

# Bài 10

## HÌNH ĐẶC

---

Trịnh Thành Trung  
[trungtt@soict.hust.edu.vn](mailto:trungtt@soict.hust.edu.vn)



# NỘI DUNG

1. Tính chất của hình đặc
  2. Mô hình hóa hình đặc
  3. Bán đại số nửa không gian r-set
  4. Phương pháp biểu diễn B-rep
  5. Hình học cấu trúc đặc
  6. Phương pháp liệt kê không gian
-



*1*

# TÍNH CHẤT CỦA HÌNH ĐẶC

---

# Các tính chất cơ bản của solid

- Rrigidity Tính cứng– tính chất dễ dàng có được nếu khoảng cách và góc giữa các điểm trong không gian Euclid là cố định. Các chuyển động cứng đảm bảo cho khoảng cách và các góc này không đổi. Như vậy các trường hợp khi cho chuyển động cứng, không gian tạo thành có thể được dùng để mô hình hoá các đối tượng.
- Finiteness Tính hữu hạn– đối tượng vật lý phải là hữu hạn. Để đảm bảo tính hữu hạn đó cần có đường biên cho không gian.
- Tính đặc - Solidity – mô hình hình đặc phải là đồng nhất, không có các mặt hay các cạnh rời. Chúng ta coi đây là một trong những tính hợp lệ của không gian 3D

# Các tính chất cơ bản của solid

- Hoạt động với phép toán Boolean - Closure under Boolean operations
  - Phép toán Boolean áp dụng lên hình được phải tạo ra hình đặc.
  - Các ưu điểm của phép toán Boolean
  - Kết quả của phép toán Boolean có thể được dùng làm đầu vào cho phép toán Boolean khác. Như vậy hình đặc có thể dần dần được xây dựng trên cơ sở các phép toán Bool.
  - Mô hình trong tiến trình sản xuất sử dụng

# Các tính chất cơ bản của solid

- Mô tả hữu hạn Finite describability – Tập các điểm được sử dụng mô hình hoá hình đặc phải mô tả được bởi dữ liệu hữu hạn để đảm bảo chúng có thể biểu diễn bản máy tính với bộ nhớ hữu hạn.
- Khối đa diện có thể được mô tả bằng tọa độ đỉnh và thông tin kết nối nhằm xác định cạnh và các mặt. Tuy nhiên mô hình đa diện chỉ là trường hợp nhỏ. Vì vậy chúng ta cần 1 mô hình tương tự với các bề mặt cong.
- Biên xác định - Boundary determinism – Hình đặc phải được mô hình hoá trên tập rõ ràng xác định bởi các biên. Phương pháp biểu diễn Brels dựa trên các mặt biên là một trong những phương pháp phổ biến biểu diễn hình đặc.



2

# MÔ HÌNH HÓA HÌNH ĐẶC

---

# Mô hình hóa hình đặc

- Mô hình hoá hình đặc (mô hình hoá 3D) các thực thể vật lý là phương pháp biểu diễn dựa trên mô tả các thực thể dưới dạng các mô hình toán học, các ký hiệu, sơ đồ.
- Có 2 phương pháp nền tảng cho việc phân loại các cách biểu diễn:
  - Phương pháp mô tả biên-Boundary Representations (B-reps) mô tả các đối tượng như là tập các bề mặt phân cách hình đặc với môi trường của chúng
  - Phương pháp liệt kê không gian - Space Partitioning representations mô tả các đối tượng dưới dạng tập các khối nhỏ đơn vị liên tiếp không chồng nhau tạo nên
- Ví dụ
  - Biểu diễn đa giác - Polygonal Representations
  - Hình học cấu trúc khối rắn - Constructive Solid Geometry

