상징적 의미를 전달하는 촉감 패턴 및 이를 응용한 스케쥴러

Haptic Patterns with Convoying Symbolic Meaning and Scheduler Application

박지은, Jieun Park*, 경기욱, Dongkil Hong**, 한민수, Minsoo Hahn*, 박준석, Junseok Park**
*한국정보통신대학교 디지털미디어연구소, **한국전자통신연구원

요약 본 연구에서는 기존의 펜형 장치에 진행된 촉감 연구들이 진동이나 역감의 제시에 그쳤던 것에 반해, 더욱 일반화된 펜형 장치에 상징적 의미를 포함한 정보를 전달할 수 있는 촉감 패턴을 생성하는 방법을 제시한다. 상징성이 강한 시각적 아이콘을 촉감 패턴으로 변환하기 위해 점에서 이미지와 의미를 연상해 내는 별자리의 구성방식을 분석하여 이미지를 점으로 간략화하고, 촉감 제시 장치의 핀과 연동시켜 패턴화하였다. 아울러 본 연구의 효용성을 검증하기 위해 펜형 장치를 사용하는 PDA 응용 프로그램인 스케쥴러를 개발하여 생성한 촉감 패턴을 적용하였다. 본 연구는 임의적 배치 형태인 점자와 달리 촉감 패턴 자체가 상징성을 가질 수 있다는 점에서 일반인이 더욱 직관적으로 사용할 수 있다는 장점이 있으며 향후 적용한 응용 프로그램으로 사용성에 대한 검증이 필요하다. 또한 그 응용으로 일반적인 OS 용 아이콘을 촉감화하거나 시각 장애인과 일반인이 모두 사용할 수 있는 Caller ID 서비스, 게임 등 여러 가지 방향으로 활용할 수 있다.

핵심어: Pen Interface, Haptic Icon, PDA application, UI

1. 서론

손에 쥐어야 하는 펜은 촉각이 민감한 손가락 끝부분을 접촉해야 한다는 점에서 촉감 디스플레이로서도 적합한 형태이다. PDA및 Tablet PC, UMPC, 그래픽용 Tablet등 많은 기기들이 펜을 인터페이스로 채택하고 있으며 차세대 펜형 장치가 무선화되고, 일반적인 펜으로도 사용할 수 있도록 발전한다면 그 효용성은 더욱 증대될 것이다. 본 연구에서는 기존의 펜형 장치에 진행된 촉감 연구들이 진동이나 역감의 제시에 그쳤던 것에 반해[1], 더욱 일반화된 펜형 장치에 상징적 의미를 포함한 정보를 전달할 수 있는 촉감 패턴을 생성하는 방법을 제안한다.

2. 관련 연구

특히 질감 제시 장치의 연구에서, 움직이는 핀을 배열 형태로 나열한 모양의 제시 장치들이 매우 자주 사용된다. 진동자(Vibration Actuator)를 배열 형태로 장치하고 알파벳을 전송해 의미를 전달하고자 하는 연구가 이미 진행되었다[2, 3]. 또한 시각 장애인을 위한 점자 또한 일종의 촉감 패턴이라 볼 수 있다[4]. 알파벳의 경우 일반인들도 쉽게 알 수 있으나, 핀 배열의 촉감 제시 장치로는 한 자 한 자 제시하는 시간 및 인지하는 시간이 오래 걸리는 편이다. 점자는 비록 단순화 되어 있으며 낱자와 다르게 두 글자 내지 세 글자로 더 긴 단어를 표현하는 방법이 있으나 패턴 자체의 직관성이 낮기 때문에 일반인이 신호로 활용하기에는 무리가 있다. 시각적으로, 상징적 의미를 간단하게 가장 잘 표현한 것 중 하나가 아이콘이다. 만일 이러한 아이콘들을 촉감으로 전달할 수 있다면 일종의 메시지나 알람 신호 등 정보를 전달하는 방법으로 사용될 수 있을 뿐 아니라, 일반적 시각 GUI와 촉감을 결합하는 방법으로도 사용될 수 있다. 시각적 이미지를 촉감화 하는 방법으로는 시각장애인을 위해 색상에 대응하여 핀이 움직이도록 하는 연구[5] 및 이모티콘을 진동패턴으로 표현하는 연구[6] 등이 진행되었으나 전체 형태의 인지에 시간이 오래 걸리거나, 진동패턴으로는 구분이 쉽지 않으며 피상적인 표현에 그칠 수 밖에 없다는 단점이 있었다. 본 연구에서는 위에서 논의한 점을 고려하여, 단순하면서도 추상적인 표현을 전달하기 위해 상징성이 강한 아이콘 이미지를 촉감 정보로 전환하는 방법을 제시한다.

