

# 중심성 척도 TBC를 이용한 저자동시인용 네트워크 분석

## Author Co-citation Network Analysis Using Triangle Betweenness Centrality Measure

이재운, 경기대학교 {memexlee@kgu.ac.kr}

Lee, Jae-Yun, Kyonggi University

저자동시인용 자료에 대한 분석 도구로 삼각매개중심성 (triangle betweenness centrality; TBC) 척도를 비롯하여 네 가지 새로운 척도를 제안하고 정보학 분야의 지적 구조 분석에 적용해보았다. 제안한 척도는 사회네트워크 분석 분야에서 사용되고 있는 여러 중심성 척도를 참고하여 동시인용 데이터에 적합하도록 고안되었다. 검증을 위해서 이은숙, 정영미(2002)의 연구에서 수집한 1990년부터 2000년까지 11년간 *Journal of the American Society for Information Science*에 인용된 주요 저자 50명의 동시인용 네트워크를 여러 중심성 척도를 사용해서 분석하였다. 전통적인 분석 도구인 다차원척도법이나 군집분석과 달리 중심성 척도를 통해서 저작물에 반영된 개별 저자의 입지와 영향력에 대한 구체적인 분석이 가능하였다. 특히 삼각매개중심성 척도는 측정 범위의 조절이 자유로워서 지역적 중심성과 전역적 중심성을 모두 파악할 수 있는 것으로 나타났다.

### 1. 서론

사회 네트워크 분석은 1960년대와 1970년대에 걸쳐서 사회학과 사회심리학 분야의 연구자들이 개발한 학제적인 방법론이다. 1970년대 이후 수학, 통계학, 전산학 분야 연구자들이 가세하여 분석 기법을 체계화함에 따라서 경제학, 마케팅, 산업공학 등의 여타 분야에 유용한 분석 기법으로 자리잡게 되었다(Scott 2000).

사회 네트워크 분석 기법 중에서 중심성 분석은 1950년대부터 시도되어왔으며 1970년대에 중심성 척도에 대한 이론이 체계적으로 정립되었다(Freeman 1979).

이 연구는 사회 네트워크 분석 분야에서 사용되어온 전통적인 중심성 척도를 저자동시인용 네트워크에 효율적으로 적용하기 위한 방안을 모색하는 것을 목적으로 한다. 기존 척도는 링크에 가중치가 부여된 가중 네트워크에 대해서는 제대로 적용되지 못하기 때문이다. 기존

중심성 척도를 참고하여 저자동시인용 네트워크에서 중심성을 분석하기 위한 네 가지 새로운 척도를 제안하였다. 제안한 척도를 실제 저자동시인용 자료에 적용한 다음 삼각매개중심성 척도 위주로 그 결과를 분석하였다.

### 2. 중심성 척도

#### 2.1 사회 네트워크 분석과 중심성 척도

사회 네트워크 분석에서는 그래프 이론에 따라서 분석 대상을 노드(node, vertex, 결절점, 결점, 정점, 꼭지점, 점 등으로 표현함)와 링크(link, edge, 연결, 연결선, 변, 간선 등으로 표현함)로 파악한다.

특정 노드의 중심성은 국지적인 시각에서 보는 경우와 전체적인 시각에서 보는 경우로 나눌 수 있다. 특정 노드와 인접한 노드들과의 관계만으로 살펴보는 경우는 지역 중심성(local

centrality), 분석 대상 전체 노드들과의 관계를 살펴보는 경우는 전역 중심성(global centrality)이라고 한다(Scott 2000).

한 노드의 중심성을 측정하는 척도로는 연결정도중심성, 근접중심성, 매개중심성의 세 가지가 대표적이다(Freeman 1979).

연결정도중심성(degree centrality;  $C_D$ 로 단축 표기)은 한 노드가 연결되어 있는 링크의 수로 측정되며 지역 중심성을 측정한다.

근접중심성(closeness centrality;  $C_C$ 로 단축 표기)은 한 노드가 다른 노드들과 얼마나 평균적으로 가까이 있는지를 측정하는 전역 중심성 척도이다. 여기에서의 거리란 링크의 수로 표현되는 경로거리를 뜻한다.

매개중심성(betweenness centrality;  $C_B$ 로 단축 표기)은 Freeman(1979)이 제안한 것으로서 한 노드가 다른 노드들 사이의 최단경로 상에 위치하는 정도를 측정하는 전역 중심성 척도이다. 상이한 집단간을 연결하는 노드일수록 매개중심성이 높게 나타난다.

