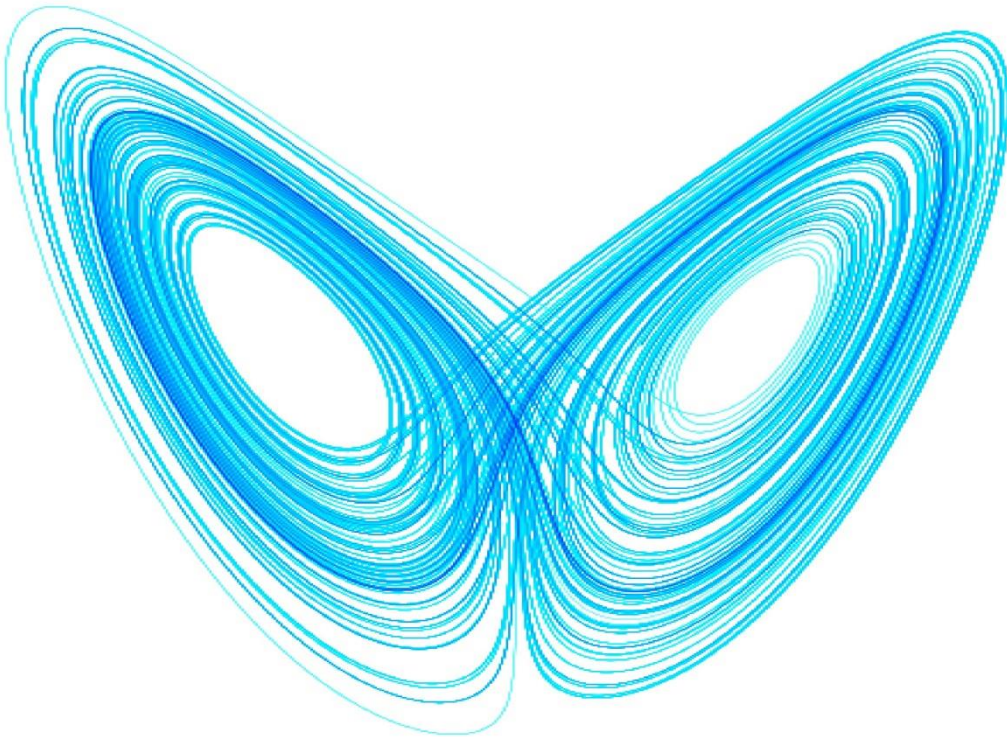


Chaos Theory

(혼돈이론)



김은주

3rd & 4st March 2015

Table of Contents

I . Review 1

1. Characteristics of complex system

II. Review 2

1. Background of Complex System

1.1 Redectionism (환원주의)

1.2 Holism (전체주의)

1.3 System theory (시스템적 패러다임)

1.4 4C Theory (4C 이론)