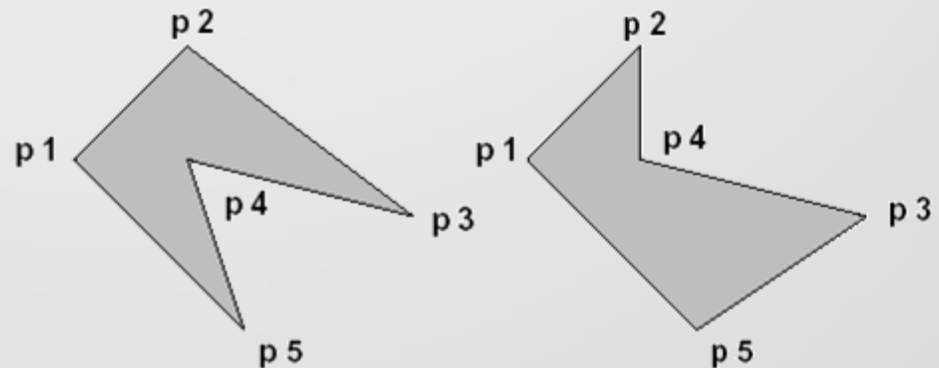


# Sơ đồ biểu diễn

- Sơ đồ biểu diễn - Representation Schemes là cách thức biểu diễn phương pháp mô hình hoá các đối tượng thông qua các thành phần của chúng nhằm đảm bảo độ chính xác rõ ràng cho các mô tả. Đồng thời đảm bảo tính duy nhất của kết quả
- Ví dụ: sơ đồ biểu diễn cho hình vẽ trên
  1. Mỗi đa giác cấu tạo bởi tập các đỉnh theo thứ tự tùy ý.
  2. Mỗi 1 đỉnh được biểu diễn với cặp 2 số thực mô tả tọa độ của đỉnh đó trong 1 bản vẽ nào đó
  3. Danh sách (chuỗi các phần tử) chứa tất cả các cặp số thực .

Như vậy sơ đồ biểu diễn đa giác là cấu trúc các ký tự danh sách các cặp số thực sau:

$x_1, y_1 ( ); x_2, y_2 ( ) x_n, y_n ( )$



# Các thuộc tính của sơ đồ biểu diễn

- Miền-Domain – là mức độ phủ hình học của sơ đồ biểu diễn. Nó chỉ ra loại đối tượng có thể được biểu diễn bằng sơ đồ.
- Tính hợp lệ Validity – chỉ ra các biểu diễn có tương ứng với các đối tượng trong miền-domain không? các dữ liệu sai có là nguyên nhân dẫn đến các treo hệ thống khi biểu diễn đối tượng.
- Tính trong sáng -Non-ambiguity
  - Đầy đủ - completeness mỗi biểu diễn phải phải tạo ra đối tượng hoàn chỉnh đầy đủ dữ liệu và thực hiện mọi phép toán. Nó là cơ sở cho việc biểu diễn và tính toán các thuộc tính cho đối tượng 1 cách tự động
  - Duy nhất –Uniqueness biểu diễn hợp lệ tương ứng với 1 đối tượng duy nhất trong miền

# Thuộc tính bổ sung của sơ đồ biểu diễn

- **Xúc tích - Conciseness**
- **Dễ xây dựng - Ease of construction.**
- **Khả hợp với các ứng dụng - Suitability for applications**



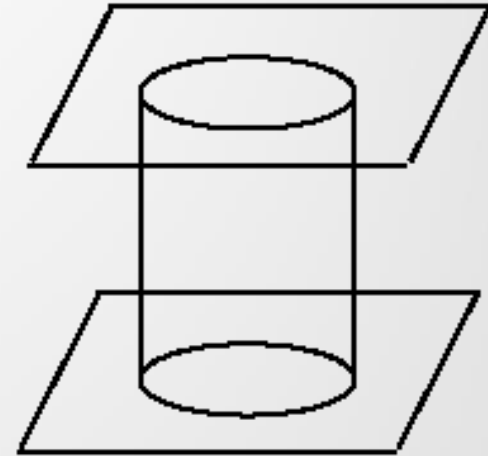
3

**BÁN ĐẠI SỐ NỬA KHÔNG GIAN**

---

# Bán đại số nửa không gian r-set

- Nửa không gian - Half Space là phần không gian vô hạn được giới hạn bởi 1 bề mặt
- $\{p : f(p) \leq 0\}$
- $ax + by + cz + d \leq 0$
- Tập bán đại số - semi-algebraic set là kết quả thu được của các phép toán tập hợp trên các nửa không gian half spaces.
- r-sets là các tập bán đại số chính quy, bao đóng
- Chúng phải đảm bảo có các tính chất :cứng- rigid, hữu hạn-finite, đặc-solid, và thoả mãn các phép toán Boolean. Là độc nhất dưới đường bao.
- phương pháp mô hình hóa các đối tượng cứng đồng nhất.





