

Investigación Métricas y Ensamblador

Joseph David Jimenez Zuñiga, 2016133677, josephdjz@estudiantec.cr

1. RESPUESTA 1

Basándonos en el artículo propuesto el cual habla sobre unas leyes de aceleración del rendimiento de Computación paralela. Se menciona la ley de Amdahl, la ley de Gustafson. Estas leyes miden cuánto más rápido puede ser un programa cuando se ejecuta en paralelo en comparación con cuando se ejecuta en secuencia. Ayudan a entender si el programa puede acelerarse significativamente al usar múltiples procesadores y cómo varía esa mejora según el número de procesadores.

La computación paralela es un modelo computacional donde múltiples operaciones se realizan simultáneamente. En el caso de software, al usar varios procesadores para trabajar simultáneamente para lograr el mismo objetivo, se producía la salida en mucho menos tiempo. Esto da lugar a la idea de la computación paralela.

La mejora de la velocidad es una de las medidas de rendimiento que indica hasta qué punto es posible paralelizar un programa secuencial, es decir, la relación entre el tiempo tomado por un sistema de un solo procesador y el tiempo tomado por un sistema de procesamiento paralelo. Esto se le llama "Speed Up", que se calcula como

$$S = Se + \frac{Tiempo1}{TiempoN} \quad (1)$$

donde N es el número de procesadores, Tiempo1 es el tiempo de ejecución de un solo procesador y TiempoN es el tiempo de ejecución de N procesadores. Existen tres posibles relaciones entre el aumento de velocidad y el número de procesadores(P):

1. SpeedUp < . P, o Aumento de velocidad sublineal.
2. SpeedUp = . P, o Aumento de velocidad lineal.
3. SpeedUp > . P, o Aumento de velocidad superlineal.

1.1. Ley de Amdahl

Propuesta por Gene Amdahl en 1967; Considera que los programas tienen un tamaño fijo y establece que la mejora en el rendimiento de un sistema mediante la paralelización está limitada por la fracción de tiempo dedicada a la parte secuencial del proceso. La ecuación de Amdahl se expresa como:

- Instituto Tecnológico de Costa Rica, Área Académica de Ingeniería en Computadores, CE4301 — Arquitectura de Computadores I.
- Profesor. Jason Leiton Jimenez.

$$T(N) = Se + \frac{1 - Se}{N} \quad (2)$$

Donde:

T(N) es el tiempo total de ejecución en N procesadores, Se es la fracción en serie, (1-Se) es la fracción ejecutada en paralelo, y N es el número de procesadores.

Establece que la aceleración no depende del número de procesadores en paralelo, sino de la fracción que no puede ser paralelizada. Esta ley no tiene en cuenta cómo la capacidad de un sistema informático aumenta en proporción a su tamaño, ya que indica que la parte del trabajo que puede realizarse de manera paralela es limitada.

1.2. Ley de Gustafson

Propuesta por John Gustafson en 1988, Esta ley establece el aumento del tamaño del problema para máquinas grandes puede mantener la escalabilidad con respecto al número de procesadores. Asume que el impacto de la parte secuencial en el rendimiento disminuye a medida que aumenta el tamaño del sistema. Sienta las bases para el paradigma de aceleración de un tiempo fijo. La ecuación de Gustafson se expresa como:

$$Speedup = p + (1 - p)Se \quad (3)$$

Donde:

p es el número de procesadores y Se es la fracción de los que se ejecutan paralelamente.

Sirve como una solución sobre el cuello de botella secuencial de la Ley de Amdahl al relajar la restricción del tamaño fijo.

1.3. Contraste

La Ley de Amdahl predice un aumento de rendimiento limitado a medida que se agregan más unidades de procesamiento. Esto significa que aunque se aumente la cantidad de unidades de procesamiento, siempre habrá una fracción del proceso que se ejecutará de forma secuencial, lo que limita el aumento total del rendimiento. La ley Gustafson's Law predice un crecimiento ilimitado del rendimiento al aumentar el número de unidades de procesamiento. La influencia de la parte secuencial en el rendimiento disminuye, lo que lleva a un aumento continuo del rendimiento a medida que se agregan más unidades. Esto implica que un sistema con

una alta paralelización puede obtener un rendimiento significativamente mayor a medida que se aumenta el número de unidades.

Al realizar pruebas utilizando las Leyes de Amdahl y Gustafson para evaluar el rendimiento en un entorno de computación paralela. La Ley de Amdahl para calcular el factor de Speedup en función del número de procesadores. Los resultados muestran que, si bien el factor de aceleración aumenta a medida que se agregan más procesadores, este aumento es cada vez menor. Después de alcanzar un punto máximo, agregar más procesadores apenas afecta el rendimiento. La Ley de Gustafson para calcular el factor de aceleración. Contrariamente a los resultados de la Ley de Amdahl, se observa un aumento más significativo y constante en el factor de aceleración a medida que se aumenta el número de procesadores.