1.5 Complex system (복잡계)

III. Chaos theory

1. What is Chaos Theory?

2. E. N. Lorentz의 Chaos theory

3. Strange Attractor(기이한 끌개)

II . Background of Complex System

Reductionism(환원주의) 과학 방법론



Holism(전체주의) 과학 방법론

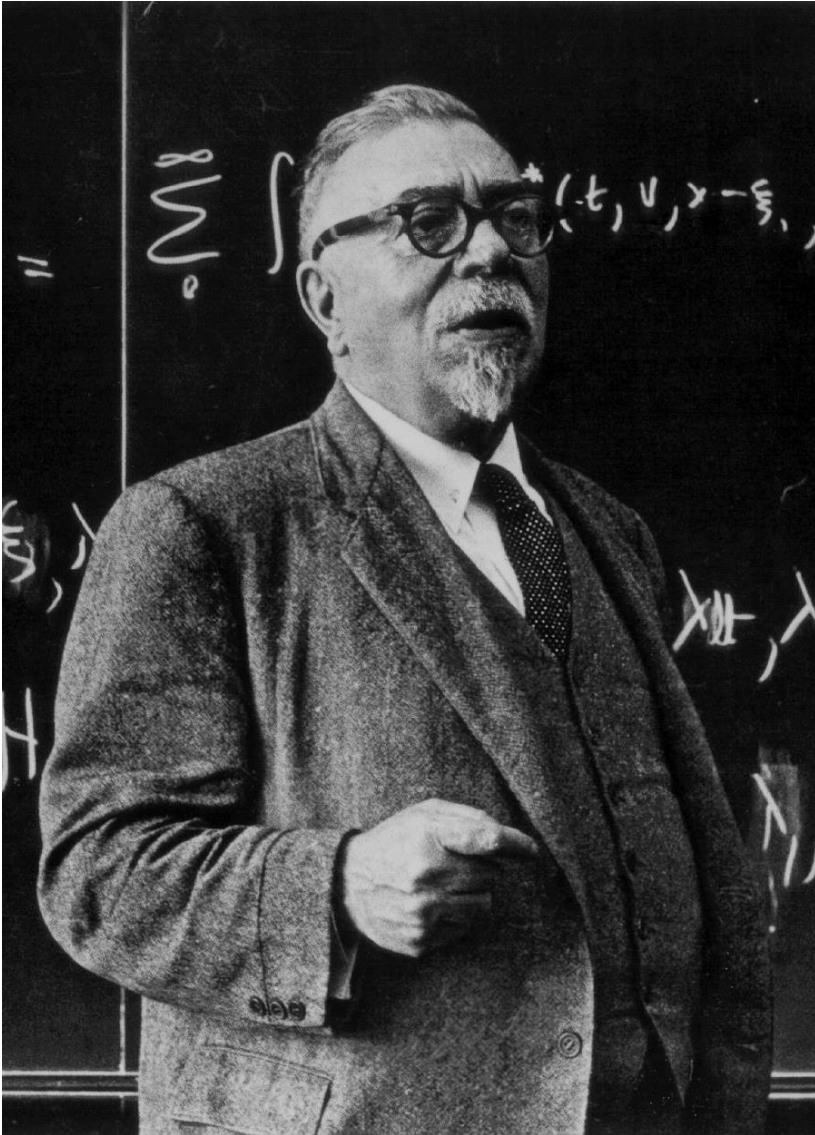


시스템적 패러다임(system Theory)

4C 이론 →



Complex system(복잡계)



- ▶ Norbert Wiener(노버트 위너)
- 1894~ 1964
- 미국의 수학자, 전기공학자
- 사이버네틱스의 창시자
- 14세 때, Tufts Uni 졸업(수학과)



▶ Rene Thom(르네 톰): 1923~2002

- 프랑스의 수학자
- 코보디즘 이론 (필즈상, 1958)
- "Structural Stability and Morphogenesis (구조안정과 형태형성)", 1972

▶ 파국이론이란?

- 에너지가 고여서 폭발하는 사건들이 일어날 징조나 그 과정이 어떠한가 연구하여 그것을 미리 알아내는 것
 - 수학적 모델에서 안정과 불안정 상태에서 급격한 변화
-



- ▶ Christopher Zeeman(지만) : 1925~
- 영국의 수학자
- 1972, Gartree Prison(가트리 수용소)의 실제로 일어났던 죄수 폭동을 A cusp catastrophe을 사용하여 분석함. 정말로 죄수 폭동이 일어날 것을 예지.

