

태권도 경기종목에 따른 전자기술 현황과 미래 전망

이미연*

1. 국기원 태권도연구소, 연구원

요약

목적 태권도의 경기종목별 전자기술 도입 사례를 통해 현재를 살펴보고 이를 기반으로 미래를 전망하는 데 있다.

방법 4차 산업기술과 스포츠 또는 무도와의 융합에 관한 문헌 검토를 통해 발견된 내용을 분석하고 논의하였다.

결과 첫째, 태권도 경기종목에 따른 전자기술 도입을 살펴본 결과 겨루기는 전자호구와 전자 헤드기어 용품을 사용하고 있으며 영상판독 시스템을 도입하고 있다. 품새는 온라인 대회를 가장 활발하게 개최하였으며, 영상판독 시스템 도입을 위한 구체적인 노력이 있으나 실제로 시행하지 않았다. 격파는 영상판독시스템을 도입하고 있었으며 일부 대회에서 전자격파물을 활용하고 있었다. 둘째, 태권도 경기종목에 따른 전자기술의 미래를 전망한 결과 겨루는 AI 기술을 활용한 판정시스템과 웨어러블 기기의 도입을 예측하였고 품새는 AI 기술을 활용한 판정시스템과 가상현실기술을 활용한 훈련시스템 도입을 제안하였다. 격파는 AI 기술을 활용한 판정시스템과 전자격파물, 키오스크 도입을 전망하였다.

결론 본 연구에서 제안한 AI 기술을 이용한 판정시스템, 가상현실기술, 웨어러블, 전자격파물 등이 이미 타 경기종목에서 활용되고 있거나 일부 개발이 완료된 것으로, 태권도 경기종목별 특징을 고려하여 적용한다면 판정의 공정성과 선수의 역량 향상 효과를 기대할 수 있으며 태권도 경기의 과학화에 일조할 것으로 전망한다.

주제어 태권도, 경기종목, 전자기술, 도입현황, 미래전망

I. 서론

학문 영역을 가리지 않고 전 세계 연구자들이 4차 산업혁명에 주목하는 이유는 4차 산업혁명 기반 기술이 미래 사회 변화와 관련된 핵심 요인 중 하나이기 때문이다(김나혜, 2021). 이를 증명하듯 제4차 산업혁명은 2016년 1월 제46회 다보스포럼(The Davos Forum)에서 처음 언급(Schwab, 2016)된 이래 관련 기술과 산업의 범위가 특정 영역에 국한되지 않고 사회 전반에 걸쳐 다양하게 적용되고 있다(전경란, 2019). 이러한 흐름은 스포츠 관련 분야도 예외는 아니며, 4차 산업혁명 주요 기술이 스포츠 현장에서 훈련 방법의 향상, 부상의 예방과 재활, 경기력 향상 및 공정성 강화의 목적으로 연계되어 활용(구장본, 김상범, 2018)되고 있다.

대표적인 사례로 VAR 기술을 활용하여 축구, 배구, 야

구, 배드민턴 등에서 영상(비디오)판독 시스템을 도입하여 심판의 눈으로 확인이 어려운 판정이나 반칙 여부를 확인하는 데 도움을 주고 있다(이동현, 임재구, 2021). IoT 기술은 웨어러블 기기와 결합한 스마트의류를 통해 선수의 근육 활동량, 피로도, 심박, 호흡 패턴 등을 수집하고 이를 분석하여 선수의 컨디션을 파악한다. 2022년 카타르 월드컵에서 황희찬 선수가 세리머니 도중 상의를 벗어 노출된 ‘브라탑’이라고 불리는 ‘전자 퍼포먼스 트래킹 시스템(EPT S·Electronic Performance-Tracking System)’이 대표적인 예이다. EPTS 장치에 내장된 위성위치확인시스템(GPS) 수신기와 자이로스코프(회전운동 측정) 센서, 가속도 센서와 심박 센서로 수집된 데이터는 경기내용을 실시간 분석하여 개인 또는 팀의 결과를 예측하기도 하며, 축적된 데이터는 소스에서 익명으로 암호화를 거쳐 공유된다. 이 과정에서 데이터 제공자는 허용된 정보를 특정 용도 외에는 사용할 수 없도록 블록체인(Blockchain) 스마트 계약을 통해

* taekwonmy@naver.com

보호할 수 있다(구강본, 2023). 이를 스포츠 데이터 제공자의 익명성을 위한 토큰화(tokenization) 과정이라고 한다(김민규, 박찬민, 김승환, 2022). 이 외에도 AI 기술을 활용한 무인 촬영 및 편집, 하이라이트 영상 제작의 솔루션 활용(이지혜, 2020) 등 스포츠 분야에서 전자기술의 적용 범위는 확대되고 있다.

태권도계에서도 이러한 변화에 주목하며 4차 산업기술을 활용할 수 있는 영역을 확장하고자 하였다. 태권도와 전자기술의 접목은 일찍이 '전자호구' 통해 시도된 바 있으며, 전자 헤드기어 장비와 영상판독제도 등을 추가로 도입하여 판정의 공정성 상상을 위해 전자기술의 의존도를 높이고 있다. 이 외에도 2017년 객관적인 품새 평가를 위해 IR 카메라를 이용한 태권도 동작분석 시스템 연구(국기원, 2017)가 진행되었으며, 2018년에는 온라인 심사제도를 제안한 태권도 심사제도의 총합 연구를 수행하여 4차 산업기술을 태권도 분야에 적용하고자 하였다. 이후 미디어 기술의 확대와 더불어 2019년 12월에 발병한 COVID-19로 인해 동영상 플랫폼을 이용한 온라인 태권도 수련과 심사, 온라인 태권도 대회 등이 시도되었으며, 세계태권도연수원(WTA)은 2020년부터 사이버연수원을 개설하여 온라인 교육과 연수를 진행하고 있다. 최근에는 가상현실 기술을 활용하여 사용자가 헤드셋, 장갑, 조끼를 착용하고, 인공지능(AI) 아바타와 겨루는 'VR 태권도'가 개발되는 등 태권도와 전자기술의 융복합을 통한 과학화를 이루는데 박차를 가하고 있다.

이러한 현장의 변화를 학문적 성과로 담기 위한 연구는 다양하게 이루어져 왔다. 구체적으로 4차 산업혁명과 스포츠의 융복합 관련 정책 및 제도(김민규, 2020; 연기영, 2018; 최정호, 이제욱, 2019), 철학적 함의(이동현, 임재구, 2021; 황정현, 2018), 일자리 적용(고경진, 김민수, 김대희, 김태중, 2019; 유재구, 김석규, 하정희, 2023; 한남희, 2023) 등의 관련 연구가 이루어졌다. 관련 연구 중 가장 빈도가 높은 연구 범주는 4차 산업혁명과 스포츠의 사례적용 및 동향 분석(구강본, 김상범, 2018; 한남희, 양도업, 최세희, 2020; 홍일화, 2020)과 미래전망 및 대응전략(김민규, 박찬민, 김승환, 2022; 박성진, 황영찬, 2017; 박세원, 2020; 홍상민, 2019; 윤영길, 2021)으로 나타났으며, 선행 연구의 동향을 고려하여 이 연구는 태권도와 4차 산업혁명 주요 기술의 적용 사례를 살펴보고 그 미래를 전망하고자 한다. 그동안 태권도와 4차 산업혁명 관련 연구는 태권도 교육 및 연구 분야(김수정, 최성배, 2018; 이애연, 2022; 이종목, 2023)와 태권도 산업(박현호, 원동현, 2023; 이선장, 김두

한, 2019), 태권도 문화(김나혜, 2021; 백남섭, 2020) 등으로 구분할 수 있다. 특히 4차 산업기술과 접목한 대표적 용품인 '전자호구'의 경우 전자호구가 적용된 이래 최근까지(김봉경, 2022; 남정수, 윤나영, 이제훈, 2021; 이원재, 최창환, 2020) 꾸준히 관련 연구가 이루어지고 있지만, 그 이외의 품새 및 격파 종목에서 전자기술과 관련된 연구는 미진한 상태이다.

현재 겨루기에 이어 품새의 경기화가 대중화되고 격파의 수련영역까지 경기화 된 현시점에서 경기 판정의 투명성, 경기 운영의 편의성, 태권도 기술의 진화에 따른 선수의 안정성 확보 등을 이유로 전자기술의 적용은 피할 수 없는 과제이다. 또한 태권도 현장에서 IoT 기술이나 Big Data, VR 등이 일부 활용되고 있지만, 4차 산업의 주요 기술이 태권도 경기종목의 어느 영역, 어느 분야에서 적합하게 활용될 수 있는지에 대한 고찰은 부족한 현실이다.

