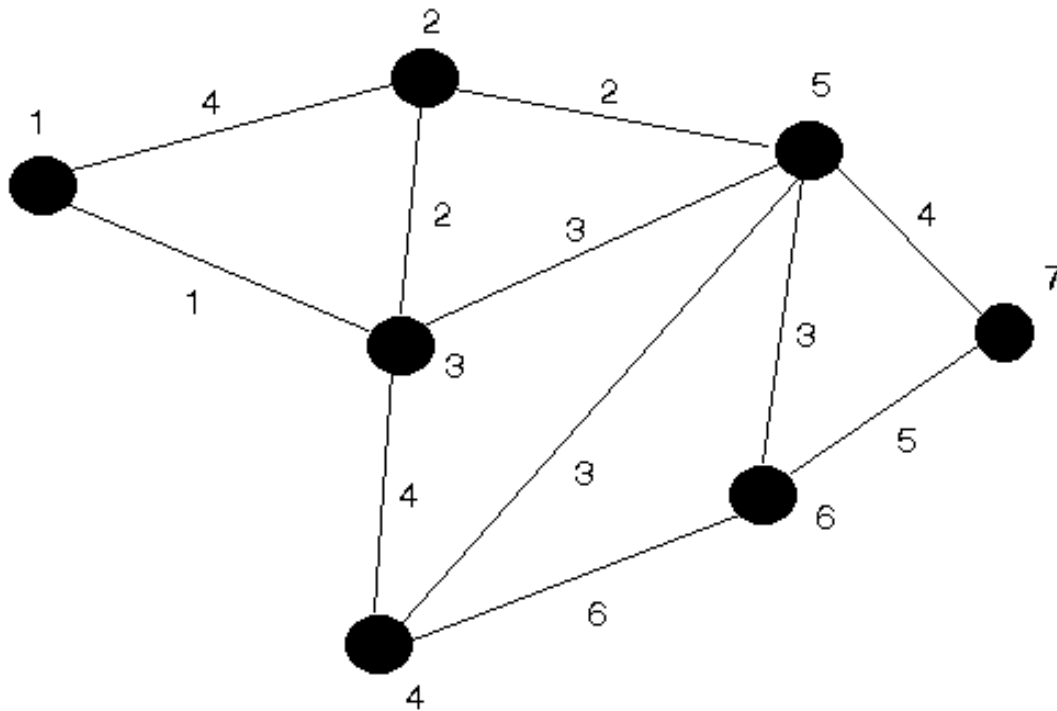


Graph Theory

(그래프 이론)



김은주

11th 2015

Table of Contents

I . Review 1

1. Stephen Wolfram (월프램)
2. Class IV
3. Christopher Langton(랭턴)
4. Stuart Kauffman (카우프만)

II. Graph Theory (그래프 이론)

1. Random Graph Theory
(랜덤 그래프 이론)
2. Regular Graph (정규 그래프)
3. Cubic Graph (큐빅 그래프)

III. Network Theory (네트워크 이론)

1. Network의 종류
 2. Random Network (랜덤 네트워크)
 3. Small-world Network
(좁은 세상 네트워크)
 4. Scale-free Network
(척도 없는 네트워크)
-

Table of Contents

I . Review 1

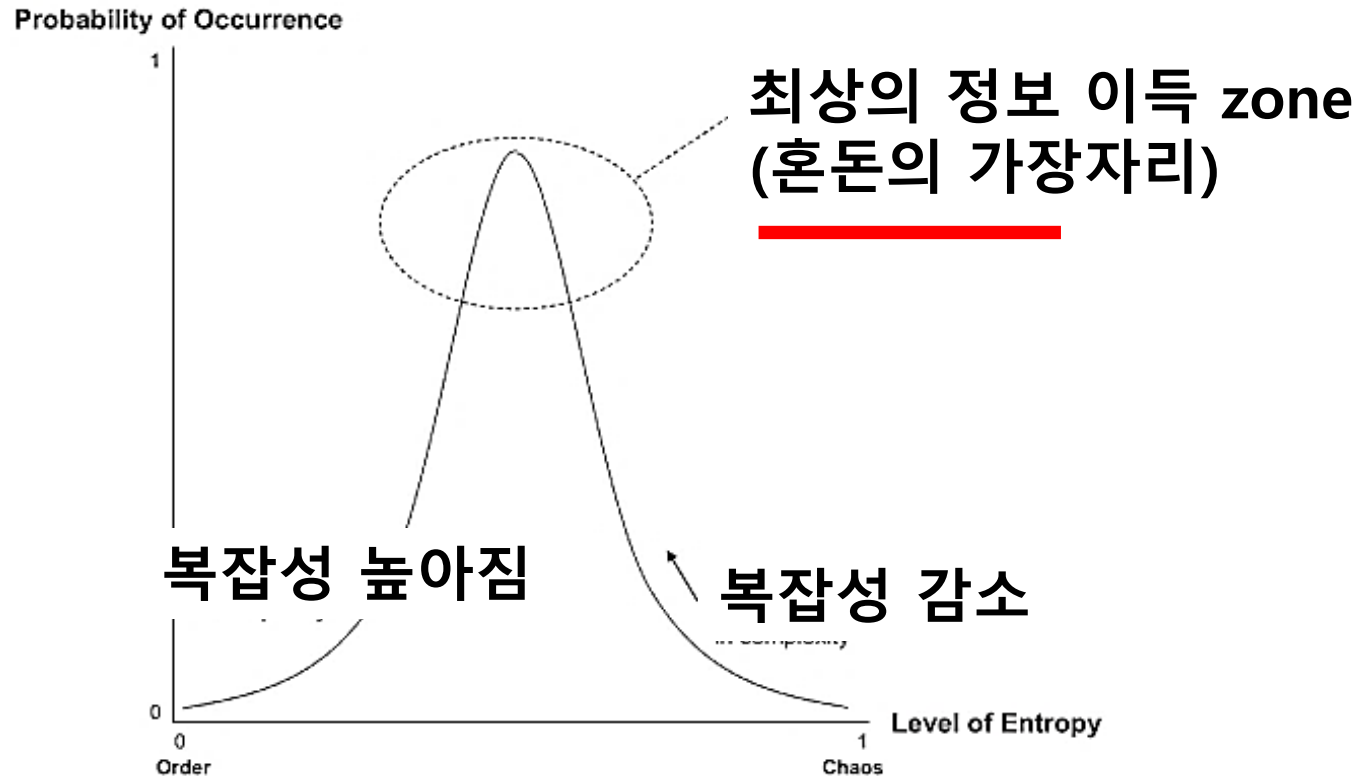
1. Stephen Wolfram (월프램)
2. Class IV
3. Christopher Langton(랭턴)
4. Stuart Kauffman (카우프만)

Ⅱ. Graph Theory (그래프 이론)

1. Random Graph Theory
(랜덤 그래프 이론)
2. Regular Graph (정규 그래프)
3. Cubic Graph (큐빅 그래프)

Ⅲ. Network Theory (네트워크 이론)

1. Network의 종류
 2. Random Network (랜덤 네트워크)
 3. Small-world Network
(좁은 세상 네트워크)
 4. Scale-free Network
(척도 없는 네트워크)
-



- ▶ Stephen Wolfram(월프램)과 Stuart Kauffman(카푸만)은 **질서 체제와 무질서체제 사이의 중간 영역**에서 질서 현상의 가장 중요한 특징인 자기조직화 현상이 가장 활발하게 일어난다는 사실을 발견



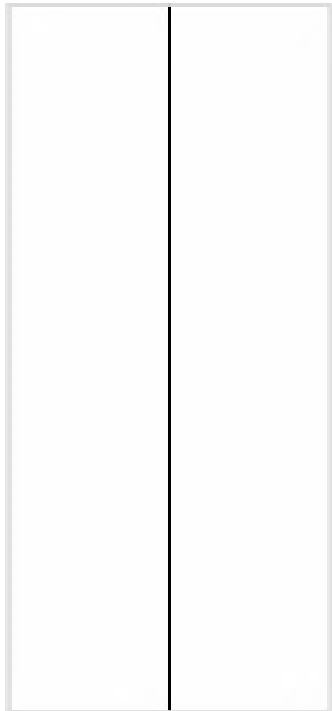
▶ 월프램 (1959~)

