체육과학연구, 2016, 제27권, 제3호, 631-643.
Korean Journal of Sport Science
2016, Vol. 27. No. 3, 631-643.

A Study to Visualise Badminton Single Match Using the Parallel Coordinates

Joonseok Yang & Sungje Park*
Chung-Ang University

This study aims to visualize the data regarding the entire rally and the final 5 strokes in a badminton single match and to present its analysis method using the parallel coordinate system. For this study, were used the videos of three games of the final, semifinal, quarterfinal in the '2014 National Fall Badminton Championship' where the L Player of Gyeonggi C university won championship. Herein, the data was collected utilizing a tagging technique of Dartfish (Ver 8.0), in terms of shuttlecock ball direction, judgment of final kill stroke, and used technique. The data collected were classified and condensed using Excel 2013 program, and the parallel coordinates, which is provided with free open source through D3js.org, was utilized as a data visualization tool. As the results; first, the entire rally of single matches in badminton was visualized; second, as an analysis method of data visualization in relation to final 5 strokes, game pattern analysis, attack success course analysis by players and techniques, attack failure course analysis by players and techniques, and a plurality of selected condition analysis by players and techniques could be presented. In future, when processing subsequent studies that can provide us together with numerically analyzed data as well as visualization through a parallel coordinate system, it is expected that this study could be applicable to a variety of events and utilized in the actual sports games.

Key words: Badminton, Parallel Coordinates, Data Visualization, Dartfish Tagging KISS

서 론

디지털 경제의 확산으로 규모를 가늠할 수 없는 방대한 정보와 데이터가 생산되는 '빅데이터(Big Data)' 환경이 도래하고 있다(Jung, 2012). 빅데이터란 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 규모가 방대하고 생성 주기가 짧으며 데이터의 형태도 다양한 대규모 데이터를 의미한다. 초기 기업 차원의 마케팅 활동을 목적으로 사용되었던 빅데이터 분석은 현재 스포츠 분야에서 경기의 승패를 좌지우지할 정도로 중요한 역할을 하고 있으며 축구, 야구, 테니스 등 그 적용 영역이 지속적으로 확대되고 있는 추세이다. 과거스포츠 경기에서 감독, 코치, 선수의 행동이나 의사결정은 대부분 그들 자신의 경험과 감각에 의존하였지만(Lee, 2004) 과학적인 분석방법과 선수의 상태를 실시간으로 추적할 수 있는 최첨단 장비의 도입으로 현대스포츠 경기는 체계적인 분석과 효과적인 의사결정이 가능해졌다(Heo & Kim, 2014; Jang, 2015).

2014년 브라질 월드컵에서 독일 대표팀은 SAP사의 '매치 인사이트(Match Insights)' 빅데이터 분석 프로그램을 통해 과학적인 전술과 전략을 구사하였고 그 결과 월드컵 우승을 차지할 수 있었다(Interfootball, 2014). 이렇듯 스포츠 현장에서 빅데이터 분석은 경기력 향상, 전술 및 전략 마련, 경기 승·패 예측 등 다양하

논문 투고일 : 2016. 07. 11.
논문 수정일 : 2016. 08. 08.
게재 확정일 : 2016. 09. 05.
* 저자 연락처 : 박성제(sungjes@cau.ac.kr).

게 활용되고 있으며 빅데이터에 대한 관심과 중요성도 지속적으로 높아지고 있다. 빅데이터는 결과를 도출하기 위한 분석 과정도 중요하지만 분석 결과를 어떠한 형태로 제공할 것인가에 대한 데이터 시각화 측면도 함께 고려해야 한다(Choi et al., 2013). 그 이유는 단순히 숫자나 텍스트로 이루어진 정보보다 시각화된 정보가 분석 결과의 의미를 설득력 있게 전달할 수 있고 비전문가도 내용을 쉽게 이해할 수 있기 때문이다(Choi et al., 2013; Son et al, 2014).

데이터 시각화는 크게 그래프를 생성하는 단계와 그래프를 조작하는 단계로 구성된다(Buja et al., 1996). Kumar & Benbasat(2004)은 지금까지 데이터 시각화 연구들의 고찰을 통해 시각화 연구의 초점이 그래프 생성 단계에서 조작 단계로 옮겨가고 있는 추세라고 보고하였다. 기존 라이브러리에서 제공되는 그래프를 통해 데이터를 시각화할 경우 데이터의 양이 늘어남에 따라 그래프는 더욱 복잡해지기 때문에 가치 있는 정보를 찾아내는데 한계가 있다. 이에 반해 최근 활용도가 높아지고 있는 D3.js 기반 시각화 도구는 버튼 조작에 따른 그래프 변화, 애니메이션 적용 등 확장성과 유연성이 좋고 비전문가도 쉽게 분석할 수 있다는 장점이 있다(Son et al., 2014). 또한 외부 데이터 불러오기, 이동 기능 등과 함께 다양한 유형의 데이터(CSV, JSON, XML 등)를 사용할 수 있고 웹 서버 기반이기 때문에 PC, 스마트폰, 태블릿 등 다양한 환경에서 사용이 가능하다(Jeong, 2015).

Inselberg(1985)의 연구에서 최초로 언급된 평행좌표계(Parallel coordinates)는 평행하게 놓인 좌표축을 통과하는 연결선으로 다변량 관측을 표현하는 것을 의미하며 데이터의 시각화뿐만 아니라 통계분석에서도 유용한 도구로 활용되고 있다(Genning et al., 1990; Wegman, 1990). 평행좌표계는 단순 시각화 단계에서는 일반 그래프와 같이 변인간의 관계나 의미를 파악하는데 한계가 있지만 분석 목적에 따라 좌표축(변인)에 조건 범위를 지정하고 이동시키면서 조건 범위 내에서 나타나는 연결선의 변화를 관찰하여 변인간의 관계를 시각화하고 분석할 수 있다. 평행좌표계 관련 연구로는 다변량 자료의 시각화 연구(Choi & Lee, 2005; Gruendl et al., 2016; Jang, 2003; Park et al., 2008), 평행좌표계 개선방안 연구(Bok & Seo, 2015; Dasgupta et al., 2012; Heinrich & Weiskopf, 2013; Jang, 2008; Jang & Yang, 1996; Park, 2007; Zhou et al., 2008) 등이 있으며 대부분 자연·과학 분야를 중심으로 시각화 연구가 이루어져왔고 스포츠 분야에서 평행좌표계를 활용한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

테니스 종목에서 사용되고 있는 IBM사의 Slam Tracker 시스템은 8년간의 그랜드 슬램 대회(윔블던, 미국, 프랑스, 호주) 경기 데이터(약 4,100만개)와 실시간으로 경기 진행 사항을 분석하여 선수의 장·단점, 승리 요건, 승부 예측 등의 시각화 정보를 제공하고 있다(SlamTracker, 2016). 반면 테니스와 유사한 경기 형태를 가지고 있는 배드민턴 종목은 경기 관련 기록이 체계적으로 정리되어 있지 않고(Kim, 2011) 세계배드민턴연맹 홈페이지(www.bwfbadminton.org)에서도 선수 정보, 결과, 순위, 일정 등과 같은 기본 정보만 제공하고 있는 실정이다.

