

# 영화의 감성만족도 측정을 위한 시·청각적 영향 요인의 체계적 도출

## Identification of Design Attributes of the Affective Expressions for Movie Making

김인기, In Ki Kim\*, 김지호, Ji Ho Kim\*, 장우진, WooJin Chang\*, 이 철, Cheol Lee\*\*, 윤명환, Myung Hwan Yun\*

\*서울대학교 산업공학과, \*\*서울대학교 BK21 해양기술인력양성사업단

**요약** 영상은 동적인 시각 이미지와 청각의 결합에 의해 감성적인 반응을 유도한다. 다양한 영상 기법을 통하여 감성적 반응의 극대화를 추구하는 영화는 영상의 시청각적 요소들을 감성의 관점에서 효과적으로 설계하는데 본보기가 된다. 그러나, 제품의 설계속성들에 대한 감성적 평가결과를 모형화하는 감성공학적 관점에서 볼 때 영화는 시청각적 자극의 수준이 극히 다양하고 동적인 경험재로 모형화의 어려움이 있다. 본 연구에서는 영화의 감성 모형을 구축하기 위한 사전연구의 단계로 영화에서의 시청각적 요인들을 문헌조사를 통해 수집, 정리, 선별하고 이러한 시청각적 요인들 중에 영화를 관람하는 관객의 감성적, 인지적 반응에 영향을 주는 유효한 요인들을 객관적이고 체계적으로 탐색하고자 하였다. 이를 위해, 감성 및 인지적 반응의 변화를 생체신호를 통해 측정하는 한편, 생체신호의 측정 시 사용된 영화의 시청각적 자극요인을 Video/Audio Processing 방법에 의해 연속적인 수치로 정량화하였다. 생체신호와 정량화된 시청각적 자극요인을 동기화하고 통계적으로 분석함으로써, 생체신호의 반응과 시청각적 자극요인과의 인과관계를 통계적으로 신뢰성있는 수준에서 검증하고자 하였다. 생체신호를 종속변수로, 시청각적 자극요인을 독립변수로 하는 896 개의 부분선형회귀모형(Partial Linear Regression Model)들 중 통계적으로 유의한 선형관계에 있는 경우의 빈도분석에 의하면, 시각적 요인들 중에는 밝기(Brightness), 대비(Contrast), 색상(Color), 움직임(Motion), 장면전환속도(Shot change Rate), 주요대상의 상대적 크기가, 청각적 요인들 중에는 Peak 주파수, Peak 주파수의 음량, 평균음량, 소음비(Sound-to-Noise Ratio)가 생체신호의 변화에 통계적으로 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는, 위의 시청각적 자극 요인들은 특히 관객의 감성 및 인지적인 반응에 유의한 영향을 주는 요소로 작용할 수 있음을 시사하고 있다. 이를 토대로, 위의 시청각적 자극 요인들이 가지는 다양한 조합들을 설명변수로 하는 통계적인 영화의 감성 모형을 구축할 수 있을 것으로 기대한다.

**핵심어:** 시청각 자극요인, 생체신호, Video/Audio Processing, 정량화, 영화, 감성구조

### 1. 서론

영화는 이야기(Story)를 시청각적 자극에 의해 창의적으로 재구성한 경험재(Experience Goods)이다[1]. 경험재의 관점에서 영화는 개인적 효용이 감정적 자극(Emotional Stimultion)과의 상호작용에 의해 즐거움(Enjoyment)또는 재미(Fun)을 얻는 일련의 과정이다[2]. 영화의 재미는 기본적으로 이야기의 소재나 서사구조에 의해 결정될 수 있으나, 이에 못지않게 시청각적 자극을 어떻게 사용하느냐에 따라서도 영향을 받는다. 특히, 서사적 성향이 강한 드라마 장르보다는 공포, 액션, 판타지 등의 장르에서 이러한 시청각적 자극에 대한 의존이 크며, 경우에 따라서는 영화의 재미를 좌우하는 결정적인 요인으로 작용할 수도 있다.

한편, 영화에서 사용되는 시청각적 자극요인들은 다차원적이다. 색상, 밝기와 같은 시각적 차원들과 음량, 음질과 같은 청각적 차원들이 있다. 경험재로서 영화의 재미를 높이기 위해서는 여러 차원들 중에 관객의 감성적 반응에 실제로 영향

을 주는 주요 차원들을 파악하고, 이러한 차원들을 적절히 조합하여 재미를 극대화하는 것이 필요하다. 이러한 접근 방법을 통해, 영화나 영상물의 제작에 있어서 감성적으로 유효한 효과가 없는 차원들에 대한 불필요한 고려를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 표현에 있어서 감성적 효과를 극대화 할 수 있다.

영화의 시청각적 자극요인들은 다차원적일 뿐만 아니라 시간에 따라 변화한다. 한 영화 안에서, 그리고 한 장면 안에서서도 색상, 밝기, 톤, 소리 등 다양한 차원들이 변화하면서 다양한 감성적 반응들을 이끌어 내며, 감성적 반응들은 영화의 진행과정에서 계속 변화한다. 따라서 감성공학적 연구에서 감성의 추정을 위해 사용되는 가장 경제적인 방법인 설문에 의해서는 변화하는 감성들을 효과적으로 포착할 수가 없다. 따라서 연속적으로 변화하는 시청각적 자극요인들에 상응하는 감성의 변화를 측정하기 위해서는 변화를 연속적으로 측정할 수 있는 수단이 필요하다. 영화의 시청각적 자극요인이 다차원적이고 시간 가변적인 것과 동시에 영화를 감상하

는 관객의 감성적 반응도 개인차가 크고 영화 내외적 요소들의 영향을 많이 받는다. 다양한 오차들과 편향된 결론의 위험을 회피하기 위해서는 가급적으로 많은 수의 관객과 영화를 대상으로 통계적인 분석이 필수적이다. 영향을 주는 변수가 많고 오차요인이 많을수록 정성적인 연구들로는 부분적인 설명에 그치기 쉽기 때문이다.

