

Analysis of the outcome for the Korean Pro-Basketball games using Regression models

장효진* · 곽현** · 최승화***†

Hyo Jin Jhang, Hyun Kwak, and Seung Hoe Choi†

*한국항공대학교 전기공학부, **J&J Media, ***한국항공대학교 인문자연학부

† School of Liberal arts and Science, Korea Aerospace University

요 약

본 연구의 목적은 프로농구 경기의 승부 결과를 회귀모형을 이용하여 분석하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 전통적인 회귀분석 방법과 문자적인 변수를 사용하는 퍼지회귀모형을 사용하였다. 승부의 결과를 두 팀 간의 점수차로 표현하여 분석한 일반회귀분석 방법에서는 두 팀의 점수차에 영향을 미치는 변수를 찾아 승부의 결과에 대한 회귀모형을 제시하였다. 그리고 두 팀의 승부 결과를 “대승, 승리, 신승, 석패, 패배 그리고 대패”와 같이 문자적으로 표현한 퍼지회귀모형에서는 각 팀의 경기력과 조직력을 퍼지수로 표현하여 각 팀의 경기력과 조직력이 승부의 결과에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구는 한국프로농구연맹(KBL, Korea Basketball League)에서 제공하는 2013~2014시즌의 자료와 프로농구의 결과를 분석하는 칼럼들을 이용하여 분석하였다.

키워드 : 농구, 경기력, 조직력, 퍼지수, 회귀모형.

Abstract

The purpose of this paper is to analyse outcomes of Korean Pro-basketball games using regression models. Both Classic Fuzzy Regression Model and Fuzzy Regression Model applying linguistic variables were used to meet the purpose of the paper. In General Regression Analysis, in which the results of games are expressed and analyzed through score differences, a regression model is proposed considering influential variables for the score differences of the two teams. In Fuzzy Regression Analysis, the results are sorted into six different literal expressions, 'win with large margin, win with moderate margin, win with narrow margin, defeat with narrow margin, defeat with moderate margin, and defeat with large margin'. Athletic performances and team work of each teams were expressed in fuzzy number to analyse how much athletic performances and team work affect results of games. This paper referred back to 2013-2014 season data provided by KBL(Korean Basketball League) and professional columns on Korean basketball analysis.

Key Words : Basketball, Athletic performance, Team work, Fuzzy number, Regression model.

Received: Mar. 22, 2015

Revised : Apr. 5, 2015

Accepted: Sep. 28, 2015

† Corresponding author

shchoi@kau.ac.kr

1. 서 론

오늘날 많은 사람들이 즐기는 대부분의 구기 운동이나 단체 경기의 결과는 승리와 패배 그리고 무승부로 표현된다. 그리고 월드컵이나 올림픽 그리고 세계선수권과 같이 규모가 크고 국제적인 경기의 결과는 전 국민의 행복지수를 높이기도 한다. 또한 축구, 야구, 농구, 그리고 배구와 같이 특정한 지역을 연고한 프로팀의 경기의 결과는 특정한 팀을 응원하는 사람들의 생활에 활력적이고 긍정적인 영향을 주기도 한다[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

경기의 결과가 승리와 패배 그리고 무승부로 표현되는 경기에서 각 팀의 승리할 환경이나 조건은 많은 사람들에게 관심의 대상이다. 경기장을 찾거나 매스컴을 통하여 경기를 즐기는 관전자에게는 자신이 응원하는 선수나 팀을 더욱 자세히 알 수 있는 동기가 된다. 그리고 경기의 결과를 독자들에게 알리는 언론인에게는 지난 경기를 분석하고 다음 경기에 대한 결과를 예측할 수 있는 바탕이 된다. 뿐만 아니라 직접 경기에 임하는 경기자나 혹은 경기자와 팀을 운영하는 관리자에게도 자신들이 속한 팀이 승리할 수 있는 환경이나 조건을

본 논문은 한국항공대학교 교비 연구에서 지원하여 연구하였음.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

분석하는 것은 자신들이 속한 팀이 우승하거나 이윤을 증가시키는 동기가 된다. 따라서 오늘날 한국에서 많은 청소년들이 즐기는 운동이자 대표적인 겨울 스포츠인 농구 경기의 결과에 대한 통계적인 모형을 찾는 것은 매우 흥미로운 과제이다.

