นายธนพล วงศ์อาษา 62010356

นายสุทธิราช ภูโท 62010966

**การทดลองที่ 13 การพัฒนาอัลกอริทึมแบบขนานด้วย OpenMP**

**NOTE: แลปนี้ทำบนบอร์ด Raspberry Pi 4 ทำให้การคำนวณต้องเริ่มจากแมทริกซ์ N=400**

**การวัด CPU Utilization**

8. ทดสอบการทำงานโดยการเปิดคลิปเดียวกันบน YouTube.com ที่ความละเอียดแตกต่างกัน เช่น 240p,480p และ 720p ทีละค่าเพื่อให้เห็นค่า %CPUmax ที่แตกต่าง

**ตอบ** ในสภาวะ Idle มีค่าอยู่ที่ 0%

* วิดีโอ 240p: 20%
* วิดีโอ 480p: 27%
* วิดีโอ 720p: 29%

**การคูณแมทริกซ์แบบขนาน**

6. จดบันทึกค่า CPU Utilization สูงสุดหรือ %*CPUmax* ที่สังเกตได้หาค่าเฉลี่ยของ *Tmul,n Treal Tuser*

และ *Tsys* ที่ได้ลงในตารางที่ M.1

**ตอบ**

n=1 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| เวลาเฉลี่ย | N=400 (วินาที) | N=800 (วินาที) | N=1000 (วินาที) |
| Tmul,1 | 1.2 | 11.4 | 30 |
| Treal | 1.352 | 11.3808 | 30.4266 |
| Tuser | 1.341 | 11.3334 | 30.3012 |
| Tsys | 0.0074 | 0.041 | 0.063 |
| %CPUmax | 14 | 25 | 25 |

n=2 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| เวลาเฉลี่ย | N=400 (วินาที) | N=800 (วินาที) | N=1000 (วินาที) |
| Tmul,2 | 0.4 | 5.8 | 15 |
| Treal | 0.7252 | 5.8708 | 15.3946 |
| Tuser | 1.3824 | 11.5006 | 30.36 |
| Tsys | 0.0174 | 0.0476 | 0.0568 |
| %CPUmax | 24 | 50 | 50 |

n=4 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| เวลาเฉลี่ย | N=400 (วินาที) | N=800 (วินาที) | N=1000 (วินาที) |
| Tmul,4 | 0.4 | 3 | 8 |
| Treal | 0.4256 | 3.2766 | 8.362 |
| Tuser | 1.4466 | 12.4688 | 30.9384 |
| Tsys | 0.02 | 0.0374 | 0.0778 |
| %CPUmax | 25 | 100 | 100 |

n=8 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| เวลาเฉลี่ย | N=400 (วินาที) | N=800 (วินาที) | N=1000 (วินาที) |
| Tmul,8 | 0.2 | 3.2 | 8 |
| Treal | 0.4216 | 3.2398 | 8.0432 |
| Tuser | 1.4226 | 12.3446 | 30.3448 |
| Tsys | 0.0206 | 0.028 | 0.051 |
| %CPUmax | 25 | 100 | 100 |

**ความซับซ้อนของการคำนวณ (Complexity)**

ตาราง M2 อัตราส่วนการคูณแมทริกซ์ขนาด N และเวลาที่ขนาด 400 ที่จำนวนเทรดเท่ากับ 1, 2, 4, 8 เทรด

**ตอบ**

n=1 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N=400 | N=800 | N=1000 |
| TN,1/T400,1 | 1 | 9.5 | 25 |
| 2√(TN,1/T400,1) | 1 | 3.082207 | 5 |
| 3√(TN,1/T400,1) | 1 | 2.11791179 | 2.92401774 |

n=2 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N=400 | N=800 | N=1000 |
| TN,2/T400,2 | 1 | 14.5 | 37.5 |
| 2√(TN,2/T400,2) | 1 | 3.80788655 | 6.12372436 |
| 3√(TN,2/T400,2) | 1 | 2.43849948 | 3.34716475 |

n=4 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N=400 | N=800 | N=1000 |
| TN,4/T400,4 | 1 | 7.5 | 20 |
| 2√(TN,4/T400,4) | 1 | 2.73861279 | 4.47213595 |
| 3√(TN,4/T400,4) | 1 | 1.95743382 | 2.71441762 |

n=8 เทรด

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N=400 | N=800 | N=1000 |
| TN,8/T400,8 | 1 | 16 | 40 |
| 2√(TN,8/T400,8) | 1 | 4 | 6.32455532 |
| 3√(TN,8/T400,8) | 1 | 2.5198421 | 3.41995189 |

จงเปรียบเทียบค่าผลการคำนวณที่ได้ในตาราง M2 เมื่อ N2=800, 1000 และ n=1, 2, 4, 8 ว่ามีค่าใกล้เคียงกับ N2/400 = 2,4,5 อย่างไร เพราะเหตุใด

**ตอบ** ฟหกด

**ประสิทธิภาพ (Performance) ของการคำนวณแบบขนาน**

ตาราง M3 ผลการคำนวณ Speedup(n) ของการคูณแมทริกซ์ขนาด N ที่จำนวนเทรดเท่ากับ 1, 2, 4, 8

**ตอบ** ค่าแปลก

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Speedup(n) | N=400 | N=800 | N=1000 |
| n=1 | 1 | 1 | 1 |
| n=2 | 3 | 1.96551724 | 2 |
| n=4 | 3 | 3.8 | 3.75 |
| n=8 | 6 | 3.5625 | 3.75 |

จำนวนเทรดและจำนวนซีพียูคอร์มีผลต่อค่า Speedup อย่างไร วิเคราะห์ทั้ง 3 กรณี

จำนวนเทรด < จำนวนคอร์

**ตอบ** ฟหกด

จำนวนเทรด = จำนวนคอร์

**ตอบ** ฟหกด

จำนวนเทรด > จำนวนคอร์

**ตอบ** ฟหกด

**กิจกรรมท้ายการทดลอง (Wording ยังไม่ดี)**

1. เหตุใดการทดลองจึงต้องใช้การหาค่าเฉลี่ยเวลาต่างๆ

**ตอบ** การทดลองแต่ละครั้งให้ผลลัพธ์เวลาที่แตกต่างกัน จึงควรมีการนำค่ากลางมาเป็นตัวแทนของข้อมูลซึ่งค่าเฉลี่ยก็เป็นค่ากลางหนึ่งที่เหมาะสมในการเลือกใช้

8. จำนวนเทรดที่เพิ่มขึ้นทำให้การคำนวณเร็วขึ้นอย่างไร มีข้อจำกัดหรือไม่

**ตอบ** การเพิ่มเทรดทำให้การคำนวณเร็วขึ้นเป็นเท่าตัวจริง แต่ก็จะเพิ่ม CPU utilization ด้วยเช่นกัน เมื่อ CPU Utilization ถึงขีดจำกัดแล้วก็จะไม่สามารถเร็วขึ้นกว่านั้นได้อีกนอกเหนือจากการเพิ่มเทรด ข้อจำกัดอีกข้อคือจำนวนเทรดจะไม่สามารถเพิ่มเกินจำนวน CPU Core ที่มีอยู่ได้ แม้เพิ่มเกินไปก็ไม่สามารถเพิ่มความเร็วการคำนวณได้