특집논문 (Special Paper)
방송공학회논문지 제22권 제5호, 2017년 9월 (JBE Vol. 22, No. 5, September 2017)
https://doi.org/10.5909/JBE.2017.22.5.589
ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

가상현실 콘텐츠 용 MPEG-V 후각효과 기초 연구

임 용 철[a)], 김 상 균[a)‡], 이 영 미[a)]

A Preliminary Study of MPEG-V Scent effects on Virtual Reality Content

Yong-Chul Lim[a)], Sang-Kyun Kim[a)‡], and YoungMi Lee[a)]

요 약

본 논문은 후각실험에 사용되는 향기에 대한 신뢰성을 검증하기 위한 연구로 MPEG-V(ISO/IEC 23005) 표준을 활용한 후각효과 재현 시스템을 소개한다. 구현된 시스템을 활용하여 실험 참여자들에게 두부장착교시장치(Head Mounted Display: HMD)를 착용시킨 상태에서 향기와 향기객체 이미지의 일대일 매칭, 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭, 그리고 발향장치와 피험자와의 거리별 선호도 분석을 실시하였다. 실험 결과 분석을 통해 후각도구로 커피, 코코아, 바나나, 복숭아 향기를 실험에 적합한 향기로 선정하였다. 매칭 정확도가 높았던 커피 향기의 경우 발향장치와 참여자 사이의 거리가 10~20cm인 경우가 30cm보다 이미지 매칭에 더 효과적이었다. 향후 본 연구를 통해서 선정된 향기를 사용하여, 가상현실 콘텐츠의 몰입감 및 현장감 향상을 위한 후각 연구를 진행할 것이다.

Abstract

This paper introduces a system to reproduce the olfactory effect using the MPEG-V (ISO / IEC 23005) standard to verify the reliability of the fragrance used in the olfactory experiment Using the implemented system, with experiment participant wearing HMD(Head Mounted Display), we carried out one-to-one matching of aroma and scent object images, matching images of aroma and many scent objects, matching of aroma and fragrance object images, and analyzing distance preference. The results of the experiment showed that aroma of coffee, cocoa, banana, and peach aroma is suitable scent for testing. In case of coffee aroma with high matching accuracy, 10 ~ 20cm distance between smell and participant was more effective in image matching than 30cm. In the future, we can conduct the olfactory research for enhancing the sense of immersion and presence of virtual reality contents using the selected fragrance

Keyword : Virtual Reality, scent display, immersion, MPEG-V, quality of experience

a) 명지대학교 융합소프트웨어학부(Myongji University Department of Convergent Software)
‡ Corresponding Author : 김상균(Sang-Kyun Kim)
E-mail: goldmunt@gmail.com
Tel: +82-31-330-6443
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2359-8709

※본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 디지털콘텐츠원천기술개발사업의 일환으로 수행되었음. [2017-0-00204-001, 6DoF를 지원하는 360° VR 기반 다중 감각 콘텐츠 원천 기술 개발]
· Manuscript received July 31, 2017; Revised September 8, 2017; Accepted September 8, 2017.

Copyright ⓒ 2017 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.
"This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered."

Ⅰ. 서 론

최근 유니티(Unity)나 언리얼 엔진(Unreal Engine)과 같은 가상현실 기술 및 HMD(Head Mounted Display)가 활발히 보급되면서 가상현실 기술이 재조명받고 있다[1]. 가상현실(VR)이란 컴퓨팅 기술을 기반으로 특정한 환경 또는 상황을 만들어 그것을 사용하는 사람이 실제 주변 상황, 환경과 상호 작용을 할 수 있는 것처럼 만들어주는 인간-컴퓨터 간 인터페이스이며[2], 현실을 기반으로 하는 증강현실(AR)과는 달리 물리적, 공간적으로 제약이 없는 환경을 구성하여 사용자에게 현실 세계에서 직접 경험하지 못한 상황을 체험하게 하는 기술이다. 또한 가상현실은 미리 만들어진 가상현실 콘텐츠를 HMD(Head Mounted Display)라고 불리는 두부장착교시장치를 이용하여 체험 할 수 있으며, 가상현실 콘텐츠란 가상으로 구현된 화면과 음향 등을 통해 수용자가 마치 화면 속 구현된 가상현실에 있는 것처럼 느끼게 되도록 만들어진 콘텐츠를 의미한다[3].

가상현실 콘텐츠는 몰입감과 현실감을 증대시키기 위해 시각과 청각 이외에도 촉각, 후각, 미각과 같은 감각효과를 활용할 수 있다. 바람, 진동, 조명, 냄새와 같은 인간의 오감을 자극하는 감각 효과를 포함하는 미디어를 다중 감각 미디어(Multiple Sensorial Media) 또는 감각미디어(Sensible Media)라고 한다[4].

인간의 오감 중 후각은 때로 부패한 음식 또는 독성 물질의 섭취, 감지되지 않은 화재와 가스 누출 등의 위험한 상황을 우리에게 경고하기 위한 단서를 제공한다[5]. 또한 눈에 보이지 않는 위협을 억제하고, 즐거운 활동을 향상시킴으로써 삶의 질에 영향을 미친다[6].