Table of Contents

I . Review 1

1. Characteristics of complex system

II. Review 2

1. Background of Complex System

1.1 Redectionism (환원주의)

1.2 Holism (전체주의)

1.3 System theory (시스템적 패러다임)

1.4 4C Theory (4C 이론)

1.5 Complex system (복잡계)

III. Chaos theory

1. What is Chaos Theory?

2. E. N. Lorentz의 Chaos theory

3. Strange Attractor(기이한 끌개)

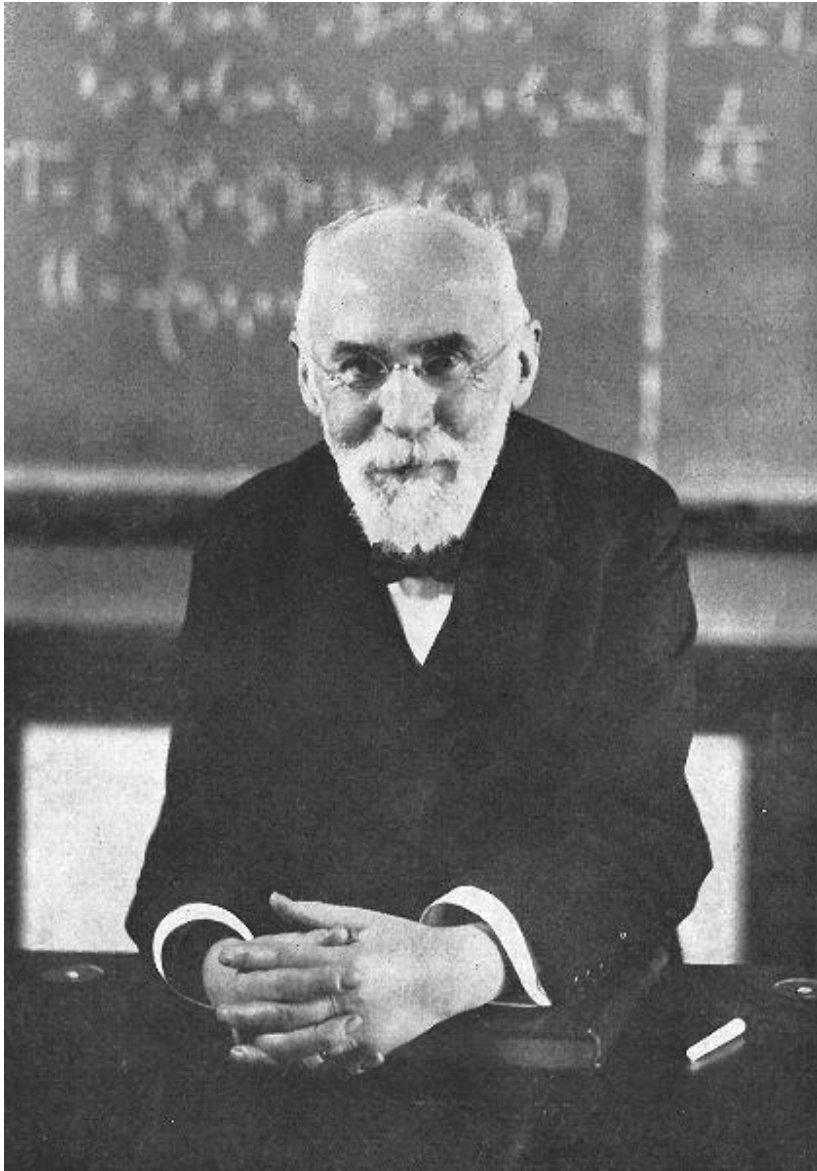
카오스 이론(chaos theory)이란?

- 겉으로 보기에는 불안정하고 불규칙적으로 보이면서도 나름대로 질서와 규칙성
 - 카오스는 그리스인의 우주 개벽설(kosmogonia)에서 만물발생 이전의 원초상태를 말하는데, 원 뜻은 '입을 벌리다(chainein)'로, 이것이 명사화하여 '캄캄한 텅 빈 공간'을 의미한다.
-



푸앵카레 (Jules-Henri Poincaré)

- 프랑스의 수학자, 물리학자, 천문학자
- 푸앵카레의 추측이란?
: 태양계는 역학적으로 안전한가?
- 세계 7대 수한 난제로 100년이 넘도록 풀리지 않음
- 2006년 러시아 수학자 '페렐만'이 문제를 풀었음