1891년 미국 매사추세츠주 스프링필드에 있는 YMCA학교의 네이스미스(Naismith J.A.)에 의해 시작된 농구 경기는 미식축구의 속도감과 긴장감을 즐기는 동시에 비가 오는 날이나 추운 겨울에도 체육관에서 경기할 수 있는 장점으로 많은 사람들에게 호응을 받았다. 농구경기를 한국에 처음 소개한 사람은 1907년 한성기독교청년회 초대 총무였던 미국인 선교사 질레트(Gillet, P.)이다. 이 후 한국에서는 1983년부터 농구대잔치(점보시리즈)가 시작되어 많은 사람들에게 농구가 사랑을 받았다. 한국에서는 프로 농구가 1997년에 시작되어 현재까지 많은 사람들에게 기쁨과 즐거움을 주고 있다.

한국에서 겨울 스포츠 중 대표적인 경기로 자리 잡은 농구의 경기 결과에 대한 연구도 많은 사람들에게 의해서 진행되었다. 농구 경기의 결과는 승리 혹은 패배로 표현됨으로 승리나 혹은 패배에 미치는 변인들에 대한 연구가 많이 진행되었다. 그리고 승리 혹은 패배와 같이 두 가지 변인을 종속변수로 하는 로지스틱회귀분석과 농구 경기 중에 발생하는 변인을 이용하여 각 팀의 승리나 혹은 패배를 분류하고 예측하는 판별분석과 신경망분석을 이용한 연구의 결과도 제시되었다[8, 9, 10, 11, 12].

농구 경기의 결과를 승리나 혹은 패배와 같은 두 가지 결과로 표현할 수만 있는 것이 아니다. 농구 경기에서 각 팀이 얻은 점수를 사용하거나 두 팀 간의 점수의 차에 따라 두 가지 이상을 표현하는 문자를 사용하여 농구 경기의 결과를 분석할 수 있다. 첫 번째로 농구 경기의 결과를 통계적으로 모형화하는 방법 중 하나는 경기를 진행한 두 팀이 얻은 점수의 차를 이용하는 것이다. 이와 같은 방법은 승리와 패배로 결정되는 농구 경기의 결과에 대한 정보를 더욱 다양하게 하고 경기의 결과를 예측하는데 더욱 효율적일 수 있다. 또한 농구 경기의 결과를 승리 혹은 패배와 함께 관전자나 언론에서 자주 사용하는 것은 두 팀의 점수 차가 크고 작음에 따라 사용하는 “석패, 신승, 승리, 패배, 대승, 대패”와 같은 문자적인 표현이다. 따라서 “대승, 승리, 신승, 석패, 패배, 대패” 등과 같이 경기의 결과가 문자적으로 표현되는 경우에 대한 농구경기 결과를 이용한 통계적인 모형도 연구할 필요가 있다.

승리와 패배가 있는 많은 운동에서 경기의 결과에 영향을 주는 요인으로 자주 사용하는 용어 중 하나는 “경기력(Athletic performance)”과 “조직력(Team work)”이다. 즉 경기자나 혹은 팀의 경기력과 팀의 조직력은 각 팀의 승리나 패배에 영향을 주는 중요한 변수라고 할 수 있다. 이것은 농구도 다를 것이 없다. 따라서 농구 경기에서 팀의 경기력과 조직력은 농구 경기의 승패를 모형화 하는데 중요한 설명변수가 될 수 있다.

본 연구에서는 농구 경기의 결과에 대한 승리와 패배를 모형화하기 위해 두 팀 간의 점수 차를 이용하는 일반회귀모형

을 제시한다. 그리고 “대승, 승리, 신승, 석패, 패배, 대패”와 같은 문자변수를 반응변수로 하고 경기력과 조직력을 설명변수로 사용하는 퍼지회귀모형을 이용하여 한국프로농구 결과를 분석한다.

