

후각 바이오 정보 기반 치매 가상증강콘텐츠 기술 동향

Digital Olfactory Based Dementia Screening and Cognitive Enhancer Content

최종우 (J.W. Choi, jwchoi@etri.re.kr)

장성준 (S.J. Chang, dyad@etri.re.kr)

방준학 (J.H. Bang, jhbang@etri.re.kr)

이해룡 (H.R. Lee, hrlee@etri.re.kr)

김진서 (J.S. Kim, kjseo@etri.re.kr)

감성상호작용연구실 선임연구원

감성상호작용연구실 책임연구원

감성상호작용연구실 책임연구원

감성상호작용연구실 책임연구원

감성상호작용연구실 책임연구원/실장

ABSTRACT

The olfactory bio technology is largely based on its corresponding recognition technology and smell stimulus that acquires, analyzes, and processes volatile organic compounds present in chemical molecules, which are present in the breath or air evoked by an electronic nose artificially imitating the human biological nose. The olfactory bio technology is also based on a scent display technology that automatically diverges various digital flavors based on aesthetics, concentration, duration, and intensity information required to enhance the sensibility using a computer. Recently, attempts have been made to apply non-invasive screening of dementia by sensing, analyzing, encoding, and transmitting bio information obtained through an olfactory interface, both domestically and externally; further, the olfactory medical content technology has been applied to delay or reduce the onset of dementia. In this study, we will focus on early screening of dementia using olfactory biology information and dementia cognitive enhancer content that delays or reduces the onset of dementia.

KEYWORDS 후각, 가상현실, 증강현실, 치매, 선별, 인지증강, 발향장치, 전자코

1. 서론

후각 바이오 정보 기술은 크게 인간의 생물학적 코의 개념을 인공적으로 모방한 전자코(Electronic Nose)가 내뿜는 숨 또는 공기 중 화학분자에 포함

된 휘발성 유기화합물을 획득, 분석, 처리하는 후각 인식기술과 향기 자극을 통한 감성 증강을 위해 심미도, 농도, 지속시간, 강도 정보 기반으로 다양한 디지털 향을 자동 발산하는 후각 발향장치 (Scent Display) 기술로 구분된다.

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2019.J.340409>

* 본 연구는 2019년도 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행되었음(No.2019-0-00725, 비접촉식 치매 선별 시스템 및 인지 재활 증강 콘텐츠 기술개발).



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2019 한국전자통신연구원

최근 국내외적으로 후각 인터페이스를 통하여 얻어진 바이오 정보의 센싱, 분석, 부호화, 전송을 통해 비침습적으로 치매를 스크리닝하고, 치매 발병을 지연/경감시키는 후각 의료 콘텐츠 기술 적용이 시도되고 있다.

특히, 냄새를 구별하지 못하거나 인지하지 못하는 후각 기능 상실이 치매의 전조증상으로 밝혀짐에 따라, 후각 조기 선별검사를 이용하여 검사자에게 비침습적으로 간단하고 빠르게 치매 증상을 선별하는 기술에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 미국 시카고대학병원은 오렌지, 박하, 생선, 장미, 가죽 등 일상생활에서 흔히 접하는 다섯 가지 냄새 중에 하나도 구별하지 못하는 사람은 5년 뒤 거의 모두 치매가 발병하였으며, 후각 상실 정도에 비례하여 치매 발생 위험이 커지는 상관관계를 증명하였다.

이와 같은 향기 인식 기반의 조기 선별검사와 더불어 인간의 감정을 만들어 내는 뇌의 편도체와 연합학습을 담당하는 해마를 자극하여 기억과 추억을 소환하는 향기 자극 기반의 재활 콘텐츠에 대한 관심도 증가하고 있다. 기존의 시각과 청각 중심의 가상증강콘텐츠(Virtual Reality and Augmented Reality Content)에서 진보한 기억소환의 획기적 효과성을 제공하는 후각 인터페이스를 추가한 다중 감각 뇌 자극 기반의 치매 재활 훈련 콘텐츠를 통해 중증 치매 단계로의 진행을 늦추는 노력도 진행 중이다. 최근 영국, 호주, 미국을 중심으로 치매 노인 환자들을 대상으로 서비스를 제공 중인 VR(Virtual Reality) 치매 콘텐츠의 경우, 소외된 치매 환자들에게 외부 현실 체험, 과거의 좋았던 기억들을 소환하는 회상 체험 등을 제공하고 있다.

