

플렉서블 디스플레이의 구부림을 활용한 인터페이스 가능성에 관한 연구

-휴대형 멀티미디어 기기에서의 메타포 응용을 중심으로-

이세영¹, 김형근², 정지홍³
국민대학교 테크노디자인대학원 디지털미디어디자인학과
인터랙션디자인랩^{1 2 3}
{mbsean¹,dalfaran², jihong95³}@kookmin.ac.kr

A Study on the Possibility of Bending Control UI in Flexible display

-Focused on the Metaphor Application in the Portable Multimedia Device -

Se Young Lee¹, Hyoung Keun Kim², Ji Hong Jujng³
Interaction Design Lab., Dept. of Digital Media Design,
Graduate School of Techno Design, Kookmin Univ.^{1 2 3}

요약

본 연구는 플렉서블 디스플레이의 제품 적용 시 다루어져야 할 인터페이스 디자인 관점에서의 접근으로서의 목적을 가진다. 유연성을 중심으로 플렉서블 디스플레이의 기술과 서비스를 살펴보고, 인간과 도구의 인터랙션 관점에서 플렉서블 디스플레이의 구부림 조작의 가능성을 살펴본다. 또한 이러한 조작 방식의 사례 연구로서, 휴대형 멀티미디어 기기에서의 디스플레이의 구부림을 이용한 조작 방식의 적용 시 사용자는 어떠한 경험지식을 활용하여 조작하는가를 실험을 통해 알아본다.

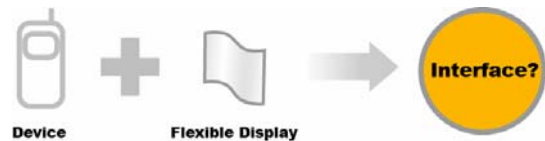
실험의 결과로부터 물리적 조작과 화면정보구조에 대한 개념을 정리하고 그에 따른 플렉서블 디스플레이의 구부림 조작을 활용한 인터페이스 사례를 제안한다.

Keyword : Flexible Display, Bending Control Interface, Metaphor, Portable Multimedia Device

1. 서론

1-1. 연구의 배경

최근 차세대 디스플레이 기술로 플렉서블 디스플레이가 주목받고 있다. 플렉서블 디스플레이는 말 그대로 유연한 형태의 화면으로서 궁극적으로는 구부리거나 둘둘 말 수도 있는 디스플레이를 가르킨다. 이러한 플렉서블 디스플레이의 개발이 활발히 진행됨에 따라 향후 5년 내에 구체적인 시장이 형성되어 중대형 디스플레이를 휴대 가능하게 함으로서 모바일 IT 산업에 변화를 몰고 올 것으로 예측된다. 이는 기기의 크기, 무게, 형태 등의 하드웨어적 제약에 변화를 주어 플렉서블 디스플레이의 시장 형성은 휴대 기기를 중심으로 새로운 인터페이스를 필요로 하게 될 것으로 예상된다.



[그림 1] 플렉서블 디스플레이 기기 인터페이스 연구의 필요성

1-2. 연구의 목적

본 연구에서는 플렉서블 디스플레이 기술을 적용한 기기의 개발단계에서 다루어져야 할 인터페이스 디자인 관점에서의 접근으로, 휴대형 멀티미디어 기기에서 플렉서블 디스플레이의 구부림 동작 활용을 전제로 사용자가 어떠한 경험지식에 근거하여 조작하는가를 알아보고, 이를 통해 인터페이스의 적용 사례를 제안하는 것을 목적으로 한다.

1-3. 연구의 방법

본 연구는 다음과 같은 체계로 진행하였다. 첫째, 현상의 관찰로서, 플렉서블 디스플레이의 기술/시장 현황 등에 기반조사와 인터페이스 관련 이론 등을 다루는 리서치 및 정리하였고 둘째, 이러한 정리/종합을 바탕으로 디스플레이의 구부림을 활용한 조작 방식의 가능성을 다양한 인터랙션 관점에서 고찰하였으며 셋째, 연구하고자 하는 내용의 규명 단계로서, FD의 구부림을 활용한 조작 방식에 대한 범위를 구체화하여 사용자의 기기 조작 단계에서의 메타포 반응을 실험을 통해 관찰하였으며 이를 바탕으로 인터페이스 디자인의 적용 사례를 제시하였다.