2. 본 론

2.1 연구내용 및 절차

본 연구는 한국프로농구 경기의 승부 결과를 분석하기 위하여 정량적인 자료와 정성적인 자료를 이용하였다. 한국프로농구연맹에 소속된 10개 팀은 2013~2014시즌에 각 팀당 54게임을 치른다. KBL은 2013~2014시즌의 모든 경기에 대한 기록을 경기가 종료되고 24시간 이내에 KBL 홈페이지에 제공한다. KBL은 경기를 진행한 각 팀에 대한 속공, 턴오버, 굿디펜스, 테크니컬과울, 5반칙, 교체, 2점슛성공/시도, 2점슛성공률, 3점슛성공/시도, 3점슛성공률, 자유투성공/시도, 자유투성공률, 덩크슛성공/시도, 덩크슛성공률, 어시스트, 공격리바운드, 수비리바운드, 스틸, 블록슛, 파울, 그리고 득점 등과 같은 자료를 제공한다. 본 연구에서는 각 팀의 경기 결과를 분석하기 위하여 KBL에서 제공하는 21개의 정량적인 자료를 이용하였다.

한국프로농구에 소속된 각 팀의 경기에 대한 정보는 KBL에서 제공하는 정량적인 자료와 함께 많은 전문가들의 경기관전평이나 칼럼 그리고 후기 등과 같은 글을 통하여 얻을 수 있다. KBL에서 제공하는 정량적인 자료는 경기 후 각 팀과 선수들의 경기 기록을 제공함으로써 경기에 임하는 팀의 분위기와 경기에 임하는 조건, 그리고 각 선수들의 경기적인 환경들을 알 수 없다. 이와 같이 KBL 자료에서 알 수 없는 부분들은 경기를 임하는 선수단과 선수들의 환경과 조건을 대변하는 자료나 전문가들의 의견을 통하여 알 수 있다[2, 13]. 본 논문에서는 경기력을 각 팀의 선수 개인이나 팀이 발휘하는 기술을 포함한 종합적인 능력으로 정의하고, 전문가들의 의견과 언론 보도를 통하여 각 팀의 경기력을 조사하였다. 각 경기에 대한 여러 가지 분석 내용을 바탕으로 조사된 경기력은 문자적인 변수이므로 퍼지수를 이용하여 표현하였다. 본 연구에서는 퍼지수로 표현된 경기력이 각 경기 결과에 미치는 영향을 조사하였다.

본 연구에서는 한국프로농구 경기를 분석하기 위해 경기의 결과를 승 혹은 패로 표현하는 대신에 각 팀이 경기에서 얻은 점수를 바탕으로 두 가지로 표현하였다. 첫 번째는 각 팀이 기록한 점수의 차를 이용하여 두 팀 간의 점수 차에 영향을 주는 변수들을 선택하였다. 그리고 두 번째는 두 팀 간의 경기 결과를 승 혹은 패와 같이 이항적(dichotomy)으로 표현하지 않고 “대승, 승리, 신승, 석패, 패배, 대패”와 같이 다항적(polychotomy)으로 표현하였다. 그리고 “대승, 승리, 신승, 석패, 패배, 대패”와 같은 문자적인 변수를 퍼지수로 표현하였다.

2.2 회귀모형을 이용한 결과 분석

회귀분석이란 자연이나 사회에서 발생하는 인과적인 관계를 영향을 주는 변수인 설명변수와 영향을 받은 변수인 반응변수를 이용하여 설명하는 통계적인 방법이다. 반응변수를 설명변수의 함수로 표현한 것을 회귀모형이라 하고, 설명변수의 값으로부터 반응변수의 값을 예측하기 위하여 추정된 회귀모형을 사용한다[14]. 회귀분석에 사용되는 반응변수는 승 혹은 패와 같이 표현되는 이항형(binary type)과 반응변수의 값이 3개 이상인 경우에는 다항형(ordinary type) 그리고 연속형(continuous type) 등이 사용된다.