앞에서 살펴본 중심성 척도 세 가지는 모두 노드간의 관계가 연결 유무로만 표현된 이진 네트워크(그래프)에 적용되는 것이다. 동시인용 네트워크와 같은 가중 네트워크에서는 연결의 강도가 가중치로 표현되므로 세 가지 척도를 그대로 적용하기가 어렵다(Liu et al. 2005). 예를 들어 연결정도중심성 척도의 경우에는 '인접'여부의 판정 기준이 모호하다. 이를 해결하기 위해서는 특정한 방법으로 가중 네트워크를 이진 네트워크로 변환하거나 가중 네트워크에 어울리는 다른 척도를 사용해야 한다.

가중 네트워크를 이진 네트워크로 변경시키는 방법은 다양한 방법이 존재하지만(이재윤 2005; Newman 2004), 가중치를 0 또는 1로 변환하는 과정에서 어느 정도의 정보가 상실되는 것은 피할 수 없다. Newman(2004)은 가중 네트워크를 가중치만큼의 이진 연결이 중복된 다중 그래프로 변환하는 방식을 제안하였다. 이

방식에 따르면 기존의 척도는 대부분 변환된 다중 그래프에 적용이 가능하지만, 적용 결과는 본래 의미와 달라지는 경우가 많다. 예를 들어 연결정도중심성을 변환된 다중 그래프에 적용하면 특정 노드가 다른 노드와 연결된 링크의 가중치를 합하는 결과가 된다. 이로 인해 인접한 노드만이 아닌 매우 낮은 가중치로 연결된 원거리 노드까지 고려하게 되므로 결과적으로 지역 중심성이 아닌 전역 중심성을 반영하는 셈이 된다. 더군다나 가중치가 단순 빈도인 정수 값이 아니라 실수 값인 경우에는 다중 그래프로 변환되지 않는다는 문제도 있다. 그렇지만 제한된 상황 하에서는 적용이 가능한 방식이므로 이를 학술지 인용 네트워크에 적용하여 학술지 영향력 측정을 시도한 연구가 최근에 발표되었다(Bollen et al. 2005).

## 2.2 동시인용 자료를 위한 중심성 척도

지역 중심성과 전역 중심성을 다양한 가중 네트워크에 대해서 측정하기 위해서는 이에 어울리는 대안 척도를 사용하는 것이 더 바람직하다. Liu et al.(2005)은 공저자 네트워크 분석을 위해서 PageRank 알고리즘(Page et al. 1999)을 수정한 AuthorRank 알고리즘을 제안하였다. 이 방식은 방향성이 있는 네트워크에서 각 저자의 중요도를 연결해나간 다른 저자로 반영시키는 것이므로 중심성이라기 보다는 위세(prestige; Bonacichi 1972; Knoke & Burt 1983)를 측정하는 연구이다.

가중 네트워크에서의 지역·전역 중심성 측정을 위한 대안으로 기존 척도를 참고하여 이 연구에서는 네 가지 새로운 척도를 제안한다.

① **최근접중심성** : 다른 노드에 의해 최근접 이웃으로 꼽히는 정도를 최근접중심성(nearest centrality;  $C_N$ 으로 단축 표기)으로 정의하고 가중치 네트워크에서의 지역 중심성을 나타내는 지표 중 하나로 삼기로 한다. 이 최근접중심성은 가중 네트워크를 최근접이웃 그래프(이재윤

2005)로 변환한 다음 내향(indegree) 연결정도중심성을 산출하는 것과 같다. 최근접중심성은 해당 노드를 최근접 이웃으로 꼽을 만큼 최대한 인접한 노드만을 대상으로 분석하므로 가중 네트워크에서 연결정도중심성의 대안이 될 수 있다.

② **평균연관성** : 다른 노드들과의 연관성 값의 평균을 산출하면 이 노드가 다른 노드들과 전체적으로 얼마나 근접한 위치에 있는가를 측정하는 것이므로 전역 중심성을 나타내는 지표가 될 수 있다. 이를 평균연관성(mean associations;  $C_M$ 으로 단축 표기)으로 명명하고 가중 네트워크에서 근접중심성의 대안 척도로 제안한다. 다만 링크 가중치가 0인 경우, 즉 링크가 없는 노드 쌍이 지나치게 많은 경우에는 국지적인 척도가 될 위험이 있다. 이 척도는 Newman(2004)의 방식처럼 가중 네트워크를 다중 그래프로 변환한 후 연결정도중심성을 산출하는 것과 결과가 같다. 또한 이와 유사한 방식으로 Callon et al.(1991)과 Ding et al.(2001)은 동시출현단어분석에서 군집 내 노드가 군집 밖의 노드와 가지는 링크의 가중치를 평균하여 군집의 중심성이라고 한 바가 있다.

