
posVibEditor: 모바일 기기에서 진동촉감 패턴의 디자인 저작 도구

posVibEditor: Authoring Tool for Designing Vibrotactile Patterns in Mobile Devices

류종현, Jonghyun Ryu*, 최승문, Seungmoon Choi**

요약 본 연구에서는 모바일 기기에서의 진동 패턴을 손쉽게 빠르게 디자인 할 수 있는 저작 도구를 개발하였다. 개발한 진동 패턴 디자인 저작 도구는 드래그-앤-드롭 저작 방식을 통해서 손쉽게 빠르게 진동 패턴을 디자인 할 수 있으며, 만들어진 진동 패턴을 데이터베이스에 등록하여 관리함으로써 진동 패턴의 재사용성을 높이고, XML 형식을 통해 진동 패턴을 저장하므로 진동 패턴 데이터 형식의 확장성이 뛰어나다. 또한, 다수의 진동자를 사용하는 환경을 위해 멀티 채널 진동 패턴을 디자인 할 수 있으며, 내부 플레이어를 통해서 진동 패턴을 빠르게 검증하며 수정할 수 있고, 사용자의 인지 모델을 고려한 진동 렌더링 방법을 통해서 디자인 할 때 고려한 인지적 효과를 사용자가 동일하게 느낄 수 있게 하였다. 진동 패턴 저작 도구는 기본적으로 모바일 기기에서 진동 모터를 사용하는 환경에 적합하도록 개발되었으나 가상 현실이나 햅틱 인터랙션과 같은 진동 모터를 사용하는 연구 분야에도 적용하여 사용할 수 있다.

Abstract We developed an authoring tool for designing vibrotactile patterns quickly and easily by using the drag-and-drop paradigm in mobile devices. Designed vibrotactile patterns are registered into a data pool in the XML format, improving the reusability and extensibility of vibrotactile patterns. A multi-channel timeline interface is also incorporated to provide time-synchronized pattern editing for multiple vibration patterns (for multiple vibration actuators). In addition, an internal vibration player is embedded in the authoring tool in order to evaluate the patterns on the spot. A transform function for perceptually transparent vibration rendering can also be set in the editor. Although the authoring tool was developed for mobile devices, it can be used for other applications such as haptic interaction in virtual reality.

핵심어: 진동 패턴, 멀티 채널, 모바일 기기, 진동 모터, 저작 도구

본 논문은 2007년 포항공과대학교 학술 연구비 지원, Microsoft Research in Asia, (주) KT, 한국과학재단의 지원에 의하여 연구되었음.

*주저자 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사과정 e-mail: fall@postech.ac.kr

**교신저자 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 교수 e-mail: choism@postech.ac.kr

1. 서론

진동촉감(Vibro-tactile Sensation)을 통한 정보 전달은 진동을 발생시켜 사용자에게 정보를 전달함으로써 기존의 시각, 청각을 통해 정보를 전달할 수 없는 상황이나, 이미

시각, 청각을 통한 정보 전달이 인지적으로 한계에 다다른 상황에서 큰 역할을 수행한다. 이런 진동 촉감 연구에는 진동을 발생시키는 진동자(Vibration Actuator)를 개발하거나 [2], 사용자에게 전달되는 진동의 물리적, 인지적 특성을 파악하는 연구가 진행되고 있다 [1, 5].

진동 촉감 분야에서 사용하는 진동자는 그 재질과 구동 방식에 따라 여러 종류가 있다. 간단하게는 편심자의 회전운동에 의해 진동을 발생시키는 진동 모터부터, 스피커와 구동 방식이 유사한 Voice-Coil 형 진동자, 그리고, 압전성 물질(Piezoelectric)을 사용하는 진동자가 대표적으로 사용되고 있다[2]. 이와 같은 다양한 진동자 중에서 진동모터는 크기가 작고, 제작하기 간단하며 가격이 저렴하기 때문에, 다양한 모바일 디바이스에서 진동을 생성하기 위하여 사용하고 있다. 이러한 장점을 가지는 진동 모터는 반면에 진동의 주파수와 진폭이 서로 독립적으로 조절할 수 없는 단점을 가진다 [5]. 이는 진동모터의 편심자의 회전을 통해 진동을 발생시키는 구동 원리상 인가된 직류전압에 따라 진동모터에서 발생하는 진동의 주파수와 진폭이 모두 결정되어 있으며, 이에 따라 주파수와 진폭을 서로 독립적으로 조절할 수 없다.