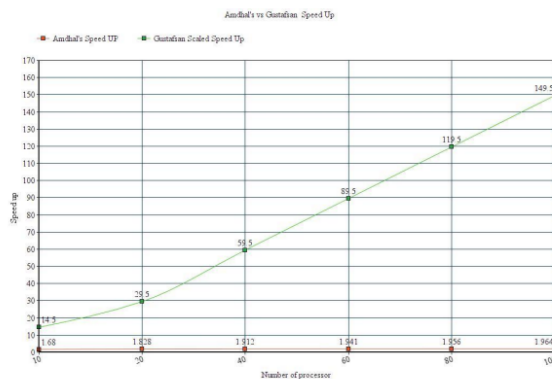


Figura 1. Resultados de prueba de ambas leyes

En resumen mientras Amdahl's Law advierte sobre las limitaciones de la paralelización, Gustafson's Law resalta el potencial de un aumento ilimitado del rendimiento con una alta paralelización.

2. RESPUESTA 2

El benchmark Dhrystone es una prueba de referencia que se usa para evaluar el rendimiento de los sistemas en el ámbito de los microprocesadores y microcontroladores. Consiste en una serie de rutinas de código que simulan un conjunto de operaciones comunes en aplicaciones de propósito general, como asignar a memoria, calcular aritméticamente, etc. El rendimiento se mide en DMIPS (Millones de Instrucciones por Segundo Dhrystone) por MHz, lo que indica cuántas instrucciones de Dhrystone puede ejecutar el procesador en un segundo, a una velocidad de reloj de un MHz.

E2 Series Options: Hasta 1,38 DMIPS/MHz: Rendimiento máximo de 1,38 millones de instrucciones Dhrystone por segundo por MHz. E20 Standard Core: 1,1 DMIPS/MHz: El núcleo estándar E20 con un rendimiento de 1,1 millones de instrucciones Dhrystone por segundo por MHz. E21 Standard Core: 1,38 DMIPS/MHz: El núcleo estándar E21 con un rendimiento de 1,38 millones de instrucciones Dhrystone por segundo por MHz. Cortex-M0+: 0,95 DMIPS/MHz: El procesador Cortex-M0+ con un rendimiento de 0,95 millones de instrucciones Dhrystone por segundo por MHz.

Cortex-M3: 1,25 DMIPS/MHz: El procesador Cortex-M3 con un rendimiento de 1,25 millones de instrucciones Dhrystone por segundo por MHz. Cortex-M4: 1,25 DMIPS/MHz: El procesador Cortex-M4 con un rendimiento de 1,25 millones de instrucciones Dhrystone por segundo por MHz.

Los datos de Dhrystone muestran que los procesadores de la serie E2 ofrecen un rendimiento máximo de hasta 1,38 DMIPS/MHz, mientras que los procesadores Cortex de ARM varían en rendimiento, con el Cortex-M0+ siendo el más bajo en 0,95 DMIPS/MHz y el Cortex-M3 y el Cortex-M4 alcanzando 1,25 DMIPS/MHz. Esto indica que, en términos de rendimiento por MHz, los procesadores de la serie E2 tienen una ventaja potencial sobre los procesadores Cortex en términos de capacidad de procesamiento bruto.

Dhrystone proporciona una evaluación significativa en la comparación entre los procesadores de la serie E2 y los Cortex de ARM, pero es importante considerar que existen múltiples características adicionales que influyen en el rendimiento y la idoneidad de un procesador para aplicaciones específicas. Junto con Dhrystone, pruebas como CoreMark, registros enteros, unidades de punto flotante (FPU), multiplicación y división de hardware, mapa de memoria, operaciones atómicas, número de interrupciones, protección de memoria e interfaces de bus son igualmente esenciales para una evaluación completa. Estas características proporcionan una visión más detallada del rendimiento del procesador en diversas aplicaciones y escenarios de uso, lo que permite una comparación más precisa y una selección adecuada según los requisitos de la aplicación y las restricciones del sistema.

REFERENCIAS

- [1] Kumari, Anshu, An Analytical Study of Amdahl's and Gustafson's Law (August 9, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3435202> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3435202>
- [2] Barbier, D. (2018). Introducing the latest SiFive RISC-V core IP series. Retrieved from <https://riscv.org/wp-content/uploads/2018/07/DAC-SiFive-Drew-Barbier.pdf>