
디지털 음원의 촉각 자극 전이를 위한 미디어 플레이어에 대한 연구

A research on the media player transferring vibrotactile stimulation from digital sound

임영훈, Younghoon Lim*, 이수진, Sujin Lee*, 정종환, Jonghwan Jung*
하지민, Jimin Ha*, 황민철, Mincheol Whang*, 박준석, Junseok Park**

*상명대학교 디지털미디어학부, **ETRI 차세대PC그룹

요약 오감 융합 정보 시대가 도래한다. 오감 융합은 감각 정보의 전이 기술 개발로 가능하다. 본 연구는 청각 정보의 촉각 정보 전이에 대한 연구이다. WMPPlayer10SDK는 마이크로소프트사의 윈도우즈 미디어 플레이어(Windows Media Player, WMP)를 전용 소프트웨어 기반으로 하는 Plug-in 개발툴이다. WMPPlayer10SDK 시스템은 WMP 내에서의 비디오와 오디오의 신호 정보를 추출하는 부분을 제공한다. 이를 이용하여 촉각 디스플레이(Tactile Display)장치인 Pos Tactor를 연동하여 음성 신호에서 진동 촉각을 제시하는 시스템을 개발하였다. 음성 신호는 8bit, 16bit, 24bit, 32bit로 구분되며 각각의 주파수와 음폭의 Scale을 계산하여 그 수치를 시리얼 통신을 사용하여 통신포트(COM1)에 38400bps로 전달하여 구동하게 하였다. 이를 이용하여 음악을 촉각으로 느끼는 뮤직 슈트(music suit)를 개발 하였다. 그러므로 뮤직슈트의 적용된 기술은 청각적 체험을 촉각적 체험을 할 수 있는 오감 융합 기술의 기초 기술로 제공 될 수 있다.

Abstract This study was to develop a vibrotactile display system using windows media player from digital audio signal. WMPPlayer10SDK system which was plug-in tool by microsoft windows media player provided its video and audio signal information. The audio signal was tried to be change into vibrotactile display. Audio signal had 4 sections such as 8bit, 16bit, 24bit, and 32bit. Each section was computed its frequency and vibrato scale. And data was transferred to 38400bps network port(COM1) for vibration. Using this system was able to develop the music suit which presented tactile feeling of music beyond sound. Therefore, it may provide cross modal technology for fusion technology of human senses.

핵심어: DSP, Crossmodal, Earcon, Haptic, Tactile Display, Tactor, Signal, Auditory, HCI

1. 서론

오감 융합 시대가 도래 하고 있다. 오감 융합이란 외부의 감각적 느껴지는 정보를 디지털화 하여 융합된 디지털 콘텐츠로 재현 하는 기술이다. 시청각으로 재현된 콘텐츠가 주류가 되었던 멀티미디어가 만지고 냄새맡고 심지어 먹을 수 있는 콘텐츠로 발전하게 되는 것을 오감 융합 콘텐츠라고 한다. 이러한 콘텐츠 제작 기술의 감각 정보의 전이와 통합

시스템 기술이 개발 되어야 가능하다. 감각정보의 전이와 통합은 물리적 통합에서 화학적 결합으로 발전해 나가는 것이다. 특히 청각과 촉각은 보이지 않는 인터페이스로 결과물을 산출 하는데, 이것은 모바일 인간 컴퓨터 인터페이스(Human Computer Interface, HCI)에 특별한 이익과 결과물을 가져다 줄 것이라는 보고가 있다.[1] 본 연구는 감각 정보의 통합과 전이를 위한 기초 기술로써 청각 정보의 촉각정보 전이 기술을 개발하고자 하였다. 디지털 신호처리 기

술(Digital Signal Processing, DSP)을 이용하여 청각정보를 이용하여 진동촉각의 형태로 표현하여 정보의 전이를 통하여 정보를 전달하려 하였고, 본 연구에서 사용된 테스트 환경은 윈도우즈 환경으로 하였다. 윈도우즈에서 기본으로 제공되는 윈도우 미디어 플레이어(Windows Media Player)에 플러그인(Plug-in)형태로 기존의 프로그램에 업데이트 형식을 취하여 대중성 있는 사용 용이한 인터페이스를 구현하였다. 또한 의류학과의 도움을 받아서 실생활에서도 누구나 입을 수 있는 Suit를 자체 제작하여 Hardware가 옷 안에 삽입되어 외부 돌출을 막아주었고, 온몸으로 진동을 느끼기에 효과적인 옷을 만들게 되었다. HCI에 있어서 정보 전달 효과는 멀티 모달 또는 멀티미디어일 때 극대화 될 수 있다는 보고가 있다.[1] 본 연구에서는 감각의 통합화를 위해 음성 정보를 진동촉각 정보로의 감각의 전이방식을 택하였다. 본 시스템으로 사용자는 청각정보와 촉각 정보가 함께 전달되어 새로운 청 촉각 체험을 하도록 하였다.