③ **평균프로파일연관성** : 전체적인 관점에서 가운데에 위치하더라도 다른 노드들과의 연관성 수준 자체가 낮은 노드는 평균연관성이 낮게 나타날 수 있다. 이런 경우에 연관성 값의 수준보다는 다른 영역 연구자들과의 연관성이 높고 낮은 패턴을 이용해서 전역 중심성을 측정할 수 있다. 동일한 이유로 저자동시인용 분석을 처음으로 제안한 White & Griffith(1981)도 동시인용빈도행렬에서 각 저자의 동시인용 프로파일 벡터간 상관계수를 2차적으로 산출한 바 있다. 이에 착안하여 다른 저자들과의 프로파일 연관성을 평균한 평균프로파일연관성(mean profile associations;  $C_{MP}$ 로 단축 표기)을 전역 중심성 척도로 제안한다. 중심이 아닌 주변 영역에 속한 노드일수록 다른 노드들과의 프로

파일연관성이 낮게 나타날 것이기 때문이다. 프로파일연관성을 측정하기 위해서는 프로파일 벡터간의 유사성을 피어슨상관계수로 측정하거나, 프로파일벡터간의 비유사성을 z점수로 표준화한 벡터간의 유클리드거리로 측정할 수 있다. 시험 분석결과 두 방법간 상관성이 99%에 달하였으므로 White & Griffith(1981)와 마찬가지로 피어슨상관계수를 사용하여 평균프로파일 연관성을 측정하기로 한다.

④ **삼각매개중심성**: 한 노드가 다른 노드들 사이를 결속시켜주는 능력을 측정하는 척도로 삼각매개중심성(triangle betweenness centrality;  $C_{TB}$ 로 표기)을 제안한다. 측정은 노드 셋으로 구성된 삼각형을 기본 분석 단위로 한다. 연관성 행렬에서 분석 기준이 되는 노드를 a라고 할 때 a를 제외한 다른 노드들의 조합쌍 중에서 다음 조건을 만족하는 노드 쌍 (b,c)의 비율로 측정한다.

$$sim(b,c) < MIN(sim(a,b), sim(a,c))$$

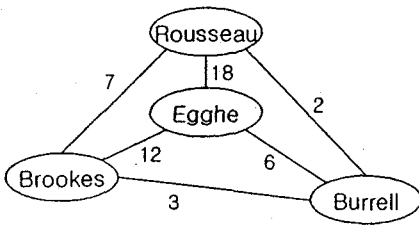
만약 유사도가 아닌 거리값을 이용할 경우에는 다음 조건을 만족하는 노드 쌍의 비율로 측정한다.

$$dist(b,c) > MAX(dist(a,b), dist(a,c))$$

즉 a, b, c가 삼각형의 꼭지점이라고 하면 a를 기준으로 보았을 때 b와 c를 a가 아닌 다른 노드들 중에서 취할 경우 변 bc가 세 변 중 가장 긴 변이 되는 경우의 비율에 해당한다.

인간 관계에서도 서먹서먹한 두 사람 사이에 두 사람 모두와 친한 제 삼자가 개입하면 관계가 개선되기 마련이다. 삼각매개중심성은 이와 같이 행위자가 타인 간의 관계 개선에 기여하는 정도, 즉 중재력(仲裁力) 또는 결속력을 측정하는 것이라고도 할 수 있다. 설사 중재 대상인 두 사람 각자와 그리 친하지 않더라도 전혀

남남인 두 사람 사이를 이어주는 역할은 할 수 있는 것이다. 이는 Granovetter(1973)가 주장했던 “약한 연결의 힘(strength of weak tie)”과도 관련이 있다. 삼각매개중심성은 소수와 집중된 관계를 맺는 노드보다는, 강도가 약하더라도 폭넓은 관계를 가진 노드에게 유리한 척도라고 할 수 있다.



