

## 아이트래킹 데이터를 활용한 한글 글꼴 가독성 분석: Saccade Main Sequence를 중심으로

옥 준 영<sup>1</sup> · 이 석 재<sup>2</sup> · 정 인 옥<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 컴퓨터학부 석사과정

<sup>2</sup>대구보건대학교 방사선학과 교수

<sup>3\*</sup>경북대학교 컴퓨터학부 교수

## Analyzing Korean Font Readability Using Eye Tracking Data: Focusing on Saccade Main Sequence

Junyoung Ok<sup>1</sup> · Seokjae Lee<sup>2</sup> · Inuk Jung<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Master's Course, School of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Professor, Department of Radiologic Technology, Daegu Health College, Daegu 41453, Korea

<sup>3\*</sup>Professor, School of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

### [요 약]

본 논문은 한글 글꼴의 가독성을 과학적으로 분석하기 위해 아이트래킹 데이터를 활용한 방법론을 제안한다. 한글 세리프체와 산세리프체의 가독성을 중심으로 궁서체, 바탕체, 굴림체, 돋움체 네 가지 글꼴에 대한 실험을 수행하였다. 아이트래킹 데이터를 통해 동공 움직임 중 시간, 진폭 및 속도간의 상관관계를 나타내는 saccade main sequence 와 saccade(단속운동 횟수)를 분석하여, 글꼴 유형에 따른 가독성 차이를 측정하였으며, 피어슨 상관 계수 분석을 통해 각 변수 간의 상관관계를 분석하였고, 네 가지 메트릭을 종합하여 분석한 결과 궁서체가 가장 우수한 성능을 보였다. 본 논문의 결과는 한글 글꼴의 가독성에 대한 이해를 깊게 하며, 글꼴 설계 및 선택에 있어 중요한 기준을 제공한다.

### [Abstract]

This paper proposes a methodology using eye-tracking data to scientifically analyze the readability of Korean fonts. Experiments were conducted on four fonts, Gungseo, Batang, Gulim, and Dotum, focusing on the readability of Korean serif and sans serif fonts. Through eye-tracking data, we analyzed saccade main sequence and saccade (number of saccades) that represent the correlation between time, amplitude, and speed during pupil movement, to measure the difference in readability by font type. Furthermore, Pearson correlation coefficient analysis was performed to analyze the correlation between each variable. Gungseo showed the best performance when the four metrics were combined. The results of this study deepen our understanding of the readability of Korean fonts and provide important criteria for font design and selection.

**색인어** : 가독성, 단속운동, 세리프, 산세리프, 아이트래킹

**Keyword** : Readability, Saccade, Serif, Sans-Serif, Eye Tracking

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.1.239>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Received** 17 November 2023; **Revised** 22 November 2023

**Accepted** 14 December 2023

**\*Corresponding Author; Inuk Jung**

**Tel:** +82-53-950-5552

**E-mail:** inukjung@knu.ac.kr

## I. 서론

글자의 가독성은 시각 정보 전달의 중심 역할을 하며, 다양한 글꼴의 표현이 이를 극대화하는 방법 중 하나이다. 한글은 세리프체와 산세리프체 등의 다양한 형태로 표현될 수 있으며, 이러한 글꼴 차이가 사용자의 가독성과 인식에 어떠한 영향을 미치는지는 지속적인 관심 사항[1],[2]이다. 세리프체와 산세리프체는 그 중에서도 가장 널리 쓰이는 두 가지 글꼴 유형으로 그들 간의 가독성에 대한 연구[3],[4]는 많이 이루어져 왔다.

그러나 대부분의 연구는 서양 언어에 초점을 맞추고 있어, 한글에 대한 연구는 상대적으로 부족하다. 이러한 맥락에서 본 논문에서는 네 가지 다른 한글 글꼴인 궁서체, 바탕체(세리프체)와 굴림체, 돋움체(산세리프체)의 가독성을 과학적으로 분석하고자 한다. 아이트래커를 사용하여 세리프체와 산세리프체 간의 가독성 차이를 실험적으로 비교하며, saccade main sequence 데이터를 중심으로 글꼴의 가독성과 눈의 움직임 사이의 복잡한 상호 작용을 탐구한다

### 1-1 아이트래킹 데이터

아이트래킹은 눈의 움직임을 정밀하게 추적하고 분석하는 기술로 사용자의 주의와 관심을 나타내는 중요한 측정 도구이다. 이 기술은 눈동자의 위치와 움직임을 연속적으로 측정하여 시각 정보 처리의 다양한 측면을 이해하는 데 사용된다. 아이트래킹 데이터는 주로 고정(fixation)과 단속운동(saccade)으로 분류된다. 고정은 해당 부분에 대한 주의 깊은 처리를 나타내며, 단속운동은 주로 정보를 검색하거나 스캔하는 동안 발생한다. 아이트래킹은 행동 과학 연구를 용이하게 하며[5], 심리학, 인지과학, 인터페이스 설계 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 그림 1은 고정과 단속운동의 예시를 보여준다.