2D 멀티미디어와 후각 효과를 사용하여 인간의 반응을 연구한 실험은 피험자를 실험군과 대조군으로 나누고, 6가지의 향기(불타는 나무, 꽃밭, 잣나무, 카레, 쓰레기, 딸기향)와 6가지 비디오(불타는 나무, 꽃밭, 잣나무 ,카레, 쓰레기, 딸기가 보이는 비디오)를 제공하였다. 실험군에는 비디오 속 화면의 내용과 일치하지 않는 향기를, 대조군은 비디오 속 화면의 내용과 일치하는 향기를 제공하였다. 실험한 결과, 비디오 속 화면의 내용과 일치하는 향기를 제공받은 피험자들이 더 몰입감을 느꼈다는 실험결과를 도출하였다[7]. MPEG-V를 활용한 시뮬레이터로 피험자에게 동영상과 장면에 맞는 바람, 진동 등 감각효과를 제공하여 실험한 결과, 감각 효과가 동영상 시청에 몰입감을 준다는 결과를 도출하였다[8]. 다중 감각 미디어 저작 및 제시를 위한 감각효과 관련 시각 특징치 추출 및 인간 반응 연구에서는 피험자에게 동영상과 함께 후각효과 및 촉각효과를 제공하여 감각효과에 대한 피험자들의 반응을 측정하였다[9]. 그러나 동영상과 감각효과를 사용하여 인간의 반응을 측정한 기존의 연구들은 후각실험에 사용되는 향기에 대한 신뢰성을 검증하지 않았다.

이에 본 논문은 MPEG-V(ISO/IEC 23005) 표준을 활용한 후각효과 재현 시스템을 소개한다. 구현된 시스템을 활용하여 향기와 향기객체 이미지의 일대일 매칭, 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭, 그리고 발향장치와 피험자와의 거리별 선호도를 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 가상 세계와 현실 세계 사이의 데이터를 교환하는 인터페이스인 MPEG-V 표준을 소개하고, 3장에서 후각효과 재현 시스템 및 후각 효과 메타데이터를 설명하며, 4장에서 실험 설계, 5장에서 실험 결과를 분석하여 향후 실험에 적합한 도구로서의 신뢰성을 검증하고, 6장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

Ⅱ. MPEG - V

MPEG 국제 표준화 그룹에서는 MPEG-V(ISO/IEC 23005)라는 명칭으로 2008년부터 가상세계와 현실 세계 사이의 데이터 교환을 위한 인터페이스의 표준화를 진행하고 있다[10]. MPEG- V는 총 7개의 파트로 구성되어있다. Part 1(ISO/IEC 23005-1)은 MPEG-V의 전반적인 개요와 구조 및 사용 시나리오를 소개한다[11]. Part 2(ISO/IEC 23005-2)는 감각효과 장치성능정보(Sensory Device Capability)와 센서성능 정보(Sensor Capability) 및 감각 효과에 대한 사용자의 선호정보(User's Sensory Preference)를 정의한다[12]. Part 3(ISO/IEC 23005-3)는 감각 효과에 대한 정보(Sensory Effect)를, Part 4(ISO/IEC 23005-4)는 가상 오브젝트들에 대한 정보를 정의한다[13][14]. Part 5(ISO/IEC 23005-5)는 센서로부터 획득된 정보(Sensed Information)와 감각효과장

치 제어명령 정보(Sensory Device Command)를 정의하고, Part 6(ISO/IEC 23005-6)는 MPEG-V의 모든 파트에서 공통적으로 사용되는 데이터 타입을 정의한다[15][16]. Part 7(ISO/IEC 23005-7)은 각 파트에서 정의된 XML 스키마를 이용해 XML 인스턴스를 생성, 파싱 또는 수정 할 수 있는 참조 소프트웨어를 제공한다[17].

Ⅲ. 후각효과 재현 시스템 및 후각효과 메타데이터

1. 후각효과 재현 시스템

그림1는 실험에 사용된 시스템의 구조를 보여준다. 이 시스템은 WPF와 C#언어 기반으로 개발되었고, 후각효과 장치를 제어하여 영상과 함께 후각효과를 재현 할 수 있다. 후각효과 재현 시스템은 감각 장치를 제어하는 AM(Actuator Management); 감각 장치 성능, 미디어에 내장된 감각효과를 결합하여 감각 장치 명령을 생성하는 Engine; MPEG-V 표준 XML 데이터를 해석하고 사용되는 XML 메타 데이터를 관리하는 XMM(Xml MataData Management); 시스템을 제어하는 Controller로 구성되어 있다.

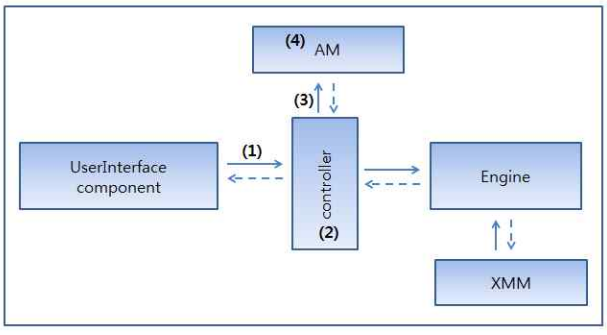

그림 1. 후각효과 재현 시스템 구조
Fig. 1. Structure of a scent effect generation system

그림 1의 후각효과 재현 시스템은 다음 단계를 따른다.

