

# A Network Analysis for 2016 Summer Transfer Market of European Football Leagues

소셜네트워크과학과 석사과정 한재운

December 24, 2016

## 1 Introduction

최근 사회연결망 분석 (Social Network Analysis)은 트레이딩 시장 [1] [2]부터 교통 시스템 [3]까지 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이와 더불어 스포츠 분야 역시 경쟁력 강화를 위하여 적극적으로 데이터를 모아 사회연결망 분석을 비롯한 다양한 데이터 분석 기법을 활용하고 있다. 마이클 루이스는 자신의 저서 머니볼 (The Moneyball)을 통하여 통계학과 데이터 분석이 구단 운영과 전술 수립, 선수단 운용에 어떤 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 지 보여준 바 있다. [4] 야구의 경우, '데이터 야구'라는 말이 보편화될 만큼 많은 자료들이 제공되고 분석되고 있다. 미국 메이저리그는 세이버메트릭스 (sabermetrics)를 통해 선수들의 기술적 능력에 대한 객관적인 평가 척도를 제시하고 있다. 이처럼 데이터 기반의 스포츠 문화가 정착할 수 있었던 이유는 방대한 데이터를 축적하고 활용할 수 있는 인프라가 마련되었기 때문이다. 하지만 스포츠 산업에서 데이터 분석의 범주는 전통적인 통계학에 기반을 둔 데이터 분석 뿐만 아니라 사회연결망 분석까지 이르고 있다. [5] 그 중에서도 축구에 사회연결망 분석을 시도한 사례가 늘어나고 있다. Pena and Touchette는 2010년 월드컵 데이터를 활용하여 축구 전술에 대한 네트워크 분석을 시도하였으며 [6], Trequattrini *et al.*은 축구 팀의 퍼포먼스를 네트워크 분석을 통하여 측정한 바 있다. [7]

최근 각국의 축구 리그의 이적 시장이 경제학적이거나 경영학적으로 매우 관심을 받고 있다. [8] 축구 이적시장의 가장 큰 특징은 이적 시장 내에 많은 팀들이 참여하여 높은 빈도로

League	Teams	Examples
English Premier League	20	Arsenal, Chelsea, Liverpool, ...
Spain La Liga	20	Barcelona FC, Real Madrid, ...
Germany Bundesliga	18	Bayern Munich, Dortmund, ...
Italy Serie A	20	Juventus, AS Roma, AC Milan, ...
UEFA Champions League Teams	17	FC Basel, Olympiacos, ...

Table 1: Teams for Network Analysis

이적이 발생한다는 점이다. 이러한 특성은 팀 기반의 네트워크 분석에 적합하며, 그 규모를 팀에서 리그 단위로도 확장할 수 있다. 본 프로젝트에서는 경제적 규모가 가장 큰 4대 리그와 최근 3년간 유럽 국가대항전에 출전한 팀들을 중심으로 2016년 여름 축구 이적시장에 대하여 가중치 네트워크 (weighted network) 분석을 시도하였다. 수집한 데이터를 이용해 모든 팀에 대한 전체 네트워크와 각 리그의 네트워크를 비교 분석하였다.

## 2 Data Description

### 2.1 Data Collecting

분석에 사용한 데이터는 Transfermarkt [9]에서 스크래핑하였다. 2016년 여름 이적시장의 데이터를 수집하였으며, 완전 이적 (Permanent)을 제외한 임대 이적 및 임대 복귀는 데이터 수집 대상에서 제외하였다. 데이터 수집 대상 팀의 수는 96개이며, 리그별 정보는 Table ??과 같다. 최초 수집한 데이터는 1,388건의 이적 정보였으나, 중복된 데이터와 은퇴 선수 및 자유 계약으로 팀 소속이 사라진 경우를 제외하여 최종적으로 504개의 팀에 대한 1,069건의 이적 정보를 수집하였다.

### 2.2 Data Preprocessing

수집한 데이터는 R을 이용하여 전처리했다. 데이터 전처리 과정은 다음과 같다. 우선 소속이 없는 (Free agent) 선수의 경우, 이적이 성사되었을 때 이적료가 발생하지 않아 수집한 데이터에도 이적료 정보는 존재하지 않는다. 본 프로젝트에서는 가중치 네트워크를 구성하기 때문에, 이같은 경우에 선수의 이적료를 선수의 시장가치로 대체하였다. 모든 선수들의

이적 정보가 외부로 공개되지 않기 때문에 몇몇 선수의 경우 이적료의 정보가 데이터에 없는 경우가 발생한다. 이 경우 역시 이적료 정보를 선수 시장가치로 대체하였다.

네트워크의 노드(node)는 각 팀으로 하였으며, 엣지(edge)는 팀간 이적이 성사된 경우에 생성하였다. 이 때 네트워크는 방향성 네트워크 (directed network)로 구성하였다. 팀 A에서 팀 B로 이적이 발생했을 경우, 네트워크의 방향은  $A \rightarrow B$ 가 된다. 미려한 시각화 결과물을 위하여 노드의 크기는 해당 팀이 이적시장에서 거래한 선수들의 이적료를 모두 합한 값의 로그값으로 설정하였다. 각 네트워크 엣지의 가중치는 이적료로 설정하였다. 최초 수집한 데이터의 이적료의 경우 파운드로 기재되어 있다. 예를 들어, 특정 선수의 이적료가 120만 파운드일 경우 1.2m으로 기재되어 있다. 기본 가중치를 100만 파운드로 두고 이를 기준으로 가중치를 부여하였다.