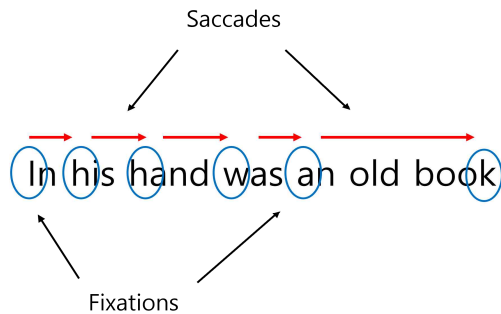


그림 1. 고정과 단속운동 예시  
Fig. 1. Examples of fixation and saccade

### 1-2 Saccade 및 Main sequence

Saccade[6]는 시선의 중심을 시야의 한 부분에서 다른 부분으로 이동시키는 빠르고 복잡한 안구 운동이며, 인간이

생성 할 수 있는 가장 빠른 움직임이다. 일반적으로 30~80ms 가 소요된다. Saccade main sequence[7]는 별의 밝기와 온도 사이의 관계인 천문학의 ‘Main sequence’와 유사한 개념이다. 정상적인 눈동자 움직임의 측정과 분석에 사용되며, 눈동자 움직임의 생성과 제어에 관한 여러 가설을 상호 연결 하는데 이용된다.

Saccade main sequence는 눈동자 움직임의 과학에서 중요한 개념으로, 단속운동의 지속시간(duration), 진폭(amplitude), 최고속도(peak velocity)간의 관계를 설명한다. 별의 밝기와 온도 사이의 main sequence와 유사한 패턴을 보이며, 눈의 움직임을 연구하고 분석하는 데 있어 강력한 도구로 작용하고 있다.

그러나 국내에는 이를 활용한 연구 사례가 없어 한글 가독성 연구에서 아이트래커와 saccade main sequence의 유용성이 크게 제한되었다는 것을 알 수 있다. 이러한 배경 아래, 본 논문에서는 saccade main sequence를 중심으로 한글 글꼴의 가독성을 상세히 분석하고자 한다.

## II. 관련 연구

Jia[8]는 자동화된 뉴스와 사람이 작성한 뉴스의 읽기 차이를 연구하였고, 자동화된 뉴스와 사람이 작성한 뉴스를 읽을 때, 고정 및 단속운동의 지속시간, 길이(진폭), 속도를 기준으로 눈동자의 움직임에서 중요한 차이를 발견하였고, 사람이 직접 작성한 뉴스가 자동화된 뉴스보다 가독성이 훨씬 좋은 것으로 나타났다. 이 연구는 가독성 및 읽기 차이를 이해하는 데 중요한 통찰을 제공한다.

Di Stasi[9]의 연구에서는 정신적 작업 부하의 실시간 평가를 위한 방법을 탐색하였다. 이 연구는 saccade main sequence를 정신적 작업 부하의 측정 지표로 사용하였으며, 이를 통해 정신적 업무량 평가의 신뢰성을 입증하였다. 결과는 saccade main sequence가 인지 처리와 정신적 작업량 변화에 어떻게 반응하는지를 이해하는데 훌륭한 통찰력을 제공하며, 이는 작업 부하 및 주의 상태 평가의 새로운 진단 도구로서 잠재력을 보여준다.

Gibaldi[10]의 연구는 main sequence의 saccade 움직임의 복잡한 특성을 정밀하게 이해하고 분석하는 과정을 철저히 설명하고 있다. 이 연구는 신경학, 인지 능력 평가, 발달 심리학과 같은 다양한 분야에서 main sequence 분석의 중요성과 활용 가능성을 강조하며, 새로운 방법론을 제시한다. Gibaldi의 이런 접근은 main sequence 분석의 적용 범위를 확장하고, 보다 광범위한 응용이 가능하게 함으로써, 이 분야의 연구에 중요한 기여를 하고 있다.

Minakata[11]는 글꼴과 너비가 안구 운동에 미치는 영향을 조사하였으며, 이를 위해 단속운동 속도(velocity), 고정, 그리고 단속운동의 지속시간을 고려하였다. 결과적으로, Ultra

Condensed 글꼴은 다른 글꼴에 비해 더 적은 고정과 단속운동을 나타내었으며, 이러한 결과는 가독성에 유의한 영향을 미칠 수 있다고 밝혔다. 글자 폭의 변화는 공간 절약의 효과를 가져왔지만, 읽기 시간에는 크게 영향을 미치지 않았다는 결론을 내렸다. 이러한 연구 결과는 디지털과 인쇄 매체에서 글꼴 선택의 중요성을 강조하는데 기여한다.