따라서 이 연구는 태권도의 경기종목별 전자기술 도입의 사례를 통해 현재를 살펴보고 이를 기반으로 미래를 전망하는 데 있다. 연구 목적을 달성하기 위한 연구 방법으로 문헌 고찰을 시행하였으며, 문헌 검색과 수집을 위한 문헌 데이터베이스는 국내에서 활용 가능한 전자 문헌 플랫폼 중 학술연구정보서비스(RISS), 누리미디어(DBPIA), 한국학술정보원(KISS) 웹사이트의 데이터와 온라인 저널의 자료를 수집하였다. 문헌의 범위는 4차 산업기술과 스포츠 또는 무도와의 융합에 관한 전반적인 내용을 포괄하며, 객관적이고 구체적인 내용을 중점으로 문헌을 분석하여 연구 목적을 달성할 수 있도록 노력하였다. 이 연구는 수집된 문헌 내용을 기반으로 전자기술이 접목된 태권도의 미래를 전망하였으며, 추후 태권도의 경기종목별 특수성을 이해하고 전자기술이 종목별로 적합하게 개발되어 유기적으로 발전되기 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

Ⅱ. 태권도 경기종목에 따른 전자기술 도입현황

1. 겨루기

1) 전자호구와 전자 헤드기어

찾은 편파 판정과 오심 등의 의혹으로 한때 올림픽에서 퇴출 가능성까지 거론되었던 겨루기는 판정의 신뢰도를 높

이는 방안으로 전자호구를 도입하였다(김동건, 2016). 전자호구는 2009년 WTF 월드컵 태권도단체선수권대회에서 처음으로 사용하기 시작하였으며 올림픽에서 정식으로 사용한 건 2012년 런던 올림픽에서였다(이원재, 2020). 전자호구는 기존 보호장비와 달리 몸통 보호대 내 강도 측정과 충격 감지 시스템을 갖추어 타격의 유효를 결정하며 이를 무선 데이터 통신 시스템인 지그비(Zigbee)를 이용하여 점수를 표출(기재석, 정동화, 2017)하는 과정을 거치게 된다.

2015년에는 전자감응식 헤드기어를 추가로 도입하여 머리 공격의 득점에 대한 공정성을 높이고자 하였다. 전자호구 도입 후 판정에 대한 불신은 감소했지만, 얼굴 득점에 대한 판정 문제는 여전히 존재했기 때문이다(김창완, 2016, 9월 6일). 전자 헤드기어는 2015년 첼랴빈스크 세계태권도 선수권대회에서 처음으로 사용되었으며 올림픽에서 전자 헤드기어를 정식으로 사용한 것은 2016년 리우올림픽에서이다. 전자 헤드기어 도입 전에는 전자감응 양말 내 센서가 보통 7개 부착되었으나 전자 헤드기어 도입과 함께 11개로 늘어나 더욱 명확한 판정을 내릴 수 있게 하였다. 실제로 전자 헤드기어 도입으로 영상판독 요청 횟수를 감소하였으며 이로 인해 경기의 운영 역시 우수하다(한혜진, 2014, 11월 17일)는 평가를 받기 시작하였다.

이렇듯 전자호구는 객관적인 기술 측정을 통한 점수 표출로 심판의 판정 논란 없이 공정한 경쟁을 이끌었다는 장점 이면에, 기술을 평가하고 판단하는 준거에 부작용을 유발하였다. 가장 문제가 된 것은 득점의 여부를 판단하는 전자호구 감응 센서의 기계적 오류와 변칙기술의 등장으로 인한 경기 기술력의 소멸이다(임신자, 석류, 박정현, 2023). 즉 전자호구는 무선 데이터 통신 시스템을 활용하여 점수를 표출하는데 경기장 내 다양한 무선 통신 기기의 사용 증대로 인한 전파방해로 점수 표출 지연되거나 오류가 발생(이원재, 2020)하여 경기 운영의 혼란을 초래하였다. 또한 점수획득만을 위한 단조로운 발차기 공격이 주를 이루게 되면서 태권도 관람의 가치 저하되고, 변칙적 형태의 발차기 기술의 성행으로 태권도 본연의 기술이 왜곡되었다.

이러한 문제를 해소하기 위해 2019년 파워태권도 대회가 개최되었다. 파워태권도에서 활용되는 전자호구와 전자 헤드기어는 기존과 다른 기술을 활용하였는데, 차기 기술로 호구 내 압력이 가해지면 공기압을 측정하여 점수로 환산·표출하는 기술을 도입하였다(김봉석, 정국현, 2023). 이러한 기술 도입으로 인해 기존의 득점제에서 파워게이지 차감 형식으로 경기규칙 또한 차별화를 두었다.

2) 영상판독 시스템 도입

전자호구 도입 전 겨루기 경기에서 득점의 유효기준은 심판들의 육안 관찰에 의한 타격 부위의 '정확성'과 타격의 소리에 의한 '타격 강도'에 의해 결정되었다. 다양한 변수가 존재하는 경기상황에서 심판의 주관적 판단에 전적으로 의존(김대현, 2012)한 판정에 대해 선수와 지도자, 관중의 공감을 얻는 것은 어려운 일이다.

이를 극복하기 위해 도입된 기술이 영상판독 시스템이다. 영상판독 시스템은 2009년 덴마크에서 열린 세계태권도 선수권대회에서 처음 도입되었으며, 초기에는 영상판독을 하는 감독관만이 영상을 볼 수 있었다. 그러나 폐쇄적인 판독 제도로 인해 승부조작에 대한 불신이 일자, 국내 경기는 2013년부터 경기장 전광판을 통해 공개하거나 지도자가 판독석에서 함께 판독 영상을 보도록 변경되었다. 올림픽에서 영상판독 시스템이 도입된 것은 이보다 빠른 2012년 런던올림픽에서였다. 판독용 카메라를 전후좌우에 이어 천장까지 설치하여 영상의 사각지대를 완전히 해소했으며, 중계용 카메라로 찍은 영상판독용 영상을 판독관과 관중이 함께 경기장 내 대형스크린을 통해 같이 볼 수 있도록 하여(최진우, 2012, 8월 20일), 태권도 경기의 공정성을 어필하고자 하였다.

그러나 영상판독 시스템은 영상의 판독 소요 시간으로 경기가 지체되어 경기의 흐름을 방해하는 부정적 요소도 있다. 이러한 단점을 극복하고자 도입된 기술이 4D 카메라이다. 경기장을 둘러싼 여러 대의 4D 카메라를 통해 겨루기 경기를 360도로 촬영할 수 있으며, 이를 통해 5초 안에 영상판독이 가능한 것은 물론 빠른 발차기를 느린 속도로 볼 수 있으며 사각지대로부터 정확한 판정을 내릴 수 있게 하였다. 4D 카메라를 도입한 최초의 대회는 2019 세계태권도 선수권대회이며, 최근 2023년 항저우아시안게임에서도 이 기술이 활용되었는데 우리나라 장준 선수가 경기 중 요청한 영상판독으로 판정이 번복돼 금메달을 획득하였다. 이러한 사례를 통해 영상판독 시스템의 순기능을 확인할 수 있으며, 전자호구 용품과 함께 겨루기 경기의 공정성 향상을 위한 중추적인 역할을 수행하고 있다.

2. 품새

1) 온라인 품새대회 개최

2019년 시작된 COVID-19로 인해 대한민국을 비롯한 전 세계가 멈췄고 태권도 역시 수련, 심사, 대회 개최가 모두

중단되었다. 특히 대회 미개최로 인해 선수들의 기량이 하락과 입상 실적의 부족으로 선수와 코치, 감독, 부모의 불안이 커지고 있는 상황에서 해결책으로 제시된 방안이 온라인 대회 개최였다. 품새는 상대와 대면 없이 혼자 기량을 펼칠 수 있는 특징으로 비대면 방식의 대회 개최가 비교적 수월한 종목이다.

초창기 온라인 품새대회는 참가선수가 촬영한 품새 영상 녹화본을 기한 내 제출하면 이를 심사위원들이 한 공간 또는 각자의 공간에서 평가하는 심사 방식으로 이루어져 왔다. 이는 선수가 집이나 태권도장에서 촬영한 품새 영상을 제출하기에 선수의 시합장 이동과 시간에 대한 부담감을 낮추고(이정학, 김도엽, 최경환, 조혜경, 2021) 몇 번이고 재촬영이 가능하기에 선수가 가지고 있는 최고의 기량을 담은 영상을 제출할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이러한 방식은 대회가 가지는 현장감을 저하하고 다회성 기회 부여로 인한 긴장감 저조 등의 문제가 발생하였으며, 경기에 승리하기 위해 선수는 품새를 어떻게 표현할 것인가가 아닌 어떻게 촬영할 것인가에(석류, 2021, 1월 16일)에 대한 혼란을 초래했다.