배드민턴 단식 경기 분석 선행 연구를 살펴보면 기술별 성공·실패(Kim, 2005; Kim, 2005; Lee, 2004; Lee, 2007; Park, 2005; Son, 2001), 코스별 성공·실패(Ahn, 2009; Kwon, 2000; Noh, 2012; Park & Kim, 2001;) 등과 같이 대부분 결과 중심적인 빈도분석 연구에 국한되어 있다는 점을 확인할 수 있다. 배드민턴 종목은 서브 미스로 인해 랠리가 단 한 번에 끝날 수도 있고 30번이 넘어가는 긴 랠리가 나올 수도 있는 불규칙한 경기 특성을 가지고 있기 때문에 기존의 분석 방법으로는 이러한 데이터를 분석하는데 많은 어려움이 있었을 것으로 사료된다. 따라서 기존 방법론의 한계를 극복하고 차별화된 접근을 위해 데이터의 양이나 형태 등의 제약을 받지 않는 새로운 분석 방법이 필요하며 D3.js 기반 평행좌표계는 기존 연구의 한계점을 극복하기에 적합한 방법론이라 판단하였다.

이에 따라 본 연구는 평행좌표계를 활용하여 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리와 최종 5구에 대한 데이터를 시각화하고 분석 방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 나아가 배드민턴뿐만 아니라 스포츠 분야에서 생성되는 다양하고 방대한 양의 데이터를 평행좌표계를 통해 시각화할 수 있는 방법론을 제시한다는 것에 그 의의가 있다.

연구방법

연구설계 및 기획

본 연구는 배드민턴 단식 경기에서 이루어지는 전체 랠리를 시각화하기 위해 경기도 C대학의 L선수가 우승한 '2014년 전국 가을철대학 및 실업 배드민턴 선수권대회'의 결승전, 4강전, 8강전 총 3경기 영상을 활용하였다. 데이터 수집은 Dartfish 8.0 소프트웨어를 이용하여 진행하였고 데이터 시각화는 D3js.org에서 오픈소스로 제공하고 있는 평행좌표계(Parallel coordinates)를 활용하였다. 현재까지 진행된 대부분의 선행 연구들은 배드민턴 기술 및 코스 방향의 성공·실패와 같이 수치화된 분석을 실시하였으나 본 연구에서는 단식 경기의 전체 랠리를 시각화하고 분석 방안을 제시하는데 중점을 두고 연구를 진행하였다.

연구도구

Dartfish Tagging 기능

본 연구에서는 스포츠 영상분석 소프트웨어인 Dartfish 8.0 버전의 Tagging 기능을 이용하여 데이터를 수집하였다. Tagging 기능은 사용자가 원하는 경기의 주요 이벤트를 추출하기 위해 조작할 수 있는 버튼을 생성하고 편집할 수 있으며, 이렇게 생성된 버튼을 클릭하거나 키보드 단축키를 이용하여 경기 데이터를 수집할 수 있다. 또한 데이터 수집 중이나 완료 후에 Tagging 한 시점으로 돌아가 영상을 재확인할 수 있으며 축적된 데이터를 엑셀 파일로 추출할 수 있어 데이터를 다양하게 활용할 수 있다는 장점이 있다.

Microsoft Excel 2013

Microsoft Excel 2013을 사용하여 Tagging된 데이터를 평행좌표계에 사용가능한 데이터셋(Dataset)으로 정제하기 위해 INDEX, COUNTA, VLOOKUP, IF 등의 함수를 사용하였으며 최종적으로 *.CSV 파일로 저장을 하였다.

D3.js - Parallel coordinates

D3js.org에서 무료 오픈 소스(Open source)로 제공하고 있는 D3.js 기반의 평행좌표계를 활용하여 데이터를 시각화하였다. D3.js는 데이터 기반 문서(Data-Driven Documents)를 조작하기 위한 자바스크립트 라이브러리를 의미한다. D3.js를 활용한 평행좌표계는 JSON, CSV, XML 등 다양한 데이터 타입을 적용할 수 있고(Son et al., 2014) 웹서버 기반이기 때문에 스마트폰, 태블릿, PC 등 다양한 환경에서 실시간 활용이 가능하며 사용하는 그래프에 따라 다양한 효과를 적용할 수 있다. 현재 D3js.org에서 오픈 소스로 제공되고 있는 평행좌표계의 종류는 〈Fig. 1〉과 같다.

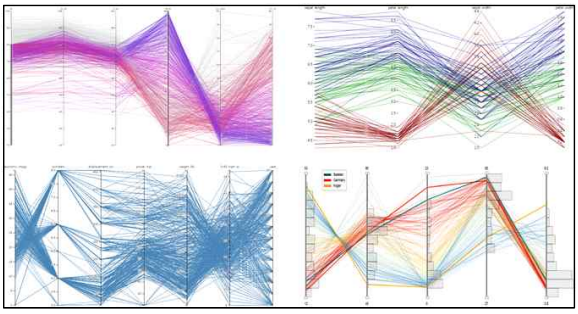

Fig. 1. D3.js Based Parallel Coordinates (D3js.org)

연구절차

본 연구는 Dartfish Software 8.0 버전의 Tagging 기능을 활용한 연구로서 연구절차는 다음과 같다.

Tagging panel 제작

태깅 패널은 배드민턴 경기 안에서 이루어질 수 있는 모든 변수를 기록하기 위해 5인의 전문가 회의와 선행연구를 참고하여 셔틀콕 타구방향, 최종 결정구에 대한 판정 및 기술, 세트로 구분하여 제작하였고 데이터 수집 시간을 단축하고자 각 이벤트 값에 해당하는 단축키를 중복되지 않게 할당하였다.

①, ② 셔틀콕 타구방향

배드민턴 경기내용 및 코스분석 선행연구에서 경기 기록 시 사용했던 방법(Kim & Park, 2014; Kim,

2011; Kim, 2007; Lee, 2007; Noh, 2012)을 참고하여 배드민턴 단식 코트를 가로 방향 3개 구역(Net, Mid, Rear), 세로 방향 3개 구역(Left, Center, Right)으로 총 9등분하였다. 또한 선수의 코트 체인지에 따른 데이터 기록의 혼란을 방지하기 위해 〈Fig. 2〉의 2번 패널과 같이 1번 패널과 대칭되는 별도의 패널을 제작하였고 단축키는 두 패널 모두 동일하게 구성하였다.

