

# 글자 크기와 조도의 변화에 의한 가시거리 측정과 예상

김태현\*

<sup>1</sup>명지전문대 공학정보학부 전기과

## Measurement and Prediction of the Visibility Range by the Variations of the Character Sizes and Illuminance

Tae-Hyun Kim\*

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering School of Engineering and Information Science, Myongji College

**요약** 가시거리는 볼 수 있는 거리로 정의되며, 이는 글자 크기, 조도 등에 따라 바뀐다. 글자 크기와 조도를 결정할 때 가시거리는 중요한 참고 자료가 될 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 가시거리 측정과 예상의 2가지 연구를 하였다. 3가지 글자 크기와 3가지 조도에 대해서 약 120명의 학생에 대해서 가시거리를 측정했다. 측정하지 않은 조도에 대한 가시거리를 예상하기 위해서 독립변수가 조도이고, 종속변수가 가시거리인 함수를 제안하였다. 가시거리는 조도에 대해서 많이 바뀌지 않으므로 분수 함수를 제안하였다. 분수 함수에는 결정해야 할 3개의 변수-k,m,n-가 있다. 측정된 가시거리 값을 근거로 이 3개의 변수의 값을 정하였다. 3개의 조도에 대해서 가시거리를 측정했으므로 세 개의 k들을 계산할 수 있다. 본 논문에서는 이 3개의 k값들의 분산이 가장 작은 경우를 선택하여 이 경우의 3개의 변수-k,m,n-의 값을 선택하였다. 3개의 글자 크기에 대해서 각각 다른 3개의 분수 함수를 제안하였다. 제안한 함수와 측정된 자료의 차이가 적으므로 제안한 함수가 정확함을 증명하였다.

**Abstract** The visibility range is defined from where one can see, which can be changed by the character sizes and illuminances and so on, which of one-hundred and twelve students are measured for three illuminances and three character sizes in this paper. In determining the character sizes and illuminances, the visibility range can be an important data. Functions are proposed whose independent variable is illuminance and whose dependent variable is visibility range in order to predict the visibility range of unmeasured illuminances. The fractional functions are used for three character sizes because the visibility range is invariant according to illuminance. There are three parameters to be determined - k, m, n, which are selected based on the measured visibility ranges. Because the visibility ranges of three character sizes are measured, three k's can be calculated. In this paper the case of minimum variance of three k's is selected, and three parameters - k,m,n- of that case is selected. The three functions according to three character sizes are proposed. The small differences between the measured data and the postulated functions verifies the accuracy of the functions.

**Keywords :** Character Sizes, Fractional Function, Minimum Variance, Illuminance, Visibility Range

## 1. 서론

### 1.1 연구배경

최근 비용 절감을 위해서 강의실의 크기를 크게 하여

강의실당 학생수를 늘려 강좌수를 줄여 강사비를 줄이는 사례가 늘고 있다. 물론 이렇게 하면 비용은 줄어들겠지만 뒤에 있는 학생들은 보이지 않으므로 학습 효율이 떨어지고 이는 학생들의 학력 저하와 강의 관심저하가 예

\*Corresponding Author : Tae-Hyun Kim (Department of Electrical Engineering Myongji College)

Tel: +82-2-300-3728 email: kth@mjc.ac.kr

Received July 16, 2015

Accepted December 4, 2015

Revised (1st October 1, 2015, 2nd November 23, 2015, 3rd November 30, 2015)

Published December 31, 2015

상된다.

물론 조도를 높이거나 글자 크기를 크게 하면 이문제는 많이 해결된다. 그러나, 조도를 높이면 이는 비용 증가의 원인이 되고 글자가 너무 크면 칠판에 쓰는 양이 너무 적어져 이것도 역시 문제가 된다.

그러므로, 글자 크기가 정해졌을 때 어디까지 보이는 가는 강의실 규모와 조도를 설계할 때 중요한 문제라고 생각된다.