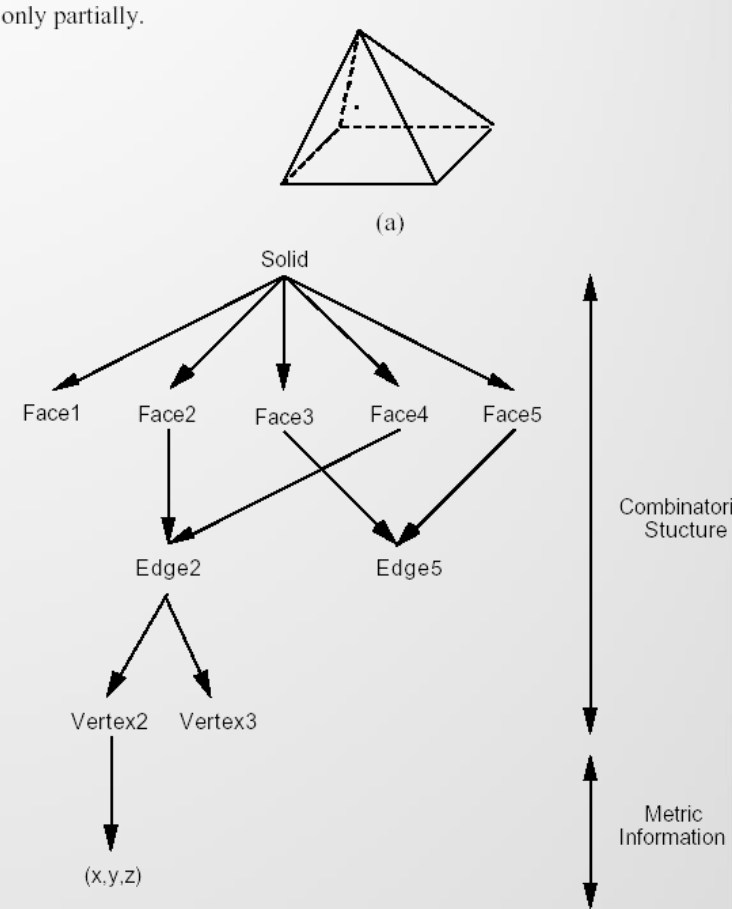
# 4

## BIỂU DIỄN BIÊN B-REP

---

# Phương pháp biểu diễn biên

- B-REP biểu diễn các đối tượng vật lý thông qua không gian được bao bởi các mặt kín có hướng.
- Mô hình hoá được biểu diễn bằng đồ thị mô tả cấu trúc liên kết gồm các nút là các mặt, cạnh và đỉnh của hình solid được áp dụng rộng rãi trong thực tế.
- Mũi tên giữa các nút là thông tin mô tả kết nối.
- Tọa độ các đỉnh là thông tin dữ liệu đo-metric information
- Thuật ngữ mô tả thông tin về cấu trúc kết nối là topology
- Thông tin đo được gọi là thông tin hình học geometry.



# Các thành phần của b-rep

- **MẶT**

- Mỗi mặt - Face là Tập con của các biên tôpô hình đặc.
- Tập kết hợp tất cả các mặt tạo thành biên cho hình đặc.
- Mỗi mặt chỉ là tập con duy nhất của 1 cá thể bề mặt.
- Mỗi mặt phải có tính đồng nhất 2D, không có các cạnh hay đỉnh rời.
- Các mặt phải được kết nối
- Các mặt chỉ bị tách ra tại các cạnh hay đỉnh nút
  
- Nếu các tính chất trên được thoả mãn thì mặt đó là biên của hình đặc



# Các thành phần của b-rep

- **CẠNH**

1. Cạnh là tập con biên của mặt.
2. Tập tất cả các cạnh có liên quan đến mặt tạo thành biên của mặt.
3. Mỗi cạnh là một phần của phần giao giữa hai mặt cong
4. Mỗi cạnh là một 1-manifold (đa tạp) kết nối
5. Các cạnh được coi là rời nhau, chỉ tiếp xúc tại các đỉnh
6. Một cạnh là tập lớn nhất của đường biên các mặt thỏa mãn đầy đủ các điều kiện nêu ra ở trên