이러한 논란을 줄이고자 하는 노력과 함께 COVID-19의 장기화로 인해 온라인 대회의 횟수가 증가하자 해결방안으로 등장한 것이 온라인 스트리밍을 통한 대회 개최이다. 온라인 스트리밍을 활용한 최초의 대회는 2021년 10월 개최된 세계태권도품새선수권대회로, 결승전에만 선수의 경기가 실시간으로 진행되며 경기 종료와 함께 심판이 판정을 내려 표출하는 방식으로 진행되었다. 기존의 온라인 대회와 차별화를 위해 진행자와 해설자가 경기중계를 시행하고 ‘컴퓨터 그래픽(CG)’을 활용해 경기 화면을 디테일하고 화려하게 만들어, 채점 표출과 순위 등을 명료하게 볼 수 있도록 하였다(서성원, 2020, 12월 9일).

이러한 시도는 온라인 대회이지만 오프라인 대회와 같은 생동감과 긴장감을 느낄 수 있었으며 각국의 잠재된 관중까지 확보할 수 있었던 긍정적 계기로(권규리, 유정애, 2020) 평가되어, 전자기술의 발전에 따른 경기문화의 변화를 체감할 수 있었다. 그러나 온라인 대회의 특성상 전자기술의 오류로 인한 대회 운영 미숙 및 오프라인과 차별된 채점 규정의 개정 등의 문제는 여전히 해결해야 할 문제로 남아있다. 특히 오프라인 대회와 달리 선수와 심판이 시공간적으로 다른 위치에 있으므로 원활한 경기 운영을 위해서는 높은 신뢰가 바탕(송민규, 이원미, 2022)이 되어야 한다는 지적도 있다.

COVID-19 유행이 한풀 꺾이고 오프라인 대회가 활발하게 이루어지고 있는 현시점에도 온라인 대회는 개최되고 있다. 이는 온라인 대회 개최로 인한 논란 속 단점보다 전자기술을 이용한 대회 개최의 파급 효과가 더 높고, 전자기술의 발달로 온라인 대회의 질적 양적 성장이 기대되고 있음을 시사한다.

2) 영상판독 시스템 도입

2020년 2월 28일 실시된 ‘2020년도 품새 경기규칙강습회’에서 영상판독제도 도입이 공표되었다(류호경, 2020, 2월 29일). 이 제도는 심판의 주관적 판정에 대한 선수와 지도자들의 불만을 해소하기 위한 것으로 겨루기에 이어 품새 경기 중에도 발생할 수 있는 판정 논란을 최소화하기 위한 노력이다. 2020 태권도 품새 경기규칙을 살펴보면 제 17조 (기술임원) 3항 상임심판위원 3조 판정의 책임에 심판의 득점 판정은 영상판독에 따라 번복될 수 있으며 심판은 영상판독 결과 및 현장 판정 결과에 따라 평가를 받는다 고 명시되어 있다. 단 0.3점 감점 사항에 대해서만 가능하다. 즉 규정에 없는 동작을 하거나, 하지 않았을 경우, 시선이 잘못되었을 경우, 동작을 3초 이상 일시 정지했을 경우, 기합을 넣지 않았거나, 다른 동작에서 기합을 넣었을 경우(대한태권도협회, 2020) 등이다.

그러나 이듬해인 2021년 개정된 태권도 품새 경기규칙에는 영상판독제도와 관련된 모든 내용이 삭제되었으며 2023년 현재까지 영상판독 제도와 관련된 규정은 등장하지 않는다. 또한 영상판독제도가 도입된 2020년에 개최된 품새대회와 관련한 논문, 기사, 칼럼에서도 영상판독제도 시행과 관련된 기록은 찾을 수 없었다. 즉 영상판독제도가 경기규칙에는 명시되었으나 실제로 시행되지 않은 것으로 보인다. 이는 2020년은 COVID-19로 인해 비대면 온라인 대회가 주를 이루던 때이고 제출한 선수의 영상으로 판정을 내리는 형식이기 때문에 영상판독 제도가 불요했던 것으로 판단된다. 또한 영상판독 신청이 가능한 0.3점 감점 사항은 비교적 객관적 항목이기 때문에 실용성의 문제로 이듬해 삭제된 것이라 추정된다.

현재 품새 종목은 심판의 주관적인 특성을 최대한 배제시키고 객관성 있는 판정을 위한 노력이 필요하다고 지적하는 연구(김태민, 박택용, 이진호, 2023; 방인주, 안근아, 2023; 윤수한, 김용은, 2020)가 지속해서 이루어지고 있으며, 겨루기 경기에서 전자호구 시스템과 함께 영상판독 제도로 판정 논란이 크게 줄고 있다(김순영, 이아름, 2020;

배진남, 2019, 8월 14일)는 점을 근거로 품새가 경기종목으로써 질적 발전을 위해 영상판독 제도는 필요하며 성공적인 도입을 위한 영상판독 적용 범위에 대해서도 깊은 고찰이 필요하다.

3. 격파

1) 영상판독 시스템 도입

격파는 2021년 대한태권도협회(KTA)에서 겨루기와 품새의 뒤를 이어 공식적인 경기종목으로 인정(서성원, 2021, 2월 17일)되어 기존의 시범 및 공연의 형태에서 벗어나 스포츠로써 규칙과 순위가 존재하게 되었다(김기남, 이승민, 2023). 이는 격파 수련영역의 전문성 확보, 태권도 경기종목의 확장, 격파 기술의 발전, 격파 수련인구의 증가 등의 이점을 가져왔으나 경기문화에서 늘 언급되는 심판의 판정 문제가 비판의 대상이 되고 있다. 태권도 격파 경기 규정 변화에 관해 연구한 장권과 김종수(2019)는 격파대회의 양적 증가로 참가자가 점차 늘어남에 따라 대회에 참가하는 지도자와 선수, 그리고 관중들이 쉽게 이해하고 수긍할 수 있는 명확한 평가방식과 전문성이 강조된 정확하고 통일된 판정 기준이 필요하다고 지적하였다. 박동영, 반은아(2020) 역시 심판이 측정 도구의 역할 수행을 하기에 엄격하고 공정한 평가가 이루어질 수 있도록 심판의 판정을 수치화하여 객관성을 확보해야 한다고 하였다.

격파는 격파 준비 자세부터 도약, 회전, 착지 등 선수의 움직임에 대한 주관적 판정과 격파물의 완파 여부에 따른 객관적 판정이 동시에 이루어지는 종목으로서 심판의 주관적인 판단이 승패에 절대적인 영향을 미칠 수 있다. 특히 격파대회 입상 실적이 공식적으로 인정됨에 따라 치열한 경쟁 속에서 우위를 선점하기 위한 고난도 기술이 등장(이준석, 김종수, 2018)하면서 단시간 내에 난도, 기술이 표현성과 정확성, 창작성, 감점 사항 등을 빠르게 판단하여 평가해야 하는 심판의 일관성 및 공정성이 더욱 요구되고 있다. 그러나 태권도 격파(시범)대회의 문제점 및 활성화 방안에 대해 이법선(2023)은 격파대회의 문제점 중 하나로 격파대회 상임 심판에 대한 전문성에 대한 신뢰가 낮은 것으로 나타났다고 지적하였다. 실제로 격파대회가 대한태권도협회 승인대회로 결정된 이후 판정에 대한 연구(박상우, 박규량, 유영훈, 2022; 방인주, 이용주, 2020; 차영남, 김종수, 신호철, 2023)는 지속해서 이루어져 왔으며 심판판정에 대한 부정적 결과와 이를 개선해야 한다는 결과가 공통으

로 나타났다. 이에 대한 해결방안으로 발 빠르게 도입한 것이 영상판독 시스템이다.

격파 경기에서 영상판독 시스템은 2023년부터 적용되었으며, 지도자 및 선수의 요청에 따라 영상을 확인하는 겨루기와 달리 1심판 옆에 영상판독 모니터를 배치하여 판정시 참고용으로 수시 활용되고 있다. 이러한 시스템의 도입으로 보조자에 가려지거나 격파물의 불량 등에 의해 구분하기 어려웠던 격파물의 격파 여부나 선수의 회전 횟수, 격파물의 움직임 등으로 인한 감점 사항을 확인할 수 있게 되었다. 올해 시행된 영상판독 시스템의 효과에 대한 공식적인 문헌은 존재하지 않지만 겨루기 대회의 선례를 비취볼 때 영상판독 시스템은 심판판정에 대한 객관성은 높이고 판정에 대한 공정성 논란을 최소화하는데 긍정적으로 작용하고 있다. 특히 객관적 감점 사항에 대한 심판의 판정을 보조하는데 그 기능을 충분히 발휘하고 있다고 판단된다.