2. 플렉서블 디스플레이의 이해

2-1. 플렉서블 디스플레이의 개념

플렉서블 디스플레이(Flexible Display)는 말 그대로 유연한 형태의 화면으로서 궁극적으로는 구부리거나 둘둘 말 수도 있는 디스플레이를 가르킨다.



[그림 2] 플렉서블 디스플레이 제품 컨셉

이와 비슷한 용어로 전자 종이(Electronics Paper), 디지털 페이퍼(Digital Paper), 페이퍼 라이크 디스플레이(Paper Like Display) 등이 쓰이고 있으며 구현 방식과 기술, 개념 등에 따라서 구분되어 사용되고 있다. 일반적으로 플렉서블 디스플레이는 기존의 평판 디스플레이의 관점에서 유연한 소재로 바꾸어 개발하는 방식을 의미하고, 전자종이, 디지털 페이퍼 등의 용어는 종이의 관점에서 개발되고 있는 기술 방식을 일컫는다.

본 연구에서는 앞에서 언급한 여러 관점의 유연한 디스플레이 전부를 포함하는 언어적 관점에서의 ‘플렉서블 디스플레이’로 통칭하고 영문 약자인

FD로 표기하였다.

2-2. FD 구부림 조작의 가능성 고찰

FD 구부림을 이용한 조작 방식의 사례로서 2004년 sony interaction lab의 ‘Gummi: A Bendable Computer’를 들 수 있다. Gummi는 구부리는 동작과 터치 센서를 활용하여 지도 네비게이션 조작, 문자 입력 등에 관한 인터페이스를 제시하였다. 이러한 조작 방식은 몇 가지 관점에서 그 가능성을 고찰해 볼 수 있는데, 먼저 출력장치에 해당하는 디스플레이를 입력수단으로 활용하는 경우에 있어서 시각적 요소를 저해하는 단점이 있지만, 반대로 직접적인 피드백을 제공하는 장점을 제공할 수 있다. 또, 기기의 소형화에 따른 입력 장치의 배치에 있어서 별도의 공간이 필요하지 않고 기기 전체를 조작 공간으로 활용할 수 있다는 점, 그리고, 상황에 따른 멀티모달한 조작요소로서 엔터테인먼트 기기에서의 활용 가능성 등의 장점을 내포한다.

또한, FD의 구부림 조작 인터페이스로의 접근은 해당하는 조작 태스크에 대한 사용자의 메타포 추출이 가능하다면 사용자의 초기 학습성에 있어서 가능성을 가진다고 할 수 있다. 메타포(Metaphor)는 언어학에서 전통적인 비유언어(figurative language)의 가장 기본적인 형태로, 한 사물에 대한 언어를 다른 사물의 언어로 전이(轉移; transference)시키는 수사법을 이야기한다.

메타포의 두 구성 요소는 기본(base) 도메인과 대상(target) 도메인이다. 기본 도메인은 이미 사람이 가지고 있는 지식의 영역이고 대상 도메인은 사람이 친숙해 지려고 노력하는 지식의 영역이다. 메타포는 기본 도메인의 지식과 대상 도메인의 지식을 연결하는 것이다.



[그림 3] 메타포 적용의 개념

여기서 주의해야 할 것은 그러한 메타포가 어느 정도의 공통성을 가지고 형성되어 있느냐인데 이

는 시스템에 따라, 기기의 기능에 따라 혹은 화면의 시각적 효과에 따라 달라질 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 메타포의 활용을 중심으로 시스템과 기능 등의 범위를 선정하고 이에 대한 사용자 실험을 통해 사례 제작의 단계를 거쳐 그 가능성을 보고자 하였다.

3. 휴대형 멀티미디어 기기의 조작요소

3-1. 휴대 기기의 조작요소

휴대 기기의 조작 인터페이스는 휴대폰, PDA, MP3P, PMP 등 휴대 기기의 공통 조작 요소로서 그 기능을 중심으로 4 가지 유형으로 정리할 수 있다. 이는 기기 전원의 조작에 해당하는 조작요소, 일반적으로 메뉴 방식의 인터페이스 조작을 위한 공통 조작 요소로서 네비게이션의 방향이동을 제어하는 조작요소, 기기의 특성 별로 달라지는 레이플 버튼과 소프트 키에 해당하는 기능 조작요소, 그리고 문자/숫자 입력 등의 데이터 입력에 해당하는 조작요소이다.