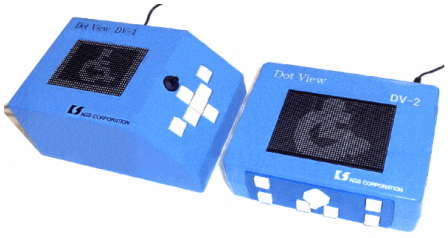

그림 1: Dot-View, 시각 장애인을 위한 이미지 제시 장치[7]

3. 촉감 패턴 생성 원리 및 제작

인간은 유사한 단일 자극의 집합을 하나의 패턴으로 인지하는 경향이 있다. 유사한 속성을 가진 점의 집합을 형태로 연상하는 것도 이러한 경향을 따른다고 볼 수 있으며, 심리학에서 'Gestalt 이론' 이라는 이름으로 시지각 메커니즘을 설명할 때 많이 언급된다. Gestalt 이론 연구자들은 인간의 전반적인 인지과정에 걸쳐 이러한 경향이 나타난다고 주장하였다[8]. 알파벳을 형태에 따라 핀을 진동시키는 촉감 자극으로 제시해도 사람이 인지할 수 있다는 관련 연구들의 예를 볼 때, 처리상의 시간이 걸리기는 해도 촉각 자극의 집합으로도 이미 알고 있는 시각적 형태를 떠올릴 수 있음을 유추할 수 있다. 따라서 본 연구에서는, 이러한 인간의 처리능력을 이용할 수 있도록, 아이콘의 형태를 연상시키는 간단한 점의 집합을 촉감화 한 패턴을 만들기로 하였다.

단순한 점의 집합을 복잡한 이미지로 연상하는 좀 더 가까운 예로 별자리를 들 수 있다. 뱃사람들이 별들의 위치와 관계, 이름을 기억하기 위해 만들어낸 별자리는 현재 천문학에서 별의 위치를 나타내는 공식적인 기준으로 사용되고 있다. 별자리는 거리가 떨어져 있는 배경보다 좀 더 빛나는 점의 집합으로, 형태의 연상을 돕기 위한 보조선을 긋는 것이 일반적이다. 단순히 가장 가까운 별들을 연속적으로 이어 놓은 것 처럼 보일지도 모르지만, 이 선을 연결하는 일정한 규칙을 발견할 수 있는데, 그림 1의 오리온자리에서 보이듯 닫힌 도형이 만들어질 경우 그 안에 있는 별은 무시한다는 점, 그리고 큰 골격이 만들어진 경우 골격에 포함된 별에서 뻐대 바깥쪽의 별로 선을 이어 나간다는 점 등이다. 주로 닫힌 도형이나 길게 이어진 큰 아치형 등이 뼈대로 활용된다. 본 연구에서는 이러한 별자리의 생성 원리를 응용하여 이미지에 대응하는 제시 장치 위의 적절한 위치의 핀을 찾아내어 핀 배열을 만들고 이를 촉감화하기 위한 패턴을 제작하였다.

