

# Giới thiệu về Hệ phức hợp và Khoa học mạng lưới

*Nguyễn Quang*

*2020-04-10*



# Contents



# Chapter 1

## Giới thiệu

Stephen Hawking đã từng nói trong thế kỷ trước “I think the next [21st] century will be the century of complexity. We have already discovered the basic laws] that govern matter and understand all the normal situations. We don’t know how the laws fit together, and what happens under extreme conditions. But I expect we will find a complete unified theory sometime this century. There is no limit to the complexity that we can build using those basic laws.” nguồn Tạm dịch là:

Tôi cho rằng thế kỷ tới (21) sẽ là thế kỷ của hệ phức hợp. Chúng ta đã khám phá ra các định luật cơ bản chi phối vật chất và thông hiểu mọi hiện tượng thông thường, nhưng lại không hiểu các định luật đó tương thích với nhau như thế nào và điều gì sẽ xảy ra ở những thời điểm cực điểm? Tôi kỳ vọng là chúng ta sẽ tìm ra một lý thuyết thống nhất hoàn chỉnh trong thế kỷ tới. Với lý thuyết đó chúng ta có thể xây dựng những thứ có độ phức tạp vô hạn.

Hệ phức hợp được định nghĩa là một hệ thống gồm **rất nhiều** phần tử tương tác chặt chẽ với nhau, có tính chất tự tổ chức (self-organized) và khả năng biến đổi tiến hóa (adapt) trong môi trường.

Thông thường các phần tử của hệ phức hợp có tính chất đơn giản. Chính sự tương tác tạo ra tính “phức hợp” của nó. Do vậy, tính **rất nhiều** phần tử là một đặc điểm tiên quyết bởi vì tính chất của một tập hợp rất nhiều phần tử **không phải** bằng tổng tính chất của từng phần tử đơn lẻ.

Có thể lấy ví dụ về hệ phức hợp như hệ sinh thái, một nền kinh tế, mạng Internet, mạng xã hội, mạng truyền tải điện, mạng giao thông, hệ địa chất, hệ miễn dịch trong cơ thể, bộ não sinh học, một đàn kiến đông, virus lan truyền trong xã hội, hệ thời tiết, ...

### 1.1 Các tính chất của hệ phức hợp

Sự vận hành các hệ phức hợp có những tính chất đặc biệt như:

- **Tính tiến hóa:** các phần tử của hệ khi tương tác với các phần tử khác có thể thay đổi hành vi của mình và thích ứng với môi trường.
- **Tính đột phát** (emergence): hệ có thể xuất hiện những hình dạng/cấu trúc và hành vi mới mà không thể đoán được nếu chỉ dựa trên các định luật cơ bản của phần tử thành phần hoặc chính.
- **Tính tự tổ chức:** khi biến đổi thích ứng, các phần tử có thể tương tác và hệ tự diễn biến về một trạng thái dừng (mà không cần bộ phận điều khiển trung tâm).
- **Điểm hút:** là những trạng thái mà hệ có thể tiến hóa đến mặc dù điều kiện ban đầu của thời điểm tiến hóa khác nhau.

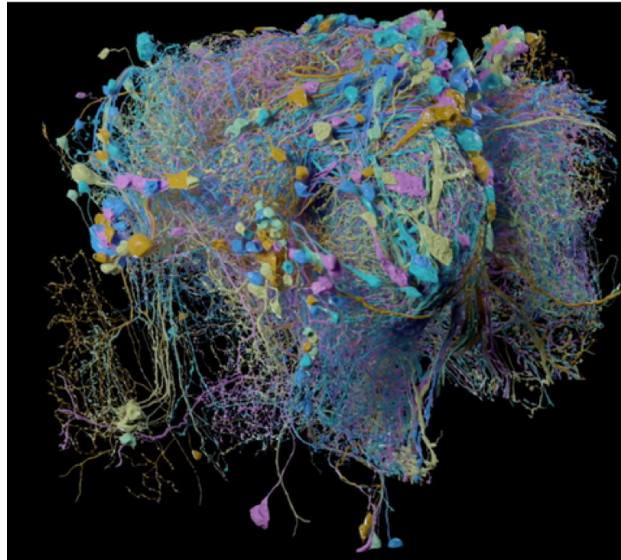


Figure 1.1: Bộ não con ruồi với 25,000 neuron và 25 triệu dây thần kinh là một hệ phức hợp - nguồn: Google

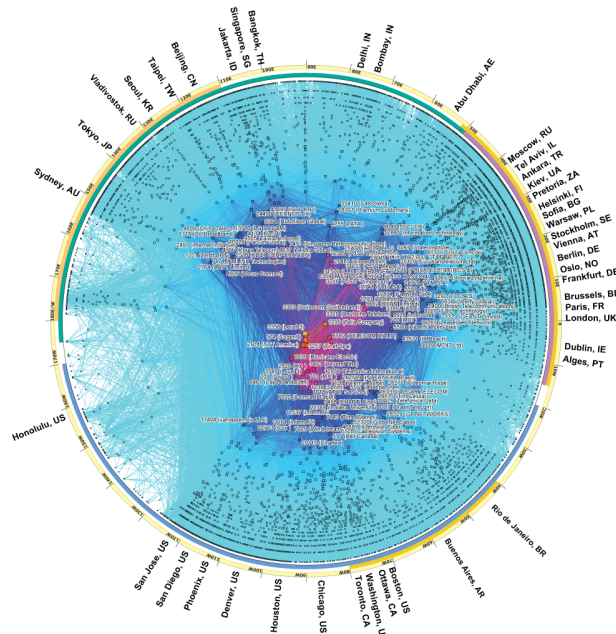


Figure 1.2: Mạng Internet IPv4 có 47,610 Autonomous Systems' (ASes) và 148,455 kết nối là một hệ phức hợp - nguồn: caida.org