위와 같은 진동을 발생시키는 진동모터를 컨트롤하고 이를 저작하기 위해서는 일반적으로 프로그램 내부에 하드코딩하는 방식을 통해 프로그램을 제각각 개발하여 사용하였다. 그러나, 이와 같이 진동 패턴을 만들기 위해 프로그램 내부에 하드코딩하는 방법은 특정 진동 패턴을 만드는 단일 알고리즘만이 프로그램에 고정되어 있어 특정 진동패턴만을 생성할 수 있으며 다양한 진동패턴을 만들기 위한 확장성이 떨어진다. 또한, 저작 중인 진동 패턴의 파라미터를 바꾸거나 이미 개발한 진동 패턴 데이터를 지속적으로 관리하기 위해서는 프로그램내의 알고리즘 부분을 수작업을 통해 고쳐야 하고 다시 컴파일 하거나 프로그램을 재실행해야 하는 불편함을 가지게 되어 차후 진동패턴을 재사용하기 힘들며 진동 패턴의 검증 및 수정작업에 많은 시간을 필요로 한다.

그런 연유로 최근에 진동촉감 패턴을 손쉽게 디자인하고 테스트 할 수 있는 진동패턴 저작 도구의 필요성이 증가하고 있다. 기존의 연구에서는 Immersion 사에서 개발한 VibTonz Studio 를 통해 모바일 기기에서 사용할 수 있는 진동 패턴을 디자인할 수 있다 [4]. 그러나, 언급한 VibTonz Studio 는 진동의 Attack 부분과 Fade 부분만을 조절함으로써 간단한 진동 패턴만을 디자인 할 수 있기 때문에 이런 진동 패턴 저작 방법은 진동강도가 일정하게 증가하는 구간, 진동강도가 유지되는 구간, 진동강도가 일정하게 감소하는 구간으로 나뉘는 형태의 진동 패턴만을 저작할 수 있다. 그러므로, 좀 더 다양한 진동 패턴을 저작하기 위한 방법으로는 적합하지 않다. 또한, VibTonz Studio 에서 제공하는 진동 패턴 저작 방법은 기본적으로 하나의 진동자에만 대응하는 방법으로 다수의 진동자를 동시에 구동할 수 있는 저작 방법을 가지지 않는다. 지금까지 대다수의 모바일 디바이스에서는 하나의 진동자를 통해 진동을 발생시켜 왔지만, 최근의 연구에서는 하나 이상의 독립적인 진동자들을 통해 사용자에게 진동을 제시함으로써 다양한 인지적 효과를 기대하는 인터페이스가 개발되고 있다[3]. 따라서 보다 다양한 진동 효과를 개발하고 저작하기 위해서는 다수의 진동자를 동시에 구동할 수 있으며, 이를 저작할 수 있는 방법이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 모바일 기기에서 사용할 수 있는 진동 패턴을 초보자도 손쉽게 빠르게 디자인하고 테스트 할 수 있는 진동 촉감 패턴 디자인 저작 도구를 개발하였다. 다음 2 장에서는 개발한 저작 도구의 상세설명과 특징을 살펴보도록 한다. 3 장에서 진동 패턴 저작 도구를 통해 저작할 수 있는 진동 패턴을 설명하고 이 진동 패턴을 저장하기 위한 XML 스키마에 대해

