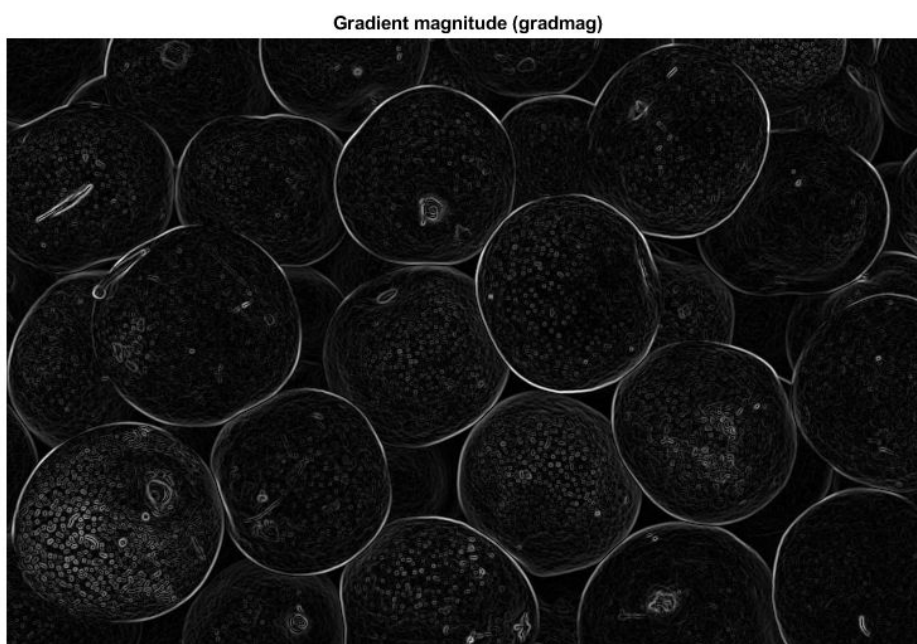


Quy trình:

- Chuyển ảnh về grayscale

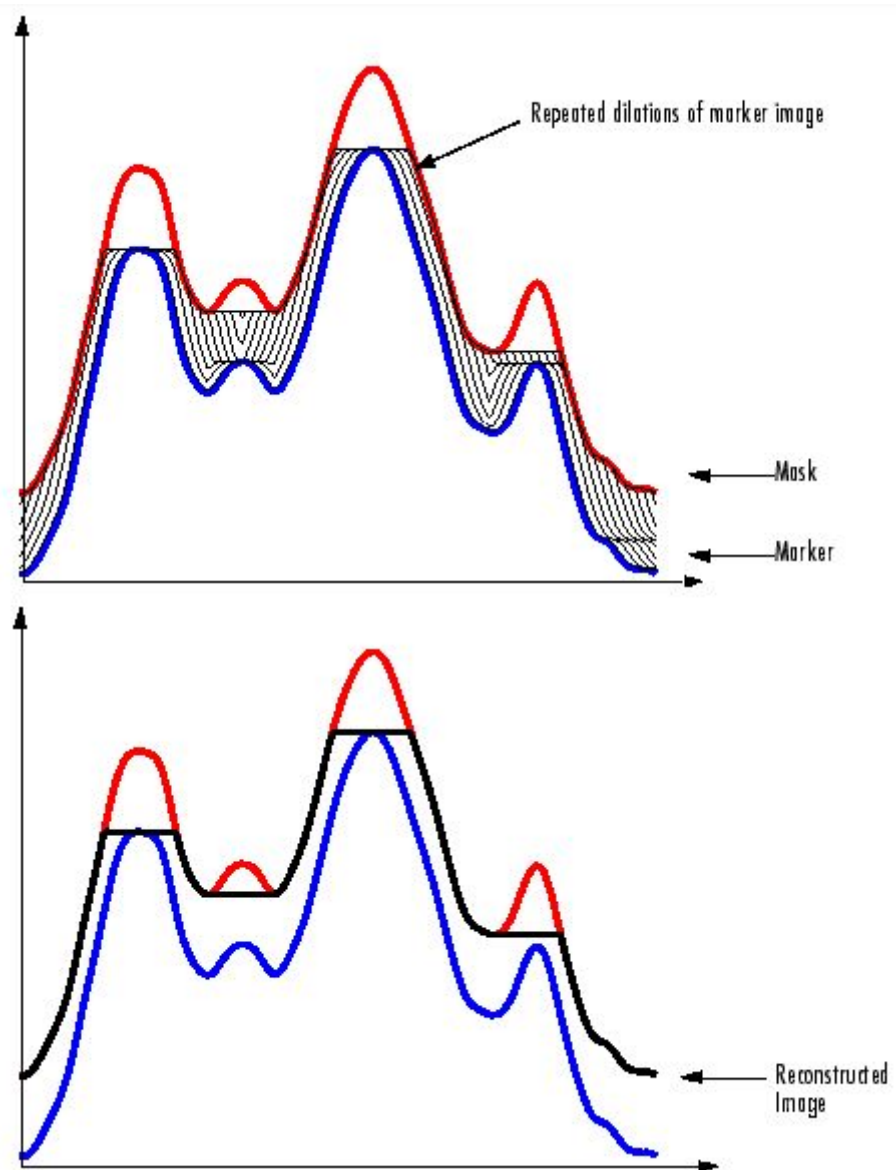


- Sử dụng Gradient Magnitude làm hàm segmentation:
 - Lọc Sobel rồi tính gradient magnitude:



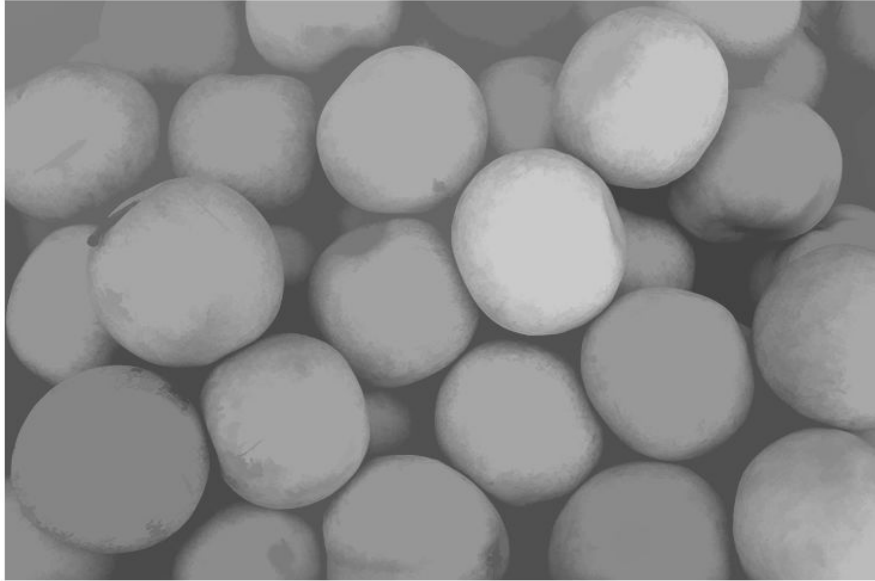
- Tìm foreground markers:
 - Mục tiêu: đánh dấu các vật ở phía trước
 - Cách thức: sử dụng opening/closing-by-reconstruction để tạo một vùng cực đại cục bộ trong vật thể, sau đó xác định vùng này.
 - Biến đổi hình thái:
 - opening = erosion + dilation
 - opening-by-reconstruction = erosion + morphological reconstruction

- Morphological reconstruction có thể coi là quá trình dilation liên tục một ảnh (marker), cho đến khi hàm cường độ của nó chạm đến ảnh khác (mask).