이와 함께, 호흡에서 나오는 질병 바이오마커를 측정하여 치매를 조기에 선별하는 고감도 전자코 기술도 진행되고 있다. 아직 전 세계적으로 치매

에 대한 호흡 바이오마커가 의학적으로 증명되지 않은 상태이나 당뇨, 고혈압, 비만 등이 치매 발병 위험을 증가시키는 원인으로 밝혀져, 이들 대사질환을 손쉽게 상시 스크리닝하여 정상치 범위에서 유지하는 것이 필요하다. 특히, 호기 바이오마커가 알려진 당뇨병에 대해 전자코를 이용한 조기 스크리닝 연구가 활발히 진행 중이다. 당뇨병은 인지 기능의 변화와 관련이 깊고, 신경세포의 혈관 치매와 알츠하이머병의 주된 위험인자이며, 당뇨병을 갖고 있는 환자의 혈관 치매 발병 위험도는 각각 2~3배 높고, 알츠하이머병은 1.5~2배 정도 높다 [1,2].

본 고에서는 인간의 감각 중의 하나인 후각 바이오 정보를 이용하여 치매를 조기에 선별하는 기술과 치매의 발병을 지연/경감시키는 치매 가상증강 콘텐츠 기술동향에 대해 살펴본다.

II. 치매 선별 및 가상증강콘텐츠 기술동향

1. 치매 선별(조기 스크리닝) 기술

가. 기술 현안

치매 환자는 공통적으로 인지기능이 저하되기 때문에 인지기능검사는 치매환자를 선별하는 데 필수적이다. 현재, 이를 위한 선별도구로 문진방식의 간이정신상태검사(MMSE: Mini Mental State Examination)가 보편적으로 사용되고 있다. 그러나 이러한 선별도구는 치매 위험군인 중장년 및 노인층의 활동제약성에 따른 응답 오류, 한국인의 사회문화적 특성, 나이, 학력 등에 기인한 선별검사의 문제점이 존재하고 있다. 또한 청각, 시각이 퇴화된 노인층에 대한 선별검사의 어려움도 있어 이러한 문제를 해결할 수 있는 생리 정보 측정 기반의 선별검사가 필요하다.

특정 냄새를 인지하지 못하거나 구분하지 못하

는 후각 장애가 치매의 전조 증상임이 규명되면서 [3], 인지기능검사와 더불어 후각장애검사의 병행이 시도되고 있다. 대부분의 사람들은 나이가 증가함에 따라서 인지기능 및 후각능력도 함께 저하되지만, 치매의 일종인 알츠하이머병을 지닌 환자의 경우 훨씬 낮은 인지 및 후각능력을 보여주고 있다[3]. 따라서 보다 정확하고 신뢰성 있는 치매 선별을 위해서 후각장애검사의 필요성이 대두되고 있다.

나. 기술개발 동향

현재 후각장애검사로 가장 많이 사용되고 있는 UPSIT(University Of Pennsylvania Smell Identification Test)는 1984년 3M에서 Micro-encapsulated Odorants를 사용하여 만들어졌으며, 40종류의 냄새가 미세 캡슐에 담겨 있다. 4개의 항목 중 하나의 냄새를 선택하는 방법으로, 인공 향을 사용하기 때문에 검사가 편리하며, 짧은 시간 안에 임상 테스트를 할 수 있는 장점이 있다. 다만 일회용이므로 비용이 많이 들며, 미국인을 기준으로 만들어졌기 때문에 다른 문화권의 사람들에게 바로 적용하기에 무리가 있는 단점이 있다[4].

CC-SIT(Cross-Culture Smell Identification Test)는 UPSIT의 항목 중 다른 문화권에서도 높은 탐지율을 보이는 12가지 항목을 선택하여 만든 후각장애검사이다. UPSIT과 같은 방법으로 냄새나는 부분을 긁어서 냄새가 나도록 한 다음 4가지 항목 중 한 가지를 고르는 방법이다[5]. KVSS(Korea Version of Sniffin' Sticks) Test는 1996년 독일에서 개발한 Sniffin' Stick을 변형한 방법이다[6]. 한국인에게 익숙한 냄새만을 선별하여 검사를 보다 정확하게 할 수 있도록 제작되었다. KVSS Test는 후각역치검사(Olfactory Threshold Test), 후각식별검사(Odor Discrimination Test), 후각인지검사(Odor Identification