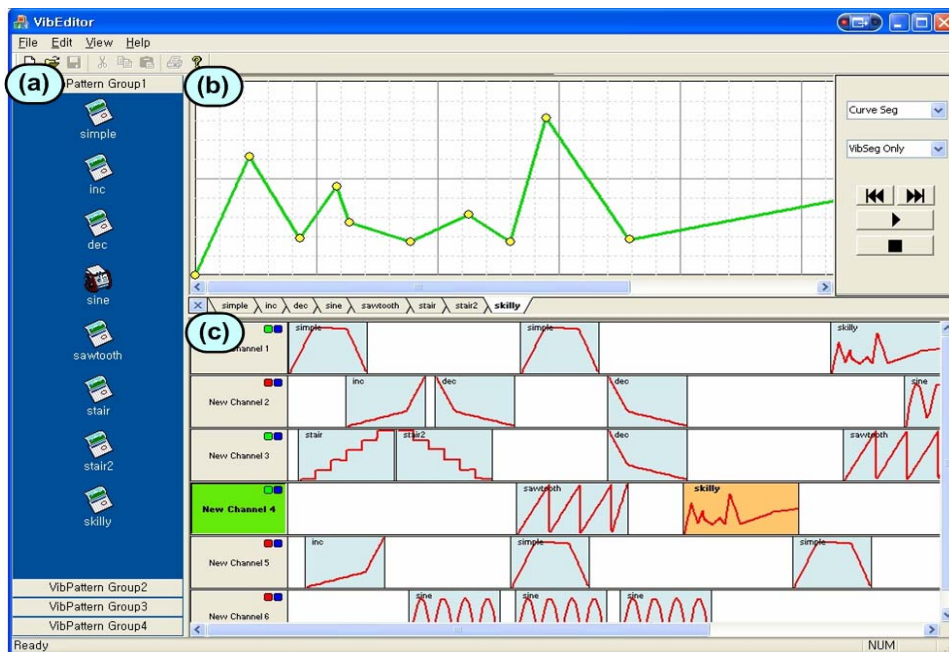


그림 1. 진동 패턴 저작 도구 전체 화면:
(a) 진동 패턴 매니저, (b) 진동 패턴 에디터, (c) 멀티 채널 타임라인 인터페이스

살펴본다. 4 장에서는 다수의 진동자를 동시에 구동하기 위한 방법과 이를 저장하기 위한 멀티 채널 타임라인 인터페이스에 대해서 알아본다. 그리고, 5 장에서는 사용자의 인지 모델을 고려하여 진동 패턴 디자이너가 고려한 진동의 인지효과를 사용자가 올바르게 느낄 수 있도록 하기 위한 인지 모델을 고려한 진동 렌더링 방법에 대해서 살펴본다.

2. 진동 패턴 디자인 저작 도구

진동 패턴 저작 도구는 기본적으로 진동 모터를 사용하는 모바일 기기를 대상으로 개발되었다. 모바일 기기에서 사용하는 진동 모터는 인가하는 직류전압을 조절함으로써 쉽게 구동할 수 있다. 본 진동 패턴 저작 도구는 진동을 저장하기 위해서 그림 1-(b)의 진동 패턴 에디터와 같이 시간-진동강도를 축으로 하는 화면에서 노란색 컨트롤 포인트를 생성 및 이동시킴으로써 진동 패턴을 저작하며, 실제 진동모터를 구동하기 위해서는 저작한 진동 패턴의 시간-진동강도 관계를 시간-직류전압으로 변환하여 사용한다.

진동 패턴 저작 도구는 크게 사용자 인터페이스와 이를 위한 내부 모듈로 구성된다. 진동 패턴 저작 도구의 사용자 인터페이스는 그림 1에서와 그림 2 상단의 유저 인터페이스 부분과 같이 크게 세가지 부분으로 구성된다. 각각은 1) 진동 패턴을 드래그-앤-드랍 방식으로 저작하는 진동 패턴 에디터, 2) 저작한 진동 패턴을 저장/관리하여 재사용성을 높이는 진동 패턴 매니저, 3) 다수의 진동자를 위한 멀티 채널 타임라인 인터페이스가 그것이다. 그림 1-(b)에서 보는 바와 같이 진동 패턴 에디터는 컨트롤 포인트를 마우스로 드래그-앤-드랍하여 진동 패턴을 디자인한다. 진동 패턴 에디터는 멀티 탭 컨트롤을 지원하므로 동시에 여러 개의 진동 패턴을 디자인 할 수 있어 저작의 효율성을 높였다. 그림 1-(a)는 진동 패턴 매니저로 진동 패턴 에디터에서 저작한 진동 패턴을 등록하고 이를 관리할 수 있다. 진동 패턴을 등록하기 위해서는 진동 패턴 에디터의 멀티 탭 컨트롤에서 해당하는 진동 패턴의 탭을 마우스로 드래그-앤-드랍하여 진동 패턴 매니저 위에 올려 놓으면 자동으로 등록된다. 이를 통해 디자인한 진동 패턴을 차후에도 쉽게 불러올 수 있으며 재사용하거나 이전에 저작한 진동 패턴을 기반으로 새로운 진동 패턴을 생성할 수 있다. 그림 1-(c)는 멀티채널 타임라인 인터페이스이다. 멀티채널 타임라인 인터페이스는 다수의 진동모터를 동시에 구동하는 진동 패턴을 저작하기 위한 인터페이스로 구동하고자 하는 진동모터의 수에 맞게 채널을 생성하고 각 채널 위에 진동 패턴을 드래그-앤-드랍 함으로써 멀티채널을 가지는 진동 패턴을 구성할 수 있다.

