# Binary erosion

Binary erosion là một phép toán hình thái học được áp dụng trên ảnh nhị phân (chỉ có hai giá trị pixel: 0 và 1, thường tương ứng với đen và trắng). Nó hoạt động bằng cách "ăn mòn" các vùng "foreground" (tiền cảnh, thường là các pixel có giá trị 1), làm cho chúng nhỏ lại.

1. Nguyên lý hoạt động:

Tương tự như erosion nói chung, binary erosion sử dụng một "cấu trúc" (structuring element) để quét qua ảnh. Cấu trúc này cũng là một ảnh nhị phân, thường có kích thước nhỏ hơn ảnh gốc.

* Quét và so sánh: Cấu trúc được trượt qua toàn bộ ảnh. Tại mỗi vị trí, cấu trúc được so sánh với các pixel tương ứng trong ảnh.
* Quy tắc:
  + Nếu tất cả các pixel "foreground" (giá trị 1) trong cấu trúc trùng khớp với các pixel "foreground" trong ảnh, thì pixel trung tâm của cấu trúc trong ảnh kết quả sẽ được giữ nguyên là "foreground" (1).
  + Ngược lại, nếu có ít nhất một pixel "foreground" trong cấu trúc không trùng khớp (trùng với pixel "background" - giá trị 0 trong ảnh), thì pixel trung tâm của cấu trúc trong ảnh kết quả sẽ bị chuyển thành "background" (0).

2. Ảnh hưởng của cấu trúc:

* Hình dạng: Hình dạng của cấu trúc ảnh hưởng đến hình dạng của các đối tượng sau khi xói mòn. Ví dụ:
  + Cấu trúc hình vuông có xu hướng tạo ra các góc vuông.
  + Cấu trúc hình tròn tạo ra các góc bo tròn hơn.
  + Cấu trúc hình chữ nhật ngang sẽ làm xói mòn mạnh hơn theo chiều ngang.
* Kích thước: Kích thước của cấu trúc ảnh hưởng đến mức độ xói mòn.
  + Cấu trúc càng lớn, càng nhiều chi tiết bị loại bỏ và đối tượng càng bị xói mòn mạnh.

3. Ứng dụng của Binary Erosion:

* Loại bỏ nhiễu: Loại bỏ các chi tiết nhiễu nhỏ, cô lập, thường xuất hiện dưới dạng các điểm trắng đơn lẻ trên nền đen.
* Phân tách đối tượng: Erosion có thể được sử dụng để tách các đối tượng gần nhau hoặc chồng lên nhau bằng cách làm xói mòn chúng cho đến khi chúng tách rời.
* Làm mỏng đối tượng: Erosion có thể làm mỏng các đối tượng, giúp trích xuất "xương sống" (skeleton) của đối tượng, hữu ích trong phân tích hình dạng.
* Phát hiện biên: Kết hợp erosion với các phép toán khác (ví dụ: dilation) có thể giúp phát hiện biên của đối tượng.