Test)로 구성되어 있다. 후각역치검사는 가장 고농도인 1번 냄새를 맡게 하여 적응시킨 후 가장 저농도인 16번 냄새부터 검사한다. 3개의 펜을 무작위로 맡게 한 후 부탄올이 함유되어 있는 펜을 맞히는 검사로, 부탄올이 포함된 펜을 연속으로 2번 맞힐 때를 후각의 역치로 정의한다. 후각식별검사는 3쌍으로 이루어진 냄새를 차례로 맡고, 이 중 2개는 같은 냄새, 1개는 다른 냄새가 나는데, 피검자는 1번부터 16번까지의 냄새에 대해 다른 냄새가 나는 것을 선택하여 맞추는 검사이다. 후각인지검사는 총 16문항으로 되어 있으며, 4개의 보기 중 하나를 선택하여 맞추는 검사이다.

그 외에도, UPSIT의 비용과 시간을 절감하기 위해 12종류의 냄새로 간략화시킨 B-SIT(Brief Smell Identification Test) 및 KVSS와 유사한 펜 타입의 SS-OIT(Sniffin' Sticks Odor Identification Test) 등이 있다.

표 1 후각장애검사 종류

후각장애검사	설명
UPSIT(University Of Pennsylvania Smell Identification Test)	-세계적으로 가장 많이 사용되는 냄새 검사 -대표적인 scratch-and sniff 방식의 검사 -40가지 냄새 물질로 구성
CC-SIT(Cross-Culture Smell Identification Test)	-다른 문화권에서도 높은 인식률을 보이는 냄새 항목을 선택하여 만든 검사 -UPSIT과 같은 소책자 형태 -12가지 냄새 물질로 구성
KVSS(Korea Version of Sniffin' Sticks)	-한국인에게 익숙한 냄새를 사용한 국형 후각검사 -16가지 냄새 물질로 구성 -후각 역치 검사 냄새 식별검사 냄새 인지 검사 순으로 진행
B-SIT(Brief Smell Identification Test)	-UPSIT의 비용과 시간을 절감하기 위해 간략화 시킨 검사 -12가지 냄새 물질로 구성
SS-OIT(Sniffin' Sticks Odor Identification Test)	-16가지 냄새 물질로 구성 -펜 형태로 뚜껑을 열면 냄새 방출 -역치 검사 식별 검사 인지 검사로 구성

그러나 이와 같은 후각장애검사들은 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 페이퍼 타입의 UPSIT, CC-SIT, B-SIT는 농도 조절이 안 되고, 역치/식별 검사가 불가하며, 수동식 문진형 검사의 불편함이 있다. 펜 타입의 KVSS Test, SS-OIT는 향의 외부 leaking, 역치 검사를 제외한 농도 조절 불가 및 수동식 문진형 검사의 불편함이 존재한다.

다. 시사점 및 전망

앞 절에서 살펴본 기존 후각장애검사들의 문제점을 해결하기 위하여 후각 발향 제품화 연구를 먼저 시작한 우리나라에서 발향 농도제어 기술, 소형 발향장치 HW 기술 등의 축적기술을 기반으로 고정밀 발향 농도제어 및 후각 생리정보 기반 발향, 사용자 입력, 점수 산출, 치매 선별까지의 전 과정을 자동화하여 운용되는 후각 장애인식 장치 개발이 필요하다. 또한, 이러한 장치를 실제 치매안심센터 등의 인프라를 활용하여 임상검증 및 제품화하기 위한 노력이 필요하다.

2. 치매 케어 가상/증강콘텐츠 기술

가. 기술 현안

치매환자의 정신사회적 치료는 크게 ① 인지행동치료(Cognitive Behavioral Therapy), ② 대인관계 치료(Interpersonal Psychotherapy), ③ 개인정신치료(Individual Psychotherapy), ④ 인지 기반 치료 및 기타(Cognition based Treatments and Others)로 구분된다. 이중 치매 훈련 콘텐츠는 ④ 인지 기반 치료의 범주에 포함되며, 인지자극, 인지훈련, 인지재활 등 다양한 방법이 개념상 특별하게 구분되지 않고, 서로 혼용되어 기술된다. 국내에서는 2017년 인지중재치료학회가 출범하여 경도인지장애 환자, 경도 치매 환자, 중등도 치매 환자의 인지기능 개선

을 목적으로 인지기능 저하 영역과 저하 정도에 맞춰 인지중재 프로그램을 적용하여 인지치료를 수행하는 연구를 보건복지부 신의료기술로 등재하여 추진 중이다[7].