Katona[12]는 Language-Integrated-Query (LINQ) 추상화 계층의 두 가지 서로 다른 구문을 분석하기 위해 아이트래커를 활용하였다. 이 연구에서는 단속운동 지속시간과 단속운동 진폭을 통해 프로그래밍 코드의 전반적인 가독성과 이해도를 분석하였으며, 보다 복잡한 부분을 상세히 탐색하였다. 이를 통해 개인의 인지 과정 연구와 효과적인 커리큘럼 개발에 중요한 기여를 하였다.

Källmark[13]는 노인의 독서 능력에 대한 연구를 수행하였으며, Tobii Eye Tracker를 사용하여 다양한 동공 움직임을 측정하였다. 이 연구는 독서 능력의 평가에 유용한 정보를 제공하며, Tobii Eye Tracker가 임상 환경에서 읽기 성능 평가에 적합함을 입증하였다.

그리고 선행 연구[14],[15]에서는 가독성을 분석 할 때 saccade의 변수 중 길이(진폭)만을 고려하여 가독성을 평가하였다. 그러나 이러한 접근법은 saccade의 세 가지 핵심 변수(시간, 진폭, 속도)를 모두 고려하지 않기 때문에 가독성에 대한 전반적인 평가를 얻기에는 정확하지 않을 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이 세 가지 변수를 모두 통합하여 분석하였으며, 이를 통해 한글 글꼴의 가독성에 대한 보다 정확하고 포괄적인 이해를 도출하고자 한다.

### III. 연구 방법 및 실험 절차

본 논문에서는 한글 세리프체와 산세리프체의 가독성을 비교하기 위하여 아이트래킹 실험을 수행하였다. 실험 참가자들은 세리프체(궁서체,바탕체)와 산세리프체(굴림체, 돋움체)의 글꼴로 제시된 한글 텍스트를 읽었으며, 이 과정에서 아이트래킹 장치를 통해 눈동자 움직임을 측정하였다. 총 30명의 실험자를 대상으로 아이트래킹 실험을 수행하였으며 saccade main sequence(시간, 진폭, 속도)와 추가적으로 number of saccades(단속운동 횟수)를 분석하여 글꼴 유형에 따른 가독성 차이를 분석하였다.

단속운동 지속시간은 독자의 눈이 텍스트의 한 지점에서 다른 지점으로 이동하는 시간을 나타낸다. 이 변수는 아이트래킹 데이터로부터 수집되며, 각각의 단속운동 동안 얼마나 오랜 시간 눈이 이동하는지 분석한다. 단속운동 지속시간은 글꼴과 단어 사이의 복잡성과 관련[16]있으며 이는 가독성과 연관된다.

단속운동 진폭은 눈의 이동 범위 또는 거리를 나타낸다. 즉 한 saccade 동안 눈이 얼마나 멀리 이동하는지를 측정한다.

복잡한 텍스트 또는 어려운 글꼴은 진폭을 증가[12]시킬 수 있다.

단속운동 최고속도는 눈이 한 지점에서 다른 지점으로 이동하는 동안 도달하는 최고 속도를 나타낸다. 이는 단속운동의 강도와 빠르기를 평가하며, 글꼴이나 배치가 복잡할수록 이 값은 증가할 수 있으며, 읽기 효율성에 영향을 줄 수 있다.

단속운동 횟수(number of saccades)는 특정 텍스트를 읽는 동안의 발생 횟수이다. 높은 단속운동 횟수는 텍스트의 이해도가 낮거나 글꼴이 읽기 어려울 때[11] 나타날 수 있으며, 이는 전체적인 읽기 경험과 가독성에 영향을 미칠 수 있다.

### 3-1 실험 방법과 데이터

본 실험의 참가자로는 한글이 모국어인 성인 남녀 30명(남:13명, 여:17명)을 선정하였다. 이들 참가자의 평균 연령은 29.2세(±7.4)로, 한글 읽기에 전혀 문제가 없는 집단이며, 모든 참가자들은 참여 전 생명윤리심의위원회(IRB)의 승인을 받은 동의서를 작성하였다. 실험은 조용하고 통제된 회의실에서 한명씩 진행되었으며, 참가자들에게는 자연스럽게 읽도록 지시하였다. 측정 장비는 Remote type eye tracker인 Tobii pro nano를 사용하여 참가자들이 세리프체와 산세리프체로 작성된 한글 텍스트를 읽는 과정에서의 아이트래킹 데이터를 측정하였다.

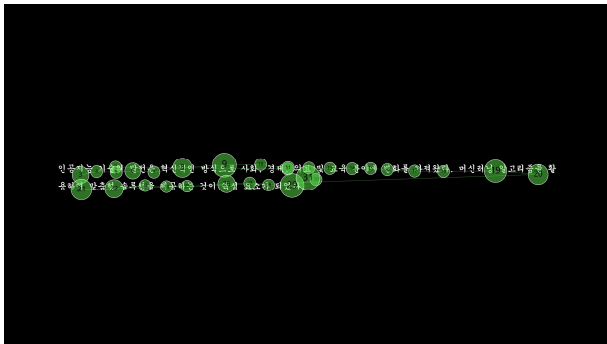
표 1. Tobii Pro Nano 사양  
Table 1. Tobii Pro Nano specification

