

# 미래형 디스플레이의 물리적 입력 방식에 대한 연구

## A Study on the Physical Input Method of Future Display

김민희<sup>1</sup>, 반영환<sup>2\*</sup>

Min-Hee Kim<sup>1</sup>, Young-Hwan Pan<sup>2\*</sup>

### 요약

급속도로 발전되는 기술에 따라 디스플레이는 우리 삶의 다양한 곳에서 발견되고 있으며, 얇고 가벼우며 깨짐 없이 형태 변형이 가능한 플렉서블 디스플레이의 등장으로 활용 영역이 점차 넓어지고 있다. 본 연구에서는 플렉서블 디스플레이 이후 세대인 미래형 디스플레이의 구체적 입력 방식을 도출하고, 향후 디스플레이 연구에 사용되어 활용 예를 확장시키는데 목적을 두고 있다. 문헌연구 방법을 통해 유연성을 기준으로 하여 1세대 평판, 2세대 커브드, 3세대 벤더블, 4세대 폴더블과 롤러블, 5세대 스트레처블로 정리하여 디스플레이의 발전 단계를 5세대로 분류하였다. 후에 각 디스플레이가 가지는 평평하게 하기, 구부리기, 접기, 말기, 연신, 비틀기, 구기기, 팝업, 투명의 9가지의 특성 중, 투명을 제외한 8가지의 특성을 바탕으로 입력 방식을 시각화하였다. 이는 사용자들에게 다소 생소할 수 있는 미래형 디스플레이를 이해하고 조작하는 데 도움을 줄 것이며, 후속 연구에서 입력 방식을 바탕으로 미래형 디스플레이를 어떠한 제품군에 접목시킬 수 있을지에 대한 연구를 진행할 예정이다.

핵심어 : 물리적 입력 방식, 미래형 디스플레이, 스트레처블 디스플레이, 형태 변형, 터치

### Abstract

With the rapidly developing technology, displays are being found in various places in our lives, and the area of use is gradually expanding with the advent of flexible displays that are thin, light, and can be deformed without breaking. In this study, the purpose of this study is to derive a specific input method for future displays, which are the generation after flexible displays, and to expand use examples for future display research. Through the literature research method, based on flexibility, the first generation Flat, second generation Curved, third generation Bendable, fourth generation Foldable and Rollable, and fifth generation Stretchable were classified into Five generations. Later, out of the nine characteristics of Flattening, Bending, Folding, Rolling, Extension, Twisting, Crumpling, Pop-up, and Clear of each display, the input method was visualized based on eight characteristics excluding Clear. This will help users understand and manipulate future displays that may be somewhat unfamiliar to them, and in subsequent studies, research will be conducted on which product line can be incorporated based on input methods.

Keyword : Physical Input Method, Futuristic Display, Stretchable Display, Shape Change, Touch

1 Department Smart Experience Design, Kookmin University TED, Seoul, Korea [Graduate Student]  
e-mail: 0447mh@naver.com

2 Department Smart Experience Design, Kookmin University TED, Seoul, Korea [Professor]  
e-mail: peterpan@kookmin.ac.kr (Corresponding author)

Received(September 16, 2022), Review Result(1st: September 30, 2022), Accepted(October 14, 2022), Published(October 31, 2022)

\* 본 논문은 '2022년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 소재부품산업미래성장동력사업으로 지원을 받아 수행한연구임. (20010744, 전장 및 스마트기기용 스트레처블 디스플레이 제품 Design 및 기구 구조 개발)



© 2022 The Authors. Published by NCISS.  
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.  
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

급속도로 발전되는 기술에 따라 디스플레이는 우리 삶의 다양한 곳에서 발견되고 있으며, 휘거나 구부릴 수 있고 투명한 특성 등을 가지며 사용 환경과 활용 영역이 점차 확대되고 있다.

현재 디스플레이는 스마트폰, 노트북, 태블릿 PC와 같은 스마트 모바일 기기 이외에도 내비게이션, 키오스크(Kiosk), 현금 자동인출기(ATM), 자동발권기 등 우리 일상에 깊숙이 자리 잡고 있다 [1][2]. 시간, 장소에 상관없이 소비자들은 원하는 순간에 언제, 어디서든지 정보를 얻거나 즉각적으로 사용할 수 있는 제품을 원하고 있으며 [3], 장치의 다양화에 따라 새로운 인터페이스의 수요가 점차 늘어나고 있다. 디스플레이의 형태 또한, 불투명하고 평면의 고정적 프레임을 가졌던 모니터와 TV 대신, 공간이나 사물의 외형의 형태에 자연스럽게 일체가 될 수 있는 비 평면과 투명의 형태로 변화하고 있다 [4].

