

เว็บประมวลผลภาพบนคลัสเตอร์แบบขนาน

Web Parallel Image Processing On Cluster

พัฒนพงษ์ เกียรติภทรชัย¹, วริศรา เลิศสิทธิสุทธิ์¹, ณิชากัทร ต่อตอก¹, อภิลิทธิ รัตนตรานุรักษ์²

¹นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันข้อมูลข่าวสารสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้อย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารยังคงต้องอาศัยหน่วยประมวลผลกลางเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับข้อมูลที่มีปริมาณมาก จึงมีความสนใจที่จะนำเอาบอร์ดราสเบอร์รี่พายจำนวน 4 บอร์ดมาประมวลผลร่วมกันซึ่งรองรับการทำงานแบบขนาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านเวลาได้สูงขึ้น

ในการวิจัยนี้มีการสร้างเว็บประมวลผลภาพบนคลัสเตอร์แบบขนาน โดยการทดสอบได้แบ่งการประมวลผลดังนี้ ใช้บอร์ดจำนวน 1 ตัวในการทดลองแบบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยที่คลัสเตอร์ 2 ตัวจะแบ่งภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 25 เปอร์เซ็นต์ และคลัสเตอร์ 4 ตัว จะแบ่งภาพ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านเวลาในการประมวลผลภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัลกอริธึมที่ควรสนับสนุนการแบ่งงานอย่างเหมาะสม จากผลการทดสอบพบว่าการทำงานภาพสีเทา การเพิ่ม-ลดความสว่างให้กับภาพ การปรับภาพสีดำ การเบลอภาพ การทำภาพสีขาวดำ การทำภาพซีเปีย การทำโครงสร้างให้กับภาพ และการหาขอบภาพมี Speedup เพิ่มขึ้นมากกว่า 1 เท่า เนื่องจากมีการนำค่าสี RGB ไปคูณกับเมทริกซ์ ทำให้มีการคำนวณแบบวนซ้ำหลายชั้น และมีการเพิ่มความซับซ้อนให้กับฟังก์ชัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพทางด้านเวลาเพิ่มขึ้น ในส่วนของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 1 ตัวมี Speedup ที่มากกว่าคลัสเตอร์ 2 ตัว และ 4 ตัว เนื่องจากมีการนำไอพีเอ็นเอ็มพี มาช่วยในการทำงานแบบขนาน โดยไม่ต้องส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ, คลัสเตอร์, อัลกอริธึม, การทำงานแบบขนาน

บทนำ

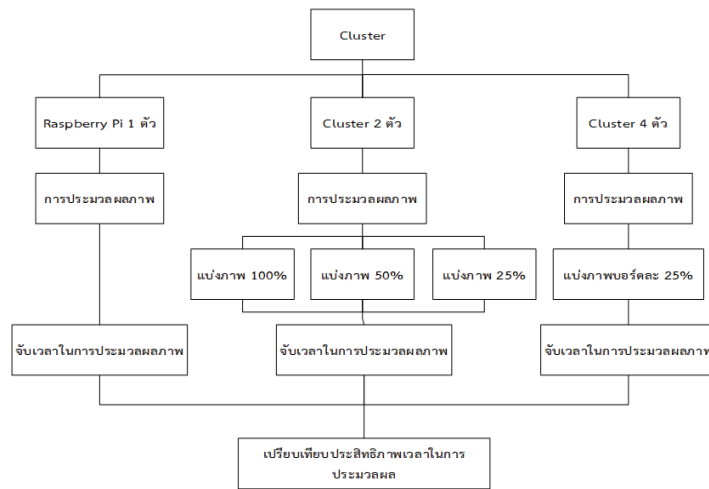
ในปัจจุบันข้อมูลข่าวสารสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้อย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารยังคงต้องอาศัยหน่วยประมวลผลกลางเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับข้อมูลที่มีปริมาณมากและจำนวนผู้ใช้ที่สูงขึ้น การประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เพียงลำพังเครื่องเดียวไม่สามารถจะรองรับปริมาณการคำนวณที่มากขึ้นได้อีกต่อไป

