

월드와이드웹에 나타난 국제 학술 커뮤니케이션 네트워크에 대한 탐사적 연구*

International Scientific and Scholarly Communication Networks on World Wide Web

박 한 우(Han Woo Park)**

목 차

1. 서론	3. 1 분석대상
2. 이론적 분석들 및 선행연구	3. 2 분석 자료의 구성과 데이터 수집 방법
2. 1 학술 커뮤니케이션 구조에 대한 사회 네트워크 이론의 관점	3. 3 분석 기법
2. 2 학술 커뮤니케이션으로서 하이퍼링크 커뮤니케이션	4. 연구결과
2. 3 학술 커뮤니케이션에서 하이퍼링크의 동기	4. 1 중심도 분석
3. 연구방법	4. 2 집중도 분석
	4. 3 다차원 척도법
	4. 4 매트릭스 상관관계
	5. 결론 및 제언

초 록

학문공동체에서 월드와이드웹이 대중화되면서 하이퍼링크를 통한 커뮤니케이션이 새롭게 나타나고 있다. 본 논문은 웹이 (특히 하이퍼링크가) 어떻게 학술 커뮤니케이션 네트워크의 한 형태로 이해될 수 있는지에 대해서 검토한다. 본 연구는 아시아 10개국간 공저자 네트워크와 학술 웹사이트간 하이퍼링크 연결구조를 사회 네트워크 이론과 방법론의 관점에서 살펴 보았다. 국가간 공저자 네트워크와 학술 하이퍼링크 네트워크는 통계적으로 유의미한 상관관계를 보였다. 이것은 웹에 나타난 온라인 학술 커뮤니케이션 관계와 오프라인 공간의 네트워크가 상호관련성이 있다는 것을 제시한다.

ABSTRACTS

A hyperlink on academic World Wide Web has started to be recognized as a form of collaborative communication network connecting individual researchers and research groups and expanding their collaboration relations by making possible easy and direct online contact among people or groups anywhere in the world. This paper describes the structure of academic hyperlinks embedded in universities' Web sites hosted at the 10 Asian countries and further, examines the association between the structure of the hyperlink network and collaborative communication pattern among those countries based on their frequency of co-authoring articles. This research found that the number of inter-hyperlinks among universities' Web sites was significantly correlated with the frequency of co-authored articles across the 10 countries.

키워드: 아시아, 공저자 연결망, 협동연구, 웹마이닝, 사회 네트워크, 하이퍼링크 네트워크, 커뮤니케이션 네트워크, 학술 커뮤니케이션, 웹계량정보학, 인터넷 커뮤니케이션
Collaboration, Web Mining, Webometrics

* 이 논문은 2003학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의해 부분적으로 지원받았음.

** 영남대학교 문과대학 언론정보학과 전임강사(parkhanwoo@hotmail.com)

논문접수일자 2003년 5월 19일

게재확정일자 2003년 6월 15일

1. 서론

인터넷은 초창기에 과학자들 사이의 학술정보를 교환하고 연구 협력과 커뮤니케이션을 촉진하기 위하여 발전되었다(Castells 2001). 이는 인터넷, 특히 인터넷의 대표적인 프로토콜인 월드와이드웹이 과학 또는 학술 커뮤니케이션 네트워크의 한 채널로 정의될 수 있다는 것을 의미한다. 특히 최근에 웹의 사용이 학문공동체 내에서 대중화되면서 웹은 학술 커뮤니케이션이 일어나는 방식을 변화시키고 있다. 나아가, 학자와 연구그룹의 웹사이트 위에 나타난 온라인 관계는 학술 커뮤니케이션의 새로운 형태로 해석되어지고 있다(Bjorneborn and Ingwersen 2001). 그러나 아직까지 웹에서 이루어지는 학술 커뮤니케이션에 대한 연구는 국내에서 거의 이루어지지 않고 있다. 특히 북미와 유럽에서는 이에 대한 연구의 필요성을 인식하고, 최근에 개별 학자의 단독 연구 혹은 대규모 연구과제에 대한 공적 지원을 시작했으나 국내에서는 거의 전무한 실정이다. 예컨대, 미국의 경우는 Rob Kling이 관련 연구를 진행하고 있으며(<http://www.slis.indiana.edu/faculty/kling/>) 유럽의 경우는 유럽연합 컨소시엄 형태로 Wisser(<http://www.webindicators.org/>) 프로젝트가 진행되고 있다. 웹에 나타난 학자 개인간, 대학과 같은 학술 기관간, 그리고 국가간 학술 커뮤니케이션에 대한 불충분한 이해는 지식정보화 사회에 적합한 학술정책의 수립과 집행에도 부정적 영향을 미칠 수 있다. 이에, 본 연구과제는 웹이 어떻게 학술 커뮤니케이션 네트워크의 한 형태로 이해될 수 있으며 온라인과 오프라인 관계간 상호

관련성에 대해서 연구한다. 본 연구는 다양한 종류에 걸친 사회적 관계의 분석에 응용된 사회 네트워크(Social Networks) 이론의 개념과 방법론을 사용한다.

2. 이론적 분석틀 및 선행연구

2.1 학술 커뮤니케이션 구조에 대한 사회 네트워크 이론의 관점

학문 세계의 구조는 연구논문, 학술저널, 학자, 학술기관과 같은 일련의 존재들이 맺고 있는 관계의 형태와 내용을 살펴 봄으로써 파악할 수 있다. 학문계의 구조는 문화적 상징, 사람들, 그룹, 국가들과 같은 사회적 존재들 사이의 관계를 연구하는 사회 네트워크 이론의 관점에서 적절히 검토될 수 있다(Scott 1991). 네트워크 이론은 사회적 관계들이 사회적 존재들 사이에 일어나는 교환행위에 따라 배열된다고 설명한다. 교환행위는 사회적 존재들을 개별적으로 따로 분석할 경우에는 발견되지 않는 특정한 패턴 혹은 규칙성을 지니고 있다. 네트워크 이론은 어떤 요인이 네트워크의 형태와 내용의 결정에 영향을 미치는지를 설명한다. 또한 사회적 개체간 구체적인 사회적 관계, 즉 네트워크의 구조가 그 구조를 낳은 사회 시스템과 구성원의 운영과 생활방식에 어떤 영향을 미치는지를 설명한다. 사회 네트워크 이론은 네트워크 연구를 위한 자료의 분석에 컴퓨터를 사용하게 되고, 수학적 그래프 이론과 최근에는 통계 물리학에서 나온 일련의 분석 기법과 도구들이 도입되면서 사회과학

자에게 빠르게 확산되고 있다(Wasserman and Faust 1994). 구체적인 분석 기법의 도입은 사회적 유대, 연결, 관계, 네트워크 등을 하나의 은유어(metaphor)로 사용하던 경향이 있던 사회 네트워크 이론가들에게 강력한 분석 수단을 부여했다(Rogers 1987). 네트워크 연구는 이제 개념적 분석틀 혹은 단순한 연구기법이 아니라 이론적 패러다임이 되어가고 있다(Galaskiewicz and Wasserman 1993).