종이와 같이 가벼우면서도 얇고 [5], 유연한 재료를 사용해 [6] 고정형 스크린이 갖는 한계를 극복하고 새로운 폼팩터의 특징을 가지고 있는 [7] 플렉서블 디스플레이(Flexible Display)는 형태 변형에도 특성의 손실 없이 제 기능을 발휘할 수 있으며, 커브드(Curved), 벤더블(Bendable), 폴더블(Foldable), 롤러블(Rollable), 스트레처블(Stretchable)이 이에 속한다 [8][9].

인터페이스 디자인 측면에서 플렉서블 디스플레이의 등장은 과거 키보드의 인풋을 기반으로 하는 CLI(Command Line Interface)에서 마우스가 인터페이스 역할을 하게 하는 GUI(Graphic User Interface)로 변화했던 것은 혁신에 비유될 만큼 매우 중요한 의미를 가진다 [10][11]. 현재는 NUI(Natural User Interface)로 터치와 같이 직관적인 인풋을 사용하는 시대가 되었다. 마우스, 키보드, 외에도 컴퓨터와 인간이 의사 전달을 위한 직접적 시각 제어장치인 터치스크린, 손동작과 몸동작으로 제어되는 공간 터치 등 직관적이면서도 단순한 제어방법의 연구가 증가됨에 따라 [12], 디스플레이를 조작하는데 필요한 다양한 입력 방식과 사용자의 사용 경험에 관련된 연구의 중요성이 높아지고 있다.

하지만, 현재 미래형 디스플레이와 관련된 기술적 연구는 꾸준히 진행되고 있으나 어떤 기술이 시장을 선도할 수 있을지에 대한 논의가 미흡한 상황이며 [13], 인터랙션 관련 연구 측면에서는, 미래형 디스플레이의 입력 방식을 정의하고 그에 따른 활용 방안을 탐색하는 연구가 부재하였다.

따라서, 본 연구를 통해 첫째, 디스플레이의 발전과정을 세대별로 분류하고, 현존하는 디스플레이에 나타나는 특성들을 발견하는데 1차 목적을 두고 있다. 이를 바탕으로, 둘째, 디스플레이들의 특성을 비교 분석하여 가장 미래지향적인 디스플레이를 도출하는데 2차 목적을 두고 있다. 이를 통해, 미래형 디스플레이를 포함한 5세대의 구체적 입력 방식을 제안하여 향후 디스플레이의 연구

에 사용되어 미래형 디스플레이의 활용 예를 확장시키는 것을 최종 목적으로 하고 있다.

## 1.2 연구대상 및 방법

본 연구는 폼팩터의 유연성과 변형 정도에 따라 디스플레이를 5세대로 구분하였으며, 선행연구를 통해 발견된 디스플레이의 특성을 기준으로 각 디스플레이를 비교하였을 때, 가장 미래적이며 활용 가능한 범위가 넓은 디스플레이를 미래형 디스플레이로 명명하여 구체적인 물리적 입력 방식을 표 형태로 정리 및 제안하고자 한다.

## 2. 디스플레이의 이론적 배경

### 2.1 디스플레이

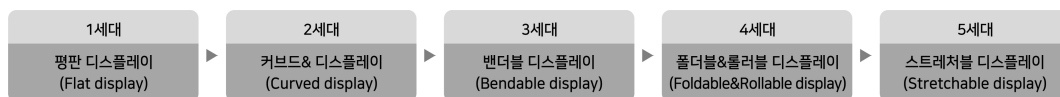
디스플레이는 주로 전기적으로 전송되는 화상신호를 인간이 인식할 수 있는 브라운관, 액정, 플라스마 디스플레이 등의 형태로 사용되고 있으며 [14], 터치스크린은 특수한 입력 장치를 장착한 화면으로, 손으로 접촉(Touch) 시, 그 위치를 입력받아 선택한 사항을 파악해 무엇인지 인지하고, 컴퓨터를 통해 명령을 처리하도록 하여 사용자가 쉽게 원하는 정보를 얻을 수 있도록 한다 [15]. 디스플레이는 점차 대형화, Flexible, 고해상도, 고색 재현율 만족 [16], 경량화를 통한 편리함 추구, 타 기술 분야와의 융·복합을 통한 다기능화와 고성능화로 인해 디지털 컨버전스화 되며 [17] 새로운 형태의 제품과 서비스로 탄생되고 있다. 사용자 경험 측면에서 디스플레이는 과거에 사용자의 요구에 대해 단순한 기능들을 수행하는 수동적 디바이스에서 현재는 사용자가 요구하는 것 이상의 많은 기능과 내용들을 수행하고 처리하며 사용자를 이끌어 가는 디바이스가 되어가고 있다 [18].