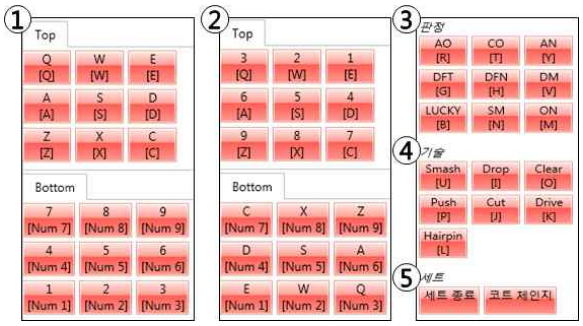

Fig. 2. Dartfish Tagging Panel

③ 판정

판정은 경기 상황에서 1점의 랠리가 종료된 상황을 의미하며 AO(스매시, 드롭 등 공격 기술 아웃), CO(언더·하이 클리어 기술 아웃), AN(스매시, 드롭, 헤어핀 등 공격 기술 네트 걸림), DFT(수비 상황에서 상대방이 타구한 셔틀콕을 터치는 하였으나 수비 실패), DFN(수비 상황에서 상대방이 타구한 셔틀콕을 터치하지 못하고 수비 실패), DM(선수의 판단 미스로 인한 실점), LUCKY(공격 시 셔틀콕이 네트에 맞고 운 좋게 상대방 코트로 넘어가 득점), SM(서비스 미스), ON(오버 네트) 총 9개로 구성하였다.

④ 기술

기술은 선수의 득·실점 결정구에 사용된 기술로 Smash, Drop, Clear, Push, Cut, Drive, Hairpin 총 7개로 구성하였다.

⑤ 세트

'세트 종료'는 각 세트와 세트 사이를 구분하기 위해 사용되며, '코트 체인지'는 단식 경기 3세트에서 두 선수 중 한 선수가 11점에 먼저 도달할 경우 코트를 교체하는 것을 기록할 수 있도록 구성하였다.

데이터 수집

본 연구에서는 배드민턴 단식 경기의 패턴을 시각화하기 위해 경기 중 사용되는 기술은 제외하고 셔틀콕 타구방향에 국한하여 데이터를 수집하였다.

먼저 선수의 코트 위치에 해당하는 Tagging Panel을 선택한 후 서브 리시브 지점을 시작으로 셔틀콕이 타구되는 위치를 태깅하며 랠리가 종료되면 득·실점이 발생한 최종구에 대한 판정과 기술을 태깅하였다. 이렇게 입력된 값은 〈Fig. 3〉과 같이 플레이어 하단부 타임라인에 입력된다.

Fig. 3. Dartfish Tagging Timeline

데이터 분류

각 경기별로 Tagging 된 데이터를 구분하기 위해 PL2, Round, Set, No에 해당하는 값을 입력한다. 'PL2'는 Player 2의 약자로 C대학 L선수와 경기한 상대 선수의 이름을 의미하고 'Round'는 경기 정보(결승전, 4강전, 8강전 등)를 의미한다. 'Set'는 결승전과 같은 특정 경기 내의 Set를 의미하며 'No'는 Set 내에서 이루어지는 1점에 해당하는 각각의 랠리를 의미한다.

'Winner'는 1점에 해당하는 개별적인 랠리의 승리 선수(PL1/PL2)를 의미하고 'Start'는 랠리의 시작, 즉 서비스를 넣은 선수를 의미한다. 'Decision'은 득·실점 최종구의 판정으로 공격 성공(Success), 실패(Fail), 미스(Miss)로 나누어지며 'Decision2'는 DFT(수비 실패 터치), DFN(수비 실패 노터치), LUCKY(운), AO(공격 아웃), CO(클리어 아웃), AN(공격 네트), DM(판

단 미스), SM(서비스 미스), ON(오버 네트)와 같이 보다 세부적인 판정으로 나누어진다. 마지막으로 'Skill'은 득·실점 최종구의 Push, Smash, Clear, Drop, Cut, Drive, Hairpin으로 선수가 득·실점 최종구에서 사용한 기술을 의미한다.

데이터 부호화 및 정제

'1R', '2R', …, '43R', '44R'에는 서브 리시브(1R)부터 득·실점이 이루어지는 최종구까지 셔틀콕이 타구되는 지점을 태깅한 데이터가 입력된다. 최초 알파벳(9개)과 숫자(9개)로 태깅된 18개의 구역 데이터는 Excel 2013 프로그램을 활용하여 〈Fig. 4〉와 같이 동일한 9개의 구역으로 데이터 정제를 실시하였다. 그 이유는 알파벳과 숫자로 이루어진 서로 다른 18개의 구역을 평행좌표계로 시각화하면 좌표축의 개수가 많아 변인간의 간격이 좁아져 데이터를 식별하기가 어렵고 알파벳과 숫자로 구성된 코트 구역은 연구자가 임의로 지정했기 때문에 사용자가 알파벳과 숫자만으로 쉽게 코트위치를 떠올리기가 어려울 것으로 판단하였다.

따라서 가로 3개 구역(Net, Mid, Rear)과 세로 3개 구역(Left, Center, Right) 총 9개의 구역으로 〈Fig. 4〉와 같이 부호화(Notation)하였고 이를 통해 사용자가 태깅 데이터만 봐도 쉽게 코트위치를 떠올릴 수 있도록 정제하였다. 또한 연구 초기에는 알파벳과 숫자로 Player 1, 2의 스트로크를 구별하였으나 단식 경기는 두 사람이 한 번씩 랠리를 주고받기 때문에 Winner, Decision 등과 같은 기준점을 이용해 랠리의 흐름을 파악할 수 있다.

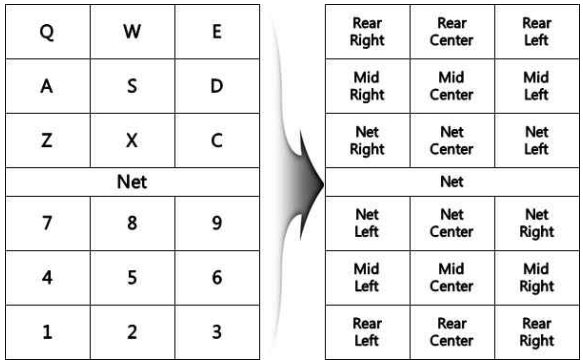

Fig. 4. Data notation & cleaning

데이터 활용

데이터의 수집·분류·정제 단계를 거쳐 최종적으로 평행좌표계에 사용되는 데이터의 형태는 〈Fig. 5〉와 같다. 평행좌표계의 구현을 위해 웹서버에 .html 파일과 최종 *.CSV 파일을 업로드하고 Explorer, Chrome과 같은 웹브라우저 환경에서 해당 웹서버 주소를 입력하면 단식 경기 데이터를 평행좌표계로 확인할 수 있다.

본 연구에서는 D3js.org에서 오픈소스로 제공되는 여러 가지 형태의 평행좌표계 중 하단에 데이터 테이블이 추가로 생성되는 평행좌표계를 활용하였다. 이는 조건 값의 범위에 해당하는 연결선들의 데이터 값을 하단 데이터 테이블에 동일하게 출력해주기 때문에 연결선이 중복되더라도 각 랠리의 값을 개별적으로 확인할 수 있다는 장점이 있다.