(1) 감각효과(예: 후각효과) 이벤트가 발생한다.
(2) 감각장치(예: 발향기) 성능, 감각효과 이벤트로부터 의 정보를 조합하여 감각장치 명령어(actuation command)를 생성한다.
(3) 감각장치 명령어를 Actuator Manager에 전달한다.
(4) 감각장치 명령을 해석하여 감각장치를 실행한다.

2. 후각효과 정의

MPEG-V 메타데이터의 신택스와 시맨틱스는 XML 스키마를 기반으로 하고 있다. 다음은 후각효과 재현 시스템에서 사용된 MPEG-V 신택스와 시맨틱스를 설명한다.

2.1 후각효과 신택스

```
<complexType name="ScentType">
  <complexContent>
    <extension base="sedl:EffectBaseType">
      <attribute name="scent" type="mpeg7:termReferenceType"
                 use="optional"/>
      <attribute name="intensity-value" type="sedl:intensityValueType"
                 use="optional"/>
        <attribute name="intensity-range" type="sedl:intensityRangeType"
                 use="optional"/>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

ScentType은 후각효과를 나타내는 도구이다. scent는 사용할 향기를 묘사한다. 사용 가능한 향의 종류 및 구조는 ISO/IEC 23005-6의 부록 A에 정의되어 있다[16]. intensity-value는 후각효과의 강도를 ml/h로 나타내고, intensity-range는 강도 값의 범위를 정의한다.

2.2. 후각장치 성능 정의

```
<complexType name="ScentCapabilityType">
    <complexContent>
    <extension base="cidl:SensoryDeviceCapabilityBaseType">
    <sequence>
    <element name="Scent" type="mpeg7:termReferenceType" minOccurs="0"
    maxOccurs="unbounded"/>
    </sequence>
    <attribute name="maxIntensity" type="nonNegativeInteger"
            use="optional"/>
    <attribute name="unit" type="mpegvct:unitType" use="optional"/>
    <attribute name="numOfLevels" type="nonNegativeInteger"
            use="optional"/>
```

```
    </extension>
    </complexContent>
</complexType>
```

ScentCapabilityType은 후각장치의 특성을 표현하는 도구이다. SensoryDeviceCapability BaseType은 각 개별 감각 장치 기능이 상속 할 수 있는 최상위 기본 유형 계층 구조를 제공한다. maxIntensity는 향료가 제공 할 수 있는 최대 강도를 의미하며 ml/h의 단위로 나타낸다. unit은 ISO/IEC 23005-6[16]에 정의된 UnitTypeCS가 제공하는 분류 체계 용어에 대한 참조로, maxIntensity에 ml/h 단위 이외의 단위가 사용될 경우 단위를 지정할 수 있다. numOfLevels는 향기장치가 0부터 최대 강도까지의 범위에서 제공할 수 있는 향기의 강도를 레벨 수로 나타낸다.

2.3. 후각장치 명령어 XML 스키마