2. 본론

음성 정보를 시각화 시키는 기술은 이미 명확하게 입증되었다.[2] 촉각으로의 전이도 시각으로의 전이와 같은 방법으로 할 수 있을 것을 가정하였다. 컴퓨터가 실행 가능한 작업을 할 수 있게 나타내는 음성신호(Earcon)는 일반적으로 말과 같은 정보가 없는 것(Non-Speech)이 일반적이다. 말로 표현되어지지 않은 음성정보는 사용자에게 컴퓨터의 객체나 운영 상호작용 등에 관한 정보를 제공할 수 있게 해준다고 보고하고 있다[3]. Brewster에 의하면 리듬의 경우 객체나 행동의 반응을 나타낼 수 있는 동기를 제공한다고 한다[4]. 또한 그러한 동기들은 음성과 촉감의 중요한 속성을 공유하게 가능하게 하며, 모스 부호나 경보음과 같은 형태로 정보를 제공해줄 수 있다[5]. 본 연구는 음원의 진폭과 진동수의 정보를 활용하여 진동촉각을 느끼게 하는 시스템을 개발하고자 하였다.

2.1.1 하드웨어

하드웨어는 포항공대에서 제작한 Pos Tactor를 사용하였고(그림 1) 통신포트(COM1)에 시리얼 케이블로 연결하여 비트 전송율은 38400bps로 수신을 하여 테스트 하였다. 또한 AA건전지를 이용하여 무선으로 통신을 하여 테스트를 해보았다.

유무선 송신이 가능하며 3V~5V 정도의 전압으로 동작을 하며, 진동의 강도 조절 같은 기본적인 동작을 수행하고, 진

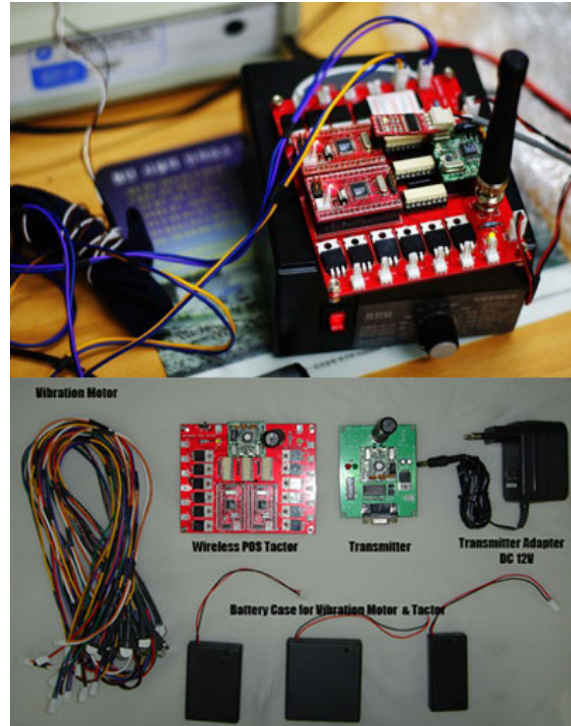


그림 1. Pos Tactor(포항공대)

진동 모터(Vibration Motor) 대신에 LED와 같은 것을 설치할 수 있다.

개발 PC 환경은 CPU는 Intel Pentium 4 Processor 3.0Ghz HT, 512MB 메모리, 160GB의 하드디스크를 가진 PC에서 작업을 하였고, Wireless POS Tactor에 안테나를 설치하지 않고, Vibration Motor 12개를 설치한 후 AA 건전지 2개와 3개짜리 배터리 팩을 설치하여 안테나를 설치한 Transmitter를 Serial Cable로 컴퓨터에 연결하여 무선으로 테스트를 하였다. Wireless POS Tactor에 안테나를 설치하면 수신율을 높일 수 있으나 부피 때문에 안테나를 배제시켰다. 안테나 제거를 할 경우 수신율은 10m 범위 내에서 데이터 전송이 가능하고, 안테나를 설치할 경우 100m 범위 내의 데이터 전송이 가능하다.