ID	PL1	PL2	Round	Set	No	Winner	Start	Decision	Decision2	Skill	1R	2R	3R	…	41R	42R	43R	44R
1	LKJ	YHE	Final	1Set	1	PL1	PL1	Success	DFT	Cut	Mid R	Net C	Rear R	…				
2	LKJ	YHE	Final	1Set	2	PL2	PL1	Fail	AN	Drop	Net L	Rear R	Rear L	…				
3	LKJ	YHE	Final	1Set	3	PL2	PL2	Fail	AN	Hairpin	-	-	-	…				
4	LKJ	YHE	Final	1Set	4	PL1	PL2	Success	DFN	Push	Net R	Net C	Net R	…				
5	LKJ	YHE	Final	1Set	5	PL2	PL1	Miss	DM	Clear	-	-	-	…				
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
295	LKJ	KMY	1/8 F	3Set	25	PL1	PL2	Success	DFN	Push	-	Mid C	Net R	…	Rear C	Net R	Net L	Mid C
296	LKJ	KMY	1/8 F	3Set	26	PL1	PL1	Fail	AO	Smash	Net L	Rear L	Rear R	…				
297	LKJ	KMY	1/8 F	3Set	27	PL1	PL1	Success	DFT	Smash	Net R	Rear L	Mid L	…				
298	LKJ	KMY	1/8 F	3Set	28	PL1	PL1	Success	DFT	Smash	Mid R	Rear L	Mid L	…				
299	LKJ	KMY	1/8 F	3Set	29	PL1	PL1	Fail	AN	Drop	Mid L	Net R	Rear R	…				
300	LKJ	KMY	1/8 F	3Set	30	PL1	PL1	Fail	AN	Smash	Net R	Rear R	Rear L	…				

Fig. 5. Data using Parallel Coordinates

연구결과

본 연구에서는 D3.js의 평행좌표계(Parallel coordinates)를 활용하여 배드민턴 단식 선수의 경기 패턴을 시각화하고 분석 방안을 제시하였다

배드민턴 단식 경기 전체 데이터 시각화

C대학 L선수가 참여한 '2014년 전국 가을철대학 및 실업배드민턴선수권대회'의 결승전, 4강전, 8강전 데이터의 각 세트별 Score 및 Stroke는 〈Table 1〉과 같고 D3.js 기반 평행좌표계(Parallel coordinate)를 통한 시각화 결과는 〈Fig. 6〉과 같다.

총 수집된 데이터의 수는 'Stroke' 2,957개, 'Score' 300개이며 Stroke가 가장 많았던 경기는 결승전 3Set이고, 가장 적었던 경기는 8강전 1Set이다. Score는 결승전 3Set가 총 44점으로 가장 많았으며 8강전 3Set가 총 30점으로 가장 적었다. Set별 평균 Stroke 수는 약 370개이며, 1점당 평균 약 9.8개의 Stroke가 이루어지는 것으로 나타났다.

평행좌표계는 동일한 경로가 많이 중첩될수록 연결선이 진하게 나타나는데 〈Fig. 6〉과 같이 10R(열번째 랠리)을 기점으로 선의 굵기가 점차 얇아지는 것을 확인할 수 있다. 이는 데이터를 수치화하여 평균값을 산출하지 않더라도 경기 내에서 이루어지는 전체 평균 Stroke의 수(9.8개)를 평행좌표계를 통해 시각적으로 확인할 수 있고 다양한 조건 값(Round, Set, Rally, Winner 등)을 통해 서브 리시브부터 득·실점이 일어난 지점까지의 전체 랠리를 한 눈에 파악할 수 있다. 또한 특정 랠리 지

Table 1. Stroke & Score data of match type

Round	Player		1Set		2Set		3Set		Total	
			Score	Stroke	Score	Stroke	Score	Stroke	Score	Stroke
Final	PL1	LKJ	17	435	21	358	**23**	**487**	120	1280
	PL2	YHE	21		17		**21**			
1/4 Final	PL1	LKJ	21	328	21	385	-		76	713
	PL2	KKB	16		18					
1/8 Final	PL1	LKJ	21	**296**	15	325	**21**	343	104	964
	PL2	KMY	17		21		**9**			
Average stroke per Set : 370					Average stroke per Score : 9.8				300	2,957

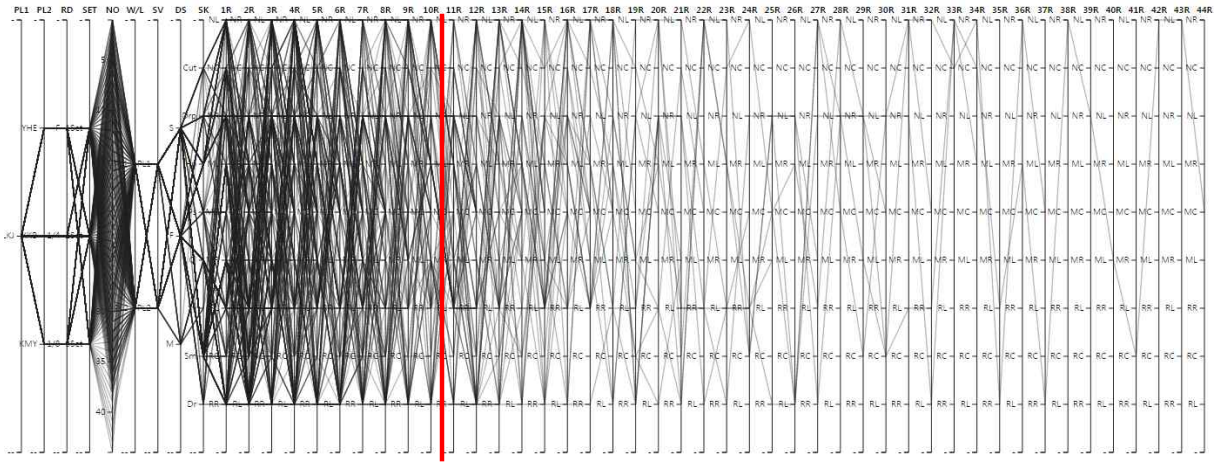

Fig. 6. Result of the Single Match in badminton for using the Parallel Coordinates.

점을 조건으로 선택하여 Round, Set, No 등의 경기 정보를 확인할 수 있다.

본 연구에서는 평행좌표계를 활용하여 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리를 시각화하였다. 그러나 논문 내에서 전체 랠리 데이터를 표현할 수 있는 방법이 제한적이고 데이터 식별이 어렵기 때문에 전체 랠리가 아닌 최종 5구로 국한하여 데이터를 시각화하고 분석하였다.

단식 경기 최종 5구 데이터 시각화 분석 방안

경기흐름 분석

결승전(Final) 2Set에서 Player 1이 승리한 랠리를 확인하기 위해 해당 좌표축(Round / Set / Winner)에 조건을 부여한 결과는 〈Fig. 7〉과 같다. NO(랠리의 순서)와 Winner(승리)의 연결선을 살펴보면 경기 초반 Player 1이 연속 득점을 하면서 앞서 나갔지만 경기 중반 빈 공간이 있는 것으로 보아 Player 2가 득점을 올리면서 대등하게 경기가 진행된 것으로 나타났다. 이후 23번째 랠리부터 Player 1이 연속으로 6득점을 하였고 30번째 랠리부터 Player 2가 5점을 연속 득점했지만 마지막 36, 37번째 랠리를 Player 1이 이기면서 2Set를 승리한 것을 알 수 있다. 이렇듯 어떠한 특정 경기의 Set 내에서 이루어지는 득·실점을 NO와 Winner의 연결선을 통해 파악할 수 있으며, 특정 NO(랠리의 순서)의 조건을 추가로 부여하여 최종 5구 지점부터 볼이 끝나는 지점까지의 경기 패턴을 확인할 수 있다.