```
<complexType name="ScentType">
    <complexContent>
    <extension base="iidl:DeviceCommandBaseType">
    <attribute name="scent" type="mpeg7:termReferenceType"
            use="optional"/>
    <attribute name="intensity" type="integer" use="optional"/>
    </extension>
    </complexContent>
</complexType>
```

ScentType은 후각장치의 명령어를 설명하는 도구이다. Intensity는 장치 성능을 설명하는 척도로써 최대 강도에 대한 후각효과의 강도를 백분율로 나타낸다. Intensity가 명시되지 않으면 이 명령은 기본 값인 최대 강도로 켜지는 것으로 해석된다. DeviceCommandBase는 각 개별 장치의 명령어가 상속할 수 있는 기본 유형 계층 구조의 최상위 유형을 제공한다.

Ⅳ. 실험설계

1. 실험 참여자

실험 참여자는 실험 당일 약물 복용 및 흡연, 월경, 감기 등의 원인으로 인하여 평소보다 후각 능력이 저하된 경우를 제외한 후각에 이상이 없으며, 특정 향에 대한 알레르기나 이상 반응이 없는 21~33세 사이의 남녀 대학생 80명(남 53명, 여 27명)이다.

2. 실험 도구

그림 2는 실험에 사용된 향기캡슐을 보여준다. 실험에는 총 6가지의 향기(딸기, 코코아, 커피, 복숭아, 귤, 바나나)를 사용하였다. 6가지의 향기는 해당 향기에 대한 이미지를 쉽게 떠올릴 수 있는 향기들로 참여자들이 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 향기들이다. 그림 3는 실험에 사용된 향기 발향장치(AromaJoin사의 AromaShooter[19])를 보여주며, 컴퓨터와 연결하여 동시에 6개의 향기를 제어할 수 있다.

그림 2. 향기 캡슐
Fig. 2. Aroma capsule

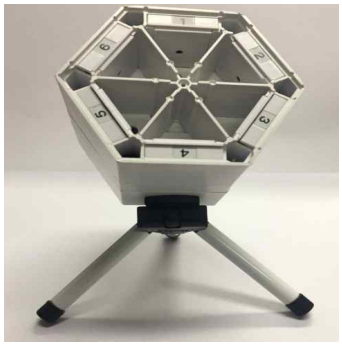

그림 3. 향기 발향장치
Fig. 3. Aroma displayer

그림 4는 실험에 사용된 HMD(HTC사의 VIVE[20])를 보여준다. 그림 5은 선정된 향기캡슐(딸기, 코코아, 커피, 복숭아, 귤, 바나나)에 해당하는 객체 이미지들이다.

그림 4. 두부장착교시장치
Fig. 4. HMD(Head Mounted Display)

그림 5. 향기객체 이미지
Fig. 5. Images of aromas

3. 설문지 제작

설문 문항은 다음과 같다.

(1) 제시된 향기와 보여진 이미지가 일치합니까? 일치가 매우 높으면 5점, 매우 낮으면 1점을 부여하십시오.
(2) 6개의 이미지 중 제시된 향기와 가장 일치하는 이미지를 선택하십시오.
(3) 발향장치와의 거리(10cm, 20cm, 30cm) 중 가장 향기를 잘 느낄 수 있는 거리를 선택하십시오.

4. 실험 환경 및 방법

그림 6과 그림 7은 각각 실험에 사용한 프로그램 실행화면이다. 구현된 프로그램은 WPF와 C#언어를 이용하여 개발되었으며, 발향 장치를 제어하고 객체 이미지 화면을 제시한다. 그림 8은 제시된 향기와 향기객체 이미지의 일대일 매칭 실험, 제시된 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭 실험에 참여하고 있는 참여자의 모습이다. 그림 9는 발향장치와 피험자와의 거리별 선호도 실험에 참여하고 있는 참여자의 모습이다.

그림 6. 이미지에 대한 향기의 매칭 정도를 알아보기 위한 프로그램
Fig. 6. A software to determine the degree of matching of fragrance to images

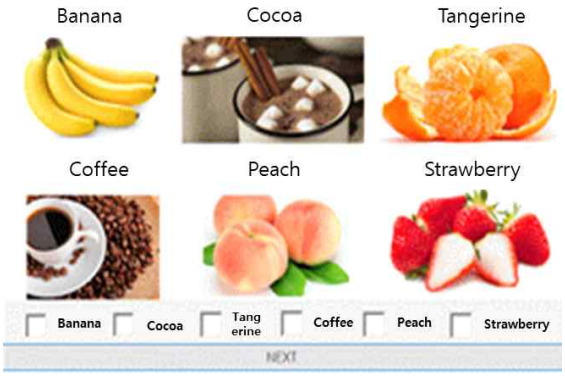

그림 7. 제시된 향기와 매칭되는 항목을 찾는 프로그램
Fig. 7. Finding matching items with the proposed scent

그림 8. 이미지 매칭 실험을 참여하고 있는 참가자
Fig. 8. Participants in image matching experiments

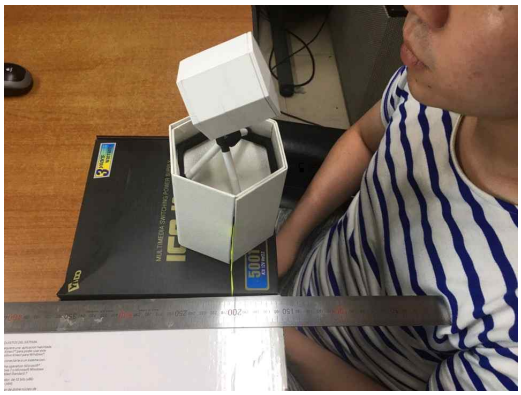

그림 9. 발향장치외의 거리 별 선호도 실험을 참여하고 있는 참가자
Fig. 9. Participants in the experiment of preference by distance with the fragrance device

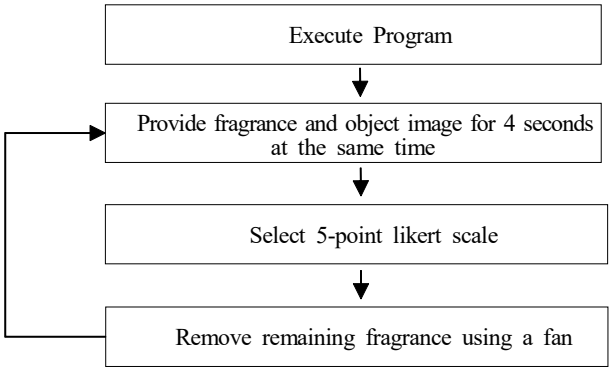

그림 10. 향기와 향기객체 이미지의 일대일 매칭 실험 흐름도
Fig. 10. A diagram of the degree of matching between aroma images and aromas

그림10의 '제시된 향기와 향기객체 이미지의 일대일 매칭 실험'에서는 그림6의 프로그램을 실행하여 참여자에게 이미지와 향기를 동시에 4초간 제공한 후, 5단계 리커트 척도의 일치도를 선택하도록 한다. 이후 선풍기를 사용하여 잔향을 제거 후 6개의 이미지와 향기에 대해 동일한 실험과정을 반복한다.