사회 네트워크의 한 부분인 커뮤니케이션 네트워크의 구조는 특정한 사회적 시스템내의 구성원들 사이에 이루어지는 메시지, 지식, 정보의 흐름과 커뮤니케이션 채널 사용에 나타나는 어떤 패턴 혹은 규칙성을 의미한다(Monge and Contractor 2000). 구체적으로 말해서, 학술 커뮤니케이션의 구조는 일반적으로 특정분야 공동논문저술(Perry and Rice 1998), 특정 용어의 공동사용, 특정저자 공동인용, 특정논문 공동인용, 특정저널 공동인용, 특정학회 공동활동, 특정 기관 공동근무(Tomlinson 2002), 서신교류, 연구관련 정보 교환, 특정 커뮤니케이션 채널의 공동사용(Haythornwaite and Wellman 1998) 등에서 나타나는 패턴이나 규칙성으로 정의되어 왔다(Richards and Barnett 1993). 본 논문은 특히 학술 커뮤니케이션에 사용되는 새로운 정보통신 기술에 주목한다. 왜냐하면, 현재 증가하고 있는 학문간, 학자간, 그룹간, 기관간, 국가간 공동연구와 커뮤니케이션은 인터넷과 같은 새로운 커뮤니케이션 테크놀로지의 도입과 확산에 의해 크게 촉진되었기 때문이다(Gabbay 2000; McCain 2000). 특히, 학술 커뮤니케이션을 분석한 일련의 사회 네

트워크 연구들에 따르면 다양한 유형의 정보 교환이 증가할수록, 연구자간(사회적/업무적) 관계가 강할수록, 인터넷 메일과 같은 새로운 커뮤니케이션 매체의 종류와 사용빈도가 증가한다(Koku, Nazer, and Wellman 2000). 새로운 테크놀로지는 정보관리도구를 비롯하여 다양한 커뮤니케이션 기능을 제공함으로써 학술 커뮤니케이션을 촉진하는데 중요한 역할을 하고 있다(Nerdi 2002). 이와 관련하여, 인터넷을 통한 (비)공식 커뮤니케이션의 빈도와 학문의 생산성(예컨대, 논문 발행 수) 사이에 유의미한 상관관계가 있다는 연구결과가 있다(Cohen 1996). 효율적이고 유연한 커뮤니케이션을 가능하게 하기 때문에, 인터넷은 두 연구자가 지리적으로 아무리 멀리 떨어져 있더라도 저렴한 비용으로 커뮤니케이션하는 것을 가능하게 한다. 이는 공동연구를 할 수 있는 연구자들의 수를 증가 시킨다. 다시 말해서, 연구자의 네트워크 규모를 증가시킨다(Walsh et al. 2000; Walsh and Maloney 2002).

컴퓨터와 인터넷은 점점 더 협동적 상호작용을 위한 중요한 매체가 되어가고 있다. 연구자들의 새로운 정보통신기술 사용빈도 또한 증가하고 있다. 여러 유형의 학술 커뮤니케이션을 수행하고 다양한 형태의 연구관련 정보를 교환하기 위해서, 사용하는 정보통신 기술의 유형 또한 증가하고 있다. 공동연구와 커뮤니케이션을 더 빈번히 할수록, 더 많은 유형의 정보통신기술이 사용될 가능성이 있다. 워드 프로그램의 공동편집 기능과 인터넷에서 찾아 관련 정보의 이메일 전달(forwarding)과 같은 새로운 기술은 면대면(face-to-face) 모임과 같은 전통적인 학술 커뮤니케이션을 보완하고

강화시키고 있다(Wellman 2001). 이것은 전통적인 학술 커뮤니케이션의 네트워크 구조가 새로운 테크놀로지의 사용방식에 간접적으로 반영될 수 있다는 것을 암시한다. 본 논문은 하이퍼링크 데이터를 이용하여 웹을 통해 이루어지는 학술 커뮤니케이션 네트워크를 이해하는 데 그 목적이 있다.

2. 2 학술 커뮤니케이션으로서 하이퍼링크 커뮤니케이션

학문공동체내에서 월드와이드웹의 대중화는 하이퍼링크를 통한 커뮤니케이션이라는 새로운 현상을 낳고 있다. 웹은 지식과 정보를 담고 있는 개별적인 웹사이트의 집합체이다. 하이퍼링크는 특정한 웹사이트를 다른 사이트와 끊임없이 연결시키는 기술이다. 웹사이트 간 하이퍼링크는 마우스의 클릭만으로 사이버 공간에 있는 지식, 정보, 데이터에 대한 접근을 쉽게 하면서 정보공유를 촉진한다. 학자, 저널, 학술기관의 웹사이트에 포함된 하이퍼링크를 통해서 학술계를 구성하는 각 개체는 상호 연결된다. 하이퍼링크는 웹을 구성하는 웹사이트를 서로 묶어주는 것은 기술적인 네트워크일 뿐 아니라 사회적 네트워크일 수 있다(Park, Barnett, and Nam 2002ab).