영국 출신

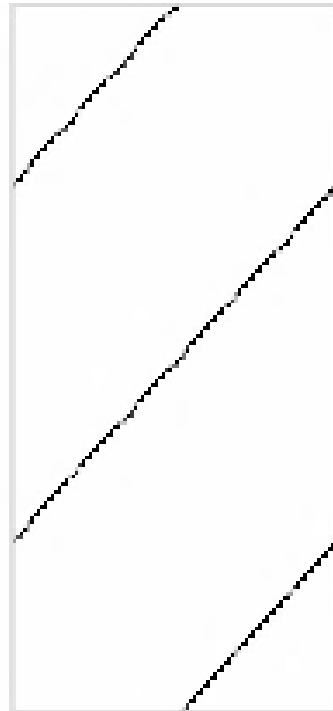
과학자, 이론 물리학자,

최신 과학 기술 분야 전문가

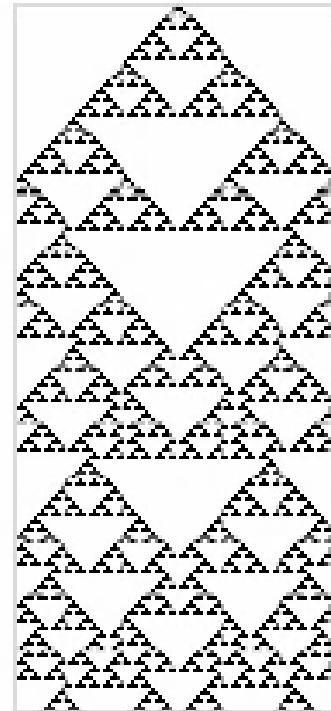
MacArthur Fellowships in 1981



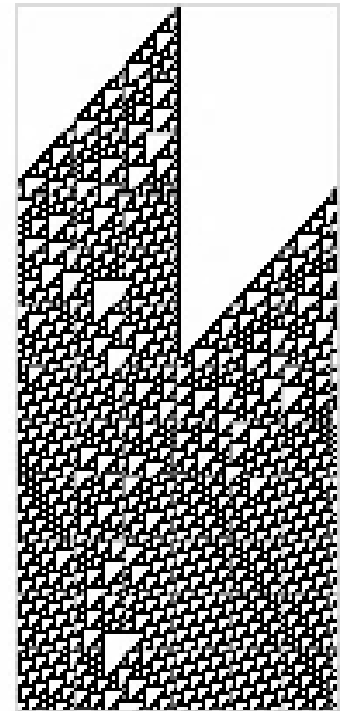
Class I



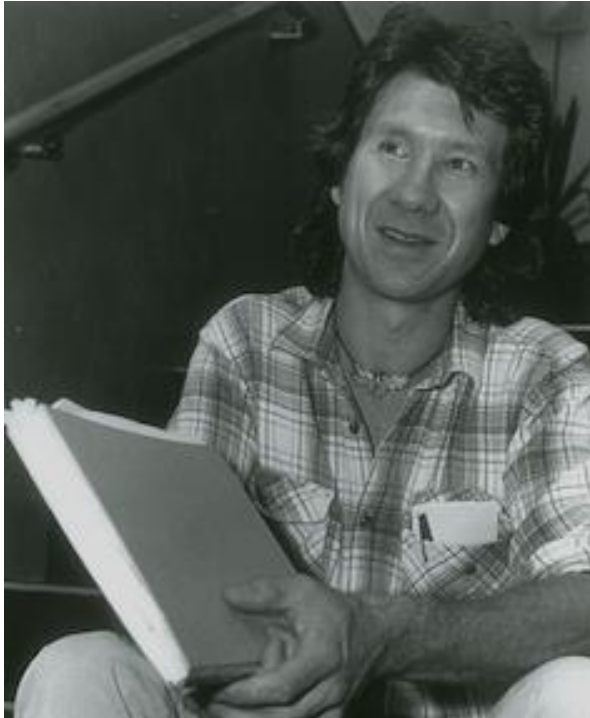
Class II



Class III



Class IV



- ▶ 랜턴 (1948~)
- 미국 출신
- 컴퓨터 과학자
- Artificial Life(인공생명) 창시자

- ▶ 파라미터가 증가: Class I \rightarrow Class II \rightarrow Class III
하지만, Class II 와 Class III 구간에서 파라미터가 0.273의 값을 가질 때, Class IV 나타남.
- ▶ 정확한 전이점에서 Class IV 찾아냄.

Class I & II \rightarrow Class IV \rightarrow Class III

결과) Order(질서) \rightarrow Complexity(복잡성) \rightarrow Chaos(카오스)

76

Christopher G. Langton

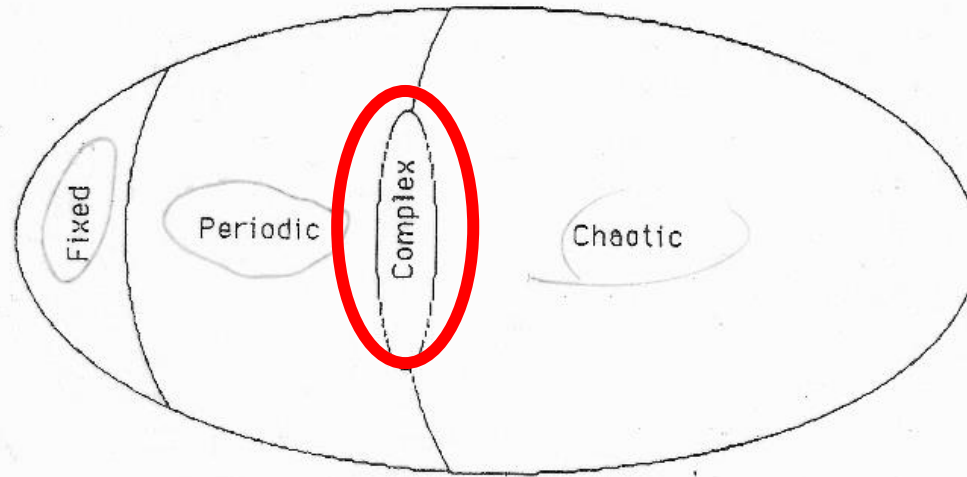


FIGURE 21 Schematic drawing of CA rule space indicating relative location of periodic, chaotic, and complex regimes.

- ▶ **복잡성:** 질서와 혼돈 사이의 가장자리에 위치한 균형선 또는 변이점
다시 말해, 질서와 혼돈 사이의 가장자라, 즉 질서와 카오스의
미묘한 경계선 안에 놓인다.

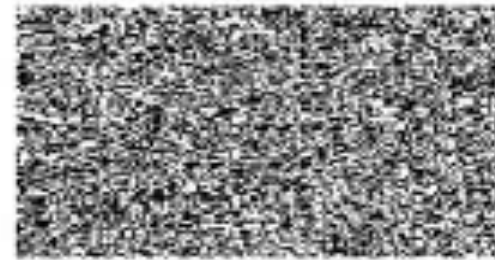
III. Edge of Chaos

* Wolfram(월프램) VS Langton(랭턴)의 결과

Class I



Class III

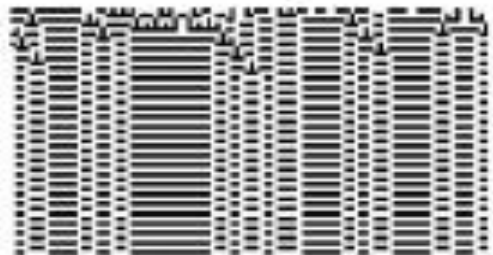


고정적

주기적

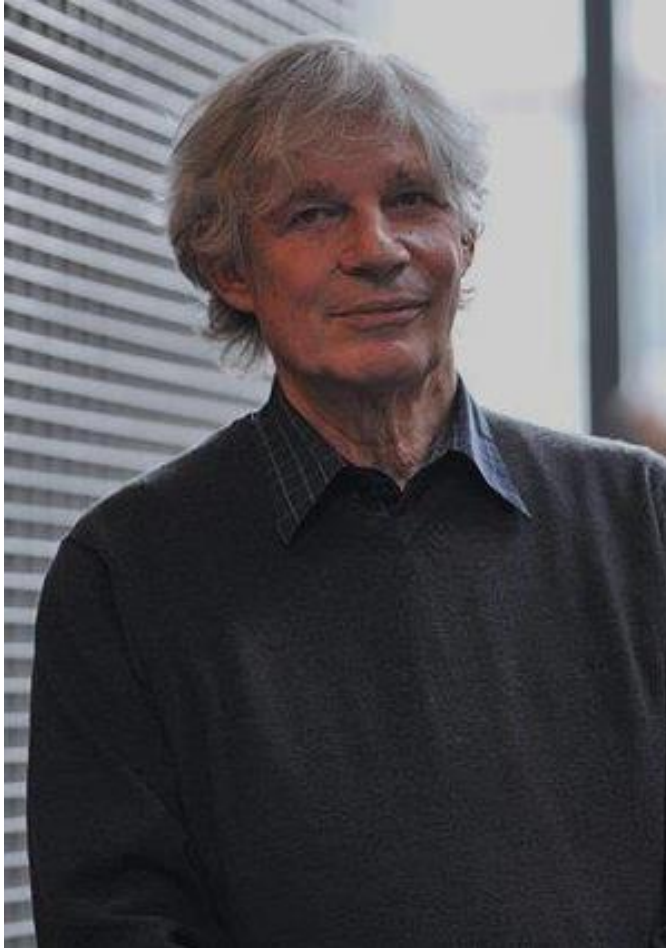
복잡계적

혼돈적



Class II

Class IV



▶ 카우프만 (1939~)

