

시각장애학생의 디지털 촉각그래픽 제작을 위한 디지털 대체학습자료의 국내 연구동향 및 도구 분석

Analysis of Domestic Research Trends and Tools of Digital Alternative Learning Materials for Digital Tactile Graphic Production of Blind Students

이태은¹, 이희주^{2*}

¹청운대학교 인천캠퍼스 멀티미디어학과, ²남서울대학교 시각미디어디자인학과

Tae-eun Lee¹, Hee-ju Lee^{2*}

¹Department of Multimedia Science, Chungwoon University, Incheon 22100, Korea

²Department of Visual Media Design, Namseoul University, Cheonan 31020, Korea

[요약]

본 연구의 목적은 최근 10년간 네이버 학술정보를 통해 시각장애학생의 디지털 대체학습자료 관련 연구와 제품의 동향을 분석하여 디지털 촉각 그래픽 개발에 대한 시사점을 찾는 것이다. ‘시각장애학생’과 ‘디지털 자료’, ‘디지털 대체학습자료’를 키워드로 한 논문을 분석한 결과, ‘디지털 자료’와 ‘디지털 촉각 그래픽’ 연구가 주로 진행되었으며, ‘심층적 분석’ 방법이 많이 사용되었다. 연구 내용에서는 ‘연구 동향 분석’의 비율이 높았고, ‘연구 목적’은 ‘동향 분석’이 가장 많이 수행되었으며 실증적 연구는 부족했다. 촉각 그래픽 도구에서는 국내가 해외에 비해 표현 셀이 적어 재구조화 작업의 가이드가 필요하다. 향후 연구에서는 촉각그래픽 제품을 통한 실증적 연구로 시각장애학생의 학습권을 지원할 수 있는 제작 가이드를 제안한다.

[Abstract]

This study aims to derive implications for the development of digital tactile graphics by analyzing research trends and product trends of visually impaired students through Naver’s academic information over the past 10 years. Research on ‘digital data’ and ‘digital tactile graphics’ was mainly conducted, and the ‘in-depth analysis’ method was used a lot. In the research content, ‘research trend analysis’ was high, and ‘research purpose’ was most often performed, and empirical research was insufficient. Domestic tactile graphic products need to be improved because they have fewer expression cells than overseas, and production guides need to be produced through empirical research in the future.

Key Words: Blind students, Digital alternative learning materials, Key words, Research trends

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2024.653>



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 31 July 2024; **Revised** 4 September 2024

Accepted 18 October 2024

***Corresponding Author**

E-mail: lhj99121@naver.com

I. 서론

최근 IT 기술의 발달은 디지털 전환을 가속화하고, 데이터 기반 사회로 접어들게 하였다. 이에 따라 인포그래픽, 차트, 다양한 도형으로 표현되는 개념도 등 다양한 정보를 함축하는 시각화 정보 인지 능력이 강조되고 있다. 시각화 정보 인지의 어려움을 겪는 시각장애인에게 이러한 시대의 변화는 또 다른 불편이 될 뿐 아니라 새로운 사회적 불평등이 되고 있다. 따라서, 시각장애 학생의 학습권과 평등성의 권리를 보장하기 위하여 정보 접근성 향상과 편의의 균등한 배분으로 시각장애 학생의 특성을 배려한 다양하고 구체화된 학습 지원 대체자료들을 개발하여 제공할 필요성이 있다.

시각은 눈을 통해 대상을 보는 능력으로 시각장애는 시력 또는 시야의 손상으로 인해 정상적인 시각 능력을 발휘하지 못하는 상태를 의미한다[1]. 시각장애 교육은 시각적 과제를 수행하기 위하여 표 1과 같은 보조 기구나 특별한 학습 매체 등을 필요로 하거나, 시각 대신 촉각이나 청각을 학습의 주요 수단으로 사용하는 경우를 포함한다[2]. 이는 시각장애 학습자가 시각을 대신하여 상호작용하며 정보를 획득하고 개념을 구체화하는 리터러시(literacy) 과정의 지원을 의미한다[3]. 리터러시는 실제 경험을 통해 무언가를 이해하고 그 의미를 구체

화하는 과정으로, 이행방식, 평가 방식, 판단 행위를 포함한다 [4]. 따라서, 디지털 대체학습자료를 통한 시각적 확장성은 시각 능력과 지식 활용 능력인 리터러시 기능을 향상시키는 데 도움이 될 수 있다. 본 연구는 시각장애의 정도를 구분하지 않은 시각장애학생의 디지털 대체학습자료관련 선행연구 동향과 전자 점자 패드 중심의 국내외 촉각 그래픽 제품을 살펴보고, 디지털 촉각 그래픽 제작의 성공을 위한 개선점과 방향 검토를 목적으로 한다. 연구 방법은 표 2와 같이 키워드를 통한 빈도 분석과 해석적 방법을 혼합하여 사용한다.