학술 커뮤니케이션은 2개의 유형과 4개의 수준으로 살펴 볼 수 있다(Katz and Martin 1997; Genuth, Chompalov, and Shrum 2000). 학술 커뮤니케이션의 유형은 정보공유와 지식생산으로 나뉘어진다. 예컨대, 지식 생산은 공동저술을 하는 경우이고 정보공유는 참고문헌의 공유, 정보성 인터넷 메일 전달,

즐거 찾는 웹사이트 공유 등을 포함한다. 학술 커뮤니케이션의 수준은 국제간, 조직간, 학문간, 개인간 커뮤니케이션으로 나뉘어질 수 있다. 이 관점에서 보면, 하이퍼링크 학술 커뮤니케이션은 4개의 수준 모두에 걸쳐있는 정보 공유 유형의 커뮤니케이션에 속한다. 하이퍼링크 커뮤니케이션의 장점은 공동연구를 수행하고 있거나 협동하고 있는 연구자, 그룹, 기관들이 자신의 파트너가 사이버공간에 보유한 관련 자료, 유용한 정보, 연구도구, 연구결과를 자신의 공간에 반드시 저장하지 않고도 수집하고 이용할 수 있다는 것이다. 크게 보면, 하이퍼링크 커뮤니케이션은 자신의 웹사이트를 운영하는 연구자, 연구그룹, 학술기관에 의해서만 이루어지는 것은 아니다. 웹 기반의 다양한 커뮤니케이션에 의해서 사용된다. 전자저널의 도래는 전통적인 글쓰기를 하이퍼텍스트 구조로 변환시키고 있다. 하이퍼텍스트 글쓰기를 통해서 저자들은 자신이 인용하는 문헌에 하이퍼링크를 할 수 있다. Rousseau(1997)는 하이퍼링크를 통한 참고문헌의 인용을 사이테이션(citation)라고 말한다. Cronin 외(1998)는 문헌정보학 분야에서 가장 많이 인용되는 5명의 교수들이 어떻게 웹에서 소개, 언급, 하이퍼링크 되어지는 대해 연구하였다. 그들의 연구결과 가운데 한 가지 재미있는 것은 한 교수의 이름이 다른 교수들에 비교해 빈번히 출현한다는 것이었다. 해당 교수는 그의 연구 아이디어를 학술회의에서 다른 학자들하고 교환하고 공동연구를 추구하는 매우 적극적인 학자로 알려져 있다. 자신과 공통된 관심사를 지닌 연구자와 연구그룹이 세계의 어느 곳에 있든지 상관없이, 하이퍼링크는 사

이더공간에서 그들을 쉽고 직접적으로 연결하여 협동연구와 커뮤니케이션이 가능해졌다. 하이퍼링크의 편리함과 유용함으로 인해 하이퍼링크 매개 커뮤니케이션이 학문공동체의 관심을 모으고 또한 대중화되고 있다.

2.3 학술 커뮤니케이션에서 하이퍼링크의 동기

학술공동체에서 일어나고 있는 하이퍼링크 커뮤니케이션이 단순히 기술의 문제라고 생각할 수 있다. 그러나, 선행연구는 하이퍼링크 커뮤니케이션의 동기가 비교적 다양하다는 것을 보여준다. Kim(2000)은 학술 커뮤니케이션에서의 하이퍼링크 동기를 파악하기 위하여 전자저널에 발행한 자신의 연구논문에 하이퍼링크를 포함한 15명의 학자를 대상으로 심층인터뷰를 실시하였다. 전자논문에 포함된 하이퍼링크가 다양한 동기에 의해서 만들어졌음에도 불구하고, 학문적 및 사회적 동기는 기술적 이유 만큼이나 중요한 것으로 발견되었다. Kim(2000)의 연구가 개별 연구자의 수준에서 하이퍼링크의 동기를 파악하였다면, Thelwall(2001)은 영국의 대학들, 웹 디렉토리들, 컴퓨터 회사들 사이의 하이퍼링크를 분석하였다. 연구결과에 따르면, 샘플로 선정된 조직들 사이의 오프라인상의 연구 및 개발 관계는 웹사이트에 나타난 하이퍼링크 구조에 반영되어 있었다. Kling 외(2001)는 ArXiv.org와 SPIRES-HEP(<http://www.slac.stanford.edu/spires/hep>)를 분석하였다. ArXiv.org는 인쇄되기 직전의 연구논문을 모아 두는 웹사이트이며, SPIRES-HEP는 문헌

정보 데이터베이스에 속하는 웹사이트이다. 두 웹사이트의 분석결과, Kling 외(2001)는 웹사이트를 운영하고 있는 기관들 사이의 다양한 사회적, 경제적, 기술적 관계가 사이트간 하이퍼링크를 설정하는데 영향을 미친 것을 찾아냈다. ArXiv.org와 SPIRES-HEP는 공동으로 연구 과제를 수행하였으며 또한 웹사이트 인터페이스 향상에 대한 인식을 같이 했다. 하이퍼링크 기술이 컴퓨터 기술의 발전 덕분에 태어났음에도 불구하고 하이퍼링크 설정의 여부와 그 연결방식은 상황적 문맥에 의해 영향 받는다. 다시 말하면, 하이퍼링크 커뮤니케이션의 동기는 사회 문화적으로 결정되는 경향 또한 무시할 수 없다(Hine 2000). 웹사이트 사이에 존재하는 하이퍼링크는 링크를 연결하는, 연결을 받고 있는 개체들이 상호간에 커뮤니케이션 관계를 지니고 있음을 보여주는 사회적 상징 혹은 싸인이 될 수 있다(Park 2002).

요약하면, 학술공동체의 커뮤니케이션과 정보 흐름의 구조는 각 행위자를 대표하는 웹사이트 사이의 상호연결을 묘사하는 일련의 관계들인 하이퍼링크 네트워크 위에 새겨져 있다. 이런 관점에서 볼 때 학자 개인간, 연구 그룹간, 국가간 학술적 링크 구조를 검토하는 것은 학술 공동체에서 각 개체가 차지하는 위치와 학술 커뮤니케이션과 정보의 흐름이 사이버 학술공간에서 어떻게 실재하고 있는지를 알게 한다. 본 연구에서는 국가를 분석단위로 하여 월드와이드웹에 나타난 국제 학술 커뮤니케이션 네트워크를 검토한다.