<그림 1> 동시인용 네트워크의 예

동시인용 네트워크가 <그림 1>과 같을 때 Egghe는 Burrell과 6회, Brookes와 12회 동시 인용되었으므로 동시인용빈도 3인 Burrell과 Brookes 사이를 결속시켜주는 중재자 역할을 한다. 반면에 Rousseau는 Brookes와의 동시인용빈도는 7회이지만 Burrell과의 동시인용빈도가 2회에 불과하므로 3회 동시인용된 Burrell과 Brookes 사이를 결속시켜주지 못한다. 이 네 저자로 구성된 네트워크에 대해서 제안된 척도로 중심성을 측정한 결과는 <표 1>과 같다.

삼각매개중심성은 필요에 따라서 측정 범위를 전체 네트워크가 아닌 일부분으로 제한할 수 있다. 예를 들어 측정 대상과 근접한 10개 노드만을 대상으로 하거나( $C_{TB-10}$ 으로 표기), 측정 대상이 속한 군집을 범위로 하여( $C_{TB-C}$ 로 표

<표 1> 가중 네트워크에 대한 중심성 측정 예

저자	$C_N$		$C_{TB}$		$C_M$	$C_{MP}$	최근접 이웃
	절대	상대	절대	상대			
Egghe	3	1.000	3	1.000	12.0	0.354	Rousseau
Rousseau	1	0.333	0	0.000	9.0	0.241	Egghe
Brookes	0	0.000	1	0.333	7.3	0.104	Egghe
Burrell	0	0.000	0	0.000	3.7	-0.397	Egghe

기) 군집을 결속시키는 능력을 파악하는 것이 가능하다.

### 3. 저자동시인용 데이터 분석

#### 3.1 저자동시인용 데이터

여러 중심성 척도를 적용하여 그 특성을 알아보기 위해서 저자동시인용 분석을 실시하였다. 분석 대상으로는 이은숙, 정영미(2002)에서 다루어진 정보학 분야 저자동시인용 자료를 활용하였다. 이 자료는 1990년부터 2000년까지 11년간 *Journal of the American Society for Information Science*에 인용된 저자들 중에서 제1저자 인용빈도 순으로 <표 1>과 같은 상위 50인을 선정하여 동시인용 빈도를 산출한 것이다.

<표 1> 분석대상 정보학분야 핵심 저자

연번	저자명	연번	저자명
1	Bates MJ	26	Lancaster FW
2	Belkin NJ	27	Larson RR
3	Blair DC	28	Losee RM
4	Bookstein A	29	Marchionini G
5	Borgman CL	30	Markey K
6	Brookes BC	31	Maron ME
7	Brooks TA	32	McCain KW
8	Buckland MK	33	Meadow CT
9	Burrell QL	34	Narin F
10	Bush V	35	Price DJD
11	Chen H	36	Robertson SE
12	Cooper WS	37	Rousseau R
13	Croft WB	38	Salton G
14	Cronin B	39	Saracevic T
15	Dervin B	40	Schamber L
16	Egghe L	41	Shannon CE
17	Fidel R	42	Shaw WM
18	Fox EA	43	Small H
19	Garfield E	44	Sparck Jones K
20	Harman D	45	Spink A
21	Harter SP	46	Swanson DR
22	Ingwersen P	47	van Rijsbergen CJ
23	Kantor PB	48	White HD
24	Kling R	49	Wilson P
25	Kuhlthau CC	50	Wong SKM

\* 출처: 이은숙, 정영미(2002)

자료 처리에 있어서 이은숙, 정영미(2002)와 이 연구가 다른 점은 동시인용빈도행렬의 대각선값 측정 방식이다. 이 연구에서는 다른 저자와의 동시인용빈도의 평균과 최고값을 구하여 최고값에 평균을 더한 값을 대각선값, 즉 자신 동시인용빈도로 측정하였다. 이렇게 한 이유는 자신과의 동시인용빈도가 다른 저자와의 값보다 크도록 보장하기 위해서이다.

### 3.2 저자동시인용을 통한 지적구조의 시각화

저자동시인용 자료에 대해서 중심성을 측정하기 전에 우선 두 가지 방법으로 전체적인 지적구조를 표현하였다.