표 1. 하드웨어 구성

구 분	내 용
개발 PC	· CPU : P4 3.0Ghz HT · RAM : 512MB · HDD : 160GB
Pos Tactor	· Wireless POS Tactor · Transmitter · 진동 모터(Vibration Motor) 12개 포함

유선 송신의 경우 데이터 손실은 거의 없었다. 그러나 무선 송신의 경우는 송신기와 수신기의 거리나 장애물의 유무에 따라서 미세하게 속도가 느려지는 현상(Delay)을 발견 하였으며, 수신 범위를 넘어가면 음악에 맞춰서 진동이

울리지 않고, 똑같은 패턴으로 계속 진동이 느껴지는 것을 알 수 있다.

2.1.2 소프트웨어

운영체제는 Windows XP Professional, 개발 툴은 Visual Studio 6.0 C++, Windows Media Player 10 SDK(WMPlayer10SDK), Direct X show 8.1 SDK를 사용하여 개발되었다. WMPlayer10SDK의 경우는 Visual Studio내에 미디어 플레이어의 plug-in 부분을 제작할 수 있는 Wizard를 제공하여 주며, Direct X show 8.1 SDK의 경우는 오디오와 미디어관련 라이브러리와 헤더파일 등을 제공해 준다(표 2).

표 2. 사용된 개발 툴(Tool) 또는 언어

구분	내용
OS	Windows XP Professional
개발언어	C++(DSP)
	Visual Studio 6.0, Edit Plus
24bit 32bit	Windows Media Player 10 SDK(WMPlayer SDK)
	Direct X Show 8.1 SDK

2.2 알고리즘

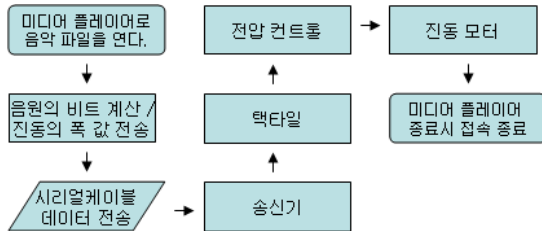


그림 2. System Flow Chart

그림 2는 본 연구에서 개발한 소리의 촉각 디스플레이를 할 수 있는 알고리즘을 제시한다. 미디어 플레이어에서 디지털 음원의 정보를 추출하여 비트 전송율과 음원의 스케일을 계산하여 정보를 전송한다. 디지털 음원은 비트 전송율(Bit rate)에 따라 8비트, 16비트, 24비트, 32비트의 4단계로 구분하여 동작한다.

8비트의 경우 0~255의 범위 내에서 진동을 느낄 수가 있다. 128의 경우는 진동이 없게 된다. 구분이 쉽게 하기 위해 일반화를 시키기 위하여 입력 값에 -128을 해주어서 -128~127의 수치로 변환하여 작업을 하였고, 16비트의 경우는 -32768에서 32767이 수치 변화의 폭이고, 0일 경우 멈추게 된다. 음원의 수치의 값이 정해져 있는 것은 16비트

까지이고, 24비트와 32비트는 수치가 정해져 있지 않으므로, 16비트의 바탕에 구간을 나누어서 정보를 분산시켜서 Tactor를 실행시키도록 하였다(표 3).

표 3. 비트별 데이터의 크기 범위

비트전송률(Bit Rate)	비트별 디지털 음원 정보의 수치값
8bit	8-bit sound is 0..255 with 128 == silence
16bit	16-bit sound is -32768..32767 with 0 == silence
24bit	case 16, case 20, case 24
32bit	case 16, case 20, case 24, case 32

디지털 음원의 연산 방법은 DSP audio plug-in을 구성할 때, 기본 값으로 음원 데이터의 정보를 추출하는 부분이 생성되어진다. 비트별로 음원의 정보가 표시되어진 부분에 Buffer로의 정보를 전송하여 동작시킨다. 결과적으로 음악에 맞추어 진동 모터가 동작하게 된다.