3. 연구방법

3.1 분석대상

본 연구의 대상은 아시아 지역이다. 아시아 국가에 특별한 관심을 지니는 이유는 이 지역이 학문, 연구 및 디지털 공동체로서 최근에 부상하고 있기 때문이다. 일반적으로 아시아 지역의 국가들은 전통적으로 미국과 유럽 국가와 국제 협동연구를 수행하는 경향이 많았으며, 상호간에 학문적으로 협동하는 경우는 거의 드물었다. 그러나, 아시아 국가들 사이의 국제 협동연구를 하는 사례가 최근에 증가하고 있다. 남-남 협동은 1990년대 중반 이후로 증가하고 있다(Arunachalam and Doss 2000). 특히 홍콩, 싱가포르, 중국, 한국이 아시아 국가들의 주요한 협동연구 파트너로 빠르게 등장하고 있다. 한편 아시아에서 인터넷 발전은 급속히 증가하고 있으며, 인터넷 기술과 사회적 이용의 놀랄만한 성장은 학술계의 관심을 끌고 있다. 예컨대, 국제적으로 저명한 저널들이 아시아의 인터넷 발전과 이용에 대해서 특별호를 만들고 있는 시도들은 학자들 사이의 강한 관심을 반영한다: *Journal of Computer-Mediated Communication* (<http://www.ascusc.org/jcmc/vol7/issue2/>), Vol. 7, No. 2; *New Media & Society*, Vol. 4, No. 2; *NETCOM: Networks and Communication Studies*, 16(3/4). United Nations(2002)에서 발행한 최근 보고서에 따르면, 2000년부터 2001년까지 아시아 지역의 온라인 인구 연간 성장률은 28%이다(105백만에서 143백만). 이것은 전세계 연간 성장

률인 20%보다 높은 수치이다. 대부분의 아시아 국가들에 있어서, 사회적 자원과 기술적 역량을 포함한 정보화 환경은 매우 강하다(Park et al. 2002ab). 특히 한국, 타이완, 일본과 같은 몇몇 국가들은 아시아에서 좀 더 두드러지는 역할을 하고 있다. 나아가, 아시아 국가들은 그들의 경험과 발전모델을 지역의 다른 국가들과 교환하기 위해서 노력하고 있다. ASEAN(Association of South East Asian Nations)과 같은 정부간 국제기구의 형성은 동남아시아에서 일어나고 있는 지역 통합을 보여주는 좋은 사례이다.

따라서, 본 연구는 분석자료의 가독성(availability)을 고려하고 학술 및 디지털 공동체로서 새롭게 등장하고 있는 아시아 지역의 10개국을 분석대상으로 선정하였다. 구체적으로, 10개국은 중국, 일본, 한국, 대만, 홍콩, 싱가포르, 태국, 말레이시아, 인도네시아, 필리핀이다. 홍콩의 경우는 현재 중국에 포함되었지만 정치적뿐만 아니라 사회적으로 다른 전통과 제도를 지니고 있다. 또한 학술적으로 여전히 독립 개체로서의 성격이 강하고 인터넷 최상위수준 도메인 또한 중국과 같은 .cn이 아니라 .hk를 사용한다.

3.2 분석 자료의 구성과 데이터 수집 방법

본 연구에서는 두 개의 네트워크 매트릭스가 사용된다. 첫째, 아시아 국가들 사이의 공저자(coauthorship) 매트릭스는 Arunachalam and Doss(2000)의 논문에서 빌려왔다. 그들의 데이터는 원래 *Science Citation Index 1998*에 기초해 있다. 그러나, Arunachalam

and Doss(2000)의 데이터 형태는 원래 그들의 연구문제를 위해서 만들어졌기 때문에 본 연구의 방법론인 네트워크 분석에 적합하게 다시 포맷되었다(표 1 참조). 공동으로 논문을 발행하는 것은 전형적인 학술적 협동과 커뮤니케이션의 형태이다(Newman 2000). 국가를 분석단위로 할 경우에, 특정 국가에 속하는 학자가 외국의 동료학자와 공동논문을 출판하면 두 국가는 학술적 커뮤니케이션 네트워크를 지닌 것으로 간주된다. 좀 더 구체적으로, s_{ij} 는 i (한국)과 j (대만)이 공저한 논문의 빈도이다. 예컨대 한국의 A 학자와 대만의 B 학자가 같이 50개의 논문을 저술했으면, s_{ij} 는 50이 입력된다. 따라서, 10개 국가간 공저한 논문의 총 개수가 수집된다. 이를 바탕으로 10×10 대칭적(symmetric) 매트릭스가 만들어진다. 왜냐하면, 공저자 커뮤니케이션의 경우는 송신자와 수신자가 구분되지 않은 방향이 없는 관계이다. 다시 말하여, ($s_{ij} = s_{ji}$)의 등식이 성립된다

다음으로 10개 아시아 국가간 학술적 하이퍼링크 데이터는 Thelwall and Smith(2002)에

서 차용했다. 그들은 아시아-태평양 지역의 13개 국가에 속하는 대학교 웹사이트간 하이퍼링크 연결구조를 계량정보학의 관점에서 분석하였다. 그들은 대학간 하이퍼링크 데이터를 AltaVista.com을 이용하여 수집하였다. 그들의 데이터 또한 네트워크 분석을 위해서 10×10 매트릭스로 변형되었다(표 2 참조). 많은 수의 학자와 연구자가 대학에서 일하는 것을 고려하면, 연구자들 사이의 협동과 커뮤니케이션 관계는 그들이 소속한 대학의 웹사이트에 새겨져 있다고 간주할 수 있다(Chen et al. 1998). 하이퍼링크 매트릭스의 경우에, 각 셀은 국가들 사이의 학술적 하이퍼링크의 개수이다. 하이퍼링크는 연결하는(outgoing) 링크와 연결되는(incoming) 링크 사이에 구분이 있기 때문에, 대칭적인 매트릭스와 비대칭적인 매트릭스가 만들어진다. 다시 말하여, 커뮤니케이션의 송신자와 수신자가 구분되는 비대칭적 매트릭스가 만들어지고 분석에 사용된다. 대칭적인 매트릭스를 만드는 경우에는, 연결하는 링크와 연결되는 링크의 평균이 취해졌다.

