บทที่ 3

การเตรียมภาพรอยอนุภาคแอลฟาและการประมวลผลภาพ

ในการเตรียมภาพรอยอนุภาคแอลฟาเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าสู่ชุดคำสั่งสำหรับประมวลผลภาพและชุดคำสั่งสำหรับการนับรอยอนุภาค จะมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสร้างรอยอนุภาคแอลฟาบนแผ่นฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต

เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ซึ่งประกอบไปด้วย

3.1.1 ฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต ฟิล์มเซลลูโลสไนเตรต เป็นฟิล์มที่ใช้สำหรับบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา และออกแบบมาใช้วัดรังสีด้วยวิธีแทรค-เอทช์โดยเฉพาะมีคุณสมบัติในการบันทึกรอยของ โปรตอน ที่มีพลังงานต่ำกว่า 100 keV. รังสีแอลฟาที่มีพลังงานต่ำกว่า 4 MeV. อนุภาคหรือรังสีที่มีประจุชนิดหนัก (heavy charged particle) และฟิชชั่นแฟรกเมนท์ (fission fragments) ไม่มีความไวโดยตรงต่อรังสีแกมม่า รังสีเอกซ์ รังสีเบตา โปรตอนพลังงานสูงและนิวตรอน ลักษณะของฟิล์มเป็นแผ่นบางประกอบด้วยเซลลูโลสไนเตรตสีแดงเข้มหนา 10 ไมครอน เคลือบอยู่ด้านหนึ่งของแผ่นโพลีเอสเตอร์ (polyester) ใสหนา 0.1 มิลลิเมตร ด้านที่เคลือบด้วยเซลลูโลสไนเตรตนี้เป็นด้านที่ใช้บันทึกรอยอนุภาค

3.1.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.1.3 ตัวต้นกำเนิดรังสีแอลฟาในที่นี้จะใช้ อเมอร์ริเซียม 241 (Am-241)

3.1.4 บีกเกอร์

3.1.5 เตาต้มน้ำไฟฟ้า

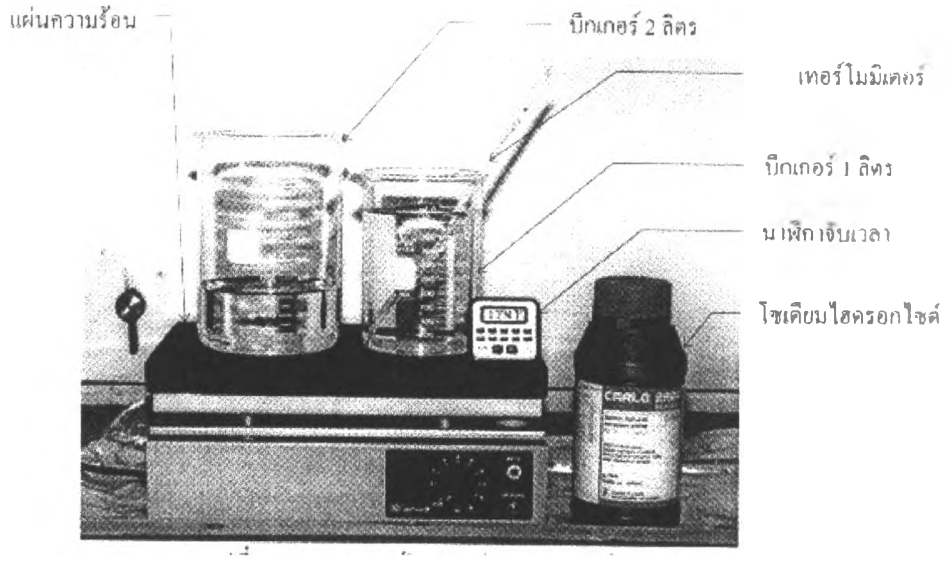
3.1.6 น้ำกลั่นบริสุทธิ์

3.1.7 กรอบ สไลด์ขนาดใหญ่

3.1.8 เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการสร้างรอยอนุภาคแอลฟา

1. ขั้นตอนแรกเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้ม 10% หรือ 2.5 นอร์มาล (normal) เนื่องจากมีคุณสมบัติในการกัดรอยอนุภาคดีที่สุด โดยการชั่งน้ำหนักโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว) ประมาณ 43.6 gm (ขั้นตอนนี้ต้องทำอย่างรวดเร็วเพราะโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะดูดความชื้นในอากาศ) ใส่ลงในน้ำกลั่นประมาณ 436 cc. ทำการคนให้เข้ากันโดยนำไปแช่ในอ่างต้มน้ำไฟฟ้า รักษาอุณหภูมิของน้ำให้ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีอุณหภูมิคงที่ที่ 60 ^{o}C



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์กัดรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์ม

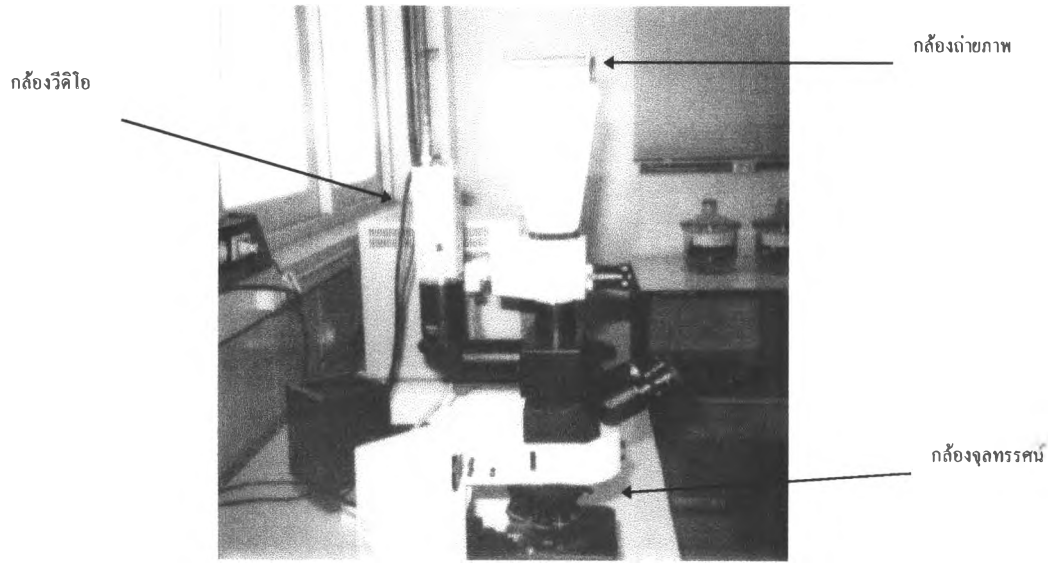
2. นำฟิล์มเซลลูโลสไนเตรตใส่กรอบสไลด์ แล้วนำ ไปวางเหนือ Am-241 ระยะห่าง 10 cm. ใช้เวลาในการอาบรังสี 40 นาที