프로농구나 혹은 대학이나 중고등학교의 농구 결과를 분석한 여러 문헌에서는 각 팀의 승리나 혹은 패배에 영향을 주는 변수들을 연구하여 선택된 변수를 이용하여 통계적인 모형을 제시하였다. 이와 같은 논문들은 반응변수를 승 혹은 패와 같이 이항형으로 표현한 후, 로지스틱회귀모형이나 관별분석, 그리고 신경망과 의사결정나무를 이용하여 농구 경기의 결과를 분석하였다. 각 팀의 승리나 혹은 패배에 영향을 주는 중요한 설명변수들을 선별하여 농구 경기의 결과를 분석하고 예측할 수 있다. 그러나 농구경기에서 승리과 패배라는 두 변수를 사용할 경우에는 전문가들이나 일반 농구팬들이 두 팀 간의 비교를 제한적으로 할 수 밖에 없는 문제점을 가지고 있다. 각 팀의 경기 결과를 다양하게 분석하기 위해서는 두 팀 간의 경기 결과를 이항형이 아닌 연속형으로 표현하는 것이 전문가들이나 농구 팬들에게 다양한 재미와 정보를 제공할 수 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 농구 경기에서 각 팀이 기록한 점수의 차를 회귀모형의 반응변수로 이용한다.

본 연구에서는 KBL에서 제공하는 열여섯 개의 변수 즉, 굿디펜스(x_{i1}), 턴오버(x_{i2}), 테크니컬 파울(x_{i3}), 5반칙(x_{i4}), 선수교체(x_{i5}), 2점슛성공률(x_{i6}), 3점슛성공률(x_{i7}), 자유투성공률(x_{i8}), 덩크슛(x_{i9}), 어시스트(x_{i10}), 공격리바운드(x_{i11}), 수비리바운드(x_{i12}), 팀리바운드(x_{i13}), 스틸(x_{i14}), 슛블록(x_{i15}), 파울수(x_{i16}) 등을 설명변수로 사용하였다. 그리고 두 팀 간의 경기에서 각 팀이 기록한 점수의 차(y_i)를 설명변수에 영향을 받는 반응변수로 하였다. 본 연구에서 사용한 회귀모형은

$$y_i = \sum_{j=0}^{16} \beta_j x_{ij} + \epsilon_i \quad (i = 1, \dots, 540)$$

와 같다. 여기서 ϵ_i 는 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 정규분포를 따르는 관측오차이고, $x_{i0} = 1$ 이다.

주어진 회귀모형을 추정하기 위하여 관측값(y_i)과 예측값($\sum_{j=0}^{16} \beta_j x_{ij}$)의 차이의 제곱을 최소로 하는 최소자승법

$$\sum_{i=1}^{540} \left(y_i - \sum_{j=0}^{16} \beta_j x_{ij} \right)^2 = Min!$$

을 사용하였다. 위와 같은 모형에서 주어진 16개의 설명변수를 모든 사용하는 것이 점수 차에 대한 설명력을 높일 수 있으나, 많은 변수가 주는 혼란스러움도 내재하고 있다. 따라서 본 연구에서는 가능한 한 작은 수의 설명변수를 사용하여 모형을 설정하는 모수절약의 법칙(principle of parsimony)에 따라 단계적 변수 선택법(Stepwise selection method)을 사용하였다. 그리고 각 설명변수의 영향력을 동일하게 비교하기 위하여 각 설명변수(x_{ij})을 평균이 0이고 분산이 1인 표준화된 설명변수(x_{ij}^*)을 사용하여 점수 차에 대한 회귀모형을 추정하였다.

KBL에서 제공하는 16개의 설명변수와 두 팀이 기록한 점수 차에 대한 회귀모형을 최소자승법을 이용하여 추정된 결과는

$$y_i = 1.202 - 2.896x_{i2}^* + 5.568x_{i6}^* + 4.602x_{i7}^* + 1.918x_{i8}^* + 2.395x_{i11}^* + 4.363x_{i12}^* + 2.795x_{i14}^* - 1.161x_{i16}^*$$