- 미국 출신
- 이론 생물학자, 복잡계 연구자
- MacArthur Fellowship, 1987~1992

Table of Contents

I . Review 1

1. Stephen Wolfram (월프램)
2. Class IV
3. Christopher Langton(랭턴)
4. Stuart Kauffman (카우프만)

II. Graph Theory (그래프 이론)

1. Random Graph Theory
(랜덤 그래프 이론)
2. Regular Graph (정규 그래프)
3. Cubic Graph (큐빅 그래프)

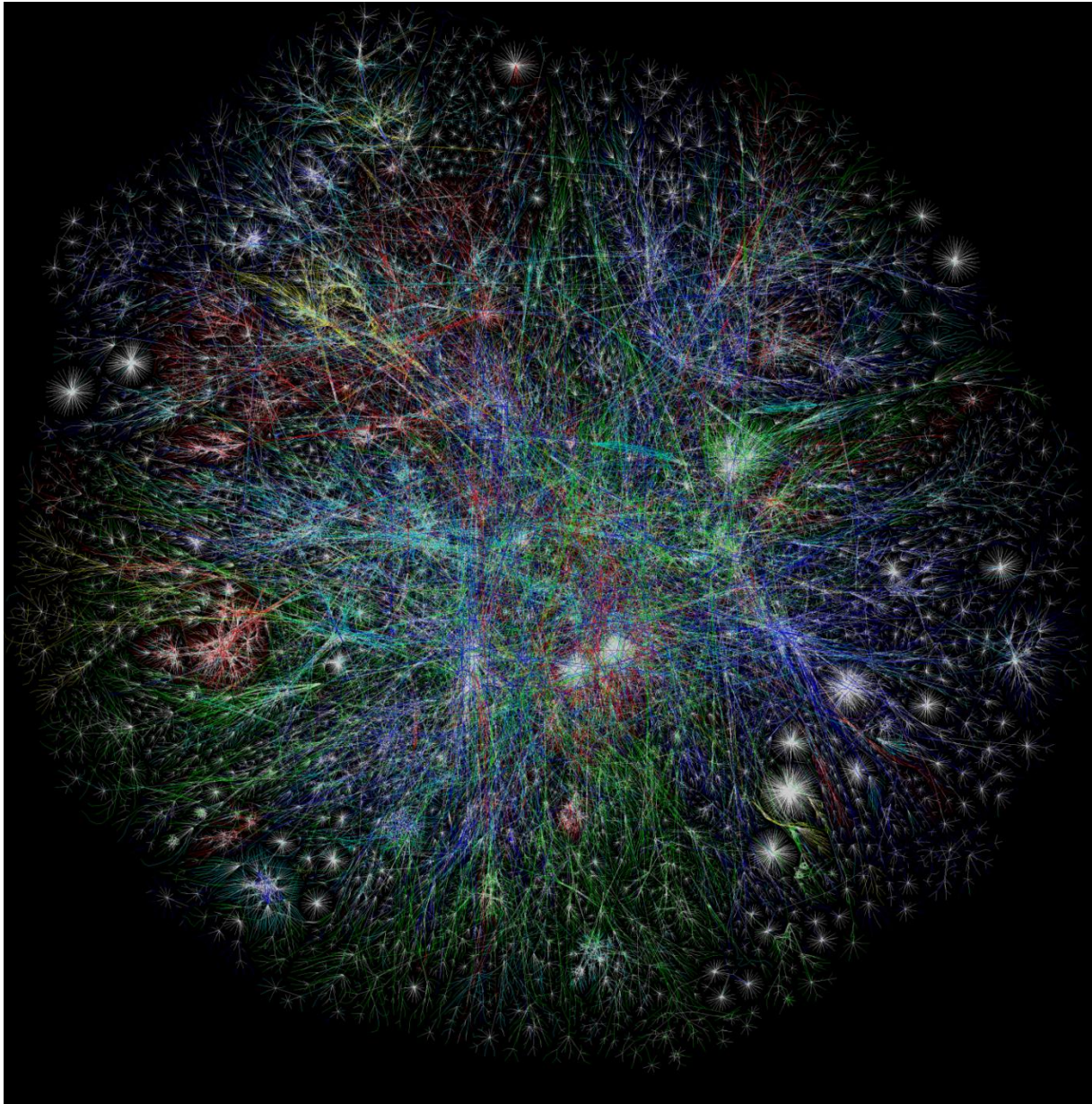
III. Network Theory (네트워크 이론)

1. Network의 종류
 2. Random Network (랜덤 네트워크)
 3. Small-world Network
(좁은 세상 네트워크)
 4. Scale-free Network
(척도 없는 네트워크)
-

1. 구성요소들이 **혼돈과 질서를 이루는 경계면 혼돈의 가장 자리에서** 창발적으로 형성
 2. 안정된 균형의 상태도 아니고 무질서한 혼돈의 상태도 아닌 **중간 상태**
 3. 혼돈과 안정 사이에 **균형을 맞춰가며** 살아가는 생명의 영역
-