평판 디스플레이는 TV나 브라운관을 이용한 컴퓨터 모니터보다 가볍고 두께가 얇은 영상 표시 장치이며 일반적으로 디지털카메라, 노트북과 같이 휴대성이 중요한 장치에 빠르게 적용되기 시작하였다 [19]. 커브 디스플레이는 화면이 구부러져 있는 형태로 설계된 폼팩터로 [20], SID 2022에서 LG디스플레이가 발표한 연구 결과에 따르면, 사용자에게 현실감과 몰입감이 높은 800R의 반지름을 가지고 있어 주로 게이밍 디스플레이에 사용되는 대표적인 패널이다 [21]. 벤더블 디스플레이는 화면을 구부려 최대 1,000R까지 형태를 변형할 수 있는 것이 특징으로, 안쪽으로 구부러진 형태는 사용자가 디스플레이를 사용하는데 시각적 몰입도를 높일 수 있다 [22]. 폴더블 디스플레이가 모바일에 사용될 경우, 거치대 없이 동영상 감상할 수 있으며 화면이 상하 두 개로 분할되어 한 개의 기기 속에서 다중 작업이 가능하다는 장점을 가지고 있다 [23]. 롤러블 디스플레이는 기존의 벽에 설치하는 방식을 벗어나 자유로운 공간 활용이 가능하다는 점에서 TV의 새로운 패러다임을 열었으며, 홈 엔터테인먼트와 같은 실내 인테리어뿐만 아니라, 미래에는 자동차와 비행기 등의 교

통수단까지 활용될 전망이다 [24]. 스트레처블 디스플레이는 화면이 탄력적으로 늘어나는 차세대 디스플레이로, 고무와 같은 신축성 소재를 디스플레이를 구성하는 최소 입자인 픽셀(화소) 사이에 넣어 신축성을 지니고 있다. 손으로 화면을 누를 시, 최대 12mm까지 안으로 들어갔다가 손을 떼면 다시 원래 모습으로 돌아오는 특징이 있으며 X, Y, Z 축으로의 자유로운 변형이 가능하다 [25].

## 2.2 디스플레이의 발전 단계

앞선 연구를 통해 살펴본 디스플레이의 발전 단계의 분류 기준은 디스플레이의 폼팩터 혁신 [26]과 구부릴 수 있는 정도, 유연성(Flexibility) [27]에 따라 4세대로 분류한 연구들이 존재하였다.



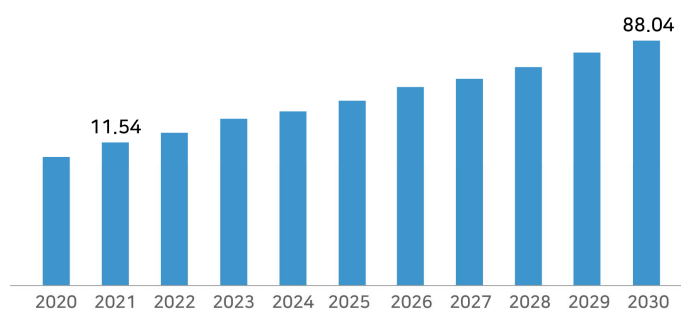
[그림 1] 디스플레이의 발전 단계

[Fig. 1] The development phase of the display

본 연구에서는 [그림 1]과 같이 디스플레이의 발전 단계를 총 5세대로 구분하였으며, 1세대는 평판(Flat) 디스플레이, 2세대는 고정형의 커브드(Curved) 디스플레이, 3세대는 일정한 각도로 변형이 가능한 벤더블(Bendable) 디스플레이, 4세대는 단일 축 가변형의 폴더블(Foldable)과 롤러블(Rollable) 디스플레이, 5세대는 프리폼(Free-form) 가변형의 스트레처블(Stretchable) 디스플레이로 분류하였다.

## 3. 플렉서블 디스플레이

### 3.1 플렉서블 디스플레이의 시장현황과 전망



[그림 2] 세계 플렉서블 디스플레이 시장 규모

[Fig. 2] Fig. Global Flexible Display Market size

세계 플렉서블 디스플레이 시장은 [그림 2]와 같이 2022년부터 2030년까지 25.33%의 CAGR로

2030년까지 880억 4000만 달러에 이를 것으로 예상되며, 터치스크린 기능을 갖춘 스마트 기기에 대한 수요 증가가 예측됨에 따라 [28], 국내의 기업 연구소인 LG디스플레이, 삼성 디스플레이를 비롯한 대학기관, KEIT, ETRI 등에서 OLED, Flexible LCD, E-Paper에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [29].