첫째, 선행된 연구의 이론적 고찰을 수행한다.

둘째, 2024년 8월 기준으로, 2014년 8월부터 2024년 7월까지의 10년간 국내 논문 검색 네이버 학술정보 웹사이트에서 ‘시각장애학생’을 기본 키워드로 하고, ‘디지털 자료’, ‘디지털 대체학습자료’를 추가 검색하여 중복되는 논문을 제외한 연구논문들을 수집한다.

셋째, 수집한 연구 문헌을 시기별로 구분하고 ‘연구주제’, ‘연구방법’, ‘연구내용’, ‘연구목적’으로 항목을 분류하여 연구 동향을 분석한다.

넷째, 연구 동향 분석과 함께 국내외의 전자 점자 패드 중심의 촉각 그래픽 제품 동향을 분석하여 디지털 촉각 그래픽 개발에 관한 시사점을 도출한다.

표 1. 디지털 대체학습 도구

Table 1. Digital alternative learning tools

Main Components	Content
Text-to-Speech Conversion (TTS)	Convert digital text to speech to enable auditory learning ex) Screen Reader Software(JAWS,NVDA), Hansone
Digital Tactile Graphics	Transforming visual information into tactile sensations using 3D printing or special displays ex) TacPic System_Automatically generate tactile materials from images using AI and cloud computing
Audiobooks and Alternative File Formats	Provides textbooks and reading materials by converting them into audio files Digital documents are displayed in a format that is compatible with Braille displays
Interactive learning tools	Online learning platforms and applications provide interactive learning experiences where students engage directly and receive feedback ex) Khan Academy_ Provides various accessibility features

표 2. 연구방법

Table 2. Rresearch method

Procedure	Key points
Theoretical Study	Digital alternative learning materials
	Digital Alternative Learning Materials for Blind Students
Collection of Research	Search for papers using keywords in Digital alternative learning materials and visually impaired children
	Collecting digital alternative materials and blind children, digital alternative learning materials and blind children through Naver academic information as keywords.
Classification of Research Papers	Classification of papers related with Digital alternative learning materials
	Collection of research contents by classifying them into method, subject, content, purpose, keyword and limitation

II. 시각장애학생을 위한 디지털 대체학습자료 관련 국내 선행연구 현황

시각장애학생을 위한 디지털 대체학습자료에 대한 선행 연구는 여러 주요 연구자들의 기여를 통해 이루어졌다. 강성구의 정보 접근성을 보장하기 위한 미국 사례 등의 적용방안을 제시하였으며, 이정연은 시각화된 정보 즉, 이미지나 도표 등을 대체 텍스트 음성 혹은 점자를 활용해서 제공하는 방법을 연구하였다[5,6]. 박진석은 3D 프린팅 기술을 활용하여 교과서나 미술작품의 그림을 입체화함으로써 리터러시 향상을 위한 공간 확장 등의 정보 개념 학습자료로 사용함으로써 수업 내용에 대한 학습력을 향상시키고, 한순영 외는 시각장애 아들이 접해보지 못한 정보와 내용에 대한 이해력을 지원하는 연구를 했다[7,8]. 또한, IT 기술의 발달에 의한 인터페이스 분야에서는 미흡하나마, GUI(graphic user interface) 기반의 터치스크린에 멀티 터치 인터페이스를 지원하는 스크린 리더기(voice-over)를 제공하던 방식으로 인터페이스를 터치하면 음성을 제공하는 보조공학기기에 관한 연구가 있으며, 2023년 이후에는 수업 시간에 즉시성과 가변성을 제공할 수 있는 촉각 그래픽 대체자료에 대한 연구가 민간보다는 정부 지원으로 진행되고 있고, 이는 IT 기술의 발달과 함께 소외계층의 학습 평등권 보장을 위한 정부의 지속적인 노력을 반영하고 있다[9]. 이러한 연구 동향은 시각장애 학생들의 학습 환경을 개선하고 정보 접근성을 향상시키기 위한 지속적인 연구와 개발의 필요성을 시사하지만, 정부의 노력이 그 명맥을 유지하고 있음을 시사하는 면도 있다. 그림 1은 전술한 내용을 기반으로 시각장애아를 위한 디지털 대체학습 자료의 현재까지 발전 유형을 정리한 것이다.