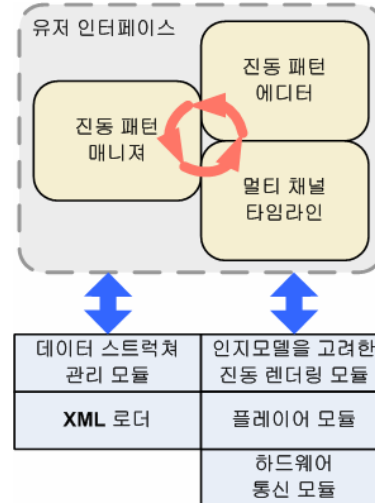


그림 2. 진동 패턴 저작 도구의 내부 구조

위에서 언급한 바와 같이 사용자와 직접적으로 인터랙션하는 세가지 사용자 인터페이스 외에 진동 패턴 저작 도구에는 데이터 관리나, 진동 패턴 재생을 위한 다섯 가지의 내부 모듈이 개발되었다(그림 2 하단 참조). 데이터 관리를 위해서는 1) 프로그램 내부에서 사용하는 진동 패턴의 데이터 스트럭처를 정의하는 모듈과 2) 저작된 진동 패턴 데이터를 외부 저장 장치에 저장하고 읽어들이기 위한 XML 로더가 있다. 또한, 진동 패턴 재생을 위해서는 1) 인지모델을 고려하여 진동을 렌더링하는 모듈과 2) 멀티미디어 타이머를 사용하여 진동 패턴의 데이터를 각 시간에 따라 해석하여 하드웨어에 명령을 내리는 내부 플레이어 모듈, 그리고 3) 시리얼 통신을 통해서 실제 하드웨어와 통신하기 위한 모듈이 있다.

진동 패턴 디자인 저작 도구는 기본적으로 모바일 기기에서 진동 모터를 사용하는 환경에 적합하도록 구현하였으나 모바일 기기 외에 진동 모터를 사용하는 가상현실 연구나 햅틱 인터랙션 연구에도 사용될 수 있어 진동 패턴 디자인 저작 도구를 다양한 연구 분야에 적용할 수 있다.

본 연구에서 개발한 진동 패턴 디자인 저작 도구는 다음과 같은 특징을 가진다.

- 드래그-앤-드랍 저작 방식
- 진동 패턴 데이터 관리
- XML 을 이용한 진동 패턴 저장
- 멀티채널 진동 패턴
- 내부 플레이어를 통한 진동 패턴 테스트
- 인지모델을 고려한 진동 렌더링

