

복잡계 네트워크 이론을 통한 인터넷산업에서

기업의 전략적 제휴에 대한 연구

(Study on Strategic Alliances of Corporations in Internet Industry by Complex Network Theory)

이우식* 선지웅* 이희상**

*한국의국어대학교 산업정보시스템공학과

**성균관대학교 시스템경영공학부

Abstract

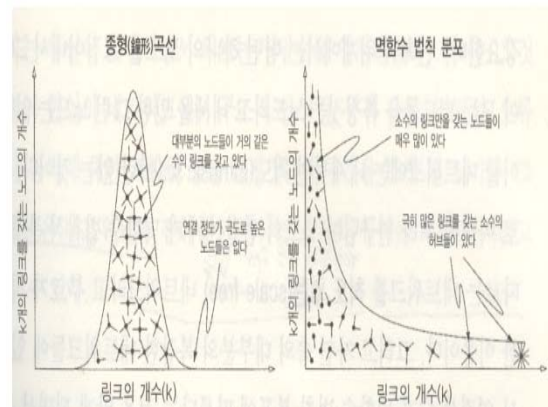
인터넷산업은 기술, 자본, 마케팅 등의 이유로 활발한 전략적 제휴가 이루어지고 있다. 본 논문은 최근 7년간 인터넷 산업의 기업간 전략적 제휴 사례를 조사하여 이를 바탕으로 전략적 제휴 네트워크화 하였다. 이 네트워크에 대해 연결정도, 밀도, 컴퍼넌트 분석을 수행하였으며, 연결정도의 분포를 분석하여 자연계, 사회시스템 등에서 많이 발견되고 있는 스케일 프리 네트워크의 성질을 갖는 지를 분석하였다. 또한 인터넷 붐과 이전과 이후의 2기간의 전략적 제휴 네트워크의 변화 정도도 파악하였다. 이와 같은 네트워크 모델분석은 국내 인터넷산업의 제휴 관계와 그 변화 추세 등을 거시적으로 살펴보는 데 도움이 될 것이다.

1. 서론

인터넷은 단순한 정보교환의 수단뿐만 아니라 여러 형태의 지식과 정보를 효율적으로 공유, 확산, 활용함으로써 기존 산업에 부가가치를 창출하는 역동적인 경제수단이 되었다. 즉, 인터넷은 경제활동을 가능케 하여 생산과 소비 등의 경제활동이 이루어지는 산업 환경과 구조 자체를 변화되고 있다.

이에 인터넷 산업은 다른 산업의 생산성과 효율성 향상을 위한 전략적 도구로서 뿐만 아니라 인터넷을 기반으로 새로운 비즈니스 기회를 창출한다는 점에서 새롭게 관심을 기울여야 할 분야라고 할 수 있다. 그 중에서도 기업들의 전략적 제휴에 대한 문제가 급속한 경쟁 환경의 변화에 대응하기 위해 대두되고 있고 모든 경영활동을 네트워크의 관점에서 해석하려는 시도가 일어나고 있다.

이러한 인터넷 산업에서의 기업들의 전략적 제휴는 매우 복잡한 네트워크를 형성하고 있고 유기적인 관계를 가지고 활동을 하고 있어 복잡계(Complex System 혹은 Complex Network)의 좋은 예라고 할 수 있다. 이러한 복잡계가 거시적으로 나타내는 현상 중 하나가 노드에 연결되어 있는 링크 수의 분포가 멱함수법칙을 따르는 것이다. 이렇게 링크 수의 분포가 멱함수 법칙을 따르는 것을 스케일 프리 네트워크 (Scale-Free Network) 구조를 따른다고 한다.