จึงมีความสนใจที่จะนำเอาบอร์ดทรานสเบอร์รี่พายจำนวน 1 ตัว 2 ตัว และ 4 ตัว มาประมวลผลร่วมกัน โดยวัดประสิทธิภาพทั้งแบบขนานและแบบไม่ขนาน จากนั้นทำการเปรียบเทียบบอร์ดทรานสเบอร์รี่พายจำนวน 1 ตัว, คลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 100 เปอร์เซ็นต์, คลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 50 เปอร์เซ็นต์, คลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 25 เปอร์เซ็นต์ และคลัสเตอร์ 4 ตัวแบ่งภาพ 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เกิดปริมาณงานที่ทำ (Throughput) ที่มากขึ้นด้วย ซึ่งการออกแบบระบบการประมวลผลที่รองรับการทำงานต่างๆ ได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการทำงานที่มีการผสมผสานกันของตัวประมวลผลที่มีหลายแบบทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ให้มีการใช้งานที่เหมาะสมกับการประมวลผลแบบขนาน และมีการใช้ประสิทธิภาพในการประมวลผลสูงที่สุด

ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ และใช้ทรัพยากรที่คุ้มค่าโดยเฉพาะการคำนวณที่มีประสิทธิภาพสูง จากปัญหาข้างต้นจึงเป็นที่มาของการทำโครงการ เรื่องเว็บประมวลผลภาพบนคลัสเตอร์แบบขนาน โดยการแบ่งงานบนคลัสเตอร์นั้น จะใช้ Message Passing Interface (MPI) ซึ่งเป็นมาตรฐานการแบ่งงานชนิดหนึ่งเข้ามาช่วยกระจายงานไป ยังโพรเซสเซอร์อื่นๆ ในหลายรูปแบบของการสื่อสาร เช่น Point-to-point, communication จะใช้หลักการการสื่อสารระหว่างโพรเซสเซอร์ในรูปแบบเมสเสจซึ่งขึ้นกับอัลกอริธึมในการแบ่งงาน และสเปคของเครื่องในการประมวลผลควรมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน เพื่อลดปัญหาการรอกันของงาน และอัลกอริธึมก็ควรจะสนับสนุนการแบ่งงานอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาเว็บประมวลผลภาพบนคลัสเตอร์แบบขนานให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพทางด้านเวลาสูงขึ้น

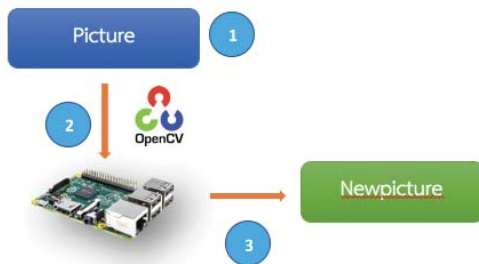
ระเบียบวิธีวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านเวลาในการนำเอาบอร์ดทรานสเบอร์รี่พาย 1 ตัว คลัสเตอร์ 2 ตัว และ 4 ตัวมาเปรียบเทียบความเร็วในการประมวลผลด้วยภาษาซี และโอเพนซีวี และโอเพนเอ็มพี โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมการประมวลผลภาพบนคลัสเตอร์

จากแผนภาพดังกล่าวมีลักษณะการทำงานเริ่มจากการแบ่งออกเป็นบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 1 ตัว, คลัสเตอร์ 2 ตัว และ 4 ตัว จากนั้นทำการประมวลผลภาพหรือการทำฟิลเตอร์ให้กับภาพโดยจะอธิบายลักษณะการทำงานของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 1 ตัว นั้นมีขั้นตอนดังภาพที่ 2