3-2. 멀티미디어의 개념 및 구성요소

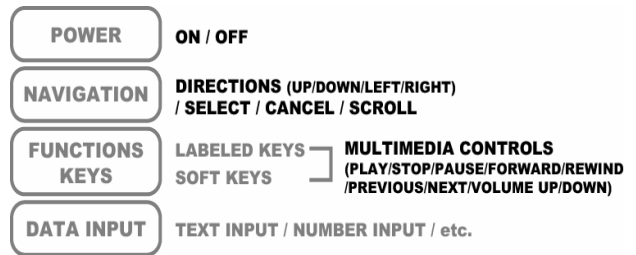
멀티(multi)와 미디어(media)라는 두 단어의 합성어로서 멀티는 여러 가지라는 뜻이며, 미디어는 문자, 그림, 소리, 애니메이션, 동영상 등과 같이 정보를 표현하는 매체를 말한다.

- ① **문자자료(text)** - 텍스트는 멀티미디어의 기본적인 구성 요소로, 컴퓨터로 의사를 표현하는 가장 단순한 수단이다.
- ② **그림자료(image)** - 그림은 텍스트 다음으로 자주 사용되는 미디어로서, 정지되어 있는 영상이다.
- ③ **소리자료(sound)** - 사운드는 주의력을 집중시키거나 오락의 현실감을 부여하여 주며, 음악을 재생, 편집, 합성하는 등의 방법으로 멀티미디어의 다양한 효과를 더해 줄 수 있다.
- ④ **애니메이션(animation)** - 애니메이션은 낱장의 그림을 한 프레임씩 촬영하여 연속적으로 보여 주어 그림이 마치 움직이는 것처럼 보이도록 표현하는 것이다.
- ⑤ **동영상** - 비디오 카메라를 통해 얻어진 데이터를 디지털 자료로 만든 연속적인 이미지이다.

3-2. 멀티미디어의 조작 요소

구성요소로부터 추출된 기능 요소는 다음과 같다.

- ① **문자자료** -이전 /다음 /확대 /축소
- ② **그림자료** -이전 /다음 /확대 /축소 /회전(좌,우)
- ③ **소리자료** -소리크게 /소리작게 /음소거
- ④ **애니메이션** -재생 /정지 /일시정지 /앞으로 /뒤로 /이전 /다음
- ⑤ **동영상** -재생 /정지 /일시정지 /앞으로 /뒤로 /이전 /다음



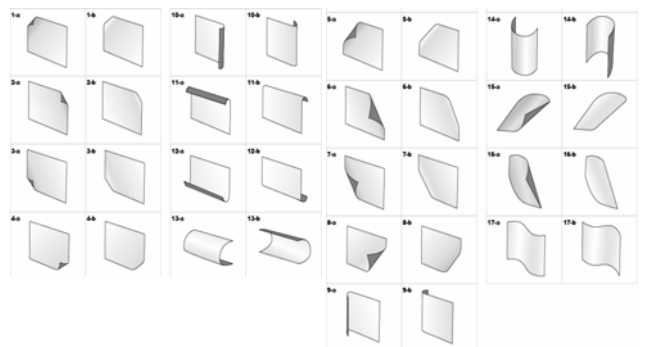
[그림 4] 휴대 기기의 멀티미디어 조작요소 - 동영상의 예

이러한 기능의 조작 요소를 바탕으로 실험을 위해 총 27 개 태스크를 선정하였으며, 중복된 태스크는 일부 생략하였다.

4. 사용자 실험을 통한 메타포의 도출

4.1. 실험의 범위

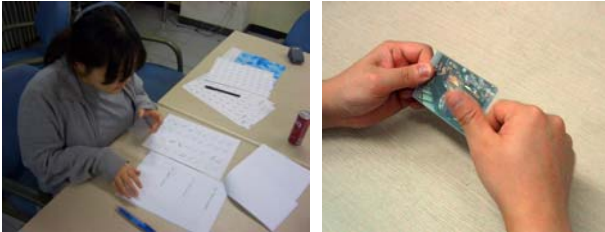
구부림 동작의 범위는 위치와 방향을 기준으로 분류된 32 가지의 유형과 복합적인 구부림이 이루어지는 2 가지 유형을 합쳐 총 34 가지의 유형으로 구분하였다. 구부림 위치에 따라 1~17, 구부림 방향에 따라 a-앞/b-뒤 로 표현하였다.



