**รูปทรงลำดับชั้น**

เป้าหมาย

เวลานี้เราเรียนรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นของรูปทรงเช่นความสัมพันธ์ระหว่างแม่กับลูกในรูปทรง

ทฤษฎี

ในสองสามบทความล่าสุดเกี่ยวกับรูปทรงเราได้ทำงานร่วมกับฟังก์ชันต่างๆที่เกี่ยวข้องกับรูปทรงที่ OpenCV จัดไว้ แต่เมื่อเราพบรูปทรงในภาพโดยใช้ฟังก์ชัน cv2.findContours ()เราได้ส่งผ่านอาร์กิวเมนต์Contour Retrieval Modeแล้ว เรามักจะผ่านcv2.RETR\_LISTหรือcv2.RETR\_TREEและทำงานได้ดี แต่จริงๆแล้วมันหมายถึงอะไร?

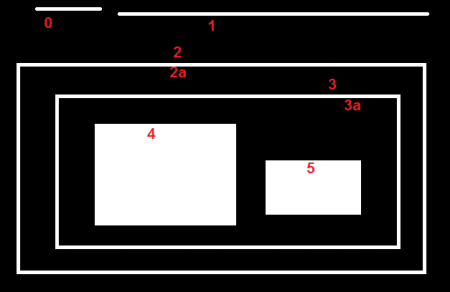
นอกจากนี้ในการส่งออกเรามีสามอาร์เรย์แรกคือภาพที่สองเป็นรูปทรงของเราและอีกหนึ่งผลผลิตที่เราตั้งชื่อเป็นลำดับชั้น (โปรดตรวจสอบรหัสในบทความก่อนหน้านี้) แต่เราไม่เคยใช้ลำดับชั้นนี้มาก่อน แล้วลำดับชั้นนี้และสิ่งที่เป็นไปได้? ความสัมพันธ์กับอาร์กิวเมนต์ฟังก์ชันที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้คืออะไร?

นั่นคือสิ่งที่เรากำลังจะจัดการในบทความนี้

ลำดับชั้นคืออะไร

โดยปกติเราใช้ฟังก์ชัน cv2.findContours ()เพื่อตรวจจับวัตถุในภาพใช่ไหม? บางครั้งวัตถุอยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน แต่ในบางกรณีรูปทรงบางส่วนอยู่ภายในรูปร่างอื่น ๆ เช่นเดียวกับตัวเลขที่ซ้อนกันอยู่ ในกรณีนี้เราเรียกหนึ่งด้านนอกเป็นผู้ปกครองและเป็นหนึ่งในด้านที่เป็นเด็ก ด้วยวิธีนี้รูปทรงในภาพมีความสัมพันธ์กับแต่ละอื่น ๆ และเราสามารถระบุวิธีการหนึ่งที่รูปร่างจะเชื่อมต่อกับแต่ละอื่น ๆ เช่นมันเป็นลูกของบางรูปร่างอื่น ๆ หรือจะเป็นตัวแทนผู้ปกครอง ฯลฯ ของความสัมพันธ์นี้จะเรียกว่าลำดับชั้น

พิจารณาภาพตัวอย่างด้านล่าง:



ในภาพนี้มีรูปร่างไม่กี่ที่ฉันได้หมายเลขตั้งแต่0-5 2 และ 2aหมายถึงรูปทรงภายนอกและภายในของกล่องด้านนอกสุด

นี่คือรูปทรง 0,1,2 เป็นภายนอกหรือนอกสุด เราสามารถพูดได้ว่าอยู่ในลำดับชั้น -0หรือเพียงแค่อยู่ในลำดับชั้นเดียวกันเท่านั้น

ถัดมารูปร่าง-2a อาจถือได้ว่าเป็นรูปร่างของเด็กในรูปที่ 2 (หรือตรงข้ามกับ contour-2 คือ parent of contour-2a) ดังนั้นปล่อยให้มันอยู่ในลำดับชั้นที่ 1 Contour-3 รูปร่างเหมือนกันคือ Contour-2 และมาในลำดับชั้นถัดไป รูปทรงสี่เหลี่ยมสุดท้ายคือรูปลูกกลม -3a และอยู่ในลำดับชั้นสุดท้าย จากวิธีการที่ฉันมีหมายเลขกล่องฉันจะบอกว่า contour-4 เป็นลูกคนแรกของ contour-3a (สามารถเป็น contour-5)