### 3.2 플렉서블 디스플레이의 활용 예

플렉서블 디스플레이는 기존 디스플레이의 고해상도는 유지하면서 얇고, 가볍고, 충격에 강하며 저가격, 저전력에 자유로운 구부림을 목적으로 하는 디스플레이 기술로 [30], 다양하게 형태를 변형시킬 수 있는 디스플레이(formable), 플라스틱이나 종이처럼 가볍고 얇은 디스플레이(light, thin), 그리고 깨지지 않는 디스플레이(rugged) 등으로 정의될 수 있다 [31]. 이러한 형태적 자유로움의 특징 때문에 천이나 손수건처럼 4번 접었다 펼 수 있는 ‘멀티 폴더블 스마트 기기’ 뿐만 아니라, 신체에 부착이 용이하며 움직임에 제약 없이 몸에 딱 맞는 형태로 달라붙는 ‘웨어러블 디바이스’, 곡면이나 유선형적 외형의 제약을 극복할 수 있는 ‘자동차 항공용 디스플레이’ 등 응용범위가 무궁무진할 것으로 기대되며 [32], 이는 사용자들에게 큰 혁신을 불러일으킬 것이다.

### 3.3 플렉서블 디스플레이의 사용 경험

자유로운 폼팩터 변화는 사용자들에게 폭넓고 다채로운 사용 경험을 줄 것으로 예측되나, 터치와 같이 우리에게 잘 알려져 있지 않은 입력 방식을 처음 사용하고 학습하는데 어려움이 있을 것으로 예상되며, 사용자의 멘탈 모델과 일치하지 않는 조작을 해야 할 경우 혼란을 야기할 수 있다.

플렉서블 디스플레이 인터페이스에서 분석을 통해 발견한 사용자가 기대하는 경험 요인들 중 두 번째 요인이 이해성으로 나타났으며, 사용자가 사용 상황을 바르게 해석하고, 확신을 가지고 유용한 사용이 가능하도록 연구하는 것은 유의미한 것으로 나타났다 [33]. 해당 연구 결과가 시사하는 점은 사용자가 인터페이스를 조작 및 사용할 때, 구체적 인풋 방식을 제공하는 것은 디스플레이를 목적에 맞게 사용하는데 중요한 역할을 한다는 점이다.

### 3.4 디스플레이의 특성

앞서 정리한 디스플레이의 발전 단계에 맞춰 각각의 디스플레이의 특성을 [그림 3]으로 정리하였다. 평판 디스플레이는 평평하고 투명한 특성을, 커브드 디스플레이는 화면이 구부러진 특성을, 벤더블 디스플레이는 평평하게 하기와 구부리기의 특성을, 폴더블 디스플레이는 평평하게 하기, 구부리기, 접기의 특성을, 롤러블 디스플레이는 평평하게 하기, 구부리기, 말기의 특성이 존재한다. 스트레처블 디스플레이는 1세대부터 4세대까지의 디스플레이가 가지는 특성이 모두 발견되며, 그

특성은 평평하게 하기, 구부리기, 접기, 말기, 연신, 비틀기, 구기기, 팝업, 투명으로 크게 9가지로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 타 디스플레이의 특성을 모두 포함하며 무한한 변형과 활용 가능성을 가지고 있는 스트레처블 디스플레이를 미래형 디스플레이로 명명하였다.

발견 단계 (세대)	디스플레이 특성	1세대	2세대	3세대	4세대		5세대
		평판 디스플레이 (Flat display)	커브드 디스플레이 (Curved display)	밴더블 디스플레이 (Bendable display)	폴더블 디스플레이 (Foldable display)	롤러블 디스플레이 (Rollable display)	스트레처블 디스플레이 (Stretchable display)
입력 방식 사용 가능 범위	평평하게 하기 (평평함) flattening	○	×	○	○	○	○
	구부리기 (구부러짐) Bending	×	○	○	×	○	○
	접기 Folding	×	×	×	○	×	○
	말기 Rolling	×	×	×	×	○	○
	연신 Extension	×	×	×	×	×	○
	비틀기 Twisting	×	×	×	×	×	○
	구기기 Crumpling	×	×	×	×	×	○
	팝업 Pop-Up	×	×	×	×	×	○
	투명 Clear	○	×	×	×	×	○

[그림 3] 디스플레이의 특성

[Fig. 3] Fig. Characteristics of the display

9가지의 특성들 중, 투명을 제외한 8가지의 특성은 디스플레이의 형태적 변형과 관련된 특성에 해당하므로, 입력 방식의 기준으로 사용 가능한 것으로 판단하였다.