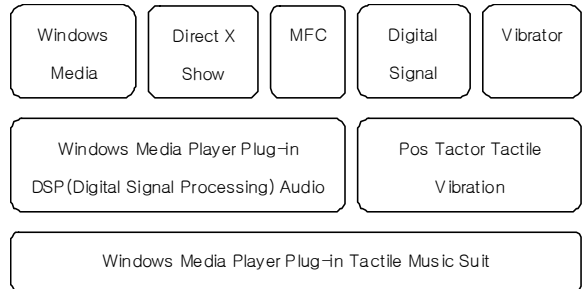


그림 3. Tactile Music Suit S/W 전체 구성도

본 연구는 윈도우 환경에서 우리에게 익숙한 음악 재생 프로그램인 Windows Media Player를 이용하여 Windows Media Player Plug-in의 DSP (Digital Signal Processing) Audio 기술로 Tactile Vibration Tactor의 하드웨어를 연동시킨 프로젝트이다.

플러그인과 관련하여 오디오와 미디어 라이브러리와 헤더 파일을 제공 받기 위하여 Direct X Show 8.1 SDK를 사용하여만 한다. 이 프로젝트의 필요한 라이브러리는 오직 8.1 버전에서만 제공되나 Windows Media Player 9부터 가장 최신 버전인 11까지 모두 정상적으로 동작되는 테스트 결과를 보여주었고, 새로 설치하는 것이 아닌 버전의 업그레이드 형태에서도 Plug-in이 정상적으로 동작하였다. Visual Studio에서 Windows Media Player Plug-in Wizard를 실행시키기 위해선 WMPlayer10SDK를 설치해야 한다. 설치가 완료되면 새로 만들기를 할 때, Visual Studio 6.0에서 Wizard를 실행 시킨 후, DSP audio plug-in부분을 선택하여 기본적인 플러그인 관련 소스를 제공받고, Tactor의 동작을 나타내는 소스를 삽입한 후, 시작부분에 Tactor와 접속을 걸어주고, 음원 추출부분에 Tactor를 구동시켜주는 소스를 삽입한 후, 종료부분에 접속을 마칠 수 있게 해주면 미

디어 플레이어에서 음악에 맞추어 Tactor가 동작하는 것을 볼 수가 있다(그림 3).

3. Suit Design

Wearable Computer는 Carnegie Mellon University를 주축으로 산업과 군사용으로 10년 동안 연구되어 다양한 환경에서의 실험이 계속 진행되고 있다. 네트워크의 발달로 인하여 모바일 기술과 상호작용이 손쉬운 인터페이스를 개발하고 있으며[6][7]. 최근 촉각 장치의 관심의 높으면서 Wearable tactile 기본 요구 사항을 표 4와 같이 제시하였다.

표 4. Wearable Tactile Display 기본 요건[8]

Wearable Tactile Display requirements(기본 요구 사항) :

가볍고 조용하며 작고 저전력에 옷을 입는 형태와 몸에 달라붙어야 하고, 촉각으로 인한 경험을 제공해야 한다.



그림 4. 초기의 Tactile Display Vest 디자인 '1999-2000', Carnegie Mellon University

Tactor Modules(그림 4)은 우리의 피부에 가까워야 하고, 우리의 몸에 꼭 끼게 만들어야 한다. 실제로 몸에 붙게 만들기 위해서 플라스틱과 같은 재질로의 조끼 형태로 많이 제작이 되었다.[9]

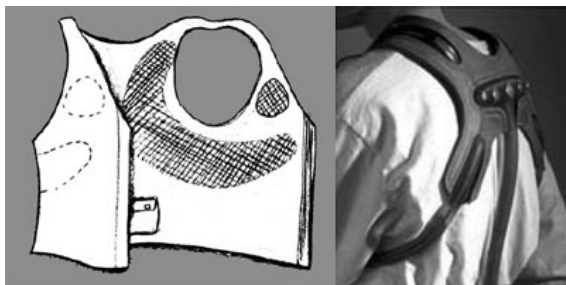


그림 5. A sketch of Harness design, 2001 and Kahru Tactile Outdoor Navigator by Chris Kurtz.