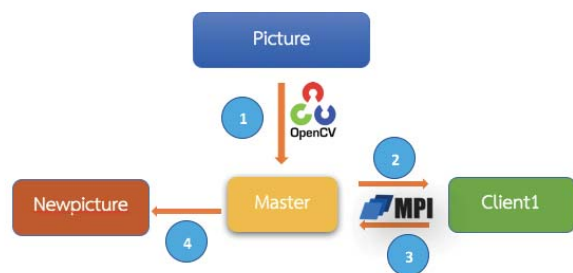


ภาพที่ 2 ลักษณะการทำงานของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 1 ตัว

1. บอร์ดราสเบอร์รี่พายนำไลบรารีโอเพนซีวี (OpenCV) มาช่วยในการอ่านข้อมูลเพื่อประมวลผลภาพ

2. เมื่อทำการอ่านข้อมูลเรียบร้อยแล้วจากนั้นบอร์ดราสเบอร์รี่พายจะทำการประมวลผลภาพ
3. ทำการบันทึกรูปภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วจะได้เป็น Newpicture

ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 2 ตัว แบ่งภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบอร์ดตัวที่หนึ่งจะเรียกว่า “Master” และบอร์ดตัวที่สองจะเรียกว่า “Client1” โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3

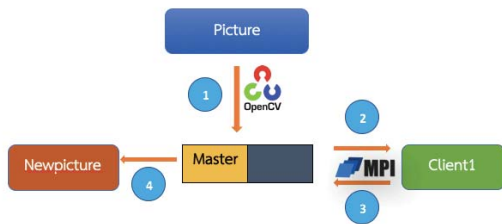


ภาพที่ 3 ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 100 เปอร์เซ็นต์

1. บอร์ดราสเบอร์รี่พายนำไลบรารีโอเพนซีวี (OpenCV) มาช่วยในการอ่านข้อมูลเพื่อ

- ประมวลผลภาพ โดยบอร์ดที่หนึ่งจะเป็น Master และบอร์ดที่สองจะเป็น Client1
- เมื่อทำการอ่านข้อมูลมายัง Master เรียบร้อยแล้วจะทำการแบ่งภาพ 100 เฟอร์เซ็นต์ จากนั้นส่งต่อไปยัง Client1 โดยใช้หลักการของ MPI
 - เมื่อ Master ส่งต่อมาเรียบร้อยแล้ว Client1 จะทำการประมวลผลภาพจากนั้นส่งกลับไปยัง Master โดยใช้หลักการของ MPI
 - ทำการบันทึกรูปภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วจะได้เป็น Newpicture

ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 50 เฟอร์เซ็นต์ ซึ่งบอร์ดตัวที่หนึ่งจะเรียกว่า “Master” และบอร์ดตัวที่สองจะเรียกว่า “Client1” โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 4

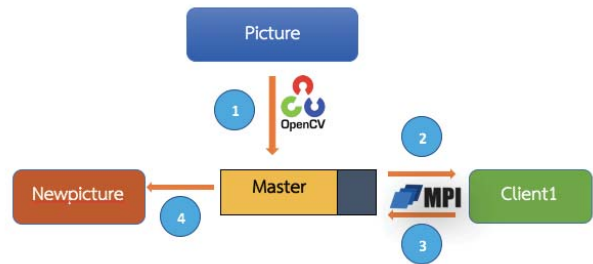


ภาพที่ 4 ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 50 เฟอร์เซ็นต์

- บอร์ดตราสเบอร์รี่พายนำไลบรารีโอเพนซีวี (OpenCV) มาช่วยในอ่านข้อมูลเพื่อประมวลผลภาพ โดยบอร์ดที่หนึ่งจะเป็น Master และบอร์ดที่สองจะเป็น Client1
- เมื่อทำอ่านข้อมูลมายัง Master เรียบร้อยแล้ว “Master” จะทำการแบ่งภาพ 50 เฟอร์เซ็นต์ และ “Client1” จะทำการแบ่งภาพ 50 เฟอร์เซ็นต์ จากนั้นส่งต่อไปยัง Client1 โดยใช้หลักการของ MPI