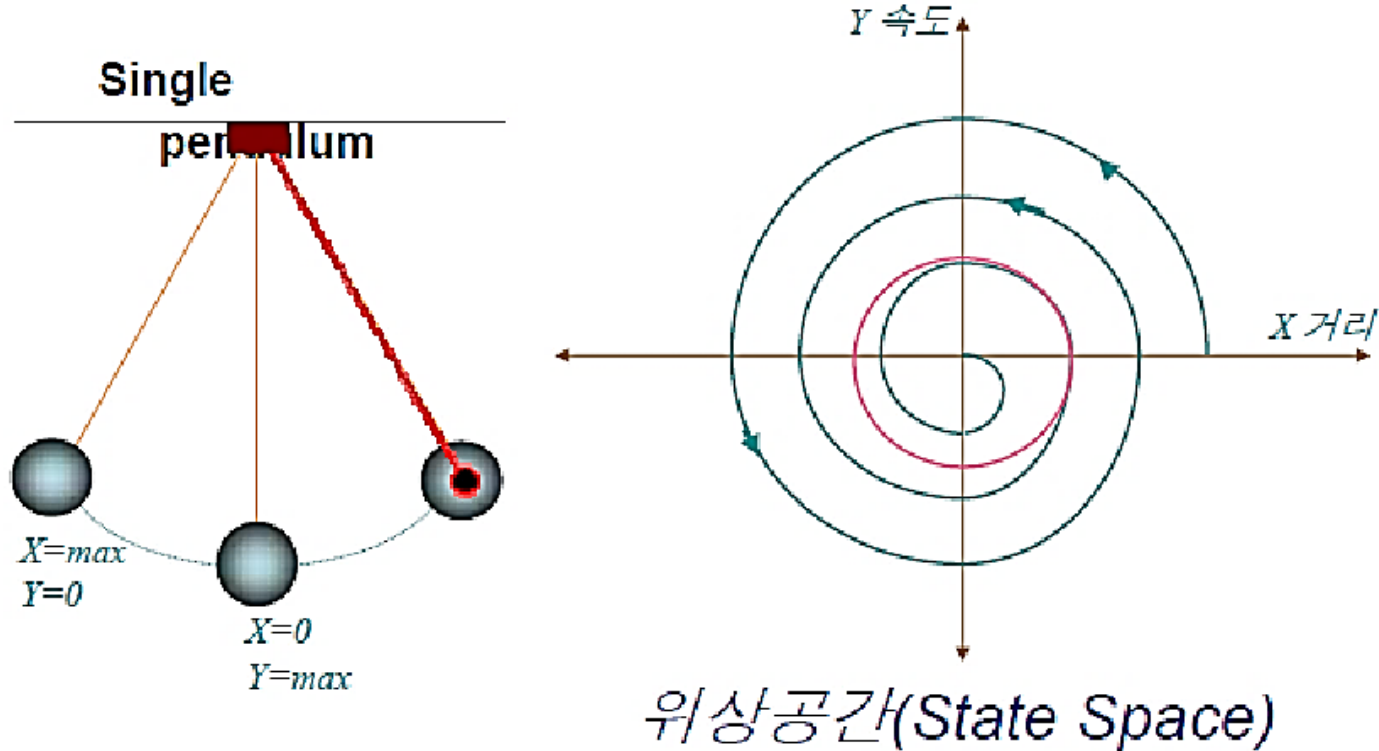


- 1942. US Army Air Corps Meteorologist (기상 관측사)
- 1987. MIT 기상학과 교수
- 1963. <대기과학 저널>에 <결정론적인 비주기적 유통 (Deterministic Nonperiodic Flow)>을 발표
- 불 위에 올려놓은 냄비 안의 물과 같은 간단한 대류 모델을 컴퓨터로 연구
- 수차의 운동도 카오스계로 해석