## 4. 디스플레이 입력 방식

### 4.1 디스플레이의 입력 방식

디스플레이의 물리적 입력 방식은 터치(Touch) 입력 방식과 유연성(Flexibility)에 따른 형태 변형 입력 방식으로 분류할 수 있다. 선행 연구에서 정의한 터치 입력 방식을 바탕으로 [34-36], 본 연구에서는 터치 입력 방식을 커서 없이 손가락으로 패널과 접촉하는 입력 방식으로 정의하였으며, 터치 입력 방식은 탭(Tap) 조작과 제스처(Gesture) 조작으로 나누어지며 탭 조작에는 표면을 1회 짧게 터치하는 원 탭(One Tap), 표면을 2회 빠르게 터치하는 더블 탭(Double Tap), 일정 기간 동안 표면을 터치한 채 유지하는 롱 탭(Long Tap)이 있다. 제스처 조작에는 상하 또는 좌우로 표면을 쓸어내

듯 빠르게 터치하는 플릭(Flick), 표면에 손가락의 접촉을 유지한 채 이동하는 드래그(Drag), 화면을 터치한 상태로 일정 거리를 움직이는 제스처인 스와이프(Swipe), 손가락 두 개로 시계 방향 또는 반대 방향으로 이동하는 제스처인 로테이트(Rotate), 두 손가락으로 터치하여 서로 멀어지게 조작하는 스프레드(Spread), 두 손가락으로 터치하여 점차 가까워지게 조작하는 핀치(Pinch), 손가락을 표 면에서 떼지 않고 드래그하여 상하좌우로 연속적으로 이동하며 움직이는 팬(Pan)이 포함되어 있다.

유연성에 따른 형태 변형 입력 방식을 도출하기 위해 본 연구에서 도출한 8가지 특성을 기준으로 하여 입력 방식을 시각화하였다. 표 내부의 빨간색의 화살표는 사람이 디스플레이에 줄 수 있는 중심된 힘(압력)의 방향을 시각화 한 것이며 화살표의 방향을 통해 형태 변형이 가능하고, 사용자가 디스플레이에 명령을 내리거나 정보를 입력하는 데 사용된다.

## 4.2 평판 디스플레이의 입력 방식

평판 디스플레이는 [그림 4]와 같이 터치가 가능하나, 변형이 불가능한 평평한 형태를 가지고 있어 형태 변형 조작은 불가능하다.

터치(Touch) 입력방식									
탭(Tap) 조작			제스처(Gesture) 조작						
원 탭 One Tap	더블 탭 Double tap	롱 탭 Long tap	플릭 Flick	드래그 Drag	스와이프 Swipe	로테이트 Rotate	스프레드 Spread	핀치 Pinch	팬 Pan

[그림 4] 평판 디스플레이의 물리적 입력 방식

[Fig. 4] Fig. Flat Panel Display Physical Input Method

## 4.3 커브드 디스플레이의 입력 방식

커브드 디스플레이는 [그림 5]와 같이 터치가 가능하나, 변형이 불가능한 구부러진 형태를 가지고 있어 형태 변형 조작은 불가능하다.

터치(Touch) 입력방식									
탭(Tap) 조작			제스처(Gesture) 조작						
원 탭 One Tap	더블 탭 Double tap	롱 탭 Long tap	플릭 Flick	드래그 Drag	스와이프 Swipe	로테이트 Rotate	스프레드 Spread	핀치 Pinch	팬 Pan

[그림 5] 커브드 디스플레이의 물리적 입력 방식

[Fig. 5] Fig. Curved Display Physical Input Method

#### 4.4 벤더블 디스플레이의 입력 방식

벤더블 디스플레이는 [그림 6]과 같이 터치 입력 방식과 한 방향 또는 양 방향으로 구부리거나 원형의 형태로 조작이 가능하다.

터치(Touch) 입력방식									
탭(Tap) 조작			제스처(Gesture) 조작						
원 탭 One Tap	더블 탭 Double tap	롱 탭 Long tap	플릭 Flick	드래그 Drag	스вай프 Swipe	로테이트 Rotate	스프레드 Spread	핀치 Pinch	팬 Pan
유연성(Flexibility)에 따른 형태변형 입력방식									
평평하게 하기 flattening									
구부리기 Bending									

[그림 6] 벤더블 디스플레이의 물리적 입력 방식

[Fig. 6] Fig. Bendable Display Physical Input Method

#### 4.5 폴더블 디스플레이의 입력 방식

폴더블 디스플레이는 [그림 7]과 같이 터치 입력 방식과 접히는 각도와 방향, 횟수를 다르게 하여 디스플레이를 조작할 수 있다.