A. 키워드 검색을 통한 선행연구 동향

본 연구는 시각장애학생을 위한 대체학습자료에 대한 동향을 파악하기 위해 키워드를 통한 빈도분석 방법과 관련 연구의 해석적 분석을 혼합하여 사용하였다. 이 방법론은 조재문과 현은령의 연구에서 동향 분석 방법을 참고하였다 [10,11]. 2024년 8월 기준으로, 네이버 학술정보 웹 사이트를 활용하여 2014년 8월부터 2024년 7월까지 10년간 국내학술지에 게재된 논문을 대상으로 검색하였으며, 중복논문을 제외하고 원문 제공이 가능한 논문을 대상으로 하였다. 주요 검색 키워드는 ‘시각장애학생’으로 설정하고 ‘디지털 대체자료’와 ‘디지털 대체학습자료’라는 키워드를 추가로 포함하는 연구자료를 수집하였다. 검색 키워드 선정 근거는 시각장애인의 대체자료를 반영하는 주요 장애인 정책 사업 방침에서 ‘디지털 대체학습자료’ 용어를 명시하고 있으며 주요 문헌과 학자들도 관련 연구에서 주로 ‘대체자료’, ‘대체학습자료’라는 키워드를 사용한 것으로 조사되었기 때문이다.

논문검색 결과 ‘시각장애학생, 디지털 대체자료’ 키워드를 포함한 논문은 2014년 2편, 2015년 4편, 2016년 3편, 2017년 2편, 2018년 1편, 2019년 1편, 2020년에 1편, 2021년 3편, 2022년 2편, 2023년 18편, 2024년 4편으로 총 41건의 논문이 검색되었다. ‘시각장애학생, 디지털 대체학습자료’ 키워드를 포함한 논문은 2014년 2편, 2015년 4편, 2016년 1편, 2017년 1편, 2020년 1편, 2021년 3편, 2023년 18편, 2024년 1편으로 총 31건이 검색되었다. 이 결과를 통해 시각장애학생의 대체학습관련 연구가 일반인 대상 디지털 학습연구 보다 상대적으로 부족함을 확인하였으며, 최종적으로 중복논문을 제외하고 원문 제공이 가능한 총 20건의 연구를 분석 대상으로 재정리하였다. 표 3은 최종 분석대상으로 선정된 선행연구의 목록이다.



그림 1. 점자그래픽 디스플레이

Fig. 1. Braille graphic display.

