

게임 인터페이스의 변천사 연구: 컨트롤러에서 VR 및 AI 기반 자연 인터페이스까지

박지영*, 김기현*, 조성수*, 박승민*, 정유찬*, 김민철*

*서일대학교 AI게임융합학과

peko04@naver.com

TA Study on the Evolution of Game Interfaces: From Controllers to VR and AI-based Natural Interfaces

Ji-Yeong Park*, Ki-Hyun Kim*, Seong-Soo Cho*, Seung-Min Park*,
Yu-Chan Jeong*, Min-Cheol Kim*

요약

본 논문은 1972년 패들형 컨트롤러의 등장부터 2020년대의 가상현실(VR) 및 인공지능(AI) 기반 핸드 트래킹에 이르는 게임 인터페이스의 변천사를 조망한다. 게임 인터페이스는 사용자와 가상 세계를 연결하는 핵심 매개체로서, 입력 자유도(Degrees of Freedom, DoF)와 감각 채널의 확장이라는 두 축을 중심으로 발전해 왔다. 본 연구는 게임 인터페이스의 진화 과정을 ①패들 및 조이스틱 기반의 디지털 입력, ②D-pad와 아날로그 스틱을 통한 3차원 조작, ③Wii와 Kinect로 대표되는 모션 컨트롤, ④VR HMD와 6DoF 컨트롤러, ⑤핸드 트래킹 및 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)로 이어지는 다섯 단계의 패러다임 전환으로 구조화한다. 또한 각 단계별로 인간-컴퓨터 상호작용(HCI)의 핵심 가치인 몰입감(Immersion)과 실재감(Presence)이 어떻게 고도화되어 왔는지 분석하고, 인공지능 기술의 융합이 차세대 게임 인터페이스 설계에 미칠 영향을 전망한다.

1. 서론

세계 게임 시장은 2024년 기준 약 1,827억 달러 규모로 전망되었으며[9], 게임 산업은 단순한 오락을 넘어 문화·기술·교육 전 반을 아우르는 융합 산업으로 자리 잡았다. 이러한 성장의 이면에는 게이머와 가상 세계를 이어주는 '인터페이스'의 지속적인 혁신이 있다. 콘솔 게임 초창기의 단순한 패들 컨트롤러로부터 시작된 게임 인터페이스는 조이스틱, 게임패드, 모션 컨트롤러를 거쳐 오늘날 가상현실(Virtual Reality, VR) 헤드셋과 핸드 트래킹, 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)에 이르기까지 비약적인 진화를 거듭해 왔다.

게임 인터페이스의 변천사는 단순한 하드웨어 발전사가 아니라, 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction, HCI) 관점에서 '얼마나 자연스럽게 직관적인 입력을 제공하는가'에 대한 끊임없는 탐구의 역사이다. 김옥태[1]는 비디오게임 입력기의 사실성이 이용자의 공간 현존감과 정서에 유의미한 영향을 미친다는 점을 실증적으로 보여주었으며, 이는 게임 인터페이스가 단순한 조작 장치를 넘어 사용자 경험의 본질적 요소임을 시사한다. 이에 본 논문은 게임 인터페이스의 주요 변천 과정을 시대별로 고찰하고 AI 기술과 결합될 차세대 인터페이스의 융합 가능성을 제시하고자 한다. 이를 위해 문헌 연구(Literature Review) 방법론을 채택하였으며, 연구 대상은 가정용 콘솔 및

VR 기반 게임 인터페이스로 한정한다. PC 마우스·키보드 및 모바일 터치스크린 인터페이스는 별도의 후속 연구 과제로 남긴다. 문헌 수집은 RISS, KISS, DBpia, Google Scholar를 통해 2010년~2024년 사이에 발표된 국내외 학술 논문과 기술 보고서를 대상으로 하였으며, 역사적 하드웨어 사실은 제조사 공식 기술 문서 및 학술 단행본을 1차 출처로 활용하여 검증하였다.