### 3 Result

#### 3.1 Whole Network

Figure 2은 전체 데이터를 시각화한 것이다. 총 504개의 팀을 13개의 그룹으로 나누었으며, 각 그룹은 각 국가의 1부 리그를 나타낸다. 2부 리그팀과 기타 1부 리그팀은 기타 (Miscellaneous)로 분류하였다. Figure 1는 네트워크의 In-node degree와 Out-node degree를 나타낸 것이다. In-node degree의 분포는  $\gamma_{in} \simeq 1.5$ 인 power-law를 따르며, out-node degree의 분포는  $\gamma_{out} \simeq 1.8$ 인 power-law를 따른다.

네트워크 내에서 각 팀들의 중심성을 보기 위해서 연결정도 중심성 (Degree centrality), 매개 중심성 (Betweenness centrality), 위계 중심성 (Eigenvalue centrality)을 비교하였다. 우선 연결정도 중심성이 높은, 즉 많은 연결관계를 가지는 팀들이 여러 측면에서 위치적 우위를 갖는다. 매개 중심성은 직접 연결되어 있지 않은 액터들 간 관계를 통제하거나 중개하는 정도를 나타낸다. 이는 액터가 네트워크 내 액터들간 최단경로 상에 위치하는 정도를 측정하여 계산된다. 매개 중심성은 네트워크 내의 정보 교환이나 흐름에 대한 통제 능력을 나타낸다고 할 수 있다. 하지만 축구 이적시장에서는 이적이 단발성으로 일어나며, 수집한 데이터는 2016년 여름 이적 시장뿐이기 때문에 매개 중심성이 유의미한 결과를

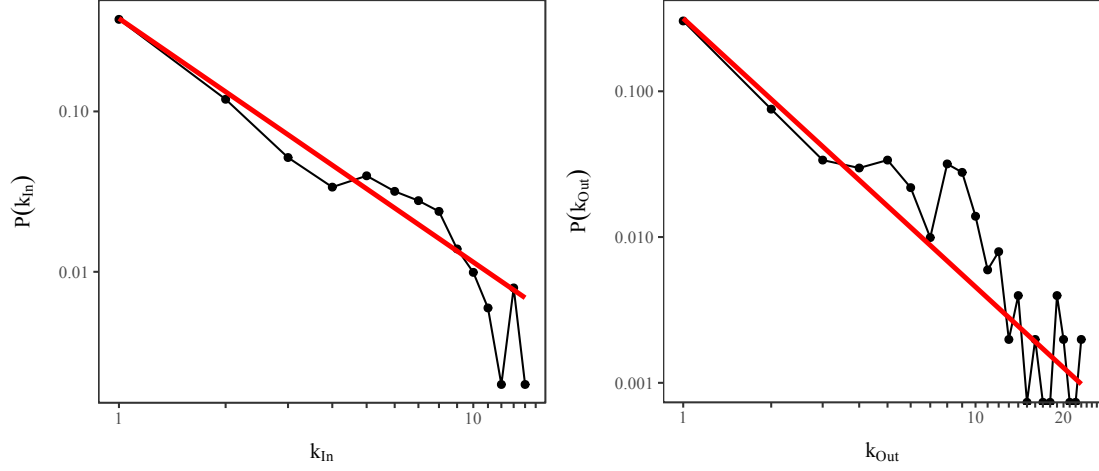


Figure 1: (Left) In-node Degree Distribution of Whole Network. Degree Exponent  $\gamma_{in} \simeq 1.5$ ; (Right): Out-node Degree Distribution of whole Network. Degree Exponent  $\gamma_{in} \simeq 1.8$ .

Rank	Team	Degree	League	Team	Betweenness	League	Team	Eigenvalue	League
1	Sampdoria	0.062	Italy	Pescara	0.12	Italy	Manchester Utd.	1	England
2	Juventus	0.06	Italy	Chievo Verona	0.096	Italy	Manchester City	0.506	England
3	Torino	0.056	Italy	Sampdoria	0.086	Italy	Juventus	0.277	Italy
4	Udinese	0.056	Italy	Crotone	0.081	Italy	Crystal Palace	0.272	England
5	AS Roma	0.052	Italy	Sporting Gijon	0.071	Spain	Liverpool	0.238	England
6	Pescara	0.05	Italy	Genoa	0.071	Italy	Everton	0.214	England
7	Genoa	0.048	Italy	Ternana	0.061	Misc	Real Madrid	0.207	Spain
8	Chievo Verona	0.046	Italy	Real Zaragoza	0.059	Misc	AS Roma	0.206	Italy
9	Bologna	0.044	Italy	FC Augsburg	0.059	Germany	Spurs	0.182	England
10	Real Betis	0.044	Spain	Dep. La Coruna	0.056	Spain	Sunderland	0.171	England

Table 2: Top 10 of Centralities of Whole Network

보여주기 어려울 것이다. 마지막으로 위계 중심성은 액터의 로컬 네트워크 크기, 즉 액터에 직접 연결된 다른 액터의 개수에 초점을 맞춘다. 또한 연결된 액터의 개수 뿐만 아니라, 연결된 액터가 얼마나 중요한지 함께 고려한다. 위계 중심성은 매우 강력한 영향력을 가진 액터와 연결된 경우가 다른 평범한 액터들과 연결된 경우보다 더 유용하다고 본다. 이에 따라 위계 중심성은 종종 인기도 (popularity) 나 지위 (status) 로 해석되기도 한다. 전체 네트워크의 중심성은 Table 2와 같다.

