

การนับจำนวนนกอพยพโดยใช้การประมวลผลภาพ

สมหมาย บัวเยี่ยมแสง

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

Emails: sommai_buayam@hotmail.com

บทคัดย่อ

การนับจำนวนนกอพยพโดยใช้วิธีการกำหนดหมายเลข ใช้ข้อมูลจากภาพชนิดเทา ซึ่งได้จากกล้องในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล ในการประมวลผลภาพขั้นแรกจะทำการแปลงภาพชนิดเทา ให้เป็นภาพขาวดำ โดยในขั้นตอนการเลือกจุดตัดฮิสโตแกรมของการแปลงนี้ จะใช้วิธีการของ OTSU ในการคำนวณหาจุดตัดที่เหมาะสม นำภาพขาวดำที่ได้ ผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นเพื่อลดความผิดพลาด ที่เป็นไปได้สองกรณีคือภาพตัวนกขาดออกจากกัน หรือภาพตัวนกมากกว่าหนึ่งตัวติดกันในการแก้ปัญหาจะใช้หลักการขยายภาพ จากนั้นทำการกำหนดหมายเลขพื้นที่ ซึ่งจะทำให้การกำหนดหมายเลขที่ไม่ซ้ำกัน ให้กับแต่ละขอบเขตภาพในพื้นที่คือตัวนกแต่ละตัว ที่มีพื้นที่ไม่ติดกัน โดยใช้เลขจำนวนเต็ม เริ่มจากหนึ่ง สอง จนถึงค่าสูงสุด ดังนั้นตัวเลขสูงสุดที่ได้ก็คือจำนวนนกในภาพที่ต้องการ

คำสำคัญ-- วิธีการของ Otsu , ฮิสโตแกรม, การขยายภาพ, การกำหนดหมายเลข

1. บทนำ

ในการนับจำนวนนกอพยพ โดยอาศัยสมรรถนะของชมรมนกต่าง ๆ จะใช้วิธีให้คนหลายๆ คนยืนดูแล้วช่วยกันนับจำนวนนก ที่บินอยู่บนท้องฟ้า หรืออาจจะถ่ายรูปแล้วมาทำการนับจำนวนภายหลัง ซึ่งทำให้เสียเวลาและไม่สะดวกเป็นอย่างยิ่ง และในการยืนนับนกบนท้องฟ้าจะได้ค่าโดยประมาณที่มีโอกาสผิดพลาดสูงมาก บทความนี้จะใช้วิธีการประมวลผลภาพ ทำการนับจำนวนนกแทนคน โดยการนำภาพดิจิทัลของฝูงนกมาผ่านกระบวนการประมวลผล ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ เป็นจำนวนนกทั้งหมด ทำให้สะดวกรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

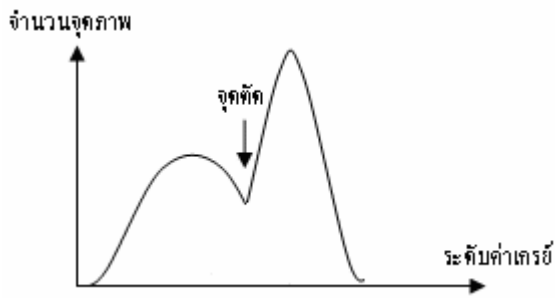
การนับจำนวนนกอพยพ โดยใช้การประมวลผลภาพมีขั้นตอนดังรูปที่ 1 ถ้าข้อมูลภาพเป็นภาพสี ต้องเปลี่ยนให้เป็นภาพเทา (gray) และจากภาพเทาเปลี่ยนให้เป็นภาพขาวดำ(black & white) ก่อนที่จะนำไปประมวลผล ซึ่ง ในขั้นตอนการเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ หรือภาพไบนารี (binary) ในการเลือกจุดตัด (threshold) [1] ที่เหมาะสมจะใช้วิธีของ Otsu [2] จากผลลัพธ์ภาพขาวดำที่ได้ ส่วนที่เป็นตัวนกจะเป็นพื้นที่สีดำบนพื้นหลัง(back ground) สีขาวข้อมูล