선수·기술별 공격 성공 코스 분석

결승전(Final) 2Set에서 Player 1이 Smash 공격으로 승리한 랠리의 결과는 〈Fig. 8〉과 같다. 구체적으로 NO에서 Winner의 연결선을 살펴보면 Smash 공격 성공으로 총 8점을 획득한 것을 알 수 있다. 최종 타구 종료 지점을 살펴보면 Rear Left(4R)에서 Mid Right(5R)의 구간이 조금 더 진한 선을 나타내고 있는 것을 확인할 수 있는데 Player 1의 좌측 코트에서 상대방의 우측 코트로 보내는 직선 타구의 Smash 성공이 많다는 것으로 해석할 수 있다. 또한 Mid Left와 Rear Left 지역에는 Smash로 인한 득점 타구가 없는 것을 확인할 수 있는데 이는 '상대 선수가 코트 왼쪽 지역의 수비력이 좋다' 또는 'Player 1의 Smash 성공 확률이 높은 코스는 상대선수 오른쪽 지역이다' 와 같이 해석할 수 있으며 최종 득·실점이 일어나기 전의 타구를 분석하여 반복되는 공격 성공 패턴도 확인할 수 있다.

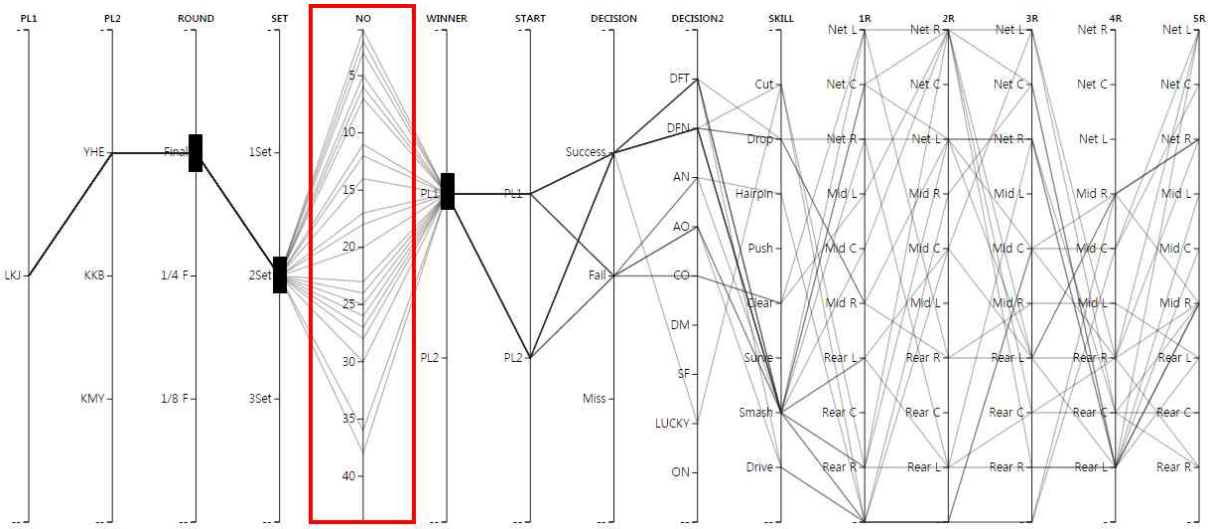

Fig. 7. Player1's rally result of total score in 2nd set of final match

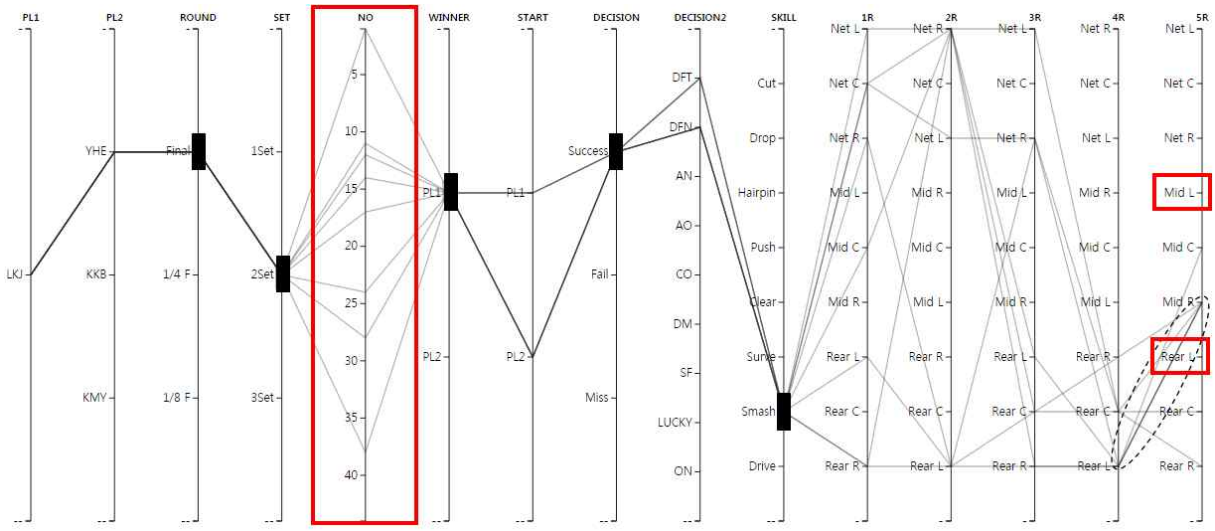

Fig. 8. Result of score by smash attack success in 2nd set of the final match

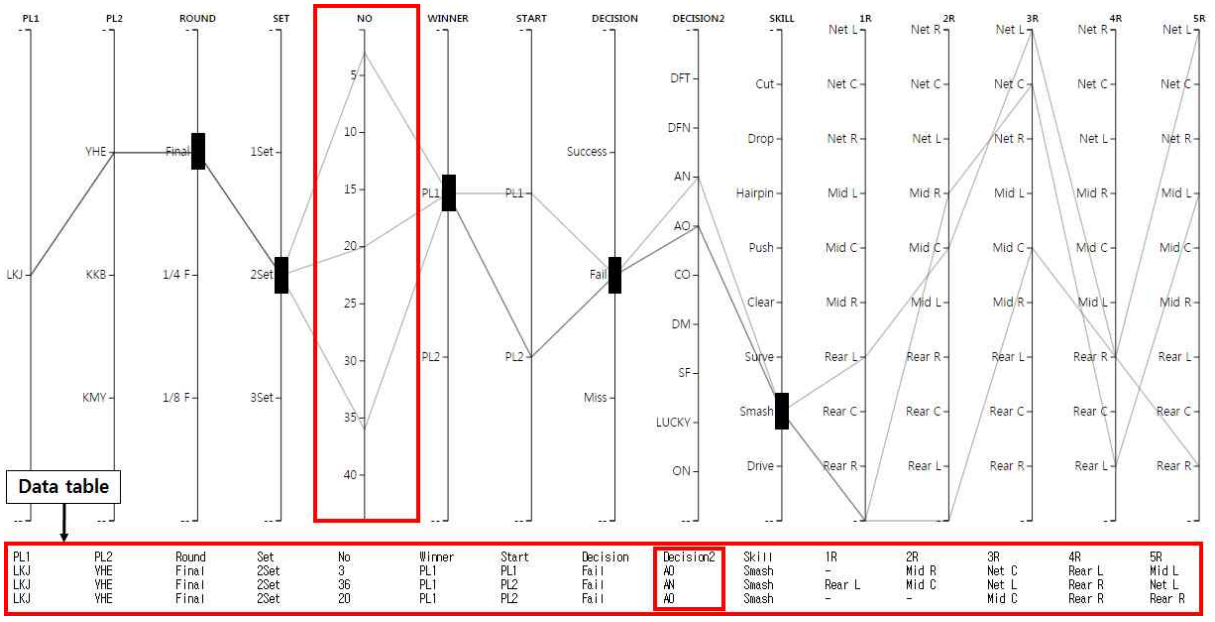

Fig. 9. Result of loosing a point by smash attack fail in 2nd set of the final match

선수·기술별 공격 실패 코스 분석

결승전(Final) 2Set에서 Player 1이 Smash 공격 실패(Fail)로 인한 실점 랠리의 결과는 〈Fig. 9〉와 같다. 실패에 대한 세부적인 요인은 총 3점의 실점 중 AN(공격 네트)에 의한 실점이 1점, AO(공격 아웃)에 의한 실점이 2점이라는 것을 데이터 테이블을 통해 확인할 수 있다. 앞서 언급했듯이 평행좌표계의 조건이 변화됨에 따라 데이터 테이블의 값도 조건과 동일하게 제공되기 때문에 중복 데이터의 식별과 각각의 랠리 흐름을 확인할 수 있다.

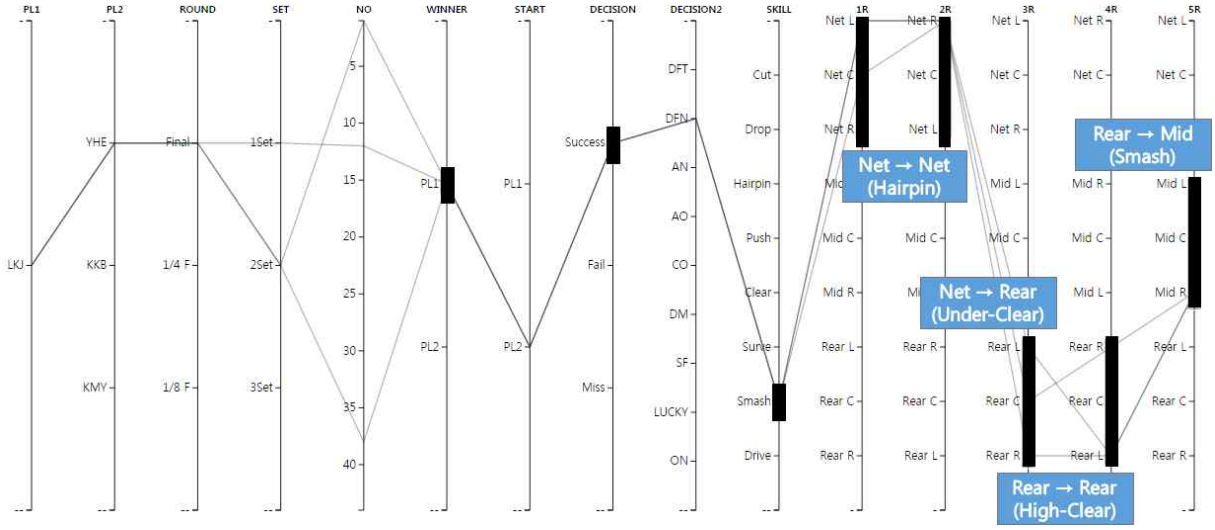

Fig. 10. Smash attack and the result of the multiple criteria selection in total match data

선수·기술별 복수 조건 선택 분석