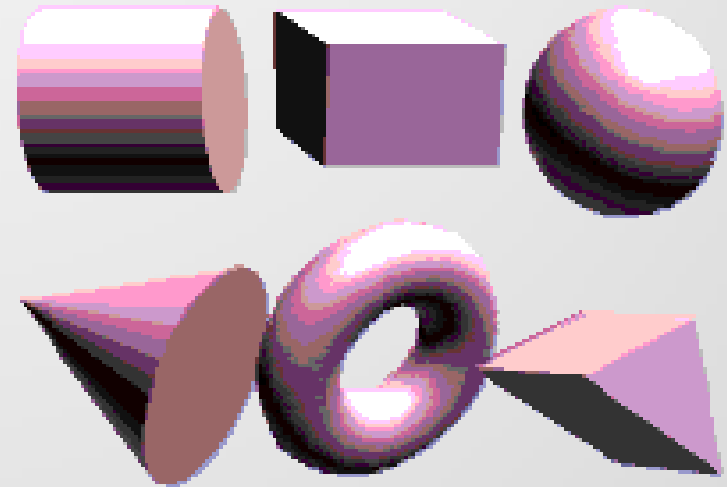
# 5

## HÌNH HỌC CẤU TRÚC ĐẶC

---

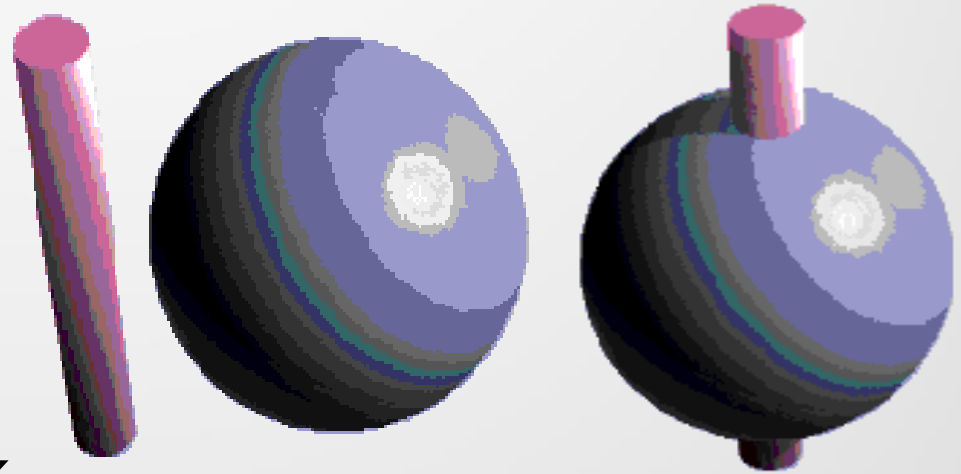
# Hình học cấu trúc đặc

- Được xây dựng trên tập nhỏ các tham biến do người dùng định nghĩa để xác định mô hình hình học, vị trí và hướng tạo nên các đối tượng cơ sở.
- Tập các thực thể cơ sở bao gồm:
  - hình hộp - block,
  - hình cầu - sphere,
  - hình trụ - cylinder,
  - hình nón - cone,
  - hình nhẫn torus,
  - hình nêm wedge



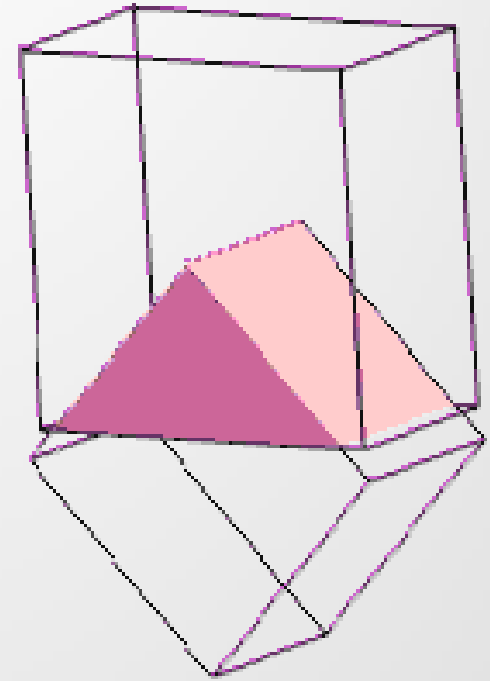
# Các phép toán CSG

- 3 phép toán cơ bản
- Union (Phép hợp)
- Phép hợp - Union của đối tượng A và đối tượng B If đối tượng được hình thành bởi phần không gian hợp thành từ 2 đối tượng đó.
- $X = A + B$
- Tính chất :  $A + B = B + A$



# Phép giao

- Giao - *intersection* của đối tượng A và đối tượng B là phần không gian được hình thành từ phép toán AND giữa 2 đối tượng.
- $X = A \mid B$
- Tính chất:
- $A \mid B = B \mid A$



# Phép trừ

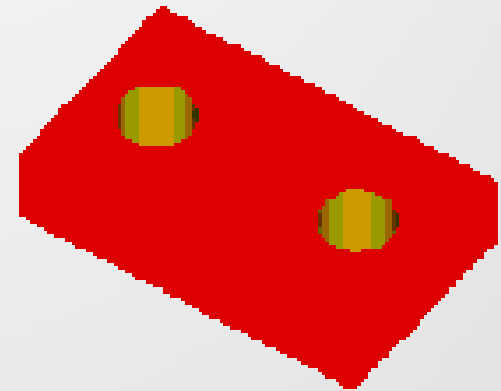
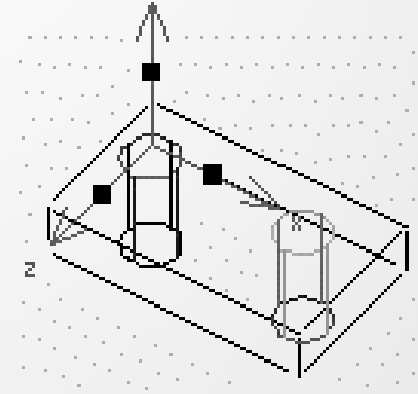
- Đối tượng X là phần trừ của giữa A và B nếu mọi điểm của X chứa trong A mà không chứa trong B