ภาพที่ได้นี้มีบางส่วนที่เกิดความผิดพลาดสำคัญ คือภาพนกบางตัวจะไม่ติดต่อกันเป็นพื้นเดียวกัน เช่นปีกหรือขาแยกออกจากตัวนกทำให้ไม่นับเป็นนกหนึ่งตัวจึงต้องนำไปผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นเพื่อ



รูปที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

แก้ไขข้อผิดพลาดนี้ก่อนโดยใช้วิธีการขยาย (Dilation) [1] เพื่อให้บริเวณภาพที่ขาดจากกันกลับมาติดกันเหมือนเดิม จากนั้นเมื่อนำข้อมูลไปผ่านขั้นตอนการกำหนดหมายเลข [3] จะให้ผลลัพธ์เป็นตัวเลข ไม่ซ้ำกันแทนแต่ละพื้นที่ที่แยกจากกัน เรียงจากหมายเลข 1, 2, 3, ... จนถึงหมายเลขสูงสุด ซึ่งค่าหมายเลขสูงสุดนี้ ก็คือจำนวนนกที่ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 2 จุดตัดที่เหมาะสมของค่าฮิสโตแกรม

2. การเลือกจุดตัดฮิสโตแกรม

ในการแปลงภาพเทาเป็นภาพขาวดำ

จากกราฟแสดงค่าฮิสโตแกรม ตามรูปที่ 2 โดยแกนนอนเป็นระดับของค่าเกรย์ ส่วนแกนตั้งเป็นจำนวนจุดภาพ ที่ระดับค่าเกรย์นั้นๆ เราจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสม สำหรับการเลือกตำแหน่งจุดตัด (threshold) งานวิจัยนี้จะใช้วิธีของ Otsu[2] ซึ่งใช้หลักการของการกระจายค่าความน่าจะเป็นของฮิสโตแกรมบนข้อมูลภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$p_i = n_i / N \quad (1)$$

เมื่อ n_i คือจำนวนจุดภาพที่ระดับเกรย์ i , N คือจำนวนจุดภาพทั้งหมด ดังนั้น p_i คือค่าความน่าจะเป็นของจุดภาพที่ระดับเกรย์ i ถ้าจุดตัดอยู่ที่ตำแหน่ง k เรากำหนดให้

$$\omega(k) = p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_k \quad (2)$$

$$\mu(k) = p_{k+1} + p_{k+2} + p_{k+3} + \dots + p_{L-1} \quad (3)$$

เมื่อ L คือจำนวนของระดับค่าเกรย์ ดังนั้น $L-1$ จะเป็นค่าสูงสุด จะได้

$$(2)+(3), \quad \omega(k) + \mu(k) = p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_{L-1} = 1 \quad (4)$$

$$\text{จากนั้นหาค่าเฉลี่ย } Av = p_1 + 2*p_2 + 3*p_3 + \dots + (L-1)*p_{L-1} \quad (5)$$

จากนั้นคำนวณค่า k เพื่อให้ได้ค่าสูงสุดของ y

$$y = (Av*\omega(k) - \mu(k))^2 / (\omega(k)*\mu(k)) \quad (6)$$

หมายเหตุ เครื่องหมาย “*” แทนการคูณ

ค่า k ที่คำนวณได้ค่า y สูงสุดคือตำแหน่งจุดตัดที่เหมาะสม ที่ได้จากวิธีการของ Otsu นี้ ซึ่งจะนำไปใช้เป็นจุดตัดระดับค่าเกรย์ในการแปลงภาพเทาเป็นภาพขาวดำ โดยค่าที่ต่ำกว่าค่า k จะถูกเปลี่ยนเป็น 0 หรือสีดำ ส่วนค่าที่สูงกว่าหรือเท่ากับค่า k จะถูกเปลี่ยนเป็น 1 หรือสีขาว รูปที่ 3 เป็นภาพฝูงนกชนิกภาพเทา เมื่อผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำจะได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 ภาพฝูงนกชนิกภาพเทา