표 3. 디지털 대체학습자료의 선행연구 동향

Table 3. Trends in prior research on digital alternative learning materials

No	Year	Title	Journal	Authors
01	2014	An Analysis of Trends on the Digital Accessible Materials for Students with Visual Impairments	The Korean Journal of Visual Impairment	Kim, Young-Il
02	2015	A Study on Teachers' Use of the School Library and School Library-Assisted Instruction at School for the Visually Impaired	Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired	Jeong, Eun-Hee
03	2015	A Study on the Support System of Alternative Materials for College Students with Visual Impairment	Korean Biblia Society for Library and Information Science	Suh, Hye-Ran & Kang, Eun-Yeong
04	2016	Legal Framework for the Timely Access to the Instructional Materials for the Visually Impaired – Is the U.S. IDEA Act an Appropriate Model for Korea?	Yonsei University Institute of Law	Lee Il-Ho
05	2016	A Study on the Operation Condition and Students' Perception of Libraries in the Schools for the Visual Impairments	Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired	Yeom Ji Ae & Kim Dong Bok
06	2017	Analysis of the item characteristics of the domestic evaluation on the test accommodation used as the instructional adaptations	Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired	Lee Jae-Ho
07	2017	The Consequential Validity of alternative items for Students with Visual Impairments on the Nationwide Academic Achievement Evaluation	Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired	Lee Min Jin & Kim Young-Il
08	2018	Effects of Vocal Rate and Pitch on Perception of Personality Traits : With the Normally Sighted and the Blind	Effects of Vocal Rate and Pitch on Perception of Personality Traits With the Normally Sighted and the Blind	Jung Tae-Yun & Seo Yei-Ji & Hu Sung-Ho
09	2019	A Qualitative Inquiry on Realities and Support Needs regarding Use of Simplified Manual Sign for Communication of Students with Visual Impairments and Multiple Disabilities based on Experiences and Perceptions of Parents and Teachers	Korean Journal of Physical, Multiple & Health Disabilities	Whang, Jung-Hyun & Joo, Hye-Sun & Park, Eun-Hye
10	2020	An Exploration on the Production and Utilization Methods of Digital-Based Accessible Educational Materials(AEM) : Focusing on AEM Center in the U.S.	Journal of Intellectual Disabilities	Kang, Seong-Goo & Kang, Jong-Gu
11	2021	The Situation and Needs on Educational Supports of Students with Low Vision in the Field of Education	The Korean Journal of Visual Impairment	Lee, Tae-Hoon & Hong, Jae-Young
12	2021	Building Method of Supply System for Securing Textbook Information Accessibility for Students with Special Needs	Journal of intellectual Disabilities	Kang, Seong-Goo & Kang, Jong-Gu
13	2021	Research Trends in Smart Learning for the Students with Developmental Disabilities: Focusing on Smart Learning Types and Digital Literacy Skills	Journal of Intellectual Disabilities	Han, Soon-Yeong & Kim, Woo-Ri & You, Yong-Seok
14	2022	A Study on Improvement Plans for Library Policy to Strengthen the Reading Ability of Children and Young Adults with Disabilities	Korean Biblia Society for Library and Information Science	Lee, Jung-yeoun
15	2023	A Study on the Development of Design Instruction Models with a Digital Magazine Platform –Focusing on Moazine Services–	Journal of the Korea Society OF Design Culture	Lee, Ha-Na & Kim, Min-Jung
16	2023	Applications and Collaborative Models of 3D Printing Technology for Students with Visual Impairments: A Case Analysis	Journal of Special Education & Rehabilitation Science	Park, Jin-Seok
17	2023	Development of Digital Math Tactile Graphics for Students with Visual Impairments	Journal of Digital Contents Society	Park, Jin-Seok
18	2023	Standards-based Preparation for Teaching Students with Visual Impairments: An Exploration of Pre-service Special Education Teachers' Experiences	Korean Journal of Special Education	Park, Jin-Seok
19	2023	Digital Tactile Graphic Interface: What Do We Need to Consider?	The Korean Journal of Visual Impairment	Park, Jin-Seok & Kim, Dong-Bok & Hong, Sung-Gye
20	2024	Development of Tactile-based Data Visualization Charts for Individuals with Visual Impairments	Journal of the Korea Society of Design Culture	Park, Jin-Seok & Lee, Young Sun

B. 선행연구의 동향 분석

1) 연구주제 관련 동향분석

본 연구는 2013년 8월부터 2024년 7월까지의 문헌을 분석하여 시각장애학생을 위한 디지털 대체학습 자료 관련 연구

동향을 파악하였다. 연구 주제는 ‘디지털 촉각’, ‘디지털 리터러시’, ‘디지털 자료’, ‘관련주제 없음’으로 구분하였으며, 연도별 비율은 표 4에 제시되어 있다. 분석결과 ‘디지털 촉각’이 4건, ‘디지털 리터러시’가 2건, ‘디지털자료’가 6건, ‘관련주제 없음’이 8건으로 나타났다.

표 4. 주제 연구동향

Table 4. The trend of subject research

	Digital Tactile Graphics	Digital Literacy	Digital Material	No Related Topics	N	%
2014			1		1	5.0
2015			1	1	2	10
2016				2	2	10
2017				2	2	10
2018				1	1	5.0
2019				1	1	5.0
2020			1		1	5.0
2021		1	2		3	15
2022				1	1	5.0
2023	3	1	1		5	25
2024	1				1	5.0

N=20

2) 연구방법 관련 동향분석

연구방법 동향분석에서는 선행연구의 연구방법에 따라서 ‘실증적 방법’과 ‘심층적 분석 방법’으로 구분하였으며, ‘실증적 방법’은 설문조사, 워크숍, FGI 등의 실제 현장을 기반으로 참여자가 있는 상황에서 진행된 것으로 하였으며, ‘심층적 분석 방법’에는 기존의 논문과 보고서등의 문헌을 수집하여 분석한 연구로 진행하였다. 분석결과, 심층적 분석방법이 55%로 다소 높은 비율을 차지하였으며 표 5에 나타났다. 특히 2019년부터 실증적 방법이 미흡하였으나, 2023년에 실증적 방법이 증가했음을 표 6을 통해 알 수 있다.