[그림 5] 구부림 동작의 범위

4.2. 실험의 내용

실험은 10 명의 대학원생 및 직장인을 대상으로 2005년 11월 10일부터 15일에 걸쳐 실시하였다. 피험자에게 선정된 기능을 기준으로 정리한 27개의 태스크에 대해 페이퍼목업을 활용하여 직접 조작을 행하여 보고, 각각의 태스크에 적용 가능할 것으로 생각되는 34 가지 구부림 동작을 선택하도록 하였다.



[그림 6] 실험의 진행

4-2. 실험의 결과

메타포의 반영 - 정적인 콘텐츠를 다루는 태스크의 경우 책의 사용(예; 독서)을 연상하여 적용하는 경우가 상당히 많았고, 동적인 콘텐츠(사운드, 동영상 등)를 다루는 태스크의 경우는 피험자 소유의 비슷한 기능을 가진 휴대기기를 연상하여 적용하는 경우가 많았다.

방향성을 가진 태스크 - 메뉴 네비게이션에서의 방향 이동, 페이지의 이동(이전, 다음) 등의 태스크의 경우에는 대부분 일관적인 조작을 볼 수 있었지만, 메뉴, 음소거 등의 태스크의 경우는 조작을 어려워하는 모습을 볼 수 있었다.

또한 수평적인 방향 개념을 갖는 태스크인 네비게이션의 좌/우 이동, 동영상의 재생, 이전, 다음, 앞으로, 뒤로 등의 경우는 해당하는 방향의 기준점을 구부리는 동작으로 대부분의 피험자가 일치하는 모습을 볼 수 있었고, 수직적인 개념의 상하 이동은 해당 방향과 조작 기준점에 대해 명확하게 대응하지 못 했는데 이는 사용자의 손이 좌/우에 위치하여 상/하에 해당하는 기준점을 구부리는 동작이 부자연스러운 것에서 그 이유를 찾을 수 있다.

긍정과 부정의 표현 - 긍정과 부정의 개념을 갖는

태스크에 대해 앞으로 구부리는 동작은 긍정의 표현으로, 뒤로 구부리는 동작은 부정의 표현으로 활용하는 사례를 다수 관찰할 수 있었다.

5. 사례 연구

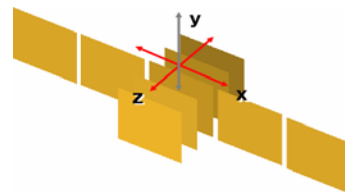
5-1. UI 구조 설계

정보구조의 컨셉

멀티미디어 인터페이스의 정보 구조는 크게 개념적 구조와 내용적 구조의 두 가지로 나뉜다. 인터페이스의 개념적 구조는 인간과 컴퓨터간의 인터페이스를 개념적이고 논리적인 구조에 기초하여 바라보는 관점으로 Siegfried Treu(1994)는 인터페이스의 개념적 구조를 객체지향구조, 집합지향구조, 수직적 구조, 수평적 구조, 공간적/평면적 구조, 환경지향구조, 언어지향구조의 7 가지 유형으로 구분하였다.

본 연구에서는 실험의 결과로부터 FD 적용 멀티미디어 기기의 정보 구조를 수평적 계층 구조로서 정의하고 이를 토대로 UI를 설계하였다.

수평적 계층구조는 나열되는 각 객체의 의미나 메시지의 차원이 같은 경우이다. 수직적 구조가 공간좌표 상에서 Y 축을 따라서 구조화된다면, 수평적 구조는 X 축 이외에도 Z 축의 개념까지 포함하고 있다. 즉, X 축 상에 배열된 객체는 그 하나 하나가 깊이를 지닌 또 하나의 차원을 지니게 되어 훨씬 구체적이고 복잡한 구조를 지니게 되는 것이다.

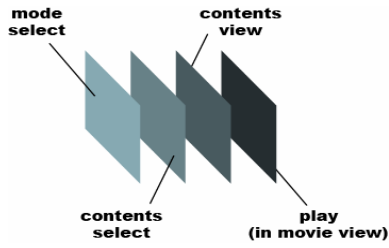


[그림 7] 수평적 정보구조의 개념

화면 정보 구조

화면상의 구조를 크게 4 단계의 depth로 구성하였다. 1 depth는 전원을 켜진 상태의 초기 화면으로 모드 선택 단계이고 2 depth는 각 모드로의 진입 시 모드내의 콘텐츠 혹은 파일을 선택하는 단계이다. 3 depth는 각 콘텐츠의 view 상태로 복모드와 이미지 모드는 선택한 콘텐츠의 실행 단계로 정의

할 수 있고, 무비 모드인 경우는 동영상의 재생을 4 depth 라 할 수 있다. 각 단계는 좌/우로 동일한 계층의 정보를 연속적인 표현하도록 설계하였다.