터치(Touch) 입력방식									
탭(Tap) 조작			제스처(Gesture) 조작						
원 탭 One Tap	더블 탭 Double tap	롱 탭 Long tap	플릭 Flick	드래그 Drag	스вай프 Swipe	로테이트 Rotate	스프레드 Spread	핀치 Pinch	팬 Pan
유연성(Flexibility)에 따른 형태변형 입력방식									
평평하게 하기 flattening									
접기 Folding									











[그림 7] 폴더블 디스플레이의 물리적 입력 방식

















[Fig. 7] Fig. Foldable Display Physical Input Method



#### 4.6 롤러블 디스플레이의 입력 방식

롤러블 디스플레이는 [그림 8]과 같이 터치 입력 방식과 구부러지거나, 말리는 정도와 방향에 따라 굴곡진 형태로의 조작이 가능하다.
























































터치(Touch) 입력방식									
탭(Tap) 조작			제스처(Gesture) 조작						
원 탭 One Tap	더블 탭 Double tap	롱 탭 Long tap	플릭 Flick	드래그 Drag	스вай프 Swipe	로테이트 Rotate	스프레드 Spread	핀치 Pinch	팬 Pan
									

유연성(Flexibility)에 따른 형태변형 입력방식							
평평하게 하기 flattening	 Horizontal-Flattening	 Vertical-Flattening					
구부리기 Bending	 In-Bending	 Out-Bending	 Half-Right-In-Bending	 Half-Left-In-Bending	 Half-Right-Out-Bending	 Half-Left-Out-Bending	 Multi-Bending
말기 Rolling	 In-Rolling	 Out-Rolling	 Circle-In-Rolling	 Circle-Out-Rolling	 Half-left-Rolling	 Half-Right-Rolling	 Multi-Rolling

[그림 8] 롤러블 디스플레이의 물리적 입력 방식

[Fig. 8] Fig. Rollable Display Physical Input Method

#### 4.7 스트레처블 디스플레이의 입력 방식

터치(Touch) 입력방식										
탭(Tap) 조작			제스처(Gesture) 조작							
원 탭 One Tap	더블 탭 Double tap	롱 탭 Long tap	플릭 Flick	드래그 Drag	스вай프 Swipe	로테이트 Rotate	스프레드 Spread	핀치 Pinch	팬 Pan	
										
유연성(Flexibility)에 따른 형태변형 입력방식										
평평하게 하기 flattening	 Horizontal-Flattening	 Vertical-Flattening								
구부리기 Bending	 In-Bending	 Out-Bending	 Half-Right-In-Bending	 Half-Left-In-Bending	 Half-Right-Out-Bending	 Half-Left-Out-Bending	 Multi-Bending			
접기 Folding	 In-Folding	 Out-Folding	 Half-Folding	 Horizontal-Half-Folding	 Vertical-Half-Folding	 Multi-folding	 Multi-folding			
말기 Rolling	 In-Rolling	 Out-Rolling	 Circle-In-Rolling	 Circle-Out-Rolling	 Half-left-Rolling	 Half-Right-Rolling	 Multi-Rolling			
연신 Extension	 X-Extension	 Half-Y-Extension	 Y-Extension	 Half-Y-Extension	 Up-Z-Extension	 Down-Z-Extension	 Multi-XYZ-Extension			
비틀기 Twisting	 In-Twisting	 Out-Twisting	 Multi-In-Twisting		 Multi-Out-Twisting		 Multi-Free-Twisting			
구기기 Crumpling	 Crumpling	 Half-Force-Crumpling								
팝업 Pop-Up	 Out-Pop-Up	 In-Pop-Up	 Multi-Out-Pop-Up	 Multi-In-Pop-Up	 Half-Right-Out-Pop-Up	 Half-Left-Out-Pop-Up	 Half-Right-In-Pop-Up	 Half-Left-In-Pop-Up		

[그림 9] 스트레처블 디스플레이의 물리적 입력 방식

[Fig. 9] Fig. Stretchable Display Physical Input Method

스트레처블 디스플레이는 [그림 9]와 같이 터치가 가능하며, 형태 변형 입력 방식은 각 입력 방식이 2개, 3개, 4개 또는 그 이상이 복합적으로 나타날 수 있으며, 디스플레이의 기술적 결함 없이 비정형적이고 무한한 형태 변형이 가능하기 때문에 그림에 있는 입력 방식 외에도 조작하는 힘과 방향에 따른 다양한 조작이 가능하다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구의 종합적인 내용 정리 및 한계점은 다음과 같다. 디스플레이가 가지는 특성을 발굴하여 미래형 디스플레이가 가지는 물리적 입력 방식을 구체화하는데 의의가 있다. 이는 사용자들에게 다소 생소할 수 있는 미래형 디스플레이를 이해하고 조작하는 데 도움을 줄 수 있으며, 앞으로의 미래형 디스플레이의 활용 연구와 적용시킬 제품군을 발굴하는데 본 연구가 활용될 수 있다. 하지만, 본 연구에서 제안한 입력 방식을 바탕으로 어떠한 제품군에 접목시킬 수 있을지에 대한 연구가 미흡하였다. 따라서, 후속 연구를 통해 본 연구에서 제안한 입력 방식과 사용자가 기대하는 조작 방식과 일치하는지에 대한 실험과 구체적 활용 영역을 제안하는 연구를 진행할 예정이다.