2) 격파위력 측정기

격파는 기술 연마의 정도를 측정하기 위해 격파물을 부숨으로써 수련자의 기량을 측정하고 평가(국기원, 2019)하는 수련영역으로, 격파대회에서 가장 많이 사용하는 격파물은 송판이다. 그러나 송판 두께 및 강도의 낮은 일관성으로 인해 유발되는 문제, 송판 파지 시 파편으로 인한 격파자 및 보조자의 부상 문제 등이 발생함에 따라 전자 송판에 대한 필요성(방인주, 안근아, 2022)이 언급되었다.

이에 일부 대회에서 격파위력을 측정하기 위한 전자기술이 사용되고 있다. 2023년 8월 개최된 제10회 세계유소년태권도연맹기 전국태권도대회&국제교류전에서 손날격파 부문에 전자 시스템을 도입하였다. 기와모양의 측정판을 손날로 내려치면 그 힘이 측정되어 LCD 모니터 화면에 격파된 격파물의 수량이 표출된다. 이러한 전자 시스템은 아직 특정대회 특정 부문에만 적용되어 있으며 정식 승인대회에서는 사용하지 않고 있다. 또한 힘의 강도만 측정될 뿐 정확한 사용 부위에 대한 판정은 불가하다. 그러나 이러한 전자기술의 도입은 위력격파 시 사용 부위의 논란, 예비 동작으로 인한 격파물 손상, 격파 후 누르기 등 이중 격파 등의 부정행위를 줄이는 방안 중 하나로 판단된다.

격파 종목의 전자기술 도입은 현재 미비한 수준이나 격파 경기가 정식으로 승인된 지 채 1년밖에 되지 않았으며 겨루기와 품새 경기화의 후속 주자로서 판정의 공정성 확립과 대회 운영의 질적 향상을 위해 전자기술 도입의 영역은 확장될 것이며, 그 흐름 또한 빠를 것으로 판단된다.

Ⅲ. 태권도 전자기술의 미래 전망

1. 겨루기

1) AI 기술을 이용한 판정시스템

겨루기는 2028년 LA 올림픽의 정식종목으로 확정되면서 8회 연속 종목 유지라는 쾌거를 이루었다. 이러한 결과에 대해 WT 조정원 총재는 “무에는 변하면 안 되지만 스포츠는 변해야 살아남는다.”라고 하여(성환희, 2022, 2월 3일) 올림픽 종목으로서 겨루기의 변화를 예고했다. 이를 실감 하듯 최근 들어 겨루기는 AI 기술을 이용한 사례가 급증하고 있다.

2022년에는 국민대학교 산학협력단이 ‘실전형 태권도 경기 스마트 전자 판정 시스템’ 개발하여 기존의 전자 판정 시스템의 성능과 신뢰성을 높이려 하였다. 즉, 타격 감지 센서의 무선통신 기술을 대폭 개선하고 관성센서로부터 획득된 데이터를 인공지능으로 변칙발차기를 구별해 내는 기술을 개발했다(전영지, 2022, 6월 13일). 이어 2023년에는 우석대학교 체육복지융합연구소가 ‘태권도 영상분석 인공지능 판정 지원 시스템 개발’ 사업을 통해 현재의 전자호구 채점 방식을 개선하고 영상분석 AI로 태권도 기술을 정확하게 판단하는 기술을 개발하였다. 특히 AI가 정확한 태권도 동작을 인식할 수 있도록 실감형혼합현실기술포럼의 혼합현실 기술 표준을 활용하였다(변인호, 2023, 4월 19일). 이외에도 전자호구 착용으로 인한 선수들의 불편감과 센서 오류를 해소하기 위해 민간기업에서 영상 정보를 활용한 ‘격투기 인공지능 판정 시스템’을 개발하였다. 이 기술은 센서를 경기장 곳곳에 설치하고 이것이 격투기 경기를 스캔하면서 복수의 센서 데이터를 생성하며 점수를 산출하게 하여 선수들이 전자센서를 부착하지 않아도 판정이 이루어지게 하였다(이유미, 2023, 5월 25일).

겨루기 종목에서 AI의 기술을 도입하고자 하는 공통적인 까닭은 전자호구로 도입으로 인한 센서 오류와 변칙발차기 등 기술의 퇴화 문제를 적극적으로 해결을 염두에 둔 것으로 해석할 수 있다. 현재 겨루기 종목에서 전자기술의 도입은 크게 전자호구 시스템과 영상판독 시스템으로 나눌 수 있으며 이 중 영상판독 시스템은 4D 리플레이 시스템을 도입하여 100대의 카메라가 경기를 촬영하고 다각도의 움직임 분석이 가능해졌다. 그러나 전자호구 시스템 도입으로 발생한 문제에 대해 해결방안을 계속 찾아가는 중이다. 이에 AI 기술을 적극적으로 도입하여 센서 작동 오류로 인한

판정 착오를 줄이고 변질한 기술로 인한 득점을 무효화하고자 노력하고 있다. 이러한 노력으로 머지않아 AI 기술이 도입한 겨루기 경기를 볼 수 있을 것이며, 겨루기 경기가 가진 부정적 인식을 해소하고 더욱 신뢰도 있는 판정이 기반이 된 다채로운 기술로 기량을 겨루는 장이 펼쳐지리라 전망한다.

2) 웨어러블 기기의 도입

이미 공식경기에서 전자 퍼포먼스 트래킹 시스템(EPTS)을 도입한 축구는 축구화에 끈 모양으로 부착할 수 있는 웨어러블 기기를 개발하여 FIFA 공식 대회 사용을 앞두고 있다. 이 웨어러블 기기를 활용하여 공이 발에 닿은 시간, 공을 차는 발의 속도, 선수의 속도, 킥 거리, 가속도 및 방향 변화를 포함한 기술 및 물리적 성능 자료를 수집(임대준, 2023, 9월 21일)할 수 있으며 선수의 부상 방지 및 경기력 향상에 목적을 두고 있다. 야구의 경우 공을 던지는 동작에서 팔꿈치에 걸리는 부하를 측정해 수치화할 수 있는 웨어러블 기기인 모투스 베이스볼(motusBASEBALL)을 활용하고 있다. 이 웨어러블 기기를 통해 팔꿈치 운동 관련 데이터가 축적되고 그 상태를 수치로 파악해 부상을 방지하고 측정된 수치에 근거해 팔꿈치에 부담이 덜 가는 투구 자세를 찾을 수도 있다(이용석, 2022, 5월 11일). 이 외에도 골프는 ‘제프센서’와 ‘골프센서’를, 농구는 ‘슛추척기’를 활용하여 선수들의 상해 예방, 경기력 향상, 그리고 경기 전략 수립을 위한 목적으로 웨어러블 디바이스 제품이 활용되고 있다(이연중, 2017).

이러한 사례를 기반으로 겨루기 선수에게도 적합한 웨어러블 기기가 개발되어 도입한다면 경기 중 선수의 심박수를 비롯한 활동량을 파악하고 피로 정도, 부상 형태, 경기 유형(공격형, 방어형)을 분석할 수 있을 것이다. 히트맵을 활용하여 경기유형을 시각화한 이상용, 박재현(2022)의 연구에 따르면 열 분포 범위의 차이를 통해 수비형 선수와 공격형 선수를 구분하였지만, 공격 기술, 경기상황, 경기회전별 히트맵은 확인하지 못하였다. 또한 이러한 한계점은 웨어러블 기기, 인공지능을 활용한 선수위치 트래킹 등의 방법으로 접근해볼 필요가 있다고 제안하여 태권도 겨루기 선수의 웨어러블 기기 도입을 제안하였다. 이미 다수의 경기종목에서 웨어러블 기기가 적용되고 있으며 대부분 심박수, 산소 소비량, 적용 거리, 속도 및 기타 관련 매개 변수에 대한 데이터를 측정하고 있다. 웨어러블 기기는 경기력을 분석하고 선수의 피로도 등을 파악하여 과도한 훈련을 최

소화하고 운동 능력 향상을 목적으로 활용되고 있다는 관점에서 겨루기 선수의 과학적인 관리를 위한 웨어러블 기기의 도입이 필요하다.

2. 품새

1) AI 기술을 이용한 판정시스템

품새 경기는 크게 정확도와 표현력으로 구분하여 심판의 주관적 생각으로 판정이 이루어진다. 심판의 재량에 의해 이루어지는 평가가 모두 불공정하다고 일반화할 수 없지만, 표출과정에서 평가의 기준이 명확하지 않다면, 지도자와 선수는 편파 판정이 존재한다고 인식(신성진, 2021)할 수 있다. 이러한 판정에 대한 불신은 선수의 경기력에 영향을 미칠 수 있으므로 성공적인 품새 종목의 경기화를 위해 해결해야 하는 문제 중 하나이며 AI 기술을 도입하여 판정의 신뢰도를 높이는 방안에 대한 논의가 필요하다.