[!림 1] 종형곡선과 멱함수 법칙 분포

링크 수의 분포가 종형 곡선 분포를 따르면 대부분의 노드들이 같은 수의 링크를 가지며 아주 많은 링크를 갖는 노드는 존재하지 않는다는 것을 말해준다. 이와 대조적으로 링크 수의 분포가 멱함수 법칙에 따르는 스케일 프리 네트워크에서는 대부분의 노드들이 소수의 링크만을 가지며, 연결선 수가 매우 많은 몇 개의 허브들에 의해 연결되어 있는 모양이

다.[2]

본 논문은 최근 7년간의 국내 인터넷 산업의 기업간 전략적 제휴사례를 조사하여 이를 바탕으로 전략제휴 네트워크의 모형화를 통해 기업간의 제휴 형태를 분석하였다. 그리고 인터넷 버블 붕괴 이전과 이후의 2기간의 전략적 제휴 네트워크의 변화 정도를 파악하여 인터넷 산업의 변화 추세들을 분석했다.

2. 전략적 제휴 네트워크 모델링 및 분석

2.1 실험 방법

본 연구는 국내 인터넷산업에 대한 기업간의 전략적 제휴 네트워크 구조를 살펴보고자 하는 것이다. 따라서 최근 7년 동안의 인터넷산업의 기업들의 전략적 네트워크 구조를 파악하기 위해 인터넷이 본격적으로 생활화된 1997년 1월 1일을 기점으로 2003년 12월 31일까지 전체 분석 기간으로 하였다.

2.1.1 데이터 수집 및 변환

국내의 대표적인 경제신문인 한국경제신문(<http://www.hankyung.com>)과 매일경제신문(<http://www.mk.co.kr>)의 인터넷 홈페이지에 접속해 '제휴'와 '인터넷'으로 기사 검색을 하였다.

연구 대상 기간을 전반기 분석(1997년 1월 1일 ~ 2000년 6월 30일)과 후반기 분석(2000년 7월 1일 ~ 2003년 12월 31일) 두 개로 나누어 자료를 수집하였다.[1]

데이터 수집을 한 후, 이를 Microsoft Access를 사용하여 각 기업을 한 테이블로 만들고 그 테이블에 기업과 제휴 맺은 기업과 제휴 종류, 제휴 날짜, 신문 종류 그리고 제휴 내용 등을 조사하여 Data Base를 구축하였다. 이를 가지고 사회 네트워크 분석 소프트웨어 UCINET에 데이터를 입력하였다. UCINET에 자료를 입력하기 위해 Data Language(DL)로 파일을 변환하였다. DL 파일을 사용하여 네트워크 구조를 행렬(Matrix)로 변환하여 사용하였다.

2.1.2 네트워크 분석

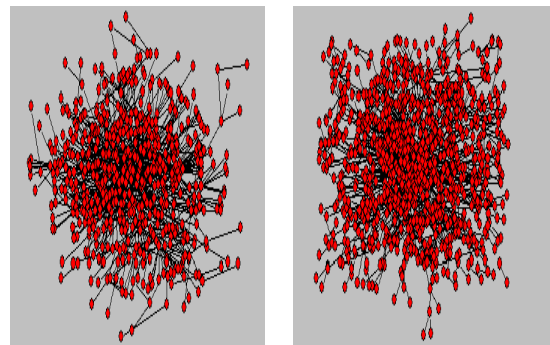
네트워크(Network)는 '노드(Node)'와 '링크(Link)'로 구성되어 있다. 본 논문에서 노드를 '기업'이라 정의하고 링크를 '전략적 제휴'라 정의하였다. 어떤 두 노드(기업)가 한 개의 링크(제휴)에 의해서 연결되어 있으면 우리는 이 노드들이 서로 인접연결(Adjacent)되어 있다고 한다. 즉, 본 논문에서는 인접 연결되었다는 의미는 두 기업이 서로 직접적으로 교류, 즉 전략적 제휴를 맺은 것이다. [3]

사회구조를 분석하는데 사용하는 UCINET

를 가지고 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴의 연결정도(Degree), 연결망 밀도(Density), 연결정도 중심성(Centrality) 그리고 컴퍼넌트 분석(Component Analysis)을 하였다. UCINET는 사회 네트워크 분석을 위한 소프트웨어로 최대 32,767개의 노드까지 입력이 가능하다. 또한 연결 중심성과 컴퍼넌트 등 많은 분석을 할 수 있다. 통계 소프트웨어인 SAS (Statistical Analysis System)를 이용하여 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴네트워크의 구조를 알아보기 위해 곡선적합, Log-Log Plot 및 Pajek 프로그램을 이용하여 시각화 하였다. Pajek 은 대규모 네트워크의 분석을 위해 구현된 프로그램으로서 네트워크의 일반적인 표현인 노드와 링크를 위치, 형태, 모양, 색깔 등을 고려하여 작성할 수 있도록 되어있다.