〈Fig. 10〉은 C대학 L선수가 참가한 '2014년 전국 가을철대학 및 실업배드민턴선수권대회'의 전체 경기에서 Smash 공격 성공의 랠리를 하나의 코트구역이 아닌 복수의 코트구역(Net, Mid, Rear)으로 선택하여 분석한 결과이다. 이와 같은 결과는 최종 5구(1R→2R)에서 사용한 기술은 헤어핀이고 최종 4구(2R→3R)는 언더클리어 최종3구(3R→4R)는 하이클리어 그리고 마지막 최종 득점구(4R→5R)는 스매시라는 것을 복수의 조건값을 통해 예상해 볼 수 있다.

논 의

과학기술의 발전과 최첨단장비의 도입으로 측정단위가 객관화되고 구체화됨에 따라 현대스포츠 경기는 보다 체계적인 분석이 가능해졌으며 지도자의 효율적인 의사결정을 위해 분석 결과를 요약하여 차트나 그림으로 표현하는 데이터 시각화의 중요성이 높아지고 있다. Choi & Kwon(2012)은 스포츠 분야에서 경기분석 관련 연구들은 점차 대용량 자료(Big Data)를 활용하는 추세이고 이에 따른 스포츠 경기기록 자료의 시각화 방법에 대한 고찰이 시급하다고 언급하였다. 측정 장비 및 소프트웨어의 발전으로 측정 가능한 데이터의 종류와 양이 기하급수적으로 늘어나고 있고 기존 라이브러리에서 제공되는 차트나 그래프 등의 시각화 도구는 방대한 양의 데이터를 처리하는데 한계가 발생되기 때문에 기존 방법론의 한계를 극복할 수 있는 새로운 형태의 분석 방법이 필요하다고 판단하였다. 따라서 본 연구는 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리와 최종 5구에 대한 데이터를 D3.js 기반 평행좌표계를 활용해 시각화하고 분석방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

배드민턴 경기는 선수간의 상대성이 높은 경기로서 승리하기 위해서는 적합한 전술과 전략을 마련하는 것이 필요하며 자신의 기술적 장점과 단점, 전술적·습관적 패턴을 파악하는 것이 중요하다(Kim, 1989; Kim, 1991). 또한 선수들은 특정 타구에 대해 선호하는 코스가 있고 습관적으로 동작이 이루어지며(Kim, 1999) 선수의 예측력 정도와 그 근거가 되는 정보원을 파악해 내는 것이 중요하다고 강조되고 있다(Sung & Gu, 1992). 그러나 배드민턴 단식 경기와 관련된 대부분의 연구들은 기술별·코스별 성공, 실패와 같은 빈도 분석 위주로 진행되어왔고 이들 연구는 랠리의 전·후 사정을 고려하지 못하고 단순히 결과 중심적인 경기 내용을 분석했기 때문에 실제 선수의 패턴을 분석하고 예측하기 위한 자료로 사용하기에는 다소 무리가 있으며 현장에서

활용이 가능한 연구 또한 매우 한정적이라 볼 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 D3.js 기반의 평행좌표계를 활용하여 기존 선행되었던 배드민턴 단식 경기 분석 연구와 차별화되는 방법으로 단식 경기 전체 랠리를 시각화하였다. 또한 평행좌표축에 여러 조건 값을 부여하여 연구자가 설정한 연구 문제(공격 성공 코스, 공격 실패 코스, 경기 흐름 및 패턴 등)를 분석하고 결과를 도출 할 수 있도록 여러 가지 방안을 제시하였다.