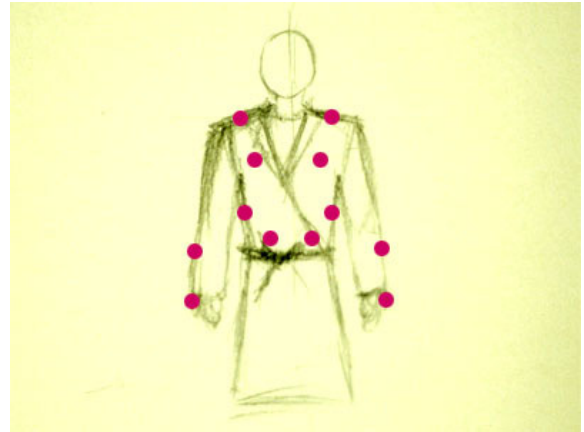


그림 6. Tactile Music Suit Conceptual Sketch and Vibration Pointer

본 연구는 기존의 디자인 요구사항을 바탕으로 불특정 다수의 사용자 누구에게나 옷을 입었을 때 진동이 온몸으로 느낄 수 있어야 하고, 하드웨어의 고정이 쉬운 Tactile Music Suit를 제작을 (그림 6)과 같이 실시하였다. 또한 본 연구의 사용된 소재는 Fabric 천을 이용하였다. 왜냐하면 스키복이나 보드복안에 입는 보호대의 느낌을 주는 플라스틱이나 강화고무와 같은 기존의 단단한 재질로 만든 것이 아닌 실제로 옷 느낌을 제공하기 위해서였다. 또한 한사람만이 입을 수 있는 것이 아닌, 여러 사람이 편리하게 쉽게 입을 수 있도록 하였다.

진동을 위한 센서의 부착 지점은 실제로 가봉 형태의 의류를 제작하여 임상테스트를 실시하여 가장 민감하게 자극이 전달되는 체내의 지방층이 얇은 곳과 Suit와 몸의 밀착이 잘되어 감각을 쉽게 느낄 수 있는 곳으로 하였다. 결정된 부위는 12개 부위로써 12개의 Vibration Motor를 6개씩 좌우 대칭으로 상반신 부분에 속하는 손등, 팔, 어깨, 가슴, 배, 허리에 부착하였다(그림 7, 8).



그림 7. Tactile Music Suit Design & 허리와 손등의 고정 부분



그림 8. Vibration Motor

허리 부위는 천으로 된 벨트로 조이는 형식으로 누구에게나 사이즈에 구애됨이 없도록 하였다. 또한 손목부분에 벨크로(Velcro, 흔히 말하는 찍찍이)를 사용하여 손목을 조인 상태에서 접착 형태로의 고정을 시킬 수 있어 진동을 느끼게 하기 쉽게 제작이 되었다(그림 7). 이것은 진동센서와 피부가 최대한 밀착될 수 있게 되었다.

Tactor 보드는 등 안쪽에 주머니를 만들어서 탈부착 가능성이 용이하게 제작되었다. 진동센서는 피부에 직접 부착되는 것이 아니라 옷의 안감에 삽입되어 고정을 시키고, 옷의 겉면이나 안쪽에서 보이지 않도록 구성하였다. 그러므로 와이어가 정리되게 하였고 겉으로 드러나지 않도록 하였다. 최종적으로 까운 형태의 프로토타입이 제작되었다.

4. 결론

촉각정보에 의해 구동되는 촉각 디스플레이를 위한 미디어 플레이어를 성공적으로 개발 할 수 있었다. 음원의 특성에 따라 다양한 진동이 구현되었다. 본 연구의 결과물인 Tactile Music Suit는 귀로만 듣던 음악을 피부로 느낀다는 면에서 체험의 새로운 세계를 제시하고 있다. 이 시스템이 기본적으로 제시하고 있는 컨셉은 사용자의 체험을 감각정보의 융합과 전이를 통하여 새로운 디지털 세계로 체험을 극대화 하려는 것이다. 촉감으로 음악을 느낀다면 소리가 존재하는 각종 엔터테인먼트 산업이나 미디어 아트 분야에서 촉감체험에 활용될 전망이다. 본 연구는 디지털 음원 추출 기술을 이용하여 진동 촉각 형태의 감각의 변화를 보여주었지만, 진동 촉각 형태뿐만 아니라 디스플레이 장치의 변화를 주면 비슷한 형태의 다른 감각을 전달해줄 수 있다. 휴대폰에서의 벨소리에 맞춰 진동이 느껴지는 기술과 다양한 모달리티의 시각적 디스플레이 장치를 활용할 수 있는 기술로 응용 가능하다.

