

## 글씨쓰기 명료도 평가의 정량적 영상처리 분석

김은빈<sup>1</sup>, 이초희<sup>2</sup>, 김은영<sup>2</sup>, 이연석<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>순천향대학교 의료IT공학과, <sup>2</sup>순천향대학교 작업치료학과

### Quantitative image processing analysis for handwriting legibility evaluation

Eun-Bin Kim<sup>1</sup>, Cho-Hee Lee<sup>2</sup>, Eun-Young Kim<sup>2</sup>, OnSeok Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

<sup>2</sup>Department of Occupational Therapy, Soonchunhyang University

**요약** 선수능력의 발달 미흡과 신경학적 손상으로 인해 나타나는 쓰기 장애는 의미전달의 혼동을 줄 수 있고 가독성이 떨어지며 학습, 사회정서 문제 유발 가능성이 높다. 이에 문제 파악과 적시 개입을 위한 평가가 요구되고 있지만 임상에서는 수기에 의한 채점 방식을 채택하며 주관적인 평가에 따른 오류 가능성이 발생한다. 본 연구는 성인의 오프라인 필기체 문자를 영상처리를 통해 글자의 크기비율, 위치를 데이터화 하고 정량화 하며 수기 채점방식과의 비교, 분석을 통해 보다 객관적이고 정확하게 쓰기 수행을 평가하고자 하였다. 2018년 11월 12일부터 16일까지 신경학적 손상이 없는 성인 20명을 채택하여 10단어, 2 문장 자극을 평소 쓰기 습관을 유지한 후 연필을 사용해 따라 쓰며 쓰기 검사 데이터를 수집하였다. 본 연구에서 개발한 글씨 측정 알고리즘 결과 단어의 높이가 폭에 비해 1.2배 정도 크고 왼쪽 아래로 치우치는 경향을 보였으며 평균 9mm의 간격을 두고 띄어 썼다. Paired T test를 통한 수기와 본 시스템의 분석 결과, 단어 검사와 문장 2의 검사는 고도의 상관관계를 보여 추후 검사 도구로서의 가능성을 보였다. 본 연구는 성인의 오프라인 필기체 문자를 영상처리를 통해 보다 객관적이고 정확하게 쓰기 수행을 평가하였으며 수행 기준을 위한 예비 자료를 제공하였다. 향후 다양한 연령대의 쓰기 진단의 기초 자료로 제시될 수 있으며 아동의 경우 쓰기 장애 개입에 깊이 있게 활용될 수 있을 것이다.

**Abstract** Although evaluation of writing disabilities identification and timely intervention are required, clinicians adopt a manual scoring method and there is a possibility of error due to subjective evaluation. In this study, the size ratio and position of letters are digitized and quantified through image processing of offline handwritten characters. We tried to evaluate objectively and accurately the performance of writing through comparison with existing methods. From November 12th to 16th, 2018, 20 adults without neurological injury were selected. They used a pencil to follow the 10 words, 2 sentence stimuli after keeping the usual habit, and we collected the writing test data. The results showed that the height of the word was 1.2 times larger than the width and it tilted to the lower left. The spacing interval was 9mm on average. In the Paired T test, a high correlation was showed between our system and existing methods in the word and sentence 2. This demonstrated the possibility as a testing tool. This study evaluated objectively and precisely writing performance of offline handwritten characters through image processing and provided preliminary data for performance standards. In the future, it can be suggested as a basic data on writing diagnosis of various ages.

**Keywords** : Digital Image Processing, Offline Handwriting, Hangeul Writing Evaluation System, Handwriting Analysis, Handwriting Evaluation Criteria

본 논문은 2017년 순천향대학교 이공계열 학진등재지 논문게재료 지원사업의 학술연구비와 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(No.2017R1C1B15018118).

\*Corresponding Author : OnSeok Lee(Soonchunhyang Univ).