강의실 조도에 대한 논문이 몇 개[1]-[3] 있으나가시 거리에 대한 논문은 1개[4] 밖에 없다.

본 논문은 참고 문헌[4]에서 사용한 시력, 가시거리 등의 자료를 이용해서 함수만 바꾸어 예측을 달리 한 논문이다.

## 1.2 연구의 목적

본 연구를 가시거리에 대한 연구로서 다음 2가지의 목적을 가지고 있다.

### 1.2.1 가시거리 측정

3가지 글자 크기(10,20,30)에 대해서 3가지 조도에 대해서 학생들의 가시거리를 측정한다.

### 1.2.2 가시거리 예상

측정한 가시거리를 근거로 측정하지 않은 조도에 대해서 가시거리를 예상한다.

## 1.3 연구의 방법

### 1.3.1 가시거리 측정

강의실의 앞 칠판에 간단한 글자만이 쓰여진 A4 용지를 인쇄해서 붙이고 뒤에서부터 와서 무엇인지 보이는 곳에서 정지하라고 하고 칠판에서부터 의 거리를 측정하였다. 거리를 정확히 측정하기는 힘들므로 칠판에서부터 학생 신발의 앞 부분까지의 거리를 10cm 간격으로 측정하였다. 측정한 가시거리를 근거로 측정하지 않은 조도에 대해서 가시거리를 예상한다.

### 1.3.2 가시거리 예상

측정한 가시거리를 근거로 조사하지 않은 조도에 대해서 분수함수로 측정하지 않은 조도에 대해서 가시거리를 예상한다. 분수함수의 변수의 값은 측정한 가시거리의 값과 가장 같도록 조정한다.

### 1.3.3 오차 계산

측정한 가시거리와 분수함수로 예상한 가시거리의 차이를 계산한다.

## 2. 본론

### 2.1 가시거리

#### 2.1.1 가시거리의 정의

본 논문에서 가시거리는 보아서 무엇인지 정확히 알 수 있는 거리로 정의하였다.

#### 2.1.2 가시거리의 변화 요인

가시거리는 글자 크기, 조도, 시력 등에 따라 달라진다.

### 2.2 피험자 집단의 교정시력

교정시력도 가시거리에 영향을 끼치므로 피험자들의 교정시력을 다음 표 1에 보였다. 피험자들의 교정시력은 0.2부터 2.0까지 있으며, 1.0이 가장 많았다. 비율은 소수점 둘째 자리에서 반올림해서 소수점 첫째자리까지 보였다.

Table 1. Corrected eyesight of examinees

corrected eyesight	number of students	ratio (%)
0.2	2	1.6
0.3	3	2.3
0.4	2	1.6
0.5	7	5.4
0.6	12	9.3
0.7	9	7.0
0.8	14	10.9
0.9	10	7.8
1.0	40	31.0
1.1	2	1.6
1.2	12	9.3
1.3	1	0.8
1.5	12	9.3
1.7	1	0.8
1.9	1	0.8
2.0	1	0.8
total	129	100

### 2.3 측정에 사용된 글자

측정에 사용된 글자의 종류와 크기는 다음과 같다.

### 2.3.1 글자의 종류

한글과 영어를 대상으로 하였다. 이유는 우리나라에서는 우리말인 한글이 강의실에서 가장 많이 사용되므로 한글을 선택하였으며, 그 다음으로 많이 사용되는 영어도 대상으로 하였다.

처음에는 복잡한 글자보다는 간단한 글자를 대상으로 하는 것이 좋으므로 한글은 자음 3개(ㄱ, ㄴ, ㄷ)와 모음 3개(ㅏ, ㅑ, ㅓ)를 대상으로 하였고, 영어는 3개의 철자(a, c, e)를 대상으로 하였다.