Tobii Pro Nano	
Dimensions (L × H × W) cm / inch	17 × 1.8 × 1.3 (6.69 × 0.71 × 0.51)
Sampling frequency	60Hz
Precision	0.10° RMS at optimal conditions
Accuracy	0.3° at optimal conditions
Blink recovery time	250 ms



사용된 글꼴 자극은 선행 연구[2]를 참고하여 굴림체, 궁서체, 돋움체, 바탕체를 선정하였다. 각 글꼴별로 3개씩 총 12개의 문단을 사용하였으며, 이 문단들은 동일한 수준의 난이도로 구성되었다. 이를 생성하는 데에는 ChatGPT-4를 활용하였다. 모든 글꼴의 간격, 크기, 색상은 통일하여 설정하였고, 글꼴의 색상은 흰색 배경색은 검정색으로 지정하였다. 글꼴의 크기는 가독성이 높은 것으로 알려진 14포인트[4]로 설정하였다.

이렇게 동일한 조건 하에서 글꼴만의 차이가 어떻게 가독성에 영향을 미치는지 실험적으로 살펴보았다. 표 1은 Tobii Pro Nano의 사양, 그림 2는 글꼴 자극 예시를 보여준다.



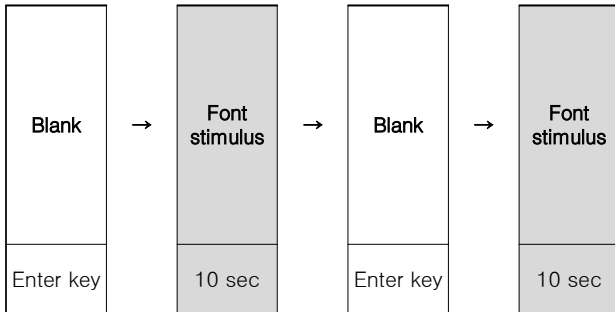
\*This paper is a study to evaluate the readability of Korea font, and Fig. 2 is the stimulus used in the actual eye-tracking experiment, so English cannot be substituted.

그림 2. 글꼴 자극 예시(궁서)  
Fig. 2. Font stimulus example (Gungsoh)

3-2 실험 절차

- 1) 참가자는 굴림체(gi), 궁서체(gs), 돋움체(dw), 바탕체(bt) 글꼴로 작성된 문단을 3번씩, 총 12번 읽게 된다.
- 2) 같은 글꼴의 문단을 연속으로 3번 읽는 것이 아닌, 굴림체, 궁서체, 돋움체, 바탕체가 랜덤으로 제시된다.
- 3) 각 글꼴의 문단을 읽는 제한 시간은 10초로 설정한다.
- 4) 자극과 자극 사이에는 공백(blank)을 추가하여 참가자가 휴식을 취하거나 이전 자극에서 눈을 분리 할 수 있도록 한다. 표 2는 실험 절차 예시를 보여준다.

표 2. 실험 절차 예시  
Table 2. Example of experimental procedures



IV. 결과 및 분석

아이트래킹 데이터 분석에 앞서 참가자들의 아이트래킹 데이터가 정확하게 레코딩 되었는지를 확인하기 위해 분석 소프트웨어인 Tobii pro lab을 통해 gaze samples을 검토하였다. 그 결과 평균 gaze samples 비율이 94%로 데이터 손실률이 매우 낮았음을 확인할 수 있었다. 또한, calibration validation 확인 결과 평균 정확도(< 0.8) 및 평균 정밀도(< 0.5)는 이상적인 수치[17]를 충족하였음을 확인하였다.

4-1 단속운동 지속시간

참가자들이 각 글꼴 자극을 읽었을 때의 단속운동 지속시간을 분석한 결과, 평균 지속시간은 38.04ms였다. 지속시간이 짧은 글꼴부터 순서대로 나열하면 돋움체(37.14 ms) < 궁서체(37.46ms) < 바탕체(38.64ms) < 굴림체(38.90ms) 순이었다. 단속운동 지속시간에 대한 차이를 분석하기 위해 반복측정 분산분석(repeated measures anova)을 수행하였고, 분석 결과 글꼴이 단속운동 지속시간에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤음을 확인하였다(F(3,87)= 5.17, p < .01). 그림 3은 글꼴 자극에 의한 단속운동 지속시간을 나타낸다.