2. 게임 인터페이스의 변천사

2.1 초기 인터페이스: 패들과 조이스틱 (1972~1983)

최초의 가정용 게임기인 마그나박스 오디세이(Magnavox Odyssey, 1972)는 두 개의 노브를 통해 화면의 수직·수평 이동을 제어하는 패들형 컨트롤러를 탑재하였다. 이후 아타리(Atari)의 《Pong(1975)》은 회전식 다이얼 방식의 패들을 대중화시켰으며, 1977년 출시된 아타리 2600의 조이스틱은 단일 버튼과 4방향 입력이라는 단순한 구조로 수백 종의 게임을 지원하며 가정용 게임 컨트롤러의 원형을 제시하였다[8]. 그러나 패들과 조이스틱은 입력 자유도가 1~2축에 한정되어 3차원(3D) 공간 탐색을 요구하는 복잡한 게임 장르를 지원하기 어려웠으며, 이는 디지털 버튼 기반의 표준화된 컨트롤러 개발로 이어졌다.



[그림 1] Atari 2600 조이스틱 (출처: Wikimedia Commons)

2.2 가정용 콘솔의 표준화: D-pad와 게임패드 (1983~1994)

닌텐도 패미컴/NES(1983)는 요코이 군페이(Gunpei Yokoi)가 고안한 십자형 방향 패드(Directional Pad, D-pad)를 채택함으로써 게임 컨트롤러 역사상 가장 중요한 혁신을 이루었다. D-pad는 저렴한 제조 단가와 높은 신뢰성을 바탕으로 2차원(2D) 게임에 최적화된 정밀 조작을 가능하게 하였으며, A·B 버튼과 Start·Select 버튼으로 구성된 레이아웃은 이후 모든 가정용 게임 컨트롤러의 템플릿이 되었다. 슈퍼닌텐도(SNES, 1990)는 여기에 L·R 숄더 버튼과 다이아몬드 형태의 4버튼 배치를 추가하여 오늘날 현대식 게임패드의 골격을 완성하였다[8].



[그림 2] NES D-pad 컨트롤러 (출처: Nintendo Press Kit)

2.3 아날로그 스틱과 3D 게임의 시대(1994~2005)

플레이스테이션(PlayStation, 1994)과 닌텐도 64(Nintendo 64, 1996)는 아날로그 스틱을 도입함으로써 3D 게임 공간에서의 부드럽고 연속적인 조작을 가능하게 하였다. 특히 1997년 소니의 듀얼쇼크(DualShock) 컨트롤러는 듀얼 아날로그 스틱과 듀얼 모터 진동 피드백을 결합하여 사용자에게 촉각적 몰입감을 제공하였다. 이는 게임 인터페이스가 '단순 입력 장치'에서 '양방

향 감각 피드백 장치'로 확장되는 중요한 전환점이었으며, 이러한 입력기의 사실성 향상은 이용자의 공간 현존감과 정서적 몰입에 직접적으로 기여한다[1]. 그러나 아날로그 스틱은 기울기(방향·강도) 정보만을 전달할 뿐, 사용자의 손이 실제 3D 공간에서 어느 위치에 있는지를 파악하는 공간 위치 추적 기능을 갖추지 못하였다. 이 한계는 신체 동작 자체를 입력으로 활용하는 모션 컨트롤 세대의 등장을 이끌었다.



[그림 3] Sony DualShock 컨트롤러 (출처: Sony Press Kit)

2.4 모션 컨트롤러의 혁명: Wii와 Kinect(2005~2012)

2006년 닌텐도가 출시한 위(Wii) 리모컨은 가속도계와 적외선 센서를 내장하여 사용자의 신체 동작 자체를 게임 입력으로 활용하는 새로운 패러다임을 제시하였다. 이후 2010년 마이크로소프트의 키넥트(Kinect)는 깊이 카메라를 이용해 컨트롤러 없이 전신 동작만으로 게임을 조작할 수 있는 자연 사용자 인터페이스(Natural User Interface, NUI)를 구현하였다. 이러한 모션 컨트롤 기기들은 '컨트롤러의 비가시화(Controller Invisibility)'라는 HCI의 이상을 구체화하며, 게임의 저변을 비(非)게이머층까지 확대하는 데 기여하였다. 특히 신체 동작 기반 인터페이스는 사용자의 몰입감 향상에 효과적인 것으로 보고된 바 있으며[2], 차세대 VR 게임 환경에서도 헤드/핸드 트래킹 기능을 통해 자연스러운 조작 방식이 핵심 요소로 자리 잡고 있다[7].