### 2.3.2 글자의 크기

같은 간격으로 하는 것이 좋을 것 같아서 글자 크기를 10, 20, 30으로 정하였다. 본 논문에서 가시거리는 보아서 무엇인지 정확히 알 수 있는 거리로 정의하였다.

## 2.4 가시거리 측정

본 논문에서는 약 120명의 학생을 약 60명씩 2조로 나누어 글자 크기와 조도를 바꾸어 가시거리를 조사하였다. 여기서 조도는 실험면(칠판)에 대한 연직면 조도이다. 사용한 조도계는 디지털 조도계 LX-1010B이다.

전등을 다 켜 준 경우, 반만 켜 준 경우, 다 끈 경우의 3가지 경우에 대해서 조사했다. 편의상 전등을 다 켜 준 경우를 l(light의 첫 글자), 반만 켜 준 경우를 m(middle), 다 끈 경우를 d(dark의 첫 글자)라고 하기로 한다.

### 2.4.1 글자 크기 10

글자 크기가 10인 경우 다음 3가지 경우에 대해서 가시거리를 조사하였다.

Table 2. Visibility range in case of character size 10

case	10-1	10-2	10-3
character	ㄱ	ㄴ	ㄷ
brightness	l	m	d
illumination (lux)	400	60	1
measured visibility range (cm)	164	153	106

### 2.4.2 글자 크기 20

글자 크기가 20인 경우 다음 3가지 경우에 대해서 가시거리를 조사하였다.

Table 3. Visibility range in case of character size 20

case	20-1	20-2	20-3
character	ㅏ	ㅑ	ㅓ
brightness	l	m	d
illumination (lux)	330	56	1
measured visibility range (cm)	249	245	136

### 2.4.3 글자 크기 30

글자 크기가 30인 경우 다음 3가지 경우에 대해서 가시거리를 조사하였다.

Table 4. Visibility range in case of character size 30

case	30-1	30-2	30-3
character	a	e	c
brightness	l	m	d
illumination (lux)	220	180	1
measured visibility range (cm)	292	291	170

## 2.5 분수 함수에 의한 가시거리 예상

측정한 결과를 보면 독립변수인 조도가 많이 변해도 종속변수인 가시거리는 조금밖에 변하지 않는다. 따라서, 본 논문에서는 독립변수가 많이 변해도 종속변수가 조금 변하는 특성을 가진 분수 함수에 의해서 측정하지 않은 조도에 대해서 가시거리를 예상하였다.

### 2.5.1 분수 함수의 개요

다음 식 (1)과 모양의 함수를 분수 함수라 한다.

$$y = \frac{k}{x - m} + n \tag{1}$$

위 식 (1)에서  $x$ 는 조도,  $y$ 는 가시거리이고,  $k, m, n$ 은 측정한 자료에 의해서 결정해야 할 값들이다.

### 2.5.2 $k, m, n$ 값들의 결정

글자 크기에 따라 함수가 달라지므로  $k, m, n$  값들을 글자 크기 10, 20, 30 각각에 대해서 구하였다.

$k, m, n$  값들을 구하는 방법은 여러 가지가 있는데 본 논문에서는  $m, n$ 의 값을 바꾸어 가며 3가지  $k$  값들  $k_0, k_1, k_2$  - 의 분산이 최소가 되는 값으로 정했다. 3가지 조도에 대해서 측정했으므로 3개의  $k$  값이 계산된다.

식 (1)을  $k$ 에 대해서 정리하면

$$k = (x - m)(y - n) \quad (2)$$

$(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ 가 주어졌을 때

식 (2)에 대입하면

$$k_0 = (x_1 - m)(y_1 - n) \quad (3)$$

$$k_1 = (x_2 - m)(y_2 - n) \quad (4)$$

$$k_2 = (x_3 - m)(y_3 - n) \quad (5)$$

위 식 (3),(4),(5)에 의해서  $k_0, k_1, k_2$  값들을 계산하였다.