email: leeos@sch.ac.kr

Received April 23, 2019

Accepted July 5, 2019

Revised May 30, 2019

Published July 31, 2019

## 1. 서론

최근 인터넷과 모바일을 이용한 의사소통으로 손으로 쓰는 글씨보다 자판에 익숙해지며 글을 읽고 내용을 파악하거나 쓰기의 가독성이 떨어지는 문제가 크지만 사회적 관심은 크지 않다. 글씨쓰기는 의사소통의 표현 수단으로 명료한 글씨쓰기는 글쓴이 의도를 분명하게 전달하게 해준다. 글씨 쓰기는 글씨를 가시화 하는 것으로 감각처리, 인지, 운동실행이 결합된 과정이다[1]. 글씨쓰기에서 글씨 형태로 산출될 언어는 시각적으로 제시되기도 하고 (따라 쓰기), 심상으로 떠오르기도 하고(글짓기), 청각적으로 입력되기도 한다(받아쓰기). 과제에 따라 글자 표시가 생성되는 방식은 다를 수 있지만 글씨쓰기 산물은 시각적 속성을 갖는 글자이다. 글씨쓰기의 필수 조건은 글자의 정확한 시각적 표시이기 때문에 지각 처리 능력이 기본이 된다. 정확한 글자를 생각할 수 있다고 하더라도 글씨를 쓰는 움직임에 문제가 있다면 글을 명료하게 쓸 수 없다. 따라서 글씨쓰기는 감각, 지각, 인지 처리와 운동 계획 및 실행이 통합적으로 이루어지는 과정으로 이 요소들이 원활하게 협응되어야 좋은 글씨쓰기 수행이 가능하다. 따라서 쓰기는 다른 언어 능력인 말하기, 듣기, 읽기에 비해 비교적 느리게 성숙한다. 글씨쓰기가 가능하려면 형태를 정확하게 지각하고 모방하는 선수능력이 필요하다[2]. 글씨쓰기는 글자의 시각적 속성에 기반을 두기 때문에 글자를 보고 따라 쓰는 과제는 글씨 쓰기 발달의 초기 단계에 강조된다.

아동기 글씨쓰기는 학업 성취와 밀접하게 관련이 되어 있다. 글씨쓰기 문제를 갖는 대표적인 장애로 쓰기장애가 있는데, 쓰기 장애 아동은 그렇지 않은 아동과 비교하였을 때 글씨 크기, 기울기, 모양이 일정하지 못하며 글자간, 단어 간 간격에도 좁아지거나 커지는 문제를 나타낸다[3]. 이는 의미전달의 혼동을 줄 수 있고 가독성이 떨어지는 결과를 얻게 되는데 쓰기장애에 대한 개입이 적시에 이루어지지 못하는 경우 학습 문제뿐만 아니라 사회 정서 문제가 유발할 가능성이 높다[4].

아동의 글씨쓰기 수준을 파악하고 문제가 있을 경우 적시에 개입할 수 있기 위해서는 평가가 필요하다. 한글 쓰기의 대표적 평가 도구로는 KISE-BAAT(Korea Institute for Special Education-Basic Academic Achievement Test, 국립특수교육원 기초학력검사) 쓰기 검사가 있다. KISE-BAAT는 학습장애 위험군 아동의 쓰기 문제를 포함한 학습 문제를 파악하는 연구[5]를 비롯하여 다문화 가정 아동을 위한 쓰기 학습프로그램

효과성을 검증하는 연구[6] 등에서 사용되었다. KISE-BAAT 쓰기 검사기는 교육 현장과 연구에서 유용하게 활용되고 있지만 점수 체계의 척도가 세밀하지 않기 때문에 수행의 세부적 특징을 분석하기에는 제한적이다.

글씨쓰기는 아동기 발달과정에서 주로 강조되는 과제이지만 성인의 시운동 통합 능력을 측정하는 과제이기도 하다. 뇌손상으로 인해 지각/인지 손상 또는 움직임에 제한을 갖는 경우 글씨쓰기 어려움을 겪는다[8]. 파킨슨 환자는 신경학적 손상이 없는 사람보다 글씨를 작게 쓰고 글씨 크기에 따른 속도 조절에 어려움이 있고[9,10], 신경인지장애 환자는 글씨를 쓰는 동안 망설임을 나타낸다고 보고된다[11].

국내의 임상 현장에서 성인의 글씨쓰기를 평가하는 대표적인 도구로는 쥘슨 테일러 손기능 검사[12]의 글씨쓰기 하위 검사가 있다. 쥘슨 테일러 손기능 검사는 신경계 손상 환자의 손기능 수준 및 회복을 평가하기 위해서 넓게 사용되지만[13], 손 기만성 측, 운동 요소에 초점을 두어 과제 수행 시간을 측정하기 때문에 글씨쓰기의 세부적 특성 정보를 제공하는데 제한점을 갖는다.

글씨쓰기는 속도뿐만 아니라 크기, 배열, 간격, 형태 등의 다양한 요소를 포함하고 있다. 이러한 세부 요소를 측정하는 한글쓰기 패러다임이 기존 연구에서 제시되었고[14-16], 최근에는 세부 요소를 포함한 평가 방식이 개발되었지만[16,17], 수기 채점으로 인한 오류 가능성이 있고 무엇보다 채점 시간이 오래 걸리기 때문에 평가 항목을 활용하기 어려운 실정이다. 또한, 연필로 쓴 검사지를 직접 확인하고 측정하여 점수화하기에는 사용하는 도구와 평가자에 따른 영향을 많이 받아 정확한 분석이 어렵다.