2.2 실험결과 및 분석

먼저 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴 네트워크의 구조에 대해 알아보았다. 전반기는 1997년 1월 1일 에서 2000년 6월 30일까지 그리고 후반기는 2000년 7월 1일 에서 2003년 12월 31일까지로 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴 네트워크 구조를 나누어 분석하였다.[1] 그 결과 전반기 기업(노드)수는 총 555개, 제휴(링크) 횟수는 총 773건 그리고 후반기 기업(노드)수는 총 989개, 제휴(링크)횟수는 총 1117건으로 나타냈다.



[그림 2] 전략적 제휴 네트워크 구조

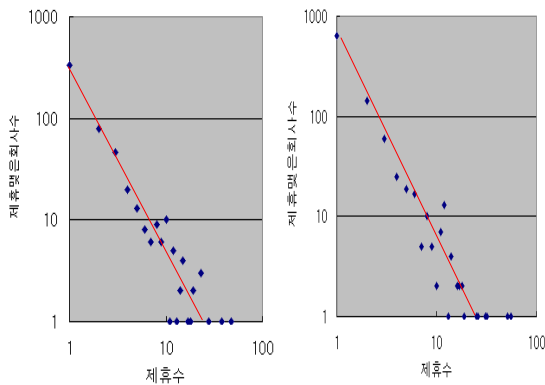
2.2.1 스케일 프리 네트워크의 구조 (Topology)

인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴 네트워크의 구조를 알아보기 위해 전·후반기로 구분하였다. 전·후반기로 나눈 이유는 2000년 3월 초에 미국 나스닥 지수가 5,000을 돌파하는 등 주식의 열기가 최고조에 달했으나 이후 6월 3,000선까지 떨어지고 한국 코스닥지수도 1500선으로 크게 하락을 하는 등 인터넷 거

품의 붕괴가 일어났다. 따라서 국내 인터넷산업에서 이에 대응하기 위한 기업의 전략적 제휴 움직임이 많이 일어나 이 때를 중심으로 살펴보았다.

제휴횟수(k)와 k개의 제휴를 맺은 기업수(P(k))를 Log-Log Plot을 시행한 결과 표준편차가 큰 멱함수 연결선 분포를 나타냈고 이를 가지고 SAS를 통해 회귀분석의 곡선 적합을 실행하니 전반기의 지수(-r)는 2.01로 $P(k) \sim k^{-2.01}$ 그리고 후반기의 지수는 2.2로 $P(k) \sim k^{-2.2}$ 가 나왔다. 즉, 복잡계로 바라본 스케일 프리 네트워크의 전형적인 지수 값인 $P(k) \sim k^{-r}$ ($2 < -r < 3$) 범위내로 나왔다. 이때의 전 후반기 결정계수 (R^2)가 각각 0.998306, 0.999361로서 반응변수 Y축(기업수)의 분산 중에서 99%가 설명변수 X축(제휴횟수)에 의한 회귀식으로 설명되고 F 통계량도 28281.1, 86054.5로서 확정 유용성을 나타냈다.

이는 인터넷산업에서 전략적 제휴의 네트워크가 스케일 프리 구조를 나타낸다. 스케일 프리 구조는 많은 연결망을 가진 몇 개의 거대한 허브와 적은 연결망을 가진 여러 개의 노드로 이루어진 불균일한(Unevenness) 네트워크의 위상구조를 갖는다. 그리고 이는 네트워크에서 구조적 안정성, 동적 작동, 경고성, 오류나 공격에 대한 저항성에 대한 강한 것임을 나타냈다. [2]