3. นำฟิล์มเซลลูโลสไนเตรตที่ผ่านการอาบรังสีแล้ว ไปแช่ใน สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ พร้อมทั้งคนสารละลายบ่อยๆด้วย จะใช้เวลาในการกัดแผ่นฟิล์ม เท่าไรขึ้นกับความต้องการ เพราะใช้เวลากัดกรดนานจะทำให้รอยอนุภาคมีขนาดใหญ่มากขึ้นแต่ขนาดรอยอนุภาคที่อยู่ตื้นๆมีขนาดเล็กจะถูกกัดหมดไป เวลาในการกัดรอยจะเป็นปัจจัยหนึ่ง ในการนำไปหาสภาวะที่เหมาะสมในการนับรอยอนุภาคแอลฟา ด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้น

หลังจากผ่านขั้นตอนดังกล่าวก็จะได้รูปภาพของรอยอนุภาคแอลฟา ขั้นตอนที่สำคัญต่อไปก็คือการนำภาพของรอยอนุภาคแอลฟาเข้าสู่คอมพิวเตอร์

3.2 การนำภาพรอยอนุภาคแอลฟาเข้าสู่คอมพิวเตอร์

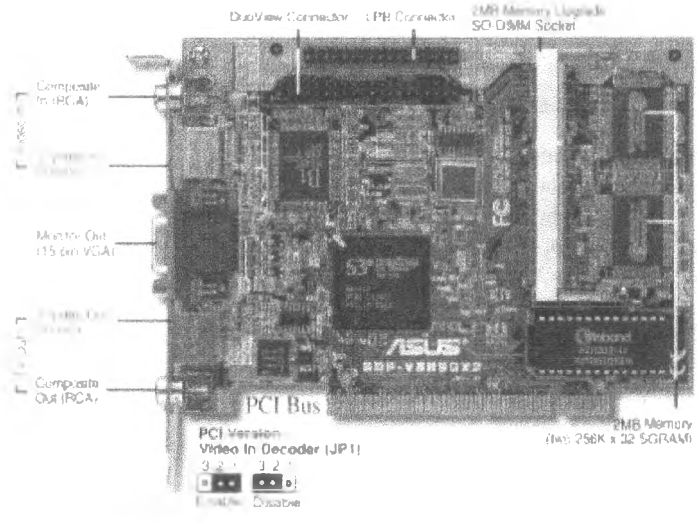
ภาพรอยอนุภาคแอลฟาที่ถูกสร้างขึ้น จะนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 500 เท่า โดยที่กล้องจุลทรรศน์ จะต่ออีกช่องมองภาพอีกหนึ่งเข้ากับกล้องวีดิโอ และ อีกด้านหนึ่งเข้ากับกล้องถ่ายภาพ ดังรูปที่ 3.2



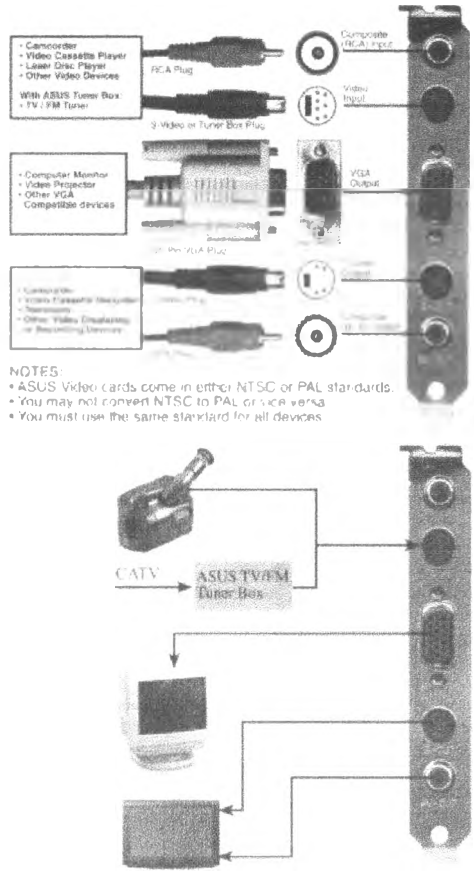
รูปที่ 3.2 แสดงกล้องจุลทรรศน์ที่ต่อเข้ากับกล้องวีดิโอ และ กล้องถ่ายภาพ

ภาพรอยอนุภาคแอลฟาที่ปรากฏขึ้นที่กล้องจุทรรศน์สามารถนำเข้าสู่คอมพิวเตอร์ได้สองวิธีด้วยกันคือ

วิธีที่ 1 ต่อสัญญาณภาพของกล้องวีดิโอ เข้าสู่คอมพิวเตอร์โดย ผ่าน video capture card ซึ่งเสียบอยู่ใน slot ของคอมพิวเตอร์ video capture จะแปลงสัญญาณภาพ analog จากกล้องวีดิโอให้เป็นสัญญาณ digital แล้วนำสัญญาณภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นทำการเก็บภาพอนุภาคแอลฟาโดยโปรแกรมจับภาพที่ มีมากับ video capture card นั้น