국외에서는 단기적인 치매 재활 훈련보다는 치매 발병을 획기적으로 지연시키는 기술에 중점을 두고, 시각과 청각 위주의 콘텐츠가 아닌 타 감각(후각, 미각, 촉각 등)을 자극하고, 치료하는 오감 기반 치매 콘텐츠 연구가 진행 중이다. 최근에는 가상현실 기술을 치매환자에게 적용하여 다양한 상호작용과 고통 감소 요소를 발굴하는 기술이 등장하고 있다. 치매환자의 주변 환경을 다양하게 구성하여 반응을 관찰하고 환경 변화가 주는 영향을 연구하는 데 가상현실 기술은 새로운 기회를 제공한다. 특히 환경을 통제하고 수정하는 것이 용이하다는 장점으로 다양한 자극을 제공하여 치매 케어에 적용하기에 적합한 새로운 치료 방법으로 제시되고 있다[8].

나. 기술개발 동향

치매 환자를 위한 기존 인지훈련 콘텐츠는 주로 PC(Personal Computer)나 스마트기기 기반의 시청각 훈련 콘텐츠이다. 재미를 자극해 지속적으로 콘텐츠를 사용하도록 유도하지만 인지장애 개선 효과를 검증하는 것에 어려움이 있다. HASOMED사의 Rehacom은 인지치료 콘텐츠로 환자의 인지장애 정도에 따라 다양한 인지영역을 선택적으로 훈련한다. 엠쓰리솔루션사의 베러코그는 치매 및 인지장애 예방 학습 콘텐츠이며, 경도인지장애환자 재활서비스, 치매진단서비스 및 학습효과 분석 모니터링 기능을 제공한다. 넷블루사의 CoTras는 게임형식의 인지재활 훈련도구로서 모바일 및 IPTV 연동을 통해 5, 6명 그룹 단위 인지재활 치료 기능을 제공한다. 가바플러스사의 브레인닥터는 게임 기

반의 치매예방 학습도구이며, 손가락 운동, 안구 운동, 어지럼 예방 운동 등 두뇌를 발달시키는 건강 체조 프로그램이 포함되어 있다.

최근 국내외에서는 가상현실 기반의 치매 케어 콘텐츠가 개발되어 기억회상, 인지훈련에 활용되고 있다. 과거의 긍정적인 순간을 가상현실 콘텐츠로 재창조하여 기억을 자극하고 환자, 가족, 간병인들의 대화를 유발하고 즐거움을 공유하게 함으로써 뇌를 훈련시키고 신체적인 제약을 극복하고 다양한 외부 세계 경험을 제공하여 스트레스를 완화시키는 데 가상현실 기술이 적용되고 있다. 2017년 영국에서 개발된 가상현실 기억회상 제품 The WayBack VR은 실제로 환자에게 적용하여 즐거움과 웃음을 유발하는 긍정적 효과가 있었고, MIT의 Rendeвер는 Maplewood에서 그룹시험을 한 결과, 시험 참가자들의 건강상태가 개선된 것과 실어증환자가 말을 시작하는 사례도 기사화되었다 [9]. 이러한 가상현실 기반 치매 케어 콘텐츠는 기억회복과 인지증강이 목표로 연구개발이 진행 중이고, 단기적인 효과로 기쁨, 동기유발 등의 긍정적인 요소가 나타나는 것이 분명히 확인되고 있다. 그러나 치매는 장기적인 추적조사가 필요한 질병이므로 장기간 임상시험을 통해 다양한 치매환자들을 대상으로 효과성을 검증해야 한다. 이러한 제

품들은 현재는 시청각 중심의 가상현실 콘텐츠이며, 향후 다양한 다중 감각과 접목된 치매 케어 콘텐츠 개발을 통해 감성 및 인지 증강 효과를 극대화하는 노력이 필요하다.