## References

- [1] J. S. Lee, "Touch Screen", terms.naver.com, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3571295&cid=59088&categoryId=59096>, (accessed August 28, 2022).
- [2] J. H. Oh, J. H. Choi, J. W. Kang, "Toward the Virtual Touch Pad using Mobile Devices and Acoustic Input", The 34th KIPS Fall Conference 2010, November 12-13, 2010, Seoul, Korea, pp. 815-817.
- [3] H. D. Park, O. S. Lee, "Overview of Flexible Display", Trends in Metals & Materials Engineering, vol. 20, no. 2, April 2007, pp. 33-39.
- [4] K. D. Kim, "Suggestion of Utilization Methods of Information Design based on the Types of Usage in OLED Displays", Journal of Basic Design & Art, vol. 17, no. 4, August, 2016, pp. 15-28.
- [5] J. Jang, "Flexible Display", Information Display, vol. 7, no. 3, June 2006, pp. 4-17.
- [6] Y. C. Ha, "Flexible Display", terms.naver.com, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3586636&cid=59277&categoryId=59278>, (accessed August 28, 2022).
- [7] S. M. Kim, "High efficient flexible organic solar cells using graphene/metal grid transparent films", Master's thesis, Kyung Hee University, Republic of Korea, 2014.
- [8] D. M. Choi, "A Study on the Correlation between Atypical Form Factor-based Smartphones and Display-dependent Authentication Methods", Journal of Korea Multimedia Society, vol. 24, no. 8, pp. 1076-1089, doi: 10.9717/kmms.2021.24.8.1076.
- [9] Y. C. Ha, "Stretchable Display", terms.naver.com, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3585948&cid=421>

- 07&categoryId=42107, (accessed August 28, 2022).
- [10] R. Hinman, *The Mobile Frontier: A Guide for Designing Mobile Experiences*, Rosenfeld Media, 2012.
- [11] H. J. Lee, M. H. Hong, "How Does Smart Device User Experience Change by Generation", *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 19, no. 3, March 2019 pp. 252-260, doi: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.03.252>.
- [12] G. H. Lee, D. K. Shin, D. I. Shin, "NUI/NUX framework based on intuitive hand motion", *Journal of Internet Computing and Services (JICS)*, vol. 15, no. 3, June 2014, pp. 11-19, doi: 10.7472/jksii.2014.15.3.11.
- [13] Y. T. Hong, B. M. Lee, E. H. Oh, J. H. Byeon, "The latest technology trends in stretchable displays", *Information Display*, vol. 18, no. 5, October 2017, pp. 28-36.
- [14] Y. C. Ha, "Display", [terms.naver.com](https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1994909&cid=50371&categoryId=50371), <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1994909&cid=50371&categoryId=50371>, (accessed August 28, 2022).
- [15] Y. C. Ha, "Touch Screen", [doopedia.co.kr](https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1181016&cid=40942&categoryId=32831), <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1181016&cid=40942&categoryId=32831>, (accessed August 28, 2022).
- [16] K. H. Kim, "2LG-2: Development status of high heat resistant PI film for bendable OLED and future technology", *KSIEC Fall Meeting*, October 28, 2016, Seoul, Korea, pp. 130-130.
- [17] S. K. Choi, J. M. Moon, "A Study on Future Interaction Space using Information Display Technology -Microsoft and Corning glass's Future display video analysis", *Journal of Korea Design Knowledge*, no. 24, December 2012, pp. 334-345.
- [18] Y. K. Jeong, "The study on goodness of it through preferences of MI(management interface) icon of DID(Digital Information Display)", *Journal of Digital Design*, vol. 11, no. 4, October 2011, pp. 489-502.
- [19] Y. C. Ha, "Flat-Panel Display", [terms.naver.com](https://terms.naver.com/entry.naver?docId=303459&cid=50324&categoryId=50324), <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=303459&cid=50324&categoryId=50324>, (accessed August 28, 2022).
- [20] D. M. Choi, "A Study on the Correlation between Atypical Form Factor-based Smartphones and Display-dependent Authentication Methods", *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 24, no. 8, August 2021, pp. 1076-1089, doi: 10.9717/kmms.2021.24.8.1076.
- [21] J. K. Park, "LGD "Bendable OLED is considered the best gaming display", [nocutnews.co.kr](https://www.nocutnews.co.kr/news/5754735), <https://www.nocutnews.co.kr/news/5754735>, (accessed September 10, 2022).
- [22] LG Display, "LG Display unveils '48-inch Benderable CSO' for the first time at CES 2021", [news.lgdisplay.com/kr](https://news.lgdisplay.com/kr), <https://news.lgdisplay.com/kr/2021/01/lg%EB%94%94%EC%8A%A4%ED%94%8C%EB%A0%88%EC%9D%B4-ces-2021%EC%97%90%EC%84%9C48%EC%9D%B8%EC%B9%98-%EB%B2%A4%EB%8D%94%EB%B8%94-cso-%EC%B5%9C%EC%B4%88-%EA%B3%B5%EA%B0%9C/>, (accessed September 10, 2022).
- [23] Samsung, "[Tips on using foldable phones] ① The moments when the foldable phone shines in your daily life", [news.samsung.com/kr](https://news.samsung.com/kr), <https://bit.ly/3wRgKhF>, (accessed September 10, 2022).
- [24] LG Display, "Rollable OLED story created by passion and innovation", [news.lgdisplay.com/kr](https://news.lgdisplay.com/kr), <https://news.lgdisplay.com/kr/2021/09/%EC%97%B4%EC%A0%95%EA%B3%BC-%ED%98%81%EC%8B%A0%EC%9C%BC%EB%A1%9C-%ED%83%84%EC%83%9D%ED%95%9C-%EB%A1%A4%EB%9F%AC%EB%B8%94-oled-%>