그림11의 '제시된 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭 실험'에서는 그림7의 프로그램을 실행하여 참여자에게 다수의 향기객체 이미지와 향기를 동시에 4초간 제공한 후, 향기와 일치하다고 생각되는 이미지를 선택하도록 한다. 이후 선풍기를 사용하여 잔향을 제거 후 6개의 향기에 대해 같은 실험과정을 반복한다.

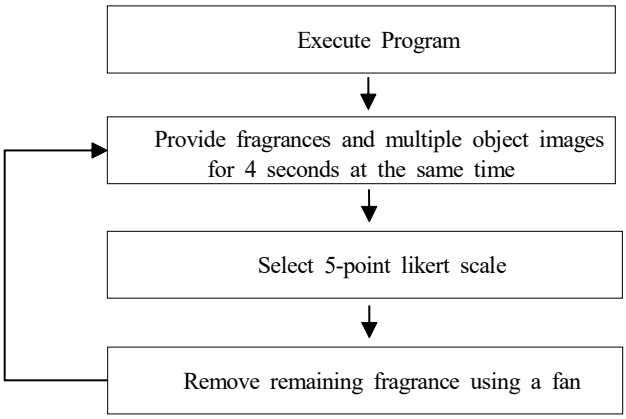

그림 11. 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭 실험 흐름도
Fig. 11. A diagram of the degree of matching between aroma images and aromas

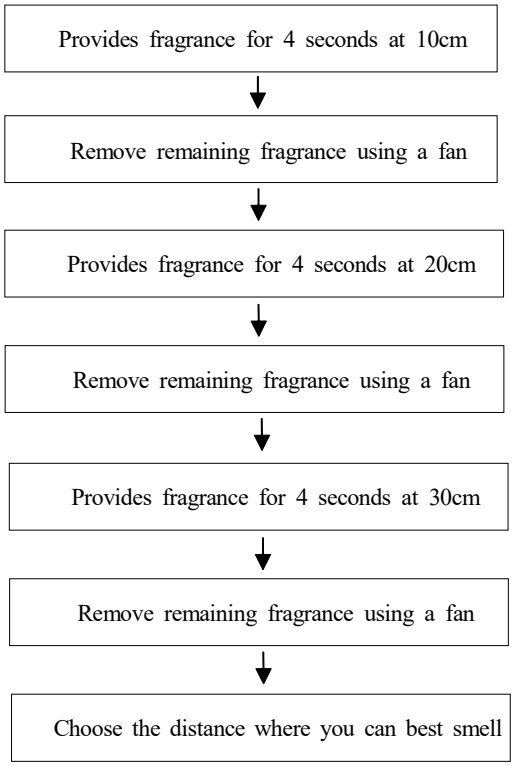

그림 12. 발향장치와 피험자와의 거리별 선호도 실험 흐름도
Fig. 12. A diagram of the degree of matching between aroma images and aromas

그림 11의 '발향장치와 피험자와의 거리별 선호도 실험'에서는 발향장치와 피험자 사이의 거리를 10cm로 두고 4

초간 향기를 제공한다. 이후 선풍기를 사용하여 잔향을 제거 하고, 발향장치와 피험자 사이의 거리를 20cm, 30cm로 각각 변경하여 동일한 향기를 제공한다. 마지막으로, 피험자가 향기를 가장 잘 느낄 수 있었던 거리를 선택하도록 한다.

V. 실험 결과 및 분석

1. 제시된 향기와 객체 이미지 일대일 매칭에 대한 분석

표 1은 제시된 객체 이미지와 향기의 매칭정도를 5단계

표 1. 이미지와 향기 일대일 매칭에 대한 분석표
Table 1. An analysis table of one-to-one matching of images and aromas

5-point Likert scale		1	2	3	4	5		
Strawberry	Frequency	4	22	16	29	9	Sum	80
	Percentage	5.0	27.5	20.0	36.3	11.3	Sum	100.0
	Cumulative percentage	5.0	32.5	52.5	88.8	100.0		
Cocoa	Frequency	2	4	5	28	41	Sum	80
	Percentage	2.5	5.0	6.3	35.0	51.3	Sum	100.0
	Cumulative percent	2.5	7.5	13.8	48.8	100.0		
Coffee	Frequency	1	4	5	22	48	Sum	80
	Percentage	1.3	5.0	6.3	27.5	60.0	Sum	100.0
	Cumulative percent	1.3	6.3	12.5	40.0	100.0		
Peach	Frequency	2	6	7	25	40	Sum	80
	Percentage	2.5	7.5	8.8	31.3	50.0	Sum	100.0
	Cumulative percent	2.5	10.0	18.8	50.0	100.0		
Tangerine	Frequency	3	6	26	28	17	Sum	80
	Percentage	3.8	7.5	32.5	35.0	21.3	Sum	100.0
	Cumulative percent	3.8	11.3	43.8	78.8	100.0		
Banana	Frequency	2	4	9	28	37	Sum	80
	Percentage	2.5	5.0	11.3	35.0	46.3	Sum	100.0
	Cumulative percent	2.5	7.5	18.8	53.8	100.0		

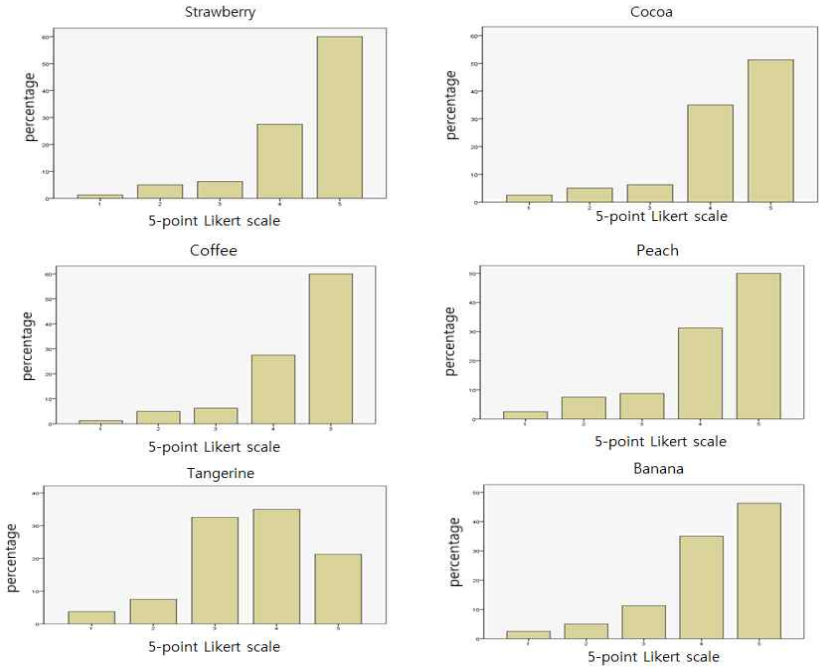

그림 13. 향기객체 이미지와 향기 매칭도
Fig. 13. A diagram of the degree of matching between aroma images and aromas

리커트 척도로 측정한 결과이다. N은 4점과 5점의 빈도수를 더한 값, 괄호 안의 값은 N을 백분율로 환산한 값이다. 실험 결과는 커피(N=70(87.5%)), 코코아(N=69(86.3%)), 복숭아(N=65(81.3%)), 바나나(N=65(81.3%)), 귤(N=45(56.3%)), 딸기(N=38(47.6%)) 향기 순으로 나타나 커피향기와 커피이미지와의 일치도가 가장 높은 것으로 나타났다. 객체 이미지와 향기의 매칭 정도를 도식으로 제시하면 그림 13과 같다.

2. 제시된 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭 분석 결과

딸기 향기를 제시한 경우, 실험 참여자들이 딸기 이미지 46.3%, 귤 이미지 33.8%, 코코아 이미지 7.5%, 복숭아 이미지 6.3%, 바나나 이미지 5%, 커피 이미지 1.3%를 선택하였다(표 2). 코코아 향기를 제시한 경우, 코코아 이미지 85.0%, 복숭아 이미지 7.5%, 귤 이미지 6.3%, 바나나 이미지 1.2%를 선택하였다(표 3). 커피 향기를 제시한 경우, 커피 이미지 93.8%, 코코아 이미지 5.0%, 바나나 이미지 1.2%를 선택하였다(표 4). 복숭아 향기를 제시한 경우, 복숭아 이미지 80.0%, 바나나 이미지 11.2%, 코코아 이미지 5.0%, 딸기 이미지 3.8%를 선택하였다(표 5). 귤 향기를 제시한 경우, 딸기 이미지 60.0%, 귤 이미지 36.2%, 코코아 이미지 3.8%를 선택하였다(표 6). 바나나 향기를 제시한 경우, 바나나 이미지 91.2%, 귤 이미지 8.8%, 딸기 이미지 2.5%, 커피 이미지 1.3%를 선택하였다(표 7).