$$X = A - B$$

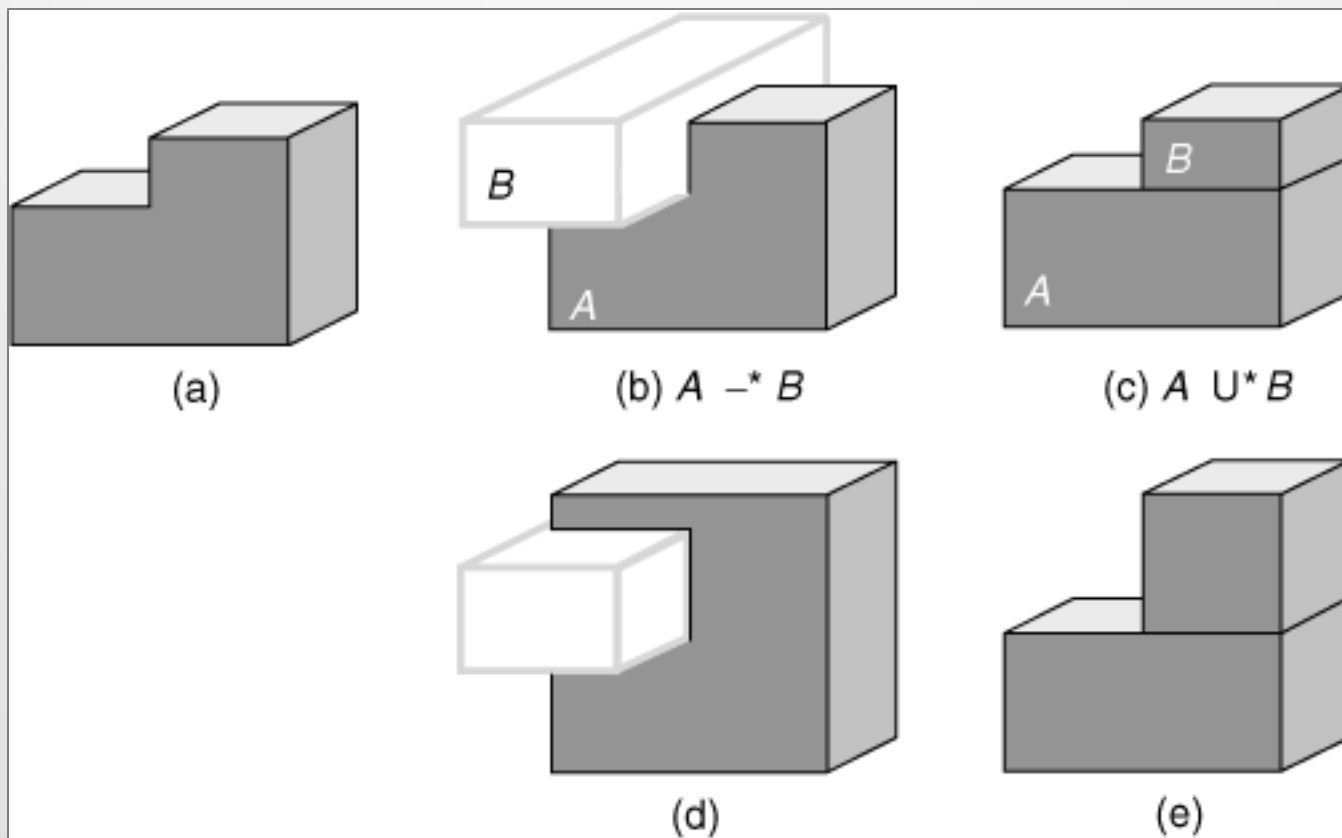
- Tính chất:

$$A - B \leftrightarrow B - A$$

- Phép trừ không giao hoán



# Ví dụ

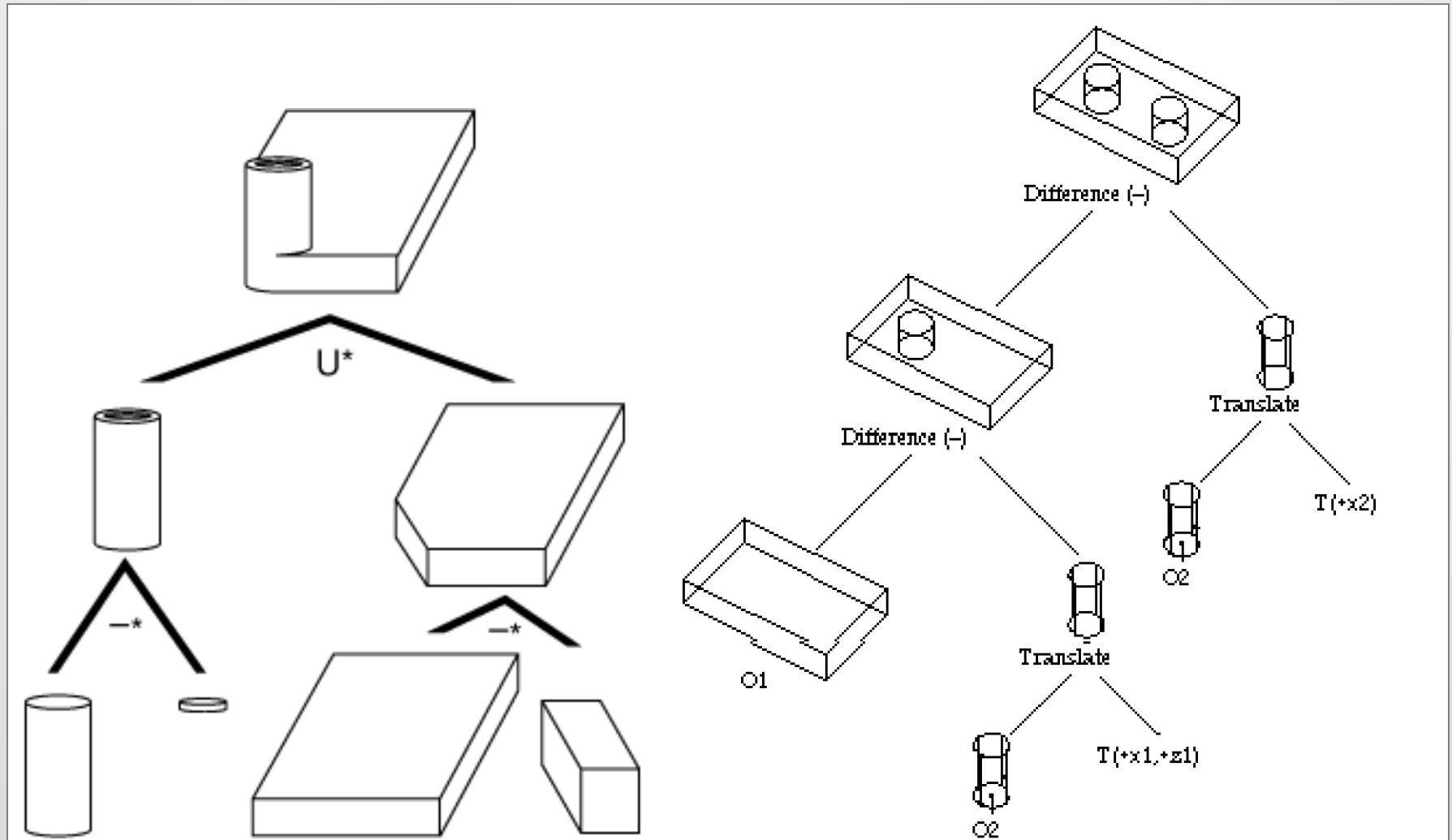


# Cây cấu trúc trong CSG

- Phép toán Bool trên các đối tượng hình học nhằm tạo ra các đối tượng mới
- Cấu trúc cây nhị phân có thể được sử dụng như ngôn ngữ để biểu diễn hình học cấu trúc đặc.
- Mỗi cây con tại các nút biểu diễn hình đặc là kết quả từ các phép toán Boolean và các phép biến đổi hình học lớp dưới