품새는 구성 동작 수행 이외에도 속도와 힘, 강유, 완급, 리듬 등의 조화, 기의 표현에 대한 표현력 평가도 동시에 이루어져야 한다. 이에 대해 홍영준, 박상현, 최유리(2022)는 품새의 평가 기준 중 정확도 부분에서 판정의 보조자료로 AI 기술을 활용하는 것을 제안하였으며, 김형준, 박주식(2023)은 품새 경기의 공정성과 객관성을 확보하고, 나아가 품새 경기가 발전하기 위해서는 AI와 같은 기술의 도입이 필요하다고 언급하여 본 연구의 관점과 일치하고 있다. 특히 AI 기술을 활용한 판정의 범위가 명확하게 설정된다면 공정한 경쟁 환경을 제공할 수 있다고 하여 AI 기술 도입을 긍정적으로 예견하였다. 이에 품새의 동작 오류, 신체에 비례한 기술의 발현 높이 및 가동범위 등에 대한 정확한 표현에 한정하여 AI 기술을 활용한 평가가 이루어진다면 품새 선수의 기량 평준화로 인한 판정의 불만족도 역시 낮아질 것으로 판단된다.

이외에도 자유품새 역시 AI 기술 도입이 필요하다고 판단된다. 자유품새는 한 명의 심판이 1분 이내에 10가지의 항목에 대해 평가해야 한다. 특히 기존 품새 영역에서 수련하지 않았던 뛰어엮차기(뛰어 높이), 뛰어 앞차기(발차기 수), 회전 발차기(회전각), 연속발차기, 아크로바틱 기술의 등장으로 심판에 대한 전문성은 더욱 요구되고 있다. 송선영, 임신자(2020)는 자유품새 심판은 음악, 연출, 기술 등의 전문성을 갖추어야 하나, 혼자서 다양한 분야의 전문성 강화가 어려울 수 있으므로 분리 채점으로 전문성을 강화할 수 있다고 지적하였다. 이러한 분리 채점의 방안 중 하나로

AI 기술을 도입하여 차기 횡수와 회전 횡수, 겨루기 발차기 구성 요소, 아크로바틱 기술의 높이와 회전수 등을 분석한 객관적인 판정을 담당하는 것을 제안한다.

주관적 판정의 대표적인 종목인 체조는 2개의 3D 레이저 센서가 초당 200만 번의 레이저를 선수에게 쏘 움직임을 기록한 뒤 기술의 성공 여부, 가점과 감점을 판단하는 방식으로 AI 기술을 활용하는 기술을 개발(장현구, 2018, 11월 21일)한 상태이며 적용 시점에 대한 논의가 이루어지고 있다. 품새 종목 역시 AI 기술 도입으로 필수기술 수행 여부 및 난도 평가 등 정확도 평가 부분에 AI 기술을 활용한다면 판정 전문성은 높이고 축적된 데이터로 판정 오류 사항을 분석하여 개선방안을 수립하는 데 유용하게 활용될 것이다.

2) 가상현실기술을 활용한 훈련시스템 도입

상대에 따라 유동적인 전술이 운용되는 겨루기, 보조자와의 호흡이 격과 성공물에 중대한 영향을 미치는 격과 종목에 비해 품새는 외부에서 발생하는 변수가 상대적으로 적은 종목이다. 이러한 특성은 가상공간을 활용한 훈련시스템의 적용 가능성이 크며, 그 효과 또한 기대할 수 있다. 품새는 수천 번의 반복 수련을 통해 호흡, 시선, 손기술과 발기술 등을 가장 안정적이고 정확하게 표현해내는 과정이다(김수연, 이강구, 2016). 특히 선수의 기량이 비슷한 경우, 미세한 움직임과 실수로 인한 감점이 판정을 내리는 기준이 되기 때문에(ZHOU WEINAN¹, 조성균, 2022) 완벽에 가까운 수행을 위해 차별화되고 과학화된 훈련시스템이 필요하다.

가상현실기술을 적용한 가장 대중적인 스포츠 사례는 스크린골프이다. 고속카메라를 통해 골프공의 위치와 속도, 수행자의 움직임을 분석하고, 공의 궤적을 시뮬레이션한다. 야구는 상대 투수의 시뮬레이션을 제공하는 해당 소프트웨어를 통해 투수의 구속뿐만 아니라 투구 움직임, 공을 던지는 릴리 포인트 등을 확인하는 선행학습을 통해 경기력이 향상된 사례(정재호, 2022, 3월 16일)가 있다. 이 외에도 미식축구, 농구, 사이클 종목에서도 가상현실을 이용한 훈련을 적용하고 있다(강승진, 2021, 4월 20일). 최근에는 XR기술과 360° LED 파노라마 플로어 기술을 융합한 훈련시스템이 국내 최초로 개발되었다. 이 기술로 크로스컨트리와 바이애슬론이 계절에 상관없이 훈련이 가능하며 양궁, 핸드볼, 아이스하키 등이 공간에 구애받지 않고 훈련이 가능해졌다(전영지, 2023, 4월 27일).

폼새는 앞·뒤·좌·우로 움직이며 동작을 수행하기 때문에 XR 기술과 360° LED 파노라마 플로어 기술을 융합한 훈련시스템을 폼새 훈련에 도입한다면 3차원 좌표추적을 통해 자신의 동작을 분석하고 개선할 기회를 제공할 수 있다. 수집된 자료는 타 선수와의 비교가 가능하여 개인의 역량을 높이는 데 활용할 수 있을 것이다. 또한 가상의 훈련 공간에서 가상의 팀원과 합을 맞출 수도 있으며, 선수의 심박수와 호흡 측정을 통해 심폐지구력 및 긴장도를 파악할 수 있다. 버지니아주립대학 폴리테크닉 연구소의 보고서에 따르면 가상현실 기술을 활용한 스포츠 훈련은 스포츠 생체 역학적 측면과 스포츠 심리학 분야에서 유용하게 활용된다고 하였다(최주연, 2021, 4월 8일). 폼새는 상대 선수 및 보조자 없이 혼자서 주어진 동작을 수행해야 하는 만큼 심리적 요인도 매우 중요하기 때문에 가상현실기술을 활용한 훈련시스템 적용이 가장 효율적인 종목이라 판단되며, 적용 가능성도 긍정적으로 전망한다.

3. 격파

1) AI 기술을 이용한 판정시스템

태권도 수련영역 중 가장 마지막으로 경기화 된 격파는 경쟁 구도에서 우위를 선점하고자 하는 선수들의 노력으로 새로운 격파 기술의 개발이 빠른 속도로 이루어지고 있다. 격파 경기의 질적 향상을 위해서는 새롭게 등장한 기술에 대한 판정의 전문성도 뒤따라야 하며 AI 기술의 도입으로 판정의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 전망한다. 현재 격파는 감점 사항만 확인하는 심판을 따로 두거나 심판 중 한 명이 영상판독을 담당하고 있다. 이는 선수가 경연하는 1분 이내에 심판이 정확도와 표현력, 감정 사항까지 모두 파악하여 판정하기에 무리가 있어 도입된 제도이다. 그러나 격파는 선수 단독이 아닌 보조자와 함께 경연하기 때문에 여러 명의 보조자가 좁은 공간에 겹쳐있어 한 방향으로 촬영되는 영상으로 판독하기 어려운 사각지대가 종종 존재한다. 이에 대해 방인주, 안근아(2022)는 보다 정확한 기술을 판정할 수 있는 전자기술이 도입되어야 한다고 지적하였다.

카메라를 이용해 춤 동작을 읽어 점수를 매기는 ‘저스트 댄스’ 같은 게임은 매년 새로운 시리즈를 이어갈 만큼 인기가 높고, 골프 스윙의 정확도를 분석하는 골프픽스 등의 앱이 자연스럽게 우리 일상에 녹아 있다(최호섭, 2021, 6월 30일). 이는 격파 기술의 동작분석이 기술적으로 어렵지는

않다는 것을 의미한다. 특히 격파 경기는 선수가 경연에 참여할 격파 기술이 필수로 정해져 있거나 경연 전 대회 주최 측에 등록하기 때문에 다량의 축적된 데이터들을 바탕으로 딥러닝을 이용한다면 가능하다고 전망한다. 즉 AI 기술을 활용하여 선수의 착지 동작분석, 제한 시간 초과, 경기장 이탈 등 객관적 평가 영역의 도입을 시작으로 선수의 신장에 따른 격파물 높이 및 격파물 간의 거리에 대한 수치 산출로 평가에 반영하거나 격파물의 위치를 파악하여 미세한 움직임까지 찾아낸다. 나아가 선수의 회전각도, 체공 높이 등까지 인공지능을 활용하여 평가에 반영할 수 있을 것이다. 이러한 AI 기술을 이용한 판정 시스템이 개발되어 도입된다면 현 심판들은 컴퓨터가 평가할 수 없는 영역인 표현력 평가에 더욱 집중할 수 있을 것이며, 객관적인 평가의 기준이 명확해져 평가의 논란은 줄이고 신뢰도는 높은 경기 운영이 이루어질 것으로 전망한다.