영화를 관람하면서 관객이 느끼는 재미와 관객의 감성적 반응과의 관계도 분명하게 정립되어 있지 않다. 감성적 반응이 크다고 해서 재미를 느끼는 것이 아니며, 양자의 사이에는 개인적인 효용이 개입하고 있다[2]. 또한 재미를 느끼는 과정이 특정 감성과 연관되어 있다는 것도 밝혀져 있지 않다. 현실감이 높은 영화에 대해 재미를 느끼는 관객이 비현실적인 영화에 대해서도 고유의 재미를 느낄 수 있다. 이것은 개념적으로 감각적 자극에 의해 인과적으로 발생하는 감성적 반응에 비해 재미는 보다 포괄적인 감정이기 때문이다. 다만 확실한 것은, 재미가 없는 영화에 대해서는 감성적 반응도 적다는 점이다. 이것은 배경이론 2.1절에서 언급하겠지만, 관객과 영화의 상호작용을 통해 재미를 느끼는 과정에서 인지적, 감성적 처리과정이 관여하기 때문이다.

결국, 영화의 재미를 극대화하기 위해서는 감성적 반응을 효과적으로 유발시킬 필요가 있고, 감성적 반응의 유발을 위해서는 반응의 유발요인인 주요 시청각적 자극들을 탐색할 필요가 있다. 본 연구에서는 이러한 주요 시청각적 자극들을 탐색하는 과정을 통해 영화에 있어서 주요 설계속성들을 확인하고, 이를 활용하는 방법에 대해 검토해보았다.

## 2. 배경이론

### 2.1 영화와 감성, 인지과정

Holbrook et al.[1]은 비용위주의 소비 선택구조를 가지는 기존의 소비재와 경험재를 대비시켜, 경험재가 가지는 독특한 특징들을 상호작용의 각 과정에 맞추어 설명하고 있다.

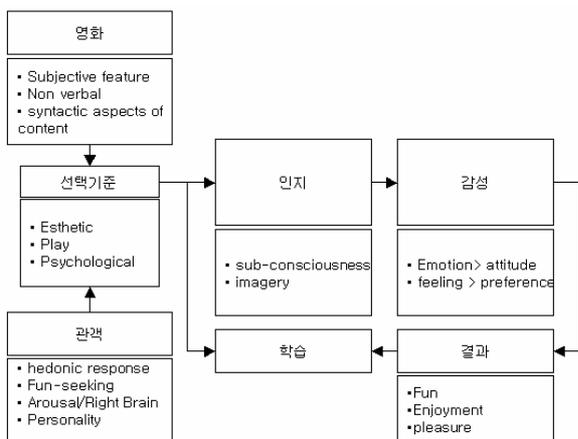


그림 1 관객-영화 상호작용 모형

그림1은 경험재로서의 영화와 관객의 상호작용에 관여하는 여러가지 변수 및 변수들 간의 관계를 구조화한 모형이다. 그림1의 모형에서, 경험재로서의 영화는 주관적인 속성(subjective feature)으로써 비언어적 자극의 형태를 가지며, 관객과의 소통이 의미적(semantic) 측면보다는 구문적

(syntactic) 측면에서 이루어진다.

비언어적 자극의 형태를 가진다는 것은 오감을 통한 감각적 전달의 형태를 중심으로 하고 있음을 의미하며, 이것은 감각정보로부터 인과적으로 연결되는 감성(Affect)과의 연관성을 내포하고있다. 구문적 측면에서의 내용전달은 의미적 측면에서의 내용전달과 반대되는 개념으로, 영화가 전달하는 메시지의 원천(예를 들어, 누가 만들었는가)보다는 메시지의 스타일과 구조(예를 들어, 시각적 스타일, 서사구조 등)가 더 중요하게 파악된다는 것을 의미한다. 또한, 그림1의 모형에 의하면, 일반적인 재화나 서비스의 소비자가 문제해결을 위한 수단으로 소비행위를 하는 것과는 달리, 경험재의 소비자인 영화 관객은 재미를 찾기 위해 영화를 보고 이를 통해 쾌락적(Hedonic)반응을 나타내며, 관객의 쾌락적 반응은 감정적 흥분으로 인한 생리적 반응의 활성화와 연관되어 있다. 영화에 대한 관객의 선택기준은 미적(esthetic)이고, 유희(play)적이며, 경제적이라기보다는 심리적인 측면의 영향을 많이 받는다. 선택한 영화를 관람하는 과정에서 관객은 인지적으로 무의식적이고 심상적(imagery)인 처리과정을 거친다. 인지된 내용은 감성적인 처리를 통해 느낌과 감정을 형성하며, 결과적으로는 재미(fun), 흥미(enjoyment), 즐거움(pleasure)을 얻게 된다.

본 연구에서는 그림1의 모형을 배경으로 하여 관객과 영화의 상호작용을 파악하고, 인지적, 감성적 반응에 영향을 미치는 영화의 비언어적 표현수단인 시청각적 자극들을 도출하는 과정에 대해 연구하였다.