3) 연구내용과 목적 관련 동향분석

시각장애학생의 디지털 대체자료 관련 연구 내용은 ‘학습 경험’, ‘방법 및 과정’, ‘연구 및 동향’으로 구분하였다. ‘학습 경험’의 세부항목은 ‘프로그램 참여’, ‘감각매체’로, ‘방법 및 과정’의 세부항목은 ‘리터러시’, ‘감각매체’, ‘모델·모형개발’로, ‘연구 및 동향’은 ‘요구분석’, ‘정책분석’, ‘연구동향분석’으로 구분하였다. 연구 내용 비율은 표 7에 정리되어 있으며, ‘연구동향분석’이 25%로 다소 많이 수행되었다. 시각장애학

표 5. 연구방법 비율

Table 5. Ratio of research by Method

		N	%	
Empirical Method	On-Site Participation	9	45	FGI, visit, survey, effectiveness verification, etc.
In-Depth Analysis Method	Literature Analysis	11	55	Papers, reports, data, etc.

N=20

표 6. 연구방법 동향

Table 6. Research trends by method

	Empirical Method		In-Depth Analysis Method	
	On-Site Participation	Literature Analysis	N	%
2014			1	5.0
2015	1	1	2	10
2016	1	1	2	10
2017		2	2	10
2018	1		1	5.0
2019	1		1	5.0
2020		1	1	5.0
2021	1	2	3	15
2022		1	1	5.0
2023	3	2	5	25
2024	1		1	5.0

N=20

생에 관한 대체학습자료 연구가 상당히 적은 상황에서 항목별 디지털 대체학습 자료의 동향을 분석했으며, 정보접근성 개선과 시각장애 학생들에게 강한 학습동기부여를 위해서는 연구동향보다 실증적 개발과 적용에 의한 효과성 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이나 2023년 부터 증가추세로 보여지고 있다.

연구목적에 의한 동향 분석은 ‘학습경험’, ‘방법 및 프로세스’, ‘연구 동향 분석’으로 분류하였으며, 세부항목은 ‘학습경험’에서는 ‘자료제공’, ‘감각효율성’으로 구분하고 방법 및 과정에서는 ‘시사점 도출’, ‘모델·모형 개발 및 제안’으로 정리하였으며, 연구 및 동향에서는 ‘문제점 파악 및 개선점 제안’, ‘동향분석’으로 구분하여 표 7과 같이 비율을 산출하였다. 연구목적에서의 세부항목별 비율을 보면 문제점 파악 및 개선점 제안이 35%로 가장 많이 조사되었다.

선행 연구의 동향 분석 결과, 디지털화와 디지털 촉각 기술, 특히 점자 그래픽 디스플레이 관련 연구는 늘어나고 있음을 알 수 있었다. 그러나, 대체 학습 자료의 제작 프로세스, 정책, 경험 및 프로세스에 관련된 연구는 여전히 부족하다는 점이 확인되었다. 따라서, 디지털 시대와 AI가 활성화되고 있

표 7. 연구내용 비율

Table 7. Ratio of research by contents

Contents		N	%
Learning Experience	Participate in the Program	3	15
	Sensory Media	4	20
Methods and Processes	Lliteracy	1	5.0
	Sensory Media	1	5.0
	Model Development	1	5.0
Research and Trends	Needs Analysis	2	10
	policy Analysis	3	15
	Research Trend Analysis	5	25
Sum		20	100

N=20

표 8. 연구목적 비율

Table 8. Ratio of research by purpose

Contents		N	%
Learning Experience	Data Provided	3	15
	Sensory Efficiency	1	5.0
Methods and Processes	Draw Implications	3	15
	Model Development and Proposal	2	10
Research and Trends	Identify Problems and Suggest Improvements	7	35
	Trend Analysis	4	20
Sum		20	100