〈표 1〉 10개국간 공저한 논문의 개수

	중 국	일 본	한 국	타이완	홍 콩	싱가폴	태 국	말레이시아	인도네시아	필리핀
중 국		627	142	101	415	105	5	15	9	17
일 본	627		416	155	38	43	89	25	39	42
한 국	142	416		52	0	3	7	4	3	8
타이완	101	155	52		45	27	5	2	3	7
홍 콩	415	38	0	45		30	7	8	2	4
싱가폴	105	43	3	27	30		3	22	0	4
태 국	5	89	7	5	7	3		13	10	6
말레이시아	15	25	4	2	8	22	13		5	2
인도네시아	9	39	3	3	2	0	10	5		5
필리핀	17	42	8	7	4	4	6	2	5	

〈표 2〉 10개국간 학술 하이퍼링크의 개수

	중 국	일 본	한 국	타이완	홍 콩	싱가폴	태 국	말레이시아	인도네시아	필리핀
중 국		287	62	606	427	40	18	8	9	14
일 본	1,318		3,111	3,092	986	336	2,621	113	182	215
한 국	474	4,660		769	977	257	263	49	53	168
타이완	265	940	213		1,014	68	57	28	12	58
홍 콩	797	2,164	193	1,393		270	100	34	16	32
싱가폴	290	401	127	222	250		116	61	23	49
태 국	35	304	44	55	91	45		27	19	28
말레이시아	4	62	23	13	23	31	36		13	8
인도네시아	1	333	14	11	7	24	25	14		6
필리핀	25	100	41	38	52	12	39	3	7	

3. 3 분석 기법

본 연구는 위에서 만들어진 매트릭스를 이용하여 다음과 같은 사회 네트워크 분석을 수행하였다: 중심성, 집중도, 다차원 척도법, 매트릭스 상관관계 분석. 이러한 기법은 네트워크 분석용 컴퓨터 통계 프로그램인 UCINET-X를 이용하여 계산하고 그래프를 구성하였다(Borgatti, Everett, and Freeman 1992). 각 지표를 위한 구체적인 연산식은 Borgatti 외(1992)에 상세히 제시되어 있다. 구체적으로, 중심성은 개별 국가가 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 측정하기 위해서 사용되었다(Wasserman and Faust 1994). 본 연구에서는, 글로벌 중심성을 측정하기 위해서 Bonacich eigenvector(Bonacich 1987)를, 방향성이 있는 중심성을 측정하기 위해서 Freeman(1979)의 연결정도(degree) 중심성을 사용하였다. 연결정도 중심성은 내향적과 외향적 중심성으로 구분될 수 있다. 내향적 중심성은 한 개체가 다른 개체로부터 받는 연결의 개수를 의미한다. 반면에, 외향적 중심성은 한

개체가 주도하여 다른 개체와 맺게 되는 관계의 빈도이다. 중심성 지표들과 함께, 백분율로 표시되는 집중도는 네트워크의 전반적 특성을 검토하는데 유용하다. 집중도란 특정한 사회적 시스템의 네트워크가 중심적인 개체로 집중되어 있는 정도이다(Wasserman and Faust 1994). 집중도는 백분율로 표시되며, 이것은 네트워크의 응집성 혹은 짜임성을 나타내는 지표이다. 집중도가 높은(백분율이 높을수록, 집중도가 높다) 사회적 시스템은 그 내부에서 네트워크에 영향을 미치는 요인들이 불평등하게 분포되어 있다. 다음으로, 다차원 척도법은 분석대상의 개체들 사이의 연결관계를 다차원 공간에 전환하여 공간 내에서 차지하는 위치들을 그래픽으로 보여주는 기법이다. 매트릭스 데이터에서 쌍을 이루는 두 개체가 공저한 논문의 수가 많을수록 또는 하이퍼링크를 많이 공유하고 있을수록, 두 개체는 다차원공간에서 가깝게 나타난다. 마지막으로 공저자 네트워크와 학술 하이퍼링크 네트워크와 유사성을 검증하기 위하여, 매트릭스 상관관계를 측정하였다.

4. 연구결과

4.1 중심도 분석

10개 국가의 글로벌 중심성은 <표 3>에 제시되어 있다. 첫째, 공저자 네트워크의 중심성 결과는 중국과 일본이 해당 네트워크에서 가장 중심적인 국가라는 것으로 보여준다. 다음으로, 한국과 홍콩이 두 번째로 중심적인 국가들이다. 공저자 네트워크에서 가장 주변적인 국가들은 말레이시아와 인도네시아이다. 공저자 네트워크와 비교하여, 학술 하이퍼링크 네트워크의 경우에 중국이 가장 중심적인 위치를 차지하지 못했다. 대신에, 일본과 한국이 가장 중심적인 국가군으로 분류되었다. 재미있게도, 타이완이 그 뒤를 따랐다. 홍콩 또한 두 번째 중심적인 국가군에 속했다. 공저자 네트워크와 유사하게, 말레이시아는 하이퍼링크 네트워크에서도 가장 주변적인 국가로 나타났다. 전반적으로, 공저자와 하이퍼링크 네트워크의 비교는 전통적인 학문적 협동관계의 패턴과 학술적 하이퍼링크의 연결상이 유사하다는 것

을 보여주었다(Pearson $r = 0.72, p < .01$).

다음으로, 하이퍼링크 네트워크의 전체적인 그림을 검토하기 위하여 연결정도 중심성을 계산하였다. 다시 말하여, 하이퍼링크의 방향성이 고려되었다. 10개 국가의 하이퍼링크의 내향적 그리고 외향적 중심성 값이 <표 4>에 제시되어 있다. 내향적과 외향적 하이퍼링크 중심성은 상호간에 통계적으로 상관관계를 지니고 있는 것으로 나타났다(Pearson $r = .82, p < .003$). 이것은 연결받는 링크의 수가 연결하는 링크와 서로 관련이 있다는 것을 말해준다. 그러나 연결받는 링크의 측면에서 보면, 중국의 위치는 매우 흥미롭다. 중국은 연결하는 하이퍼링크 네트워크에서는 비교적 주변적인 위치에 있으나, 연결받는 링크의 개수에서 바라보면 한국의 위치와 유사하다. 중국의 학술적 웹사이트에는 3,200개의 연결받는 링크가 있다. 따라서 글로벌 중심성의 측면에서, 한국과 비교해 중국의 주변적인 위치는 다른 국가로 보내는 중국의 학술 하이퍼링크가 상대적으로 많지 않기 때문이다.