다중 감각 자극 기술이 치매 케어 콘텐츠의 중요한 이슈가 된 것은 여러 개의 감각이 합치된 다중감각 자극들이 단일감각 자극에 대비하여 감성, 인지, 행동 측면에서 효과가 큰 것으로 보고되었기 때문이다. 네덜란드 TNO 연구소의 Literature Review에 따르면 정신질환 치료, 마케팅, 영상 콘텐츠 등 다양한 분야에서 보고되는 합치된 다중감각 자극에 따른 효과는 단일감각 효과들의 단순 총합보다 감성, 인지, 행동 측면에서 더 큰 효과를 나타내는 것으로 조사되었다. 스페인은 2016년 중증 치매 진단을 받은 22명의 환자를 대상으로 다중감각 자극 환경과 개인화된 단일 음악 자극에 대한 효과 비교 평가 실험을 8주간 진행하여, 치매의 우울증, 불안, 인지기능, 치매의 심각성 등을 평가하여 다중 감각 자극 환경이 개인화된 음악 자극과 비교하여 불안 증상, 치매의 심각성에 좋은 영향을 제공한다는 사실을 확인하였다[10]. 영국의 보건기술평가기관인 NICE(National Institute for Health and Care Excellence)는 2011년 치매 치료를 위한 가이드라인[11]을 정의하여 치매 자체의 복잡성과 다양한 변이로 인해 각 환자에게 개별적인 유연한 치료 환경을 구축하는 것에 대한 필요성을 강조하고 치매의 경우 가능한 한 많은 감각을 결합하는 것을 가장 권장하였다. 캐나다 오타와대학은 다중감각 자극은 단순 감각 자극이 아닌 치매환자 '개인의 과거 활동, 경험 등'이 충분히 반영되어 실제로 연계된 치료로 발전되어야 하는 것을 제시하였다 [12].

다중 감각 중에 후각 감각은 오래된 기억을 회복하거나 되살리는 데 중요한 요소이다. 코의 냄새

표 2 국외 가상현실 기반 치매케어 콘텐츠 사례

치매케어 콘텐츠	설명
The WayBack VR	과거의 긍정적인 순간을 VR 콘텐츠로 재창조하는 VR 기억회상 필름
Rendeвер	인지력 신체 장애가 있는 노인에게 자신을 표현하는 경험 제공
Tribemix	다양한 외부 세계 경험을 통한 스트레스 완화
BuildVR	어린 시절 좋아했던 장소로 돌아갈 수 있게 도와주는 기억 회복, 과거 회상 유도 콘텐츠

새 관련 신경세포는 뇌의 편도체와 해마에 연결되어 있고, 편도체는 인간의 감정을 만들어 내며 해마는 연상학습을 담당, 냄새를 맡게 되면 이 냄새는 뇌의 편도체와 해마를 자극하여 기억, 특히 감상적인 기억과 추억을 떠올리게 한다. 미국 모넬화학각센터는 사람들에게 사진과 특정 냄새를 함께 제시한 뒤, 나중에 사진을 없애고 냄새만 맡게 하였을 때, 냄새를 맡게 했을 때가 사진을 보았을 때보다 과거의 느낌을 훨씬 더 잘 기억해낸다는 사실을 증명함으로써, 어떤 사건과 관련된 기억들이 뇌의 지각중추에 흠어져 있고, 서로 긴밀하게 연결되어 있다는 결론을 도출하였다. 이스라엘 와이즈만연구소는 특정 사물, 상황, 대상에 대하여 가장 첫 번째로 느낀 냄새가 뇌에 각인되며, 나중에 그 냄새를 맡으면 그 대상에 대한 느낌이나 그 상황에서 느낀 감정 등을 선명하게 기억해낼 수 있어, 냄새를 통해서 기억나지 않았던 추억을 되찾을 수 있다는 연구결과를 도출하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 국외에서는 치매환자를 위한 향수 키트가 출시되었다. 오스트리아 슈퍼센스랩의 'Smell Memory Kit'은 기억해 두고 싶은 어떤 상황(결혼식, 여행 등)에서 한 앰플을 열어 냄새를 맡는 것으로 그 기억과 냄새를 같이 연결시켜 머릿속에 저장하고 시간이 흐른 후 그 추억의 기억과 감정을 다시 떠올리고 싶다면 그 앰플과 동일한 냄새를 다시 맡는 향수 키트이다. 싱가포르의 Givaudan의 'Smell a Memory'는 치매 환자들의 개인의 기억, 가정사, 나이 등에 기초하여 맞춤 제작한 향수로 냄새를 맡은 환자들은 기억들을 순간적으로 떠올렸으며, 강한 감정과 반응 표출하였다. 영국의 'Scentscapes'와 미국의 'Essential Awakenings' 향수도 후각이 기억을 자극하는 것을 활용하여 출시된 제품들이다.