[그림 3] 인터넷산업에서 기업의 전략적 제휴네트워크에 대한 멱함수 분포

2.2.2 연결정도와 연결정도 중심성

연결정도란 한 노드에 인접하여 연결된 모든 노드 개수의 합이라 한다. 인터넷산업에서 기업의 전략적 제휴네트워크의 전반기 분석결과 연결정도가 큰 기업은 ‘하나로 통신’이 48건, ‘한국통신’이 41건, ‘삼성전자’가 28건의 제휴횟수를 나타내었다. 그리고 후반기 분석에서는 ‘한국통신’이 56건, ‘LG 텔레콤’이 54건 ‘SK텔레콤’이 39건의 제휴횟수로 연결망이 큰 허브의 역할을 하고 있었다. 이러한 큰 허브들은 전체 인터넷산업 네트워크의 구조를 지배하고 있어 전·후

반기로 나누어 살펴보면 국내 인터넷산업의 변화를 알 수 있다. 전반기의 큰 허브들의 40%가 초고속인터넷망과 인터넷 TV 방송에 대한 제휴를 맺었으며 약 20%는 전자결제 서비스 및 전자상거래 등에 제휴가 활발했던 것을 확인할 수 있었다. 후반기에는 약 50%가 이동전화업체와 인터넷 업체간의 무선 인터넷과 인터넷보안 그리고 무선인터넷 콘텐츠에 대한 전략적 제휴를 맺었다. 따라서 시간이 흐를수록 국내 인터넷산업이 유선인터넷에서 무선인터넷으로 이동하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

전반기의 평균 연결정도는 2.7건이고 후반기 평균 연결정도는 2.3건으로 전체적으로 약 2건의 제휴를 맺었다. 연결정도 중심성이란 어떤 한 노드에 연결된 노드의 수를 전체 가능한 노드의 수로 나눈 값이다. (네트워크에 n개체가 존재하면 최대 가능한 네트워크의 관계의 수는 n-1이 된다.) 전·후반기의 평균 연결정도 중심성은 0.005, 0.002로 비슷하다. 이는 전·후반기의 제휴정도가 비슷하다는 것을 의미한다.

제휴수	회사수	연결률%	제휴수	회사수	연결률%
1	331	60	1	631	66
2	79	14	2	144	15
3	46	8	3	60	6
4	20	3	4	25	2
5	13	2	5	19	1
6	8	1	6	17	1
7	6	1	7	5	0.5
8	9	1	8	10	1
9	6	1	9	5	0.5
10	10	1	10	2	0.5
...
28	1	0.1	32	1	0.1
41	1	0.1	54	1	0.1
48	1	0.1	56	1	0.1

[그림 4] 전·후반기 기업의 제휴정도

3.2.3 컴퍼넌트 분석

컴퍼넌트란 한 네트워크에 소속된 노드들끼리 하나의 연결체계를 형성하는 하위 네트워크(Sub-Network)이다. [3] 전반기의 전체컴퍼넌트는 22개로 이루어졌고 그 중 1개의 자이언트(Giant) 컴퍼넌트가 288개의 기업으로 이루어져 있었다.

전반기의 제일 큰 허브인 ‘한국통신’을 제거하니 전체 인터넷산업에서 기업들의 제휴가 53개의 컴퍼넌트로 늘어났다. 후반기의 전체컴퍼넌트는 174개로 이루어졌고 그 중 1개의 자이언트 컴퍼넌트가 170개의 기업으로 이루어져 있었다. 후반기의 제일 큰 허브인 ‘하나로 통신’을 제거 하였더니 전체 컴퍼넌트가 193개로 늘어났다. 즉 기업들의 전략적 제휴 네트워크에서 제휴수가 많은 허브를 제거한 결과 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴 네트워크 위상구조가 파편화되었다. 이는 스케

일 프리 구조에서의 허브의 중요성을 시사한다.

스케일 프리 네트워크에서 노드를 임의로 제거했을 때에도 네트워크는 균일한 네트워크처럼 쉽게 붕괴되지 않고 네트워크구조를 유지한다고 알려져 있으므로 ([4], [5]) 이의 확인을 위해 전·후반기에서 각각 허브가 아닌 노드들을 무작위로 10%까지 점차적으로 제거하는 실험을 5차례 했다.