- เมื่อ Master ส่งต่อมาเรียบร้อยแล้ว “Master” จะทำการประมวลผลภาพ 50 เฟอร์เซ็นต์ และ “Client1” จะทำการประมวลผลภาพ 50 เฟอร์เซ็นต์จากนั้นส่งกลับไปยัง Master โดยใช้หลักการของ MPI
- ทำการบันทึกรูปภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วจะได้เป็น Newpicture

ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 25 เฟอร์เซ็นต์ ซึ่งบอร์ดตัวที่หนึ่งจะเรียกว่า “Master” และบอร์ดตัวที่สองจะเรียกว่า “Client1” โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 5



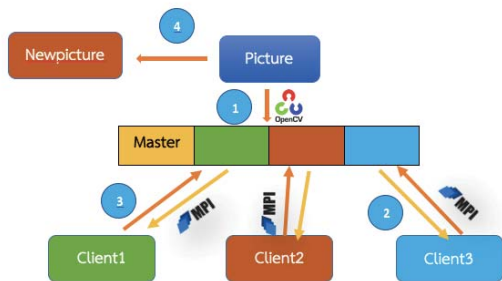
ภาพที่ 5 ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 25 เฟอร์เซ็นต์

- บอร์ดตราสเบอร์รี่พายนำไลบรารีโอเพนซีวี (OpenCV) มาช่วยในอ่านข้อมูลเพื่อประมวลผลภาพ โดยบอร์ดที่หนึ่งจะเป็น Master และบอร์ดที่สองจะเป็น Client1
- เมื่อทำการอ่านข้อมูลมายัง Master เรียบร้อยแล้ว “Master” จะทำการแบ่งภาพ 75 เฟอร์เซ็นต์ และ “Client1” จะทำการแบ่งภาพ 25 เฟอร์เซ็นต์ จากนั้นส่งต่อไปยัง Client1 โดยใช้หลักการของ MPI
- เมื่อ Master ส่งต่อมาเรียบร้อยแล้ว “Master” จะทำการประมวลผลภาพ 75 เฟอร์เซ็นต์ และ “Client1” จะทำการ

ประมวลผลภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น จากนั้นส่งกลับไปยัง Master โดยใช้หลักการของ MPI

4. ทำการบันทึกรูปภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วจะได้เป็น Newpicture

ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 4 ตัว แบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น ซึ่งบอร์ดตัวที่หนึ่งจะเรียกว่า “Master” บอร์ดตัวที่สองจะเรียกว่า “Client1”, บอร์ดตัวที่สามจะเรียกว่า “Client2” และบอร์ดตัวที่สี่จะเรียกว่า “Client3” โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ลักษณะการทำงานของคลัสเตอร์ 4 ตัวแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น

1. บอร์ดตราสเบอร์รี่พายนำไลบรารีโอเพนซีวี (OpenCV) มาช่วยในอ่านข้อมูลเพื่อประมวลผลภาพ โดยบอร์ดที่หนึ่งจะเป็น Master และบอร์ดที่สองจะเป็น Client1