2.1 드래그-앤-드랍 저작 방식

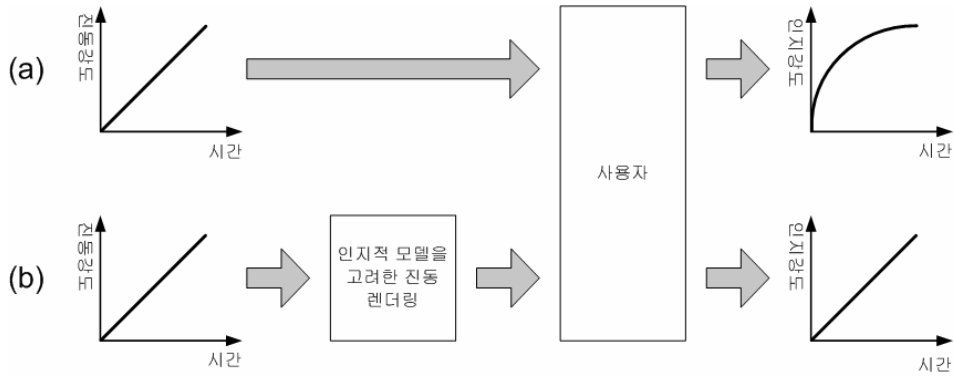


그림 3. 인지모형을 고려한 진동 렌더링 방법 비교:
 (a) 인지 모형을 고려하지 않은 경우, (b) 인지모형을 고려한 경우

진동 패턴 저작 도구의 대다수의 작업은 마우스를 사용하여 드래그-앤-드랍 방식으로 진동 패턴을 디자인할 수 있다. 예를 들어, 진동 패턴 에디터에서 컨트롤 포인트를 마우스로 이동시킴으로써 진동 패턴을 디자인할 수 있으며, 디자인한 진동 패턴을 진동 패턴 매니저나 멀티 채널 타임라인의 일부에 등록할 경우에도 마우스의 드래그-앤-드랍 방식으로 이동시킨다. 또한, 진동 패턴 매니저에서 진동 패턴 데이터의 그룹 사이의 이동이나 멀티 채널 타임라인 인터페이스에서 진동 패턴 세그먼트의 자유로운 배치 또한 드래그-앤-드랍 방식으로 이루어진다. 따라서 진동 패턴을 저작하는데 있어서 드래그-앤-드랍 방식과 그래픽으로 표현되는 WYSIWYG 방식으로 초보자도 쉽게 저작 도구를 사용할 수 있으며, 직관적으로 설계된 인터페이스를 통해 특별한 교육 없이도 진동 패턴 저작 도구를 사용할 수 있으므로 초보자의 진동 패턴 저작의 접근성과 편의성을 크게 높인다.

2.2 진동 패턴 데이터 관리

본 저작 도구에서는 사용자 인터페이스의 하나로 진동 패턴 매니저를 제공하고 있다. 진동 패턴 매니저는 진동 패턴 에디터에서 디자인한 진동 패턴을 관리할 수 있다. 사용자는 디자인한 진동 패턴을 진동 패턴 매니저 위로 드래그-앤-드랍 함으로써 진동 패턴을 데이터베이스에 등록할 수 있으며, 진동 패턴을 각 그룹에 등록하여 관리할 수 있어 진동 패턴을 손쉽게 관리하고 차후에 진동 패턴을 다시 열어 수정하거나 재사용할 수 있다. 이와 같은 진동 패턴 매니저 인터페이스를 통하여 사용자는 저작한 진동 패턴을 관리함으로써 진동 패턴의 재사용성을 크게 향상시킬 수 있다.

2.3 XML 을 이용한 진동패턴 저장

각각의 진동 패턴과 멀티 채널, 그리고 진동 패턴의 데이터 베이스를 관리하기 위해 필요한 파일들은 모두 XML 파일로 저장한다. XML 의 큰 특징은 구조성과 확장성을 가지는 것이다. XML 은 문서를 구조화하여 저장하기 때문에 진동패턴을 만드는데 필요한 다양한 파라미터를 구조화하여 저장하기 쉬우며, 확장성이 뛰어나기 때문에 새로운 파라미터를 위해서 파일 저장

형식을 따로 정의할 필요 없이 새로운 파라미터에 대응되는 새로운 태그만을 파일안에 저장해두면 된다. 따라서, XML 파일로 진동 패턴 데이터를 저장함에 따라 진동 패턴 데이터를 구조적으로 조직화하여 저장할 수 있으며, 진동 패턴 데이터의 수정이 용이할 뿐만 아니라, 차후에 손쉽게 진동 패턴 데이터의 형식을 확장할 수 있다. XML 형식으로 파일을 읽고 쓰기 위해서 본 진동 패턴 저작 도구에서는 마이크로소프트사에서 제공하는 MS XML 6.0 을 사용하였다.

2.4 멀티채널 진동 패턴

본 저작 도구에서는 이전의 하나의 진동모터만을 고려한 진동 패턴 저작 도구를 개선하여 다수의 진동자를 구동시킬 수 있는 멀티채널 진동 패턴을 저작할 수 있다. 멀티채널 진동 패턴은 기본적으로 하나 이상의 진동모터를 동시다발적으로 구동하기 위해서 사용하며, 이를 통해 다양한 진동 효과를 생성할 수 있다. 사용자는 각 진동모터에 대응하는 다수의 채널을 생성할 수 있으며, 기존에 저작하고 진동패턴 매니저에 저장해 두었던 진동 패턴을 각 채널 위에 배치함으로써 멀티채널 진동 패턴을 저작할 수 있다. 이와 같이 저작된 멀티채널 진동 패턴은 이론적으로 무한개의 진동모터에 대응되는 무한개의 멀티채널을 구성할 수 있다.

2.5 내부 플레이어를 통한 진동 패턴 테스트

진동 패턴 저작 도구에는 진동 패턴 플레이어를 내장하고 있으므로, 디자이너가 원할 때 빠르게 디자인한 진동 패턴을 재생할 수 있다. 이것은 진동 패턴의 빠른 테스트를 통해 진동 패턴을 쉽게 검증하고 수정할 수 있으므로, 진동 패턴을 디자인하는 시간을 이전 하드코딩 방식에 비해 획기적으로 감소시킬 수 있다.