분석 결과 커피 향기와 커피 이미지와의 일치도가 93.8%로 가장 높았다. 또한 코코아 향기와 코코아 이미지, 복숭아 향기와 복숭아 이미지, 바나나 향기와 바나나 이미지의 일치도가 80% 이상으로 나타났다. 하지만 딸기 향기를 제시한 경우 딸기 이미지를 선택한 참여자가 46.3%, 귤 이미지를 선택한 참여자는 33.8%로 나타났고, 귤 향기를 제시한 경우 딸기 이미지를 선택한 참여자가 60%, 귤 이미지를 선택한 참여자는 36.2%로 나타났다. 이는 실험 참여자들이 딸기 향기와 귤 향기를 명확히 구분하지 못함을 보여준다. 따라서 향후 실험에서 커피, 코코아, 복숭아, 바나나 향기를 사용하여 실험을 측정을 해야 할 것으로 보인다.

표 2. 딸기 향기에 대한 다수 이미지 매칭 분석표
Table 2. Multiple image matching analysis table for strawberry scent

Strawberry Aroma				
Division		Frequency	Percent	Cumulative percent
Image	Strawberry	37	46.2	46.2
	Cocoa	6	7.5	53.7
	Coffee	1	1.2	54.9
	Peach	5	6.3	61.2
	Tangerine	27	33.8	95.0
	Banana	4	5.0	100.0
	Sum	80	100.0	

표 3. 코코아 향기에 대한 다수 이미지 매칭 분석표
Table 3. Multiple image matching analysis table for cocoa scent

Cocoa Aroma				
Division		frequency	Percent	Cumulative percent
Image	Cocoa	68	85.0	85.0
	Peach	6	7.5	92.5
	Tangerine	5	6.3	98.8
	Banana	1	1.2	100.0
	Sum	80	100.0	

표 4. 커피 향기에 대한 다수 이미지 매칭 분석표
Table 4. Multiple image matching analysis table for coffee scent

Coffee Aroma				
Division		Frequency	Percent	Cumulative percent
Image	Cocoa	4	5.0	5.0
	Coffee	75	93.8	98.8
	Banana	1	1.2	100.0
	Sum	80	100.0	

표 5. 복숭아 향기에 대한 다수 이미지 매칭 분석표
Table 5. Multiple image matching analysis table for peach scent

Peach Aroma				
Division		Frequency	Percent	Cumulative percent
Image	Strawberry	3	3.8	3.8
	Cocoa	4	5.0	8.8
	Peach	64	80.0	88.8
	Banana	9	11.2	100.0
	Sum	80	100.0	

표 6. 귤 향기에 대한 다수 이미지 매칭 분석표
Table 6. Multiple image matching analysis table for tangerine scent

Tangerine Aroma				
Division		Frequency	Percent	Cumulative percent
Image	Strawberry	48	60.0	60.0
	Cocoa	3	3.8	63.8
	Tangerine	29	36.2	100.0
	Sum	80	100.0	

표 7. 바나나 향기에 대한 다수 이미지 매칭 분석표
Table 7. Multiple image matching analysis table for banana scent.

Banana Aroma				
Division		Frequency	Percent	Cumulative percent
Image	Strawberry	2	2.5	2.5
	Coffee	1	1.3	3.8
	Tangerine	4	5.0	8.8
	Banana	73	91.2	100.0
	Sum	80	100.0	

3. 커피 향기에 대한 발향장치와 피험자 사이의 거리별 분석

6개의 향기 중 일치도가 가장 높았던 커피 향기를 선정하여 거리별 향기 일치도에 대해 독립표본 T검정을 실시하였다. 이 결과, 커피 향기의 경우 거리가 변함에 따라 일치도 값의 차이는 유의미함을 확인 할 수 있었다($p\text{-value} < 0.05$). 또한, 발향장치와 피험자 사이의 거리별로 각 항목(선택한 피험자 수(N), 일치도 평균값, 표준편차, 평균 오차율)을 비교한 결과 발향장치와 피험자 사이의 거리가 30cm인 경우에 비해 10, 20cm인 경우가 커피 향기와 커피 이미지에 대한 일치도가 높았다. 따라서 향후 실험에서 피험자와 발향장치 사이의 거리를 10~20cm에 두고 측정을 해야 할 것으로 보인다.

Ⅵ. 결론 및 향후 연구방향

본 논문은 후각실험에 사용되는 향기의 신뢰성을 검증하기 위한 연구이다. MPEG-V(ISO/IEC 23005) 표준을 활용한 후각효과 재현 시스템을 구현하여 제시된 향기와 향기객체 이미지의 일대일 매칭, 제시된 향기와 다수의 향기객체 이미지 매칭, 그리고 발향장치와 피험자와의 거리별 선호도 분석을 실시하였다.