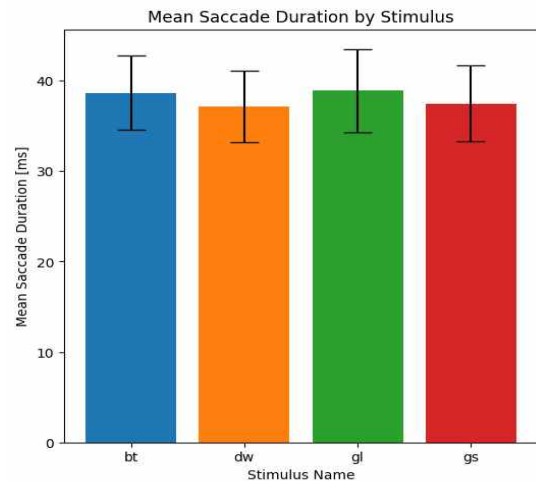


그림 3. 단속운동 지속시간  
Fig. 3. Saccade duration

4-2 단속운동 진폭

참가자들이 각 글꼴 자극을 읽었을 때의 단속운동 진폭을 분석한 결과, 평균 진폭은 2.49°였다. 진폭이 짧은 글꼴부터 순서대로 나열하면 궁서체(2.4°) < 돋움체(2.42°) < 굴림체(2.56°) < 바탕체(2.58°) 순이었다. 단속운동 진폭에 대한 차이를 분석하기 위해 반복측정 분산분석을 수행하였고, 분석

결과 글꼴이 단속운동 진폭에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤음을 확인하였다( $F(3,87)=3.96, p = .01$ ). 그림 4는 글꼴 자극에 의한 단속운동 진폭을 나타낸다.

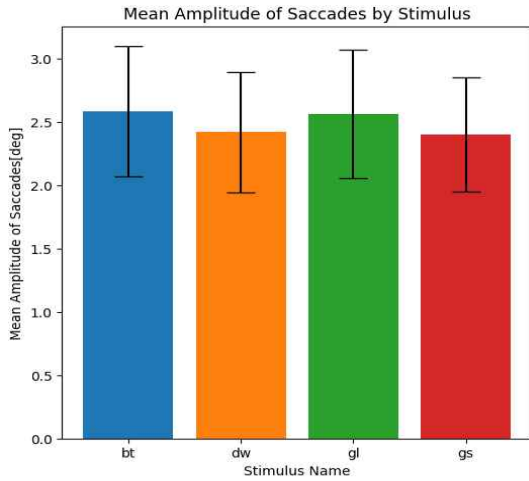


그림 4. 단속운동 진폭  
Fig. 4. Amplitude of saccade

#### 4-3 단속운동 최고속도

참가자들이 각 글꼴 자극을 읽었을 때의 단속운동 최고속도를 분석한 결과, 평균 최고속도는 84.17°/s였다. 최고속도가 낮은 글꼴부터 순서대로 나열하면 궁서체(81.10°/s) < 돋움체(82.39°/s) < 바탕체(86.16°/s) < 굴림체(87.05°/s) 순이었다. 단속운동 최고속도에 대한 차이를 분석하기 위해 반복 측정 분산분석을 수행하였고, 분석 결과 글꼴이 단속운동 최고속도에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤음을 확인하였다( $F(3,87)=3.08, p < .05$ ). 그림 5는 글꼴 자극에 의한 단속운동 최고속도를 나타낸다.

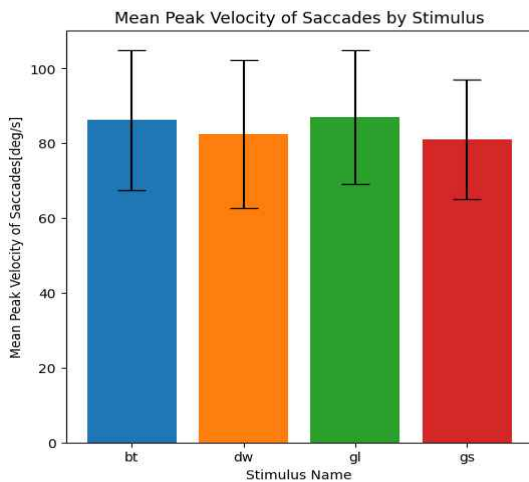


그림 5. 단속운동 최고속도  
Fig. 5. Peak velocity of saccade

#### 4-4 단속운동 횟수

참가자들이 각 글꼴 자극을 읽었을 때의 단속운동 횟수를 분석한 결과, 평균 횟수는 25.55회였다. 횟수가 낮은 글꼴부터 나열하면 궁서체(24.80회) < 바탕체(25.38회) < 굴림체(25.98회) < 돋움체(26.04회) 순이었다. 단속운동 횟수에 대한 차이를 분석하기 위해 반복 측정 분산분석을 수행하였고, 분석 결과 글꼴이 단속운동 횟수에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤음을 확인하였다( $F(3,87)=3.46, p < .05$ ). 그림 6은 글꼴 자극에 의한 단속운동 횟수를 나타낸다.