내부 플레이어는 멀티미디어 타이머를 통해서 구현되었다. 멀티미디어 타이머는 이론적으로 1ms 의 타이밍 정밀도를 가지고 업데이트를 할 수 있으므로 초당 1000 회 정도 진동 패턴을 해석하고 하드웨어와 통신하여 진동 모터를 구동시킬 수 있다. 그러나, 본 저작 도구에서 구현된 결과에서는 타이머 콜백의 지연없이 정확하게 이루어지는 최소 시간 간격은 5ms 에서 10ms 정도로

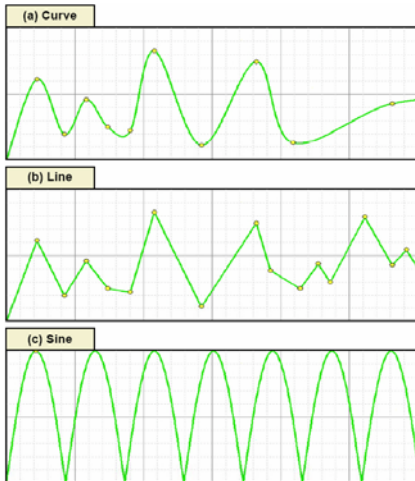


그림 4. 세가지 타입의 진동 패턴:
(a) 커브, (b) 라인, (c) 사인

측정되었으며 이는 초당 100 회에서 200 회 가량 진동 모터의 구동을 위해 통신할 수 있다.

또한, 내부 플레이어는 모바일 기기와의 시리얼 통신을 지원한다. 내부 플레이어는 시리얼 통신을 통해 진동 패턴의 시간에 따른 명령을 모바일 기기의 진동 모터 구동 회로에 전달하고 진동 모터 구동 회로는 이 명령을 직류전압의 형태로 변환하여 진동 모터를 구동하게 된다.

2.6 인지모형을 고려한 진동 렌더링

디자인 할 때 고려한 진동의 인지적 효과와 동일하게 사용자가 진동을 느끼게 하기 위해 사용자의 인지모형을 고려한 진동 렌더링 방법을 내부적으로 사용한다 [6]. 진동 패턴 디자이너가 인지적 효과를 감안하여 디자인한 진동 패턴은 위의 진동 렌더링 방법을 통해 진동의 강도가 보상된 후 실제 진동자를 구동하기 위한 전압 명령으로 변환하여 진동모터에 인가된다. 따라서 진동 패턴 디자이너는 사용자의 인지 모델의 특성이나 진동 모터 하드웨어의 특성에 독립적으로 진동 패턴을 디자인 할 수 있으며, 진동 패턴을 디자인할 때 고려한 진동의 인지 효과를 동일하게 사용자가 느낄 수 있다.

그림 3 은 인지적 모델을 고려하여 진동을 전달했을 때와 그렇지 않을 때와의 사용자의 인지강도의 비교이다. 그림 3-(a)와 같이 인지모형을 고려하지 않고 진동을 전달했을 경우에는, 시간에 따라 선형적으로 증가하는 진동을 사용자에게 주었지만, 사용자가 느끼는 인지강도는 시간에 따라 비선형적으로 증가한다. 반면에 그림 3-(b)에서 인지모형을 고려하여 진동을 전달하는 경우에는 사용자가 느끼는 인지강도는 시간에 따라 선형적으로 증가하는 진동강도와 동일하게 선형적으로 증가한다. 이와 같은 인지모형을 고려하여 진동을 렌더링하는 방법을 통해서 진동 패턴을 디자인 할 당시에 고려한 동일한 인지적 효과를 사용자에게 전달할 수 있으며, 진동을 통한 촉감 정보 전달을 정확성을 높일 수 있다.