글씨쓰기를 신속, 정확, 일관되게 측정할 수 있는 방법이 마련된다면 개개인 평가 결과가 쓰기 장애 개입에 적극적으로 활용될 수 있을 것이며, 다양한 연령대의 쓰기 어려움을 진단에 기초자료를 제공할 것이다. 본 연구에서 개발하고자 하는 한글쓰기 평가 시스템은 기존 연구와 차별적으로 쓰기에 대한 영상처리와 수치 데이터로 정확하고 객관적인 한글쓰기 명료도 측정 방법과 성인의 한글쓰기 명료도 요인 자료를 세부 요소, 크기, 위치, 글자 사이 간격을 분석함으로써 정상 성인의 수행결과를 통해 일반 수행의 기준을 위한 예비 자료를 제시할 것이다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구에 참여한 연구대상자는 20대(23.45 ± 1.50) 대학생 20명(남:10명, 여:10명)이다. 연구대상자는 모두 오른손잡이이며 신경학적 진단을 받지 않은 자였다.

### 2.2 연구방법

연구에 사용된 자극은 10 단어와 2 문장이었고 초등학교 국어 교과서 전과에서 선택되었다. 한글 단어자극은 한글 기본 자음 14개, 모음 10개, 한글 자음과 모음의 6 가지 조합유형[18] Fig. 1을 포함하였다. 자극 글자 크기 평균은 폭 10.12mm, 높이 10.47mm로 크기비율은 1.03mm이었고, 유형에 따른 폭, 높이 크기는 유형 1 9.39mm, 10.99mm, 유형 2 10.71mm, 8.54mm, 유형 3 10.92mm, 11.25mm, 유형 4 9.82mm, 10.65mm, 유형 5 9.6mm, 9.21mm, 유형 6 9.9mm, 10.58mm 였다. 한글 문장자극은 한글 자음과 모음의 6가지 조합유형을 모두 포함하였다. 문장자극에서 단어 간 띄어쓰기는 평균 6.98mm이었고, 각 단어 간 간격에 있어서 첫 번째 문장의 평균은 7.75mm 이었고, 두 번째 문장의 평균은 6.2mm 이었다.

검사 시작 전 연구대상자들에게 평소 쓰기 습관을 유지하고, 연필을 사용하여 자극을 따라 쓰도록 지시하였다. 연구대상자들에게 지우개를 사용하는 것은 가능하지만 가능한 지양하도록 설명하였다. 검사 시간은 연구대상자가 쓰기를 시작할 때부터 완료할 때까지였으며 평균 5 분 이내였다. 수집된 검사지는 스캔(Samsung M(2070))을 통하여 해상도는 300dpi, 확장자는 tif 컬러파일로 저장되어 MATLAB(Matrix laboratory, MathWorks)에서 처리할 수 있도록 하였다. 분석 프로그램을 활용하여 단어 검사에서 한글 조합 유형에 따라 글자 크기, 크기 비율, 위치를 측정하였고, 문장 검사에서 단어 간 띄어쓰기 간격을 측정하였다.

또한, 본 연구에서 한글 쓰기의 명료도를 측정하는데 시간, 비용 효율적이며 객관, 일관적임을 판단하는 대상으로 전통적인 수기 채점 방식을 사용하였다. 수기로 측정된 데이터의 단어 비율, 크기, 문장의 간격을 개발한 프로그램을 활용하여 얻어진 정량적인 데이터를 비교, 분석하여 수행 규준을 위한 예비 자료로서의 기준을 제시하고자 하였다. 또한, 기존에 판단할 수 없었던 위치와 정렬, 유형에 따른 새로운 분석 방법을 제시한다.

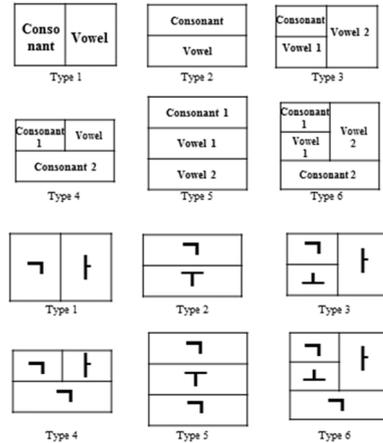


Fig. 1. 6 different types of Han-gul combination

#### 2.2.1 단어쓰기 검사

수집된 단어쓰기 검사지(Fig. 2)에서 측정할 단어를 선택한 후 MATLAB으로 1000×1000 pixels로 변환하였다. 그 다음, 검사지 내 단어쓰기에서 선택된 단어의 글자는 한 글자당 1000×1000 pixels로 분할 후 배경부와 글자부를 쉽게 처리할 수 있는 이진화 처리를 하였다(Fig. 3). 이진화 처리 후 검사자가 쓴 글자를 x, y의 max값과 min값을 이용해 박스 형식으로 글자의 데이터를 측정 후 크기와 크기비율, 중앙에서의 위치정렬 데이터를 mm로 변환하였다.