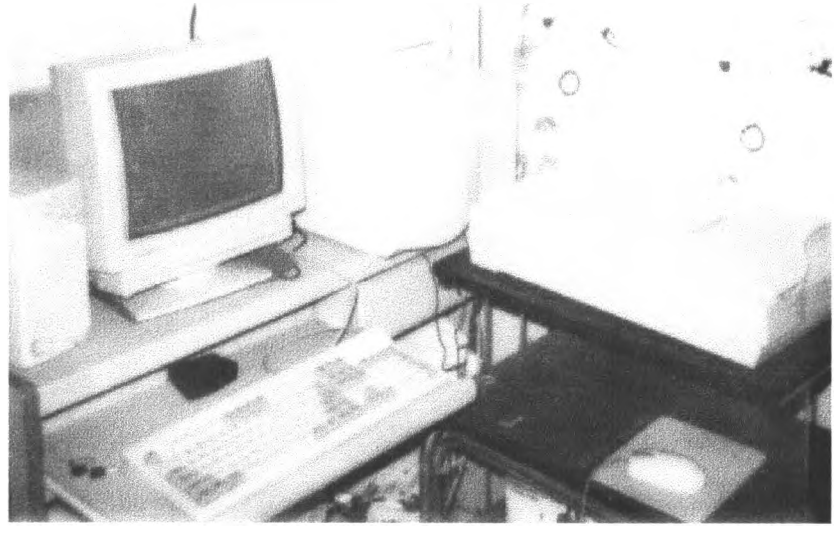
รูปที่ 3.3[3] แสดงการ์ดแสดงผลของคอมพิวเตอร์ ที่เป็น video capture ด้วย



รูปที่ 3.4[3] แสดงช่องสัญญาณต่างๆ ของ video capture card

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีที่ 2 โดยการถ่ายภาพรอยอนุภาค ด้วยกล้องถ่ายภาพที่ต่อเข้ากับกล้องจุลทรรศน์อีกด้านหนึ่ง หลังจากนั้นนำภาพที่ได้ ไปเข้าเครื่อง scanner ที่ต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่อง scanner จะแปลงสัญญาณภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมที่ให้มากับเครื่อง scanner นั้น



รูปที่ 3.5 คอมพิวเตอร์และเครื่อง scanner

3.3 การประมวลผลภาพรอยอนุภาคแอลฟา

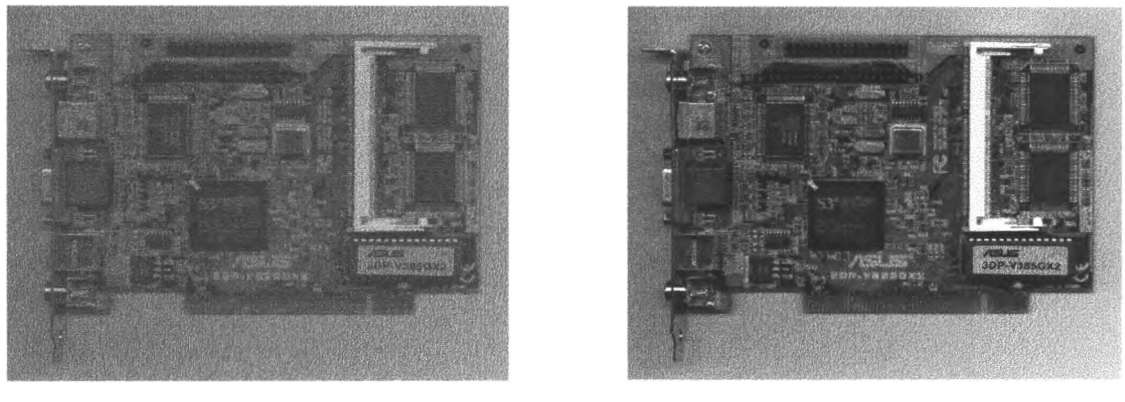
เนื่องจากโปรแกรมนับภาพรอยอนุภาคแอลฟาที่สร้างขึ้นในการวิจัยนี้ จะทำการนับภาพที่มีจุดดำทุกจุดในภาพ ดังนั้น ถ้าหากมีจุดดำที่ไม่ต้องการเข้ามาอยู่ในภาพที่ต้องการนับเป็นจำนวนมาก จะทำให้การนับภาพ ใช้เวลามาก และ อาจทำให้การนับผิดพลาดได้ จึงจำเป็นต้องทำการขจัดจุดของภาพที่ไม่ต้องการออกไปจากภาพ และ ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือในการวิจัยนี้จำเป็นต้องทำให้ภาพมีขอบที่ชัดเจน และ ต่อเนื่อง เพื่อให้โปรแกรมนับภาพสามารถทำงานได้อย่างมีถูกต้อง ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงจำเป็นต้องใช้การประมวลผลภาพเข้าช่วย

การประมวลผลภาพ สามารถอธิบายได้โดยง่ายก็คือการ ตกแต่ง ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงให้ภาพเปลี่ยนไปจากเดิม วิธีการประมวลผลภาพมีด้วยกันหลายวิธี ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีที่ได้นำมาใช้ในการทำวิจัยนี้ดังนี้

3.3.1 การประมวลผลภาพแบบจุด (Point Processing)