N=20

표 9. 국내의 점자 그래픽 디스플레이 도구

Table 9. Domestic and international Braille graphic display tools

Manufacturer/Product	Product Image	Note
VFO(North America)/ Braille PAD		<ul style="list-style-type: none"> - The world's No. 1 share of assistive engineering devices with visual impairments - 2000 tactile pixels (field 50 by 40 pixels) - Allows you to view the image in both outlines and natural form
Orbit(North America)/ Graphiti		<ul style="list-style-type: none"> - Independently refreshable pins in a 60x40 array - Access to any form of Graphical information - A touch interface to enable the user to "draw" on the display - HDMI input to connect to any computer or mobile device
Metec(Europe)/ Hyperbraille		<ul style="list-style-type: none"> - Composes of a 120x60 pin matrix - A touch panel measuring 15x30 cm has approximately 720 modules installed - Display graphics or tables as well as braille characters
PCT(Korea)/ Tactile Pro		<ul style="list-style-type: none"> - World's First Blind Tablet Wins Innovation Award at CES 2020 - Works with Android and converts information from Internet pages into audio, braille, and braille images
Dot(Korea)/ Dot PAD		<ul style="list-style-type: none"> - CES 2023 Accessibility Innovation Award - Tactile display consisting of patented dot cells - AI Image Analysis Engine Implementing Tactile Graphics - 273x288x16 mm

는 상황에서 정보 접근성 개선과 시각장애학생에게 강한 학습 동기 부여를 위해서는 실증적 개발과 적용에 의한 효과성 연구가 지속적으로 이루어져야 할 필요성이 크다.

III. 시각장애학생을 위한 촉각 그래픽 디스플레이

촉각 그래픽 디스플레이는 점자 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 점자 정보단말기로, 수백 개의 점자 핀(셀)으로 구성되어 있다. 이 디스플레이는 학습 교재의 그래픽을 학생과 교사가 상호작용하며 점형으로 표현할 수 있으며, 도형, 기호, 표, 차트, 이미지 등을 촉각적으로 나타낼 수 있다.

시각장애학생들은 일반적으로 손의 촉감을 이용하여 교 육정보를 인지하는 점자교재(Braille book)를 주로 사용하며, 이는 점자와 그래픽 정보를 돌출된 점들 또는 선의 형태로 정보를 표현한다. 촉각 그래픽 디스플레이는 직관적 조작과 감각을 활용한 상호작용을 가능하게 하며, 입체감 있는 공간 감적 표현이 가능하여 시각장애학생들의 학습을 효과적으로 지원할 수 있다. 그림 1은 전술한 점자 표현의 발전사를 정리한 것이다. 국내의 경우 촉각 그래픽 디스플레이가 개발된 지 7년이 되었으나, 확장성은 미흡하며, 디바이스 셀에 대한 수요자의 이미지 문해의 어려움과 표준화된 그래픽 이미지 제작 및 디바이스 공급가 등이 문제점으로 지적되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 수요자의 접근성을 기반

으로 체계적인 제작과, 이를 바탕으로 한 법적 규정의 표준화에 의한 공급이 필요하다. 표 8은 국내의 점자 그래픽 디스플레이의 현황을 정리한 것으로, 해외의 경우는 인지도를 중심으로, 국내의 경우는 현재 개발된 것이 2건으로 조사되어 모두 정리하였다.

EU의 글로벌 문제 해결을 위한 연구개발 프로그램인 Horizon 2020 위원회는 2017년 기존의 시각장애인을 위한 솔루션이 비용은 많이 들면서 그래픽은 구현할 수 없고 점자만 지원함으로써 학습권을 심하게 침해하고 있다는 문제점을 인지하고, EU 지역에 거주하는 3,000만 명에 달하는 시각장애인들의 현안 문제점을 해결하기 위한 촉각 디스플레이의 연구개발에 300만 유로를 투자하였다. 캐나다의 휴먼웨어는 점자 디스플레이에 제스처 가능한 LCD화면을 부착하여 점자 입력을 선택적으로 가능하게 개발하였다. 북미의 VFO는 시장 점유율 1위로 점자 편인 2000개의 촉각 셀로 자연스러운 이미지 표출이 가능하며, 해외 제품들이 일반적으로 국내 제품보다 촉각 셀이 많아 제작에 유리하게 개발돼 있다. 국내에서는 가천대와 피시티(PCT)가 과학기술부 연구 과제로 촉각 그래픽 단말기 시제품을 개발하였으나, 2019년 시제품 홍보 후 정식 출시는 하지 않았다. 현재 (주)닷의 닷(Dot) 디바이스는 원천기술을 보유하고 있으며 유일하게 생산을 하고 있으나, 디바이스를 활용한 표준화된 이미지 제작과 대량 공급을 위한 다양한 콘텐츠 제작이 필요한 상황이다. 그림 2는 닷 패드를 활용한 제작과 표출 방법을 나타내며, 이미지를 재구조화하여 점자 편인 300개의 촉각 셀 표현으로 시각장애학생의 학습을 지원한다. 국내의 제품을 비교하였을 때 대체적으로 국내 디바이스 경우, 해외의 디바이스의 일반적인 블루투스나 설명을 위한 하단 점자 기능 등은 탑재되어 있으나 디지털 그래픽 표현 디스플레이의 점자편 숫자가 현저히 부족한 디바이스로 이미지의 자연스러움을 표현하고 시각장애학생의 리더러시를 지원하기 위해서는 형태의 재구