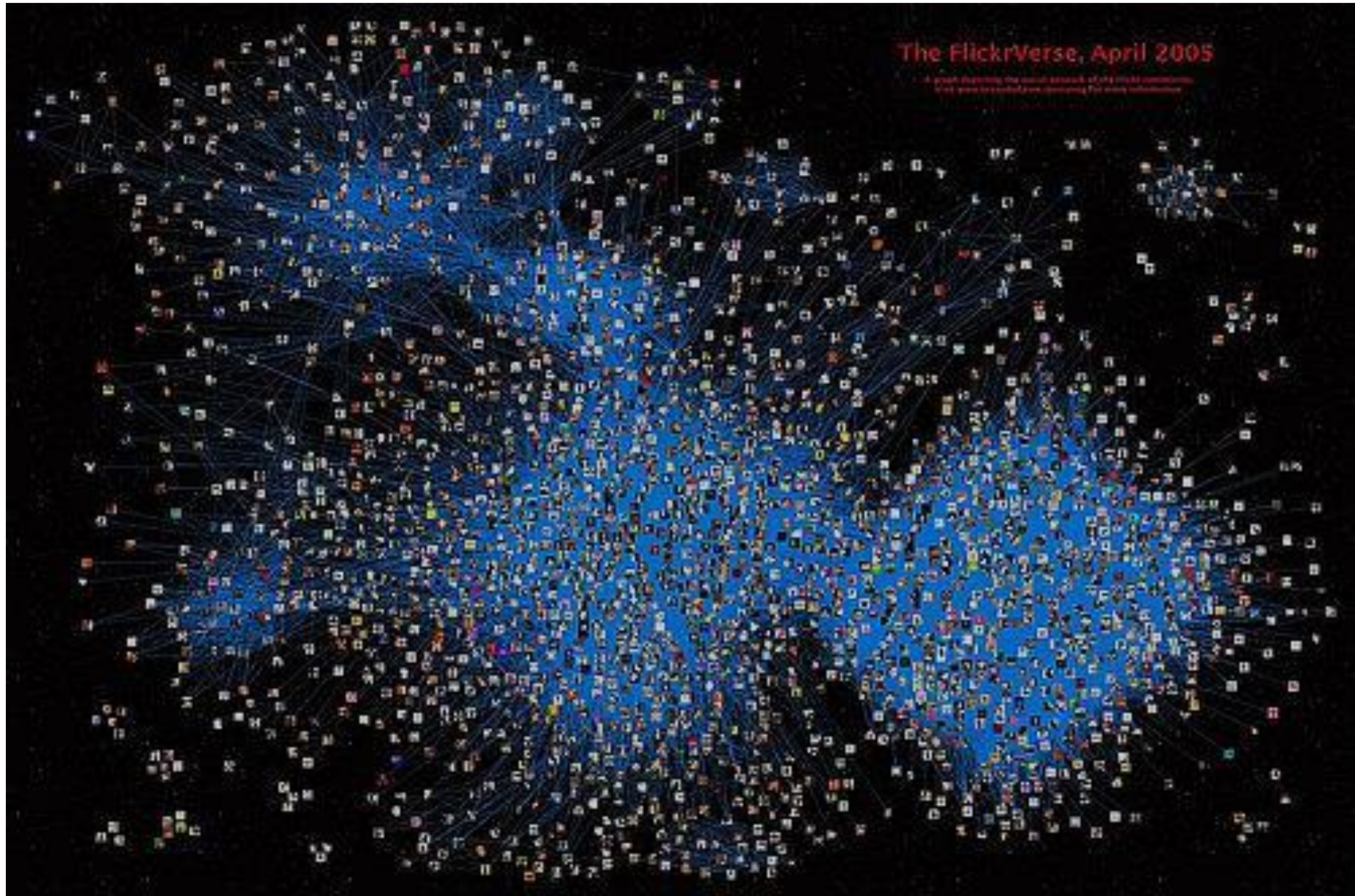
II . Graph Theory

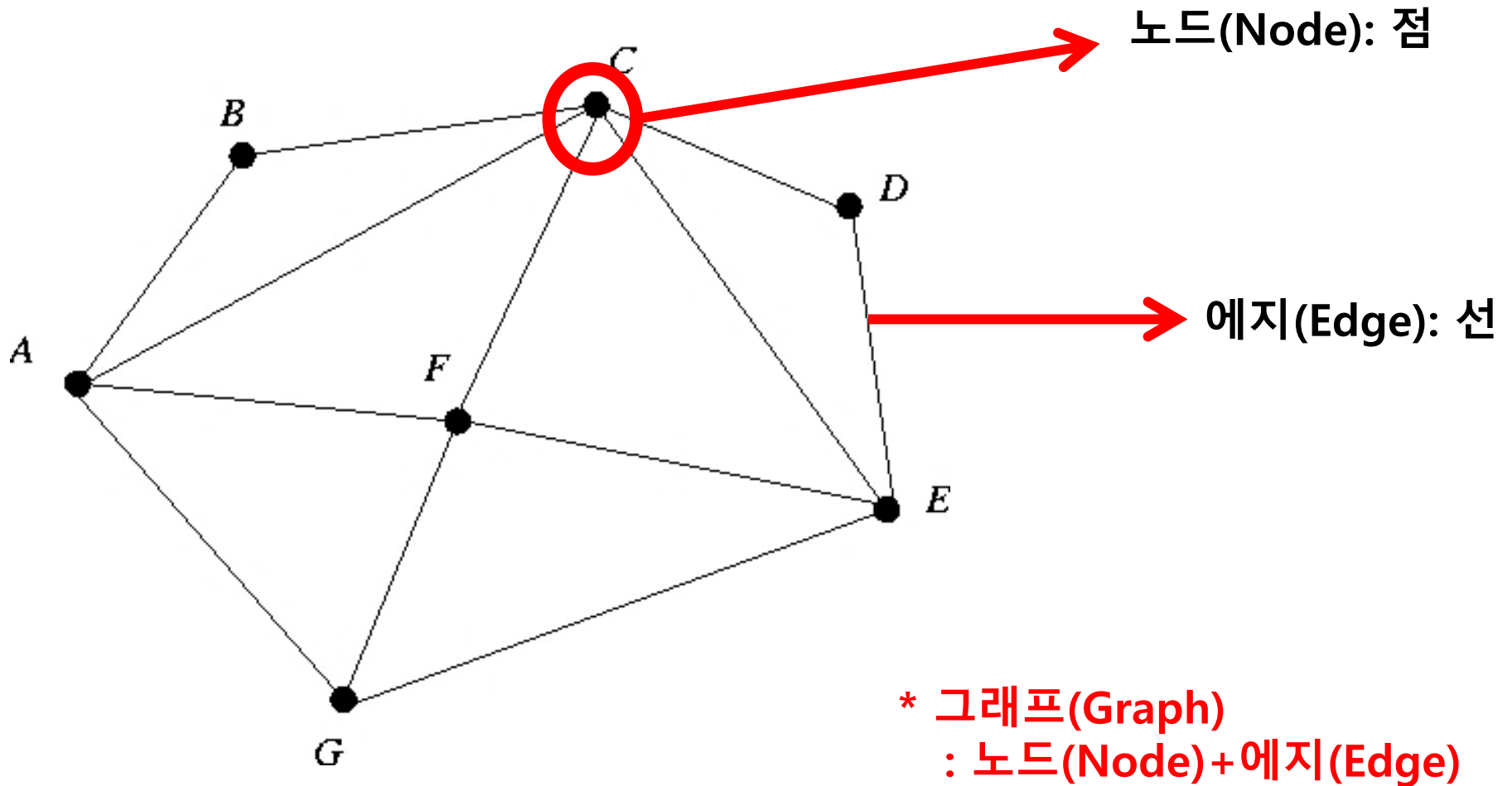
Ex. 다양한 연결망 - Internet Network (인터넷망)



II . Graph Theory

Ex. 다양한 연결망 - Neural Network (신경망)