Fig. 2. Collected word write check sheet



Fig. 3. Result of binary word processing

2.2.2 문장쓰기 검사

문장쓰기 검사지(Fig. 4)는 검사할 문장의 왼쪽 위 꼭지점을 선택한 후 이진화 처리를 하였다(Fig. 5). 문장쓰기에서 띄어쓰기는 x값의 차이를 구하고, mm로 변환하였다. 동일한 조건에서 검사를 진행하고 이진화 처리를 하였을 때 흐리게 보이는 경우는 대상자의 필압이 약하여 처리가 잘 진행되지 않았다는 의미있는 데이터로 간주하여 다른 처리를 하지 않았다.

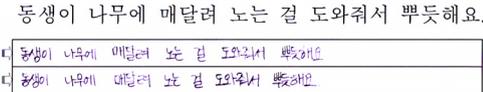
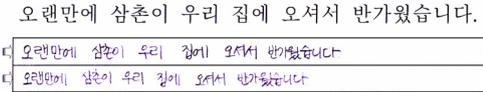


Fig. 4. Collected sentence write check sheet

오랜만에 삼촌이 우리 집에 오셔서 반가웠습니다.  
동생이 나무에 매달려 노는 걸 도와줘서 뿌듯해요.

Fig. 5. Result of binary sentence processing

2.2.3 수기 채점

현재 진행되고 있는 전통적인 수기 채점방식은 직접 글자의 크기와 문장의 간격을 자로 제 3자가 직접 측정하며 기존 연구들 또한 같은 방식으로 진행되어왔다[3]. 본 연구에서는 수기로 채점할 단어의 크기와 문장의 간격을 동일한 자를 이용하여 1mm 단위로 측정하였으며, 단어 획의 끝 부분들을 지점으로 하여 박스형식으로 둘러싼 후 가로와 세로의 길이를 직선 거리로 측정하였다. 문장의 간격은 문화체육관광부 고시 한글 맞춤법 표준어 규정 해설[19]에 따라 어절의 끝 부분의 획과 다음 어절의 시작 부분의 획을 지점으로 세로 선을 그은 후 직선 거리에 대한 간격을 측정하였는데 이때, 어절이 중첩된 경우는 0으로 처리하였다.

3. 결과

3.1 단어쓰기 검사 결과

3.1.1 크기와 크기비율

글자의 크기를 높이와 폭의 비율로 나타내었을 때 0.8에서 1.6까지 전체의 75 %였고, 1.1에서 1.2사이 빈도수

가 가장 높았으며 정규분포를 만족하였다(Fig. 6). 높이가 폭에 비해 1.2배 정도 컸는데, 평균 폭은 7.86mm, 높이는 9.48 mm였다. 이는 한글은 글자의 높이가 폭보다 크다고 보고한 기존 연구[18]와 일관된다.

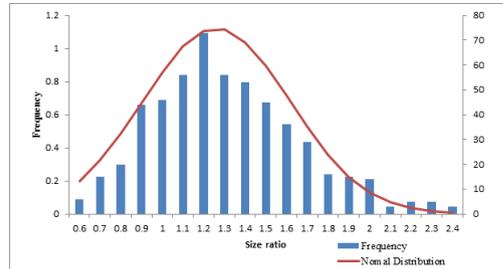


Fig. 6. Aspect ratio histogram

3.1.2 유형별 결과

유형별로 결과를 볼 때 유형3의 경우, 높이와 폭의 비율이 0.8로 폭의 길이가 높이의 길이보다 길고, 유형5의 경우 다른 유형들보다 높이의 길이가 폭의 길이보다 1.4배 길었다. 유형5의 경우 평균보다 1.5배 크며 유형3의 크기비율은 평균보다 0.9배 작았다(Table 1).