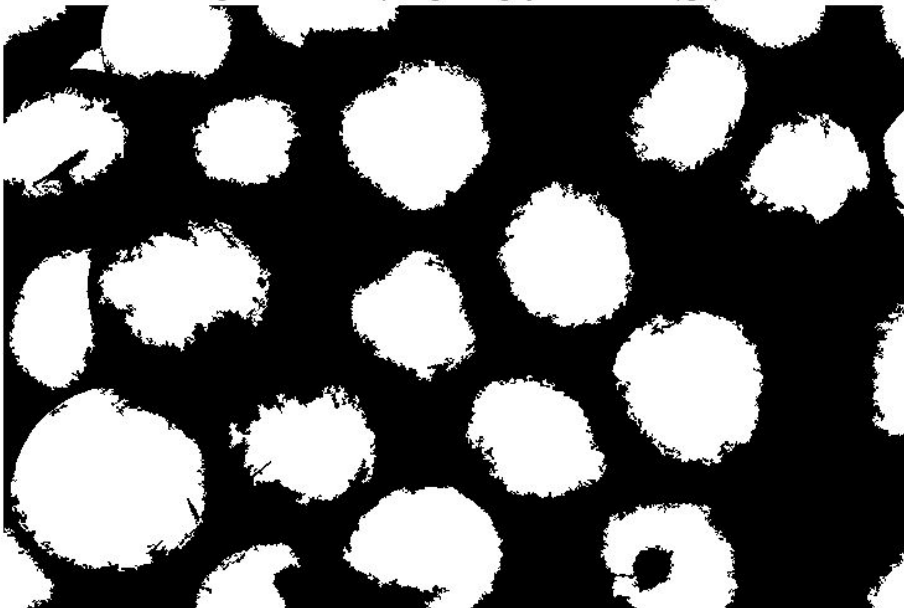
- Quá trình dilation kết thúc khi ảnh không thay đổi.
- Liên kết pixel: 4-connected, 8-connected
- opening + closing-by-reconstruction loại bỏ các đốm và vết nhám mà không làm ảnh hưởng đến hình dạng chung của vật thể.

Opening-closing by reconstruction (lobrcbr)

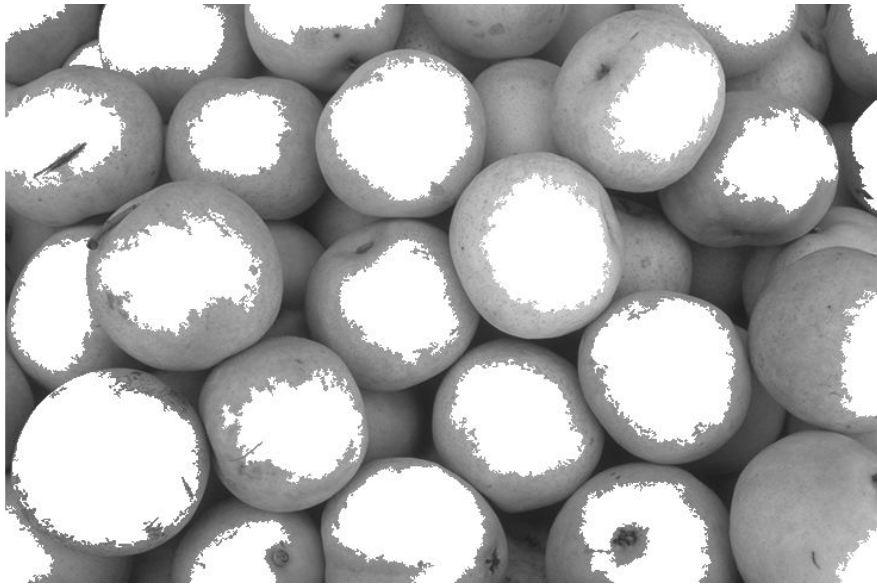


- Xác định cực đại theo vùng bằng cách gán 1 ở các vị trí có giá trị lớn nhất trong cửa sổ xác định, còn lại là 0, ta được foreground marker.