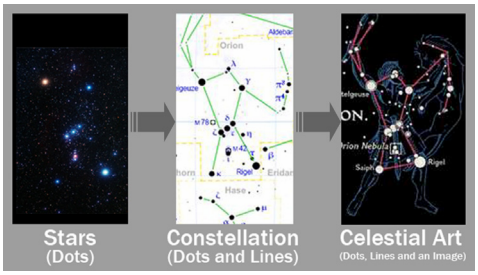

그림 2: 별자리의 생성 과정

3.1 촉감 패턴 제작 방법

별자리와 달리, 제시장치에서 점과 점 간의 거리는 규격화되어 일정하다. 즉 이미지의 형태를 구성하는 점을 최대한 정해진 점의 위치와 일치시키는 작업이 필요한데, 이미지의 형태에 맞추어 해당되는 점을 활성화 시키는 방법을 사용하였다. 또한 보조선을 연결할 때에는 별자리의 구성을 응용하여, 가장 먼 거리에 있는 점부터 연결하여 큰 골격을 만들고 이를 중심으로 근처에 있는 활성화된 점을 연결하였다. 그리고 별자리처럼 닫힌 도형 내부에 있는 점은 활성화된 점이라도 다시 비활성 상태로 전환시켰는데, 이러한 방식은 형태를 단순하고 명료하게 만드는 데 도움이 되었다. 촉감의 진동 제시 간격은 관련 연구 결과에 따라 핀이 2Hz의 frequency로 위아래로 움직이도록 설계하였다[9, 10].

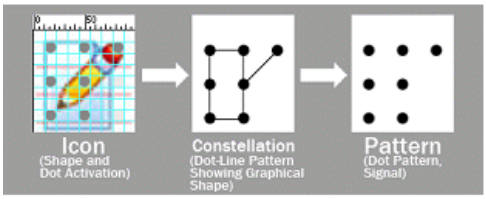

그림 3: 핀 배열 추출 과정

구체적인 핀 배열 추출 과정은 다음과 같다.

1) 선정된 이미지 위에 그리드를 그어 3x3로 분할한다. 제시 장치 액츄에이터간의 간격은 동일하다고 가정한다.

2) 아까의 3x3그리드의 한 블럭을 다시 3x3으로 나누고, 모든 칸을 나눠준 후 제일 가운데 진동자 핀의 위치로 설정한다.

3) ico파일 등의 GUI용 아이콘은 배경을 투명지정색(주로 Magenta)으로 처리하거나 알파 값으로 처리하므로[11], 각 3x3 블록의 픽셀 값을 검사하여 지정한 색상(투명)이 50%미만일 경우 해당하는 핀을 활성화하도록 결정한다.

4) 핀(점)이 모두 결정되면, 선을 긋는다. 옛날의 별자리 및 별자리의 밑그림(celestial art)를 보면 별도 그를 이은 선도 밑그림을 최대한 벗어나지 않는다. 물론 이는 밑그림을 맞춰서 그린 것이지만, 이미지에서 패턴을 생성하려면 반대로 그림에서 벗어나지 않는 영역 내에 선을 그어야 한다. 전통적인 별자리는 대체로 몸통(닫힌 도형)이나 하나의 별에 대한 응집성(선의 집중)의 형태를 많이 보인다. 주로 가까운 별끼리 선으로 먼저 잇는 경우가 많으나, 응집성의 규칙이 이보다 더욱 우선하는 경향을 보인다.

5) 이를 반영해 만든 선을 긋기 위한 규칙은 다음과 같다. 먼저 shape내에서 가장 거리가 먼 두 점을 잇는다. 같은 거리를 가진 두 점이 있다면 역시 잇는다. 그리고 다시 다음으로 긴 거리를 가진 점을 잇는다. 더 이상 이을 점이 없으면 shape내부에 있으면서 밖을 통해 가장 짧은 거리에 있는 두 점을 잇는다. 점 하나에서 여러 선이 나갈 수 있으며 들어올 수 있다.

6) 위의 과정이 끝나면 패턴 내에 닫힌 도형이 있는지 검사한다. 닫힌 도형이 있으면 그 내부에 포함되는 직선이 있는지 검사한다. 닫힌 도형 안의 닫힌 도형은 특별한 형태를 의미할 수 있기 때문에 그대로 두고, 다만 닫힌 도형 내부에 닫힌 도형 의 점을 공유하면서 닫힌 도형을 이루지 못하는 직선이 남아 있으면 닫힌 도형 내부의 점과 함께 삭제한다.

7) 만일 모든 점이 활성화되었다면, 선이 있더라도 나중에 사용자가 형태를 인지하기가 어려울 수 있다. 이런 경우에는 특징적인 일부만을 남기고 나머지 선과 점은 패턴에서 삭제한다.

전체 과정을 진행하면 별자리 형태의 시각적 패턴과, 선에 의해 더욱 단순화된 핀의 배열(촉감 패턴)을 얻을 수 있다.