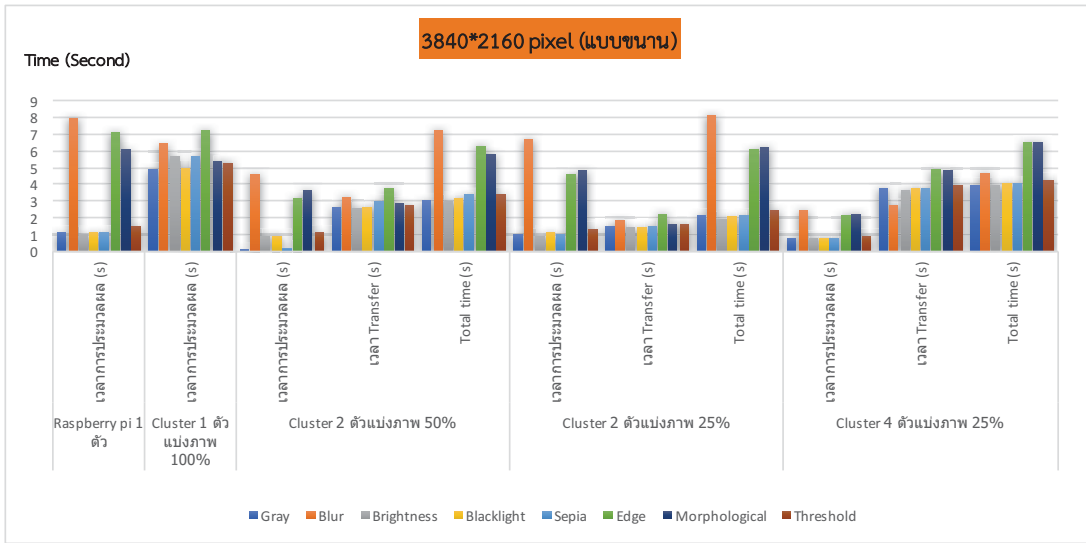
2. เมื่อทำการอ่านข้อมูลมายัง Master เรียบร้อยแล้ว “Master” จะทำการแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น, “Client1” จะทำการแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น, “Client2” จะทำการแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น และ “Client3” จะทำการแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น จากนั้นส่งต่อไปยัง Client1 โดยใช้หลักการของ MPI

3. เมื่อ Master ส่งต่อมาเรียบร้อยแล้ว “Master” จะทำการประมวลผลภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น, “Client1” จะทำการประมวลผลภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น, “Client2” จะทำการประมวลผลภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น และ “Client3” จะทำการประมวลผลภาพ 25 เฟรมขึ้นต้น จากนั้นส่งกลับไปยัง Master โดยใช้หลักการของ MPI

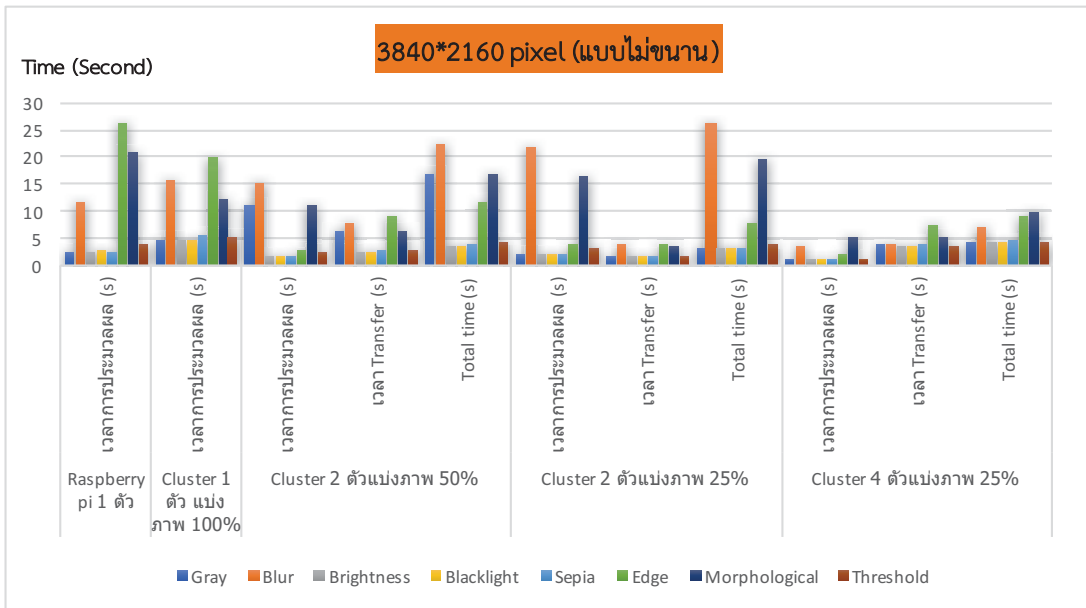
4. ทำการบันทึกรูปภาพที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้วจะได้เป็น Newpicture จากนั้นทำการจับเวลาในการประมวลผลภาพในแต่ละครั้ง รวมถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านเวลาในการประมวลผลภาพบนคลัสเตอร์