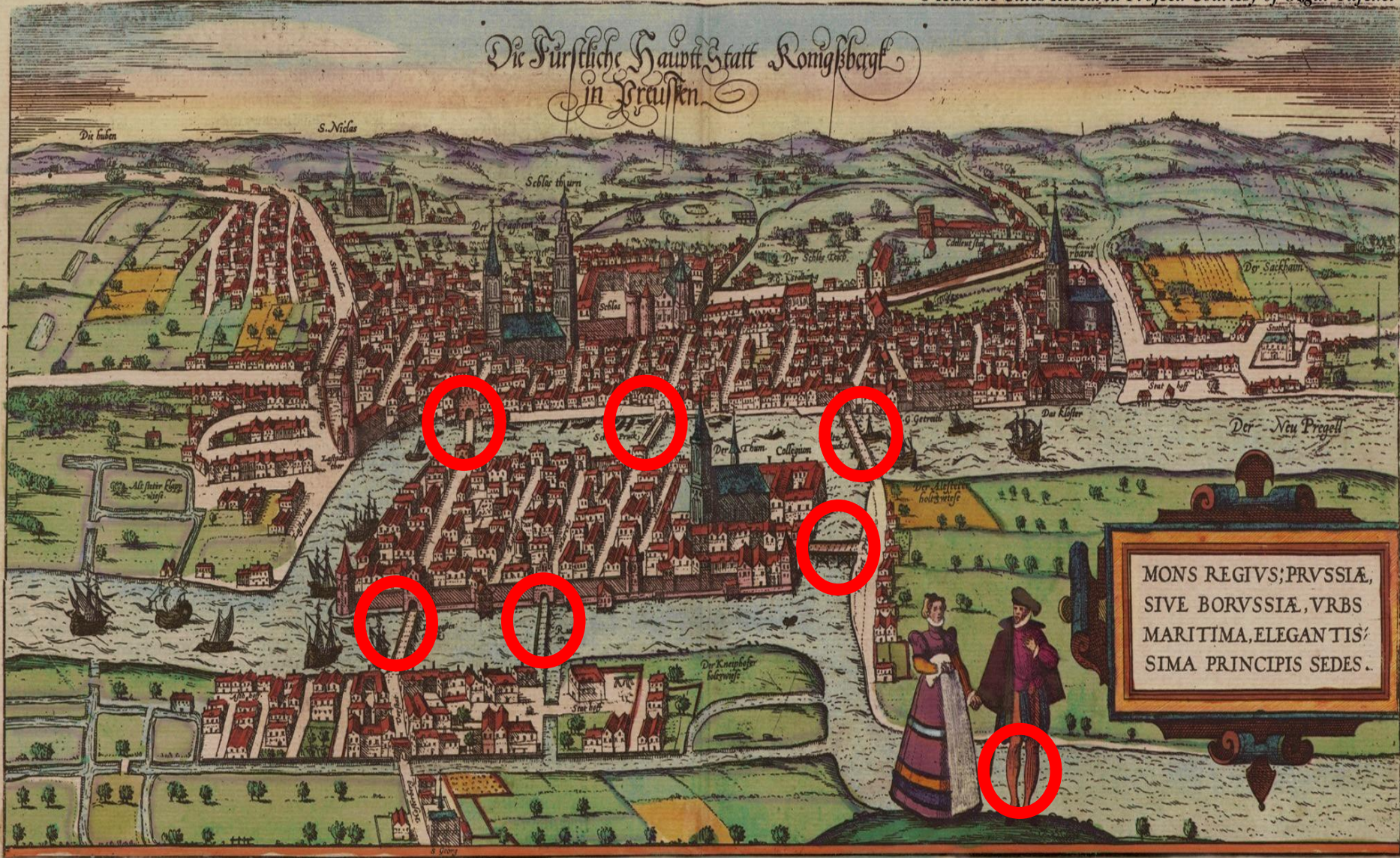




11. Graph Theory

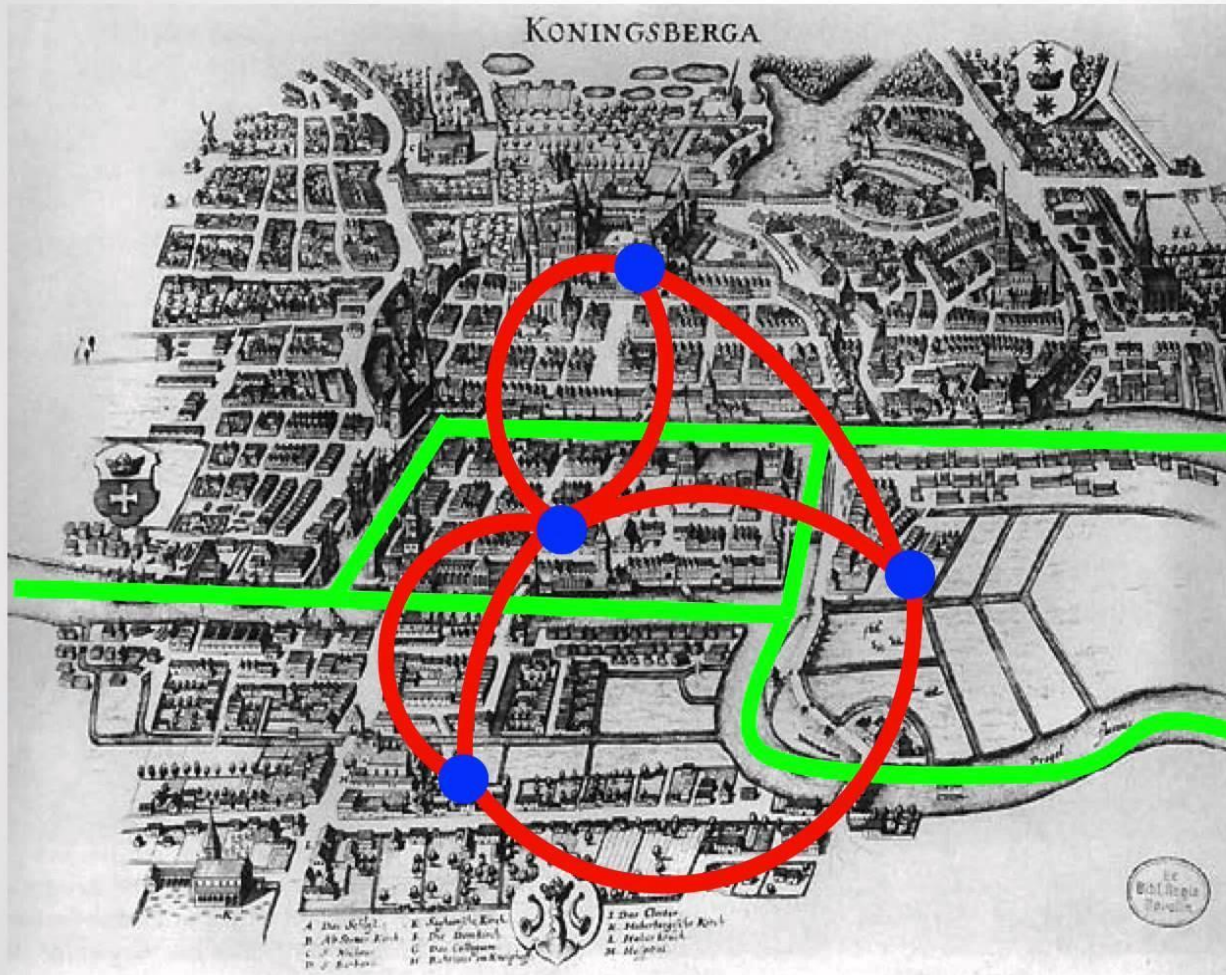
Q. 1736, 쾨니히스베르크(Königsberg) 의 다리 문제

© Historic Cities Research Project. Courtesy of Ozgur Tufekci



II . Graph Theory

A. 1975, Leonhard Euler (오일러)

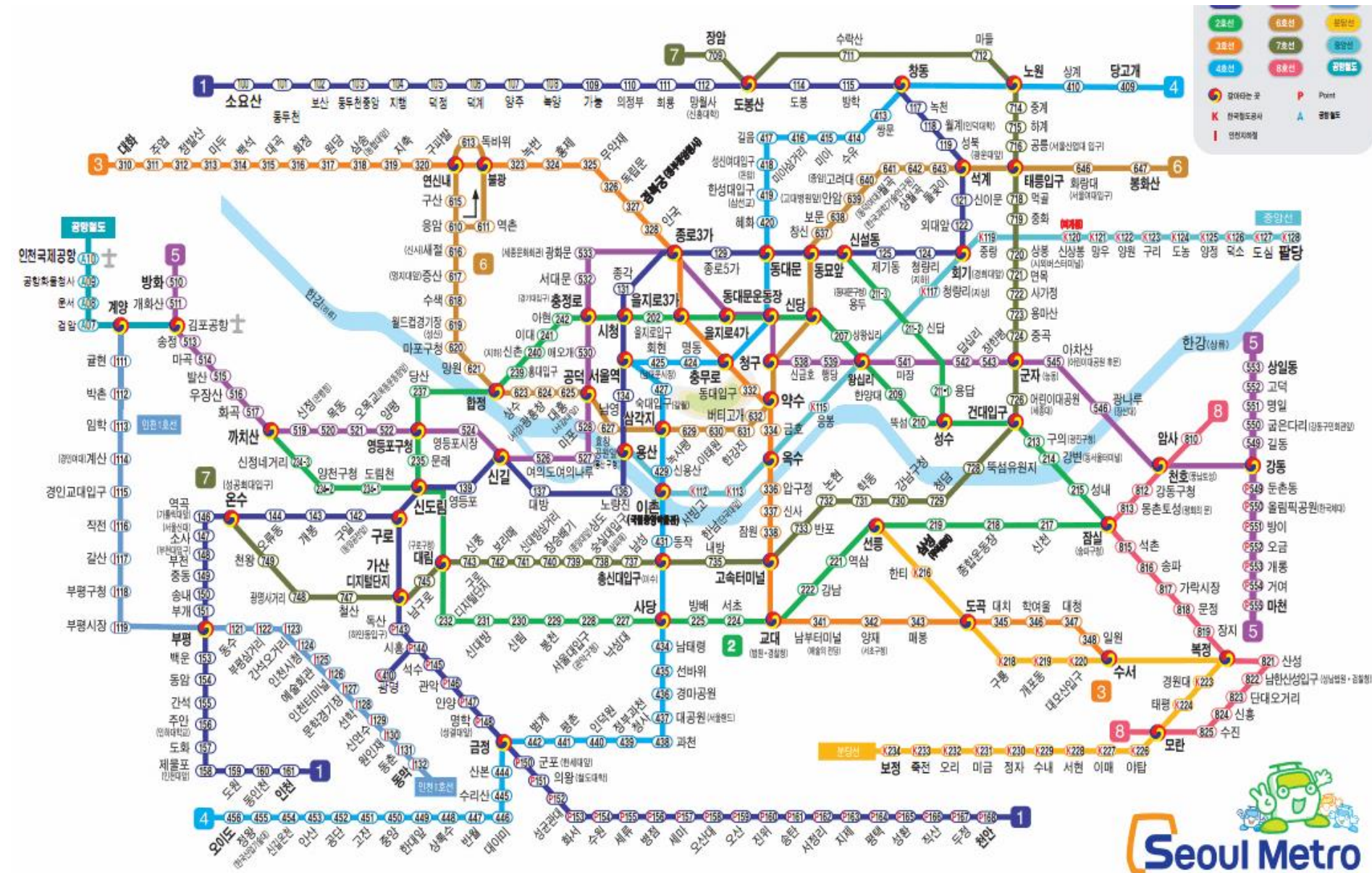


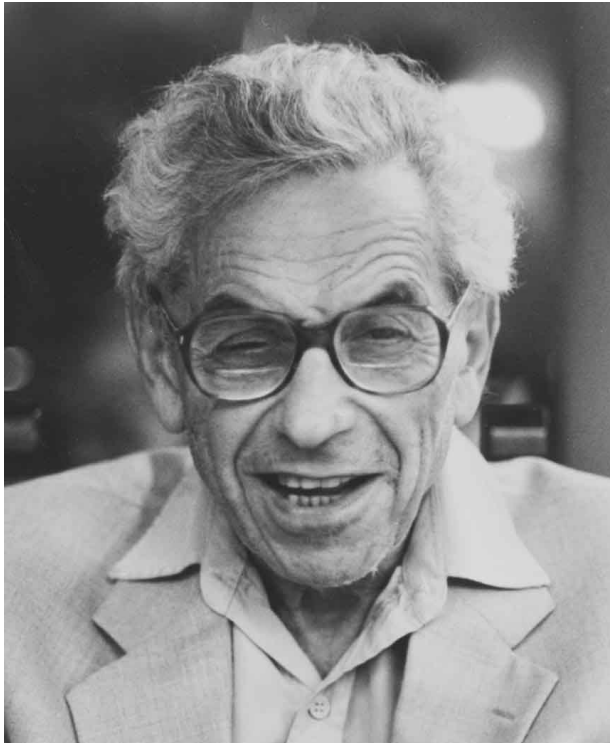
노드(Node)들
사이에 가능한
모든 길을 그린다

뒷 배경을 지움
으로써 분명하게
한다

- ▶ 그래프 이론은 유한 개의 점으로 이루어진 집합과 점들 사이의 관계를 연구하는 학문이다.
 - ▶ 수학과 컴퓨터 과학의 한 분야로, 특정 집단 내 대상들 간의 관계를 그래프로 나타내어 연구한다.
-