[그림 8] 화면의 depth 구조

UI 구조의 단계별 화면 표시정보를 정리하였다.

화면		표시정보
Mode select		모드 명, 선택모드 설명
Contents select		선택파일 정보(파일명, 제목/설명), 전체파일 정보(파일 수, 파일명)
View (mode)	Book	파일명, 제목, 페이지 표시 인디케이트바
	Image	파일명, 제목, 이미지배율
	Movie	파일명, 제목, 타임라인 인디케이트바

[표 1] 화면별 표시정보

5-2. 조작 인터페이스 설계

책 메타포의 적용

사용자가 책장을 오른 쪽에서 왼쪽으로 넘기는 행위는 다음 장을 보기 위한 의미로 해석될 수 있고 이는 디지털 기기에서도 마찬가지로 다음 정보를 보는 행위로 메타포로의 적용이 가능하다 할 수 있다. 다음의 그림에서 그 예를 설명하였다.



[그림 9] 책의 사용에 따른 메타포의 적용 예

구부림 조작에 있어서 책의 사용에 따른 메타포를 인터페이스로 적용하기 위해서 사용자의 책 사용 행태를 살펴보았다. 책의 사용을 유연성을 활용한 행태를 의미 기준으로 메타포를 재분류, 정의하였다. 크게 이동, 탐색, 기록/저장, 열기/시작, 닫기/

끝의 5 가지 범주로 의미를 분류하였고, 각각의 범주에서 좌/우의 행동 위치에 따라 1 가지 혹은 2 가지의 세부적인 의미로 정리하였다.

	행위		의미
	사진	설명	
이동		책장을 왼쪽으로 넘긴다	다음 장을 본다.
		책장을 오른쪽으로 넘긴다	이전 장을 본다.
탐색		책을 오른쪽으로 열어 넘긴다.	다음 내용을 탐색한다
		책을 왼쪽으로 열어 넘긴다.	이전 내용을 탐색한다.
기록/저장		상단 모서리를 구부린다. (접는다)	보던 페이지를 북마크한다.
열기/시작		책을 펼친다.	책을 보기 시작한다
닫기/끝		책을 덮는다.	책 보기를 그만한다

[표 2] 책 메타포의 유형 정리

조작 인터페이스의 설계

메타포를 적용한 조작 방식을 다음과 같이 기능과 매칭하였다.

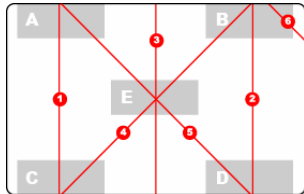
	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4
OFF		strong & long	normal	strong	normal	normal
ON	mode select / contents select	선택/확인	정렬/끄기	종소 /오른쪽누름	전색으로 스크롤	전색으로 이동
	book	문물 상이로 끄기	전색 끄기	문물 상이로 끄기	이전 페이지로 스크롤	x
	image	확대(전색/이동)	전색 끄기	종소	이전 페이지로 스크롤	x
	movie player	정렬	전색 끄기	정지	뒤로 돌리기	x
OFF	strong	normal	normal	normal	normal	normal
ON	mode select /contents select	무속으로 스크롤	무속으로 이동	조	조	x
	book	다음 페이지로 스크롤	x	이전 페이지로 이동	다음 페이지로 이동	x
	image	다음 페이지로 스크롤	x	이전 페이지로 이동	다음 페이지로 이동	전색 90%이전
	movie player	앞으로 돌리기	x	다음 장면으로 이동	다음 장면으로 이동	우로 90%이전

[표 3] 구부림 조작과 기능의 매칭

실험의 결과를 바탕으로 수행하는 기능에 따라 메타포의 적용을 달리 하였다. 그림에서 보이는 2-1 번, 3-1 번, 4 번, 5-1 번, 6 번, 7 번의 경우 앞에서 언급한 책 메타포를 적용하였고, 3-2 번, 5-2 번의 경우는 좌/우 방향 이동에 대한 방향키 입력을 근거로 적용하였으며, 1 번, 2-2 번은 UI 구조에서 언급한 Z 축의 이동에 매칭하였다.