그림 3: 생성된 시각 패턴과 촉감 패턴

3.2 제시 장치 요구사항

촉감 제시 장치는 점자 등으로 보편화된 핀 배열 매트릭스 형태를 사용한다. 펜에 부착될 수 있어야 하므로 작을수록 좋으나, 손가락으로 두 핀의 위치를 인지할 수 있는 있는 최소거리에 해당하는 약 2mm이상의 거리를 가지는 핀 배열로 설계되는 것이 바람직하다[11]. 또한 위에서 설정한 2Hz의 자극 제시 간격을 지원할 수 있어야 한다.

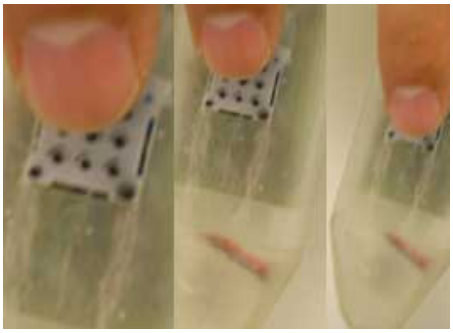

그림 4: 사용 가능한 촉감 제시장치의 예

위의 조건에 맞는 제시 장치로, 한국전자통신연구원에서 개발한 Ubi-Pen[10] 을 선택하였다. Ubi-Pen은 지름 1mm의 핀을 3mm의 중심 거리로 3x3으로 배열한 질감 제시 장치를 부착한 펜 형 인터페이스 장치로, USB로 PC나 UMPC(Ultra Mobile PC), PDA등과 통신할 수 있다. 다음 챕터에서 소개할 촉감 패턴 실험들은 Ubi-Pen과 UMPC Sense Q1을 활용하여 이루어졌다.

4. 구분 및 의미 이해 실험

촉감화된 패턴을 실험하기에 앞서 아이콘의 형태를 대표하는 점(핀)이 선택되었는지 조사하기 위하여 7개의 아이콘과 각각의 점으로 이루어진 패턴을 10명의 피험자들에게 실험하였다. 피험자들은 24~40세의 대학원생 및 연구원으로 70%가 석사 이상의 학력을 가지고 있었으며, 평균 연령이 32세였다. 실험은 학습단계와 구별 테스트 단계로 나뉘어졌으며, 학습단계에서는 7가지의 패턴을 1분 30초간 학습시킨 후 패턴을 제시하고 피험자가 각 패턴의 의미를 찾아 체크하는 방식으로 진행되었으며 패턴은 3x3 LED로 제시되었다. 시각적 패턴 구분 결과는 96%이상의 정답률을 보여 형태 유사성을 충분히 표현할 수 있는 것으로 보였으며 만족도 및 향후 응용 가능성을 7점 누적 척도로 질문한 결과 평균 6점의 긍정적 반응을 보였다.

4.1 촉감 패턴 인지 실험

앞에서 실험한 아이콘과 이를 단순화 시킨 점의 집합이 정보의 의미 전달에 사용할 수 있을 만큼 표현성이 높았으므로, 이를 촉감 패턴으로 만든 후 사용자들이 촉각적으로 인지할 수 있는지를 검토하였다. 피험자는 24~33세의 IT관련 대학원생과 연구 종사자였으며 총 8명이었다. 각 피험자는 버튼을 누르면 해당 촉감 패턴이 제시되는 방식으로 1분 30초간 환경을 체험한 뒤, 랜덤하게 제시되는 촉감 패턴을 5가지 중 어떤 패턴인지 고르도록 지시받았다. 실험은 각 패턴당 4회씩, 2번 실시되었다.

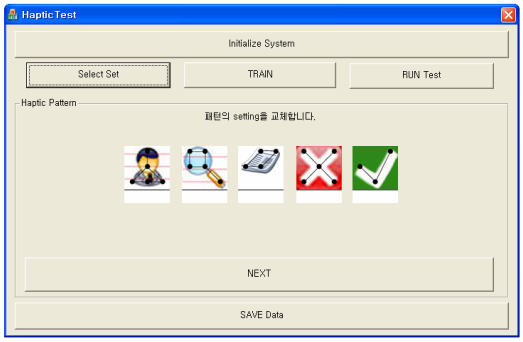

그림 5: 실험 화면

그림 6: 실험 환경

4.2 실험 결과 및 토의

실험 결과, 정답률은 평균 84%에 가까웠으며, 인지에 걸린 시간의 평균은 5초 정도로 빠른 편이었다. 피험자들은 시각 아이콘으로 만든 촉감 패턴에 대해 대체로 긍정적인 반응을 보였으며(5.85/7), 알람 신호나 GUI와의 융합 등에 대한 활용 가능성이 높다고 대답하였다.