연결정도 중심성에 따르면 스페인의 Real Betis를 제외하면 상위 9개의 팀이 모두 이탈리아 팀이므로 2016년 여름 이적시장은 대체적으로 이탈리아 세리에 A의 팀들의 이적이 매우 활발했음을 알 수 있다. 매개 중심성 역시 이탈리아 팀들이 대체적으로 높음을 알 수 있다. 이와 대조적으로 위계 중심성 값은 잉글랜드 팀들이 압도적으로 높음을 보였다. 최상위 위계

중심성 값을 1로 두고 스케일링을 했을 때, Manchester Utd.의 위계 중심성은 다음으로 높은 Manchester City의 위계 중심성 값의 두 배 가까이 됨을 알 수 있다. 또한 위계 중심성 상위팀들 대부분이 각자의 리그에서 지난 시즌 상위권을 기록한 팀들이다. 잉글랜드 팀의 경우 중위권 팀들도 이름을 올리고 있는데, 이는 잉글리시 프리미어리그 팀들의 이적료 규모가 다른 리그보다 거대함을 반증한다고 할 수 있다.

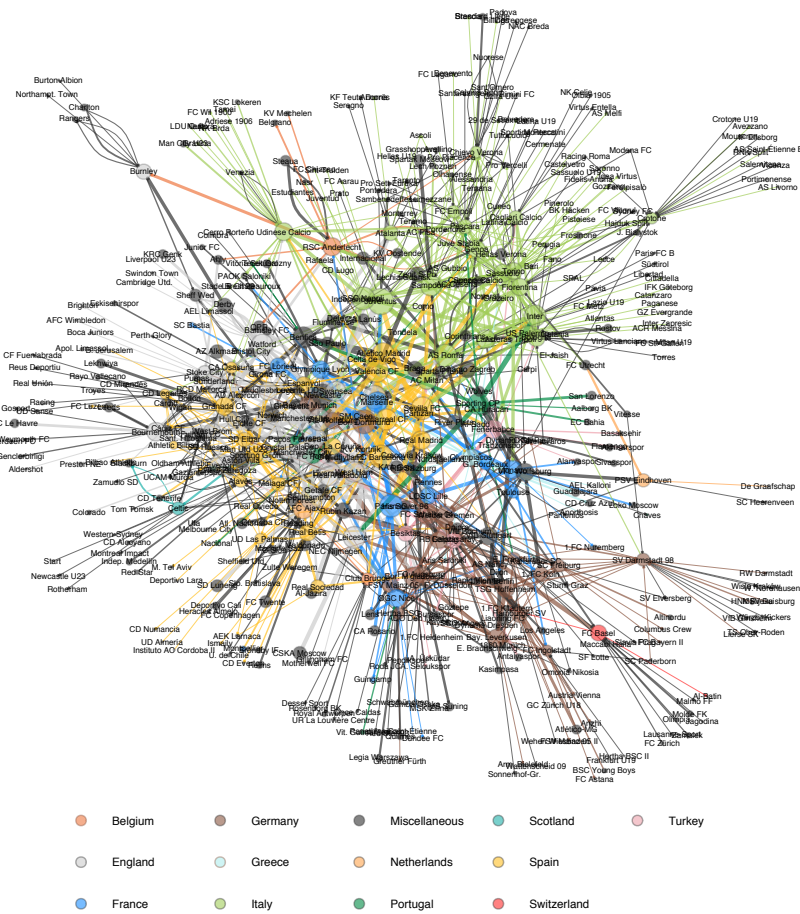


Figure 2: Whole Network Visualization

### 3.2 English Premier League

Rank	Team	Degree	League	Team	Betweenness	League	Team	Eigenvalue	League
1	Watfod	0.169	England	Watford	0.133	England	Manchester City	1	England
2	Bournemouth	0.137	England	Bournemouth	0.125	England	Crystal Palace	0.712	England
3	Liverpool	0.121	England	Sunderland	0.119	England	Everton	0.628	England
4	Chelsea	0.113	England	Everton	0.117	England	Liverpool	0.567	England
5	Leicester	0.113	England	Liverpool	0.098	England	Spurs	0.543	England
6	Manchester City	0.113	England	Newcastle	0.093	Misc	Newcastle	0.489	Misc
7	Middlesbrough	0.113	England	Leicester	0.086	England	Bournemouth	0.365	England
8	Sunderland	0.113	England	Aston Villa	0.079	Misc	AS Roma	0.344	Italy
9	Crystal Palace	0.097	England	West Brom	0.074	England	Stoke City	0.312	England
10	West Ham	0.097	England	Crystal Palace	0.074	England	West Brom	0.254	England