분석결과 제시된 향기와 이미지와의 일대일 매칭에서 커피 향기가 가장 높은 일치도 87.5%를 보였다. 또한 코코아, 복숭아, 바나나 향기 모두 80%가 넘는 일치도를 보였다. 제시된 향기에 대한 다수 이미지 매칭의 경우 커피 향기가 93.8%의 일치도를 보였고, 코코아, 복숭아, 바나나 향기도 80% 이상의 일치도가 보였다. 하지만 딸기 향기를 제시한 경우 딸기 이미지를 선택한 참여자가 46.3%, 귤 이미지를 선택한 참여자는 33.8%로 나타났고, 귤 향기를 제시한 경우 딸기 이미지를 선택한 참여자가 60%, 귤 이미지를 선택한 참여자는 36.2%로 나타났다. 이는 실험 참여자들이 딸기 향기와 귤 향기를 명확히 구분하지 못함을 보여준다. 6개의 향기 중 일치도가 가장 높았던 커피 향기를 선정하여 거리별 향기 일치도에 대해 독립표본 T검정을 실시한 결과는 거리가 변함에 따라 일치도 값의 차이가 유의미함을 확인 할 수 있었다. 또한 발향장치와 피험자 사이의 거리별로 각 항목(선택한 피험자 수(N), 일치도 평균값, 표준편차, 평균 오차율)을 비교한 결과는 발향장치와 피험자 사이의 거리가 30cm인 경우에 비해 10, 20cm인 경우가 커피 향기와 커피 이미지에 대한 일치도가 높았다.

이러한 실험 결과를 바탕으로, 향후 가상현실 콘텐츠에 후각효과의 몰입도를 측정하는 실험 시, HMD로부터 10~20cm의 거리에 발향장치를 설치하고 커피·코코아·복숭아·바나나 향기를 중심으로 활용할 계획이다.

표 8. 커피 향기와의 거리에 대한 독립표본 T검정 결과
Table 8. Independent sample T test results for distance from coffee aroma

Group Statistic							
Division	Distance	N	Average	Standard Deviation	Average Standard Error	t	p-value
Coffee	10cm	31	4.50	.756	.094	2.006	.048
	20cm	33	4.45	.782	.138	2.006	.048
	30cm	16	4.00	1.317	.329	2.006	.048

참 고 문 헌 (References)

[1] B. Jeong, “Actual Conditions and Suggestions of (VR) Ecosystem”, Korea Association for Tele- communications Policies, Vol.28, No.7, Serial No.621, pp.2, 2016.

[2] Software Policy & Research Institute, https://spri.kr/post/6053 (aceessed July. 1, 2017)

[3] C. Kang, “Flow of next generation broadcast video, Present and Future of VR contents,” The Journal of the Korea Contents Association, Vol.14, No.2, pp. 15, 2016.

[4] Y. Joo, S. Kim, “Sensory Effect Authoring Tool for Sensible Media,” Journal of Broadcast Engineering, Vol. 16, No. 5, pp.693-893, Sept. 2011.

[5] Santos DV, Reiter ER, DiNardo LJ, Costanzo RM, “Hazardous events associated with impaired olfactory function,” Arch Otolaryngol Head Neck Surg, pp.130:317–319, 2004

[6] Miwa T, Furukawa M, Tsukatani T, Constanzo RM, DiNardo LJ, Reiter ER “Impact of olfactory impairment on quality of life and disability,” Arch Otolaryngol Head Neck Surg, pp.127:497–503, 2001

[7] Gallace A, Ngo MK, Sulaitis J, Spence C, “Multisensory presence in virtual reality: possibilities & Limitations” In: Ghinea G, Oluwakemi A, “User Perception of Media Content Association in Olfaction-Enhanced Multimedia” Information Research Reference, Hershey, pp.204–216, 2012.

[8] S. Kim, Y. Joo, Young M. Lee, “Sensible Media Simulation in an Automobile Application and Human Responses to Sensory Effects,” ETRI Journal, Vol 35, pp.1001-1010, Dec. 2013. (SCI: IF=0.945)

[9] Y. Joo, Study on visual feature extraction and human responses on sensorial effects for multiple sensorial media authoring and presentation, Master’s Thesis of Myongji University of Computer Engineering, Yongin, Korea, 2015.

[10] K. Yoon, B. Choi, E. Lee, and T. Lim, “4-D broadcasting with MPEG-V,” in Proc. on MMSP 2010, International Workshop on Multimedia Signal Processing, pp.257-262, October 2010.