그러나 Kinect는 적외선 기반 처리 지연(Latency), 최소 이용 공간 요구(약 1.5m 이상), 정밀도 한계 등의 실용적 제약으로 인해 대중적 정착에 실패하였다. 모션 컨트롤 세대는 신체 동작을 입력으로 전환하는 방향성은 제시하였으나, 몰입형 가상공간과의 완전한 통합에는 미치지 못하였고, 이는 VR HMD와 6DoF 추적 기술의 필요성을 강화시켰다.

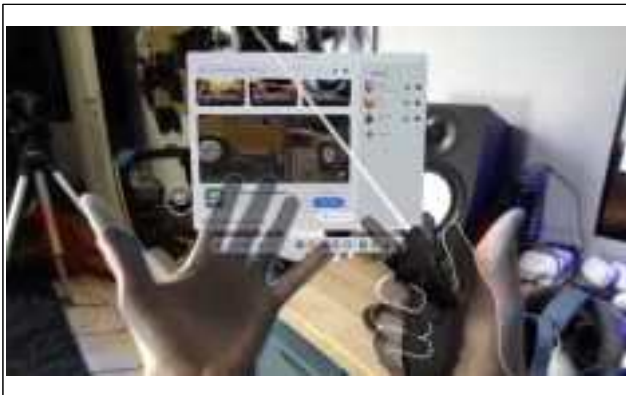


[그림 4] Wii 리모컨(좌)과 Microsoft Kinect(우) (출처: Nintendo/Microsoft Press Kit)

2.5 VR 인터페이스: HMD와 6DoF 컨트롤러

2012년 오쿨러스 리프트(Oculus Rift)의 등장은 가상현실(Virtual Reality, VR) 게임 시대를 본격적으로 열었다[6]. VR 인터페이스는 머리 장착형 디스플레이(Head-Mounted Display, HMD)와 6자유도(6DoF) 컨트롤러를 중심으로 구성되며, 사용자의 머리 회전·위치 이동·손 동작까지 실시간으로 추적함으로써 이전 세대와는 차원이 다른 실재감(Sense of Presence)을 제공한다[5].

다만 정원조와 이창조[3]는 VR 게임에서 사용자 시점 방향과 캐릭터 이동 방향의 동기화 정보 처리로 인해 조작 지연(Manipulation Delay)이 발생할 수 있음을 실험적으로 검증한 바 있어, VR 인터페이스 설계 시 이러한 입력 지연 문제에 대한 공학적 고려가 필수적임을 알 수 있다. 한편 남선숙 외[4]의 연구는 VR 게임에서 인터페이스 품질이 사용자의 현존감과 즐거움에 통계적으로 유의미한 영향을 미친다는 점을 밝혔으며, 이는 최근의 메타 퀘스트 3(Meta Quest 3), 애플 비전 프로(Apple Vision Pro) 등에서 핸드 트래킹(Hand Tracking)과 아이 트래킹(Eye Tracking)을 표준 입력 방식으로 채택하는 흐름의 이론적 근거가 된다.



[그림 5] Meta Quest 3 핸드트래킹 (출처: Tyriel Wood (@Tyrielwood), X)

3. 기술 패러다임 분석

앞서 살펴본 다섯 단계의 변천사를 입력 자유도, 주요 입력 방식, 감각 채널, 실재감 수준의 네 가지 기준으로 비교하면 [표 1]과 같이 정리할 수 있다.

[표1] 게임 인터페이스 세대별 특성 비교

세대	대표 기기	주요 입력 방식	자유도 (DoF)	감각 채널	실재감
1세대	Odyssey, Atari 2600	패들, 조이스틱	1~2	시각	낮음
2세대	NES, SNES	D-pad, 버튼	2~3	시각, 청각	낮음
3세대	PS1, N64, PS2	아날로그 스틱, 진동	3~4	시·청·촉각	중간
4세대	Wii, Kinect	모션, 카메라 트래킹	3~6	+고유수용감각	높음
5세대	Quest 3, Vision Pro	HMD, 핸드·아이 트래킹	6+	다중감각	매우 높음

표에서 확인할 수 있듯이 게임 인터페이스의 진화는 크게 두 가지 방향으로 수렴한다. 첫째는 입력 자유도의 증가로, 1~2개 축에 한정되던 초기 인터페이스가 6자유도 이상을 지원하는 공간 입력 장치로 확장되었다. 둘째는 감각 채널의 다변화로, 시각·청각에 한정되었던 피드백이 촉각(햅틱)·고유수용감각(Proprioception)까지 포괄하는 멀티모달 인터랙션(Multimodal Interaction)으로 발전하였다.