รูปที่ 4 ภาพฝูงนกเมื่อผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำ

3. การแก้ไขภาพนกที่มีบางส่วนขาดออกจากกัน

ภาพฝูงนกเมื่อผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำจากขั้นตอนที่ 2 ภาพนกบางตัวจะมีความผิดพลาดคือส่วนหัว ปีกหรือหางขาดออกจากลำตัวดังรูปที่ 5 จะแก้ปัญหานี้โดยใช้วิธีการขยายภาพ (Thickening) [1]



รูปที่ 5 ภาพนกที่มีบางส่วนขาดออกจากลำตัว

สมมติให้ A และ B แทนเซตของ pixel ดังนั้น Dilation ของ A โดย B แทนด้วยสัญลักษณ์ $A \oplus B$

$$\text{ซึ่ง} \quad A \oplus B = \bigcup Ax : x \in B \quad (7)$$

ความหมายคือทุกพิกัด $x \in B$ จะถูกเปลี่ยนตำแหน่งจากนั้นนำทั้งหมดมา Union กันดังนี้

$$A \oplus B = \{ (x, y) + (u, v) : (x, y) \in A, (u, v) \in B \} \quad (8)$$

Thickening ของ A โดย B แทนด้วยสัญลักษณ์ $A \odot B$

$$\text{ซึ่ง} \quad A \odot B = (A \oplus B^1) \oplus B^2) \dots \oplus B^n \quad (9)$$

ความหมายคือนำเซต A มา Dilation โดย B เป็นจำนวน n ครั้งขึ้นอยู่ว่าต้องการให้ภาพหนาเท่าใด ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ A เป็นเซตของจุดภาพทั้งหมด ส่วน B กำหนดตามสมการที่ 10 โดย 1 แทนจุดภาพและ 0 แทนพื้นที่ว่าง

$$\begin{aligned} B = \{ & 1, 0, 1 \\ & 0, 1, 0 \\ & 1, 0, 1 \} \end{aligned} \quad (10)$$

จากภาพนกในรูปที่ 5 นำมาผ่านขั้นตอนการทำ Thickening โดยให้ $n = 3$ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6



ก. $n = 1$



ข. $n = 2$



ค. $n = 3$

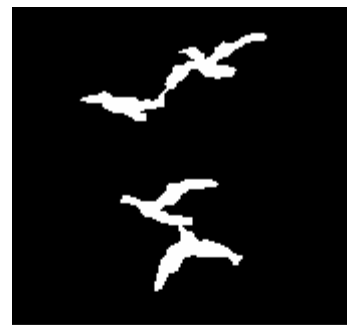
รูปที่ 6 ภาพที่ผ่านการขยายโดยค่า n ต่างๆ กัน

4. การแก้ไขภาพนกที่มีบางส่วนติดกัน

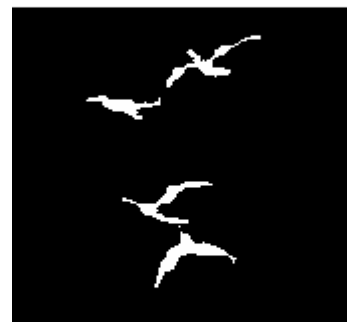
ภาพฝูงนกเมื่อผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำจากขั้นตอนที่ 2 ภาพนกบางภาพจะมีความผิดพลาดแตกต่างจากหัวข้อที่ผ่านมา คือภาพนกมากกว่า 1 ตัวมีบางส่วนติดกัน ทำให้การนับผิดพลาดโดยจะนับรวมกันเป็นตัวเดียว ดังรูปที่ 7 จะแก้ปัญหานี้โดยใช้วิธีการขยายภาพเช่นเดียวกับหัวข้อที่แล้ว แต่แทนที่จะขยายภาพนกเราจะขยายภาพพื้นหลังแทน ขั้นตอนการแก้ไขแสดงดังรูปที่ 8 ขั้นแรกจะทำการสลับสีภาพนกเป็นสีขาวและพื้นภาพเป็นสีดำดังรูปที่ 8(ก) ที่ต้องทำเช่นนี้เพื่อให้สามารถใช้งานการ Dilate ที่ใช้ในหัวข้อที่ 3 ได้เลยซึ่งจะเป็นการขยายพื้นภาพแทนการขยายภาพนก ผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังรูปที่ 8(ข) ขั้นตอนสุดท้ายสลับสีให้กลับมาเหมือนเดิมได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 8(ค) ซึ่งจะได้ภาพนกที่ไม่ติดกันตามต้องการ