ที่ผมกล่าวถึงสิ่งเหล่านี้จะเข้าใจคำเช่นระดับเดียวกันลำดับชั้น , รูปร่างภายนอก , รูปร่างเด็ก , รูปร่างปกครอง , เด็กแรกฯลฯ ตอนนี้ขอเข้า OpenCV

การจัดลำดับชั้นใน OpenCV

ดังนั้นแต่ละเส้นมีข้อมูลของตัวเองเกี่ยวกับลำดับชั้นคือใครเป็นเด็กซึ่งเป็นผู้ปกครอง ฯลฯ OpenCV แสดงถึงอาร์เรย์สี่ค่า: [Next, Previous, First\_Child, Parent]

"ถัดไปหมายถึงรูปร่างต่อไปในระดับลำดับชั้นเดียวกัน"

สำหรับตัวอย่างเช่นให้ใช้รูป - 0 ในภาพของเรา ใครจะเป็นคอนแทคเลนส์ต่อไปในระดับเดียวกัน? เป็นเส้นตรง -1 ดังนั้นเพียงแค่ใส่ถัดไป = 1เช่นเดียวกันกับ Contour-1 ต่อไปคือ contour-2 ดังนั้นถัดไป = 2

สิ่งที่เกี่ยวกับ contour-2? ไม่มีเส้นต่อไปในระดับเดียวกัน ดังนั้นเพียงแค่ใส่ถัดไป = -1 สิ่งที่เกี่ยวกับ contour-4? อยู่ในระดับเดียวกับรูป -5 ดังนั้นรูปร่างต่อไปของมันเป็นรูปร่าง-5 เพื่อถัดไป = 5

"ก่อนหน้านี้หมายถึงรูปทรงเดิมที่ระดับลำดับชั้นเดียวกัน"

เป็นเช่นเดียวกับข้างต้น contour ก่อนหน้าของ contour-1 คือ contour-0 ในระดับเดียวกัน สำหรับ contour-2 ก็คือ contour-1 และสำหรับ contour-0 ไม่มีเลยก่อนหน้านี้ให้ใส่ไว้เป็น -1

"First\_Child ระบุว่าเป็นรูปลูกคนแรก"

ไม่จำเป็นต้องมีคำอธิบายใด ๆ สำหรับรูปที่ 2 เด็กจะเป็นรูปร่าง -2a ดังนั้นจึงได้รับค่าดัชนีที่สอดคล้องกันของรูป - 2a สิ่งที่เกี่ยวกับ contour-3a? มีลูกสองคน แต่เราใช้ลูกคนแรกเท่านั้น และเป็นเส้นตรง -4 ดังนั้นFirst\_Child = 4สำหรับรูปร่าง-3a

"แม่จะระบุดัชนีของเส้นแม่แบบ"

มันเป็นเพียงตรงข้ามของFirst\_Child ทั้งสำหรับรูปที่ 4 และรูปที่ 5 เส้นขอบแม่เป็นเส้น - 3a สำหรับรูปที่ 3a เป็นรูปที่ 3 และอื่น ๆ

บันทึก : ถ้าไม่มีเด็กหรือผู้ปกครองฟิลด์นั้นจะถูกนำมาเป็น -1

ดังนั้นตอนนี้เรารู้เกี่ยวกับรูปแบบลำดับชั้นที่ใช้ใน OpenCV เราสามารถตรวจสอบในโหมดการรับ Contour ใน OpenCV ด้วยความช่วยเหลือของภาพเดียวกันข้างต้น คืออะไรธงเช่น cv2.RETR\_LIST, cv2.RETR\_TREE, cv2.RETR\_CCOMP, cv2.RETR\_EXTERNAL etc หมายถึงอะไร?

โหมดการรับ Contour

1. RETR\_LIST

นี่เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในสี่ธง (จากมุมมองของคำอธิบาย) เพียงแค่ดึงข้อมูลรูปทรงทั้งหมด แต่ไม่ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่และเด็ก ผู้ปกครองและเด็กมีความเท่าเทียมกันภายใต้การปกครองนี้และพวกเขาเป็นเพียงรูปทรง กล่าวคือพวกเขาทั้งหมดอยู่ในระดับลำดับชั้นเดียวกัน

ดังนั้นลำดับที่ 3 และ 4 ในอาร์เรย์ลำดับชั้นคือ -1 เสมอ แต่ชัดข้อถัดไปและก่อนหน้าจะมีค่าที่สอดคล้องกัน เพียงตรวจสอบตัวเองและยืนยัน