### 2.2 생체신호와 감성, 인지적 변화

감성의 측정수단으로 생체신호를 사용한 많은 연구들은 감성의 Circumplex가설을 전제로 하고 있다. Circumplex가설에 따르면 감성공간은 차원의 구조를 가지고 있으며[3], 감성의 상태 및 감성의 변화는 Valence와 Arousal의 두 차원에 의해 설명될 수 있다[4]. 감성의 두 차원은 자의적인 것이 아니라 생리학적 반응과 연계되어 있다는 증거가 신경심리학[5], 생리학적 신호[6]에 의해 발견되었다. 부정적/긍정적인 감성의 방향을 나타내는 차원인 Valence는 HR에 의해, 감성의 활성화정도를 나타내는 Arousal은 GSR에 의해 측정할 수 있다.

한편, 감성의 상태 뿐만 아니라 인지적인 정보처리과정도 생체신호를 사용하여 측정된 연구 사례들도 있다. 인지적 반응 과업에 대해서 익숙화(Familiarization)에서 GSR과 HR(Heart Rate:심박수)가 유의한 패턴을 보였으며[7], 반응의 즉각성(Readiness)에 대해 대뇌피질과 HR가[8], 인지적 노력에 대해 혈압과 HR가 관련되어 있음[7]이 밝혀졌다.

따라서, 생체신호의 측정을 통해서 감성 및 인지적 상태에 대해 대략적인 추정이 가능하나, 이것은 오차가 적은 통제된 실험환경에서 가능하며, 생체신호의 개인차도 오차 요인으로 작용하므로 부정확한 결과를 보여줄 수 있다. 특히, 영화의 경우 시청각적 자극의 수준을 실험하기 위해 변인을 통제된 실험을 수행하는 것은 현실적으로 불가능하다. 또한, 생체신호의 측정 결과 만으로는 감성 또는 인지적 요인 중 어떤 것에 의한 것인지를 구별해 낼 방법이 없다.

그러나, 변수통제의 문제는 많은 수의 영화를 대상으로

생체신호를 측정하고 이를 통계적으로 분석함으로써 개선할 수 있다. 소수의 영화를 대상으로 측정한 생체신호의 경우, 몇 가지 오차 요인에 의해 생체신호가 주도된 경우 편향된 결과를 도출할 가능성이 있고, 시청각적 자극의 수준들도 다양하지 않다. 생체 신호의 개인차도 마찬가지로 피실험자의 수를 늘려 통계적 처리를 함으로써 개선할 수 있다. 한편, 영화관객의 생체신호를 통해 얻어진 결과로부터, 감성과 인지의 상태를 추정하거나 생체신호의 변화로부터 감성과 인지적 변화를 추정하는 경우, 감성 또는 인지적인 요소가 독립적으로 작용했다기 보다는 복합적으로 작용했다고 판단하는 것이 더 정확하다. 왜냐하면, 그림1의 모형에서 볼 수 있듯이 영화의 경우에는 인지 및 감성적 처리과정이 연속적으로 일어나기 때문이다.

따라서, 다양한 수준을 포함하는 시청각적 자극요인들에 대해 관객의 생체신호를 측정하여 통계적으로 분석하면, 감성과 인지의 복합적인 변화를 파악할 수 있다. 이를 통해 감성과 인지의 복합적인 변화를 유발한 시청각적 자극 요인들을 선별할 수 있으며, 이러한 요인들은 궁극적으로 영화의 감성적 만족도 혹은 재미에 대한 평가에 영향을 주는 요인이라고 판단할 수 있게 된다. 예를 들어, 여러 수준의 밝기를 가진 영화 클립을 자극으로 하여 생체신호를 측정했을 때 생체신호의 유의한 변화가 나타난다면, '밝기'가 어떤 감성 혹은 인지 변수에 영향을 주었는지는 알 수 없으나, 복합적으로 감성과 인지과정에 영향을 주었다는 사실은 확인할 수 있다.

### 3. 연구방법

#### 3.1 문헌조사를 통한 시청각적 영향 요인 도출

영화와 영화에 있어 감성을 불러일으키는 자극요인은 시각적 자극요인과 청각적 자극요인으로 구분된다. 이야기를 시각적 자극으로 표현한 영상텍스트에 있어서, 이야기(언어적 내러티브)는 관객에게 상황 이해의 토대를 만들어주는 하나, 이보다는 시각적 자극을 통한 감성적인 변화의 역할이 더 크다[9]. 시각적 자극 뿐만 아니라 청각 자극도 감성을 불러일으키며, 청각 자극은 시각 자극에 의해 불러일으키진 감성의 강도를 증폭시키는 역할을 한다[10].

시청각적 자극 요인들을 대상으로하여 감성과 관련된 기존 연구결과를 조사하였다. 시각적 자극요인으로는 색상, 밝기, 대조, 모션, 탭포, 대상의 크기, 화각(Visual Angle), 렌즈 효과, 화면 깊이 또는 심도(Depth of Field), Scene전환 빈도, Scene의 길이, Scene전환방법, 구도 등의 요인이 있고, 청각적 자극요인으로는 소리의 높낮이, 음량, 잡음의 정도, 잡음의 크기, 음악 등의 요인이 있다. 문헌조사를 통해 수집된 시각적, 청각적 요인 및 그 내용은 표1과 같이 정리될 수 있다.

문헌조사를 통해 수집된 다양한 요인들은 아래와 같은 기준에 의해 선별 및 재정의하였다.