Ex. 지하철 노선도





▶ Paul Erdős (에르도스, 1913~1996)

- 헝가리출신
- 수학자
- 별난성격으로 유명함

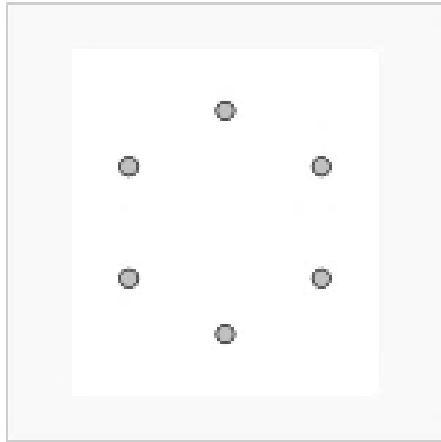


▶ Alfréd Rényi (레니, 1921~1970)

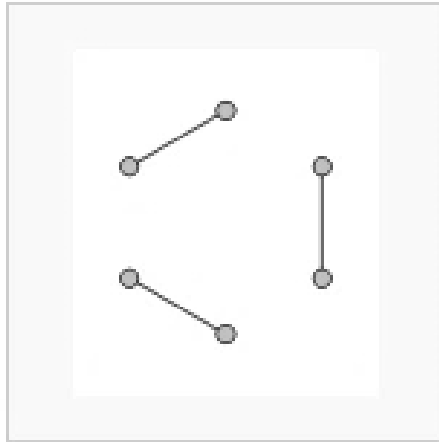
- 헝가리출신
- 수학자

1. 고립된 많은 수의 노드(node)들 간에 무작위로 링크(link)
2. 각 노드(node)에 평균 하나의 링크를 추가한다면 거대한 Cluster(클러스터)가 형성됨

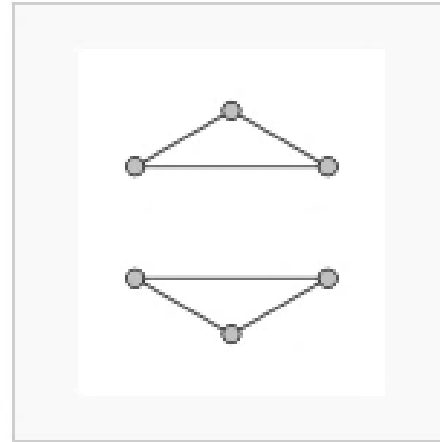
- ▶ 정규그래프는 모든 꼭지점(Vertex)이 같은 수의 이웃을 가지는 그래프이다. 즉, 모든 꼭지점이 같은 차수(degree)를 가진다.



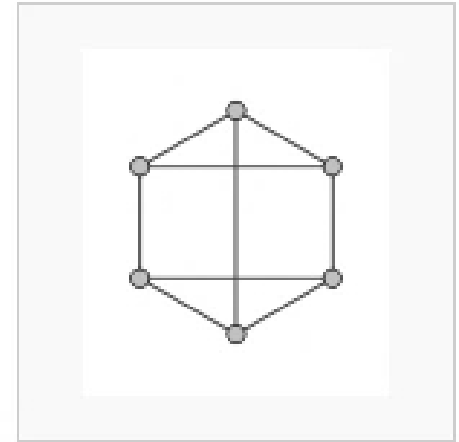
0-regular graph



1-regular graph

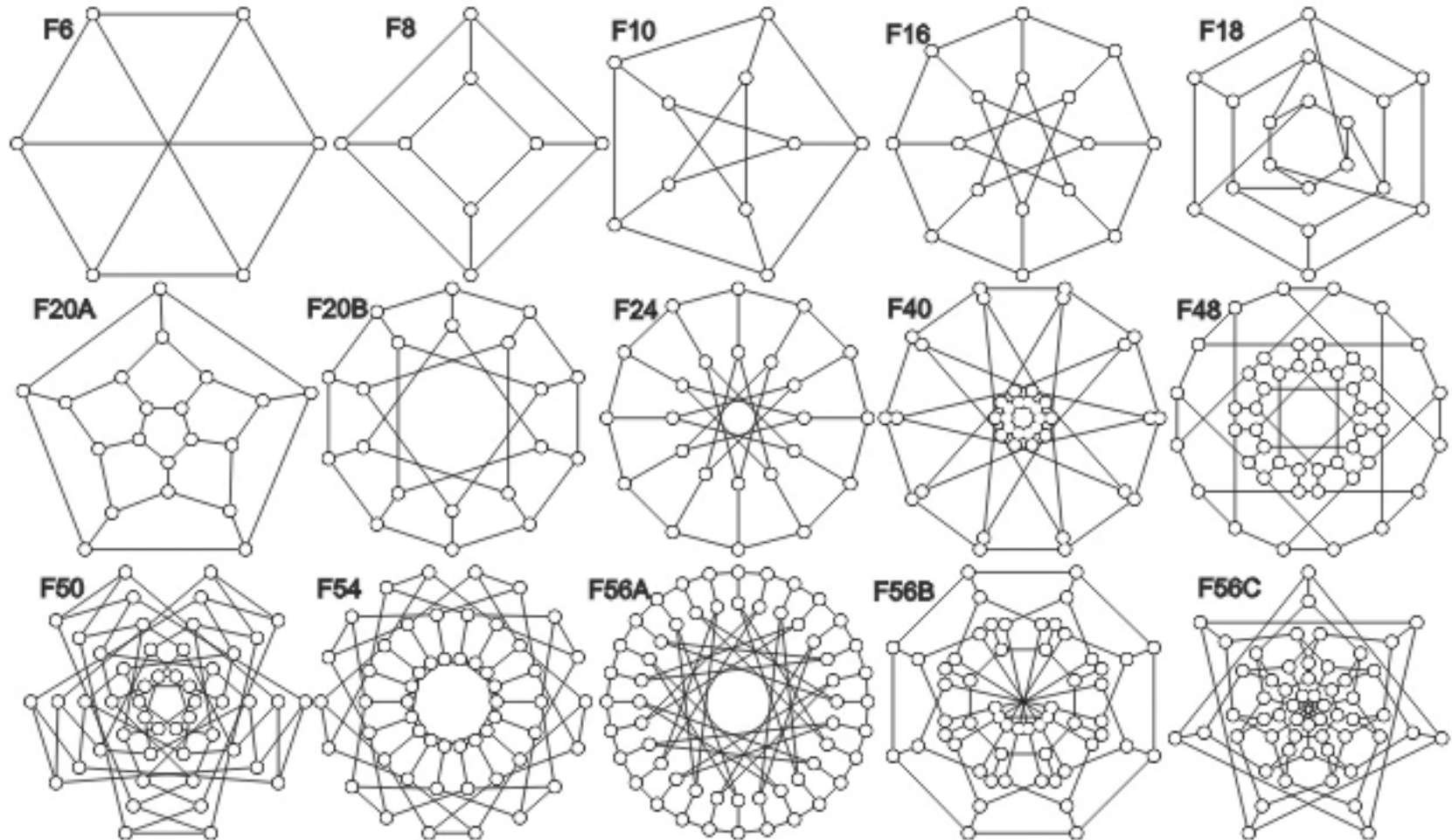


2-regular graph



3-regular graph

- ▶ 각 꼭지점이 k 개의 이웃을 가지는 정규그래프를 k -정규그래프라고 부른다.



▶ 모든 꼭지점이 정확히 세 개의 변에 접한 그래프(3-정규 그래프)이다.