### 2.5.2.1 글자 크기 10일 때

$(400,164), (60,153), (1,106)$ 에 가장 가까운  $k, m, n$ 을 구해야 한다.

$m=-19, n=167$ 일 때

$k_0=-1220, k_1=-1106, k_2=-1257$ 들의 평균  $k=-1194$ 이고 분산은 41,000으로 가장 작은 값이다.

따라서 결정된 함수는

$$y = -\frac{1194}{x + 19} + 167 \quad (6)$$

### 2.5.2.2 글자 크기 20일 때

$(330,249), (56,245), (1,136)$ 에 가장 가까운  $k, m, n$ 을 구해야 한다.

$m=-2, n=250$ 일 때

$k_0=-342, k_1=-290, k_2=-332$ 들의 평균  $k=-321$ 이고 분산은 500으로 가장 작은 값이다.

따라서 결정된 함수는

$$y = -\frac{321}{x + 2} + 250 \quad (7)$$

### 2.5.2.3 글자 크기 30일 때

$(220,292), (180,291), (1,170)$ 에 가장 가까운  $k, m, n$ 을 구해야 한다.

$m=-13, n=300$ 일 때

$k_0=-1820, k_1=-1737, k_2=-1864$ 들의 평균  $k=-1807$ 이고 분산은 2,800으로 가장 작은 값이다.

따라서 결정된 함수는

$$y = -\frac{1807}{x + 13} + 300 \quad (8)$$

## 2.5.3 오차 계산

측정한 가시거리와 분수함수에 의해서 예상한 가시거리를 비교하여 차이가 얼마나 되는지 알아보았다.

### 2.5.3.1 글자 크기 10일 때

글자 크기가 10일 때 가시거리 예상을 위해서 구한 분수 함수는 다음 식 (6)과 같다.

$$y = -\frac{1194}{x + 19} + 167 \quad (6)$$

측정한 3가지 조도에 대해서 본 논문에서 구한 분수 함수에 의해서 예상한 가시거리 값들은 다음과 같다.

$x=400$ 일 때

$$y = -1194/(400+19)+167 = -2.8+167 = 164$$

$x=60$ 일 때

$$y = -1194/(60+19)+167 = -15.1+167 = 152$$

$x=1$ 일 때

$$y = -1194/(1+19)+167 = -59.7+167 = 107$$

측정한 가시거리들과 예상한 가시거리들과의 차이는 다음 표 5와 같다.

**Table 5.** Differences between measured values and estimated values of visibility range in case of character size 10

case	10-1	10-2	10-3
illumination (lux)	400	60	1
measured visibility range (cm)	164	153	106
estimated visibility range (cm)	164	152	107
measured-estimated (cm)	0	1	-1

### 2.5.3.2 글자 크기 20일 때

글자 크기가 20일 때 가시거리 예상을 위해서 구한 분수함수는 다음 식 (7)과 같다.

$$y = -\frac{321}{x + 2} + 250 \quad (7)$$

측정한 3가지 조도에 대해서 본 논문에서 구한 분수 함수에 의해서 예상한 가시거리 값들은 다음과 같다.

$x=330$ 일 때

$$y = -321/(330+2)+250 = -1+250 = 249$$

$x=56$ 일 때

$$y = -321/(56+2)+250 = -5.5+250 = 244$$

$x=1$ 일 때

$$y = -321 / (1+2) + 250 = -107 + 250 = 143$$

측정한 가지거리들과 예상한 가지거리들과의 차이는 다음 표 6과 같다.