조화 작업을 위한 가이드라인이 중요하다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 시각장애학생을 대상으로 하는 촉각 디스플레이를 활용한 디지털 대체학습자료 개발을 목적으로 시각장애 정도를 분류하지 않고 대상성을 중심으로 한, 현황 분석을 위하여, 최근 10년간의 디지털 대체학습자료 관련 선행연구 동향과 국내의 제품 동향을 분석하고 시사점을 도출하였다. 선행연구 동향은 ‘연구주제’, ‘연구방법’, ‘연구내용 및 목적’으로 구분하여 분석하였으며, 본 연구의 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, ‘연구주제’에 관한 분석 결과, ‘디지털 자료’ 분야에서 청각과 촉각과 관련된 보조공학기기 연구가 가장 많았으나, 2023년부터 최신 IT기술을 통한 디지털 촉각 그래픽 연구가 다소 증가하고 있었지만, 시각장애학생의 학습 평등권 보장을 위해서는 더 다양한 융합적인 연구가 필요하다.

둘째, 연구 방법에서는 ‘실증적 방법’과 ‘심층적 분석 방법’으로 구분하였으며 ‘심층적 분석 방법’이 많았으나, 사례 분석과 FGI, 학습모델 제안 등의 실증적 연구 개발이 필요하다.

셋째, ‘연구내용과 목적’에 대한 비율 산출에서 ‘동향분석’이 가장 많이 수행되었으며, 이는 전술한 바와 같이 실증적 연구의 부족을 시사한다. 향후 디지털 대체학습자료 개발과 관련하여 실증적 개발과 효과성 검증 연구가 필요하다. 디지털 대체학습자료는 시각장애 학생들에게 강한 학습동기를 부여할 수 있기 때문이다.

네번째, 선행연구가 부족하여 깊이 있는 동향분석에 한계가 있으므로 국내의 디바이스 동향을 함께 조사하였다. 그 결과, 국내 디스플레이는 촉각 셀이 적어 표현의 한계가 이

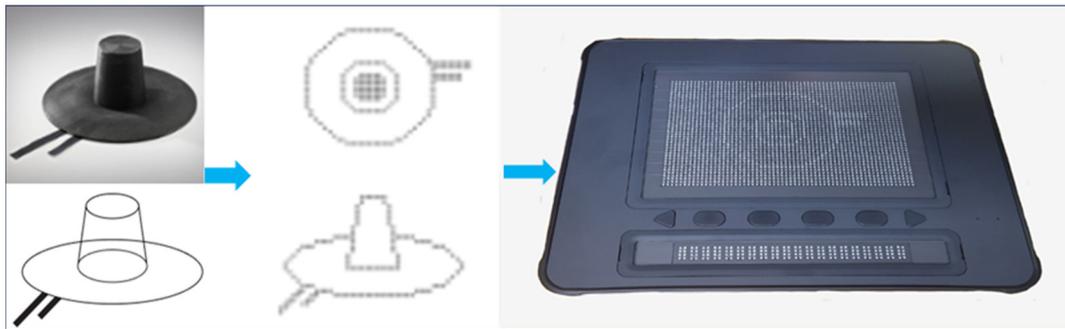


그림 2. 그래픽 이미지 재구조화 과정과 촉각 셀 디스플레이 표출

Fig. 2. Graphical image reconstruction process and projection to the display.

로 인한 부자연스러움이 있으므로 시각장애학생의 리터러시를 지원하기 위해서는 이미지 재구조화 작업의 가이드 연구가 반드시 필요하다. 따라서, 국내 디바이스를 통한 연구에서 시각장애학생의 정보접근성을 개선하기 위한 실증 연구는 반드시 필요하다.