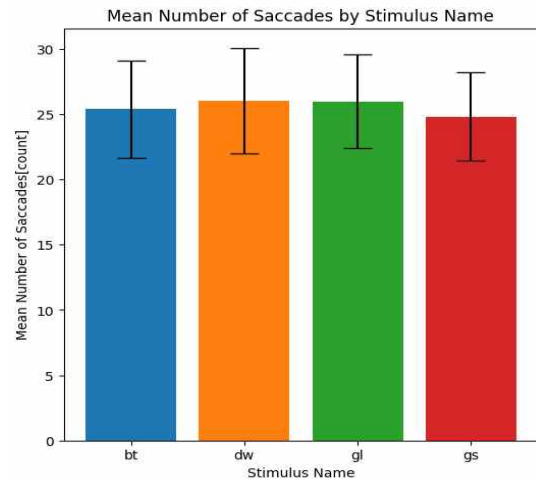


그림 6. 단속운동 횟수  
Fig. 6. Number of saccade

#### 4-5 단속운동 상관분석(saccade correlation analysis)

각 변수들 간의 상관관계를 파악하기 위하여 피어슨 상관 계수(Pearson's correlation coefficient) 분석을 사용하였다. 분석 결과, main sequence의 세 변수는 모두 양의 상관관계를 나타내었다. 특히 모든 글꼴에서 amplitude와 peak velocity 간에는 매우 강한 양의 상관관계가 확인되었다. 이는 단속운동의 큰 진폭이 더 빠른 속도를 가지는 것을 보여준다. 그리고 main sequence와 count 간에는 매우 약한 양과 음의 상관관계가 관찰되었고, 이러한 결과는 단속운동의 움직임이 길거나 크더라도 반드시 더 많은 횟수가 발생하지 않는다는 것을 보여준다. 표 3은 각 변수들간의 상관관계를 분석한 결과를 나타내고, 그림 7은 각 변수들의 상관도 행렬을 보여준다.

### V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 saccade main sequence(시간, 진폭, 속도)와 number of saccades(횟수) 총 네 가지 메트릭을 사용

표 3. 단속운동 피어슨 상관계수

Table 3. Saccade Pearson's correlation coefficient (r)

Font	Duration and amplitude(r)	Duration and peak velocity(r)	Amplitude and peak velocity(r)	Duration and count(r)	Amplitude and count(r)	Peak velocity and count(r)
Batang(bt)	0.63	0.53	0.94	0.23	-0.04	-0.22
Dotum(dw)	0.41	0.35	0.94	0.20	-0.11	-0.19
Gulim(gl)	0.61	0.51	0.95	0.25	0.17	0.07
Gungsuh(gs)	0.62	0.46	0.90	0.40	-0.12	-0.23