- 로열맥비 LPG-30이라고 컴퓨터를 가지고 기상현상을 시뮬레이션
 - 어느날 갑자기 정전이 되어 시뮬레이션을 다시 돌려야만 했는데 처음부터 다시 돌리자니 시간이 아까워서 이전의 계산 중간에 출력했던 변수의 값을 다시 초기조건으로 입력
 - 그런데 나중에 이 시뮬레이션의 결과를 확인해보지 이전의 결과와는 큰 차이가 존재
 - 로렌츠는 한참 이 원인을 조사한 끝에, 컴퓨터는 소수점 이하 5자리 숫자까지 계산하는데 반하여 출력된 결과는 3자리 숫자까지만 표시한다는 사실에 주목
-

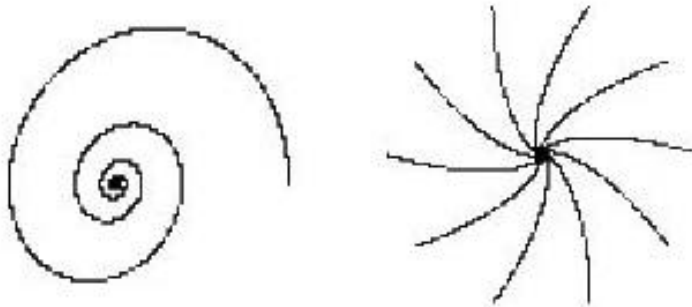
Attractor(끌개)란?

- 일정시점이 지난 후 방정식의 해가 거쳐가게 되는 위상 또는 상태 공간의 점들의 집합



- 이와 같이 주어진 조건 하에서 물체의 운동이 귀결되는 상태를 의미
- 보통의 공간 혹은 위상공간에서 궤적으로 나타냈을 때, 일정한 시간이 지난 뒤에 그 궤적이 끌려가는 점 또는 그러한 점들의 집합을 의미