2) 전자격파물 및 키오스크 도입

격파 경기에서 주로 사용하는 격파물인 송판에 대해 방인주, 안근아(2022)는 대량으로 생산되는 공산품으로 불량이 존재할 수 있어 일관성의 문제가 발생할 수 있다고 하였으며, 방인주, 장권(2022)은 파지 시 파편으로 인해 부상의 위험에 노출되어 있다고 지적하였다. 또한 이법선(2023)은 송판도 경기에 쓰이는 용품이라는 관점에서 겨루기 경기의 몸통, 얼굴 보호대 등은 공인 절차를 거치는 반면 태권도 격파 경기의 송판은 대회마다 다른 제품을 사용하여 경기 공정성을 저해하는 요인이라고 하였다.

이러한 의견을 근거로 송판으로 인한 문제점을 개선하고자 겨루기 경기에서 사용하는 전자호구 시스템을 모방한 전자격파물 도입을 제안하고자 한다. 전자격파물은 격파물 내 전자 시스템을 적용하여 차기의 충격량을 측정하여 완파 여부를 판가름하여 표출하는 방식을 사용한다. 구체적으로 격파 시 선수의 발의 부위, 격파물 내 충격 위치와 충격량 등을 합산하여 완파 여부가 표출되는 방식이다. 이미 일부 대회에서 전자 시스템을 이용한 위력 측정 도구가 사용되고 있는 상황을 고려하였을 때 보조자가 잡기 편하고 기존 송판이나 타켓 등과 유사한 디자인으로 개발된다면 전자격파물 적용 역시 긍정적으로 판단된다.

이외에도 원활한 경기 진행을 위한 키오스크(무인정보단말기) 도입을 제안한다. 현재 격파 경기는 선수가 경연에 참여할 격파 기술을 수기로 적어 제출하면, 대회 주최 측에서 이를 입력하여 심판들의 평가 시스템에 적용하는 구조

로 이루어진다. 예선전의 경우 대회 주최 측에서 필수기술을 지정하거나 대회 참가 신청 시 기술 입력이 이루어지고 있지만, 준결승 및 결승의 경우 대회 현장에서 기술 제출이 이루어지기 때문에 수기로 작성한 내용을 전산상에 입력하는 시간이 소용됨으로 경기 지연의 원인이 될 수 있다. 또한 입력 과정에서 선수가 제출한 기술과 주최 측에서 입력된 기술이 다를 수 있다. 이러한 오류를 줄이고자 대회 장내 키오스크를 마련하여 준결승 및 결승 진출이 확정된 선수들이 경기 직후 바로 기술을 입력할 수 있는 환경을 제공한다. 현재 격파 경기의 주선수층이 10대에서 30대인 것(국기원, 2023)을 고려했을 때 격파기술 입력용 키오스크 도입은 디지털 장벽이 낮은 선수들을 위한 환경적 변화이며, 원활한 격파 경기 진행과 함께 오류를 최소화하는 질 높은 경기 운영에 도움이 될 것으로 전망한다.

IV. 결 론

4차 산업혁명은 스포츠와 관련된 시장을 다양한 방식으로 변화시키고, 관련 기술은 우리가 생각하는 범위보다 다양하게 접목되고 있다(구강본, 2023). 스포츠계의 전자기술 도입이 공정한 스포츠 환경을 조성하는 데 긍정적으로 작용하고 있다는 관점에서 이 연구는 태권도의 경기종목별로 전자기술 도입의 사례를 통해 현재를 살펴보고 이를 기반으로 미래를 전망하여 태권도 경기문화 발전에 전자기술 도입의 중요성과 필요성을 피력하고자 하였으며 결론은 다음과 같다.

첫째, 태권도 경기종목에 따른 전자기술 도입을 살펴본 결과 공통적으로 판정에 대한 논란을 줄이고 이에 대한 신뢰성 회복을 위한 목적으로 영상판독 시스템이 도입되었음을 알 수 있었다. 다만 겨루기와 격파에서는 큰 역할을 하는 반면, 품새에서는 시도만 되었을 뿐 현재는 시행하지 않는 것을 알 수 있다. 또한 전자화된 용품은 겨루기가 가장 활발하게 활용되고 있었으며 격파는 일부 대회 일부 종목에서 미진하게 활용되고 있었다. 품새는 COVID-19 영향으로 모든 집합 활동이 금지된 상황에서 온라인 스트리밍을 통해 국내대회는 물론 세계대회까지 가장 활발하게 개최하였다.

둘째, 태권도 경기종목에 따른 전자기술의 미래를 전망한 결과 태권도의 모든 종목이 고르게 경기화 되기 위해서는 공정한 경쟁 기회에 따른 과학적인 판정이 이루어져야

한다는 관점에서 AI 기술을 도입하여 보다 전문적인 판정이 이루어져야 한다. 또한 판정 이외에 선수 개인을 체계적으로 관리하여 역량을 높이고 뛰어난 경기 전략 수립에 근거가 될 수 있는 데이터를 추출할 수 있는 전자기술에 관한 고민도 이루어져야 한다. 겨루기는 웨어러블 장비를 도입하여 선수 개인의 데이터를 추출하여 관리하고, 품새는 가상현실시스템을 도입하여 훈련환경의 과학화를 제안하였다. 격파는 용품의 과학화를 위해 전자격파물을 도입하고 키오스크 시스템을 활용한다면 경기운영의 질적 향상에 도움이 될 것이다.

그러나 이러한 전자기술이 도입되기 위해서는 관련 장비와 도구 개발이 필요하며 막대한 예산도 편성되어야 한다. 다만 이 연구에서 제안한 AI 기술을 이용한 판정시스템, 가상현실기술, 웨어러블, 전자격파물 등이 이미 타 스포츠 종목에서 활용되고 있거나 일부 개발이 완료되었기에 도입이 불가하지 않고 태권도 경기종목별 특징을 고려하여 적용한다면 그 가능성을 크게 예상한다.

그러나 전자기술 도입에 대한 우려의 목소리도 제기되고 있다. AI 기술을 이용한 판정시스템이 도입되면 심판의 역할은 상대적으로 축소(김동진, 2016)되거나, 경기의 매력과 감동을 상실시킬 수 있다(이지유, 2023.08.16.)는 것이다. 그러나 전자기술을 활용한 경기에서 최종적인 판정은 결국 사람이 하는 것이며, 전자기술을 활용하고 이에 대한 인식을 발전시키는 역할 역시 사람의 몫이다. 또한 전자기술을 활용한 과학적이고 공정한 경기문화는 태권도가 경기종목으로써 발전을 이끄는데, 보태고 더하는 역할을 맡게 될 것이다.

스포츠와 전자기술의 융합이 지속해서 이루어지고 있는 시점에서 태권도의 모든 종목이 스포츠 종목으로서 자리 잡기 위한 현장의 노력을 비추어볼 때 전자기술의 도입이 그리 늦어지지 않을 것으로 판단된다. 덧붙여 이와 관련된 연구가 학계에서도 지속되어 미래 태권도 발전에 도움이 되는 전자기술의 효과적인 도입이 이루어지길 바란다.

References

- 강승진(2021.04.20.). 너 이런 공 던지는구나? VR로 훈련하는 MLB. 게임뉴스, <https://www.inven.co.kr/webzine/news/?news=254729>
- 고정진, 김민수, 김대희, 김태중(2019). 스포츠산업 일자리 창출을 위한 관련 법령개정 방안 연구: [스포츠산업 진흥법] 개정안을 중심으로. 체육과학연구, 30(4), 746-759.