Table 1. Size by type ratio

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6
Height/Weight	1.145	1.523	1.292	0.901	1.029	1.027

3.1.3 위치 결과

시작위치를 각도로 표현한 이전 연구의 결과, 한글의 특성상 왼쪽에서부터 글씨 쓰기를 시작하였다는 것을 알 수 있다(Fig. 7[20]). Fig. 8와 Fig. 9 가로측은 연구대상자의 번호이며 세로측은 중앙에서 떨어진 위치를 mm로 표현한 것이다. 화면좌표 Fig. 10(a)에서의 0을 기준으로 x좌표의 분포는 왼쪽으로 치우쳐져 있고(Fig. 8), y좌표의 분포는 아래쪽으로 치우쳐져 있다(Fig. 9). 사람마다의 분포가 다른 이유는 시작위치 차이에 기인하는 것으로 여겨지는데 이에 따라 개인의 쓰기 습관과 형태가 달라고 시작위치에 따라 칸에서 쓸 수 있는 글자의 크기에 영향을 미친다고 볼 수 있으므로 크기비율에도 영향을 미친다고 할 수 있다.

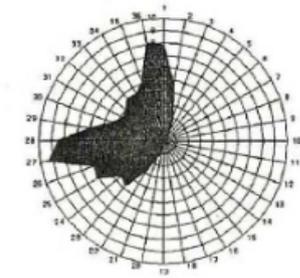


Fig. 7. Start position expressed by angle of direction

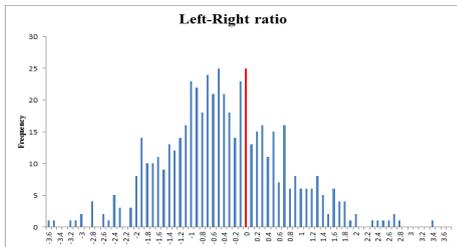


Fig. 8. X Position alignment

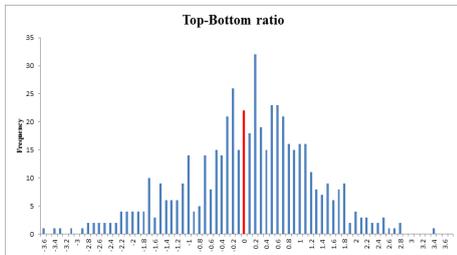


Fig. 9. Y Position alignment

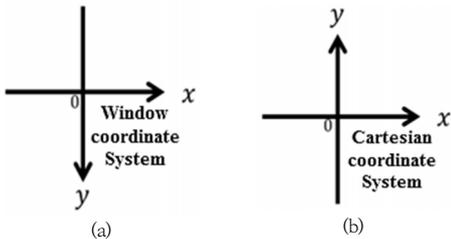


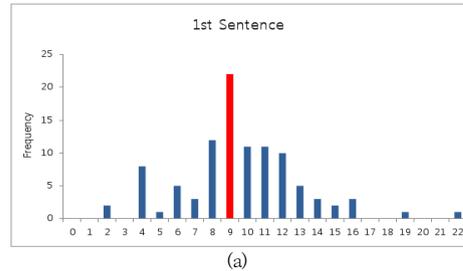
Fig. 10. Coordinate System  
(a) Window coordinate (b) Cartesian coordinate

### 3.2 문장쓰기 검사 결과

Fig. 11은 문장의 띄어쓰기를 인덱스로 표시하고 연구대상자를 기준으로 그린 그래프이다. 가로축은 대상자의 번호이며 세로축은 mm로 표현하였다. 첫 번째 문장을 보면 연구대상자별 띄어쓰기 간격 평균은 9.1mm이며

‘우리 집에’라는 부분에서 연구대상자가 검사 시에 띄어쓰기에 대한 의문을 가졌다. 이에 따라 이 부분은 평균보다 좁거나 큰 띄어쓰기 경향을 보였으며, 이에 뒤이어 나오는 띄어쓰기 간격에도 영향을 미친 것으로 판단된다. 두 번째 문장의 띄어쓰기 간격의 평균은 8.9mm 이었으며, 역시 ‘노는 걸’에서 연구대상자들이 띄어쓰기 의문을 가졌으며 겹쳐서 쓴 대상자도 있었다. 이에 첫 번째 문장보다 뒤이어 나오는 띄어쓰기 모두 영향을 주어 간격이 좁아지는 현상을 보였다. 두 문장에서 대상자 별로 크기를 비교해 보았을 때 차이를 확인할 수 있었는데 대상자 별로 평소 문장을 쓰는 쓰기 습관과 연관되어 있는 것으로 보인다.

▶ 오랜만에<sup>1</sup>삼촌이<sup>2</sup>우리집에<sup>4</sup>오셔서<sup>5</sup>반가웠습니다.



▶ 동생이<sup>1</sup>나무에<sup>2</sup>매달려<sup>3</sup>노는<sup>4</sup>걸<sup>5</sup>도와줘서<sup>6</sup>뿌듯해요.