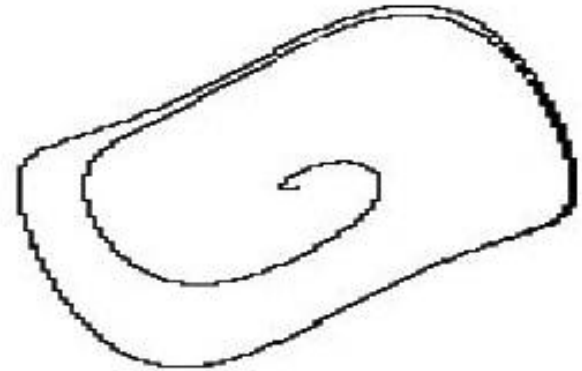
고정점 끌개



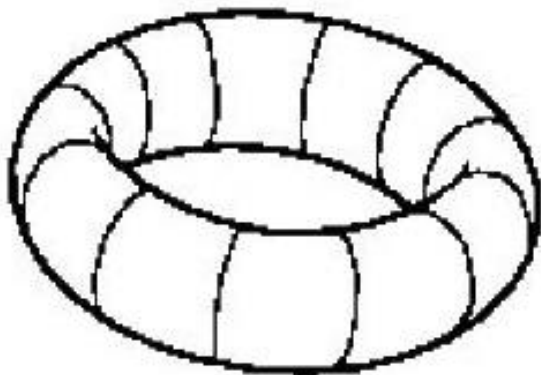
Focus

Node

한계순환 끌개

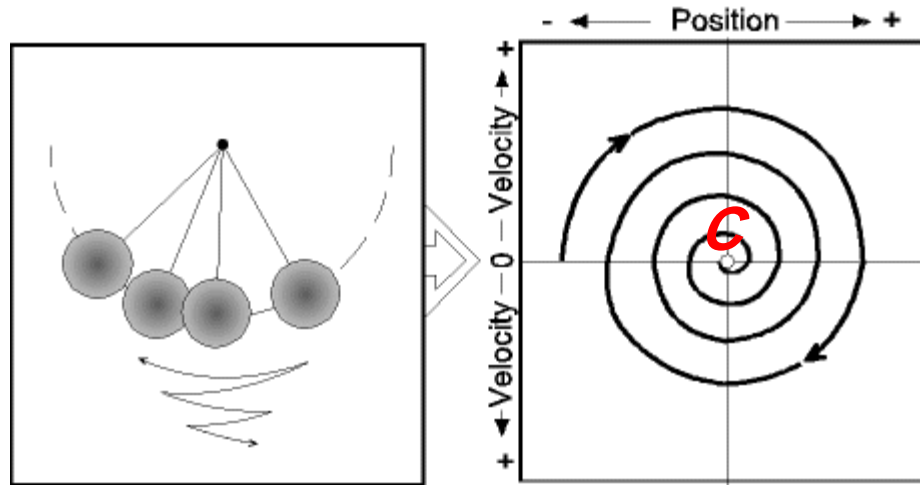


토러스 끌개



기이한 끌개

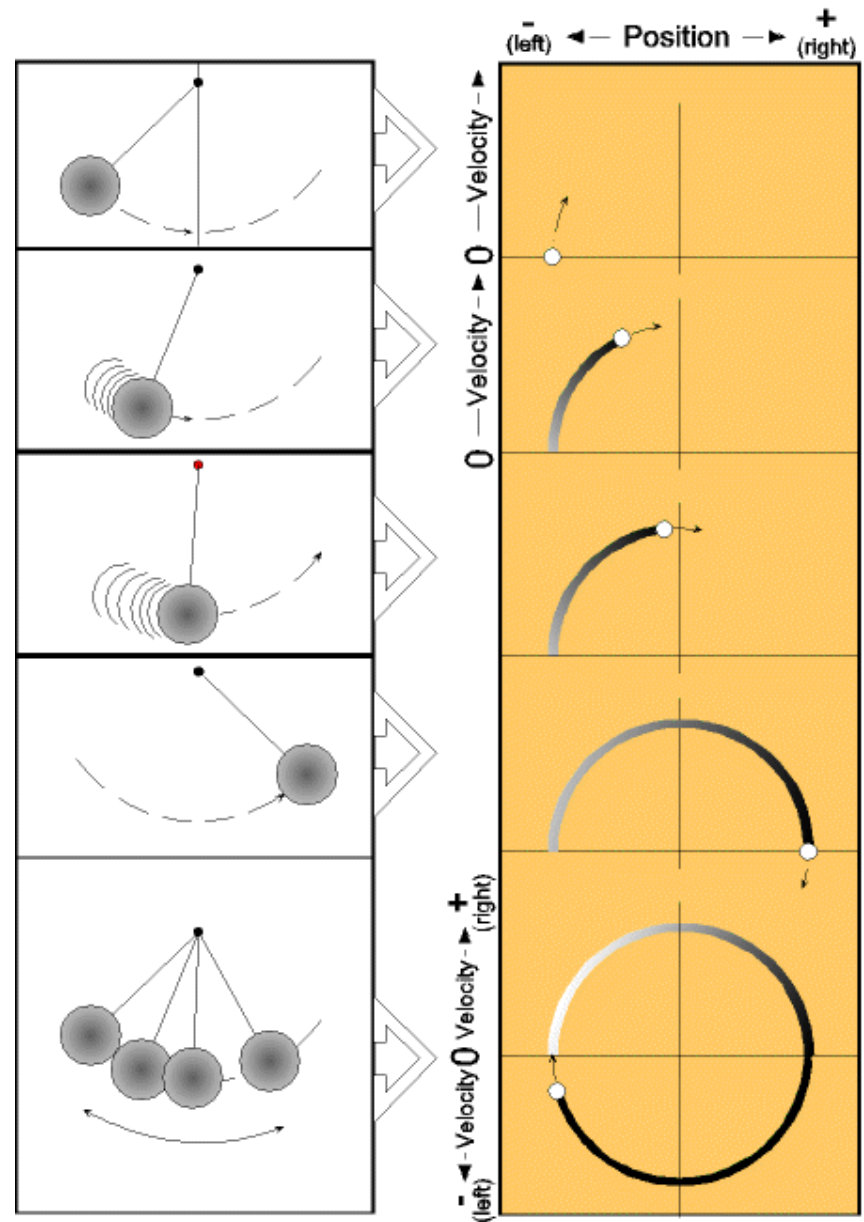
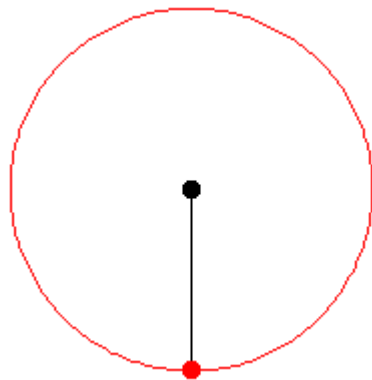