ผลการวิจัย

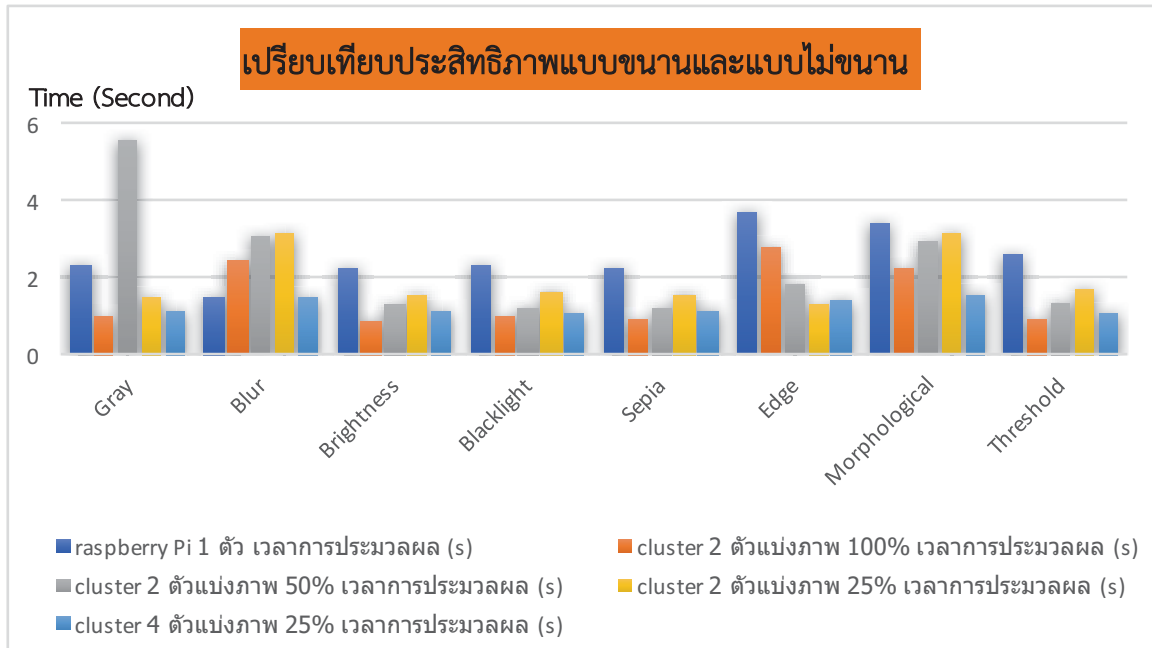
จากผลการทดลองพบว่าขนาดภาพ 3280*2160 พิกเซล ยกตัวอย่างการทำภาพสี่เทาพบว่าการเปรียบเทียบบอร์ดตราสเบอร์รี่พาย 1 ตัวแบบขนานมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 2.31 เท่าของแบบไม่ขนาน การเปรียบเทียบคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 100 เฟรมขึ้นต้นแบบขนานมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 0.98 เท่าของแบบไม่ขนาน การเปรียบเทียบคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 50 เฟรมขึ้นต้นแบบขนานมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 5.55 เท่าของแบบไม่ขนาน การเปรียบเทียบคลัสเตอร์ 2 ตัวแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้นแบบขนานมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 1.51 เท่าของแบบไม่ขนาน และการเปรียบเทียบคลัสเตอร์ 4 ตัวแบ่งภาพ 25 เฟรมขึ้นต้นแบบขนานมีความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 1.14 เท่าของแบบไม่ขนาน ดังภาพที่ 7, 8, 9