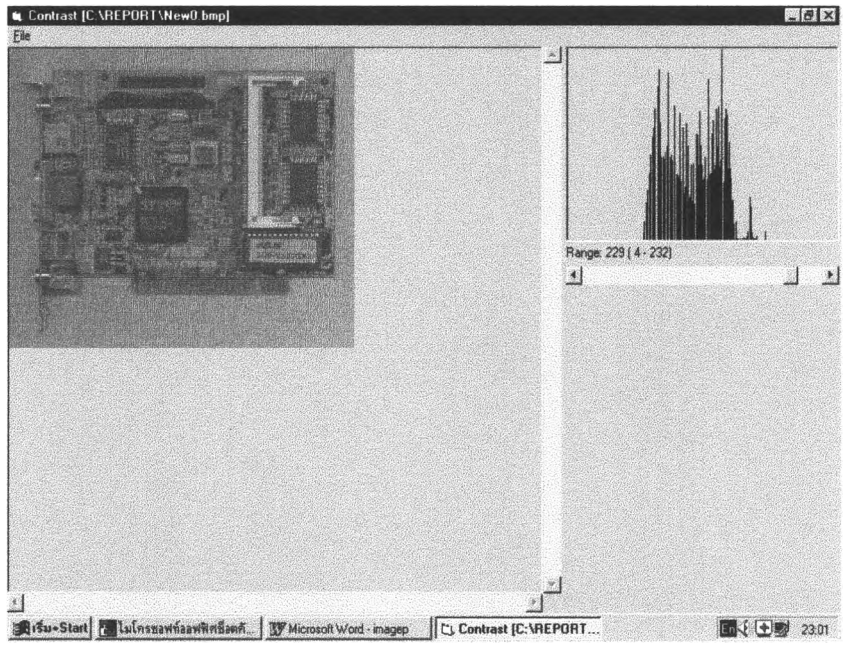
การประมวลผลภาพแบบจุด เป็นการประมวลผลภาพ โดยทำการแก้ไขเฉพาะจุดใดๆ ของภาพเท่านั้นโดยจุดข้างเคียงจะไม่เกี่ยวข้อง วิธีประมวลผลภาพแบบจุดที่ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันก็คือ การปรับความสว่างของภาพ (brightness adjust) การปรับสีของภาพ (color balance) และ การปรับความคมชัดของภาพ (contrast adjust) เป็นต้น

ในการทำวิจัยนี้จะใช้การปรับความคมชัดของภาพ (contrast adjust) ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงวิธีการทำงานของ การปรับความคมชัดของภาพดังนี้ ความคมชัดของภาพ ก็คือปริมาณความแตกต่างระหว่างสีในภาพ ถ้าแทบทุกสีในภาพอยู่ในโทนมืด ความแตกต่างระหว่างสีจะน้อย ดังนั้นจึงทำให้ภาพมีความคมชัดต่ำ เช่นเดียวกันถ้า สีแทบทุกสีในภาพอยู่ในโทนสว่างก็จะทำให้ภาพ มีความคมชัดน้อย รูปที่ 3.6 จะแสดงภาพที่มีความคมชัดน้อยกับความคมชัดปกติ

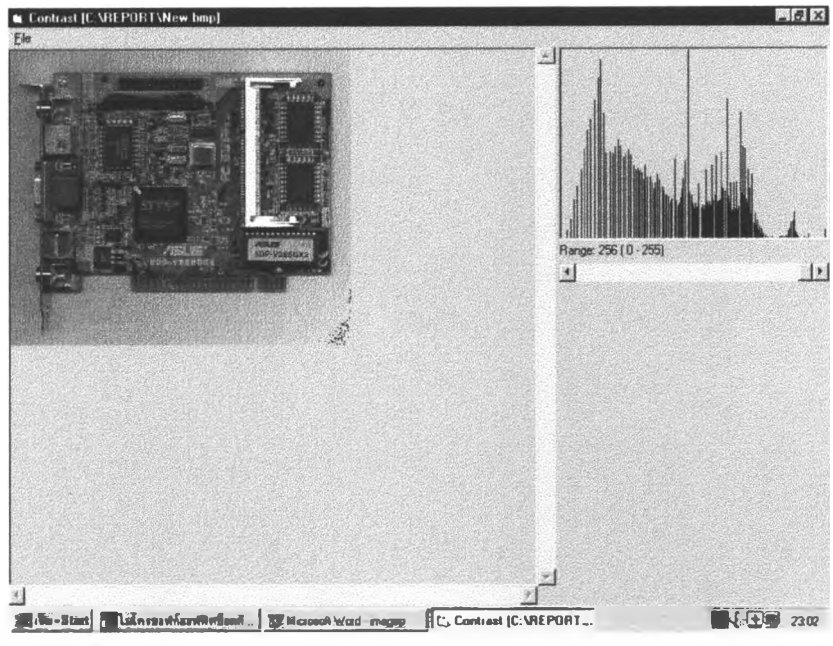


รูปที่ 3.6 แสดงภาพที่มีความคมชัดน้อย (ซ้าย) กับความคมชัดปกติ (ขวา)

วิธีการที่จะปรับปรุงความชัดของภาพโดยสร้างโปรแกรม สามารถใช้ขั้นตอนดังนี้ ขั้นแรกให้นับจำนวนของจุดภาพที่มีค่าความสว่างเดียวกันรวมกัน เราก็จะได้กราฟของกลุ่มจุดภาพที่มีความสว่างต่างๆกัน ซึ่งกราฟนี้จะเรียกว่า "brightness histogram" รูปที่ 3.7 จะแสดงภาพที่มีความคมชัดต่ำ พร้อมกับเส้นกราฟ histogram จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟจะเรียงอยู่ใกล้กันมากในบริเวณกลางรูปกราฟ เพราะความแตกต่างของความสว่างของภาพน้อย ดังนั้นภาพที่เห็นจึงมีความคมชัดต่ำ แต่ถ้าภาพใดที่มีกราฟของความสว่างของจุดภาพ มีความแตกต่างกันมาก ภาพนั้นก็จะมีความคมชัดสูง ดังรูปที่ 3.8