와 같다(p-value=0.01). 추정된 모형은 턴오버와 파울수는 점수 차에 음의 영향을, 그리고 2점, 3점, 자유투 성공률과 공격과 수비리바운드와 스틸은 점수 차에 양의 영향을 주는 것을 보여준다. 다시 말해서 슛 성공률이 높고 리바운드와 스틸이 많고, 턴오버와 파울이 작은 팀이 경기에서 큰 점수 차로 승리할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 위 모형에서 다른 연구 문헌에서 많이 언급된 어시스트부분이 설명변수에서 빠져있다[6, 7, 8, 9, 10]. 이것은 회귀진단에서 발생하는 다중공산성 문제 때문에 발생한 결과이다. 즉, 아래 표와 같이 어시스트는 공격부분에 해당하는 2점 및 3점 슛 성공률과 수비리바운드와 양의 상관관계가 있다(p-value=0.01).

	x_6	x_7	x_{12}
x_{10}	0.336	0.291	0.156

또한, 어시스트를 반응변수로 하고 2점 및 3점 슛 성공률과 수비리바운드를 설명변수로 하고 최소자승법을 이용하여 추정된 회귀모형은

$$x_{i10}^* = 0.32x_{i6}^* + 0.326x_{i7}^* + 0.105x_{i12}^*$$

와 같다(p-value=0.01). 이것은 어시스트가 승부에 미치는 영향을 2점 및 3점 슛 성공률과 수비리바운드와 같은 다른 변수들이 설명하고 있음을 보여주고 있다.

2.3 퍼지회귀모형을 이용한 결과분석

농구경기뿐만 아니라 구기운동경기에서 승부의 결과를 승리와 패배라고 표현하기도 하지만, 두 팀이 기록한 점수 차에 따라 대승, 승리, 신승, 석패, 패배, 그리고 대패 등을 사용

한다. 이와 같이 경기 결과를 승리나 혹은 패배와 같이 이항형으로 사용하지 않고 대승, 승리, 신승, 석패, 패배 그리고 대패와 같이 다항형으로 사용하는 것이 농구를 사랑하는 팬들에게 더 많은 경기의 정보를 제공한다. 대승, 신승, 박빙, 석패 그리고 대패 등과 같은 문자적인 변수를 사용하여 승부를 예측하는 것은 축구나 야구와 같이 점수의 차가 크지 않은 구기운동보다 한 팀이 한 경기에서 얻는 점수가 높은 농구경기의 결과를 예측하는데 사용하는 것은 더 유용할 수 있다.

한 팀이 상대팀으로부터 점수를 기록하는 많은 구기운동에는 선수와 팀의 경기력(athletic performance)이라는 것이 중요한 역할을 한다. 농구에서도 팀이나 혹은 경기에 출전하는 선수들의 경기력은 승부 결과에 많은 영향을 주는 것은 전문가들이나 선수들이 모두 인정하는 것이다. 비록 다른 경기에서는 경기력을 정의하고 경기력이 승부 결과에 미치는 영향에 대한 연구가 진행되었다. 그러나 한국프로농구의 경기 결과를 분석하기 위해 경기력을 정의하고 논의한 문헌은 많지 않은 편이다. 경기력이란 각 팀의 선수 개인이나 팀이 발휘하는 기술을 포함한 종합적인 능력을 의미하는 것으로 농구 경기에 적합한 경기력을 정의하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 한 팀의 경기력을 선수들의 공헌도, 주축 선수의 경기 중 부상이나 퇴장, 상대팀에 대한 감독의 전술 효과, 그리고 심판들의 오심에 대한 영향 등을 중심으로 정의하였다. 경기력과 함께 한 팀의 경기 결과에 영향을 주는 것은 조직력(team work)이다. 한국프로농구팀의 선수단은 감독과 코치, 선수 그리고 행정지원팀으로 구성되어 있다. 감독과 선수 그리고 지원팀이 서로 협력적이고 유기적인 관계에 있는 팀일수록 경기에서 승리할 확률이 높은 것은 사실이다. 따라서 각 팀의 조직력은 농구 결과를 분석하는데 중요한 변수이다.