ภาพที่ 7 การวัดประสิทธิภาพทางด้านเวลาในการประมวลผลภาพแบบขนาน กำหนดหน่วยวัดเป็นวินาที



ภาพที่ 8 การวัดประสิทธิภาพทางด้านเวลาในการประมวลผลภาพแบบไม่ขนาน กำหนดหน่วยวัดเป็นวินาที



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านเวลาในการประมวลผลภาพแบบไม่ขนาน และแบบไม่ขนาน พบว่าแบบขนานมีความเร็วเพิ่มขึ้นจากแบบไม่ขนาน กำหนดหน่วยเป็นวินาที

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลอง พบว่าการทำภาพสีเทา การเพิ่ม-ลดความสว่างให้กับภาพ การปรับภาพสีดำ การเบลอภาพ การทำภาพสีขาวดำ การทำภาพซีเปีย การทำโครงสร้างให้กับภาพ และการหาขอบภาพมี Speedup เพิ่มขึ้นมากกว่า 1 เท่าเนื่องจากมีการนำค่าสี RGB ไปคูณกับเมทริกซ์ ทำให้มีการคำนวณแบบวนซ้ำหลายชั้น และมีการเพิ่มความซับซ้อนให้กับฟังก์ชัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพทางด้านเวลาเพิ่มขึ้น ในส่วนของบอร์ดราสเบอร์รี่พาย 1 ตัวมี Speedup ที่มากกว่าคลัสเตอร์ 2 ตัว และ 4 ตัว เนื่องจากมีการนำโอเพนเอ็มพีมาช่วยในการทำงานแบบขนาน

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้ หากมีการเพิ่มความซับซ้อนให้กับฟังก์ชัน เพิ่มการคำนวณแบบวนซ้ำหลายชั้น และการเพิ่มจำนวนบอร์ดราสเบอร์รี่พายที่สามารถรองรับการทำงานแบบขนาน จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านเวลาได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Pragnan Chakravorty, "What Is a Signal? [Lecture Notes]," IEEE Signal Processing Magazine, vol. 35, no. 5, pp. 175-177, Sept. 2018.

J.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner and J.F. Hughes, Computer Graphics, Principles and Practice, Addison-Wesley, Reading, 1990.

R.C. Gonzales and R.E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley, Reading, 1992.

Rutgers University, CS 334, Introduction to Imaging and Multimedia, Fall 2012

R. Eigenmann (Editor), M. Voss (Editor), OpenMP Shared Memory Parallel Programming: International Workshop on OpenMP Applications and Tools, WOMPAT 2001, West Lafayette, IN, USA, July 30–31, 2001.

B. Chapman, G. Jost, R. van der Pas, D.J. Kuck (foreword), Using OpenMP: Portable Shared Memory Parallel Programming. The MIT Press (October 31, 2007).

Jeff Squyres. "Open MPI: 10¹⁵ Flops Can't Be Wrong". Open MPI Project. Retrieved 2011-09-27.

Sur, Sayantan; Koop, Matthew J.; Panda, Dhabaleswar K."High performance

and Scalable MPI over InfiniBand with Reduced Memory Usage: An In-depth Performance, 2017.

Teng Wang; Kevin Vasko; Zhuo Liu; Hui Chen; Weikuan Yu (2016). "Enhance parallel input/output with cross-bundle aggregation". The International Journal of High Performance Computing Applications. 30 (2): 241–256.

Charles Poynton, Digital Video and HDTV, Chapter 24, pp. 291–292, Morgan Kaufmann, 2003.

Pascale, Danny. "A Review of RGB color spaces...from xyY to R'G'B' " 2008-01-21.

Lindbloom, Bruce. "RGB Working Space Information". Retrieved November 18, 2005.

Colantoni, Philippe. "RGB cube transformation in different color spaces". Archived from the original on 2008-05-05.