표 1: 촉감 패턴 인지 정답률

Subject	Score
S1	40
S2	30
S3	25
S4	32
S5	40
S6	32
S7	36
Average	33.57143
Percentage(%)	83.93

그러나 실험 당시, 5개의 구분에는 사용자들이 그다지 어려움을 느끼지 않았으나 7개를 구별하는 경우 75%정도, 10개를 구별하게 하자 60%대로 정답률이 매우 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 첫 번째 원인으로는, 동시에 핀들이 동작함으로써 하나 하나의 위치보다는 전체적인 형태가 느껴져 정확한 차이를 감지하기 어려운 점을 들 수 있다. 특히 제시 장치가 매우 소형이며 두 점 인지 한계인 2mm내외에 매우 가깝기 때문에, 이는 당연한 결과이다. 이러한 점을 보완하기 위해 알파벳 제시 연구들[2,3]에서 보였듯 진동자(핀) 하나나 두 개를 순차적으로 그리듯 제시해 주는 방식을 활용한다면 더욱 좋은 결과가 나타날 것으로 예상된다.

둘째로, 기억 단계에서 경우의 수가 늘어났기 때문일 가능성도 있다. 그러나 5개~10개는 작업 기억에서 chunking이 쉬운 범주에 속하므로, 크게 힘든 태스크였다고 보기는 힘들다. 다만, 구별-선택 태스크에서 경우의 수가 늘었으므로 정답 확률이 낮아지기가 쉬웠을 것이다. 기억과 패턴의 수는 좀 더 고민해 보아야 할 주제이다. 학습시간을 늘여 오랫동안 작업 기억을 활용하여 장기 기억으로 넘어가도록 하거나, 혹은 메뉴나 알람 신호 등 대체로 7개 내외의 종류를 가지는 것에 적용하는 방법이 있다. 본 연구에서는 후자의 가능성을 택하여, 스케쥴러의 알람 아이콘으로 응용해 보았다. 그러나 GUI의 아이콘 역시 학습가능성(Learnability)가 높은 직관적인 형태이지만 사용자가 조금씩 익숙해져 가는 것이므로, 직관성을 높이도록 수정해 간다면 GUI의 아이콘에도 확대할 수 있는 가능성은 여전히 남아 있다.

5. 스케쥴러 알람 아이콘의 촉감화

PDA는 스타일러스 펜을 사용하는 사무용 모바일 기기로, 펜형 장치에 사용될 촉감 패턴의 효용성과 사용성을 실험하기에 적합하다. 위의 실험 및 토의 결과를 실생활에 응용해 보기 위해, PDA 에서 가장 많이 사용되는 응용 프로그램을 조사하였다. 조사 결과 PDA사용자들이 스케쥴러-캘린더 응용 프로그램을 가장 많이 사용하는 것으로 밝혀졌으며, 알람 신호가 타인을 방해하거나 사생활 정보를 본의 아니게 남에게 알리는 경우가 있었고, 이러한 부분에 대한 안전하고 조용한 알람 신호가 필요하다는 사용자의 니즈를 파악하였다. 파악된 니즈를 바탕으로 웹과 상용화된 스케쥴 관련 응용 프로그램들을 조사한 후 7개의 알람 아이콘을 선정하고 이를 수정하여 촉감 패턴으로 변환하였다. 변환된 패턴과 선정된 아이콘을 선택하여 일정 알람 기능을 사용할 수 있는 스케쥴러 프로그램을 개발하고, Ubi-Pen 과 UMPC 환경에 적용하였다. 또한 사용자가 PDA나 UMPC와 같은 펜형 장치를 사용하는 모바일 시스템에서 스케쥴러를 사용하며, 회의나 작업 시 이 시스템을 적극적으로 활용한다고 가정하였다.