▶ Regular Graph (정규그래프)

- 각 노드당 가지는 링크 수
똑같음

▶ Random Graph (랜덤그래프)

- 각 노드에 추가되는 링크는
무작위적임
- So, 각 노드가 추가적 링크를
받을 기회는 평등함 (예: 잭팟)
- 네트워크가 커지면, 무작위로
링크를 부여한다고 해도 각
노드는 거의 같은 수의 링크
를 갖게 될 것을 의미함

Table of Contents

I . Review 1

1. Stephen Wolfram (월프램)
2. Class IV
3. Christopher Langton(랭턴)
4. Stuart Kauffman (카우프만)

II. Graph Theory (그래프 이론)

1. Random Graph Theory
(랜덤 그래프 이론)
2. Regular Graph (정규 그래프)
3. Cubic Graph (큐빅 그래프)

III. Network Theory (네트워크 이론)

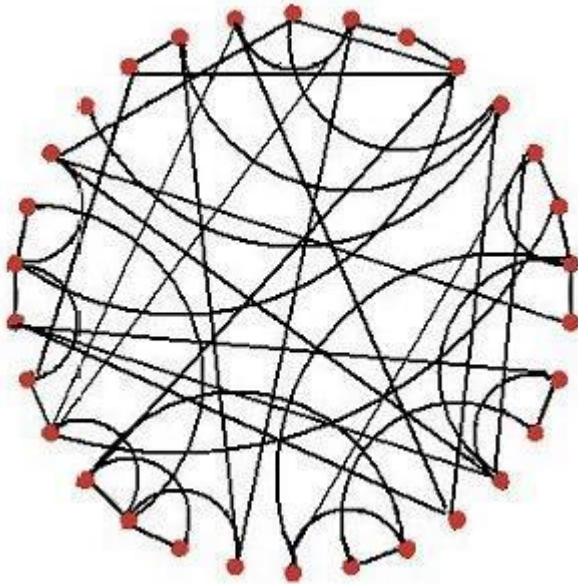
1. Network의 종류
 2. Random Network (랜덤 네트워크)
 3. Small-world Network
(좁은 세상 네트워크)
 4. Scale-free Network
(척도 없는 네트워크)
-