<표 3> 글로벌 중심성 값

국가명	공저자	하이퍼링크
중 국	0.603	0.180
일 본	0.602	0.646
한 국	0.359	0.517
타이완	0.196	0.357
홍 콩	0.295	0.330
싱가폴	0.109	0.091
대 국	0.066	0.189
말레이시아	0.033	0.018
인도네시아	0.033	0.035
필리핀	0.043	0.035

〈표 4〉 연결정도 중심성 값

국가명	공저자	하이퍼링크	
		외향적	내향적
중 국	1,436	1,471	3,209
일 본	1,474	11,974	9,251
한 국	635	7,670	3828
타이완	397	2,655	6,199
홍 콩	549	4,999	3,827
싱가폴	237	1,539	1,083
태 국	145	648	3,275
말레이시아	96	213	337
인도네시아	76	435	334
필리핀	95	317	578

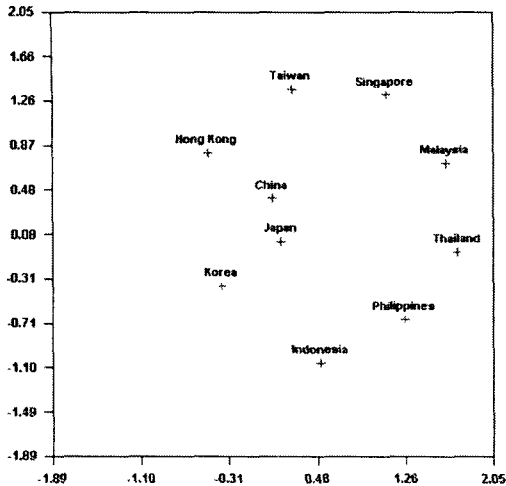
4. 2 집중도 분석

네트워크 분석의 결과는 10개의 아시아 국가들 가운데에서, 공저자 네트워크와 학술 하이퍼링크 네트워크의 집중도가 비교적 높다는 것으로 보여준다: 공저자 네트워크 86.95%, 링크 네트워크 95.69%. 두 네트워크에서 높은 집중도는 분석대상이 되는 대부분의 아시아 국가들이 중국, 일본, 한국을 그들의 협동연구와 학술 하이퍼링크의 파트너로 선택하고 있다는 것을 보여준다. 따라서, 세 국가는 두개 네트워크의 형성에 아주 큰 영향력을 지니고 있다고 하겠다. 다시 말해서, 학술적 역량과 기술적 자원이 세 국가에 많이 집중되어 있다는 것을 보여준다.

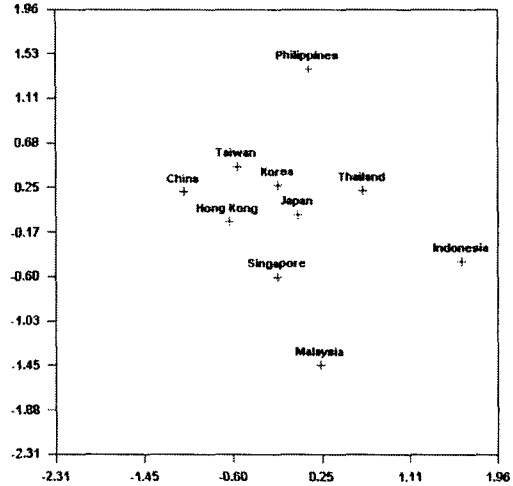
4. 3 다차원 척도법

공저자 네트워크와 하이퍼링크 네트워크의 다차원 척도법의 결과는 〈그림 1과 2〉에 각각 제시되어 있다. 첫째, 〈그림 1〉에 제시된 2차

원 공간은 공저자 네트워크의 변동량의 97.8%를 설명한다. 공간의 중심에는 공저자 네트워크의 가장 중심적인 국가인 중국과 일본이 위치해 있다. 그룹에서 두 번째로 중심적인 국가군에 속하는 한국과 홍콩은 공간의 원점(origin) 주변에 위치해 있다. 네트워크의 다른 국가들은 즉, 주변적인 국가들은 중심적인 국가 그룹을 중심으로 산발적으로 분산되어 있다. 두 번째로, 〈그림 2〉는 10개 국가들 사이의 하이퍼링크 네트워크 구조를 그래픽으로 재현한 것이다. 2차원 공간은 네트워크의 거의 모든 변량들을(99.5%) 설명한다. 가장 중심적인 국가군에 속하는 4개 국가들인 일본, 한국, 타이완, 홍콩은 상대방을 서로 당기는 모양을 하면서 중앙에 위치해 있다. 그 국가들은 동쪽에서 서쪽으로, 오른쪽에서 왼쪽으로 배열되어 있다. 다음으로, 태국, 중국, 싱가포르이 중심국가군 주변으로 일본-한국을 원점으로 하면서 하나의 동심원을 만들고 있다. 마지막으로, 2차원은 3개의 주변적인 국가들인 말레이시아, 인도네시아, 필리핀을 네트워크의



〈그림 1〉 공저자 네트워크의 다차원 척도법



〈그림 2〉 하이퍼링크 네트워크의 다차원 척도법

다른 국가들로부터 분명하게 분류하고 있다.

4. 4 매트릭스 상관관계

공저자 네트워크와 하이퍼링크 네트워크사이의 상관관계 분석 결과, 두 네트워크는 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Pearson $r = .57, p < .03$). 분석결과는 학술적 하이퍼링크 네트워크의 근간을 이루는 구조는 협동연구 패턴에 의해서 주로 결정되는 것처럼 보인다는 것을 지지한다. 학술기관은 협동연구의 파트너가 없는 기관보다는 협동연구의 파트너가 있는 기관의 웹사이트에 하이퍼링크를 하는 경향이 더 크다는 것이다. 부가하여, 공저자, 내향적, 외향적 연결 중심성 사이의 상관관계 여부가 계산되었고, 그 결과는 세 개의 중심값은 서로 유의미한 상관관계가 있는 것으로 판명되었다. 세 개의 네트워크 구조는 모두 매우 유사했다. 특히, 다음의 사실을 반드시 언급할 필요가 있다. 공저자 네트워크 연결 중

심성은 하이퍼링크 네트워크의 내향적 연결 중심성과(Pearson $r = .70, p < .02$) 외향적 연결 중심성(Pearson $r = .67, p < .02$) 모두와 유사한 강도의 관계를 지니고 있었다. 이러한 결과는 연결받는 하이퍼링크 뿐만 아니라 연결하는 링크 또한 하이퍼링크 매개 협동 커뮤니케이션을 보여줄 수도 있다는 것을 시사한다. 다시 말하여, 다른 웹사이트로부터 연결받은 하이퍼링크의 총 개수는 학술적 행위자 사이의 협동 커뮤니케이션의 강도를 보여줄 수 있다는 것이다. 더 많은 연결받는 하이퍼링크를 가질수록, 더 많은 협동적 커뮤니케이션이라는 것이다. 또한, 외향적 하이퍼링크 연결 정도는 협동적 커뮤니케이션의 능동적 관여의 정도를 나타내는 좋은 지표일 수 있다. 왜냐하면, 외향적 연결성은 한 행위자의 가시적인 의도를 드러내기 때문이다. 외향적 중심성은 한 웹사이트에서 다른 사이트로 보내진 하이퍼링크의 총 개수이다.

5. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 오프라인의 학술 커뮤니케이션 패턴과 사이버공간의 학술 네트워크 연결상의 상호연관성을 아시아 10개 국가를 대상으로 탐구하는 것이었다. 연구결과에 따르면, 중국, 일본, 한국, 홍콩의 순서대로 공저자 네트워크에서 중심적인 위치를 차지하였다. 반면에, 하이퍼링크 네트워크에서는 일본, 한국, 타이완, 홍콩이 차례대로 중심적인 국가로 분류되었다. 공저자와 하이퍼링크 네트워크 모두에서, 말레이시아는 가장 주변적인 국가로 나타났다. 집중도, 다차원척도법, 매트릭스 상관관계의 결과 또한 중심도 분석을 뒷받침하였다. 흥미롭게도, 중국은 오프라인 공간에서 협동연구 파트너로 가장 많이 선호되었으나, 사이버공간에서 아시아의 거인으로 등장하고 있지는 않았다. 공저자 네트워크에 비교하여, 학술 하이퍼링크 네트워크에서 중국의 주변적 위치는 중국 인터넷이 아직 충분히 성장하지 않은 것이 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 그러나, 내향적 하이퍼링크 네트워크에서 중국의 위치가 외향적 네트워크에서 보다 더 중심적이라는 사실은 중국이 앞으로 멀지 않은 미래에 하이퍼링크 네트워크에서 현재보다 더 중심적인 위치를 차지할 것이라는 것을 의미한다. 중국은 다른 국가들로부터 더 많은 하이퍼링크를 연결받고 있었으나, 더 적은 하이퍼링크를 보내고 있었다.

본 연구의 한계점과 함께 후속연구와 관련된 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 국제 학술협동 패턴과 국제 학술하이퍼링크 네트워크 구조간 상관관계에 대한 탐색적(exploratory)

연구의 성격을 지닌다. 공저자 네트워크 구조가 내향적, 외향적 학술 하이퍼링크 구조와 유사하다는 연구결과는 연결을 받은 그리고 연결을 주도하는 하이퍼링크 모두를 고려하는 것이 웹 공간에서 협동 커뮤니케이션 네트워크의 전체적인 구조를 그리는 데 유용하다는 것을 말해준다. 본 연구가 학술 하이퍼링크와 학술협동 커뮤니케이션의 관계를 찾기 위한 초기 시도였기 때문에, 본 연구는 기존에서 수집된 자료를 통해서 큰 그림을 보여주는 데 노력하였다. 덧붙여, 본 연구가 지니는 또 다른 함의는 기존에 생산된 데이터의 재사용이 지식창조를 위해서 새로운 데이터 만큼이나 중요하다는 것을 보여주는 좋은 사례가 될 수 있다는 것이다. 비록 학문 및 연구 공동체에서 데이터의 재사용이 새로운 지식 창조의 중요한 원천이 될 수 있음에도 불구하고, 지금까지 데이터는 학문계에서 거의 재사용되지 않았다(Nerdi 2002). 그럼에도 불구하고, 2차 자료의 사용은 마치 2명 이상의 코더를 사용하는 것과 같이 상호신뢰성에 문제가 있을 수 있다. 이에, 향후 연구에서는 직접 마인팅한 데이터를 사용할 계획이다. 둘째, 본 연구에서 사용한 네트워크 데이터는 단일시점에서 왔다. 네트워크는 당연히 시간이 경과하면서 변화할 수 있다. 따라서, 본 연구가 제공하는 단일상(snapshot)은 오프라인과 온라인 공간에 존재하는 국제 학술 네트워크의 왜곡된 그림을 보여줄 수 있다. 따라서, 후속 연구에서는 네트워크가 시간에 따라서 어떻게 변화하는지를 검토할 계획이다. 시계열적인 분석을 위하여 매년 데이터를 수집할 것을 계획하고 있다. 셋째, 그와 같은 장기적인 연구는 국가들 사이의

학술적 네트워크에 대한 시간의 영향을 탐구하는 것을 가능하게 할 것이다. 또한 인터넷이 학자와 연구자들의 삶과 학문 활동에 보다 깊이 파고들게 따라, 하이퍼링크 네트워크의 구조가 온라인 뿐만 아니라 오프라인에서 다양한 형태의 학술적 협동 커뮤니케이션 구조들과 유사해 질 것이라고 추정된다. 그러므로 장기적인 데이터 수집과 더불어, 변화하는 네트워크의 구조들이 학술회의 공동발표 혹은 공동참석, 학술회의 공동개최, 이메일 교환, 메일링 리스트 공유, 웹사이트 즐겨찾기 공유와 같은 다른 사회적, 커뮤니케이션 패턴과 어떠한 연관관계를 지니는지를 연구할 필요가 있다. 넷째, 소규모 연구그룹, 대학과 같은 학술기관의 웹마스터 혹은 웹사이트를 운영하는

개별 학자와의 심층 인터뷰와 같은 질적 연구 또한 논의를 풍부하게 하기 위해서 필요할 것이다. 다섯째, 가용한 데이터가 점차 많아지면 본 연구는 국제 비교 연구로 그 범위를 확장시킬 수 있다. 더욱이, 특정 국가에 속하는 하이퍼링크 네트워크의 중심성, 공저자 행위와 같은 협동연구 생산성과 같은 상관관계를 결정하기 위해서 미래 연구는 대학 뿐만 아니라 (한국의 .re.kr로 끝나는 웹사이트와 같이) 연구 기관의 웹사이트와 같은 보다 다양하고 광범위하게 학술적 웹사이트를 포함시켜야 한다. 그렇게 되면, 월드와이드웹에 나타난 국제 학술 협동 커뮤니케이션은 아마도 좀 더 정확하게 검토될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- Arunachalam, S., and M.J. Doss. 2000. "Mapping international collaboration in science in Asia through coauthorship analysis," *Current Science*, 79(5): 621-628.
- Björneborn, L., and P. Ingwersen. 2001. "Perspectives of webometrics," *Scientometrics*, 50(1): 65-82.
- Bonacich, P. 1987. "Power and centrality: A family of measures," *American Journal of Sociology*, 92(5): 1170-1182.
- Borgatti, S., M. Everett, & L. Freeman. 1999. "UCINET-X: Network Analysis Software," Columbia, SC: Analytic Technologies.
- Castells, M. 2001. "The Internet galaxy: Reflections on the Internet, business, and society," Oxford: Oxford University Press.
- Chen, C., J. Newman, R. Newman, & R. Rada. 1998. "How did university departments interweave the Web: A study of connectivity and underlying factors," *Interacting With Computers*, 10(4): 353-373.
- Cohen, J. 1996. "Computer mediated communication and publication