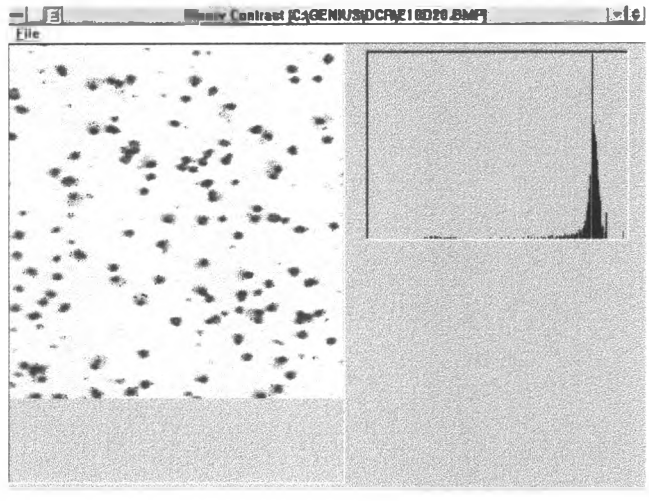
รูปที่ 3.7 แสดงภาพที่มี ความคมชัดต่ำพร้อมกับ brightness histogram



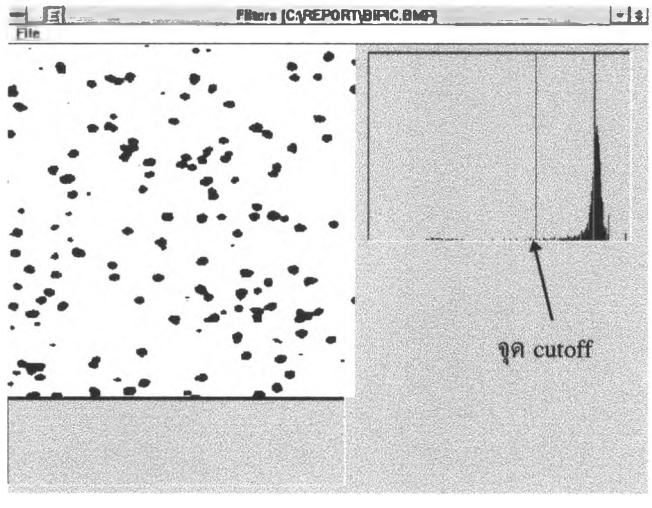
รูปที่ 3.8 แสดงภาพที่มี ความคมชัดสูงพร้อมกับ brightness histogram

จากที่กล่าวมาข้างต้นถ้าหากต้องการที่จะปรับปรุงความคมชัดของภาพ ก็จำเป็นต้องทำการแก้ไขค่าความสว่างของจุดภาพนั้น คือถ้าต้องการให้ภาพมีความคมชัดสูงก็จำเป็นที่ต้องทำให้ความสว่างของจุดภาพมีความแตกต่างกันมาก

Binary Contrast Enhancement คือการเพิ่มความคมชัดของภาพ โดยทำให้ภาพมีความสว่างแตกต่างกันจนกระทั่งเป็นภาพขาวและดำเท่านั้น ซึ่งจะเหมาะมากที่จะแยกแยะ ภาพวัตถุใดๆ ออกจากกัน วิธีการของ binary contrast enhancement จะถูกนำมาใช้ในการทำวิจัยนี้ โดยจะแยกภาพรอยอนุภาคแอลฟาออกจากกันให้เด่นชัดที่สุด วิธีการสร้างโปรแกรมเพื่อทำ binary contrast นั้นจะง่ายกว่าการสร้างโปรแกรมเพื่อปรับปรุงความสว่าง (contrast adjust) ปกติ โดยจะเริ่มจากการรวบรวมจุดที่มีความสว่างเหมือนกันเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นจะกำหนดจุดแบ่งภาพให้กลายเป็นภาพ ขาวและดำ ซึ่งจุดแบ่งนี้จะถูกเรียกว่าจุด cutoff จำนวนจุดที่มีความสว่างมากกว่าจุด cutoff จะกลายเป็นสีขาว ส่วนจุดภาพที่มีความสว่างน้อยกว่าจุด cutoff จะกลายเป็นสีดำ ดังรูปที่ 3.9 จะแสดงภาพต้นฉบับก่อน แก้ไข ส่วนรูปที่ 3.10 จะแสดงภาพที่ทำ binary contrast พร้อมจุด cutoff



รูปที่ 3.9 ภาพก่อนทำ binary contrast



รูปที่ 3.10 ภาพหลังทำ binary contrast พร้อม จุด cutoff

Multiple Image Processing คือการรวมภาพตั้งแต่สองภาพเข้าด้วยกัน จะมีวิธีการทำอยู่ 3วิธีที่สำคัญคือ image subtraction, image averaging และ image composition ในการวิจัยนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะ image subtraction เท่านั้นเพราะได้ถูกนำมาใช้ในการวิจัยนี้

Image subtraction คือวิธีนำภาพสองภาพมาลบออกจากกัน โดยเป็นการลบค่าสีของภาพที่นำมาลบกัน โดยถ้าค่าสีของภาพทั้งสองภาพที่จุดใดเท่ากัน ก็จะทำให้ภาพผลลัพธ์ที่จุดนั้นจะไม่มีค่าสี และถ้าค่าสีที่จุดใดบนภาพทั้งสองแตกต่างกัน ก็จะได้ภาพผลลัพธ์มีค่าสีที่จุดนั้น จะเห็นได้ว่า image subtraction จะสร้างภาพผลลัพธ์ที่เน้นจุดแตกต่างของสองภาพ การทำ image subtraction จะมีประโยชน์มากในการทำวิจัยนี้ เพราะจะช่วยสร้างขอบภาพ ซึ่งจะกล่าวถึงภาพหลัง

3.3.2 การประมวลผลภาพแบบเป็นพื้นที่ (Area Processing)