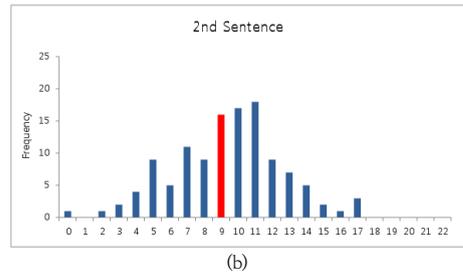


Fig. 11. The spacing of sentences  
(a) 1<sup>st</sup> Sentence (b) 2<sup>nd</sup> Sentence

### 3.3 프로그램 신뢰도 분석

본 연구에서 개발된 시스템과 전통적인 수기 채점 방식이 차이가 크다는 귀무가설을 검증하고 신뢰도를 확인하고자 같은 집단의 대응되는 두 변수를 비교하는 Paired T test(대응표본 T 검정)를 신뢰구간 95%로 설정하여 사용하였다.

본 시스템을 이용하여 산출된 단어의 크기 비율과 크기를 수기 채점과 비교했을 때 측정된 크기 비율(-0.03 ± 0.004)과 x의 크기(-0.786 ± 0.023), y의 크기

(-1.126±0.022)가 모두 크게 나왔으나 유의확률이 유의수준인 0.05보다 작은 값을 가져 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있다(Table 2). 문장의 간격을 수기 채점과 비교했을 때 본 시스템에서 측정된 문장 1에서의 간격(-0.187±0.124)과 문장2에서의 간격(-0.37±0.064)이 수기로 측정된 간격보다 크게 나왔다. 문장 1의 경우 수기 채점과 본 시스템과의 상관계수는 높으나 유의수준인 0.05보다 높은 값 0.135을 가져 두 집단의 차이가 크다는 결과를 얻었으나 문장 2의 경우 유의 확률보다 낮은 값을 가져 큰 차이가 없다는 결과를 얻었다(Table 3).

영상처리를 이용한 쓰기 특징의 분석 방법은 기존 수기 측정 방식과 큰 차이를 보이지 않는다. 그러나 크기, 크기 비율, 간격 등에서 큰 결과 값을 얻은 이유는 수기 측정 시 고려하지 못하였던 연필심의 두께, 쓰기 진행시 발생하는 획의 끝선 등의 특징들이 검출되었기 때문이라고 사료된다. 또한, 본 시스템 이용 시 수기 측정 시 오타자 혹은 지우개 사용으로 평가자가 측정하기 어려운 부분을 객관화 시킬 수 있어 시간, 비용적 측면에서 효율적이며 유용하게 사용될 것으로 기대할 수 있다.

Table 2. Paired T test for word

	Mean	Std. Error Mean	t	df	p
preexistence-image processing (word: size of ratio)	-0.030	0.004	-6.988	539	0.000
preexistence-image processing (word: size of x)	-0.786	0.023	-33.961	539	0.000
preexistence-image processing (word: size of y)	-1.126	0.022	-50.644	539	0.000

Table 3. Paired T test for sentence

	Mean	Std. Error Mean	t	df	p
preexistence-image processing (sentence1)	-0.187	1.243	-1.508	99	0.135
preexistence-image processing (sentence2)	-0.370	0.704	-5.753	119	0.000

#### 4. 고찰

임상에서 쓰기를 평가하는 지표는 글의 형식, 조직, 문

체, 표현, 표기 능력 등이며 전반적인 프로파일 및 기준을 제공하고 있으나 언어적 단위의 구체적인 측정치는 제공하지 않는다. 언어병리학 분야에서는 개개인에 대한 적합한 증재를 위해 세밀한 분석이 필요하며 간과할 수 없는 평가 및 증재 영역이므로 도구 개발의 필요성을 강조한다[21,22].

본 연구에서는 수기 채점을 하던 전통적인 평가에서 나아가 영상처리를 통해서 글씨쓰기 명료도 요소를 신속, 객관, 일관적으로 채점하고자 글씨쓰기의 안정된 수행을 나타내는 성인들을 대상으로 글자 유형에 따른 크기 비율, 위치, 단어 간격 특징을 추출하였고 일반적 수행의 기초 자료를 파악하였다. 단어 쓰기 검사 결과 폭보다 높이가 다소 큰 것으로 나타났으며 네모 칸 안에 왼쪽 아래에 치우쳐 있었다. 한글 유형에 따라서 크기의 비율이 다르게 나타났는데, 자음 모음 자음이 세로로 배열된 유형 5(예, 동)에서 폭보다 높이가 비율이 가장 높았고 하나의 자음에 대해서 모음과 아래와 옆으로 배열된 유형 3(예, 화)에서 폭이 높이보다 큰 비율로 나타났다. 이는 한글 유형에 따라서 크기를 다르게 분석해야 함을 가리킨다. 문장 자극에 대해서 단어 간 간격은 띄어쓰기 규칙 강도 및 단어 간 연관 정도에 의해서 영향을 받는 것으로 사료된다.