- productivity among faculty," *Internet Research*, 6(2/3): 41-63.
- Cronin, B., H. W. Snyder, H. Rosenbaum, A. Martinson, & E. Callahan. 1998. "Invoked on the Web," *Journal of the American Society for Information Sciences*, 9(14): 1319-1328.
- Freeman, L. C. 1979. "Centrality in social networks: Conceptual clarification," *Social Networks*, 1: 215-239.
- Gabbay, S. 2000. "Connecting minds: Computer-mediated communication in scientific work," *Journal of American Society for Information Science*, 51(14): 1295-1305.
- Galaskiewicz, J., and S. Wasserman. 1993. "Social network analysis: Concepts, methodology, and directions for the 1990s," *Sociological Methods & Research*, 22(1): 3-22.
- Genuth, J., I. Chompalov, and W. Shrum. 2000. "How experiments begin: The formation of scientific collaborations," *Minerva*, 38: 311-348.
- Haythornthwaite, C. and B. Wellman. 1998. "Work, friendship and media use for information exchange in a networked organization," *Journal of the American Society for Information Science*, 46(12): 1101-1114.
- Hine, C. 2000. "Virtual ethnography," London: Sage.
- Katz, J. S. and B. R. Martin. 1997. "What is research collaboration?," *Research Policy*, 26: 1-18.
- Kim, H. J. 2000. "Motivations for hyper-linking in scholarly electronic articles: A qualitative study," *Journal of the American Society for Information Sciences*, 51(10): 887-899.
- Kling, R., G. McKim, and A. King. 2001. "A bit more to IT: Scholarly communication forums as socio-technical interaction networks," Unpublished manuscript. Retrieved August 14, 2002 from the World Wide Web: <http://www.slis.indiana.edu/csi/Wp/wp01-02B.html>
- Koku, E., N. Nazer, and B. Wellman, B. 2001. "Netting scholars: Online and offline," *American Behavioral Scientist*, 44(10): 1752-1774.
- McCain, K. W. 2000. "Sharing digitized research-related information on the World Wide Web," *Journal of American Society of Information Science*, 51(14): 1321-1327.
- Monge, P., and N. S. Contractor. 2000. "Emergence of communication networks," In Jablin, F. M., and L. L. Putnam. (Eds.), *The new handbook of organizational communication: advances in theory,*

- research, and methods(pp. 440-502). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nerdi, 2002. "Knowledge production in the new digital networks," *NIWI-KNAW: Amsterdam*. Retrieved June 10, 2002 from the World Wide Web:
<http://www.niwi.knaw.nl/nerdi/>
- Newman, M. E. J. 2000. "The structure of scientific collaboration networks," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2): 404-409. Retrieved February 8, 2002 from the World Wide Web:
<http://www.pnas.org/cgi/content/full/98/2/404>
- Park, H. W. 2002. "Examining the determinants of who is hyperlinked to whom: A survey of webmasters in Korea," *First Monday*, 7(11). Retrieved February 8, 2002 from the World Wide Web:
<http://www.firstmonday.org>
- Park, H. W., G. A. Barnett, and I. Y. Nam. 2002a. "Hyperlink-Affiliation network structure of top websites: Examining affiliates with hyperlink in Korea," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(7): 592-601.
- Park, H. W., G. A. Barnett, and I. Y. Nam. 2002b. "Interorganizational hyperlink networks among web-sites in South Korea," *NETCOM: Network and Communication Studies*, 16(3/4): 155-173.
- Perry, C. A., and R. E. Rice. 1998. "Scholarly communication in developmental dyslexia: Influence of network structure on change in a hybrid problem area," *Journal of American Society for Information Science*, 49(2): 151-168.
- Richards, W. D. Jr., and G. A. Barnett. (Eds.). 1993. "Progress in communication science," 12. Norwood, NJ: Ablex.
- Rogers, E. M. 1987. "Progress, problems and prospects for network research: Investigating relationships in the age of electronic communication technologies," *Social Networks*, 9: 285-310.
- Rousseau, R. 1997. "Sitations: an exploratory study," *Cybermetrics*, 1. Retrieved January 3, 2003 from the World Wide Web:
<http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics/articles/v1i1pl.html>
- Scott, J. 1991. "Social Network analysis: A handbook," CA: Sage Publications.
- Thelwall, M. 2001. "Commercial web site links," *Internet Research: Electronic Networking Applica-*

- tions and Policy*, 11(2): 114-124.
- Thewall, M., and A. Smith. 2002. "A study of the interlinking between Asia-Pacific university Web sites," *Scientometrics*, 55(3): 335-348.
- Tomlinson, M. 2002. "The Academic Robotics Community in the UK: Web based data construction and analysis of a distributed community of practice," The DRUID Working Paper. Retrieved June 10, 2002 from the World Wide Web
http://www.druid.dk/wp/pdf_files/02-07.pdf
- Walsh, J. P., and N. G. Maloney. 2002. "Computer network use, collaboration structures and productivity," In Hinds, P., and S. Kiesler. (Eds.), *Distributed work*. Cambridge (pp. 433-458). Cambridge, MA: MIT Press. Retrieved June 10, 2002 from the World Wide Web:
<http://tigger.uic.edu/~jwalsh/Collab.html>
- Walsh, J. P., S. Kucker, N. G. Maloney, and S. Gabbay. 2000. "Connecting minds: Computer-mediated communication and scientific work," *Journal of the American Society for Information Science*, 51(14): 1295-1305.
- Wasserman, S., and K. Faust. 1994. "Social network analysis: Methods and applications," *Cambridge*, NY: Cambridge University Press.
- Wellman, B. 2001. "Computer networks as social networks," *Science*, 293(14): 2031-2034.