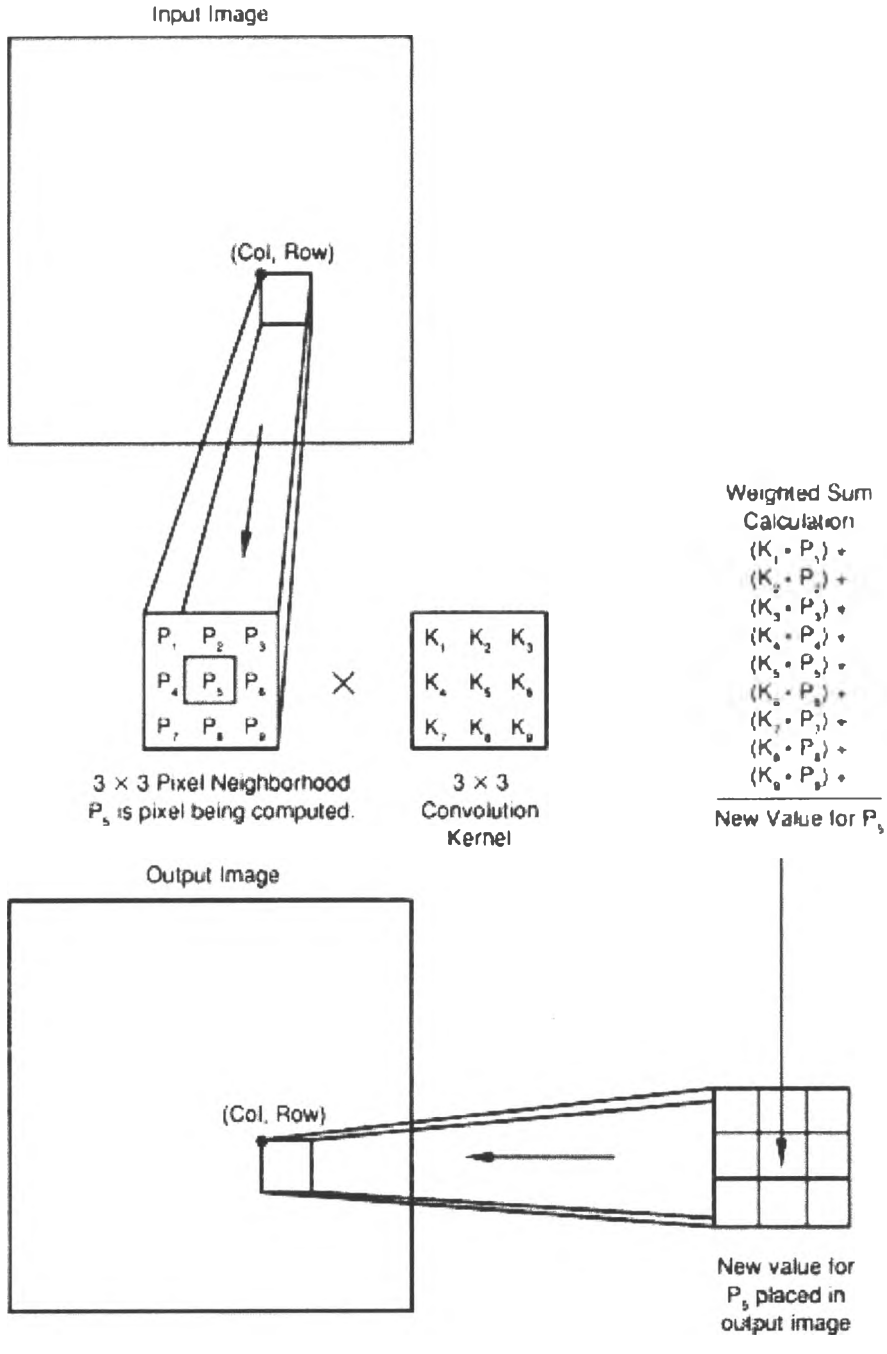
ในการประมวลผลภาพแบบจุดนั้น จะกระทำต่อจุดใดๆเท่านั้น แต่วิธีประมวลผลภาพแบบเป็นพื้นที่จะ กระทำต่อจุดที่อยู่ข้างเคียงด้วย spatial filtering คือชนิดของการประมวลผลภาพแบบพื้นที่แบบหนึ่ง ในวิธี spatial filtering นั้นจุดภาพที่สนใจจะถูกล้อมด้วยจุดภาพที่อยู่ติดกัน และเมื่อทำการแก้ไขจุดภาพที่เราสนใจ จุดภาพที่ล้อมรอบอยู่ก็จะถูกแก้ไขไปด้วย โดยจะมีกลุ่มของตัวเลขกลุ่มหนึ่ง ซึ่งจะเรียกว่า kernel นำไปคูณเข้ากับจุดที่สนใจและจุดข้างเคียง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มารวมกันก็จะได้ค่า ของจุดภาพที่เราสนใจ ขอยกตัวอย่างง่ายๆ ดังนี้ สมมุติภาพขนาด 3x3 พิกเซลประกอบด้วยจุดภาพดังนี้