- 구강본(2023). 4차 산업혁명에 따른 스포츠콘텐츠의 전개 양상. **한국체육철학회지**, 31(1), 39-50.
- 구강본, 김상범(2018). 4차 산업혁명에 따른 스포츠계의 대응 과제. **한국체육철학회지**, 26(2), 7-17.
- 국기원(2023). **2023 태권도 실태 조사**. 서울: 국기원
- 국기원(2019). **태권도 용어 사전**. 서울: 국기원
- 국기원(2017). **심사 평가기준 연구 및 품새 측정 시스템 개발: 태권도 동작분석시스템 연구**. 서울: 국기원
- 권규리, 유정애(2022). 태권도 선수의 온라인 세계태권도품새선수권대회 우승 경험 탐색. **국기원 태권도연구**, 13(2), 11-20.
- 기재석, 정동화(2017). 보급형 태권도 전자호구시스템 개발 연구. **한국웰니스학회지**, 12(4), 639-645.
- 김기남, 이승민(2023). 대학 태권도 격파선수의 자기결정성과인 지된 경기력 관계에서의 팀 응집력의 매개효과 검증. **국기원 태권도연구**, 14(1), 37-48.
- 김나혜(2021). 4차 산업혁명으로 인한 태권도 문화의 변화. **무예 연구**, 15(3), 39-67.
- 김대현(2012). 태권도 경기의 전자호구 도입 전·후 경기내용 비교·분석. 미간행 석사학위논문, 명지대학교 기록정보과학전문대학원.
- 김동진(2016). 공정한 스포츠경기를 위한 전자심판기 및 영상판정제 도입강화에 관한 연구. **스포츠엔터테인먼트와 법**, 19(3), 45-62.
- 김민규(2020). 스포츠와 4차 산업혁명 과학기술간 융합연구 및 산업촉진을 위한 법제 연구. **한국체육학회지**, 59(4), 283-293.
- 김민규, 박찬민, 김승환(2022). 스포츠정책의 속성과 커뮤니케이션 특성이 스포츠정책 수용과 확산에 미치는 영향. **스포츠엔터테인먼트와 법**, 25(3), 49-70.
- 김봉경(2022). 전자호구의 경험가치가 선수감정반응을 통한 충성도에 미치는 영향: 태권도 관여도의 조절효과. **세계태권도문화학회지**, 13(2), 103-119.
- 김봉석, 정국현(2023). 태권도선수의 파워태권도 경기력 향상을 위한 기술 분석. **한국체육과학회지**, 32(1), 801-810.
- 김수연, 이강구(2016). 태권도 품새 선수의 지도자 신뢰와 스포츠 자신감 및 품새 수행능력의 관계. **국기원 태권도연구**, 7(3), 131-147.
- 김수정, 최성배(2018). 4차 산업혁명과 태권도 교육인식의 미래. **세계태권도문화학회지**, 9(3), 1-14.
- 김순영, 이아름(2020). 태권도 겨루기 경기의 현황과 발전방향. **무예연구**, 14(2), 23-38.
- 김창완(2016.09.06.) 발로 연지곤지? 태권도 전자호구에 대한 오해. 데일리안, <https://www.dailian.co.kr/news/view/588032/?sc=naver09.06.>
- 김태민, 박택용, 이진호(2023). 태권도 품새 전국체육대회 정식종목 탐색. **국기원 태권도연구**, 14(3), 113-124.
- 김형준, 박주식(2023). 태권도 품새 경기 결과의 신뢰도 분석. **코칭능력개발지**, 25(1), 231-237.
- 남정수, 윤나영, 이제훈(2021). 전자호구 도입 후 대학 태권도 선수들의 부상 및 치료 실태. **대한체질인류학회 학술대회 연례 초록**, 64, 42.
- 대한태권도협회(2020). **품새경기규칙**. 대한태권도협회 홈페이지, https://www.koreataekwondo.co.kr/d008?index=&category_id=2
- 류호경(2020.02.29.). 품새, 영상판독 제도 도입...자유품새 100초로 확대. 태권도신문, <http://m.tkdnews.com/news/articleView.html?idxno=53249>
- 박동영, 반은아(2020). 태권도 시범경연대회 격파 채점기준에 관한 심판의 인식-2019 태권도원 경연대회 시범부문을 중심으로. **무예연구**, 14(3), 103-123.
- 박상우, 박규량, 유영훈(2022). 대학 태권도 격파선수의 심판판정 인식이 경쟁상태불안과 인지된 경기력에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 24(5), 63-70.
- 박성진, 황영찬(2017). 4차 산업혁명의 스포츠 현장 적용을 위한 탐색적 연구: 소셜 빅데이터 활용 방안을 중심으로. **한국체육학회지**, 56(4), 397-413.
- 박세원(2020). 4차 산업혁명 시대 ICT 융합 체육 수업의 미래 전망: 초연결, 초지능, 초실감 기술을 중심으로. **한국초등체육학회지**, 26(3), 43-58.
- 박현호, 원동현(2023). 지속가능한 태권도 이벤트 비즈니스를 위한 ICT 전략 활용. **현대사회와 안전문화**, 6(1), 18-36.
- 방인주, 안근아(2023). 태권도 품새 경기의 올바른 판정을 위한 방안 탐색. **한국스포츠학회지**, 21(2), 565-573.
- 방인주, 안근아(2022). 태권도 격파경기의 송판 완파 판정에 대한 문제점과 개선방안 탐색. **한국스포츠학회지**, 20(3), 771-779.
- 방인주, 안근아(2022). 태권도 격파경기의 부상방지에 관한 연구. **한국스포츠학회지**, 20(4), 713-721.
- 방인주, 이용주(2020). 세계태권도한마당 개인종합격파의 점수판정에 관한 개선방안 탐색. **한국스포츠학회지**, 18(3), 1177-1185.
- 방인주, 장권(2022). 태권도 격파경기의 개선방안 탐색. **스포츠사이언스**, 40(3), 257-265.
- 배진남(2019.08.14.) 4D 리플레이·경기북 첫선...태권도, 도쿄올림픽 준비 착착. 연합뉴스, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20190814113700007?input=1195m>
- 백남섭(2020). ICT 기술이 태권도 분야에 미치는 기술·문화적 발전 방향에 관한 문헌 고찰. **차세대융합기술학회논문지**, 4(4), 419-429.
- 변인호(2023.04.19.). AI가 태권도 경기 심판 본다. IT조선, https://it.chosun.com/site/data/html_dir/2023/04/19/2023041900940.html
- 서성원(2020.12.09.). 온라인 세계품새대회 '선수·심판·방송' 실시간 고품격 진행. 태권박스미디어, <http://www.tkdbox.com/%ec%98%a8%eb%9d%bc%ec%9d%b8-%ec%84%b8%ea%b3%84%ed%92%88%ec%83%88%ec%84%a0%ec%88%98%ea%b6%8c%eb%8c%80%ed%9a%8c-%ec%84%a0%ec%88%98-%ec%8b%ac%ed%8c%90-%eb%b0%a9%ec%86%a1-3%ec%9c%84-%ec%9d%bc%ec%b2%b4/>
- 서성원(2021.02.17.). KTA, 시범경연 규정 제정해 '공식대회'로 전환. 태권박스, <http://www.tkdbox.com/%ec%9d%b4%ec%8a%88-cta-%ec%8b%9c%eb%b2%94%ea%b2%bd%ec%97%b0-%ec%a0%95%eb%b9%84%ed%95%b4-%ea%b3%b5%ec>