**1. 규칙적
네트워크
(Regular Network)**

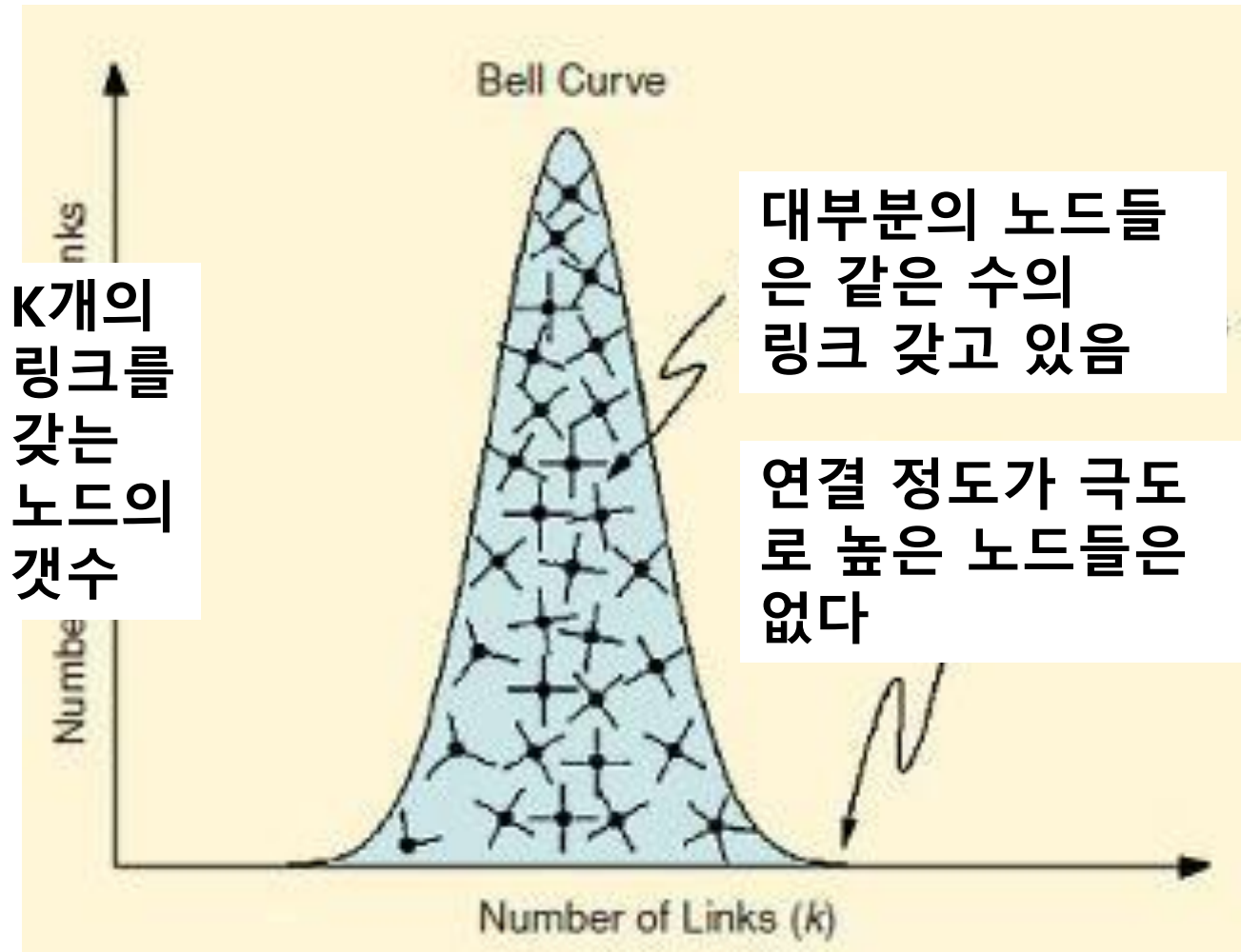
**2. 무작위적
네트워크
(Random Network)**

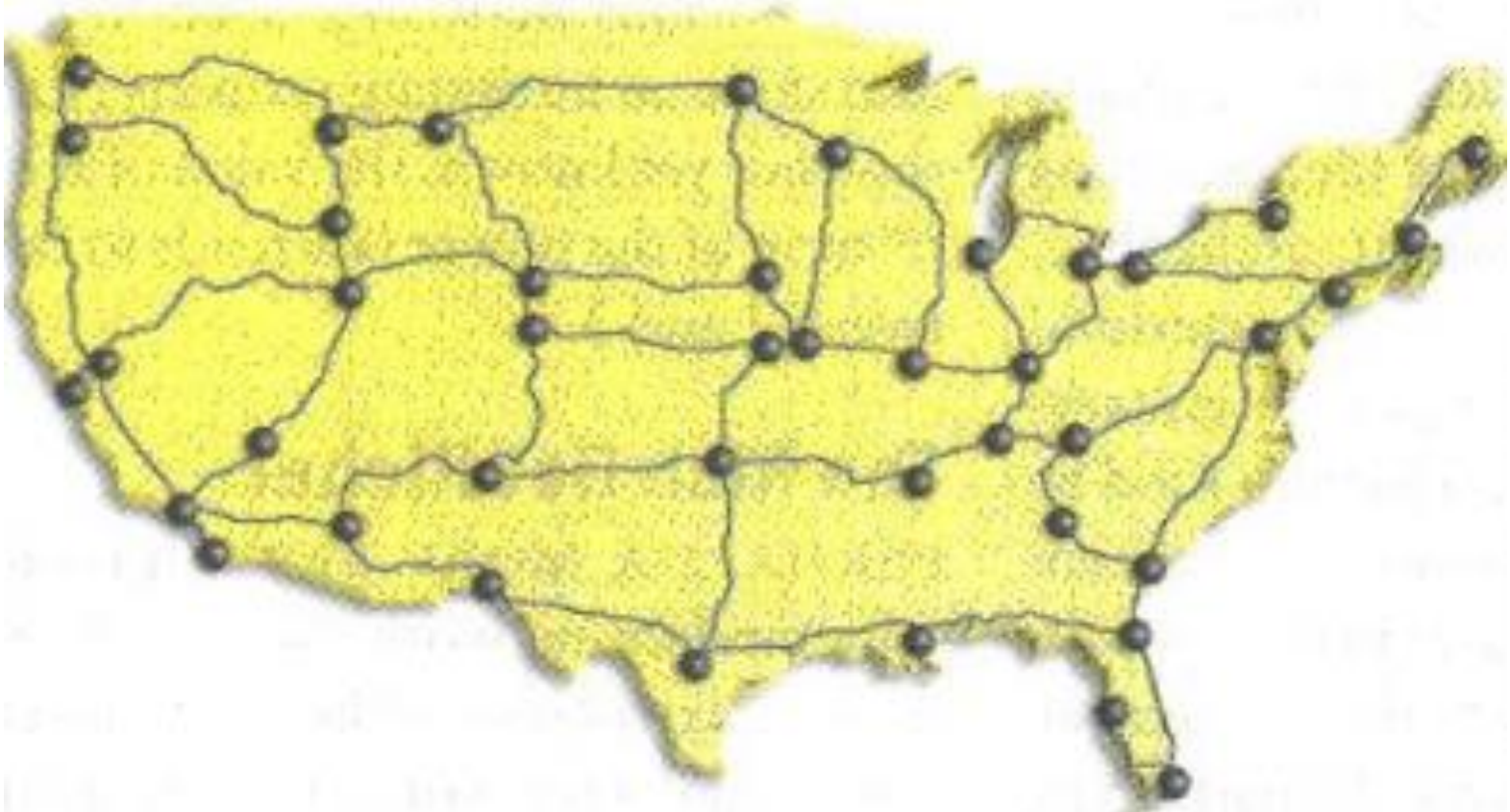
**3. 좁은세상
네트워크
(Small-World Network)**

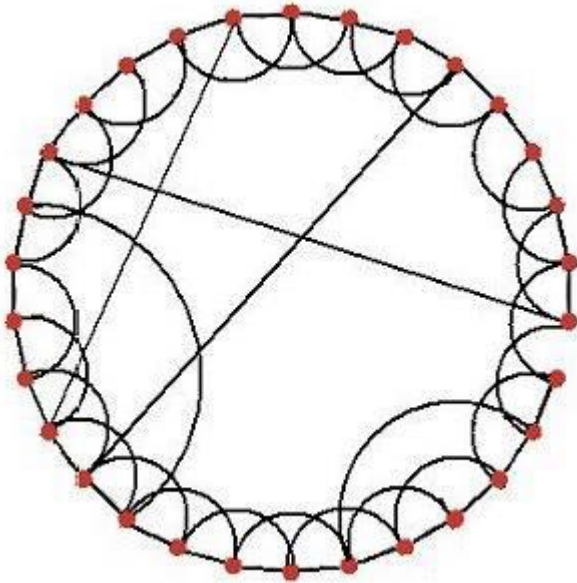
**4. 척도없는
네트워크
(Scale-free Network)**



- 노드 간 무작위 링크 부여
- 언제부터인가 쌍들간 연결함으로써
여러 노드들간의 cluster 생성
- 링크를 따라가면 다른 노드들까지 도달
- 철저한 평등주의
- 네트워크가 커지면 링크를 무작위로 부여하더라도 거의 모든 노드들이 같은
수의 링크를 갖게 됨







- 가까운 노드 간에 주로 연결이 됨
- 특정한 노드만 장거리로 지름길을 가지고 있음
- So, 소수 또는 일정 수의 장거리 연결자로 인해 전체 집단이 긴밀한 관계를 유지하는 상황에 적합함

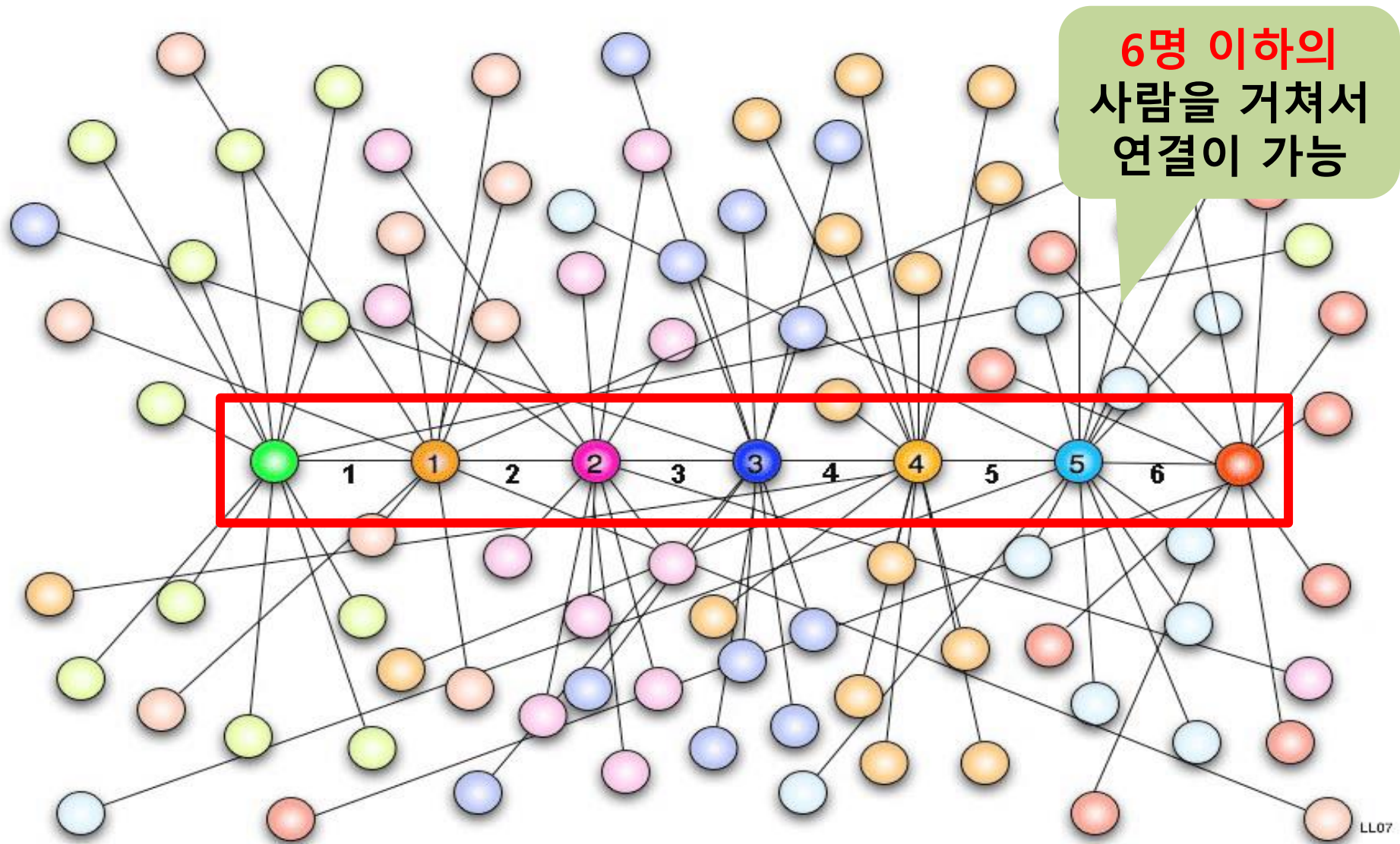


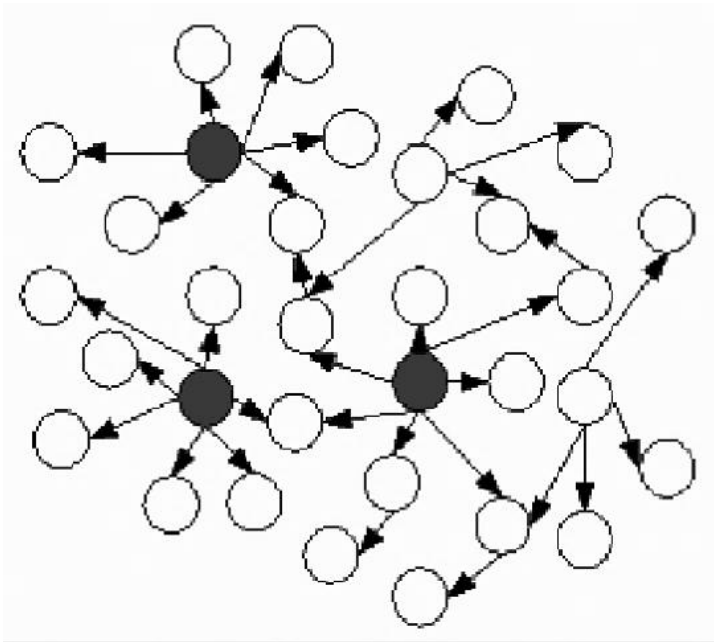
▶ 스탠리 밀그램 (1933~1984)

- 미국 출신
- 사회심리학자
- 예일대 재직 중 수행한
Milgram Experiment
- 하버드대 재직 중 수행한
Small-World Experiment
(6 degree of separation)

- ▶ 실험목표: 미국내의 임의의 두 사람 간의 거리(distance)파악하기
- ▶ 방법: Nebraska(네브레스카주)의 Omaha(오마하)에 사는 사람을 임의로 추출해서 160통의 편지를 띄움

- ▶ 실험목표: 미국내의 임의의 두 사람 간의 거리(distance)파악하기
 - ▶ **결과:** 편지는 Boston(보스턴)의 증권 브로커를 행해 매번 '아는 사람으로' 방식으로 전달됨.
160통의 편지 중에 최종적으로 브로커에게 전달되는데 성공한 편지는 **42통**이었고 놀랍게도 전달된 편지는 평균 **5.5명**의 사람을 거쳐서 도착함
-





- 무작위 생성 이면에는 실질적으로 통제 가능한 '허브'의 기능이 존재
- 링크로 연결된 허브는 무질서 상태로 이루어져 있으며, 자체의 무질서를 통해 네트워크를 질서화 함
- 어느 특정 노드가 모든 노드를 대표할 수 없음