รูปที่ 7 ภาพนกที่มีบางส่วนติดกัน



ก. สลับสีนกกับสีพื้นภาพ



ข. ขยายพื้นภาพ โดย $n = 1$



ค. สลับสีนกกับสีพื้นภาพ

รูปที่ 8 การแก้ไขภาพนกที่มีบางส่วนติดกัน

5. การกำหนดหมายเลขในแต่ละขอบเขตภาพ

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงวิธีการ ในการกำหนดหมายเลข (Labeling) ในแต่ละขอบเขตของภาพ[3] จากรูปที่ 9 กำหนดให้ p (pixel) แทนจุดภาพที่กำลังพิจารณา, u แทนจุดภาพที่อยู่ตำแหน่งเหนือจุด p , l แทนจุดภาพที่อยู่ตำแหน่งซ้ายของจุด p , การสแกนจะทำจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง จากนั้นทำการกำหนดเลขหมายตามขั้นตอนดังนี้

	u	
l	p	

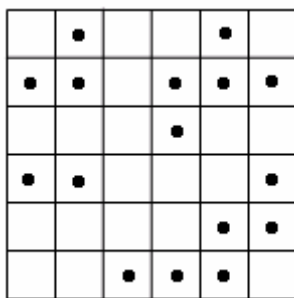
รูปที่ 9 อักษรแทนตำแหน่งบนจุดภาพ

ขั้นที่ 1. ถ้าจุด p ไม่ใช่จุดภาพให้สแกนจุดในตำแหน่งถัดไป ถ้า p เป็นจุดภาพ ให้ตรวจสอบสถานะของ u และ l ถ้าไม่มีจุดใดเป็นจุดภาพให้กำหนดหมายเลขใหม่ให้กับจุด p ถ้ามี l จุดเป็นจุดภาพให้นำหมายเลขของจุดนั้นมากำหนดให้จุด p แต่ถ้ามีมากกว่า 1 จุดเป็นจุดภาพสามารถนำหมายเลขของจุดใดก็ได้มากำหนดให้จุด p โดยถือว่าทุกหมายเลขเทียบเท่ากัน

ขั้นที่ 2. เมื่อสิ้นสุดการสแกนในขั้นที่ 1 จุดภาพทุก ๆ จุดจะมีหมายเลขกำหนด แต่บางหมายเลขจะเทียบเท่ากัน ให้รวมกลุ่มหมายเลขที่เทียบเท่ากัน จากนั้นกำหนดหมายเลขให้แต่ละกลุ่ม

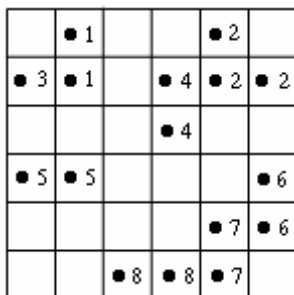
ขั้นที่ 3. นำหมายเลขของแต่ละกลุ่มจากขั้นที่ 2 ไปแทนหมายเลขของจุดภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

จากรูปที่ 10 แสดงตัวอย่างจุดภาพที่จะทำการกำหนดหมายเลข



รูปที่ 10 ตัวอย่างจุดภาพและตำแหน่ง

ขั้นที่ 1. กำหนดหมายเลขตามขั้นที่ 1 ได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 11



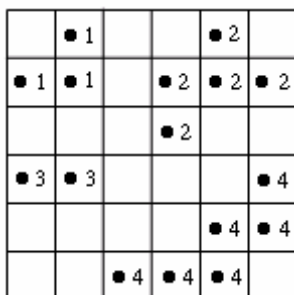
รูปที่ 11 หมายเลขของแต่ละจุดภาพตามขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2. รวมกลุ่มหมายเลขที่เทียบเท่ากันดังนี้