구부림 동작의 인식

구부림 동작을 인식하기 위해서는 FD 와 마찬가지로 유연한 소재의 위치별 인식이 가능한 구부림 센서가 요구된다. 이는 물리적인 움직임을 전기적인 신호로 바꾸어주는 필름 형태의 압전체(압전 필름 센서:Piezo Electric Film Sensor)로 해결이 가능하다.

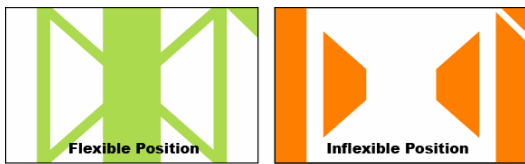


[그림 10] 구부림 조작의 위치(숫자)와 센서의 위치(알파벳)

센서의 위치는 A~E 의 알파벳으로 표시하였는데 각각의 구부림 조작에 대해 1~3 개 사이의 센서가 복합적으로 인식하여 판단할 수 있기 때문에 조작시의 기계적인 오류를 줄일 수 있다.

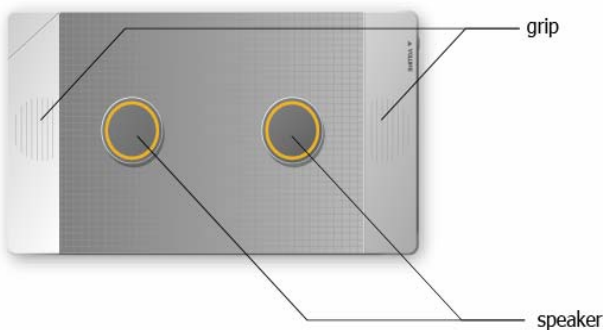
5-3. 외형 설계

조작에 대한 구부림 위치에 따라 사용자가 조작시의 피드백을 명확하게 느낄 수 있게 하게 위해 비유연 소재를 기기의 뒷면에 부착할 수 있도록 다음의 그림과 같이 유연소재와 비유연 소재의 부착 가능 위치를 정의하였다.



[그림 11] 구부림에 근거한 유연/비유연 소재의 가능 위치

위의 외형 디자인의 기준에 근거하여 최종적으로 다음의 그림과 같이 디자인하였다.



[그림 12] 외형 디자인

6. 결론 및 향후 과제

플렉서블 디스플레이 기술이 빠르게 발전하면서 플렉서블 디스플레이의 킬러 어플리케이션은 무엇이 될 것인가가 하나의 이슈가 되고 있다. 소재의 휘어지는 이점을 살린 손목시계, 카드형, 두루마리형 제품 등이 대두되고 있는 가운데 그러한 제품들의 인터페이스는 어떻게 될 것인가 혹은 인터랙션 관점에서 어플리케이션의 방향성은 어떻게 될 것인가 등 다양한 관점에서의 접근이 필요하다.

본 연구에서는 실험에서 도출된 고려요소를 바탕으로 플렉서블 디스플레이 기술을 적용하게 될 기기의 인터페이스 적용 사례로서, 휴대형 멀티미디어 기기의 구부림 인터페이스를 제안하였다.

이러한 방향의 연구에 있어서 향후에는 구부림 조작으로의 제한적인 접근이 아닌, 터치 스크린 조작, 음성 인식을 통한 조작, 키패드를 이용한 조작 등 기존의 다양한 조작 방식과의 접목을 통해 장/단점을 분석하고 다른 조작 방식과의 이상적인 혼용에 대해서 고려되어야 할 것이다.

참고문헌

- 카이호 히로유키, 박영목, 이동연 옮김, 인터페이스란 무엇인가, 지호, 1998
- 제프 래스킨, Human Interface, 안그라픽스, 2003
- 나단 슈드로프, 이병주 역, 경험디자인, 안그라픽스, 2004
- Scott Weiss, Handheld Usability, John Wiley & Sons, 2002
- Carsten Schwesig, Ivan Poupyrev, Eijiro Mori, Gummi: A Bendable Computer, Interaction Lab. SONY CSL, CHI 2004
- ETRI CEO INFORMATION 7 호: 차세대 휴먼인터페이스 Flexible Display, 한국전자통신연구원, 2004.6.30
- Flexible Display 최근 연구개발 동향, 전자부품연구원, 2005