(1) 통제할 수 있는 요인: 기술적 한계로 인해 통제하기 어려운 요인들은 감성 평가 및 구조에 영향을 준다 하더라도 실용적인 측면에서 모형에 포함시키지 않았다.

표 1 시청각적 자극요인

자극요인	내용
카메라 앵글	카메라로부터 촬영되는 장면의 각도
스크린 크기	관객의 위치에 따라 상대적인 스크린의 크기. 대상의 크기에 대한 지각을 좌우함.
배경밝기	화면 상에서 인물 및 전경을 제외한 부분의 밝기. 배경이 암흑일 때, 혹은 배경과 스크린의 밝기 대조가 압도적으로 클 때 관객의 의식이 스크린으로 전이되며(perceptual transfer), 특히 스크린 상의 움직임에 의해 강화.
운동	대상의 운동/대상과는 별개로 카메라의 이동/대상과 카메라 모두의 운동
심도	화면상의 초점이 잡히는 영역의 깊이. 깊은 심도에 의해 여러 대상을 동시에 포착하는 효과가 있음.
페이지/디졸브/와이프	sequence의 연결 방식
화각	렌즈의 범위안에 있는 모든 대상과 공간.
framing size	이미지를 담고 있는 세트의 크기
Sequence의 길이/변화율/리듬	같은 장소나 세트에서 이루어지는 일련의 scene들의 집합
Shot의 길이/변화율/리듬	동일한 행동이나 대상을 동일한 각도와 시야에서 포착한 snap shot들의 집합. 초점영역에 들어오는 대상의 카메라로부터의 거리에 따라 분류.
주관적 카메라	등장인물이 보는 장면을 카메라로 대체한 것, 혹은 공기처럼 자유롭게 움직이면서 관찰하는 관객의 관점에서 촬영한 것.
주관적 시점	극중 인물의 시점에서 화면 전개
서술적 시점	객관적인 관찰자 시점에서 화면 전개
반주관시점	극중 인물과 밀접하게 동행하면서 극중인물의 운동 패턴을 따라함으로써 동참과 몰입을 유도하는 시점.
색상	이미지의 주된 색조.
색상조화	predominating color와 나머지 색상들간의 조화정도
색변동성	화면에 사용된 색상의 다양성
시각적 내용정보	shot을 통해 전달되는 극의 진행과 관련된 주요 정보의 수
핵심대상	화면의 대면에서 수백ms이하의 짧은 순간에 가장 먼저 관객에게 선택적 지각이 일어나는 대상
밝기	제1 선택적 지각 대상의 밝기 강도
음향 크기	대사, 음악, 음향 등 소리의 크기
음향 높낮이	대사, 음악, 음향 등 소리의 피치
음질	소리가 잡음과 섞이지 않고 나오는 순도의 정도
소음 정도	영화의 내용전개와 무관한 소리들의 절대적 또는 상대적인 크기
음악	영화에 사용된 음악의 장르, 속성

(2) 영화에 공통적으로 적용되는 차원의 요인: 예를 들어, 페이드, 디졸브, 와이프와 같은 화면전환효과는 감성 평가 및 구조에 영향을 준다 하더라도 모형 일반화의 측면에서 포함시키지 않았다.

(3) 관객 관점의 내용 정의: 예를 들어, shot을 피사체의 크기에 따라 Long, Full, Medium등으로 구분하는 대신 '화면 상에서 피사체가 차지하는 면적'으로 정의 하였다. 왜냐하면, 본 연구에서 대상으로 하는 시청각적 자극들은 제작자의 관점이 아니라 관객이 느끼는 감성을 그 평가대상으로 하고 있기 때문에 그 원인에 해당하는 시청각적 자극요인 역시 관객의 관점에서 정리할 필요가 있다.

### 3.2 생체신호 측정을 통한 시청각적 영향 요인 도출

#### 3.2.1 생체신호 측정

영화 상영 및 생체 신호 측정은 아래의 그림2과 같은 실험실 환경에서 이루어졌다. 영화클립 상영 직전마다 신호의 baseline을 측정하기 위해 30초 동안 시각적 자극 없이 클래식 음악을 틀어주었으며[11], 지루함이 신호에 미치는 영향을 줄이기 위해 실험 시간은 하루 최대 2시간 30분으로 한정하였다. 생체 신호 측정 및 분석에는 그림3과 같이 Procomp+ 와 S/W Biograph2.0을 사용하였다.



그림 2 생체신호측정 실험환경

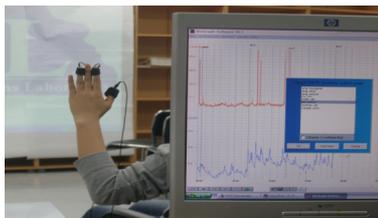


그림 3 생체신호측정 장비

생체신호 측정실험은 생체신호반응에 영향을 미치는 통계적으로 유의한 시청각적 요인들을 추출하기 위한 것으로, 다양한 수준의 시청각적 요인들을 포함하기 위해 28편의 영화를 대상으로 하였으며, 데이터 처리의 현실적인 한계로 인해 피실험자의 수는 4명으로 한정하였다. 실험의 개요는 아래와 같다.