3. 진동 패턴

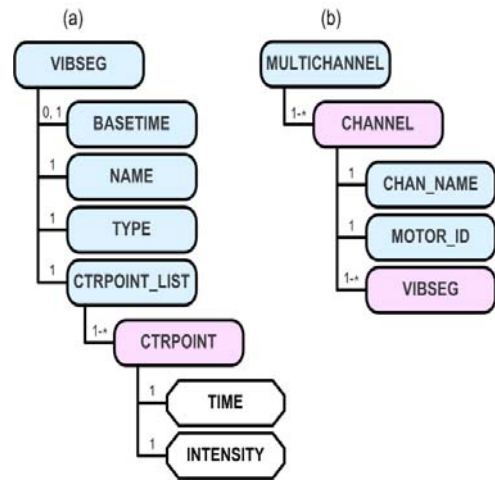


그림 5. XML 스키마: (a) 진동패턴, (b) 멀티채널

진동 패턴은 그림 4 에서와 같이 커브, 라인 그리고 사인 형태를 가지는 세 가지 타입의 패턴을 디자인 할 수 있다. 커브와 라인은 다수의 컨트롤 포인트를 사용하여 디자인하며, 사인은 3 개의 컨트롤 포인트를 사용하여 디자인한다. 커브는 Catmull-Rom spline 을 사용하여 생성하며, 라인은 컨트롤 포인트 사이를 선형적으로 보간하여 생성한다. 사인은 총 세 개의 컨트롤 포인트를 필요로 하는데, 첫 번째 컨트롤 포인트는 사인 패턴의 시작 지점과 DC 성분을 정의하며, 두 번째 컨트롤 포인트는 첫 번째 포인트와의 차이를 통해 사인 패턴의 주기를 정의하고 마지막으로 세 번째 컨트롤 포인트는 사인 패턴의 끝 지점을 정의한다.

3.1 진동 패턴 데이터 포맷

진동 패턴 데이터는 XML 파일로 저장한다. 그림 5-(a)에서 보는 바와 같이 진동 패턴 데이터는 정의된 XML 스키마에 따라 저장한다. 진동 패턴은 기본적으로 'VIBSEG' 태그로 시작한다. 'VIBSEG' 태그는 하위 태그로 "Basetime", "Name", "Type" 과 "CTRPOINT_LIST" 를 가진다. 'Basetime' 은 진동 패턴의 시간 축에서의 시작 위치를 지정하고, 'Name' 은 진동 패턴의 고유 이름을 지정한다. 'Type' 은 진동 패턴의 3 가지 패턴 커브, 라인, 그리고 사인 을 지정하며 'curve', 'line', 'sine' 세 가지의 문자열을 가진다. 'CTRPOINT_LIST' 는 진동 패턴을 구성하는 컨트롤 포인트의 리스트를 지정하며, 하위 태그로 하나 이상의 'CTRPOINT' 를 가진다. 'CTRPOINT' 는 속성으로 'Time' 과 'Intensity' 를 가진다.

4. 멀티채널 타임라인 인터페이스

진동 패턴 에디터는 다수의 진동자를 시간에 따라 동시에 컨트롤하기 위해서 멀티채널을 가지는 타임라인 인터페이스를 지원한다. 멀티채널 타임라인 인터페이스에는 사용자가 필요한 진동모터의 개수에 맞게 채널을 생성할 수 있으며, 디자인한 진동 패턴을 드래그-

앤-드랍 방식으로 가져다 배치 함으로써 손쉽게 멀티 채널 진동 패턴을 구성할 수 있다. 이와 같은 방식은 영상 저작도구나 음향 저작도구에서 자주 사용되는 것으로, 다수의 영상 또는 음향 소스를 가져와 시간에 따라 다양한 편집 기법을 통하여 새로운 영상이나 음향을 만들어 내기 위한 유용한 사용자 인터페이스이다. 다만 영상/음향 저작도구에서의 멀티채널 타임라인과 본 저작 도구에서의 타임라인은 저작된 진동 패턴을 소스로 하여 시간에 따라 배치함으로써 새로운 진동 패턴을 만들어 낸다는 점에서 같지만, 각 채널이 하나의 진동 모터와 대응하여 독립적으로 저작한다는 점에서 기존의 영상/음향 저작 도구에서의 타임라인 인터페이스와는 다소 다르다. 이러한 특성을 가지는 본 저작 도구의 멀티채널 타임라인 인터페이스는 다수의 진동모터를 컨트롤하기 위해 불필요한 프로그램 하드코딩 작업을 줄일 수 있으며, 여러 채널을 동시에 편집하고 검증할 수 있으므로, 진동 패턴 저작의 효율성을 크게 개선할 수 있다.

4.1 멀티 채널 타임라인 데이터 포맷

멀티 채널 타임라인 데이터 또한 진동 패턴 데이터와 마찬가지로 XML 로 저장한다. 그림 5-(b)에서 보는 바와 같이 'MULTICHANNEL' 태그로 시작하며, 하위 태그로 1 개 이상의 'CHANNEL' 을 가진다. 'CHANNEL' 은 채널의 고유 이름을 지정하기 위하여 'CHAN_NAME' 태그를 가지며 각 채널에 속하는 1 개 이상의 진동 패턴을 가진다. 여기서 사용하는 진동 패턴을 위한 태그로 'VIBSEG' 가 사용되며 이는 그림 5-(a)와 동일한 구조를 가진다. 또한 각 채널은 물리적 디바이스와의 통신을 위하여 'MOTOR_ID' 태그에 정의된 진동모터의 고유번호를 통해서 해당 채널의 진동 패턴을 재생할 진동모터를 선택하게 된다.