[11] Jean H.A. Gelissen (ed.), “Final Draft International Standard of 23005 Architecture,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11419, Geneva, Switzerland, July 2010.

[12] K. Yoon, S. Joo (eds.), “Final Draft International Standard of 23005 Control Information,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11422, Geneva, Switzerland, July 2010.

[13] C. Timmerer, S. Kim, J. Ryu and B. Choi (eds.), "Final Draft International Standard of 23005 Sensory Information," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11425, Geneva, Switzerland, July 2010.

[14] Marius Preda, J. Han (eds.), "Final Draft International Standard of 23005Virtual World Object Characteristics," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11427, Geneva, Switzerland, July 2010.

[15] K. Yoon, S. Joo, and J. Cha (eds.), "Final Draft International Standard of 23005 Data Format for Interaction Devices," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11429, Geneva, Switzerland, July 2010.

[16] K. Yoon, J. Han (eds.), "Final Draft International Standard of 23005 Common Types and Tools," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11432, Geneva, Switzerland, July 2010.

[17] M. Waltl, C. Timmerer, J. Ryu, and B. Choi (eds.), "Final Draft International Standard of 23005 Reference Software and Conformance," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N11952, Geneva, Switzerland, March 2011.

[18] MPEG-V, http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-v/architecture (accessed July. 1, 2017).

[19] aromajoin, https://aromajoin.com (accessed July. 1, 2017).

[20] Vive Support https://www.vive.com/us/ (accessed July. 1, 2017).

저 자 소 개

임 용 철

- 2008년 ~ 2016년 : 명지대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2016년 ~ 현재 : 명지대학교 일반대학원 컴퓨터공학과 석사과정
- ORCID : http://orcid.org/0000-0003-2789-6401
- 주관심분야 : 4D media, sensors and actuators, VR and Internet of Things

김 상 균

- 1997년 : 아이오와 대학 (U of Iowa) 전산과학 BS(1991), MS((1995), PhD
- 1997년 3월 ~ 2007년 2월 : 삼성종합기술원 멀티미디어랩
- 2007년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
- 2016년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 IT융합대학 융합소프트웨어학부 교수
- MPEG 국제표준화 (MPEG-7, MPEG-A, MPEG-V, IoMT & W) 내 다수의 의장/에디터 수임
- ORCID : http://orcid.org/0000-0002-2359-8709
- 주관심분야 : digital content (image, video, and music) analysis and management, fast image search and indexing, color adaptation, 4D media, sensors and actuators, VR, Internet of Things, and multimedia standardization

저 자 소 개

이 영 미

- 2006년 : 고려대학교 대학원 교육학 박사(교육방법 및 교육공학 전공)
- 2006년 ~ 현재: 숭의여자대학교 유아교육과 조교수
- ORCID : http://orcid.org/0000-0003-1612-4801
- 주관심분야 : Online team-based learning, Adaptive e-learning system, Flipped learning