**Table 6.** Differences between measured values and estimated values of visibility range in case of character size 20

case	20-1	20-2	20-3
illumination(lux)	330	56	1
measured visibility range(cm)	249	245	136
estimated visibility range (cm)	249	244	143
measured-estimated (cm)	0	1	-7

2.5.3.3 글자 크기 30일 때

글자 크기가 30일 때 가지거리 예상을 위해서 구한 분수함수는 다음 식 (8)과 같다.

$$y = -\frac{1807}{x + 13} + 300 \tag{8}$$

측정한 3가지 조도에 대해서 본 논문에서 구한 분수함수에 의해서 예상한 가지거리 값들은 다음과 같다.

x=220일 때

$$y = -1807 / (220+13) + 300 = -7.8 + 300 = 292$$

x=180일 때

$$y = -1807 / (180+13) + 300 = -94 + 300 = 291$$

x=1일 때

$$y = -1807 / (1+13) + 300 = -129 + 300 = 171$$

측정한 가지거리들과 예상한 가지거리들과의 차이는 다음 표 7과 같다.

**Table 7.** Differences between measured values and estimated values of visibility range in case of character size 30

case	30-1	30-2	30-3
illumination (lux)	220	180	1
measured visibility range (cm)	292	291	170
estimated visibility range (cm)	292	291	171
measured-estimated(cm)	0	0	-1

### 3. 결론

강의실의 크기와 조도를 설계할 때 참고할만한 사항을 제시하였다.

본 논문에서는 약 120명의 학생들을 대상으로 3가지 글자 크기와 3가지 조도에 대해서 정확히 보이는 거리, 즉 가지거리를 측정하였다.

측정하지 않은 조도에 대한 가지거리를 예상하기 위해 3가지 글자 크기에 대해서 각각 함수를 만들었다. 독립변수인 조도가 많이 변해도 가지거리는 조금밖에 변하지 않으므로 분수함수로 예상했다. 분수 함수에는 3개의 값들-k,m,n-을 정해야 하는데 2개의 값들-m,n-을 바꾸어 가면서 3개의 k값의 분산이 최소가 되는 값들로서 정했다.

분수 함수에서 3개의 값들-k,m,n-이 있다. 그 중 n은 글자 크기와 정의 상관 관계 즉 글자 크기가 커짐에 따라 n이 커지는 관계가 있다. 그러나, k와 m은 뚜렷한 관계를 알 수 없었다. 이에 대해서 추가 연구가 필요한 것으로 생각된다.

측정한 가지거리들과 분수함수로서 예상한 가지거리들의 값들의 차이가 작으므로 분수함수들이 잘 만들어졌음을 보였다.

향후, 시력들에 의한 가지거리 조사도 연구되어야 할 것으로 생각된다.

### References

- [1] In-Ho Choi, Hong-nam Ryu, "A Study on The Effects of Emotional Lighting in Public School", KIIEE Annual Spring Conference, pp. 134-139, May, 2012.
- [2] Jin-Goo Kim, Dong-Jo Kim, Hoon Kim "An Investigation & Improvement of Illumination for Analysis Relation between Classroom, Illumination and Variation of Student's Eyesight ", KIIEE Annual Autumn Conference, pp. 145-153, November, 2003.
- [3] Yong-Sik Shim, Hong-Kyu Choi, Seung-Won Park, Beom-Gwan Seo, Myung-Hwan Lim, Hye-Yong Shin, "Improvement of Lecture Room Light by Pattern Search Method" KIIEE Annual Autumn Conference, pp. 89-92, October, 2008.
- [4] Tae-Hyun Kim, "Measurement and Forecast of the Visibility Range according to Illuminance and Character sizes" Journal of The Korean Academia-Industrial cooperation Society, Vol 15, No 1, pp. 425-429, January, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.1.425ud>

김 태 현(Tae-Hyun Kim)

[증신회원]



- 1986년 2월 : 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업 (전기공학 학사)
- 1988년 2월 : 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업 (전기공학 석사)
- 1999년 2월 : 서울대학교 공과대학 전기공학부 졸업 (전기공학 박사)
- 2000년 3월 ~ 2003년 2월 : 목포대학교 공과대학 전기제어공학부 교수

- 2003년 3월 ~ 현재 : 명지전문대 공학정보학부 전기과 교수

<관심분야>

가시거리, 전력경제, 전기경제