

Práctica 2.2

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE PARALELISMO

Jordi Blasco Lozano

Razonamiento y representación del conocimiento

Grado en Inteligencia Artificial

Indice:

Indice:	2
1. Introducción	2
2. Ejercicio 1 (COMPARACIÓN DE LEY DE AMDAHL Y LEY DE GUSTAFSON)	3
3. Ejercicio 2 (OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL MEDIANTE PARALELIZACIÓN)	4

1. Introducción

En esta práctica, vamos a explorar cómo la computación paralela puede hacer que las fábricas y el procesamiento de datos sean más eficientes. Trataremos de dividir el trabajo en partes más pequeñas para hacerlo más rápido.

Primero, vamos a ver dos reglas importantes: la Ley de Amdahl y la Ley de Gustafson. Estas reglas nos ayudan a entender cuánto más rápido podemos hacer las cosas si usamos más núcleos al mismo tiempo. Haremos algunos cálculos para ver cuál de estas reglas es más útil en diferentes situaciones.

Aplicaremos estas ideas a un ejemplo real: mejorar cómo se fabrican las baterías en una fábrica de coches eléctricos. Veremos qué tareas se pueden hacer al mismo tiempo, cómo organizar mejor el trabajo y qué problemas podrían aparecer, como coordinar varias máquinas sin que haya errores.

2. Ejercicio 1 (COMPARACIÓN DE LEY DE AMDAHL Y LEY DE GUSTAFSON)

La aceleración teórica según la Ley de Amdahl se calcula con la fórmula:

$$S(N) = \frac{1}{(1 - P) + \frac{P}{N}}$$

Donde:

- **P = 0.7** (fracción paralelizable del código)
- **N = 16** (número de procesadores)

Sustituyendo los valores:

$$S(16) \approx 2.91$$

La aceleración según la Ley de Gustafson se calcula con la fórmula:

$$S(N) = N - \alpha(N - 1)$$

Donde:

- **$\alpha = 0.3$** (fracción secuencial del código)
- **N = 16** (número de procesadores)

Sustituyendo los valores:

$$S(16) = 11.5$$

Comparación y conclusiones

Los resultados muestran que la Ley de Amdahl es más restrictiva, limitando la aceleración máxima debido a la parte secuencial del código. En cambio, la Ley de Gustafson permite mayor escalabilidad cuando el tamaño del problema aumenta. Para aplicaciones donde el problema puede crecer, la Ley de Gustafson es más favorable.

Para mejorar la eficiencia del programa, se debería de reducir la fracción secuencial del código optimizando algoritmos para así aumentar la aceleración del problema.

3. Ejercicio 2 (OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL MEDIANTE PARALELIZACIÓN)

El ensamblaje de baterías en la fábrica de automóviles eléctricos en el escenario descrito sigue un proceso secuencial, esto genera retrasos en la producción. Para optimizarlo, deberíamos implementar paralelización en diferentes etapas. Por ejemplo, mientras unas celdas de batería se ensamblan, otras pueden ser verificadas simultáneamente por robots de inspección. Además, el ensamblaje de las celdas en módulos puede dividirse en varias estaciones de trabajo que operen en paralelo. De la misma manera, la inspección final y las pruebas de carga pueden realizarse en múltiples estaciones al mismo tiempo para reducir tiempos de espera.

El modelo de paralelismo más adecuado en este caso es el paralelismo a nivel de tareas, permitiendo que diferentes grupos de robots o estaciones realicen tareas independientes sin esperar la finalización de otras etapas. En particular, la verificación de calidad puede distribuirse entre varios robots o sensores que inspeccionen diferentes partes de una batería a la vez, reduciendo tiempos de espera y mejorando la eficiencia.

Aplicando la Ley de Amdahl para calcular la aceleración teórica del proceso, donde el 60% del proceso es paralelizable ($P = 0.6$) y se utilizan 8 robots ($N = 8$), la aceleración esperada es de:

$$S(8) = \frac{1}{(1 - 0.6) + \frac{0.6}{8}} \approx 2.1$$

La producción sería 2.1 veces más rápida en comparación con el proceso secuencial.

Si asumimos que el tamaño de producción se puede escalar aumentando el número de baterías fabricadas simultáneamente y usamos la Ley de Gustafson

$$S(8) = 8 - 0.4(8 - 1) = 5.2$$

Observamos que con 8 robots trabajando en paralelo, la aceleración efectiva del proceso alcanzaría aproximadamente **5.2 veces** en comparación con la ejecución secuencial.

En el escenario descrito, la Ley de Gustafson es más adecuada ya que el proceso de fabricación de baterías se puede escalar aumentando la producción y el número de robots o estaciones de trabajo. A diferencia de la Ley de Amdahl, que establece un límite teórico en la mejora del rendimiento debido a la parte secuencial del proceso, la Ley de Gustafson reconoce que, si aumentamos la cantidad de trabajo junto con los recursos disponibles, la eficiencia mejora significativamente.

En este caso, al añadir más robots o estaciones, no solo reducimos el tiempo de cada tarea, sino que también podemos fabricar más baterías en paralelo. Por ello, Gustafson permite una visión más realista del crecimiento del rendimiento en una fábrica donde la producción puede expandirse con el uso de más recursos.

Para implementar la paralelización en la fábrica, se pueden adoptar por varias estrategias. Sería útil utilizar robots colaborativos para la inspección simultánea de celdas, dividir el montaje de módulos, y ejecutar pruebas de carga en paralelo en diferentes baterías.

La implementación de este modelo presenta desafíos como la sincronización entre estaciones para evitar cuellos de botella, la necesidad de un sistema eficiente de comunicación y gestión de datos, y la optimización de algoritmos para distribuir la carga de trabajo de manera equitativa.

Además de la paralelización, se pueden aplicar otras tecnologías para mejorar aún más la producción, como el uso de robots colaborativos inteligentes, simulaciones computacionales para optimizar la distribución del trabajo y la integración de sensores avanzados para mejorar la inspección de calidad.