5. 인지모델을 고려한 진동 렌더링 방법

인지모델을 고려하여 진동을 렌더링하는 방법이 진동 패턴 에디터에 구현되어있다. 인지모델을 고려하여 진동을 렌더링하는 방법은 진동의 물리적 전압 대 사용자의 진동 강도를 측정하고, 이의 역함수를 이용하여 정의된 진동 패턴을 대응되는 전압의 명령으로 변환한 후 진동을 전달함으로써 인지적으로 정확한 진동을 사용자에게 전달하는 것이다[6]. 본 저작도구에서는 인지모델을 고려하여 진동을 렌더링하기 위해 정신물리학적 실험을 통해 구해진 전압 대 진동강도의 역함수를 입력 받고 이를 관리하는 인지모델 매니저를 구현하였다. 인지모델 매니저는 사용자로부터 일정한 형식의 수식을 텍스트로 입력 받으면 이를 파싱하여 내부적으로 미리 정해진 진동 강도에 따른 인가전압을 계산하여 인덱스 배열을 만들고 이를 관리한다. 사용자가 진동 패턴을 재생 할 때는 진동패턴 데이터에서 각 시간에 전달하여야 할 진동 강도를 계산하고, 이를 인지모델 매니저의 인덱스 배열을 통해 미리 계산된 인가전압을 구하게 되며, 이를 내부 플레이어를 통해 하드웨어와 통신하여 진동모터에 해당

전압을 인가해 줌으로써 저작된 진동 패턴을 가지고 진동을 생성하여 사용자에게 전달하게 된다.

6. 결론

본 연구에서는 진동촉감 패턴을 손쉽게 디자인 할 수 있는 저작 도구를 개발하였다. 저작 도구는 드래그-앤-드래그 방식으로 초보자도 손쉽게 진동 패턴을 디자인하고 데이터베이스에 등록하여 사용함으로써 진동 패턴의 디자인 효율성과 재사용성을 높였다. 또한, 각각의 진동 패턴은 XML 형식으로 저장하여 확장성을 높이고, 다수의 진동자를 구동시키기 위한 멀티 채널 진동 패턴을 저작할 수 있으며, 내부 플레이어를 통해서 실시간으로 진동 패턴을 검증하고 수정할 수 있다. 그리고, 각 진동 패턴은 사용자의 인지 모델을 고려한 진동 렌더링 방법을 통해 진동 패턴을 디자인할 때 고려한 진동 패턴의 인지적 효과와 동일하게 사용자가 진동을 느낄 수 있다. 이러한 진동 패턴 저작 도구는 프로그램의 접근성을 높여 초보자 또한 손쉽게 진동 패턴을 디자인 할 수 있으며, 모바일 기기를 위한 환경 뿐 만 아니라, 가상 현실이나 햅틱 인터랙션과 같은 다른 연구 분야에도 쉽게 적용하여 사용할 수 있다.

참고문헌

[1] A. M. Murray, R. L. Klatzky, and P. K. Khosla, "Psychophysical characterization and testbed validation of a wearable vibrotactile glove for telemanipulation" Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol.12, No.2, pp. 156-182, 2003.

[2] Benali Khoudja M., Hafez M., Alexandre J.M., Kheddar A., "Tactile Interfaces. A State of the Art Survey", International Symposium on Robotics, March 23-26, Paris 2004.

[3] E. Hoggan, S. A. Brewster, and S. Anwar, "Mobile Multi-Actuator Tactile Displays", In Proceedings of 2nd International Workshop Haptic and Audio Interaction Design, pp. 22-33, 2007.

[4] Immersion, <http://www.immersion.com/mobility/>

[5] J. Jung and S. Choi, "Power Consumption and Perceived Magnitude of Vibration Feedback in Mobile Devices," Lecture Notes on Computer Science (Human-Computer Interaction, Part II, HCI 2007), vol. 4551, pp. 354-363, 2007.

[6] J. Ryu, J. Jung, S. Kim, and S. Choi, "Perceptually Transparent Vibration Rendering Using a Vibration Motor for Haptic Interaction", In Proceedings of the IEEE International Symposium on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN), pp. 310-315, 2007.