Table 3: Top 10 of Centralities of English Premier League Network

Figure 3은 프리미어리그의 네트워크를 시각화한 것이다. 잉글리쉬 프리미어리그 네트워크의 경우 다른 리그들과 큰 차이를 보인다. 가장 큰 차이는 이적시장에서 중심으로 활동하는 팀들 대부분이 잉글랜드 내의 팀이라는 점이다. 프리미어리그 네트워크의 중심성은 Table 3과 같다. 우선 연결정도 중심성의 관점에서 이전 시즌의 상위권 팀보다 중위권 팀이 다수 분포되어 있음을 알 수 있다. 매개 중심성 관점에서 보았을 때, 대부분의 팀이 연결정도 중심성이 높은 팀과 유사함을 알 수 있지만, Newcastle이나 Aston Villa와 같이 이전 시즌 때 강등당한 팀들이 이름을 올리고 있음을 확인할 수 있다. 위계 중심성의 경우 전체 네트워크의 경우 잉글랜드 팀이 굉장히 많았으며, 해당 팀은 Manchester Utd., Manchester City, Crystal Palace, Liverpool, Everton, Spurs, Sunderland 였다. 하지만 프리미어리그 네트워크의 경우 가장 큰 위계 중심성 값을 가진 Manchester Utd.와 Sunderland가 없다. 이는 두 팀이 리그 내에서보다 다른 리그의 팀들과 거래를 진행한 경우가 많음을 의미한다. 또한 Manchester City의 위계 중심성이 가장 크며 Everton의 위계 중심성이 매우 높음은 잉글랜드의 수비수 John Stones가 수비수 최고 이적료 기록을 갱신하며 이적함에 따라 생긴 결과로 볼 수 있다. [10]

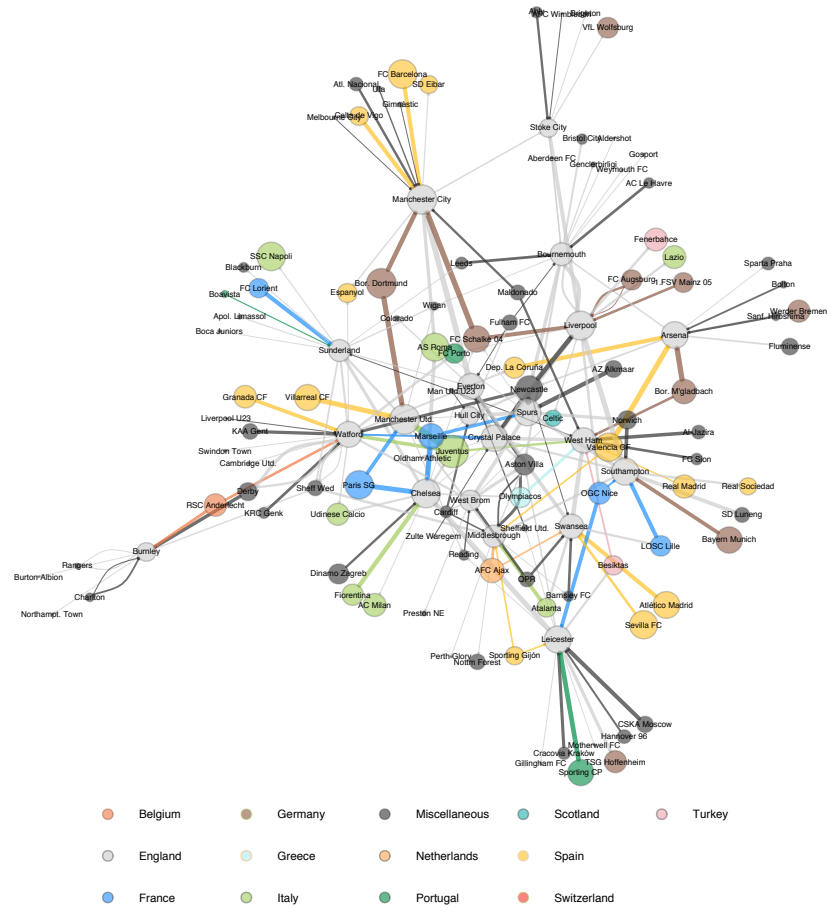


Figure 3: English Premier League Network Visualization

### 3.3 Spain La Liga

Rank	Team	Degree	League	Team	Betweenness	League	Team	Eigenvalue	League
1	Real Betis	0.157	Spain	Sporting Gijon	0.163	Spain	FC Barcelona	1	Spain
2	Alaves	0.136	Spain	Getafe CF	0.139	Misc	Manchester City	0.813	England
3	Granada CF	0.136	Spain	Real Zaragoza	0.136	Misc	Paris SG	0.622	France
4	Espanyol	0.129	Spain	Espanyol	0.124	Spain	Real Madrid	0.551	Spain
5	Dep. La Coruna	0.121	Spain	SD Eibar	0.12	Spain	Juventus	0.407	Italy
6	SD Eibar	0.121	Spain	Villarreal CF	0.084	Spain	Bor. Dortmund	0.363	Germany
7	Sevilla FC	0.121	Spain	Elche CF	0.076	Misc	Manchester Utd.	0.324	England
8	Sporting Gijon	0.121	Spain	Real Betis	0.069	Spain	Arsenal	0.322	England
9	CD Leganes	0.107	Spain	Alaves	0.068	Spain	Rubin Kazan	0.314	Misc
10	Villarreal CF	0.107	Spain	Sevilla FC	0.066	Spain	Malaga CF	0.244	Spain