또한 본 연구에서 개발된 뮤직슈트는 웨어러블 컴퓨터 기술 분야에 새로운 가능성을 열어준다고 볼 수 있다. 디지털 미디어의 하나인 음성정보를 입고 다닌다는 것이다. 쉽고 입고 다니고 접할 수 있다는 편리함과 감각정보의 융합을 입고 다님으로써 몰입감을 증대 시킬 수 있는 인터페이스의 새로운 방향을 제시한다고 볼 수 있다. 본 연구의 뮤직슈트는 실험적 프로토타입임을 밝혀둔다. 앞으로 이 뮤직슈트의 의류로써의 완성과 기술적 성숙이 더욱 연구되어야 할 것이다. 또한 와이어를 이용한 패션적 디자인도 해볼 만 시도라고 여겨진다. 구축된 뮤직슈트의 와이어는 옷 안쪽에 집어 넣어 단지 와이어를 보이지 않게 하는 것 이었지만 와이어 자체를 옷 소재와 조화롭게 디자인하여 와이어를 이용한 옷 패션 창출을 제시해 줄 수 있다. 그러므로 음악의 스타일과 옷의 스타일을 조화롭게 하여 청각, 촉각과 시각을 융합한 또 다른 오감 융합을 느끼도록 할 수 있을 것이다.

앞으로의 미래는 디스플레이 산업의 급격한 발전으로 표현에 제약이 있는 단일 미디어는 점차로 쇠퇴하고 그 자리에 멀티미디어 나아가서 융합 디지털 미디어가 대신 자리 잡게 될 것이다. 또한 점차로 사람들은 미디어로부터 단순 정보 제공의 역할 뿐 아니라 감성적인 즐거움도 요구하게 될 것이다.

19세기 영국의 철학자 존 스튜어트 밀은 예술가들은 세상의 진리를 체계적으로 분석하여 보여주는 철학자들과 달리 직관적으로 진리를 인식하여 모든 사람들이 쉽게 이해할 수 있는 감성적인 형태로 보여준다고 하였다.

디스플레이 기술의 발전은 단지 기술 간의 컨버전스(Convergence)나 감각 융합(Fusion)만이 아닌 기술자와 예술가의 경계의 벽도 많이 무너지게 되어 장르간의 크로스오버(Crossover)가 활발하게 이루어지고, 대중들은 그것을 요구하게 될 것이다. 그러한 새로운 요구의 변화는 본 연구의 결과로써의 뮤직슈트는 새로운 기술 발전을 위한 의미있는 시도라고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 오감 융합 정보통신 선도기반기술개발사업의 네트워크 기반 실감형 서비스를 위한 오감정보처리 기술 개발과제에서 지원받았음에 감사한다.

참고문헌

[1] Eve E. Hoggan and Stephen A. Brewster. "Crossmodal Icons for Information Display" Glasgow Interactive Systems Group Department of

- Computing Science University of Glasgow. pp.1~2.
2006.
- [2] Calvert, G. A., Brammer, M. J. and Iversen, S. D.
"Crossmodal Identification." Trends Cognit. Sci. 2
pp.248~251, 1998.
 - [3] Blattner, M. M., Sumikawa, D. A., and Greenberg,
R. M. "Earcons and Icons : Their Structure and
Common Design Principles." Human Computer
Interaction 4(1). pp.11~44, 1989.
 - [4] Brewster, S. A., Wright, P.C & Edwards, A.D.N.
An evaluation of earcons for use in auditory
human-computer interfaces. Proc. InterCHI'93,
ACM Press pp222~227. 1993
 - [5] Brown, L.M., Brewster, S.A., and Purchase, H.C.
A First Investigation into the Effectiveness of
Tactons. Proc. World Haptics 2005, IEEE Press
pp167~176. 2005.
 - [6] Smilagic, Asim, Dan Siewiorek and Tom Martin,
CMU Wearable Computers for Real Time Speech
Translation. Proceedings of the ISWC 03 IEEE
Computer Society, 1999.
 - [7] Moffett, Jack et al. Enriching the Design Process:
Developing a Wearable Operators Assisstant.
Proceedings of the ISWC 04, IEEE Computer
Society, 2000.
 - [8] Fracine Gemperle, Nathan Ota and Dan Siewiorek,
"Design of a Wearable Tactile Display" Carnegie
Mellon University, pp2. 2006
 - [9] Gemperle et.al. Design for Wearability. Computer
Proceedings of the ISWC 02, IEEE Computer
Society, 1998.