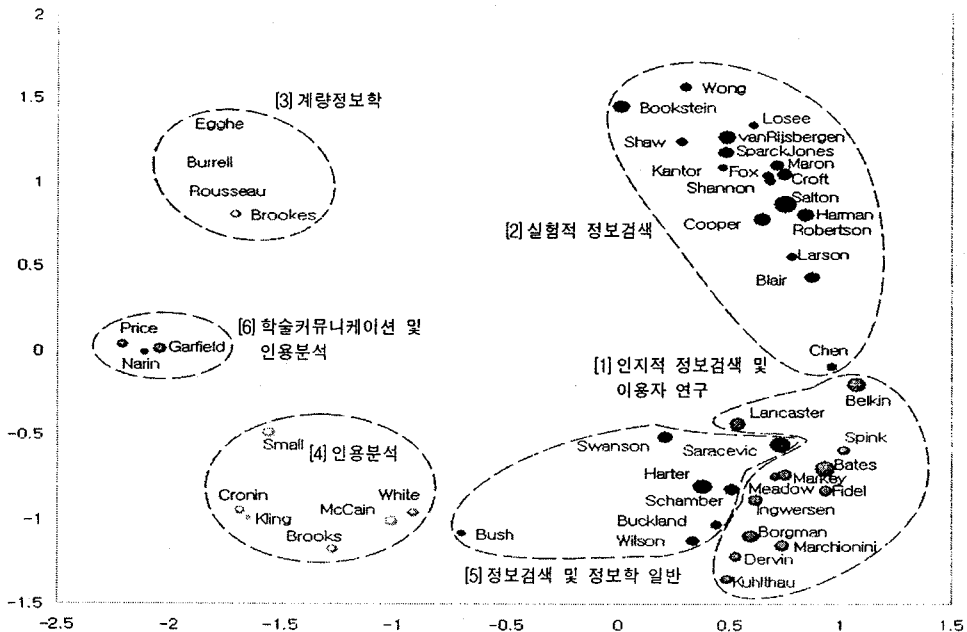
첫 번째 방법은 White & Griffith(1981)의 전통적인 방식에 따른 다차원척도법과 군집분석에 의한 지적구조이다(<그림 2>). 저자동시인용빈도 행렬에 대해서 저자간의 프로파일 상관계수를 구한 다음 이를 입력하여 MDS 지도를 표현하고 그 위에 Ward 기법으로 형성한 6개

군집을 표시하였다. 분석 처리는 SPSS v.12.0을 사용하여 수행하였다.

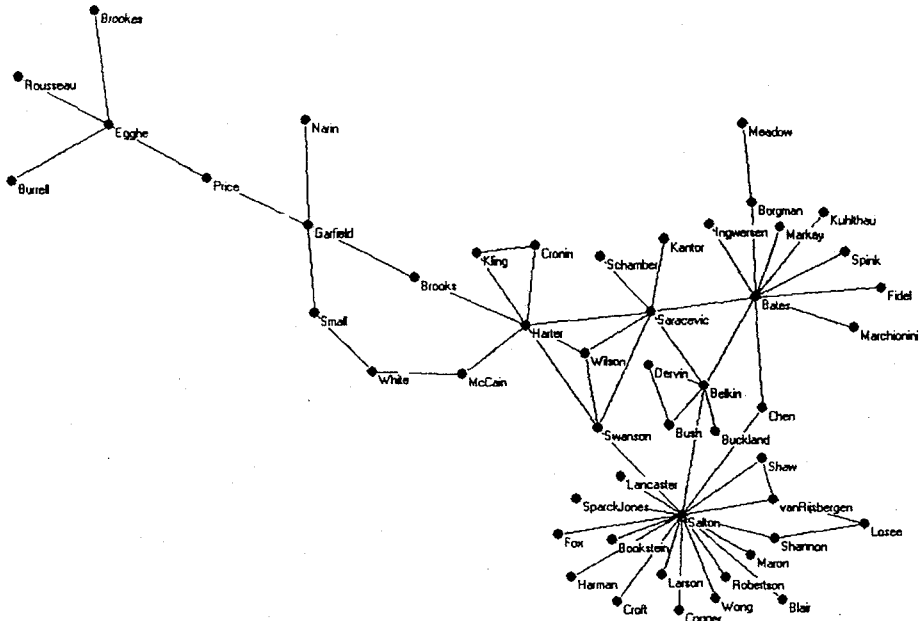
두 번째 방법은 Schvaneveldt(1990)의 패스파인더 네트워크(pathfinder network) 알고리즘으로 표현한 PFNet이다(<그림 3>). PFNet에는 주요 링크를 결정하는 제약조건이 되는 파라미터가 있는데, 여기서는 다른 연구와 마찬가지로 가장 강력한 제약조건이 되어 핵심 흐름을 파악하는데 유리한 것으로 알려진  $q=n-1$ ,  $r=\infty$ 로 설정하였다(Chen 2005). PFNet 형성을 위한 프로그램은 Visual FoxPro로 직접 구현하였고, 시각화를 위해서 네트워크 분석용 공개 소프트웨어인 Pajek(de Nooy et al. 2005)을 사용하였다.