ด้านล่างนี้เป็นผลที่ฉันได้รับและแต่ละแถวเป็นรายละเอียดลำดับชั้นของรูปทรงที่สอดคล้องกัน สำหรับตัวอย่างเช่นแถวแรกจะตรงกับเส้นขอบ 0. Contour ถัดไปคือ contour 1. ดังนั้น Next = 1. ไม่มีรูปก่อนหน้านี้ดังนั้น Previous = 0 และส่วนที่เหลืออีกสองอันที่บอกมาก่อนคือ -1

**>>>** hierarchy

array([[[ 1, -1, -1, -1],

[ 2, 0, -1, -1],

[ 3, 1, -1, -1],

[ 4, 2, -1, -1],

[ 5, 3, -1, -1],

[ 6, 4, -1, -1],

[ 7, 5, -1, -1],

[-1, 6, -1, -1]]])

นี่คือทางเลือกที่ดีที่จะใช้ในโค้ดของคุณหากคุณไม่ได้ใช้คุณลักษณะลำดับชั้นใด ๆ

2. RETR\_EXTERNAL

ถ้าคุณใช้ค่าสถานะนี้ค่านี้จะส่งกลับค่าสถานะนอกสุดเท่านั้น รูปทรงลูกทั้งหมดทิ้งไว้เบื้องหลัง เราสามารถพูดได้ว่าภายใต้กฎหมายนี้มีเพียงคนโตในทุกครอบครัวเท่านั้นที่ได้รับการดูแล มันไม่ได้เกี่ยวกับการดูแลสมาชิกคนอื่น ๆ ของครอบครัว :)

ดังนั้นในรูปของเรามีรูปทรงภายนอกมากมายอยู่ตรงไหน? เช่นที่ลำดับชั้น 0 ระดับ? เพียง 3 คือรูปทรง 0.1,2 ขวา? ตอนนี้พยายามหารูปทรงที่ใช้ธงนี้ ที่นี่ค่าที่กำหนดให้กับแต่ละองค์ประกอบเหมือนกับข้างต้น เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ข้างต้น ด้านล่างนี้เป็นสิ่งที่ฉันได้รับ:

**>>>** hierarchy

array([[[ 1, -1, -1, -1],

[ 2, 0, -1, -1],

[-1, 1, -1, -1]]])

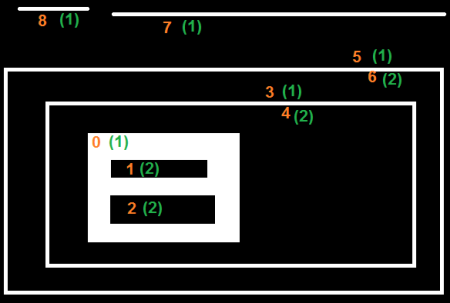
คุณสามารถใช้ค่าสถานะนี้ถ้าต้องการแยกเฉพาะรูปทรงด้านนอก อาจเป็นประโยชน์ในบางกรณี

3. RETR\_CCOMP

แฟล็กนี้เรียกข้อมูลรูปทรงทั้งหมดและจัดเรียงเป็นลำดับชั้น 2 ระดับ คือเส้นขอบภายนอกของวัตถุ (คือขอบเขต) อยู่ในลำดับชั้น-1 และรูปทรงของหลุมภายในวัตถุ (ถ้ามี) อยู่ในลำดับชั้น -2 หากมีวัตถุใด ๆ อยู่ด้านในเส้นนี้จะถูกจัดวางไว้ในลำดับชั้น-1 เท่านั้น และหลุมในลำดับชั้น -2 และอื่น ๆ

พิจารณาภาพของ "ศูนย์ใหญ่สีขาว" บนพื้นหลังสีดำ วงกลมด้านนอกของศูนย์เป็นของลำดับชั้นแรกและวงกลมภายในของศูนย์เป็นของลำดับชั้นที่สอง

เราสามารถอธิบายได้ด้วยภาพง่ายๆ ที่นี่ฉันมีป้ายกำกับลำดับของรูปทรงสีแดงและลำดับชั้นที่เป็นสีเขียว (ทั้ง 1 หรือ 2) ลำดับจะเหมือนกับคำสั่ง OpenCV ตรวจพบรูปทรง



พิจารณาเส้นแรกคือ contour-0 เป็นลำดับชั้น -1 มีสองช่องรูปที่ 1 และ 2 และอยู่ในลำดับชั้น -2 ดังนั้นสำหรับ contour-0, contour ถัดไปในลำดับชั้นเดียวกันคือ contour-3 และไม่มีก่อนหน้านี้ และแรกเป็นเด็กเป็น contour - 1 ในลำดับชั้น - 2 ไม่มีผู้ปกครองเนื่องจากอยู่ในลำดับชั้น -1 ดังนั้นอาร์เรย์ลำดับชั้นคือ [3, -1,1, -1]