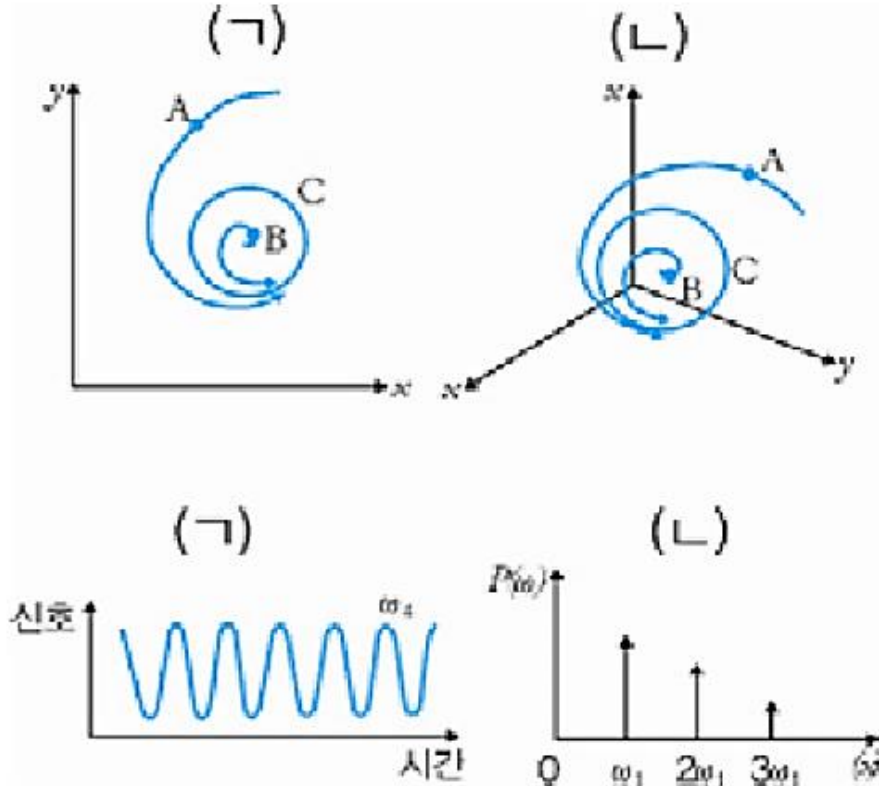


- ▶ 점 A를 통과하는 궤도는 나선운동을 하며 고정점 C에 접근
 - 고정점에 접근할수록 속도는 점점 줄어 듬
 - 점 C = "A를 지나는 궤도의 끌개"
- ▶ 고정점 끌개는 동역학적으로 정적평형상태(Static Equilibrium)