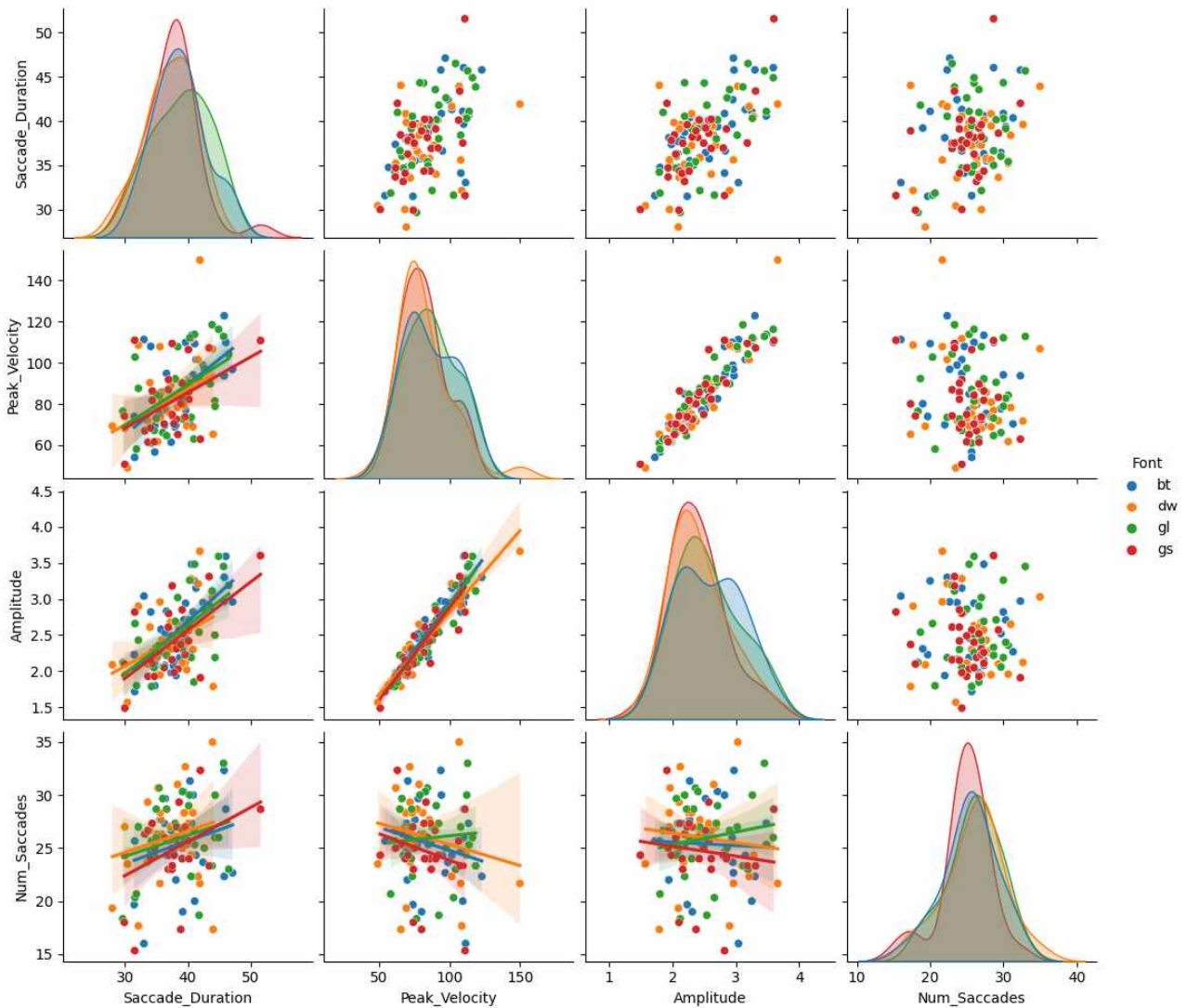


그림 7. 단속운동 변수들의 상관도 행렬

Fig. 7. Correlation matrix between saccade variables

하여 한글 글꼴의 가독성을 분석하였다. 네 가지 메트릭을 기준으로 가장 가독성이 좋은 글꼴은 ‘궁서체’였다. 그 다음으로는 돋움체, 바탕체, 굴림체 순이다. 결과적으로, 궁서체가 다른 폰트들에 비해 saccade 측면에서 우수한 성능을 보였다. 특히 궁서체는 같은 폰트 크기에 비해 글꼴의 굵기가 두껍

다는 특징이 있어, 이러한 문자의 굵기 특성이 saccade에 긍정적인 영향을 주었음을 시사한다. 이러한 결과는 선행연구[18]에서 제시된 굵기가 두꺼운 글자가 일반 굵기의 글자보다 더 잘 읽힌다는 주장을 지지하며, 한글에서도 동일한 경향이 나타난 것을 확인할 수 있었다. 이 같은 결과는 글꼴 디자인이

읽기의 눈 움직임에 미치는 영향을 이해하는 데 중요한 정보를 제공하며, UI/UX 및 타이포그래피 분야에서 폰트 선택과 적용에 있어서 고려되어야 할 중요한 요소로 볼 수 있다.

본 논문은 한글의 가독성을 평가하는 첫 단계에 불과하다. 향후 연구에서는 고정 시간, 고정 지점, 동공 크기 변화 등 다양한 아이트래킹 메트릭을 포함하여 한글의 가독성을 보다 종합적으로 분석할 예정이다. 더불어, 안경형 아이트래커를 이용해 인쇄물에서의 가독성 평가도 진행할 계획이다.

## 감사의 글

본 논문(저서)은 교육부 및 한국연구재단의 4단계 BK21 사업 (경북대학교 컴퓨터학부 지능융합 소프트웨어 교육연구단)으로 지원된 연구임 (4199990214394)