단어 쓰기와 문장 2로 실험을 진행할 경우 수기 채점 방식과 크게 차이가 없으며 높은 신뢰도를 얻었기에 본 연구에서 개발된 영상처리와 분석 알고리즘을 활용하면 검사자가 직접 수기로 크기 및 위치를 측정하는데 있어서 발생하는 오류와 시간을 줄일 수 있을 것이다.

기존 쓰기 평가 방법은 평가자의 주관적인 판단에 의해 수행되었으나 영상처리를 이용한 쓰기 평가를 통해 객관적이며 정량화된 평가가 가능함을 증명하였다. 쓰기 검사 진행시 발생하는 펜의 번짐, 오타자 수정과 1mm단위로 측정되어 발생하는 오류를 영상처리의 전처리 과정과 분할로 세밀한 측정이 가능하였다.

향후 아동과 성인의 데이터를 빅데이터화하여 딥러닝 기법을 이용하게 된다면 본 연구 패러다임을 아동에게 적용할 수 있을 것이다. 나아가 쓰기 장애 아동을 대상으로 검사를 실시하고 본 시스템을 이용하여 글씨쓰기 평가 기준을 확립할 경우 임상과 교육현장에서 글씨쓰기 수행의 발달 과정에 있는 아동들의 수행을 조사할 수 있을 것이다. 또한 쓰기 장애 아동의 글씨 쓰기 명료도를 향상시킬 수 있는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 나아가 검사자가 간편하게 사용할 수 있는 시스템으로 발전한다면 가정에서도 쓰기 평가, 재활이 가능할 것이라고 사료된다.

## 5. 결론

아동기에서는 발달과정, 성인기에서는 시운동 통합능력을 측정하는 쓰기 평가는 평가자의 주관적 개입과 수기 채점으로 인한 오류 가능성이 높다. 본 연구에서는 신경학적 손상이 없는 성인을 대상으로 쓰기의 일반 수행규준 자료를 제시하였다. 기존 임상에서 활용하는 방법보다 세밀한 측정이 가능하였고 보지 못한 특징들을 추출하고 시각화 할 수 있어 보다 과학적이며 정량적인 결과를 얻을 수 있었다. 향후 본 연구는 쓰기 장애의 평가 기준 뿐 아니라 한글의 필기 특징에 대한 연구의 기초 자료가 될 것이라 사료된다.