4. AI 시대의 게임 인터페이스 전망

최근 인공지능 기술, 특히 딥러닝 기반 컴퓨터 비전과 생체신호 처리 기술의 발전은 게임 인터페이스의 양상을 다시 한 번 크게 변화시키고 있다. 대표적으로 메타 퀘스트 3 등에 탑재된 AI 기반 핸드 트래킹은 별도의 컨트롤러 없이 카메라 영상만으로 손가락의 26개 관절을 실시간 추정하며, 이는 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 기반 자세 추정 모델의 발전에 기반한다.

방준성 외[7]는 차세대 VR/AR 게임이 신체 동작 추적을 핵심 요소로 삼게 될 것이라 전망한 바 있으며, 향후 AI 융합 게임 인터페이스는 ① 음성·시선·제스처를 동시에 해석하는 멀티모달 인터랙션의 표준화, ② 근전도(Electromyography, EMG)·뇌파(Electroencephalogram, EEG) 등 생체신호를 활용하는 BCI 게이밍의 상용화, ③ 사용자의 숙련도와 감정 상태를 실시간으로 학습하는 적응형 인터페이스의 보급으로 발전할 것으로 전망된다.

5. 결론

Available From: <https://newzoo.com> (accessed Apr. 28, 2026)

본 연구는 1972년 패들 컨트롤러로부터 2020년대 AI 기반 핸드 트래킹에 이르는 게임 인터페이스의 변천사를 다섯 단계의 패러다임 전환으로 구조화하여 분석하였다. 게임 인터페이스의 발전은 '기계적 버튼 조작 → 자연스러운 신체 동작 → AI가 매개하는 자연 인터랙션'으로 수렴하는 일관된 방향성을 보였으며, 이는 입력 자유도의 확장과 감각 채널의 다변화라는 두 축을 통해 체계적으로 설명될 수 있다. 향후 연구에서는 본 연구에서 제시한 패러다임 분류에 기반하여, AI 기술이 결합된 차세대 게임 인터페이스(핸드 트래킹, 아이 트래킹, BCI)를 경험한 사용자 20~30명을 대상으로 시스템 사용성 척도(System Usability Scale, SUS)와 현존감 설문지(Presence Questionnaire, PQ)를 활용한 정량적 사용자 경험 평가 실증 연구를 수행할 계획이며, 이를 통해 산학연 융복합 연구를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

참고문헌

- [1] 김옥태, "비디오게임 입력기의 사실성이 이용자의 맵핑, 공간 현존감, 각성과 정서에 미치는 영향: 1인칭 슈팅 비디오게임을 중심으로", 한국언론학보, 제54권 제5호, pp.227-253, 2010.
- [2] 이지원, 김민규, 전찬규, 김진모, "모바일 플랫폼 가상현실 콘텐츠에 적합한 게임패드/시선 기반 입력 처리기술에 관한 연구", 한국컴퓨터그래픽스학회논문지, 제22권 제3호, pp.31-41, 2016.
- [3] 정원조, 이창조, "숙련된 게임유저에게 발생하는 VR 게임 조작 지연에 관한 연구", 한국게임학회 논문지, 제18권 제1호, pp.19-26, 2018.
- [4] 남선숙, 유홍식, 신동희, "VR게임의 이용자 경험: 현존감이 즐거움에 미치는 영향을 중심으로", 정보통신정책연구, 제24권 제3호, pp.85-125, 2017.
- [5] 김태규, 장우석, "VR게임의 실제감과 몰입감 요소 분석", 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 제13권 제8호, pp.69-76, 2019.
- [6] 김희수, 박태정, "가상 현실(VR) 및 증강 현실(AR)의 기술 동향 및 게임 엔진에서의 구현 사례", 정보와 통신, 제33권 제12호, pp.56-62, 2016.
- [7] 방준성 외, "VR/AR 게임기술 동향", 전자통신동향분석(ETRI), 제31권 제1호, pp.146-156, 2016.
- [8] S. Kent, The Ultimate History of Video Games, Three Rivers Press, New York, 2001. ISBN: 978-0761536437
- [9] Newzoo, "Global Games Market Report 2024", 2024.