본 논문에서는 사용하는 경기력과 조직력은 정량적인 자료와 정성적인 자료를 모두 포함하고 있으므로, KBL에 제공하는 선수 공헌도와 Jump ball, Osen, My daily, Naver, Sports와 같은 농구를 전문적으로 보도하는 신문이나 잡지 그리고 포털사이트의 전문가 칼럼이나 후기를 근거로 하여 경기력과 조직력을 판단하였다.

본 논문에서 사용하는 경기력 혹은 조직력 그리고 대승, 승리, 신승, 석패, 패배 그리고 대패 등과 같이 문자적으로 표시되는 승부의 결과는 그 경계가 명확하지 않을 수 있다. 이와 같이 경계가 명확하지 않는 문자적인 변수를 통계적으로 분석하고 이용하기 위해 사용되는 것이 Zadeh(1965)가 제안한 퍼지수이다. 또한 제시된 퍼지수는 퍼지분할을 만족하도록 하는 것이 문자적인 변수를 효율적이고 수리적으로 표현하는 것이다[15, 16].

본 논문에서는 한국프로농구 경기결과를 두 팀 간의 점차(d)에 따라 대승($d \leq -10$), 승리($-9 \leq d \leq -4$), 신승($-3 \leq d \leq -1$), 석패($1 \leq d \leq 3$), 패배($4 \leq d \leq 9$), 그리고 대패($10 \leq d$) 등과 같은 문자적인 변수로 표시하기 위해

$$(0,0,1)_T(\text{대패}), (1,1,1)_T(\text{패배}), (2,1,1)_T(\text{석패}),$$

$$(3,1,1)_T(\text{신승}), (4,1,1)_T(\text{승리}), (5,1,0)_T(\text{대승}),$$

와 같은 퍼지수를 정의하였다. 여기서 $(a,b,c)_T$ 는 중심(mode)이 a 이고 왼쪽과 오른쪽 폭(spread)이 각각 b 와 c 인 삼각퍼지수를 나타낸다. 또한 경계가 확실하지 않은 문자적으로 표현되는 경기력과 조직력에 대한 퍼지수는

$$(1,0,1)_T(\text{아주아주 나쁨}), (2,1,1)_T(\text{아주 나쁨}), (3,1,1)_T(\text{나쁨}), (4,1,1)_T(\text{조금 나쁨}), (5,1,1)_T(\text{보통}), (6,1,1)_T(\text{조금 좋음}), (7,1,1)_T(\text{좋음}), (8,1,1)_T(\text{아주 좋음}), (9,1,0)_T(\text{아주 아주 좋음})$$

와 같이 정의하였다.

본 연구에서 삼각퍼지수로 표시된 조직력(X_1)과 경기력(X_2)이 경기결과(Y)에 영향을 주는 것을 분석하는 것은 일반적인 회귀분석으로 분석할 수 없다. 따라서 반응변수와 설명변수가 모두 퍼지수로 표현된 퍼지회귀모형을 사용하여야 한다. 경기력과 조직력에 대한 경기결과(Y)의 퍼지회귀모형은

$$Y_i = A_0 + A_1X_{i1} + A_2X_{i2}$$

와 같다. 여기서 반응변수 $Y_i = (y_i, l_{y_i}, r_{y_i})_T$ 와 설명변수 $X_{ij} = (x_{ij}, l_{x_{ij}}, r_{x_{ij}})_T (j = 1, 2)$ 는 삼각퍼지수이다. 퍼지회귀모형의 퍼지회귀계수는 다음과 같은 세 단계 절차를 이용하여 추정할 수 있다[14, 16, 17].

아래에서는 반응함수의 연관함수를 추정하는 방법을 설명한다.