## References

- [1] J. E. Reisman, "Development and reliability of the research version of the Minnesota Handwriting Test," *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, Vol.13, No.2, pp.41-55, 1993.  
DOI: [https://doi.org/10.1080/J006v13n02\\_03](https://doi.org/10.1080/J006v13n02_03)
- [2] S. L. Hammerschmidt, P. Sudsawad, "Teachers' survey on problems with handwriting: Referral, evaluation, and outcomes," *American Journal of Occupational Therapy*, Vol.58, No.2, pp.185-192, 2004.  
DOI: <https://doi.org/10.5014/ajot.58.2.185>
- [3] S. W. Shin, S. C. Cho, "Comparative study upon the characteristics of writing between the patients with writing disabilities and normal elementary school students," *Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, Vol.12, No.1, pp.51-70, 2001.
- [4] R. Sassoon, "Dealing with adult handwriting problems," *Handwriting Review*, Vol.11, pp.69-74, 1997.
- [5] J. K. Kim, H. J. Kang, J. Y. Kim, "Type of learning difficulties for children at-risk for learning disabilities from low-income families and characteristics of cognitive ability and academic achievement among them," *The Journal of Special Education: Theory and Practice*, Vol.14, No.4, pp.57-80, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.19049/JPED.14.4.03>
- [6] E. S. Choi, "Effect of Reading and Writing Abilities Improvement Program for Elementary School Children of Multicultural Families," *The Korea Contents Association*, Vol.14, No.10, pp.393-402, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.10.393>
- [7] K. S. Park, D. Y. Jung, I. S. Jung, Y. J. Song, K. O. Kim, "A Study on Reliability and Validity of KISE-Scales of Basic Academic Achievement Test(Writing)," *The Educational Journal for Physical and Multiple Disabilities*, Vol.21, No.3, pp.1-23, 2005.
- [8] J. d. C. Rodrigues, D. R. d. Fontoura, J. F. d. Salles, "Acquired dysgraphia in adults following right or left-hemisphere stroke," *Dementia & Neuropsychologia*, Vol.8, No.3, pp.236-242, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-57642014DN83000007>
- [9] M.P. Caligiuri, H. L. Teulings, J. V. Filoteo, D. Song, J. B. Lohr, "Quantitative measurement of handwriting in the assessment of drug-induced parkinsonism," *Human movement science*, Vol.25, No.4-5, pp.510-522, 2006.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.02.004>
- [10] Poon, Christine, et al. "Derivation and Analysis of Dynamic Handwriting Features as Clinical Markers of Parkinson's Disease," *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*, 2019.  
DOI: <http://hdl.handle.net/10125/59808>
- [11] B. Croisile, "Agraphia in Alzheimer's disease," *Dementia and geriatric cognitive disorders*, Vol.10, No.3, pp.226-230, 1999.  
DOI: <https://doi.org/10.1159/000017124>
- [12] R. H. Jebsen, N. Taylor, R. B. Trieschmann, M. J. Trotter, L. A. Howard, "An objective and standardized test of hand function," *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.50, No.6, pp.311-319, 1969.
- [13] T. Y. Jang, B. R. Park, Y. E. Y., "Effects of Occupational Therapeutic Craft Activity on improvement cognitive function and hand function in acute patients with stroke," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.18, No.5, pp.355-365, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.5.355>
- [14] E. K. Hong, *The Stability of Errors and Characters in Korean Writing by Infants*, Master's thesis, Chung-Ang University of Graduate school of Education, Seoul, Korea, pp.64-69, 1987.
- [15] M. J. Cha, *A Study on the Writing Pattern of Children*, Master's thesis, Ewha Womans University of Graduate school of Education, Seoul, Korea, pp.49-51, 1992.
- [16] K. M. Lim, E. Y. You, M. Y. Jung, J. S. Lee, J. R. Kim, H. Y. Park, "Development of the Evaluation Tool of School-aged Children's Handwriting," *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, Vol.26, No.1, pp.103-118, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.14519/jksot.2018.26.1.08>
- [17] T. Santangelo and S. Graham, "A comprehensice meta-analysis of handwriting instruction," *Educational Psychology Review*, Vol.2, No.28, pp.225-265, 2016  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9335-1>
- [18] M. C. Jung, "Stroke Extraction in Phoneme for Off-Line Handwritten Hangul Recognition," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.7, No.3, pp.385-392, 2006.  
UCII: G704-001653.2006.7.3.038
- [19] Ministry of Culture, Sports and Tourism, "Spelling system of Hangul," Korea, pp.99-118, 2017.
- [20] O. S. Kwon, "Handwriting Feature Analysis of Korean Alphabets," *Journal of the Korean Association of*

Information Education, Vol.4, No.2, pp129-139, 2000.

- [21] S. Y. Ko, Y. S. Paek, H. A. Kil, M. Kim, S. Yusuke, S. H. Son, "Meta-analysis of single subject researches for students with difficulty in writing: focusing on students with mild intellectual disabilities, learning disabilities, and low achievement," Journal of special education:theory and practice, Vol.2, No.19, pp.123-148, 2018  
DOI: <http://dx.doi.org/10.19049/JPED.2018.19.2.06>
- [22] H. S. Lee, S. H. Kim, N. R. Oh, "Effect of Visual Perception and Motor Ability on CognitiveExercise Therapy With Developmental Disorder," Riabilitazione Neurocognitiva, Vol.10, No.1, pp.25-31, 2018  
DOI: <http://doi.org/10.29144/KSCTE.2018.10.1.25>

김 은 영(Eun-Youn Kim)

[정회원]



- 2004년 2월 : 서울대학교 뇌과학 협동과정 (이학석사)
- 2014년 2월 : 연세대학교 심리학과 (철학박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 작업치료학과 조교수

<관심분야>

아동작업치료, 발달심리, 신경과학

김 은 빈(Eun-Bin Kim)

[준(학생)회원]



- 2019년 2월 : 순천향대학교 의료 IT공학과 (공학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 일반대학원 의료IT공학과 (공학석사)

<관심분야>

의료영상처리, 햅틱

이 언 석(OnSeok Lee)

[정회원]



- 2007년 2월 : 고려대학교 의학과 (공학석사)
- 2011년 2월 : 고려대학교 의학과 (공학박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 의료IT공학과 조교수

<관심분야>

의료영상처리, 컴퓨터 비전

이 초 희(Cho-Hee Lee)

[준(학생)회원]



- 2016년 2월 : 순천향대학교 작업 치료학과 (이학석사)
- 2019년 2월 : 순천향대학교 일반 대학원 작업치료학과 (이학석사)

<관심분야>

한글쓰기 분석, 시선 추적