กลุ่ม 1 {1, 3}, กลุ่ม 2 {2, 4},

กลุ่ม 3 {5}, กลุ่ม 4 {6, 7, 8}

ขั้นที่ 3. นำหมายเลขกลุ่มไปแทนหมายเลขจุดภาพ ได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 12



รูปที่ 12 หมายเลขของแต่ละกลุ่มจุดภาพตามขั้นที่ 3

จากผลลัพธ์ที่ได้จากรูปที่ 12 จะเห็นว่าในแต่ละบริเวณ จะมีหมายเลขกำกับไม่ซ้ำกัน ดังนั้นหมายเลขสูงสุดก็คือจำนวนบริเวณทั้งหมด เมื่อนำมาใช้กับข้อมูลภาพนก หมายเลขสูงสุดก็คือจำนวนนกนั่นเอง

6. ผลลัพธ์จากการทดลอง

ทำการทดลองกับข้อมูลฝูงนก ทั้งหมดจำนวน 7 ฝูง โดยภาพนกทั้ง 7 ฝูง แสดงดังรูปที่ 13 และข้อมูลรายละเอียดของไฟล์ภาพแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 รายละเอียดไฟล์ภาพฝูงนก

ฝูง	รูปแบบ	ขนาด	Width	Height
1	JPG	6819	275	183
2	JPG	4422	275	183
3	JPG	5322	298	175
4	JPG	10950	312	172
5	JPG	8253	288	169
6	JPG	6533	271	158
7	JPG	5874	261	160

นกฝูงที่ 1



นกฝูงที่ 2



นกฝูงที่ 3



นกฝูงที่ 4



นกฝูงที่ 5



นกฝูงที่ 6



นกฝูงที่ 7



รูปที่ 13 ภาพนกทั้ง 7 ฝูงที่ใช้ในการทดลอง

ผลลัพธ์จำนวนนกที่ได้จากการประมวลผล เมื่อเทียบกับจำนวนนกจริง และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด แสดงดังตารางที่ 2

ตาราง 2 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของผลลัพธ์

ฝูง	จำนวนนกจริง	จำนวนนกที่นับได้	ผิดพลาด	%
1	48	48	0	0
2	65	66	+1	1.5
3	36	37	+1	2.7
4	26	26	0	0
5	28	26	-2	7.14
6	42	40	0	0
7	24	23	-1	4.1

7. สรุปผลลัพธ์ที่ได้

จากผลลัพธ์ที่ได้ บางข้อมูลก็มีความผิดพลาดน้อย พอยอมรับได้ แต่บางข้อมูลเช่นภาพนกฝูงที่ 5 จะเห็นว่ามีความผิดพลาดสูงมาก จากการวิเคราะห์สามารถแยกสาเหตุที่ทำให้ การประมวลผลได้ผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ได้สองลักษณะ โดยสาเหตุแรกเกิดจากภาพนกซ้อนกัน ทำให้นับรวมกันเป็นตัวเดียว เป็นผลให้จำนวนนกที่ได้น้อยกว่าที่เป็นจริง อีกสาเหตุคือ ในภาพนกหนึ่งตัวมีบางส่วนที่แยกจากกัน จะนับได้ตามจำนวนพื้นที่นั้น ทำให้จำนวนนกที่ได้มากกว่าที่เป็นจริง ถึงแม้จะทำการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการขยายภาพแล้วแต่ก็ยังแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ซึ่งต้องทำการพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Rafael C. Gonzalez, and Richard E. Woods, "Digital Image Processing," Addison -Wesley Publishing.
- [2] N. Otsu, "A threshold selection method from gray - level histograms" IEEE Trans. Sys. Man, Cyber. 9: 62-66.
- [3] Richard W. Hall, "Topological Algorithms for Digital Image Processing" Elsevier North - Holland.