- 피실험자: 4명(남: 2, 여: 2, 20~26세)
- 실험내용: 실험실환경에서 영화시청 및생체 신호 측정
- 실험샘플: 영화28편×4부분(도입, 전개, 갈등, 절정)
- 측정신호: 심박수(HR), 피부전도도(GSR)

#### 3.2.2 시청각적 요인의 정량화

생체신호는 시간의 변화에 따라 연속적인 수치로 측정된다. 이러한 생체신호를 종속변수로 하여 시청각적 요인들이 생체신호에 영향을 주었는지 여부를 통계적으로 분석하기 위해서는 시청각적 요인들도 연속적인 수치로 변환할 필요가 있다. 3.1절에서 문헌조사를 통해 수집 및 선별된 시청각적 요인들을 수치화하기 위해서는 적절한 계량화방법(Metric)을 정의하고, 개별적인 영화클립들을 계산방식에 의해 수치로 변환하는 작업이 필요하다.

요인들의 계량화방법은 표2와 같이 정리하였다. 이러한 계량화방법들은 Video/Audio Processing분야에서 사용하는 방식을 따르고자 하였다[12][13]. 예를 들어, 화면의 밝기를 후보 요인이라고 할 때, 밝기는 화면 프레임의 평균적 밝기(cd)로 수치화 할 수 있다. 1초 동안 24개의 프레임이 지나가므로, 24개 프레임의 평균적 밝기를 산술평균하면 1초 동안의 화면 밝기를 계산할 수 있다.

표 2 시청각적 요인의 계량화방법

구분	요인	Metric Definition
시각 요인	Contrast	프레임 이미지 상에서 가장 밝고 면적이 넓은 픽셀군의 밝기와 가장 어둡고 면적이 넓은 픽셀군의 밝기 차를 24개의 프레임에 대해 산술평균
	Brightness	프레임 이미지의 각 픽셀이 가지는 밝기의 평균값을 24개의 프레임에 대해 산술평균
	Motion(X, Y)	프레임을 16 by 16 Block으로 분할하여 Block by Block으로 모션벡터를 계산한 뒤, 1초 동안 프레임에 대해 산술평균
	Contrast변화량	다음 프레임으로 이어지는 Contrast값의 변화량을 1초 동안 프레임에 대해 산술평균
	Brightness변화량	다음 프레임으로 이어지는 Brightness값의 변화량을 1초 동안 프레임에 대해 산술평균
	Motion변화량	다음 프레임으로 이어지는 모션 벡터 값의 변화량을 1초 동안 프레임에 대해 산술평균
	Red평균	프레임 이미지의 Red, Green, Blue성분(Color Histogram이용)의 평균값을 24개의 프레임에 대해 산술평균
	Green평균	
	Blue평균	
	(R, G, B)벡터의 크기	프레임 이미지의 평균 R, G, B의 값을 통합하여 색상 벡터로 나타내고 1초 동안 프레임에 대해 산술평균
	(R, G, B)벡터의 변화량	다음 프레임으로 이어지는 색상의 변화량을 1초 동안 프레임에 대해 산술 평균
	Shot전환율	샘플 클립에 포함된 shot의 총 수를 상영 시간으로 나눔
	주요 대상의 크기	프레임 이미지에서 핵심적으로 주의를 받는 피사체의 면적비율%
초점 깊이	(원경인 경우) 프레임 이미지 상에서 초점이 잡힌 면적의 비율%	
청각 요인	Peak Frequency	소리(음악, 음향, 대사)의 스펙트럼 분석을 통해 분해된 최대 주파수
	Peak Amplitude	스펙트럼 분석을 통해 분해된 최대 주파수의 음량(decibel)
	Power level	샘플링된 소리의 평균적인 음량(decibel)

Signal to Noise ratio	소리 안에 포함되어 있는 잡음의 음량 비율을 나타냄
Noise Figure	소리 안에 포함되어 있는 잡음의 정도(decibel)

시각적 요인의 정량화는 DVD영화를 AVI포맷의 파일로 변환한 후, AVI파일을 비트맵이미지(BMP)로 추출하여 이미지를 대상으로 하였다. Contrast, Brightness, Motion, Color의 계측을 위한 S/W는 C++로 구현하였다. Shot전환을 S/W VirtualDub을 사용하여 탐지 민감도를 조절하면서 측정하였고, 주요 대상의 크기는 Java기반의 S/W Processing을 사용하여 Edge Detection알고리즘으로 측정하였다. 깊이는 원경이 등장하는 Scene의 프레임 이미지를 Adobe Photoshop 7.0에서 확대하여 면적을 측정하였다. 청각적 요인의 정량화는 AVI포맷의 영화 파일로부터 추출한 WAV포맷의 음향 파일을 대상으로 하였다. 분석에는 음향 분석 S/W인 SpectraLab을 사용하였다.

### 3.2.3 생체신호의 동기화 및 통계적 분석

수집된 생체신호 데이터와 상영 영화 클립들로부터 얻어진 수치화된 시각적, 청각적 데이터를 함께 통계적으로 분석하기 위해서는 동기화(Synchronization)의 과정이 필요하다. 그림4는 측정된 생체신호인 GSR데이터를 시간에 따라 그린 것이며, 30초간의 baseline측정이 끝나고 00'28"에 클립이 재생되기 시작하였으나 그에 대한 반응은 3초 늦은 00'31"에 이르러서야 나타나기 시작하고 있다. 이와 같은 생체신호의 지연은 일반적으로 4초 정도 되는 것으로 알려져 있으나 개인차와 자극의 강도에 따라 오차가 있으며, 본 실험의 경우에는 영화DVD의 Loading을 위한 시간과 Buffering시간 등이 더해져 3~9초 사이에서 동기화가 이루어지는 경우가 대부분이었다.