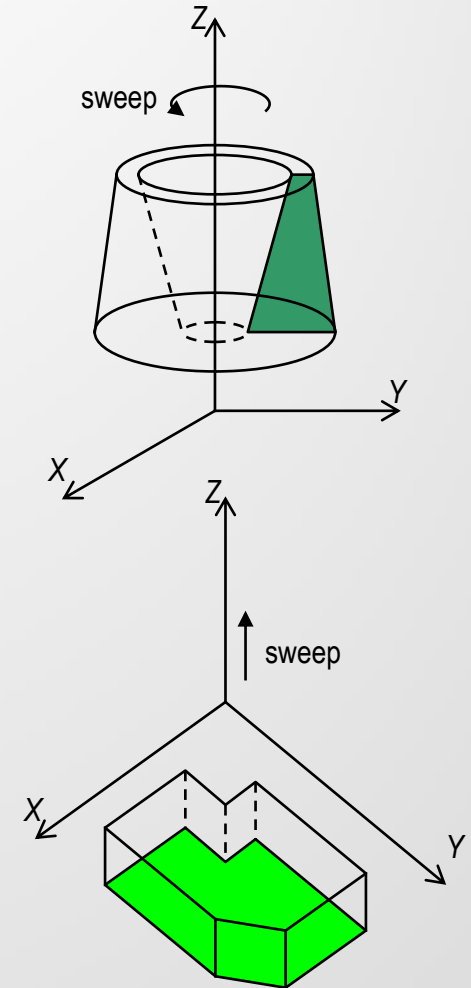


# Cây cấu trúc trong CSG



# Mở rộng của CSG

- Hai kỹ thuật ứng dụng cho việc tạo ra các thực thể thể hình học rắn cơ sở làm dữ liệu đầu vào cho cây CSG là phép quay và phép tịnh tiến lathing - extrusion.