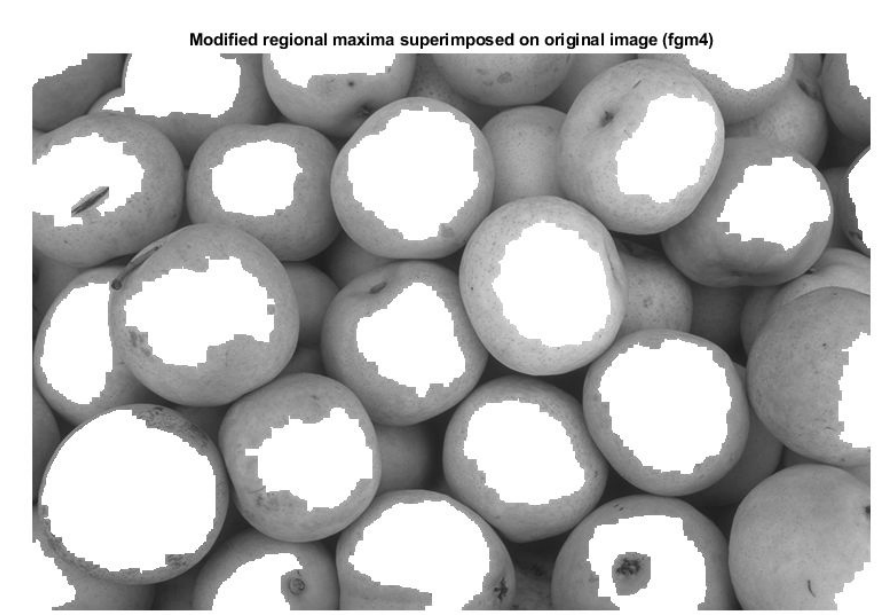
Regional maxima of opening-closing by reconstruction (fgm)



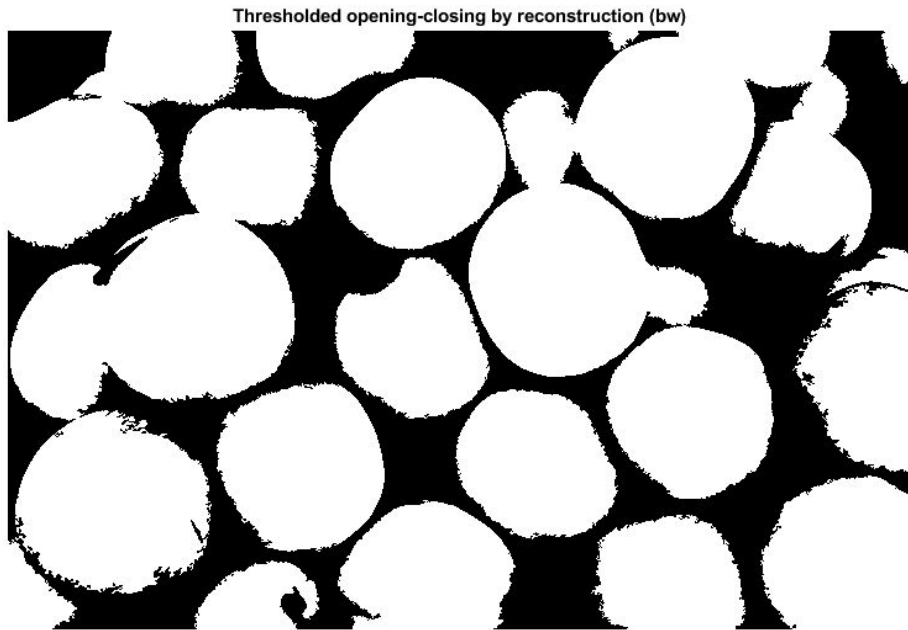
- .Đề marker lên ảnh:



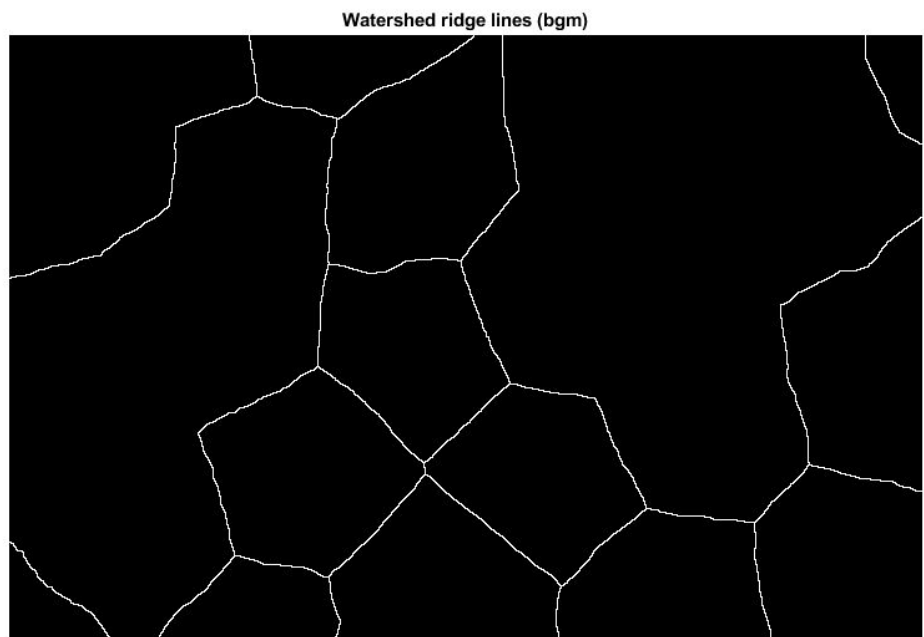
- Để ý thấy một số marker tràn vào cạnh của quả, ta có thể khắc phục bằng phép closing + erosion. Để xóa các cụm pixel riêng lẻ, ta xóa các cụm có số lượng bé hơn ngưỡng xác định.



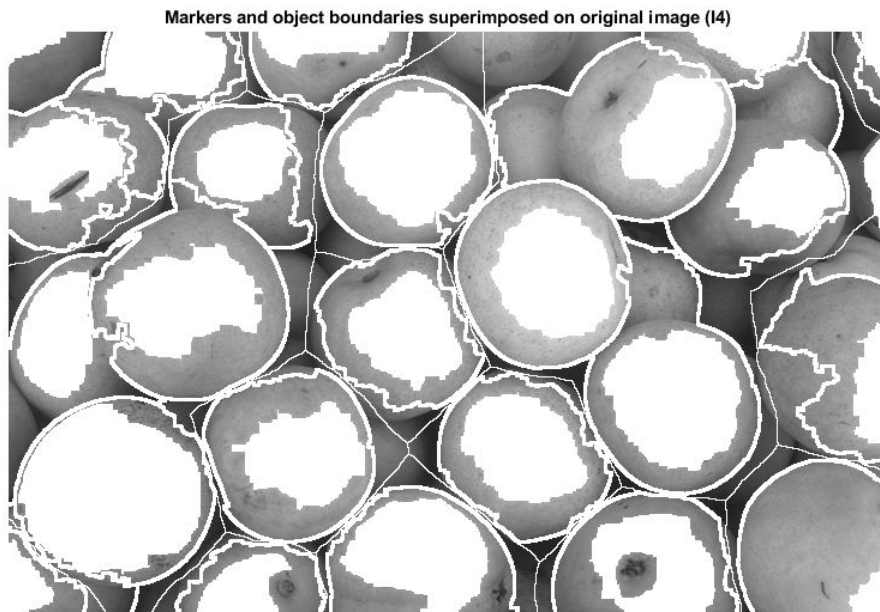
- Tìm background markers:
 - Sử dụng phương pháp Otsu để threshold nhằm xác định nền (đen):