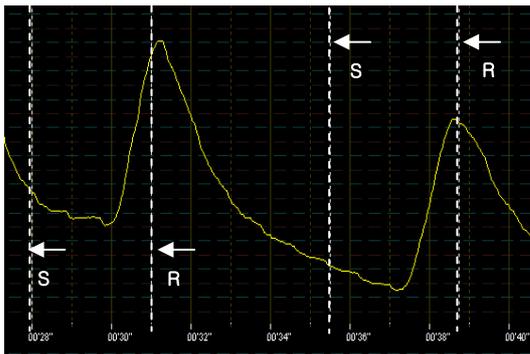


그림 4 피부전도도의 지연시간

그러나, Event위주의 동기화는 신뢰성이 떨어진다. 그림5는 생체신호인 HR(점선, S)와 생체신호 측정시 상영하였던 영화에서 추출한 청각적 자극요인들이다. 그림5에서 점선S를 1초 간격 씩 좌측으로 평행 이동해가면서 여러 개의 청각 데이터 파형과 형태의 유사성을 비교하면 4~10초 사이에 가장 형태가 들어맞는 지연시간을 찾을 수 있다.

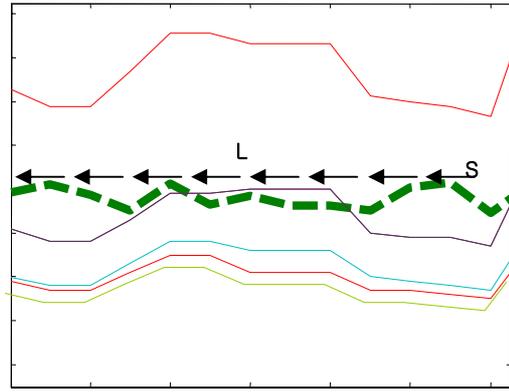


그림 5 청각적 자극요인과 생체신호

이러한 방법을 응용하여, 생체 신호 데이터를 1초 씩 앞당기면서 매 순간의 시각 및 청각 데이터들을 설명변수로 하는 단순 회귀분석을 반복하였을 때, 회귀모형이 유의하지 않을 경우 0, 유의할 경우에는 모형설명력인 R-square값을 반환하는 함수를 만들어, X축에는 앞당긴 시간(지연시간), Y축에는 함수 값을 도시하면 그림6과 같다. 여기에서 범례 이름 붙여진 선들은 시각 또는 청각적 자극요인을 의미한다.

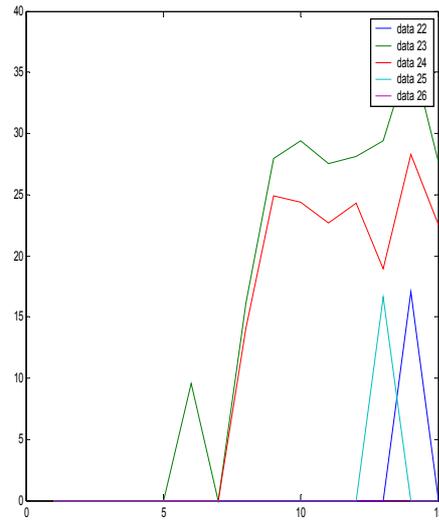


그림 6 지연시간 추정

예를 들어, 그림6에서 지연시간이 약 7초일 때 생체 신호는 두 개의 시, 청각 데이터에 의한 설명력이 동시에 증가하기 시작하여 9초에서 피크가 되므로, 이 경우 지연시간은 9초로 추정할 수 있다. 이러한 지연시간 추정과정을 수식으로 나타내면,

$$\begin{aligned}
 S(t) &= at + \beta t A1 + \epsilon t \\
 Pt &= \text{prob}(Ft > Ft\alpha) : p\text{-value at } t \\
 R2t &= \text{SSRt} / \text{SSTt} : R\text{-square at } t \\
 t &= 1, 2, 3, \dots, L, \dots, 10 (\text{지연시간 후보}) \\
 \text{s.t. } PL &= \min\{ P1, \dots, P10 \} \\
 R2L &= \text{Max}\{ R21, \dots, R210 \}
 \end{aligned}$$

A1을 포함한 모든 자극요인들에 대해서 L을 추정하는 과정은, 유의수준  $\alpha(=0.05)$ 에 대해,

$$S(t) = \alpha_i t + \beta_i t A_i + \epsilon_i t \quad (i=1, \dots, 5, \text{ 자극요인의 개수})$$

$$P_{it} = \begin{cases} 0 & \text{if } F_{it} < F_{ita} \\ 1 & \text{if } F_{it} > F_{ita} \end{cases}$$

$$R2_{it} = SSR_{it} / SST_{it}$$

s.t.  $A_t = \{ P1t, \dots, P5t \}$   
 $B2t = \{ R21t, \dots, R25t \}$

집합  $A_t$  에서 값이 1인 원소의 개수를  $N_t$ 라고 하면,  $NL = \text{Max}\{ N1, \dots, N10 \}$ 을 만족하는  $t = L$ 이라 추정하고, 이러한  $t$ 가 둘 이상일 경우에는, 집합  $B2t$  에서 최대값을 차지하는 원소를 값으로 하는 집합  $M2t$ 에 대하여,  $M2L = \text{Max}\{ M21, \dots, M210 \}$  인  $t=L$ 로 추정한다. 추정된 자연 시간만큼 생체신호를 좌측으로 평행이동하여 시청각적 자극 요인들과 동기화하면, 생체신호의 변화와 유사한 패턴을 보이는 자극요인들과 그렇지 않은 자극요인들을 구분할 수 있다. 이러한 변화 패턴의 일치성을 통계적으로는 상관분석이나 회귀분석을 통해 검증할 수 있다. 본 연구에서는 회귀분석을 통해, 이러한 변화 패턴의 일치성을 검증하였다.