### 3.3 중심성 분석

생성된 PFNet에 대해서 전통적인 중심성 척도 세 가지를 적용하였고, 원 자료인 저자동시인용 행렬을 대상으로 앞에서 제안한 중심성



<그림 2> MDS 지도와 군집분석으로 표현한 정보학 분야의 지적 구조



<그림 3> PFNet(q=n-1, r=∞)으로 표현한 정보학 분야의 지적 구조

<표 3> 척도별 상위 10위 이내 저자 비교 (괄호[] 안은 해당 저자의 소속 군집 번호(1-6))

순 위	PFNet 중심성			가중 네트워크(동시인용행렬) 중심성					
	C <sub>D</sub>	C <sub>C</sub>	C <sub>B</sub>	C <sub>N</sub>	C <sub>TB-C</sub> *	C <sub>TB-10</sub> **	C <sub>TB</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>MP</sub>
1	[2]Salton	[2]Salton	[2]Salton	[2]Salton	[3]Egghe	[2]Salton	[2]Salton	[2]Salton	[5]Saracevic
2	[1]Bates	[1]Belkin	[5]Harter	[1]Bates	[6]Garfield	[1]Bates	[5]Saracevic	[1]Bates	[1]Belkin
3	[5]Harter	[5]Swanson	[1]Bates	[5]Harter	[2]Salton	[5]Saracevic	[5]Harter	[5]Saracevic	[1]Lancaster
4	[5]Saracevic	[5]Saracevic	[5]Saracevic	[5]Saracevic	[1]Bates	[6]Garfield	[1]Bates	[1]Belkin	[5]Harter
5	[1]Belkin	[5]Harter	[4]Brooks	[6]Garfield	[2]vanRijsbergen	[3]Egghe	[1]Belkin	[5]Harter	[5]Swanson
6	[5]Swanson	[1]Bates	[5]Swanson	[1]Belkin	[1]Belkin	[1]Belkin	[1]Lancaster	[2]Robertson	[1]Bates
7	[6]Garfield	[5]Wilson	[6]Garfield	[3]Egghe	[5]Saracevic	[2]vanRijsbergen	[2]Cooper	[2]vanRijsbergen	[2]Cooper
8	[3]Egghe	[2]Chen	[1]Belkin	[2]vanRijsbergen	[2]Robertson	[2]Robertson	[1]Borgman	[2]Cooper	[2]Salton
9	[5]Wilson	[4]Brooks	[6]Price	[1]Borgman	[1]Borgman	[1]Borgman	[2]Robertson	[1]Borgman	[2]Robertson
10	[2]vanRijsbergen	[2]vanRijsbergen	[3]Egghe	[4]Small	[4]Cronin	[4]Small	[2]Bookstein	[1]Lancaster	[2]Blair

\* C<sub>TB-C</sub>는 6개 군집별로 삼각매개중심성을 측정한 경우임

\*\* C<sub>TB-10</sub>은 각 저자마다 동시인용빈도가 높은 10개 인접 노드에 대해서 삼각매개중심성을 측정한 경우임

척도를 적용하였다. 지면 관계상 각 척도별로 상위 10위까지에 해당하는 저자만 살펴보면 <표 3>과 같다.

국지적 관점의 중심성인 연결정도중심성(C<sub>D</sub>)과 최근접중심성(C<sub>N</sub>)은 둘 다 지역 중심성을 반영하므로 순위가 4위까지 일치하면서 비슷하

게 나타났다.