Table 4: Top 10 of Centralities of Spain La Liga Network

Figure 4는 스페인 라리가의 네트워크를 시각화한 것이다. 연결정도 중심성 관점에서 보았을 때, 프리미어리그 네트워크와 유사하게 상위권 팀을 제외한 다른 팀들이 상위권을 차지하고 있다. 매개 중심성의 경우 역시 중위권 팀들이 다수 포진되어 있으며, 다른 리그들보다 2부 리그의 팀들이 리스트의 위쪽에 자리잡고 있음을 알 수 있다. Getafe CF, Real Zaragoza 등의 팀들이 상위권에 이름을 올리고 있음을 확인하였다. 위계 중심성 관점에서 보았을 때 해당 네트워크에서 스페인 팀들의 경우 전통적인 강호로 평가받는 FC Barcelona와 Real Madrid가 리스트의 상위권에 위치하며, 대부분 다른 리그의 팀들이 리스트업 되어있음을 알 수 있다. 다른 리그들의 네트워크와 다르게 잉글랜드, 스페인, 독일, 이탈리아, 프랑스 리그의 팀이 모두 리스트에 이름을 올리고 있다. 그 뿐만 아니라 Rubin Kazan과 같이 이른바 제3세계 리그도 포함되어 있다. 그 중에서도 가장 눈에 띄는 부분은 다른 리그들 보다는 프리미어리그 팀들의 강세다. Manchester City, Manchester Utd., Arsenal 등의 팀이 상위 열 개의 팀에 포함되어 있다. 또한 상위 열 팀 중 여덟 팀이 이전 시즌 자국 리그에서 상위권을 기록한 팀들임을 알 수 있다. 이는 상위권의 팀들의 이적시장 행보 중 대다수가 스페인 라리가를 통해서 이뤄짐을 보여준다.



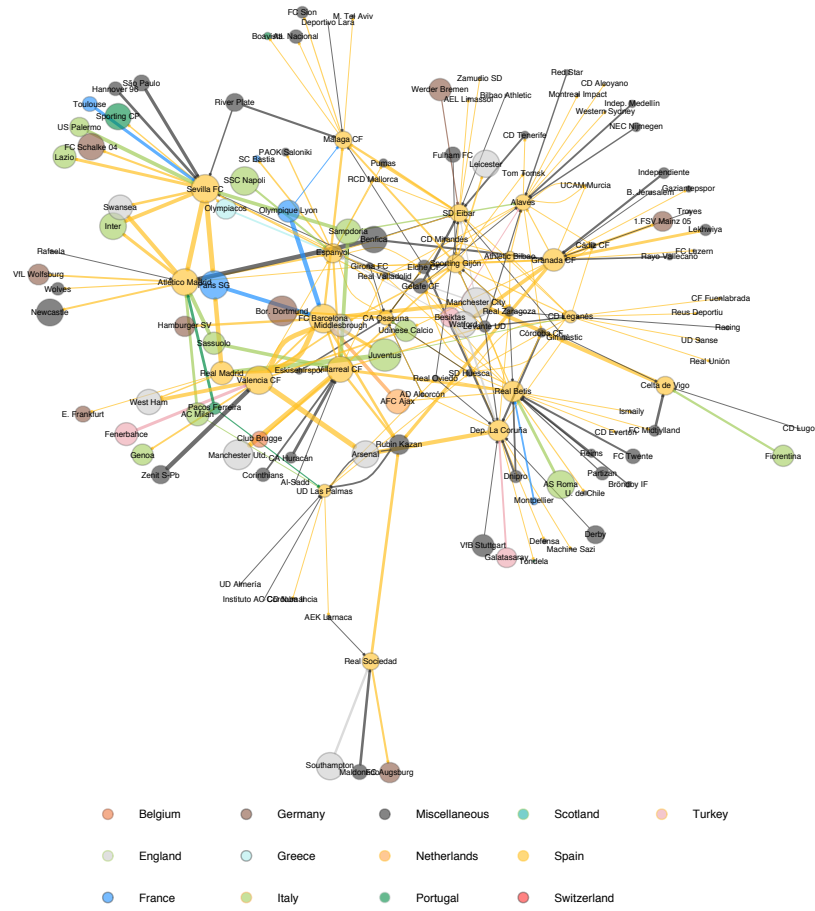


Figure 4: La Liga Network Visualization

### 3.4 Germany Bundesliga

Rank	Team	Degree	League	Team	Betweenness	League	Team	Eigenvalue	League
1	SV Darmstadt 98	0.169	Germany	Hamburg SV	0.121	Germany	Manchester Utd.	1	England
2	Werder Bremen	0.153	Germany	SV Darmstadt 98	0.117	Germany	Bor. Dortmund	0.872	Germany
3	FC Augsburg	0.129	Germany	FC Augsburg	0.09	Germany	Bayern Munich	0.833	Germany
4	Hamburg SV	0.129	Germany	VfB Stuttgart	0.083	Misc	Manchester City	0.661	England
5	SC Freiburg	0.129	Germany	SC Freiburg	0.077	Germany	Southampton	0.341	England
6	FC Schalke 04	0.121	Germany	Werder Bremen	0.061	Germany	VfL Wolfsburg	0.119	Germany
7	TSG Hoffenheim	0.121	Germany	TSG Hoffenheim	0.06	Germany	Lazio	0.048	Italy
8	Bor. Dortmund	0.113	Germany	E. Frankfurt	0.059	Germany	FC Schalke 04	0.013	Germany
9	1. FSV Mainz 05	0.097	Germany	RB Leipzig	0.056	Germany	VfL Bochum	0.008	Misc
10	Bay. Leverkusen	0.097	Germany	1. FC K'lautern	0.048	Misc	Liverpool	0.007	England