6	2	9
4	7	4
3	8	2

กำหนดให้มีกลุ่มของตัวเลข kernel เป็นดังนี้

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

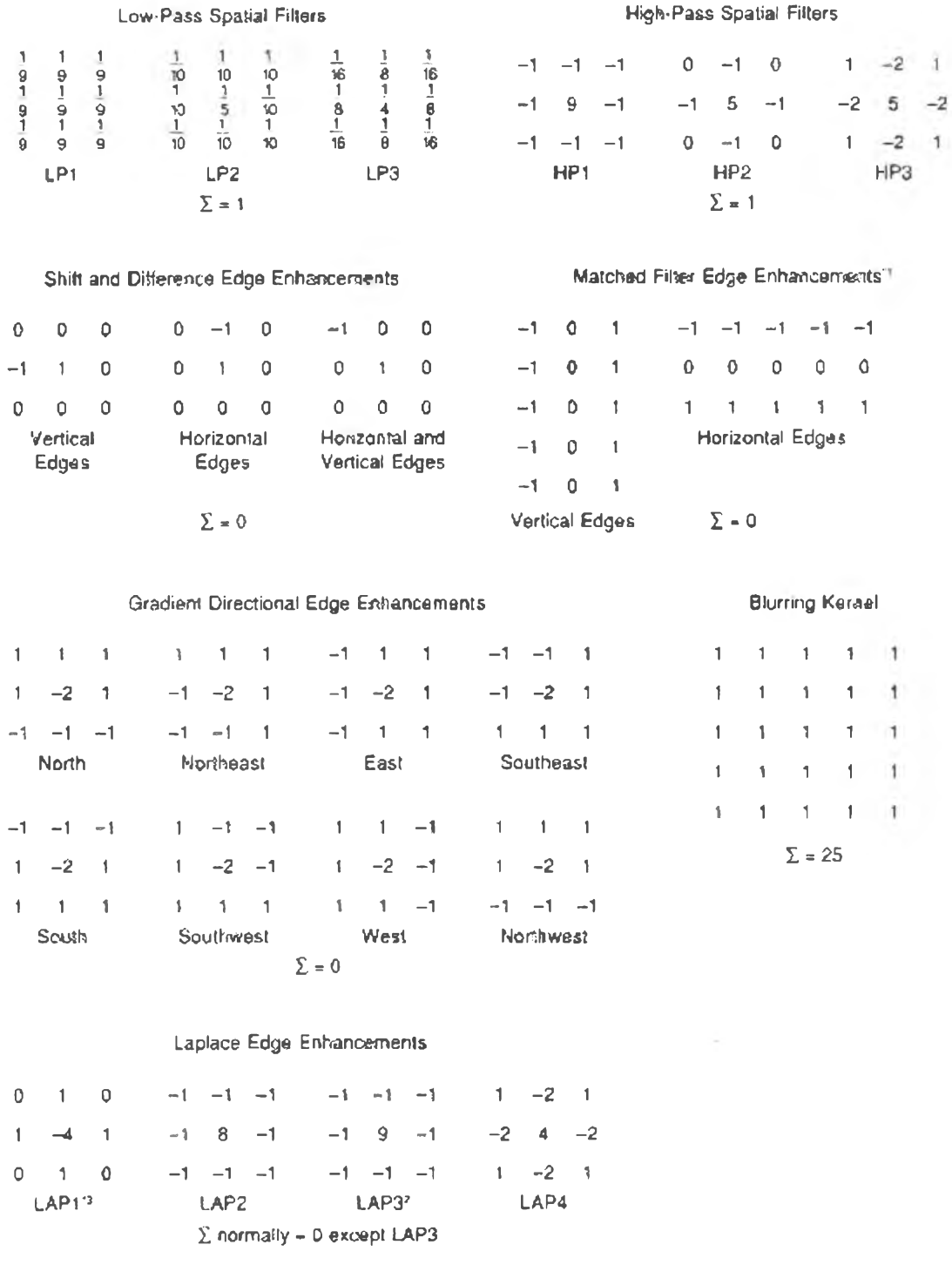
ดังนั้นผลลัพธ์ที่จุดกลางภาพ จะได้ดังนี้ 1/9x6+1/9x2+1/9x9+1/9x4+...+1/9x2 = 5 โปรดสังเกตุว่าจะไม่ใช้การคูณแบบ เมทริกซ์ แต่จะเป็นการคูณแบบจุดต่อจุด คือ ค่า kernel ที่ตำแหน่ง (1,1) ก็จะคูณกับจุดภาพที่ตำแหน่ง (1,1) เท่านั้น



รูปที่ 3.11[4] การประมวลผลภาพแบบพื้นที่โดยใช้ kernel

จะเห็นได้ว่าในจุดภาพ 1 ตำแหน่งจะมีการคูณและบวกถึง 9 ครั้ง ถ้าภาพขนาด 400 x400 จุดภาพ หรือ 160000 จุดภาพจะมีการคูณและบวกถึง 1.44 ล้านครั้ง ซึ่งถ้าใช้คอมพิวเตอร์สมัยก่อนอาจต้องใช้เวลาในการทำงานมาก แต่ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการประมวลผลสูง เวลาที่ใช้จะไม่นานเหมือนในอดีต

การประมวลผลภาพแบบพื้นที่มีมากมายหลายวิธีแล้วแต่ กลุ่มตัวเลข kernel ที่จะกำหนดขึ้น



Notes
1. All kernels from Baxes except these from Dawson.
2. Equivalent to adding original image to output of convolution using kernel LAP2.
3. Proof can be found in Gonzalez and Wintz.

รูปที่ 3.12[4] แสดงค่า kernel ที่ใช้ในการประมวลผลภาพแบบต่างๆ

3.3.3 Nonlinear Filtering

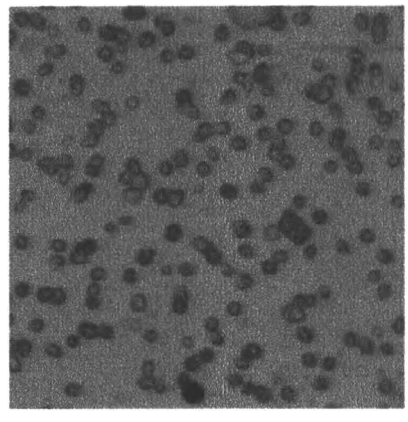
ที่กล่าวถึงการประมวลผลภาพที่ผ่านมาจะเป็น กระทำต่อจุดภาพโดยการ คูณและบวกจุดภาพด้วยค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งจะเรียกว่า linear operation แต่ยังมีวิธีประมวลผลภาพแบบอื่นๆ อีกที่ไม่ได้ใช้ค่าคงที่ดังกล่าว แต่จะใช้วิธีอื่นๆ ในการประมวลผลภาพแทน วิธีการประมวลผลภาพแบบ nonlinear filtering มีหลายวิธี เช่น rank filtering, count filtering, embossing เป็นต้น แต่ในการทำวิจัยนี้จะใช้วิธีการของ non linear filtering ที่เรียกว่า "morphological operation " morphological operation จะคล้ายกับวิธี spatial filtering แต่แทนที่จะเป็น การคูณ และ บวก ค่าของจุดภาพ ด้วย kernel จะใช้การเปรียบเทียบทางตรรกแทน และกลุ่มของตัวเลขที่จะนำไปกระทำกับจุดภาพจะไม่เรียกว่า kernel แต่จะเรียกว่า mask