- %8b%9d%eb%8c%80%ed%9a%8c%eb%a1%9c-%ec%a0%84%ed%99%98/
- 석류(2021.01.16.). [WTPTA칼럼] 맨붕! 놀면 뭐하니? 심리기술 훈련 '탁월성의 원'. 무카스미디어, <https://mookas.com/news/17823>
- 성환희(2022.02.03.). 태권도, 2028 LA 올림픽 정식 종목...8회 연속 패거. 한국일보, <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2022020315430004482?did=NA>
- 송민규, 이원미(2022). 온라인태권도대회 참가자의 심판판정 인식과 참여만족 및 재참여 의사의 관계. **한국융합과학회지**, 11(11), 77-91.
- 송선영, 임신자(2020). 자유품새 채점규정에 근거한 심판판정 및 발전방안. **무예연구**, 14(1), 85-102.
- 신성진(2021). 대학교 태권도선수의 자기관리와 경쟁상태불안 및 경기력의 관계. **Asian Journal of Physical Education of Sport Science**, 9(5), 55-73.
- 연기영(2018). 4차 산업혁명시대 스포츠법학의 과제. **Coach-Leader**, 25(1), 8-8.
- 유재구, 김석규, 하정희(2023). 4차 산업혁명 기술수용을 통한 스포츠 일자리 정책제언. **스포츠엔터테인먼트와 법**, 26(2), 151-171.
- 윤수한, 김용은(2020). 올림픽 정식종목 채택을 위한 품새경기의 방향 탐색. **국기원 태권도연구**, 11(1), 167-189.
- 윤영길(2021). 축구경기력 영향 심리요인 연구와 현장적용에 4차 산업혁명 첨단기술의 도입가능성. **한국스포츠심리학회지**, 32(2), 119-132.
- 이동현, 임재구(2021). 4차 산업혁명 시대 스포츠의 사회·철학적 함의. **한국스포츠학회지**, 19(1), 291-301.
- 이법선(2023). 태권도 격파(시범)대회의 문제점 및 활성화 방안 연구. 미간행 박사학위논문, 단국대학교 대학원.
- 이상용, 박재현. (2022). 히트맵을 적용한 태권도 겨루기 경기유형 분류. **한국체육측정평가학회지**, 24(1), 1-14.
- 이선장, 김두한(2019). 태권도 산업의 미래 방향성. **한국스포츠학회지**, 17(2), 367-374.
- 이애연(2022). 비대면 수업을 대비한 4차 산업혁명 기술과 태권로빅 융합 방안. **한국엔터테인먼트 산업학회논문지**, 16(6), 197-208.
- 이연중(2017). 상상 속 웨어러블 디바이스, 스포츠 현실 속으로 파고들다. **스포츠과학**, 139, 30-35.
- 이용석(2022.05.11.). 일본은 지금 '스포츠테크' 전성시대! 야구의 '플라이볼 혁명'이 대표적...시장 급성장 전망. 한국무역신문, <https://www.weeklytrade.co.kr/news/view.html?section=1&category=136&no=80597>
- 이원재(2020). 태권도 전자호구(PSS)의 과거, 현재 그리고 미래. **대한무도학회 학술대회자료집**, 2020, 12-18.
- 이원재, 최창환(2020). 태권도 전자호구 관련 뉴스기사의 이슈: 토픽모델링과 의미연결망 분석의 적용. **한국체육측정평가학회지**, 22(4), 41-53.
- 이유미(2023.05.25.). '태권도 겨루기' AI가 심판..숏트&에이아 이비즈, 특허 공동출원. 머니투데이, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2023052516210143620>
- 이정학, 김도엽, 최경환, 조혜경(2021). 온라인 태권도 품새대회 참여자의 참여동기가 스포츠 태도 및 운동지속의도에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 30(3), 541-552.
- 이지유(2023.08.16.) AI 심판시대, 혁신과 한계 사이. 스포츠동아, <https://sports.donga.com/sports/article/all/20230816/120727362/2>
- 이지혜(2020). AI 전문가 양성을 위한 산학프로젝트 교육 프로그램 개발연구: 대학교육 중심으로. **한국디자인문화학회지**, 27(2), 375-383.
- 이종목(2023). 빅데이터 분석을 통한 초등학생 관련 태권도 연구 동향 분석. **한국초등체육학회지**, 29(1), 83-93.
- 이준석, 김종수. (2018). 태권도 시범단원의 시범공연 전 불안요인 탐색. **한국스포츠학회지**, 16(4), 1129-1137.
- 임대준(2023.09.21.). AI로 선수 속도 측정...FIFA, '축구화 추적 시스템' 승인. AI타임스, <https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=153833>
- 임신자, 석류, 광정현(2023). 세계태권도연맹 겨루기 경기규칙의 문제점 및 개선방안. **국기원 태권도연구**, 13(4), 71-82.
- 장권, 김종수(2019). 태권도 격파대회 경기규정 변화의 시계열적 경향성: 기술력과 중심으로. **한국스포츠학회지**, 17(4), 1197-1208.
- 장용석(2020). 가상현실(VR) 시스템 발달이 낳을 스포츠콘텐츠 산업의 미래. **한국스포츠학회지**, 18(4), 1-11.
- 장현구(2018.11.21.). 국제체조연맹 '3D 기술·AI 심판' 월드컵 대회부터 시험 가동. 연합뉴스, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20181121057600007?input=1195m>
- 전경란(2019). 4차 산업혁명 시대 콘텐츠산업 정책 인식에 관한 연구. **애니메이션연구**, 15(2), 122-142.
- 전영지(2022.06.13.). 국민대, '태권도 차세대 AI 전자판정 시스템' 개발 완료. 스포츠조선, <https://sports.chosun.com/sports-news/2022-06-13/202206130100087720005587?n1>
- 전영지(2023.04.27.). "우리도 이제 XR훈련이 가능해졌어요!" 스포츠XR 시연 '크로스컨트리 국내' 변지영의 벽찬 소감[스포츠정책과학원 XR시연회]. 스포츠조선, <https://sports.chosun.com/sports-news/2023-04-27/202304280100227770028912>
- 정재호(2022.03.16.). '2088억원 찍팻' 타자 맷 올슨을 탈바꿈시킨 첨단 'VR 훈련. 아시아투데이, <https://www.asiatoday.co.kr/view.php?key=20220316010008889>
- 차영남, 김종수, 신호철(2023). 대학 태권도 격파 선수들의 심판 판정인식이 경기스트레스에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 25(3), 63-69.
- 최정호, 이제욱(2019). 스포츠 4차 산업혁명 기술의 효과적 융합을 위한 법·제도적 개선방안. **한국사회체육학회지**, 75, 61-77.
- 최주연(2021.04.08.). 실감 콘텐츠, VR 가상현실로 즐기는 실내 스포츠! LX 한국국토정보공사 공식 티스토리, <https://lxland1.tistory.com/147>
- 최진우(2012.08.20.). 런던올림픽, 태권도 영구종목 잔류에 기폭제 역할. 국제태권도신문, <http://www.tkdenn.com/news/333>
- 최호섭(2021.06.30.). [스페셜리포트] ② AI로 스포츠 심판이 바뀐다...오심 논란은 완전히 사라지게 될까. AI타임스,

- <https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=139317>
- 한남희(2023). 스포츠융복합산업이 시장가치망의 파생시장 일차리에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 62(1), 435-442.
- 한남희, 양도업, 최세희(2020). 4차산업혁명과 스포츠융복합산업의 적용 사례 분석. **한국스포츠학회지**, 18(3), 821-834.
- 한혜진(2014. 11. 17.). 대도(Daedo), 전자 헤드기어 99.9% 정확성에 도전. 무카스미디어, <https://mookas.com/news/14060>
- 홍상민(2019). 제4차 산업혁명으로 인한 스포츠 과학의 미래. **한국체육과학회지**, 28(3), 775-784.
- 홍영준, 박상현, 최유리(2022). 태권도 품새 경기 판정 공정성 향상을 위한 AI 기술 도입 방안 탐색. **한국체육학회지**, 61(6), 427-439.
- 홍일화(2020). 신문 빅 데이터를 바탕으로 본 4차 산업 스포츠. **한국스포츠산업경영학회지**, 25(3), 1-9.
- 황정현(2018). 4차 산업혁명시대의 스포츠, 그리고 인간의 감정. **한국체육철학회지**, 26(3), 7-18.
- Schwab, K.(2016). *The Fourth Industrial Revolution*, (KJ Song, Trans.). Seoul, Korea: MegaStudy. (Original Work published 2016).
- ZHOU WEINAN, 조성균(2022). 국제 태권도대회 엘리트 품새 선수의 승부근성, 경기수행능력 및 인지된 경기력의 관계: 성장 마인드셋의 조절된 매개효과. **국기원 태권도연구**, 13(4), 45-58.

Current Adoption Status and Future Prospects of Electronic Technology in Relation to Taekwondo Competition

Lee, Mi-Yeon^{1*}

1. Taekwondo research institute of Kukkiwon, Researcher

Abstract

Purpose The purpose of this study is to analyze the current adoption status of electronics technology application in various Taekwondo competitions and use these case studies to predict future trends.

Method This study analyses and discusses the findings from the literature review that focuses on the convergence of fourth industrial technology with sports or martial arts.

Results First, as a result of the current adoption status of electronics technology in Taekwondo competitions, electronic body protectors and headgear equipment, along with a video assistant referee (VAR) system were used in sparring. Poomsae held online competitions most actively. Moreover, there were specific efforts to adopt a VAR system, but the system did not actually applied to the competition. Breaking had adopted VAR system and some competitions were using electronic breaking equipment. Second, as a result of forecasting the future of electronic technology in Taekwondo competitions, the adoption of a referee system and wearable devices using AI technology was predicted in sparring, and the adoption of a judgment system using AI technology and a training system using virtual reality technology was suggested in Poomsae. For breaking, the adoption of a judgment system, electronic breaking equipment, and kiosks using AI technology was predicted.

Conclusion The AI-based referee system, virtual reality technology, wearable devices, and electronic breaking equipment proposed in this study are already being used in other sports or have been partially developed. By adapting these technologies to the specific characteristics of each Taekwondo competition, we may enhance fairness in judging and improve athlete performance. Furthermore, this approach will contribute to the scientific advancement of Taekwondo competitions.

Keywords Taekwondo, Competitions, Electronic-Technology, Current-Adoption-Status, Future-Prospects

논문투고일: 2023.10.26.

논문심사일: 2023.11.27.

심사완료일: 2023.12.19.

논문발간일: 2023.12.30.