Table 5: Top 10 of Centralities of Germany 1.Bundesliga Network

Figure 5는 독일 분데스리가의 네트워크를 시각화한 것이다. 분데스리가의 네트워크의 경우, 다른 리그들과 다르게 연결정도 중심성의 상위 리스트에 이전 시즌 상위권 팀들의 이름을 쉽게 찾아볼 수 있다. 지난 시즌 2위의 Bor. Dortmund와 3위의 Bay. Leverkusen, 5위의 FC Schalke 04가 바로 해당 팀들이다. 또한 지난 시즌 겨우 강등을 면한 팀들이 리스트업 되어 있다. SV Darmstadt 98, Werder Bremen, FC Augsburg, TSG Hoffenheim의 경우 지난 시즌 강등을 면치 못한 E. Frankfurt와 승점차가 5점도 나지 않는 팀들이었다. 이는 강등권 팀이 반등을 위해 이적시장에 적극적으로 참여했음을 시사한다. 매개 중심성 관점의 경우 하위권 팀들이 다수 포진되어 있다. 리스트업 되어 있는 모든 팀이 지난 시즌 10위 이하의 성적을 보여준 팀이다. 위계 중심성의 경우 다른 리그들과 유사하게 잉글랜드 팀의 강세가 뚜렷함을 확인할 수 있다. 또한 흥미로운 점은 분데스리가 네트워크의 위계 중심성이 분데스리가의 특징을 가장 명확하게 보여준다. 분데스리가의 경우 지난 시즌을 포함하여 수년간 Bayern Munich와 Bor. Dortmund의 2강 체제를 보여주었는데, 위계 중심성의 상위 리스트에서 이를 확인할 수 있다. 마지막으로 네트워크의 위계 중심성을 통해 특정 팀들에게 그 값이 편중되어 있음을 알 수 있다. 이는 분데스리가의 경우 같은 리그간 이적료 규모가 크지 않으며, 다른 리그의 팀들과 이적이 성사되는 경우는 대부분 이른바 빅 클럽(big club) 간 거래가 발생한다고 볼 수 있다.

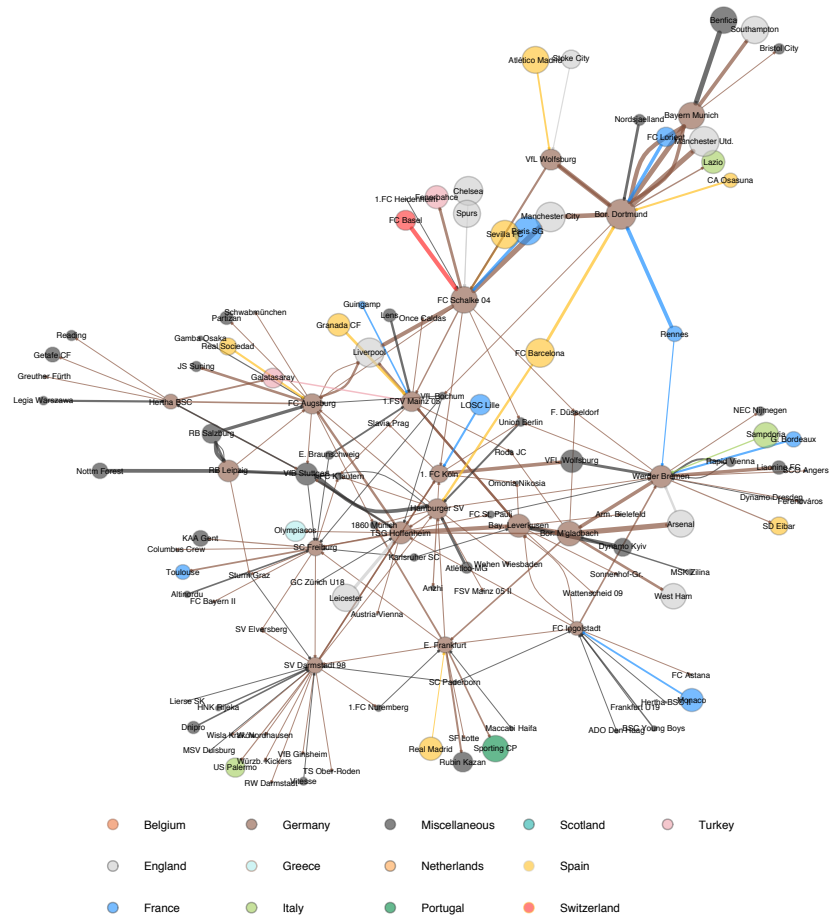


Figure 5: Bundesliga Network Visualization

### 3.5 Italy Serie A

Rank	Team	Degree	League	Team	Betweenness	League	Team	Eigenvalue	League
1	Sampdoria	0.142	Italy	Pescara	0.203	Italy	Manchester Utd.	1	England
2	Juventus	0.137	Italy	Crotone	0.128	Italy	Real Madrid	0.286	Spain
3	Torino	0.128	Italy	Genoa	0.111	Italy	Juventus	0.183	Italy
4	Udinese	0.128	Italy	Chievo Verona	0.107	Italy	Watford	0.124	England
5	AS Roma	0.119	Italy	AC Milan	0.084	Italy	West Ham	0.048	England
6	Pescara	0.114	Italy	Torino	0.08	Italy	Cagliari	0.044	Italy
7	Genoa	0.11	Italy	Juventus	0.078	Italy	SSC Napoli	0.031	Italy
8	Chievo Verona	0.105	Italy	Racing Roma	0.077	Misc	Bristol City	0.024	Misc
9	Bologna	0.1	Italy	Cagliari	0.072	Italy	AS Roma	0.022	Italy
10	Fiorentina	0.096	Italy	Como	0.071	Misc	Torino	0.019	Italy