1단계 : 중심에 대한 회귀모형을 추정.

$$\sum_{i=1}^{540} (y_i - a_0 - a_1x_{i1} - a_2x_{i2})^2 = Min!$$

2단계 : α -수준집합의 양 끝점에 대한 회귀모형을 추정

$$\sum_{i=1}^{540} \left(le_{y_i}(\alpha) - \sum_{k=0}^2 le_{a_k}(\alpha) le_{x_{ik}}(\alpha) \right)^2 = Min!$$

$$\text{subject to } le_{y_i}(\alpha) < \hat{y}_i \text{ and } le_{a_j}(\alpha) < \hat{a}_j$$

$$\sum_{i=1}^{540} \left(re_{y_i}(\alpha) - \sum_{k=0}^2 re_{a_k}(\alpha) re_{x_{ik}}(\alpha) \right)^2 = Min!$$

$$\text{subject to } re_{y_i}(\alpha) < \hat{y}_i \text{ and } re_{a_j}(\alpha) < \hat{a}_j$$

여기서, $le_{x_{i0}}(\alpha) = re_{x_{i0}}(\alpha) = 1$ 이다.

3단계 : 퍼지반응변수에 대한 연관함수를 추정.

$$\sum_{k=1}^m (\alpha_k - l_{0j} - l_{1j} \hat{l}_{a_j}(\alpha_k))^2 = Min!$$

subject to $l_{0j} + l_{1j} \hat{a}_j = 1 (j=0,1,2)$

$$\sum_{k=1}^m (\alpha_k - r_{0j} - r_{1j} \hat{r}_{a_j}(\alpha_k))^2 = Min!$$

subject to $r_{0j} + r_{1j} \hat{a}_j = 1 (j=0,1,2)$

위에서 주어진 3단계 방법과 최소자승법을 이용하여 추정된 경기력과 조직력에 대한 경기결과의 퍼지회귀모형은

$$Y_i = (0.037, 0.007, 0.04)_{T} X_{i1} + (0.482, 0.056, 0)_{T} X_{i2}$$

와 같다. 2013~2014시즌 한국프로농구의 자료를 중심으로 추정된 퍼지회귀모형은 조직력과 경기력이 좋은 팀일수록 승리를 할 가능성이 높다는 것을 보여주고 있다. 이것은 많은 농구 관계자나 농구 팬들이 생각하는 것과 일치하는 결과라고 볼 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 2013~2014시즌 한국프로농구 경기의 승부 결과에 대한 통계적인 분석을 하였다. 일반적으로 많이 사용하는 승리 혹은 패배와 같은 이항형 변수 대신에 각 팀이 경기에 기록한 점수의 차를 반응변수로 생각하였다. 이것은 반응변수가 이항형인 통계분석보다 많은 정보를 제공할 수 있는 장점이 있다. 한국프로농구연맹(KBL, Korea Basketball League)에서 제공하는 2013~2014시즌의 자료를 이용하여 분석한 결과는 2점 및 3점 그리고 자유투 성공률, 공격과 수비 리바운드, 스틸, 턴오버, 그리고 파울이 두 팀이 기록한 점수 차에 영향을 주었다.

또한, 본 연구에서는 두 팀의 승부 결과를 “대승, 승리, 신승, 석패, 패배 그리고 대패”와 같이 문자적으로 표현되는 변수를 삼각퍼지수로 표현하였고, 각 팀의 조직력과 경기력은 아주아주 좋음이나 아주아주 나쁨과 같은 문자로 표현하고 이를 삼각퍼지수로 표현하였다. 그리고 모두 퍼지수로 표현된 경기력과 조직력에 대한 경기 결과의 퍼지회귀모형을 추정하여 조직력과 경기력은 경기 결과에 영향을 준다는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 조직력과 경기력을 전문가들의 관전평이나 후기를 근거로 주관적으로 판단하였으나 향후 연구에서는 경기력과 조직력에 대한 전문가들의 의견을 반영할 예정이다. 그리고 정량적인 자료로 표현할 수 없는 여러 가지 변수들을 퍼지수를 이용하여 표현한 후 퍼지회귀모형을 이용하여 연구할 계획이다.