## 참고문헌

- [1] Y.-R. Shim, H.-S. Nam, S.-M. Lee, and S.-E. Lee, "The Effect of Korean Typeface on Readability - An Interdisciplinary Study with EEG, Eye-Tracking, and Behavioral Analysis," in *Proceedings of Human Computer Interaction Korea (HCIK 2019)*, Jeju, pp. 785-794, February 2019.
- [2] M. Kim, S. Park, S. An, M. Choi, and M. Yoon, "Legibility Difference between Paper-Printed and VDT Environments by Comparing Four Korean Fonts," in *Proceedings of the Spring Conference of the Ergonomics Society of Korea*, Jeju, pp. 416-427, April 2015.
- [3] J. T. E. Richardson, *The Legibility of Serif and Sans Serif Typefaces: Reading from Paper and Reading from Screens*, Cham, Switzerland: Springer, 2022.
- [4] M. Bernard, C. H. Liao, and M. Mills, "The Effects of Font Type and Size on the Legibility and Reading Time of Online Text by Older Adults," in *Proceedings of CHI'01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '01)*, Seattle: WA, pp. 175-176, March-April 2001. <https://doi.org/10.1145/634067.634173>
- [5] D. P. Munoz, I. Armstrong, and B. Coe, Using Eye Movements to Probe Development and Dysfunction, in *Eye Movements: A Window on Mind and Brain*, Oxford, UK: Elsevier, ch. 5, pp. 99-124, 2007.
- [6] K. Holmqvist, M. Nyström, R. Andersson, R. Dewhurst, H. Jarodzka, and J. Van de Weijer, *Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*, Oxford, UK: OUP Oxford, 2011.
- [7] A. T. Bahill, M. R. Clark, and L. Stark, "The Main Sequence, a Tool for Studying Human Eye Movements," *Mathematical Biosciences*, Vol. 24, No. 3-4, pp. 191-204, 1975. [https://doi.org/10.1016/0025-5564\(75\)90075-9](https://doi.org/10.1016/0025-5564(75)90075-9)
- [8] C. Jia and J. Gwizdka, "An Eye-Tracking Study of Differences in Reading between Automated and Human-Written News," in *Proceedings of the NeuroIS Retreat 2020*, Online, pp. 100-110, June 2020. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-60073-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60073-0_12)
- [9] L. L. Di Stasi, R. Renner, P. Staehr, J. R. Helmert, B. M. Velichkovsky, J. J. Cañas, ... and S. Pannasch, "Saccadic Peak Velocity Sensitivity to Variations in Mental Workload," *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, Vol. 81, No. 4, pp. 413-417, April 2010. <https://doi.org/10.3357/ASEM.2579.2010>
- [10] A. Gibaldi and S. P. Sabatini, "The Saccade Main Sequence Revised: A Fast and Repeatable Tool for Oculomotor Analysis," *Behavior Research Methods*, Vol. 53, No. 1, pp. 167-187, February 2021. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01388-2>
- [11] K. Minakata and S. Beier, "The Effect of Font Width on Eye Movements during Reading," *Applied Ergonomics*, Vol. 97, 103523, November 2021. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103523>
- [12] J. Katona, "Analyse the Readability of LINQ Code Using an Eye-Tracking-Based Evaluation," *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 18, No. 1, pp. 193-215, 2021. <https://doi.org/10.12700/APH.18.1.2021.1.12>
- [13] F. P. Källmark, A. Kvanta, G. Öqvist, and R. Brautaset, "Increased Visual Acuity will not Necessarily Equal an Increased Reading Ability in Patients with Subfoveal Neovascular Macular Degeneration," *International Journal of Clinical Medicine*, Vol. 2, No. 4, pp. 404-410, September 2011. <https://doi.org/10.4236/ijcm.2011.24068>
- [14] J. Kobayashi, T. Sekiguchi, E. Shinbori, and T. Kawashima, "Stepped-Line Text Layout with Phrased Segmentation for Readability Improvement of Japanese Electronic Text," in *Proceedings of IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*, Miami: FL, pp. 553-558, December 2015. <https://doi.org/10.1109/ISM.2015.87>
- [15] J. Screws, Quantitative Analysis of Font Type's Effect on Reading Comprehension, Clemson University, Clemson: SC, 2016.
- [16] J. Katona, A. Kovari, I. Heldal, C. Costescu, A. Rosan, R. Demeter, ... and T. Stefanut, "Using Eye- Tracking to Examine Query Syntax and Method Syntax Comprehension in LINQ," in *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, Mariehamn, Finland,

pp. 437-444, September 2020. <https://doi.org/10.1109/CogInfoCom50765.2020.9237910>

- [17] Tobii, How are the Calibration Values Calculated in Tobii Pro Lab (2023. 2. 27. Knowledge Article) [Internet]. Available: [https://connect.tobii.com/s/article/How-are-the-calibration-values-calculated-in-Pro-Lab?language=en\\_US](https://connect.tobii.com/s/article/How-are-the-calibration-values-calculated-in-Pro-Lab?language=en_US)
- [18] S. Beier, and C. A. T. Oderkerk, "Smaller Visual Angles Show Greater Benefit of Letter Boldness than Larger Visual Angles," *Acta Psychologica*, Vol. 199, 102904, August 2019. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.102904>

### 옥준영 (Junyoung Ok)



2019년 : 계명대학교 컴퓨터공학부  
(공학사)

2020년~현 재: 라이프케어산업기술원 선임연구원  
2022년~현 재: 경북대학교 컴퓨터학부(석사과정)  
※ 관심분야 : 기계학습(Machine Learning), 아이트래킹(Eye Tracking), HCI(Human Computer Interaction)

### 이석재 (Seokjae Lee)



1990년 : 경북대학교 공과대학 전기공학  
학과(공학사)

1992년 : 경북대학교 대학원 전기공학과  
(공학석사)

2008년 : 충남대학교 대학원 전자공학과  
(공학박사)

1992년~2011년: 국방과학연구소  
2012년~현 재: 대구보건대학교 방사선학과  
※ 관심분야 : 전자기파기반 센서(Electromagnetic wave-based Sensor), 로봇제어(Robot control), 디지털 헬스케어(Digital Healthcare)

### 정인욱 (Inuk Jung)



2005년 : Canterbury University,  
Computer Science (공학사)

2007년 : 연세대학교, 컴퓨터과학과  
(공학석사)

2017년 : 서울대학교, 협동과정 생물정보학  
(이학박사)

2007년~2011년: LG전자 이동통신기술연구소  
2019년~현 재: 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부 교수  
※ 관심분야 : 기계학습(Machine Learning), 데이터마이닝  
(Data mining), 생물정보학(Bioinformatics)