Table 6: Top 10 of Centralities of Italy Serie A Network

Figure 6는 이탈리아 세리에 A의 네트워크를 시각화한 것이다. 전체 네트워크에서 연결정도 중심성의 상위 리스트 대부분이 이탈리아 팀이었으므로, 세리에 A 네트워크의 연결정도 중심성 상위 리스트 역시 이탈리아 팀이며 그 순서 역시 유사하다. 매개 중심성 역시 전체 네트워크에서 리스트 상위에 있던 Pescara, Chievo Verona 등이 세리에 A 네트워크에서도 상위에 리스트업 되어 있다. 두 중심성에서 다른 리그와 다른 점은 이전 시즌 우승팀인 Juventus가 상위권에 링크되어 있다는 점이다. 위계 중심성의 경우 굉장히 편중되어 있는 모습을 보여주고 있다. Manchester Utd.가 다른 팀들의 최소 3배 이상의 위계 중심성 값을 나타내고 있는데, 이는 역대 최고 이적료를 기록하며 Juventus에서 Manchester Utd.로 이적한 Paul Pogba로 인해 나타나는 모습이다. [11] 또한 나머지 이탈리아 팀들의 경우 자국 리그 내의 이적시장에서도 그 이적 규모가 다른 상위 팀들에게 한참 못미치는 경향을 보임을 알 수 있다. 이는 이탈리아 리그가 현재 겪고 있는 자금난 등의 금전적 문제로 인한 클럽간 빈부격차가 다소 심하다는 최근 분석에 대한 반증이라고 할 수 있다. [12]

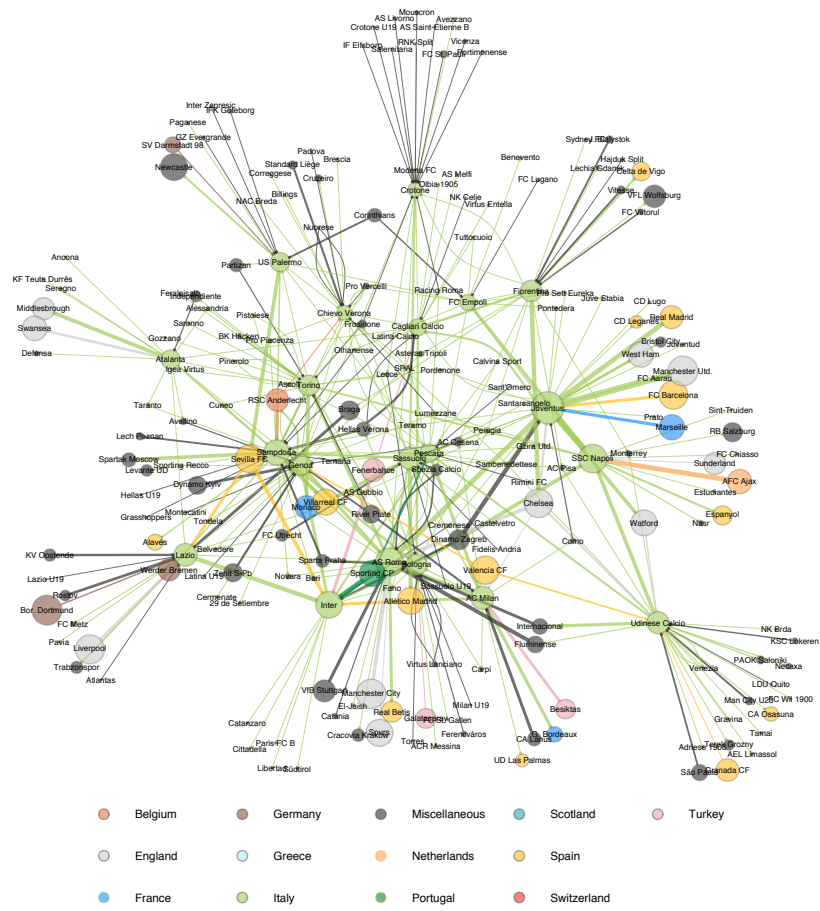


Figure 6: Serie A Network Visualization

### 3.6 League Comparison

	# Edge	# Node	Edge per Node	Total Transfer Fee	Transfer Fee per Edge
English Premier League	207	125	1.656	£1497.35m	£11.98m
Spain La Liga	243	141	1.723	£867.02m	£6.15m
Germany 1.Bundesliga	188	125	1.504	£709.22m	£5.67m
Italy Serie A	354	220	1.609	£974.4m	£4.43m

Table 7: Comparison between Leagues

Table 7은 각 리그의 네트워크에서 엣지, 노드의 수와 평균 엣지 개수, 각 리그의 총 이적료, 그리고 평균 이적료를 나타낸다. 엣지의 수는 해당 네트워크에서 발생한 총 이적 수와 같고, 평균 이적료는 거래 당 평균 이적료다. 우선 다른 리그의 팀들에 대한 의존성이 가장 적은 리그는 잉글리쉬 프리미어리그로 나타났다. 총 20팀이 있으므로, 리그에 속하지 않은 105개의 팀과 거래를 하였음을 알 수 있다. 그 다음으로 독일 분데스리가 (107개), 스페인 라리가 (121개)의 순서였으며 이탈리아 세리에 A의 경우 무려 200개의 다른 리그의 팀과 거래했음을 알 수 있다.