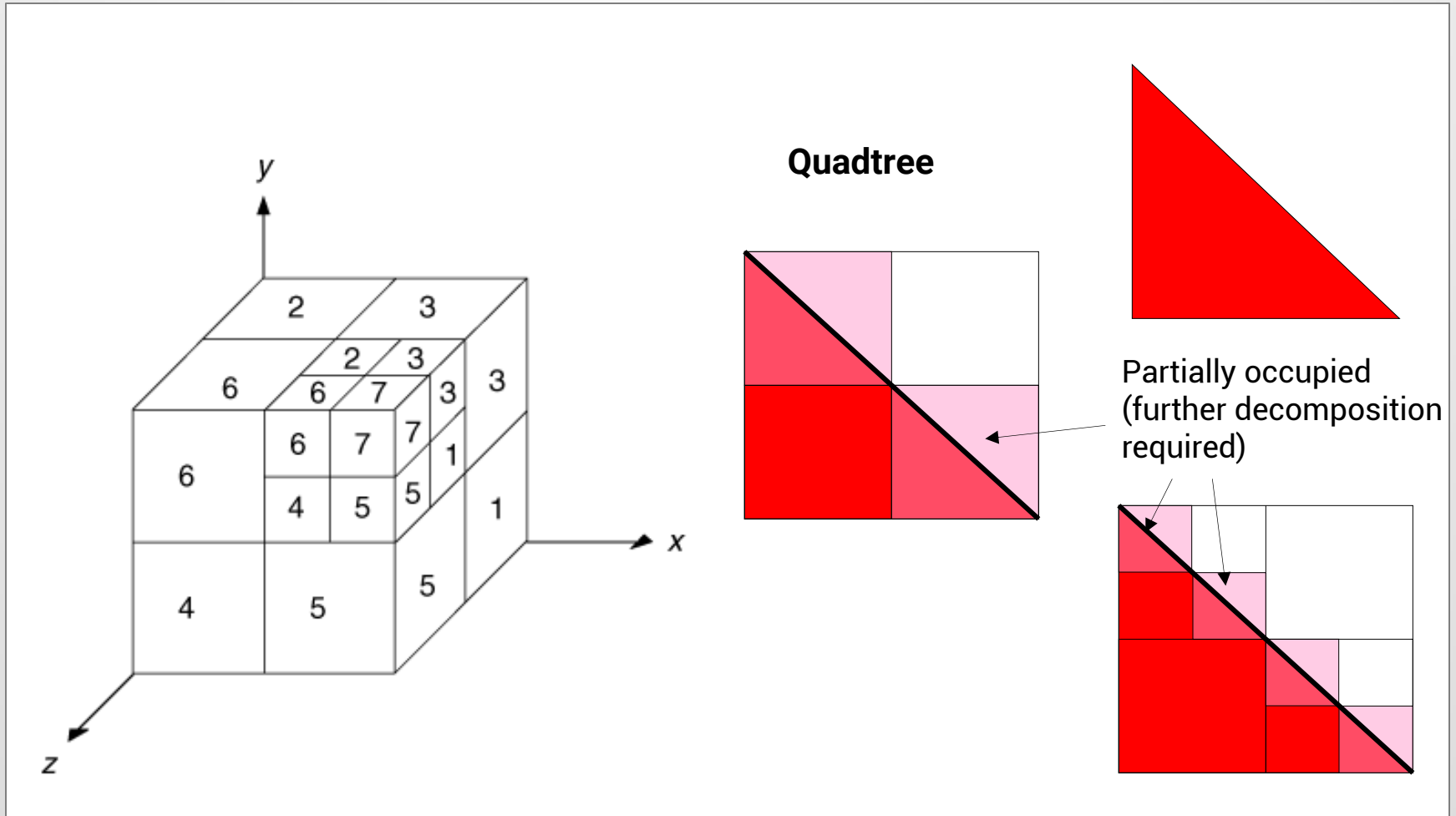
# 6

## PHƯƠNG PHÁP LIỆT KÊ KHÔNG GIAN

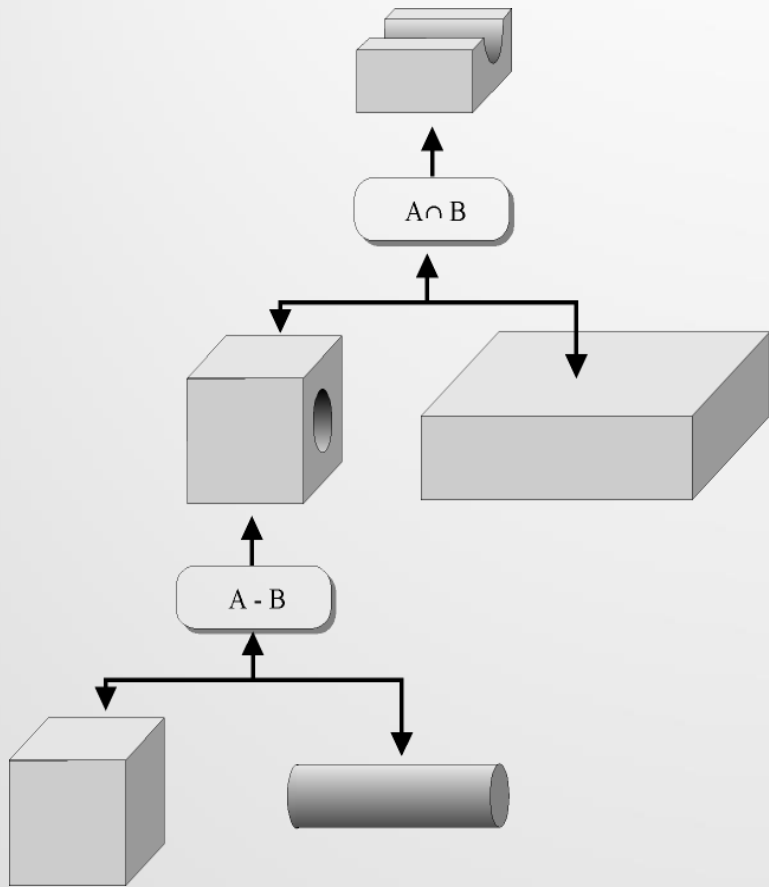
---

KHÔNG GIAN

# Voxel

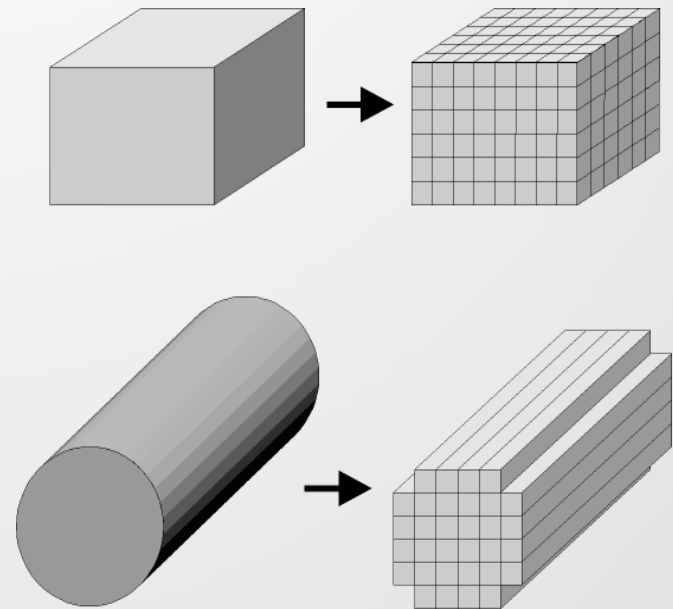


# So sánh CSG và Voxel



**CSG** - constructive solid geometry

3D Objects defined as *boolean operations* on solid primitives.



Volumetric model.

3D Object is a collection of volume elements or *voxels* which flag spatial occupancy in a discrete region.