평행좌표계 선행 연구에서는 데이터의 양이 증가할수록 좌표축간의 연결선이 중첩되어 데이터를 식별하는데 어려움이 발생되고, 각 변인을 일렬로 배치하는 특성으로 인해 이들 순서가 시각화 결과물에 많은 영향을 미친다는 것을 문제점으로 지적하고 있다(Bok & Seo, 2015; Jang, 2008; Jang & Yang, 1996; Park, 2007). 그러나 스포츠 현장에서 생성되고 수집되는 데이터는 시계열적인 특성을 가지고 있어 경기의 흐름에 따라 데이터를 분석하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 즉 기존 선행 연구에서는 각 변인을 일렬로 배치해야만 하는 평행좌표계의 특성을 문제점으로 지적하고 있지만 오히려 스포츠 분야에서는 경기의 흐름대로 데이터를 배치하는 것이 경기를 분석하고 이해하는데 많은 도움이 될 것이라 판단된다.

평행좌표계는 일반적으로 좌표축의 데이터 값으로 연속형 점수를 사용한다. 그 이유는 회귀계수들의 유의성이나 회귀진단을 시각화 자료를 통해 확인할 수 있고 좌표축을 연결하는 선들의 패턴을 통해 상관관계를 한 눈에 알아 볼 수 있기 때문이다(Jang, 2003). 다시 말하자면 좌표축을 연결하는 선이 평행한 패턴을 나타낼 경우 두 변수가 양의 상관관계를 나타내는 것이며 서로 교차하는 패턴을 나타낼 경우 음의 상관관계를 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리를 시각화하기 위해 코트를 9개 구역으로 부호화하여 셔틀콕의 코스 및 최종 사용 기술 등의 경기 정보를 비연속형(명목형) 데이터로 수집하고 사용했기 때문에 변인간의 상관관계를 확인할 수는 없었다. 그러나 배드민턴과 유사종목인 테니스, 스쿼시, 탁구 등과 같이 데이터의 시작과 끝이 일정하지 않은 불규칙한 데이터를 시각화하고 분석할 수 있다는 점과 그래프 조작을 통해 사용자가 원하는 결과를 쉽게 도출할 수 있다는 점에서 다양한 스포츠 종목에 적용이 가능할 것으로 기대된다.

결론 및 제언

본 연구는 평행좌표계를 활용하여 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리와 최종 5구에 대한 데이터를 시각화하고 분석 방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 본 연구 결과는 첫째, 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리를 시각화하였고, 둘째, 득·실점 최종 5구의 데이터 시각화 분석 방안으로 경기 흐름 분석, 선수·기술별 공격 성공 분석, 선수·기술별 공격 실패 분석, 복수 조건 선택 분석을 제시하였다.

평행좌표계는 평행하게 놓인 좌표축을 통과하는 연결선으로 다변량 관측을 표현하는 것을 의미하며 단순 시각화 단계에서는 변인간의 관계나 의미를 파악하는데 한계가 있지만 좌표축에 조건 범위를 지정하고 범위 내에서 나타나는 연결선의 변화를 관찰하여 변인간의 관계를 분석할 수 있다. 또한 본 연구를 통해 스포츠 분야에서 D3.js 기반 평행좌표계의 활용가능성을 확인할 수 있었고 D3js.org에서 제공하는 무료 오픈 소스 시각화 도구를 활용한다면 종목의 특성에 따라 다양한 분석을 실시할 수 있을 것으로 기대된다.

배드민턴 종목은 1초에 2-3번의 랠리가 이루어지는 빠른 경기 흐름과 랠리의 처음과 끝이 일정하지 않아 불규칙적인 데이터가 생성되기 때문에 분석하는데 많은 어려움이 있었을 것으로 사료된다. 이러한 배드민턴의 특성 때문에 시합 상황이나 시합 종료 후에 제공되는 리포트는 단순히 승패결과와 점수만을 제공하고 있으며 경기의 과정이나 내용에 관한 정보는 없는 실정이다(Kim, 2011). 즉 다른 종목들은 체계화된 분석 방법을 토대로 선수에게 객관화된 정보를 제공하고 효율적인 의사결정을 내리는 반면 배드민턴 종목은 아직 시합 상황에서 지도자의 경험에 의존하여 선수에게 피드백을 주고 있는 실정이기 때문에 테니스 종목의 SlamTracker와 같은 실시간 분석 시스템의 도입이 시급하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 배드민턴 경기의 데이터 시각화와 분석 방안을 제시하는데 중점을 두었지만 향후 연구에서는

배드민턴 선수의 움직임과 타구 정보의 수집을 자동화 할 수 있는 방안에 대한 연구가 이루어져야할 필요성이 있다. 또한 단순히 평행좌표계를 통한 시각화 연구에 그치지 않고 수치화된 분석 정보도 함께 제시할 수 있는 방향으로 후속 연구가 진행된다면 다양한 종목으로 적용이 가능할 것으로 사료되며 실제 현장에서도 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

Ahn, H. S. (2009). *Providing Development Direction through Match Analysis on Badminton Men's Single Players*. M.A. Dissertation, Korea National Sport University, Seoul, Korea.

Bok, J. W. & Seo, J. W. (2015). *An Enhanced Parallel Coordinate Visualization Based on Stacked Bar Histograms*. 2015 Proceedings of the winter Conference, Korea Information Science Society, 1137-1139.

Buja, A., Cook, D. & Swayne, D. (1996). Interactive High-Dimensional Data Visualization. *Journal of Computational and Graphical Statistics, 5*(1), 78-99.

Choi, G. S., Ham, Y. G. & Kim, S. H. (2013). Visualization Big Data. *Korea Society of Computer Information Review, 21*(1), 33-43.

Choi, H. J. & Kwon, M. H. (2012). Visualization of Individual Performances in Men`s Tennis Using Artificial Intelligence Techniques. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science. 14*(3), 47-56.

Choi, H. S. & Lee, H. J. (2005). PCAV: Parallel Coordinates Attack Visualizer. *Korea Information Science Society, 32*(1), 130-132.

Dasgupta, A., Chen, M. & Kosara, R. (2012). Conceptualizing Visual Uncertainty in Parallel Coordinates. *Journal of Computer Graphics forum, 31*(3), 1015-1024.

Gennings, C., Dawson, K. S., Carter, W. H. & Myers, R. H.(1990). Interpreting Plots of a Multidimensional Dose-Response Surface in a Parallel Coordinate System. *Biometrics, 46*, 719-735.

Gruendl, H., Riehmann, P., Pausch, Y. & Froehlich B. (2016). Time-Series Plots Integrated in Parallel-Coordinates Displays. *Journal of Computer Graphics forum*, 35(3), 321-330.

Heinrich J. & Weiskopf D. (2013). State of Art of Parallel Coordinates. *Eurographics State of Art Report*, 95-116.