- EC%8A%A4%ED%86%A0%EB%A6%AC/, (accessed September 10, 2022).
- [25] Y. C. Ha, "Stretchable Display", terms.naver.com, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3585948&cid=42107&categoryId=42107>, (accessed September 10, 2022).
- [26] LG Display, "The Future of the Form Factor and Display", kr.oledspace.com, <https://kr.oledspace.com/%ED%8F%BC-%ED%8C%A9%ED%84%B0form-factor%EC%99%80-%EB%94%94%EC%8A%A4%ED%94%8C%EB%A0%88%EC%9D%B4%EC%9D%98-%EB%AF%B8%EB%9E%98-%EB%AA%A8%EC%8A%B5/>, (accessed September 10, 2022).
- [27] S. E. Jung, H. Y. Ryoo, J. H. Noh, S. M. Ahn, E. S. Chu, "Form Factors of Flexible Display Interface", *Journal of Korean Design Forum*, no. 48, August 2015, pp. 237-250.
- [28] The Brainy Insights, "Flexible Display Market", The Brainy Insights, India, TBI-12830, July 2022, [Online]. Available: <https://www.thebrainyinsights.com/report/flexible-display-market-12830>.
- [29] J. I. Lee, "A study on the Flexible Display R&D Technology Design Convergence", *The Korean Society of Science & Art (KSAF)*, vol. 18, December 2014, pp. 519-529.
- [30] Tistory, "Flexible Display", tistory.com, <https://ddisplay.tistory.com/31>, (accessed September 10, 2022).
- [31] E. Kim, "Trend of Flexible OTFT/E-Paper Technology Development", epnc.co.kr, <http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=7276>, (accessed September 17, 2022).
- [32] Y. J. Bae, "LG Display is developing 'increasing' displays", m.newsbiz.co.kr, <http://m.newsbiz.co.kr/news/newswview.php?ncode=1065579276374032>, (accessed September 10, 2022).
- [33] S. E. Chung, Y. S. Yoon, Y. S. Lim, H. J. Choi, H. Y. Ryoo, "User Expectation Experience of Flexible Display Interface", *Design Convergence study*, vol. 15, no. 2, April 2016, pp. 301-318.
- [34] D. Y. Ha, "The Combined Interaction of Touch Gesture and Motion Gesture for Mobile Device", Master's thesis, The Graduate School of Interaction Design Lab, Techno Design, Kookmin University, Republic of Korea, 2012.
- [35] H. K. Jo, Y. H. Pan, J. H. Jeung, "A Study on Touch Interaction Styles of Mobile phone", *HCI Society of Korea Conference*, February 9-11, 2009, Seoul, Korea, pp. 971-975.
- [36] H. Kim, H. W. Song, S. H. Park, "Proper Response Times and Design Factors Influencing User Satisfaction with Diverse Touch Tap Operations for the Smartphone", *Archives of Design Research*, vol. 27, no. 2, May 2014, pp. 95-105.