거시적 관점에서 다른 저자들과의 거리를 고려한 근접중심성(C<sub>C</sub>)과 평균프로파일연관성(C<sub>MP</sub>)은 다소 다르게 나타났다. 근접중심성 1위인 Salton이 평균프로파일연관성은 8위였으며, 평균프로파일연관성 1위인 Saracevic의 근접중

심성은 4위였다. <그림 3>의 PFNet에서 Salton이 여타 실험적 정보검색 연구자들에 대한 연결을 독점한 결과가 근접중심성 1위로 나타났다고 판단된다. Salton의 평균프로파일연관성 순위가 상대적으로 낮게 나타난 이유는 가중 네트워크로부터 이진 네트워크인 PFNet으로 변환하면서 링크로 표현되지 못하고 생략되었던 실험적 정보검색 연구자들과 타 분야 연구자들의 동시인용빈도까지 고려하기 때문이다. <그림 2>와 <그림 3>을 보면 군집5에 속한 Saracevic이 Salton에 비해서 여러 다른 주제분야와의 거리가 고른 것으로 여겨진다.

삼각매개중심성은 측정 범위에 따라서 순위가 상당히 다르게 나타났다. 전체(자신 제외 49명)가 대상인 경우( $C_{TB}$ )에는 Salton이나 Bates와 같은 큰 군집의 핵심 저자, 그리고 Saracevic이나 Harter와 같은 중앙 군집의 핵심 저자가 높은 순위를 차지했다. 각 저자마다 연관도 기준 주변 10명의 저자로 범위를 제한한 경우( $C_{TB-10}$ )에는 크기가 작은 군집 6이나 군집 3의 핵심저자인 Garfield와 Eggge가 5위권으로 진입했다. 측정 범위를 소속 군집으로 제한한 경우( $C_{TB-C}$ )에는 Eggge와 Garfield가 1, 2위를 차지해서 작은 군집에 유리한 방식이라는 것을 알 수 있다.

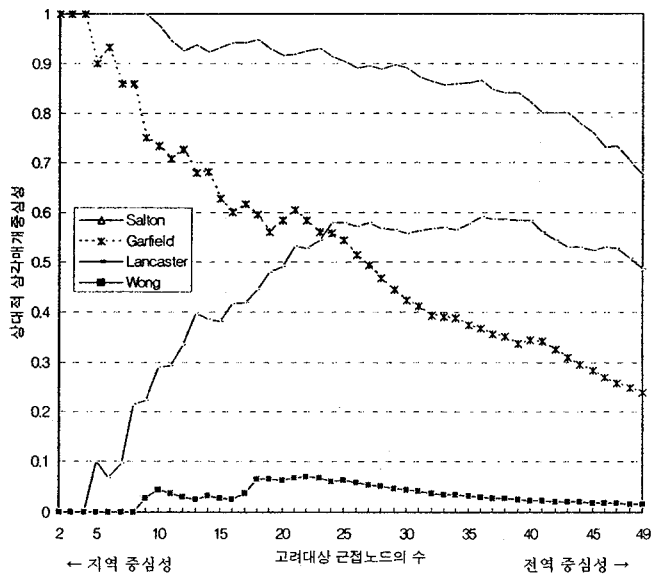
전체적인 관점의 삼각매개중심성, 평균연관성, 평균프로파일연관성 척도는 큰 군집인 군집 1, 군집 2, 군집 5에 속한 저자들만 10위 안에 포함된 반면에, 국지적인 관점의 최근접중심성, 군집 내 삼각매개중심성, 근접 10노드 삼각매개중심성은 각 군집별로 최소 한 저자 이상씩을 10위 안에 포함시킨 점이 눈에 띈다. 이는 동시인용 네트워크에서 핵심 저자를 파악할 때 주요 주제 위

주로 할 것인지, 각 주제별로 고르게 할 것인지에 따라서 채택하는 척도가 달라져야 함을 뜻한다.

### 3.4 측정 범위에 따른 삼각매개중심성의 표출 유형

삼각매개중심성 척도는 앞에서 살펴본 바와 같이 측정 범위를 달리함에 따라서 국지적인 시각과 전체적인 시각을 모두 반영할 수 있는 척도이다. 다양한 범위에서 각 저자의 중심성을 살펴보기 위해서 삼각매개중심성의 측정 범위를 연관도를 기준으로 가까운 인접 두 저자에서부터 전체 저자까지 넓혀가며 각 단계마다의 척도값을 측정하였다. 시각적인 이해를 돕기 위해서 50명의 측정 결과를 모두 나타내지 않고 삼각매개중심성의 변화 양상 유형을 대표하는 저자 네 명의 측정 결과만을 <그림 4>에 제시하였다. 중심성의 표출 구역에 따라 파악된 네 유형은 다음과 같다.