ในการกระทำต่อจุดภาพโดยใช้ morphological operation จะเป็นการเปรียบเทียบค่าที่อยู่ใน mask กับค่าของจุดภาพว่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่ากันหรือไม่เท่ากัน จะให้ภาพผลลัพธ์ออกมาเป็นเช่นไรก็แล้วแต่ความต้องการ ของผู้เขียนโปรแกรม มีวิธีการของ morphological operation ง่ายๆแต่มีประโยชน์มากวิธีหนึ่งคือ โดยการเปรียบเทียบค่าของ mask โดยการใช้ AND operator สมมุติค่าของ mask คือ $M_1,M_2,M_3,...M_N$ และค่าของจุดภาพคือ $P_1,P_2,P_3,...P_N$ ดังนั้นผลของการเปรียบเทียบทางตรรกจะเป็น $(M_1=P_1)AND(M_2=P_2)AND...AND(M_N=P_N)$

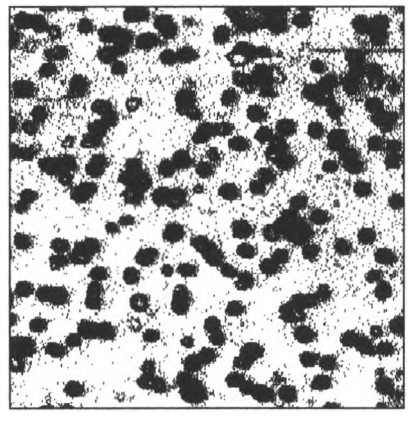
Dilation คือวิธีหนึ่งของ morphological operation โดยจะมีค่าของ mask เป็น 0 (หรือสีดำ) ถ้าการเปรียบเทียบทางตรรกระหว่าง mask กับจุดภาพ มีค่าเป็นจริง จะได้ค่าจุดภาพเป็น 0 (สีดำ) ถ้าเป็นเท็จ ก็จะเป็นสีขาว เพราะว่าค่า mask เป็นสีดำ การเปรียบเทียบทางตรรกจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อทุกจุดในภาพ 8 จุดที่อยู่ล้อมรอบจุดกลางอยู่ต้องเป็นสีดำทั้งหมด ในกรณีนี้ภาพผลลัพธ์จะเป็นสีดำด้วย ถ้ามีสีขาวเพียงเล็กน้อยใน 8 จุด ก็จะได้ภาพผลลัพธ์เป็นสีขาว image dilation จะมีประโยชน์ต่อการกำจัดจุดภาพที่ไม่ต้องการออกไป นอกจากนี้ยังใช้การ dilation ในการหาขอบภาพได้ด้วย โดยการนำภาพสองภาพที่ยังไม่ได้ทำ dilation และ ทำ dilation แล้วมาทำการ subtract กัน ก็จะได้ขอบภาพที่มีความต่อเนื่อง

รูปที่ 3.13 ถึง รูปที่ 3.16 จะเป็นขบวนการตกแต่งภาพรอยอนุภาคที่ได้จากการจับสัญญาณจากกล้องจุลทรรศน์ รูปที่ 3.13 เป็นภาพของรอยอนุภาคที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ ขนาดของภาพจะมีขนาดกว้าง 352 พิกเซล และ สูง 352 พิกเซล เมื่อทำการประมวลผลภาพ binary contrast จะได้รูปที่ 3.14 จะเห็นได้ว่ามีจุดภาพที่ไม่ต้องการมาก ดังนั้นจึงทำการกำจัดจุดภาพที่ไม่ต้องการออกโดยใช้วิธี dilation จะได้รูปที่ 3.15 จะเห็นได้ว่าจุดภาพที่ไม่ต้องการจะถูกกำจัดออกไปเป็นจำนวนมาก หลังจากนั้นจะทำการหาขอบภาพ โดยทำให้เหลือแต่ภาพของขอบ

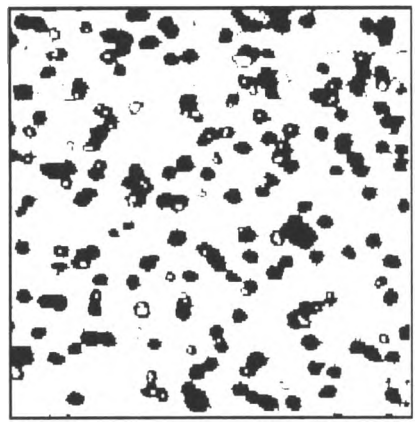
ภาพเท่านั้น การประมวลผลภาพที่ใช้คือ dilation outlining ดังรูปที่ 3.16 ภาพที่ได้จะถูกนำเข้าสู่โปรแกรมนับภาพรอยยอนุภาคต่อไป



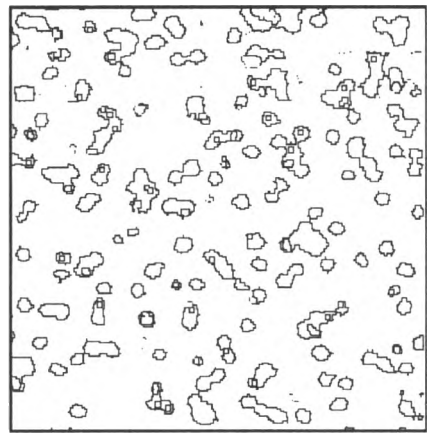
รูปที่ 3.13 ภาพรอยยอนุภาคอัลฟาที่ได้จากการจับภาพจากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 3.14 ภาพรอยยอนุภาคที่ผ่านขบวนการประมวลผลภาพ binary contrast



รูปที่ 3.15 ภาพรอยยอนุภาคที่ผ่านการทำ dilation



รูปที่ 3.16 ภาพรอยยอนุภาคที่ผ่านการทำ dilation outlining