거래 수의 경우 이탈리아 세리에 A (354건)가 압도적으로 많지만, 그에 반해 평균 이적료는 £4.43m으로 가장 낮은 값을 보여주었다. 이는 연결정도 중심성에서 세리에 A 팀들의 값이 높게 나오는 것에 대한 반증이며, 그럼에도 불구하고 위계 중심성이 낮은 이유를 잘 설명하고 있다. 그에 반해 프리미어리그는 207회의 이적에 총 이적료 £1497.35m으로 평균 이적료는 가장 높은 £11.98m이었다. 이러한 결과는 전체 네트워크에서 잉글랜드 팀들의 위계 중심성 값이 높게 나타나는 것과 일맥상통한다고 할 수 있다.

## 4 Conclusion

본 프로젝트를 통해 2016년 유럽 축구 리그의 여름 이적시장에 대하여 네트워크 분석을 수행하여 다음의 결과를 얻었다. 유럽 축구 리그의 이적시장은 In-node와 Out-node 모두 각자의 Degree exponent 값을 갖는 power-law를 따르는 연결정도 분포를 확인할 수 있었다. In-node degree의 경우  $\gamma_{in} \simeq 1.5$ 이며, out-node degree의 경우  $\gamma_{out} \simeq 1.8$ 이다. 또한 중심성

관점에서 다른 중심성 개념보다 위계 중심성을 통해 네트워크의 전반적인 모습을 해석할 수 있음을 확인하였다. 전체 네트워크의 위계 중심성에 따르면 이적시장에서 잉글랜드 팀들의 영향력이 매우 크며, 그 중에서도 Manchester Utd.의 영향력이 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 Manchester Utd.는 자국 리그보다도 다른 리그에 미치는 영향력이 훨씬 큰 것으로 나타났다. 마지막으로 각 리그의 네트워크를 통해 현재 리그의 특성을 살펴볼 수 있었다. 잉글랜드 프리미어리그의 경우, 자국 리그를 중심으로 한 활발한 이적시장이 전개되며 이적료 규모가 굉장히 크며, 스페인 라리가의 경우 각 리그의 상위권 팀들이 주로 거래를 행하는 리그임을 확인할 수 있었다. 독일 분데스리가의 경우 하위권 팀들의 성적 반등을 위한 잦은 이적시장 활동을 확인할 수 있었고, 추가적으로 분데스리가의 수년간 이어져 온 2강 체제를 확인할 수 있었다. 이탈리아 세리에 A의 경우 이적시장은 굉장히 활발하지만 그 규모가 매우 작는데, 이는 이탈리아 리그의 자금난 등 금전적 문제에 따른 빈부 격차가 매우 심하다는 최근 분석을 뒷받침 하는 증거가 될 수 있음을 알아냈다.

## 5 Future Works

우선 데이터의 기간이 일회성으로 2016년 여름 이적시장에만 국한되어 있어, 추가적인 인과관계를 확인하기 힘들다는 문제가 있다. 이에 따라 지난 이적시장 데이터를 추가로 확보하여 시간의 흐름에 따른 인과관계까지 확인할 예정이다. 또한 데이터를 확보하면 각 리그의 연결정도 분포까지 확인할 수 있으므로 추가적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

데이터 전처리 과정에서 임대 및 임대 복귀의 경우, 데이터를 사용하지 않았는데 임대까지 포함할 경우 네트워크의 형태가 크게 변할 것으로 예상된다. 이에 따라 추후 연구에서 임대 데이터를 포함하여 전처리를 수행하여 분석하고자 한다.

## References

- [1] De Benedictis, Luca, and Lucia Tajoli. "The world trade network." *The World Economy* 34.8 (2011): 1417-1454.

- [2] Bhattacharya, Kunal, et al. "The international trade network: weighted network analysis and modelling." *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 2008.02 (2008): P02002.
- [3] Latora, Vito, and Massimo Marchiori. "Is the Boston subway a small-world network?." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 314.1 (2002): 109-113.
- [4] Lewis, M., "Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game", *Norton* (2003)
- [5] Clemente, F. M., Martins, F. M. L., & Mendes, R. S. (2015). *Social Network Analysis Applied to Team Sports Analysis*. Springer International Publishing.
- [6] Pena, Javier López, and Hugo Touchette. "A network theory analysis of football strategies." *arXiv preprint arXiv:1206.6904* (2012).
- [7] Trequattrini, Raffaele, Rosa Lombardi, and Mirella Battista. "Network analysis and football team performance: a first application." *Team Performance Management* 21.1/2 (2015): 85-110.
- [8] Lee, S., Hong, I., & Jung, WS., A Network Approach to the Transfer Market of European Football Leagues, *New Physics: Sae Mulli*, 65, (2015): 402-409.
- [9] <http://www.transfermarkt.co.uk>, Available at Dec 18, 2016.
- [10] "John Stones: Manchester City sign Everton defender for £47.5m", *BBC*, <http://www.bbc.com/sport/football/37020275>, Available at Dec 21, 2016.
- [11] "Paul Pogba: Manchester United re-sign France midfielder for world-record £89m", *BBC*, <http://www.bbc.com/sport/football/37016170>, Available at Dec 22, 2016.



- [12] "5 reasons for the decline of the Serie A", *sportskeeda*, <http://www.sportskeeda.com/slideshow/football-5-reasons-serie-a-decline>, Available at Dec 22, 2016.