#### 4. 연구결과

2차 실험의 목적은 감성에 유의한 변화를 불러오는 시각적 요인, 청각적 요인들을 찾아내기 위한 것이다. 감성에 유의한 변화를 가져오는 지를 측정하기 위해 심박수와 피부전도도의 생체신호를 측정하였고, 생체신호의 변화에 의해 감정의 Arousal과 Valence의 두 차원을 측정할 수 있다고 가정하였음은 배경이론을 통해 설명하였다. 그림7은 영화 ‘친구’의 클립을 관람하는 동안 피실험자들의 GSR의 변화를 측정한 결과이다. 영화는 기, 승, 전, 결에 해당하는 4개의 클립을 연결하여 상영하였다.

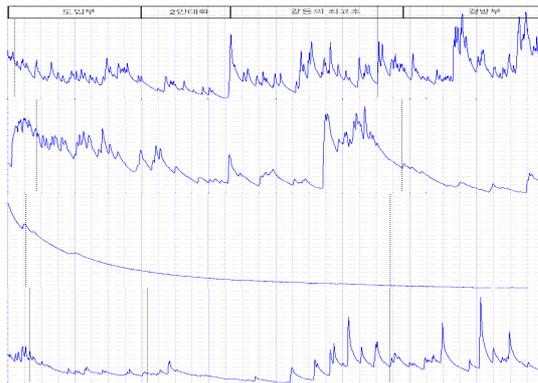


그림 7 측정된 GSR(예시)

그림7에서 피실험자들의 생체신호가 다양한 패턴을 가지는 것은, 생체신호가 영화의 시청각적 자극에 의해 변화하는 것 뿐만 아니라 피실험자의 다양한 심리적, 생체적 특성에 의해서도 영향을 받기 때문이다. 따라서, 피실험자들의 생체신호 패턴을 종합하여 하나의 패턴으로 분석하는 것은 바람직하지 않을 수 있다고 판단하여 각각의 피실험자들의 생체신호를 개별적으로 분석하였다. 총28편의 영화를 대상으로 각 영화에서 기, 승, 전, 결에 해당하는 약 2분 길이의 4개의

Scene에 대해 4명의 피실험자를 대상으로 2종류의 생체신호를 측정하였기 때문에 생체신호의 데이터는 896개의 케이스가 수집되었고(28편×4개의 Scene×4명 피실험자×2종류 신호), 각 케이스는 1초 단위로 샘플링된 약 120개의(60초×2분) 데이터 스트림으로 구성되어 있다.

896개의 생체신호 케이스들을 각각 시청각적 자극요인과 동기화한 후, 각 케이스에 포함된 120개의 데이터 스트림을 종속변수로, 120개의 정량화된 시청각적 자극요인들을 설명변수로 회귀분석을 수행하여, 총 896개의 부분선형회귀모형을 얻었다. 이들 중, 회귀식이 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 케이스들에 대한 빈도분석을 실시하였다. 회귀분석은 하나의 종속변수에 대하여 여러 시청각적 요인들을 동시에 설명변수로 넣은 것이 아니라 하나의 종속변수에 대해 매번 하나의 시청각적 요인만 설명변수로 지정하여 입력하는 방식을 택하였다. 이것은, 여러 시청각적 요인들이 포함되는 경우 다중공선성에 의해 불필요하게 설명력이 높아지거나 낮아지는 것을 방지하기 위한 것이다.

그림8은 896개의 케이스 중 하나로 청각적 자극 요인인 음량(Power Level)에 대한 피실험자의 GSR을 도시한 것이다. 그림을 통해서 음량에 대해 피부전도도가 음의 상관관계에 있음이 잘 드러나며, 이러한 관계가 통계적으로도 유의하면 음량이 두 생체신호 모두에 영향을 주는 케이스로 분류될 수 있다. 896개의 생체신호 케이스들을 대상으로 회귀분석을 반복적으로 실시하여 회귀식이 유의하게 나온 빈도를 집계한 결과, 전체 케이스에서 10%이상(90개) 회귀식이 유의하게 나온 시청각적 요인들을 선별하면 아래 표3과 같다. 예를 들어, 시각적 요인인 Contrast는 피부전도도와 심박수 모두에 대해 전체의 75% 이상의 케이스에서 유의한 관계가 나타났다. Contrast를 설명변수로 하고 피부전도도를 종속변수로 하는 회귀식이 통계적으로 유의한 것은, 2분 분량의 짧은 클립에 대해서 대비의 증감에 의해 피부전도도가 증감하는

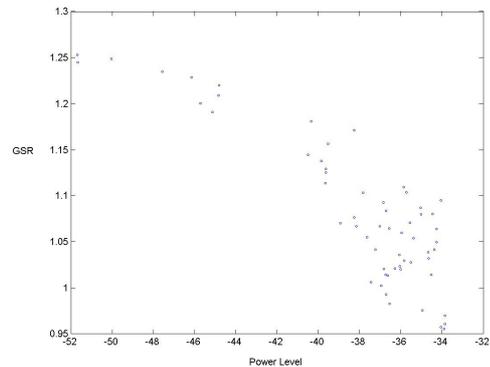


그림 8 유의한 부분회귀모형(예시)

유의한 선형관계를 보였다는 것을 의미하고, 이것은 대비에 의해 피부전도도가 변화할 수 있는 가능성으로 해석된다.