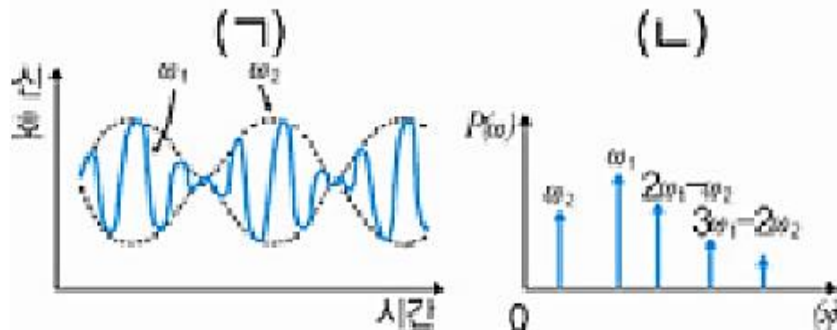
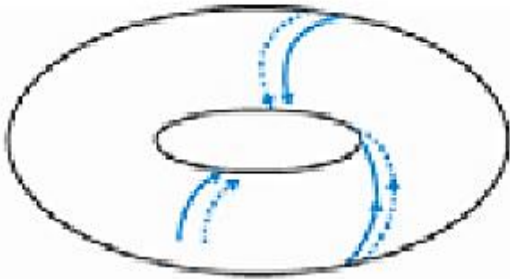
III. Chaos theory

(2) 한계순환 끌개(주기 운동)

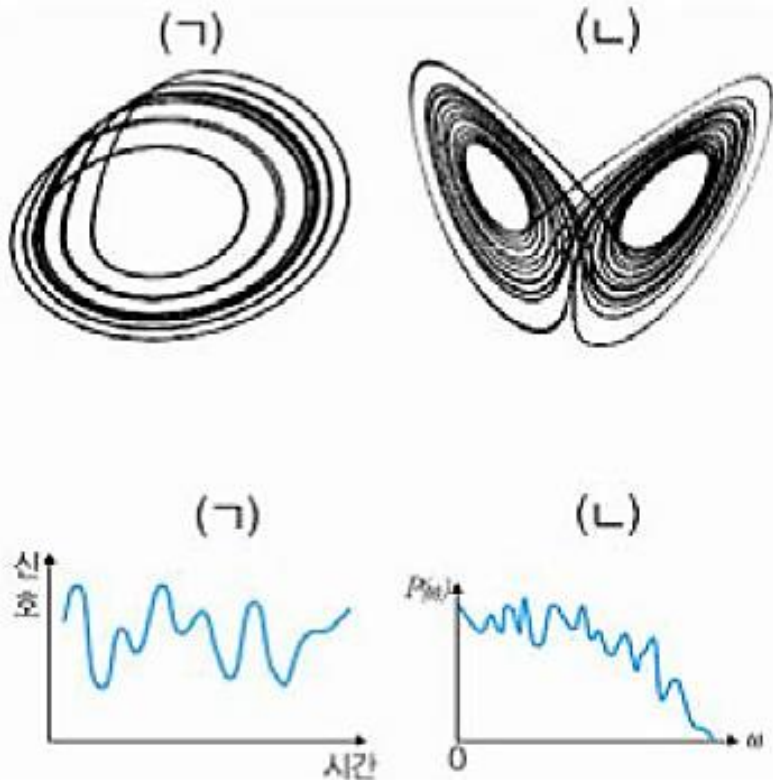




- ▶ 점 C = 점 A 와 B 를 지나가는 궤도의 끝개
- ▶ 한계순환 끝개
: C 와 같은 형태의 폐곡선의 끝개
- ▶ 한계순환 끝개는 동역학적으로 주기 운동(Periodic Motion) 상태에 해당



- ▶ 토러스 끌개
: 상태공간상에서 도넛 모양의 다양체
- ▶ 토러스 끌개는 동역학적으로 2개의 독립된 주파수를 갖는 준주기 운동 (Quasi-Periodic Motion) 상태에 해당



- ▶ 기이한 끌개들의 지형은 프랙탈(fractal)이라는 기하학적 구조를 가짐
- ▶ 기이한 끌개는 동역학적으로 혼돈 운동(Chaos)에 해당