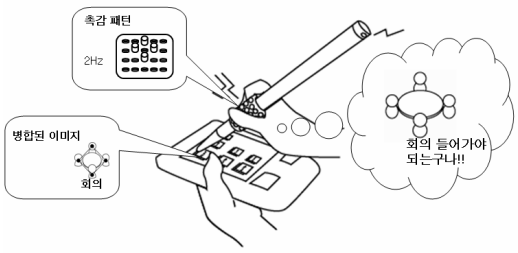

그림 7: 아이콘 기반 촉감 패턴 사용자 시나리오

여러 아이콘에 적용하는 과정에서 두 개의 이미지에서 같은 패턴이 생성되는 경우가 있었는데, 이런 문제를 해결하기 위해 패턴 생성 프로그램에 이전에 생성된 패턴과의 동일성 여부 체크 및 유사 부분 생략 등의 기능 추가가 필요하다. 또한 일반적인 스케쥴러 프로그램과 촉감 패턴을 적용한 스케쥴러 프로그램에 대한 사용성 비교 평가가 필요하며, 이를 반영한 패턴의 재설계가 요구된다.

6. 결론 및 관련 연구

본 연구에서 제시한 촉감 패턴은 피상적 진동이나 점자 같은 임의적 배열이 아닌 추상적 의미를 상징할 수 있는 일반인을 위한 촉감을 사용한 정보 전달 방식이라는 점에서 큰 의의를 갖는다. 아이콘의 형태를 유지한 상태로 패턴을 만든 결과 사용자의 촉감 패턴 학습 시간은 매우 적게 걸리면서도 아이콘의 추상적인 의미를 촉감으로 구분할 수 있도록 전달할 수 있었다. 본 연구는 이모티콘의 촉감화나 시각 장애인

및 일반인의 핸드폰 알람이나 Caller ID등에 응용될 수 있으며, 네비게이션이나 게임 등 상징이나 단순한 이미지가 사용되는 많은 프로그램에 응용될 수 있다. 또한 일반적인 GUI구성의 아이콘을 촉감화하는 방식으로 촉감과 융합된 GUI의 개발에 확장한다면 강의 필기나 메모 등의 일상에서 꼭 화면을 번번이 내려다 볼 필요 없이 펜에서 전해져 오는 촉감으로 메뉴를 판단하여 앞을 보며 기능을 사용할 수 있다.

참고문헌

[1] SensAble Devices, Inc., 1993 "The PHANTO," literature from SensAble Devices Inc. 225 Court St., Vanceburg, KY 41179.

[2] K.Hayashi and M.Takahata, "Tactile Letter Recognition by Electrocutaneous Display at the Fingertip," Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China, September 1-4, 2005.

[3] J.Loomis, "Tactile letter Recognition under differentmodes of stimulus presentation," Perceptron & Psychophysics, Vol. 16, No. 2, pp.401-408, 1974.

[4] Christophe Ramstein, "Combining haptic and braille technologies: design issues and pilot study", ACM SIGACCESS Conference Proceedings, pp37 ~ 44, 1996.

[5] Shi, Y., Pai, D.K., Virtual Reality Annual International Symposium, 1997., IEEE 1997 1-5 pp.188~191, March 1997.

[6] Rovers, A.F., Essen, H.A. van, HIM: An open framework for Instant Messaging, Proceedings of CHI 2004, Vienna, Austria (2004)

[7] DotView, http://www.mainichi.co.jp/universalon/report/2002/0901.html

[8] Roy R. Behrens, How Form Functions: On Esthetics and Gestalt Theory, Journal of the GTA, Vol 24 No 4 (2002), pp. 317-325.

[9] Kyung, K.U, Ahn, M.S., Kwon, D.S. and Srinivasan, M.A., A compat planar distributed tactile display and effects of frequency on texture judgement, Advanced Robotics, 20(5), 563-580, 2006.

[10] Kyung, K.U., Park, J.S., Ubi-Pen: Development of a Compact Tactile Display Module and Its Application to a Haptic Stylus World Haptics, 2007

[11] Microsoft XP GUI Guideline

[12] Weinstein, S.(1968). Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterability. In D. R. Kenshalo(Ed.), The skin senses (pp. 195-218). Springfield, IL: Charles C. Thomas.