정부에서는 2017년 4차 산업혁명 시대를 시작으로 유형별 장애아에게 신체적 한계를 극복할 수 있는 양질의 맞춤형 지원이 가능할 것으로 기대하고, 장애학생에게 양질의 풍부한 경험과 다차원적인 디지털 대체학습자료 기반의 교육적 지원이 가능할 것으로 판단하였지만, 현재도 연구와 그 시도가 매우 부족한 상황이다[12]. 따라서, 후속연구에서는 본 연구에서 분석된 디지털 대체자료의 부족함을 개선하기 위한 디지털 대체학습자료 개발 및 현장적용의 실증연구 진행을 통하여 제작 가이드라인을 제작하여 시각장애 학생의 학습권과 평등성의 권리를 지원하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2023년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2023S1A5A808209511).

참고문헌

- [1] S. H. Park, "Understanding and education of children with visual impairments," *HAKJISA*, pp. 49-52, 2022.
- [2] J. S. Park, D. B. Park, and S. K. Hong, "Digital tactile graphic interface: What do we need to consider?," *The Korean Journal of Visual Impairment*, vol. 39, no. 3, pp. 49-67, 2023.
- [3] E. R. Hyun, "The development of digital art textbooks to improve visually impaired children's literacy skills," *Journal of Digital Design*, vol. 12, no. 3, pp. 311-320, 2012.
- [4] B. S. Son, "A comparative analysis of self-evaluation of digital literacy competencies of students with physical disabilities and blindness," M.Ed. Daegu University, 2023.
- [5] E. R. Hyun, "Building method of supply system for securing textbook information accessibility for students with special needs," *Journal of Intellectual Disabilities*, vol. 28, no. 3, pp. 121-150, 2021.
- [6] J. Y. Lee, "A study on improvement plans for library policy to strengthen the reading ability of children and young adults with disabilities," *Journal of Korean Biblia Society for Library and Information Science*, vol. 33, no. 1, pp. 279-299, 2022.
- [7] J. S. Park, "Development of digital math tactile graphics for students with visual impairments," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 24, no. 9, pp. 1965-1975, 2023.
- [8] S. Y. Han, W. R. Kim, and Y. S. You, "Research trends in smart learning for the students with developmental disabilities: Focusing on smart learning types and digital literacy skills," *Journal of Intellectual Disabilities*, vol. 23, no. 4, pp. 95-128, 2021.
- [9] J. S. Park, "Development of digital math tactile graphics for students with visual impairments," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 24, no. 9, pp. 1965-1975, 2023.
- [10] E. R. Hyun, "The analysis of trends in domestic preceding studies related to art appreciation education for visually impaired children," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, vol. 26, no. 2, pp. 603-613, 2020.
- [11] E. R. Hyun, "An analysis of the trends of previous studies in Korea on the user participation design of school architecture," *Journal of the Korean Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 24, no. 11, pp. 168-180, 2023.
- [12] E. R. Hyun, "The analysis of trends in domestic preceding studies related to art appreciation education for visually impaired children," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, vol. 26, no. 2, pp. 603-613, 2020.



이 태 은 (Tae-eun Lee)_정회원

1995년 2월 : 서울과학기술대학교 시각디자인과 조형학사
1999년 8월 : 동국대학교 신문방송 언론학석사
2009년 2월 : 동국대학교 영상디자인 박사수료
2020년 3월 : 단국대학교 커뮤니케이션 디자인학 박사
2010년 ~ 2006년 : MBN 미술부 디자이너
2006년 ~ 2011년 : SBS미디어넷(SS비전)미술팀 팀장
2011년 ~ 2012년 : 루동대학교(산동성) 예술학원 디지털콘텐츠 교수
2012년 ~ 2017년 : 국립아시아문화전당(아시아문화원) 어린이문화원 팀장
2017년 ~ 2024년 : 남서울대학교 시각미디어디자인학과/가상현실학과 겸직 조교수
2024년 ~ 현재 : 청운대학교 인천캠퍼스 멀티미디어학과 조교수
<관심분야> 디지털콘텐츠, UX/UI, 문화예술, AI 디자인



이 희 주 (Hee-ju Lee)_정회원

2009년 3월 : 홍익대학교 광고홍보 석사
2013년 8월 : 한양대학교 시각디자인 박사
2011년 3월 ~ 현재 : 주식회사 KICC 기획이사
2018년 3월 ~ 현재 : 남서울 대학교 외래교수
<관심분야> 시각디자인, AI 디자인, UX/UI, BX