표 3 생체신호에 유의한 시청각요인 빈도분석(%)

자극 요인		피부전도도 (GSR)	심박수(HR)
시각	Contrast	75(%)	75(%)
	Brightness	50	50

적 자 극	Color	50	50
	Motion	-	50
	Shot전환율	95	-
	대상크기	75	-
청 각 적 자 극	Peak주파수	50	-
	Peak주파수 음량	95	-
	평균음량	50	50
	소음비	75	-

표3을 통해 알 수 있듯이, 피부전도도는 심박수에 비해 더 많은 시청각적 요인들에 의해 변화될 수 있다. Shot전환율, 대상의 크기, Peak주파수 및 Peak주파수의 진폭, 소음비는 피부전도도에만 영향을 주며, 감성적으로는 Arousal에 영향을 준다고 볼 수 있다. 반면 Motion은 심박수, 즉, 긍정적/부정적인 감정의 방향인 Valence에만 영향을 준다.

## 5. Discussion

문헌조사를 통해 수집, 선별된 영화의 시청각적 자극요인들 중 감성의 변화에 유의한 영향을 줄 가능성이 큰 자극요인은 10개로 집약되었다. 이러한 자극요인의 확인, 선별과정에서 고려해야 할 사항은 다음과 같은 점이 있다.

첫째, 각 자극요인들 간의 상호독립성 여부를 보장할 필요가 있다. 자극요인들 간의 상호독립성이 필요한 이유는 각 요인들간의 상호간섭 없이 자극요인을 통제하여 감성적 반응을 극대화하는 것이 보다 편리할 뿐만 아니라, 감성 모형을 구축했을 때 통계적으로도 그러한 가정을 전제하고 있기 때문이다. 자극요인들 간의 상호독립성 검토를 위해, 실험에 사용된 28편의 영화들 중에 10편의 영화를 대상으로 각 영화에서 1초 단위의 클립을 60개 랜덤 샘플링하여 결론에서 도출된 10개의 자극요인간의 상관분석을 실시하였다. 상관분석 결과, Brightness와 Color의 상관계수는 0.901로 대단히 높게 나타났고, 나머지 자극요인들간의 상관계수는 0.3이하로 낮게 나타나 밝기와 색상을 제외하고는 독립적으로 분포되어 있다고 판단할 수 있다. 밝기와 색상이 서로 연관되어 있는 이유는 정량화과정에서 사용한 계산방법이 그 원인으로 작용한 것으로 보인다. 색상의 경우 이미지에서 R, G, B 각각의 평균값을 계산한 후, 세 평균값의 제곱합의 제곱근으로 계산하였는데, 이러한 R, G, B조합에 의한 계산 방식에 의한 경우 색상값이 커질수록 밝기도 밝아지기 때문이다. 이와 관련하여, 추후 연구를 통해 자극요인들의 독립성을 보장할 수 있는 정량화방안에 대해서 연구를 할 필요가 있다.

둘째, 영화의 다양성과 생체신호의 개인차를 감안할 때, 결론의 일반화를 위해서는 보다 많은 수의 샘플이 요구되나, 생체신호의 처리 및 영상 및 음향의 정량화에 소요되는 시간의 한계로 인해 분석의 수를 한정된 것은 일반화의 장애가 될 수 있다.

## 참고문헌

- [1] Hirschman, E. C., Holbrook, M. B., Hedonic Consumption: Emerging Concepts, Methods and Propositions. *Journal of Marketing* 46: 92-101, 1982
- [2] Eliashberg, J., Sawhney, Mohanbir S., Modeling Goes to Hollywood: Predicting Individual Differences in Movie Enjoyment, *Management Science* 40(9): 1151-1173, 1994
- [3] Schlosberg, H., Three dimensions of emotion, *Psychological Review* 61: 81-88, 1952
- [4] Russel, J. A., A circumplex Model of affect, *Journal of Personality and Social Psychology* 39: 1161-1178, 1980
- [5] Heller, W., The Neuropsychology of emotion: Developmental patterns and implications for psychopathology. Psychological and biological approaches to emotion. B. L. N.L.Stein, T.Trabasso. Hillsdale, NJ, 1990
- [6] Lang, P. J., The emotion probe: Studies of motivation and attention, *American Psychologist* 50: 372-385, 1995
- [7] Pribram, K. H., McGuinness, D., Attention and para-attentional processing: Event related brain potentials as tests of a model. Annuals of the new york academy of science. D. Friedman, Bruder, G. New York, New York Academy of Sciences. 658: 85-92, 1992
- [8] Brunia, C. H. M., Waiting in readiness: Gating in attention and motor preparation, *Psychophysiology* 30: 327-339, 1993
- [9] 최민재, 영상텍스트 수용자의 환상적 동일시에 관한 연구, *한국언론학보* 48(3), 2004
- [10] Baumgartner, T., Esslen, M., Jancke, L., From emotion perception to emotion experience: Emotions evoked by pictures and classical music, *International Journal of Psychophysiology* 60(1): 34-43, 2006
- [11] Nakasone, A., Predinger, H., Ishizuka, M., Emotion recognition from electromyography and skin conductance, National Institute of Informatics, Japan, 2005
- [12] Adams, B., Dorai, C., Venkatesh, S., Novel approach to determining tempo and dramatic story sections in motion pictures, IBM Watson Research Institute, 2005
- [13] Hanjalic, A., Xu, L., Affective video content representation and modeling, *IEEE Transactions on multimedia*, 7(1), 2005