다. 시사점 및 전망

치매 환자에게 비약물치료가 새로운 치료방법으로 대두되면서 다중감각 자극과 가상증강현실기술의 접목이 새로운 기회가 되고 있다. 합치된 다중감각 자극에 따른 효과는 단일감각의 효과들의 단순 총합보다 감성, 인지, 행동 측면에서 더 큰 효과를 나타내며, 특히 후각 감성은 기억을 회상하여 정신사회적인 치료에 중요한 감각이다. 치매 훈련 효과성을 위해서는 다중감각 자극이 개인의 과거 활동과 경험이 충분히 반영되어 실제로 연계된 치료로 발전되어야 한다. 국외에서는 가상현실 치매훈련 콘텐츠가 등장하고 기억회상용 향수키트가 등장하고 있으나 이들 기술의 융합이 필요한 상황이다. 향기를 통해 기억과 추억을 떠올리게 하는 후각 기술과 다중감각 훈련 콘텐츠, 가상현실/증강현실 기술의 융합으로 효과적인 치매 케어 콘텐츠에 대한 연구개발과 장기간의 임상검증으로 치매 질환을 극복하는 데 기여해야 한다.

3. 치매 진단 기술

가. 기술개발 동향

생체 신호를 통해 치매를 진단하는 기술은 혈액, 타액 등에 포함된 치매 유발 물질인 베타아밀로이드 단백질 검출하여 치매를 조기에 진단하고자 하는 연구 개발이 진행되고 있다. 2014년 영국 리즈 대학은 치매의 원인으로 알려진 독성 단백질 아밀로이드 베타 플라크가 혈액 속에 얼마나 섞여 있는지를 알아낼 수 있는 바이오센서(생체감응장치)를 개발 발표하였다. 2015년 일본 도요하시기술과학대는 반도체 센서를 장치한 검사키트에 혈액을 떨어뜨려 알츠하이머병을 진단 측정하는 기술을 일부 상용화 발표하였다. 국내에서도 외국의 경우와 같이 바이오 전처리가 필요한 비침습성 혈액,

타액 정보 기반 다양한 치매 조기 진단 기술을 개발 중이다. 한국과학기술연구원(KIST), 뇌과학연구소는 혈중 베타아밀로이드 검출을 통한 치매 진단기술을 2019년을 목표로 상용화를 추진 중이다. 대구경북과학기술원(DGIST)은 치매 증상이 나타나기 전부터 후각 상피에서 치매 특이 바이오마커가 증가한다는 사실에 기반하여 침이나 콧물 등을 분석해 치매를 자가진단하는 시스템을 개발 중이다. 서울대병원 신경과는 신경전달물질인 ‘마이크로 RNA 206’의 양이 치매 환자에서 높아진다는 사실에 착안하여 뇌와 직접 연결되어 있는 콧속 신경상피조직에서 이 물질을 검사 연구 중이다.

후각 데이터를 기반으로 호흡에서 나오는 VOC(Volatile Organic Compounds) Level 변화를 통한 치매 진단의 가능성이 의학계 논문으로 증명된 상태이나 전 세계적으로 아직 제품화되지 않았다. 이스라엘 대학에서는 후각 데이터 GC-MS(Gas Chromatography-Mass Spectrometry) 분석을 통해 치매환자로부터 Butylated Hydroxytolune가 다량 검출되는 것을 확인하였다[13]. 호흡 바이오마커가 확실히 증명된 천식(Asthma), 당뇨(Diabetes) 등의 호흡 진단기기는 일부 제품화되어 FDA 인증 개수는 점차 증가하는 추세이다.

나. 시사점 및 전망

전 세계적으로 치매에 대한 호흡 바이오마커에 대한 의학적 규명이 이루어지지 않았다. 치매환자와 일반인의 호흡 성분의 차이가 있음을 GC-MS로 측정한 연구는 있지만 의학적 검증이 필요하다[14]. 그러나 치매가 발병하기 이전에 치매의 발생을 가속화하는 당뇨, 비만, 고지혈증 등 치매 연관질병에 대해서는 호흡 바이오마커들이 규명되었다. 특히 치매는 당뇨와 연관성이 높은 것으로 나타나고 있다 [15-17]. 이러한 바이오마커를 호흡 정보를 통해 진

표 3 TTA TC4/PG415 치매 후각 콘텐츠 표준

표준내용	연도
감성 인터페이스 표준 및 기술 현황	2015
전자코를 위한 호흡 가스 샘플링 가이드라인	2016
발향장치와 콘텐츠 상호 연동 참조모델	2017
향 디스플레이 기술의 현황과 미래 응용기술	2018
가상현실에서의 향 미디어 서비스를 위한 가이드라인	2018
콘텐츠와 후각 인식 장치 간 상호작용 참조 모델	2018
호기 데이터 분석을 위한 전자코 시험 및 데이터 처리 방법	2018

단하는 고감도 전자코 기술 연구개발이 진행 중이다.

