 \log X$	r=0.76
60 Km/h	453	$Y = -5.86 + 3.82 \log X$	r=0.86

모델화를 시도할 필요성이 있어 이것은 연구과제로 남아있다.

### 5. 결 론

본 연구에서는 도로주행시 운전자에게 주어지는 직접적인 정보중의 하나인 운전자의 車間距離 認知 特性에 대해서 간선도로상에서의 走行實驗을 통하여

그 特性을 파악하고 車間距離 認知 모델의 構築을 시도한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 車間距離 認知 實驗 결과 운전자는 言語的인 認知尺度를 가지고 있음을 알 수 있었다.

(2) 운전자의 車間距離 認知 尺度를 7水準으로 나눈 결과 認知實驗이 가능하였다.

(3) 운전자는 指定速度에서 認知水準間的 사이에 서의 判定은 1水準間에는 확실한 判定을 한다고 할

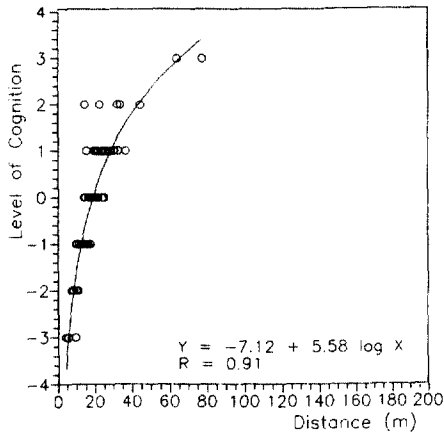


그림 3-1. 시험자 1의 50 km/h에 대한 차간거리 인지 형상

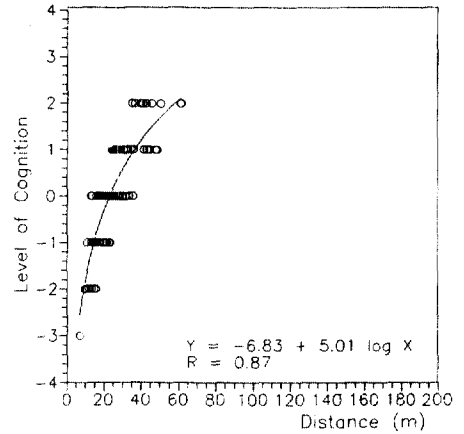


그림 3-3. 시험자 3의 50 km/h에 대한 차간거리 인지 형상

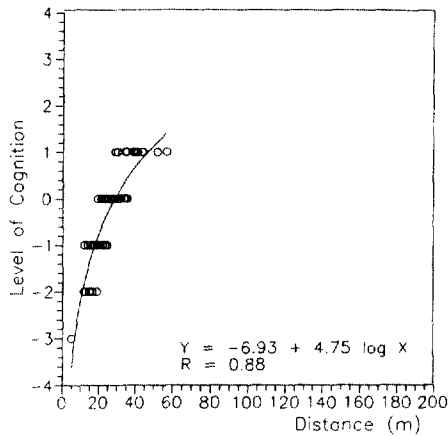


그림 3-2. 시험자 2의 50 km/h에 대한 차간거리 인지 형상

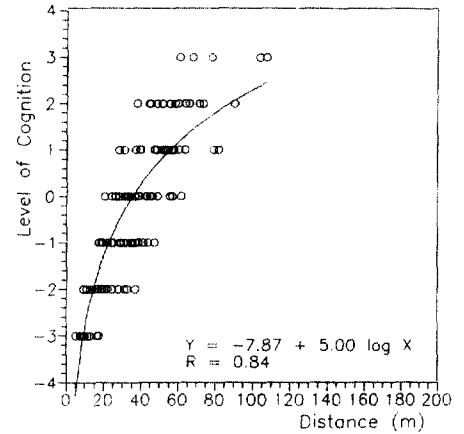


그림 3-4. 시험자 4의 50 km/h에 대한 차간거리 인지 형상

수는 없으나, 2水準間에는 확실한 差異가 있음을 보이고 있어 認知水準 上下 1水準間에는 認知에 曖昧性이 存在함을 알 수 있었다.

(4) 운전자가 認知하는 같은 水準의 認知領域은 認知水準이 增加(+3에 가까움)할수록 增加하는 傾向을 보였다.

(5) 운전자의 車間距離 認知모델을 推定하기 위해 Weber-Fechner식을 사용하여 추정된 경과 寄與率이 0.81~0.94 사이를 보여 운전자의 車間距離 認知는 Weber-Fechner식에 따른다고 할 수 있다.

본 연구의 결과는 운전자의 視覺情報에 대한 認知모델화에 도움이 될 것이며 운전자의 認知에 바

당한 交通現象을 再現하는데 사용이 될 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 핵심과제연구비(과제번호 931-1200-007-1) 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

### 참고문헌

1. Monograph, A., "Traffic Flow Theory", TRB, 165, 1975.
2. 長瀬龍彦, "交通流理論における意識尺度の導入に

- 關する研究”，日本土木計劃學會，No. 7, 1989, pp. 267-274.
3. Dieter Klebelsberg, *Verkehrs-Psychologie*, 1990, pp. 27-49.
  4. 남궁문, “都市幹線道路の交通流特性解析へのファジイ理論と知識工學の適用に関する研究”，廣島大學博士學位論文, 1992.
  5. Mahmassani, H.S. and Chang, G.L., “Experiments with Departure Time Choice Dynamic of Urban Commuters”, *Trans. Res-B*, Vol. 20B, No. 4, 1986, pp. 297-320.
  6. Frank S. Koppelman, E.I.pas, “Multidimensional Choice Model Transferability”, *Trans. Res-B*, Vol. 20B, No. 4, 1986, pp. 321-330.
  7. Nam Gung, M., Monden, H. and Imada, H., “Driving Maneuver Analysis by Fuzzy Method”, *The 6th World Conference on Tronsport Research*, Lyon France, SS II, 1992, pp. 1-10.
  8. 野口薫, 山下昇, “交通心理學入門”, サインズ社, 1990.
  9. 田中良久, “心理學的測度法”, 東京大學出版社, 1977, pp. 17.
  10. 丹子保登, “視覺Patternの處理と認識”, 1990, pp. 21-30.
  11. 竹村和久, “言語的確率表現用語の心理的研究”, *6th Fuzzy System Symposium*, 1990, pp. 335-338.

(接受：1994. 3. 10)