실험	전반기	후반기
1	68	255
2	55	199
3	52	213
4	53	188
5	50	180
평균	55.6	206

[그림 5] 10% 임의로 제거하였을 때 컴퍼넌트의 수

즉, 전반기에는 55개의 노드를 제거하니 평균 컴퍼넌트 수가 55개이고 후반기에는 98개의 노드를 제거하였더니 평균 컴퍼넌트 수가 206개로 컴퍼넌트 수가 늘어났다. 더 많은 노드들을 제거하면 할수록 고립되는 노드 군들이 더 많아지지만 스케일 프리 네트워크에서 큰 허브를 1개 제거한 컴퍼넌트 수와 허브가 아닌 여러 노드들을 제거한 컴퍼넌트 수가 비슷하게 나왔다.

스케일 프리 네트워크에서 노드들이 연결을 유지하면서 탄탄하게 결합하여 구조의 견고성을 나타냈다. 따라서 스케일 프리의 구조의 위상 구조적 불균형성에 의해 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴도 링크수가 많은 허브를 고의적으로 제거를 하였더니 인터넷산업에서 기업들의 전략적 제휴 네트워크가 파편화되었고 또한 허브를 제외한 연결수가 적은 노드들을 임의로 제거하였을 때는 네트워크는 균일한 네트워크처럼 쉽게 붕괴되지 않고 네트워크 구조를 유지하는 것을 알 수 있었다.

3. 결론

본 논문은 인터넷산업에서 기업의 전략적 제휴를 복잡계 시각에서 바라보고 모델링과 분석을 하였다. 노드들의 연결선 분포와 스케일 프리 네트워크 지수를 통하여 인터넷산업에서 기업의 전략적 제휴는 스케일 프리 네트워크 구조임을 확인했다. 또한 컴퍼넌트 분석을 통해 많은 연결망을 가진 몇 개의 거대한 허브를 제거하여

네트워크가 쉽게 분절화 현상을 파악하였다. 전체네트워크의 구조를 지배하는 큰 허브들의 제휴내용을 인터넷 거품 붕괴가 일어났던 2000년 6월을 중심으로 알아보았다. 이 실험을 통해 전·후반기의 국내 인터넷산업의 변화를 알 수 있었다. 그 결과 전반기에는 기업들이 초고속인터넷망과 인터넷 TV 방송에 대한 제휴를 맺었으며 후반기에는 무선 인터넷과 보안 그리고 무선인터넷콘텐츠에 대한 전략적 제휴를 맺었다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 시간이 흐를수록 국내 인터넷산업이 유선인터넷에서 무선인터넷으로 이동하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

4. 토의

본 연구는 인터넷산업에서 기업의 전략적 제휴를 복잡계 시각에서 바라보고 모델링과 분석을 하였지만 자료 수집이 인터넷을 통한 신문 검색에 의존하였다는 한계를 가진다. 이와 같은 자료 수집의 정확성을 개선하고, 인터넷 기반산업, 인터넷 응용 산업, 인터넷 중개 산업 그리고 인터넷 상거래 산업 등 여러 인터넷 산업 계층으로 분류를 하여 본 연구 결과와 결합한다면 향후 국내 인터넷산업의 제휴 관계와 그 변화 추세 등을 정확히 살펴보는데 도움이 될 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

- [1] 장세진, 손경배, "인터넷 산업에서의 전략적 제휴가 최초상장으로 측정한 벤처들의 경영성과에 미치는 영향에 대한 실증분석", 경영학연구, 제31권, pp.603~619.
- [2] A.L.바라바시, "링크(Linked)", 동아시아, 2002.pp119,pp.325
- [3] 김용학, "사회 연결망 분석", 박영사, 2003.
- [4] 정하웅, 강병남, "복잡계의 이해: 네트워크의 구조적 성질 및 그 응용",물리학과 첨단기술10권
- [5] Albert-Laszlo Barabasi, Reka Albert, Hawoong Jeong, Scale-free Characteristics of Random Networks: The Topology of World Wide Web(New York: WILEY, 1997.