치매 연관질병에 따른 호흡 속의 특이 VOC 변화 데이터를 통해 치매를 인식할 수 있는 인자의 조합 발굴 및 후각 장애 정보와 융합하여 치매 분류 모델링을 수행하는 전자코 기술과 치매 예측 인식 콘텐츠 기술 개발이 필요하다.

4. 표준화 기술

가. 치매 후각 콘텐츠 국내 표준 동향

국내 치매 후각 콘텐츠 관련 표준화는 2012년부터 2019년 현재까지 한국전자통신연구원, 강원대학교, 호서대학교 등이 주도하여 국내 표준화를 추진 중이며, 후각 콘텐츠 분야는 후각 인식 부분과 후각 표현 부분으로 분류가 가능하여 사용자 인터페이스 표준화 포럼 및 TTA TC4/PG415를 통해 정보통신단체 표준으로 제정되었다.

나. 치매 후각 콘텐츠 국제 표준 동향

치매 후각 콘텐츠에서 후각 인식과 관련된 국제 표준화는 2016년에 멀티미디어 콘텐츠 분야의 대표적인 국제 표준화 전문 기구인 MPEG(Moving Picture Experts Group)에서 가상세계 간 또는 가상세계와 현실세계 간 연결 위한 인터페이스를 규



그림 1 치매 후각 콘텐츠 분야 국제 표준 시작

정하는 국제 표준인 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG-V(Control Information, Sensory Information, Data Formats for Interaction Devices)에 후각 인식의 제형 및 메타데이터에 대한 기술 표준을 기고하여 표준화가 시작되었다. 후각 인식 분야의 국제 표준화는 2016년 개최된 MPEG Plenary Meeting에서 한국전자통신연구원에서 제안한 후각 표준이 Action Item으로 발의된 후 MPEG에서 후각 표준화 추진을 시작하여 이후 총 13건의 국제 표준 기고서를 MPEG-V에 제안/발표하였고, 2018년 9월 한국전자통신연구원이 제안/기고한 ‘MPEG-V 4th Edition part2 Enhancement of Enose Capability Type’ 표준이 ISO/IEC 23005 MPEG-V 4th edition 국제 표준(International Standard)으로 최종 제정되었다.

치매 후각 콘텐츠에서 후각 발향 콘텐츠 분야의 국제 표준화는 2018년에 미디어 사물(Media Thing) 중심의 사물 인터넷의 거래 관련 API 및 데이터 포맷 표준화를 위한 국제 표준인 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG-IoMT 표준(MSensor, MActor, MAnalyzer, MStorage, MAggregator, MManager)에 시각 정보 변환을 통한 후각 표현 콘텐츠 관련 기술을 기고하며 표준화가 시작되었다. 현재 총 9건의 관련 국제 표준문서를 기고하였으며, 내부적으로 DIS(Draft International Standard) 단계가 진행 중이고 2020년 초에 국제 표준(International Standard)으로 최종 제정될 예정이다.

III. 결론

치매로 인한 간병살인·자살, 학대·방임, 실종, 교통사고 등 다양한 사회적 문제와 치매 환자를 돌보는 가족들의 높은 간병 부담 등을 해결하기 위해 전 세계적으로 치매를 조기에 선별하고 치매의 발병을 지연시키는 연구개발 및 제품화가 활발히 진행 중이다.

기억력·인지 기능이 뚜렷이 저하되고, 일상생활이 힘들어지는 치매 단계에 이르기 전에 단순 생체 정보 및 쉬운 기기 인터페이스를 이용하여 치매를 조기에 발견할 수 있는 획기적 ICT 신기술의 출현이 시급한 상태이다. 특히, 치매의 조기 진단 및 예방을 통하여 발병연령을 5년 늦출 시, 20년 경과 후 예상 유병률은 57.6% 감소한다[18]. OECD는 ‘저비용, 비침습 치매 조기진단기술 개발 및 보급을 통한 치매환자 진단 장벽 해소’를 10대 치매관리 핵심전략으로 선정하여 추진 중이다.

아직 전 세계적으로 글로벌 선도가 없는 후각 기반의 치매관리기술에 대해 우리나라가 선점적인 핵심 연구 개발과 조기 상품화를 추진 시, 세계 치매 시장에서 글로벌 경쟁력을 충분히 갖출 수 있을 것으로 전망한다.