① Salton 유형 (지역 및 전역 중심): 특정 분야에 대한 영향력이 매우 강력하여 국지적으로



<그림 4> 측정 범위에 따른 삼각매개중심성의 변화 양상

뿐만 아니라 전체적으로도 중심 역할을 차지하는 유형이다. 대개 큰 영역의 중심 저자가 동시에 전역 중심성도 높게 된다. Bates도 이 유형에 속한다.

② Garfield 유형 (지역 중심) : 특정 분야에 대한 영향력만 강력하여 국지적으로 중심을 차지하는데 그치는 유형이다. 작은 영역의 중심 저자인 Egghe, Price, Small 등이 이에 속한다.

③ Lancaster 유형 (전역 중심) : 특정 분야에 대한 영향력은 미미하지만 관계의 범위가 넓어서 전체적인 차원에서는 결속력을 발휘하는 드문 유형이다. Cooper도 이 유형에 가깝다.

④ Wong 유형 (지역 구성원) : 특정 분야로 관계의 폭이 제한되어 있으며 지역 중심 저자의 영향력 하에 있는 유형이다. 상당수가 이 유형에 해당한다.

#### 4. 결론

가중 네트워크에 적용할 수 있도록 고안된 중심성 척도를 저자동시인용 분석에 적용해본 결과 지역적, 전역적 중심성을 가진 저자의 구분이 가능하였다. 특히 중재력 또는 영향력을 측정하는 삼각매개중심성을 분석 범위를 달리 하면서 측정한 결과, 중심성의 표출 구역에 따라서 네 가지 저자 유형을 파악할 수 있었다. 향후 이 연구에서 제안된 척도들의 특성과 각 척도간의 관계를 다양한 자료를 통해 검토하고 척도의 적용가능성을 확인할 계획이다.

#### 참고문헌

이은숙, 정영미. 2002. 복수저자를 고려한 동시인용분석 연구: 정보학과 컴퓨터과학을 대상으로. 『지식처리연구』, 3(2): 1-26.

이재윤. 2005. 지적 구조의 시각화를 위한 네트워크 형성 방법에 관한 연구. 『12회 한국정보관리학회 학술대회 논문집』, 발표예정.

Bollen, Johan, Herbert Van de Sompel, Joan A. Smith, and Rick Luce. 2005. "Toward alternative metrics

of journal impact: A comparison of download and citation data." *Information Processing & Management*, 41(6): 1419-1440.

Bonacich, P. 1972. "Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification." *Journal of Mathematical Sociology*, 2: 113-120.

Callon, M., J. P. Courtial, & F. Laville. 1991. "Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry." *Scientometrics*, 22(1): 153-205.

Chen, C. 2005. "The centrality of pivotal points in the evolution of scientific networks." *International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2005)*, pp. 98-105.

de Nooy, W., A. Mrvar, and V. Batagelj. 2005. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge University Press.

Ding, Y, G. G. Chowdhury, and S. Foo. 2001. "Bibliometric cartography of information retrieval research by using co-word analysis." *Information Processing & Management*, 37(6): 817-842.

Freeman, L. C. 1979. "Centrality in social networks conceptual clarification." *Social Networks*, 1, 215-239.

Granovetter, Mark. 1973. "The strength of weak tie." *American Journal of Sociology*, 78: 1360-1380.

Knoke, D., and R. S. Burt. 1983. "Prominence." In R. S. Burt and M. J. Minor (eds.), *Applied Network Analysis: A Methodological Introduction*, SAGE Publications, pp. 195-222..

Liu, X., J. Bollen, M. L. Nelson, and H. Van de Sompel. 2005. "Co-authorship networks in the digital library research community." *Information Processing & Management*, 41(6): 1462-1480.

Newman, M. E. J. 2004. "Analysis of weighted networks." *Physical Review E*, 70, 056131.

Page, L., S. Brin, R. Motwani, and T. Winograd. 1998. *The Pagerank Citation Ranking: Bringing Order to the Web*. Technical report, Stanford University Database Group. Available at <http://dbpubs.stanford.edu:8090/pub/1999-66>.

Schvaneveldt, R. W. (ed). 1990. *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*. Norwood, NJ: Ablex.

Scott, J. P. 2000. *Social Network Analysis: A Handbook*. London: SAGE Publications.

White, H. D., and B. C. Griffith. 1981. "Author cocitation: a literature measure of intellectual structure." *Journal of the American Society for Information Science*, 32: 163-171.