References

- [1] Feamhead, P. & Taylor, B. M., “On Estimating the Ability of NBA Players”, *Journal of Quantitative analysis in sports*, vol 7, Iss. 3(11), 2011.
- [2] Fernandez, J., Mendez-Villance, A., Pluim, B. M. “Intensity of tennis match play”, *British J. sports Med.* vol. 40, 2006.
- [3] Gu, S. H., Kim, H. S., Jang, S. Y., “A Comparison Study on the Prediction Models for the Professional Basketball Games”, *Korean Journal of Sport Science*, Vol. 20, No. pp. 4,704-711. 2009.
- [4] Kim, S. H., Lee, J. W., Lee, M. S., “Estimating the determinants of victory and defeat through analyzing records of Korean pro basketball” *Journal of the Korean Data & Information Science Society* vol. 23, no 5, pp.993-1003, 2012.
- [5] Kim, S. J., “Application of Hierarchical nonlinear model in analyzing basketball competition”, *The Korean Journal of Sports Science*, vol 23 no 4 1279-1290.
- [6] Kim, S. J., Do, J. H., Heo, C. K. “Comparison of Korean plays with naturalized plays of KBL and analysis on their playing feasure”, *Korean Journal of Sport Science*, vol. 23, no. 3, pp.1489-1499, 2014.
- [7] Oh, K. H., “Factors Determining the Performance Level of High School Basketball Player”, Keimyung University, 2007.
- [8] Brooks, G., Chatterjee, S., & Yilmaz, M. R. “Who is the greatest rebounder of all time”, *Chance*, vol 10, no 1, 1997.
- [9] Dean Oliver, Basketball on paper: Rules and Tools for performance Analysis, *Potomac Books Inc*, 2004
- [10] Lee Y. S. Hwang B. K. Kim Y. R., “Conceptual Exploration for soccer performance analysis Assessment”, *The Korean Journal of Sports Science*, vol 22, no 5, pp. 749-762
- [11] Piette, J., Anand, S., Zhang, K. “Scoring and Shooting Abilities of NBA Players”, *Journal of Quantitative analysis in sports*, vol 6, Iss. 1(1), 2010.
- [12] Singer, R. N. “Motor learning and human performance: An application to motor and movement behaviors”(3rd ed.). New York: Macmillan Publishing Co. 1980
- [13] Lee, G. M. “The Influence of Competition Strategy and Teamwork of Male Basketball Players on Performance”, *Korean Journal of Sociology of Sport* Vol. 23, No. 4, pp. 45-60. 2010.
- [14] Jung, H. Y., Yoon, J. H., Choi, S. H., Fuzzy linear

regression using rank transform method, *Fuzzy Sets and Systems*, vol 274, pp. 97-108, 2015.

- [15] Choi, S. H., Buckley, J. J. Fuzzy regression using least absolute deviation estimators, *Soft Computing*, vol 12, pp. 257-263, 2008.
 - [16] Kim, C. Y., Yoo, B. S. Choi, S. H, A study on Fuzzy model for flight aptitude using K-WAIS and FTD test *The Korean Society for Aviation and Aeronautics* vol 19, no 3, pp 25-32, 2011.
 - [17] Lee, W. J., Yoon, J. H., Choi, S. H. Fuzzy Theil regression Model, *Journal of The Korean Institute of Intelligent Systems*, vol 23, no 4, pp. 366-370, 2013.
-

저 자 소 개

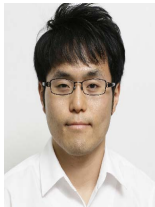
장효진(Hyo Jin Jhang)

2013년~현재 : 한국항공대학교 항공우주공학부

관심분야 : 항공우주, Sports Statistics

Phone : +82-10-2417-8478

E-mail : jessejhang@naver.com



곽현(Hyun Kwak)

1996년~현재 : 농구전문 매거진 점프볼 (Jumpball) 취재기자

관심 분야 : Basketball, Sports Statistics

Phone : +82-10-7139-8689

E-mail : rocker@jumpball.co.kr



최승회(Seung Hoe Choi)

1984년 : 울산대학교 수학과 이학사

1986년 : 연세대학교 수학과 이학석사

1994년 : 연세대학교 수학과 이학박사

1996년~현재 : 한국항공대학교 인문자연학부 교수

2015년~현재 : 한국지능시스템학회 이사

관심분야 : Fuzzy Prediction, Stochastic Process, Sports Statistics

Phone : +82-2-300-0073

E-mail : shchoi@kau.ac.kr