용어해설

후각 발향 기술(Scent Display) 심미도, 농도, 지속시간, 강도 정보 기반으로 다양한 디지털 향발산 제어 기술

후각 인식 기술(Scent Display) 인간의 생물학적 코의 개념을 인공적으로 모방한 가스센서 기반 전자코가 내뿜는 숨 또는 공기 중의 화학분자에 포함된 휘발성 유기화합물을 획득, 분석, 처리 기술

간이정신상태검사(MMSE) 치매를 선별하는 가장 널리 공인된 검사법으로 지남력, 즉각 기억 및 지연 회상, 계산, 집중력, 언어기능, 숙련동작기능 및 시공간 구성능력 등 평가

바이오마커(Biomarker) 몸속 세포나 혈관, 단백질, DNA 등을 이용해 몸 안의 변화를 알아낼 수 있는 지표로 질병 진단에 활용되는 정보

약어 정리

AD	Alzheimer's Disease
E-Nose	Electronic Nose
GC-MS	Gas Chromatography-Mass Spectrometry
VOC	Volatile Organic Compounds

참고문헌

- [1] G. J. Biessels et al., "Risk of dementia in diabetes mellitus: asystematic review," *Lancet Neurol*, vol. 5, no. 1, 2006, pp. 64-74.
- [2] T. Cukierman, H. C. Gerstein, J. D. Williamson, "Cognitive decline and dementia in diabetes-systematic overview of prospective observational studies," *Diabetologia*, vol. 48, no. 12, 2005, pp. 2460-2469.
- [3] 이지은, "후각과 알츠하이머병," *Journal of Rhinology*, 제24권 제2호, 2017, pp. 1-7.
- [4] 동현종 외, "한국인의 후각기능평가에 있어서 CC-SIT의 유용성," *대한이비인후과학회지*, 제43권 제7호, 2000, pp. 737-740.
- [5] R. L. Doty, A. Marcus, W. W. Lee, "Development of the 12-item Cross-Cultural Smell Identification Test (CC-SIT)," *Laryngoscope*, vol. 106, no. 3, 1996, pp. 353-356.
- [6] 홍석찬, 유영석, "한국형 후각검사 KVSS Test의 개발," *Korean J. Otolaryngol*, vol. 42, no. 7, 1999, pp. 855-860.
- [7] 인지중재치료학회 <http://cogvention.org/>
- [8] L. Garcia, A. Kartolo, E. Methot-Curtis, "A Discussion on the Use of Virtual Reality in Dementia," INTECH, 2012, <http://dx.doi.org/10.5772/46412>
- [9] Voice of America, <https://blogs.voanews.com/>
- [10] A. Sanchez et al., "Comparing the effects of multisensory stimulation and individualized music sessions on elderly people with severe dementia: a randomized controlled trial," *J. Alzheimers Dis.*, vol. 52, no. 1, 2016, pp. 303-315.
- [11] National Institute for Health and Care Excellence (UK), "Dementia: assessment, management and support for people living with dementia and their carers," NICE, 2018.
- [12] C. Yuanwu et al., "Senses make sense: An Individualized multisensory stimulation for dementia," *Medical Hypotheses*, vol. 98, 2017, pp. 11-14.
- [13] U. Tisch et al., "Detection of Alzheimer's and Parkinson's disease from exhaled breath using nanomaterial-based sensors," *Nanomedicine*, vol. 8, no. 1, 2012, pp. 43-56.
- [14] H.-C. Lau et al., "Investigation of Exhaled Breath Samples from Patients with Alzheimer's Disease Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry and an Exhaled Breath Sensor System," *Sensors*, vol. 17, no. 8, 2017, pp. 1783:1-11.
- [15] 김수경, "당뇨병이 치매에 미치는 영향 및 예방법," *The Journal of Korean Diabetes*, 제13권 제3호, 2012, pp. 140-144.
- [16] 권혁천 외, "제2형 당뇨병 환자에서 이상지질혈증과 알츠하이머 병의 상관관계," *Korean J. Fam. Pract.*, 제7권 제2호, 2017, pp. 166-171.
- [17] A. Courchesne-Loyer et al., "Inverse relationship between brain glucose and ketone metabolism in adults during short-term moderate dietary ketosis: A dual tracer quantitative positron emission tomography study," *J. Cerebral Blood Flow Metabolism*, vol. 37, no. 7, 2017, pp. 2485-2493.
- [18] A. F. Jorm et al., "The Impact of Beyondblue: The National Depression Initiative on the Australian Public's Recognition of Depression and Beliefs About Treatments," *Australian New Zealand J. Psychiatry*, vol. 39, no. 4, 2005, pp. 248-254.