Heo, C. K. & Kim, S. J. (2014). Application of Hierarchical Nonlinear Model in Analyzing Basketball Competition. *The Korea Journal of Sports Science, 23*(4), 1279-1290.

Inselberg, A.(1985). The plane with parallel coordinates. *The Visual Computer, 1*, 69-91.

Interfootball (2014). http://interfootball.heraldcorp.com/news/articleView.html?idx=2014070113100658

Jang, D. H. & Yang, S. J. (1996). The Dynamic Parallel Coordinate Plot and Its Applications. *The Korean Journal of Applied Statistics, 9*(1), 45-52.

Jang, D. H. (2003). The Use of Parallel Coordinate Plot for mixture experiments. 2003 Proceedings of the Autumn Conference, *Korean Statistical Society*, 167-172.

Jang, D. H. (2008). Regular Polyprism Parallel Coordinate Plot as a Statistical Graphics Tool. *The Korean Journal of Applied Statistics, 21*(4), 695-704.

Jang, Y. J. (2015). *Performance Evaluation of Korea National Football Team in 2014 Brazil World Cup: Focusing on Three Preliminary Games*. M.A. Dissertation, Honam University, Gwangju, Korea.

Jeong, H. J. (2015). *SNS Data Analysis and Visualization Using R and D3.js*. M.A. Dissertation, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea.

Jung, Y. C. (2012). Big data revolution and Media policy issues. *Korea Information Society Development Institute Premium Report, 12*(2), 1-20.

Kim, B. S. (1989). *Analysis on the technical content of women's singles badminton match*. M.A. Dissertation, Wonkwang University, Iksan, Korea.

Kim, G. T. & Park, S. J. (2014). Method of a Scoring-Pattern Analysis Technique for Single Badminton Match Using Dartfish Tagging Method. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science, 16*(2), 81-92.

Kim, H. G. (2007). *Providing Development Direction through Match Analysis on Superior Badminton Players*. M.A. Dissertation, Korea National Sport University, Seoul, Korea.

Kim, K. S. (2005). *Analysis of a badminton man singles game*. M.A. Dissertation, Catholic University of Daegu, Korea.

Kim, M. S. (1991). *Analysis of the badminton men's singles match contents.* M.A. Dissertation, Wonkwang University, Iksan, Korea.

Kim, S. Y. (2005). *An analysis on the single match in elementary badminton player.* M.A. Dissertation, Korea National Sport University, Seoul, Korea.

Kim, Y. J. (1999). *Analysis of the badminton singles match content.* The 37th Proceedings of the Conference, Korean Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.

Kim, Y. J. (2011). Designing of Notational System for Assessing Badminton Single Games. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science, 13*(3). 103-110.

Kumar, N. & Benbasat, I. (2004). The Effect of Relationship Encoding, Task Type, and Complexity on Information Representation: An Empirical Evaluation of 2D and 3D Line Graphs. *MIS Quarterly, 28*(2), 255-281.

Kwon, S. T. (2000). *Comparative Analysis of Technology in Badminton Men Singles of Korea & China.* M.A. Dissertation, Wonkwang University, Iksan, Korea.

Lee, G. B. (2004). The factors of KBL team's playoff pass and winning percent. *Korean Journal of Sport Science, 15*(3), 41-50.

Lee, K. O. (2004). *Analysis on Techniques of Man's Singles of the 28th Athens Olympics.* M.A. Dissertation, Graduate School of Education Busan University of Foreign Studies, Busan, Korea.

Lee, S. H. (2007). *Match Analysis on Well-Skilled Men Singles Badminton Players.* M.A. Dissertation, Korea National Sport University, Seoul, Korea.

Noh, Y. W. (2012). *Analyzing Service and Service Return Course of Superior Badminton Men's Singles Players.* M.A. Dissertation, Korea National Sport University, Seoul, Korea.

Park, D. Y. (2007). *Study on the improve and expansion of a parallel coordinate plots.* M.A. Dissertation, Korea University, Seoul, Korea.

Park, K. H. & Kim, Y. J. (2001). Analysis of Storke Direction in Men's Single Badminton Game : Comparison with Foreign Top Badminton Single Player. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science, 3*(2), 91-106.

Park, M. R., Kwak, I. Y. & Huh, M. H. (2008). Applications of Parallel Coordinate Plots for Visualizing Gene Expression Data. *The Korean Journal of Applied Statistics, 21*(6), 911-921.

Park, T. S. (2005). *Comparative Analysis of Technology in Badminton Man singles of Korea and World Ranking players.* M.A. Dissertation, Chung Ang University, Seoul, Korea.

SlamTracker (2016). http://www.IBM.com

Son, S. A., Part, S. C. & Kim, J. H. (2014). Suggestion of Data Visualization System Using D3.js in BigData Environments. 2014 Proceedings of the Autumn Conference, *Korean Society For Internet Information*, 295-296.

Son, S. M. (2001). *Skill analysis on the content of men's single games in badminton.* M.A. Dissertation, Sang Ji University.

Sung, H. K. & Gu, H. M. (1992). Anticipation of stroke course and the information sources in badminton single game. *Korean Journal of Sport Psychology, 3*(2), 67-85.

Wegman, E. J.(1990). Hyperdimensional Data Analysis Using Parallel Coordinates. *Journal of the American Statistical Association, 85*, 664-675.

Zhou, H., Yuan, X., Qu, H., Cui, W. & Chen, B. (2008). Visual Clustering in Parallel Coordinates. *Journal of Computer Graphics forum, 27*(3), 1047-1054.

평행좌표계(Parallel Coordinates)를 활용한 배드민턴 단식 경기 시각화 연구

양준석 · 박성제(중앙대학교)

본 연구는 평행좌표계(Parallel Coordinates)를 활용하여 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리와 최종 5구에 대한 데이터를 시각화하고 분석 방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 본 연구에서는 경기도 C대학의 L선수가 우승한 '2014년 전국 가을철 배드민턴 선수권 대회'의 결승전, 4강전, 8강전 총 3경기 영상을 사용하였고, Dartfish(Ver 8.0)의 Tagging 기능을 활용하여 셔틀콕 타구 방향과 최종 결정구의 판정, 사용 기술에 대한 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 Excel 2013 프로그램을 이용하여 데이터 분류 및 정제를 하였으며, 데이터 시각화 도구로 D3js.org에서 무료 오픈 소스(Open Source)로 제공되는 Parallel Coordinates를 활용하였다. 그 결과 첫째, 배드민턴 단식 경기의 전체 랠리를 시각화하였고, 둘째, 최종 5구에 대한 데이터 시각화 분석 방안으로 경기 흐름 분석, 선수·기술별 공격 성공 코스 분석, 선수·기술별 공격 실패 코스 분석, 선수·기술별 복수 조건 선택 분석을 제시할 수 있었다. 향후 평행좌표계를 통한 시각화뿐만 아니라 수치화된 분석 정보도 함께 제공할 수 있는 방향으로 후속 연구가 진행된다면 다양한 종목으로 적용이 가능할 것이며 실제 스포츠 현장에서도 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

주요어: 배드민턴, 평행좌표계, 데이터 시각화, 다트피쉬 태깅