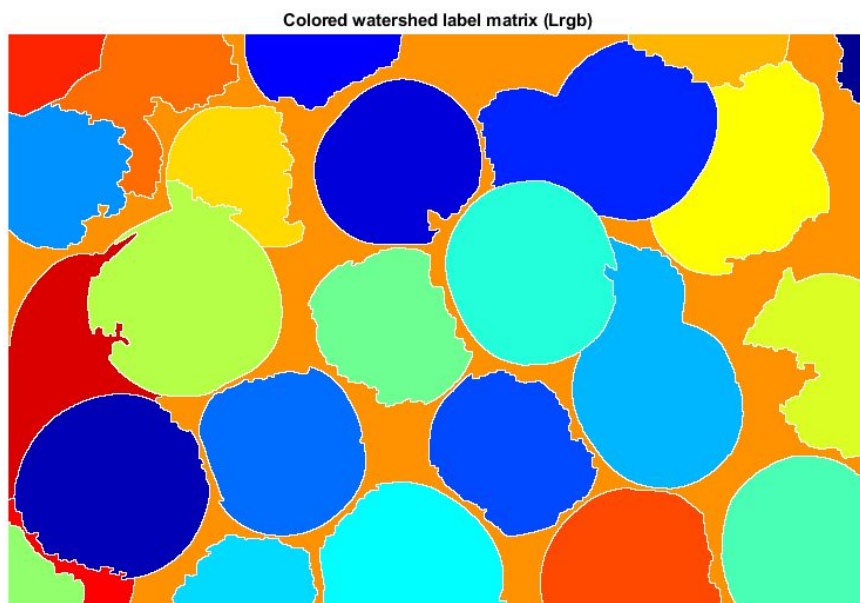
- Có thể coi pixel đen là nền, nhưng chúng lại quá gần cạnh của các quả. Ta sẽ thu background markers bằng cách tính "skeleton by influence zones" (SKIZ) của ảnh:



- Sử dụng thuật toán watershed:
 - Ta biến đổi Gradient Magnitude để có chỉ có cực tiểu tại foreground markers và background markers.
 - Sau đó ta áp dụng thuật toán watershed cho ảnh đã biến đổi.
- Quan sát kết quả:
 - Cách 1: Chồng foreground marker, background marker (bgm) và đường biên thu được bởi watershed vào ảnh gốc.



- Cách 2: Hiển thị label matrix (output của watershed) dưới dạng ảnh màu.

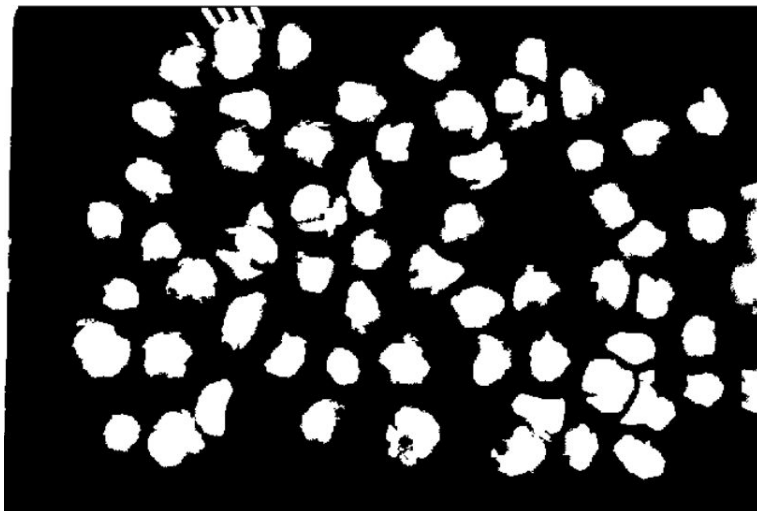


Với bài toán cà chua:

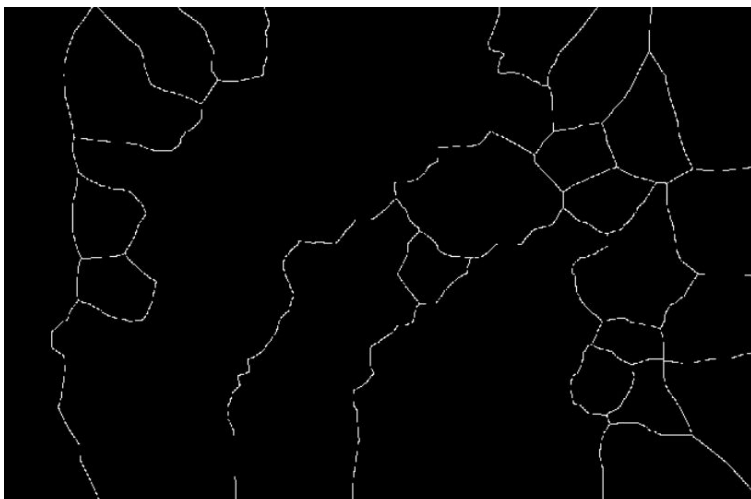
Ảnh:



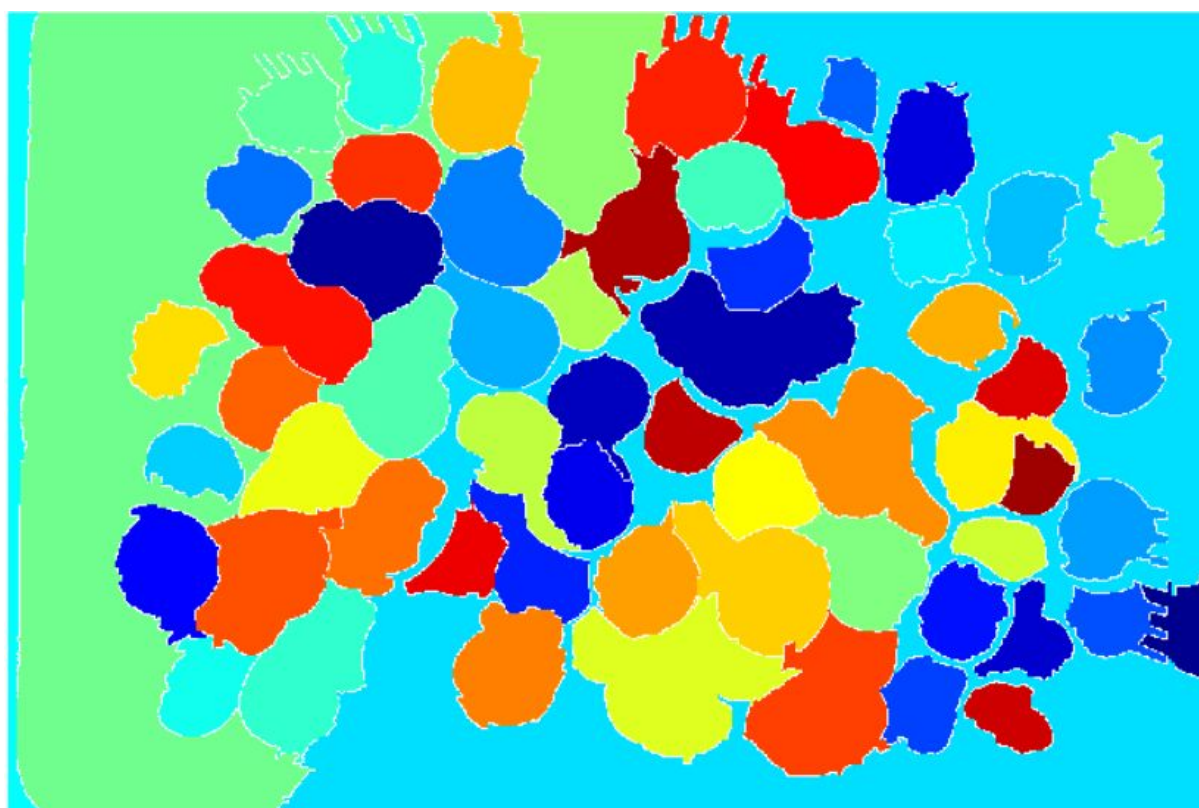
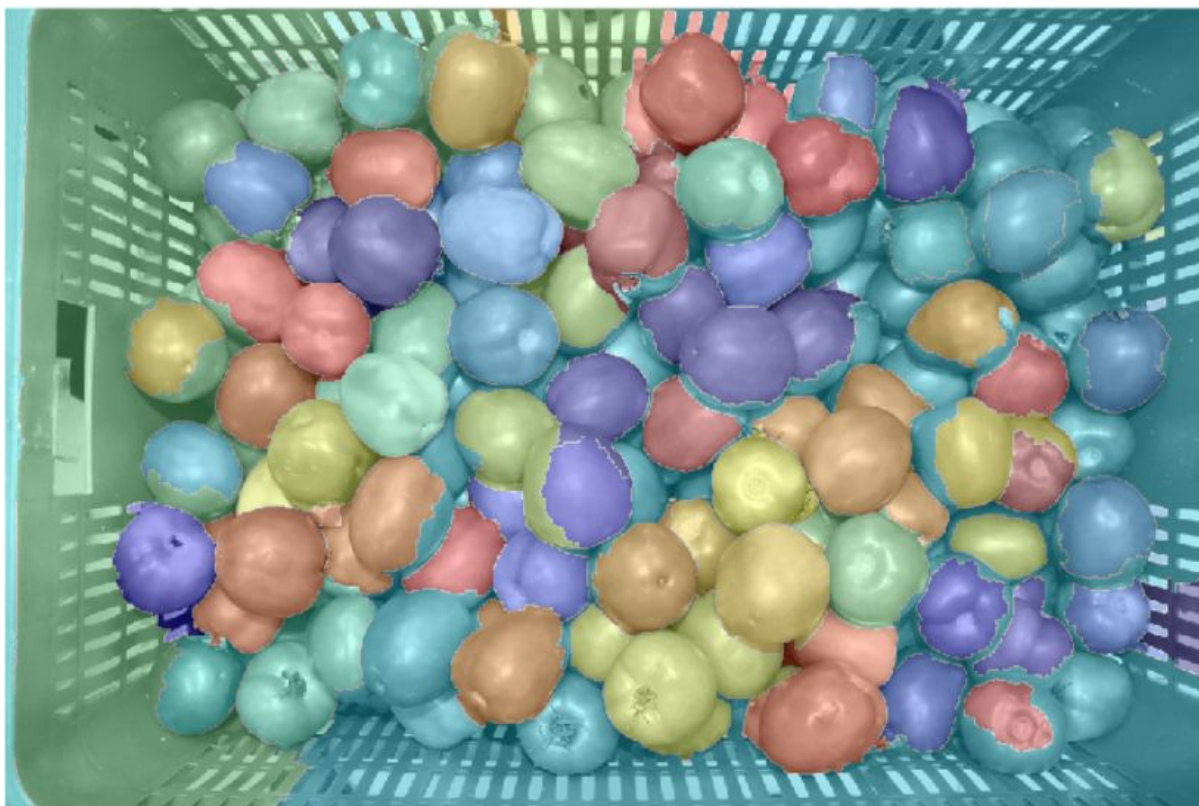
Foreground markers:



Background markers:



Kết quả:



Tham khảo:

- <https://www.mathworks.com/help/images/examples/marker-controlled-watershed-segmentation.html?prodcode=IP&language=en>