ตอนนี้ใช้เส้นตรง - 1 อยู่ในลำดับชั้น -2 ลำดับถัดไปในลำดับชั้นเดียวกัน (ภายใต้ parenthood ของ contour-1) คือ contour-2 ไม่มีก่อนหน้านี้ ไม่มีเด็ก แต่ผู้ปกครองเป็น contour-0 อาร์เรย์คือ [2, -1, -1,0]

ในทำนองเดียวกัน contour-2: เป็นลำดับชั้น -2 ไม่มีเส้นต่อไปในลำดับชั้นเดียวกันภายใต้เส้นตรง -0 ดังนั้นไม่มีต่อไป ก่อนหน้านี้เป็นรูป - 1 ไม่มีเด็กผู้ปกครองเป็น contour-0 อาร์เรย์คือ [-1,1, -1,0]

Contour - 3: ถัดไปในลำดับชั้น -1 เป็นรูป -5 ก่อนหน้านี้คือรูป - 0 เด็กเป็นรูปร่าง -4 และไม่มีพ่อแม่ อาร์เรย์คือ [5,0,4, -1]

Contour - 4: อยู่ในลำดับชั้นที่ 2 ภายใต้ contour-3 และไม่มีพี่น้อง ดังนั้นไม่มีต่อไปไม่มีก่อนหน้านี้ไม่มีเด็กผู้ปกครองเป็น contour - 3 ดังนั้นอาร์เรย์คือ [-1, -1, -1,3]

ที่เหลือที่คุณสามารถเติมได้ นี่คือคำตอบสุดท้ายที่ฉันได้รับ:

**>>>** hierarchy

array([[[ 3, -1, 1, -1],

[ 2, -1, -1, 0],

[-1, 1, -1, 0],

[ 5, 0, 4, -1],

[-1, -1, -1, 3],

[ 7, 3, 6, -1],

[-1, -1, -1, 5],

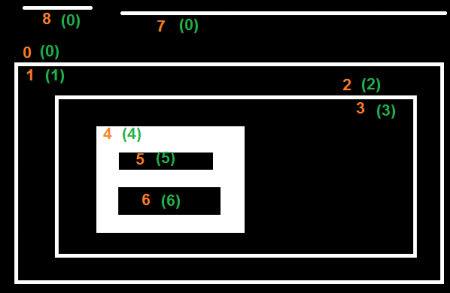
[ 8, 5, -1, -1],

[-1, 7, -1, -1]]])

4. RETR\_TREE

และนี่คือคนสุดท้าย Mr.Perfect จะเรียกรูปทรงทั้งหมดและสร้างรายชื่อลำดับชั้นของครอบครัวแบบเต็ม มันยังบอกว่าใครเป็นคุณปู่ของพ่อของลูกชายหลานชายและแม้เกิน ... :)

สำหรับการตรวจสอบฉันเอาภาพด้านบนเขียนโค้ดสำหรับ cv2.RETR\_TREE จัดเรียงรูปทรงตามลำดับตามผลลัพธ์ที่กำหนดโดย OpenCV และวิเคราะห์ อีกครั้งตัวอักษรสีแดงให้จำนวนเส้นและตัวอักษรสีเขียวให้ลำดับชั้น



ใช้ contour-0: อยู่ในลำดับชั้น -0 เส้นต่อไปในลำดับชั้นเดียวกันคือรูปทรง -7 ไม่มีรูปทรงก่อนหน้า เด็กเป็นรูปร่าง - 1 และไม่มีพ่อแม่ อาร์เรย์คือ [7, -1,1, -1]

ใช้รูป - 2: เป็นลำดับชั้น - 1 ไม่มีรูปร่างในระดับเดียวกัน ไม่มีก่อนหน้านี้ เด็กเป็นรูปร่าง - 2 ผู้ปกครองเป็น contour-0 อาร์เรย์คือ [-1, -1,2,0]

และลองทำเอง ด้านล่างเป็นคำตอบแบบเต็ม:

**>>>** hierarchy

array([[[ 7, -1, 1, -1],

[-1, -1, 2, 0],

[-1, -1, 3, 1],

[-1, -1, 4, 2],

[-1, -1, 5, 3],

[ 6, -1, -1, 4],

[-1, 5, -1, 4],

[ 8, 0, -1, -1],

[-1, 7, -1, -1]]])