
MAC0438 - Programação Concorrente

Daniel Macêdo Batista

IME - USP, 2 de Abril de 2013

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

Alguns algoritmos paralelos

Sacola de tarefas

Alguns algoritmos paralelos

Cálculos em prefixos de vetores

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- Operações em vetores são comuns para diversas áreas
processamento de imagens, expressões regulares,
etc...
- Como calcular a média de todos os prefixos $a[0:i]$?
Primeiro é necessário calcular as somas dos prefixos

Algoritmo para soma de prefixos (sequencial)

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- `sum[i]` armazena a soma dos `i` primeiros elementos do vetor `a`

```
int a[n];  
int soma[n];  
soma[0]=a[0];  
  
for [i=1 to n-1] {  
    soma[i]=soma[i-1]+a[i];  
}
```

Algoritmo para soma de prefixos (paralelo)

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- Primeiro pensando em um algoritmo para somar todas as posições do vetor. Como fazer uma solução que em $\log_2 n$ resolva o problema? Como seria?

Algoritmo para soma de prefixos (paralelo)

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- Adaptar a idéia de ir dobrando o número de elementos somados a cada passo. **Como seria?**
- Primeiro faz $\text{sum}[i] = a[i]$
- Nos próximos passos vai somando $\text{sum}[i-1]$, $\text{sum}[i-2]$, a $\text{sum}[i]$.

Algoritmo para soma de prefixos (paralelo)

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- valores iniciais de a: 1 2 3 4 5 6
- sum após distância 1: 1 3 5 7 9 11
- sum após distância 2: 1 3 6 10 14 18
- sum após distância 4: 1 3 6 10 15 21

Algoritmo para soma de prefixos (paralelo)

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

```
int a[n], sum[n], old[n];
process Sum[i = 0 to n-1] {
    int d = 1;
    sum[i] = a[i];
    barrier(i);
    while (d < n) {
        old[i] = sum[i];
        barrier(i);
        if ((i-d) >= 0)
            sum[i] = old[i-d] + sum[i];
        barrier(i);
        d = d+d;
    }
}
```

Sacola de tarefas

Motivação para esse tipo de implementação

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- ☐ Ambientes distribuídos
- ☐ Tarefas parecidas vão sendo colocadas em uma sacola
- ☐ Cada worker olha a sacola e se tiver alguma tarefa, executa

Algoritmo básico

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

```
while (true) {  
    if (sacola vazia)  
        break;  
    pega uma tarefa da sacola;  
    executa a tarefa; /* Pode ser que gere mais tarefas */  
}
```

Quando usar?

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- ☐ Paralelismo recursivo em que tarefas são criadas dinamicamente
- ☐ Problemas iterativos com um número fixo de tarefas
- ☐ Útil quando queremos um programa escalável sem saber de antemão a quantidade de unidades de processamento

O que definir

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- ☐ Representação da tarefa
- ☐ Sacola
- ☐ Como detectar que o programa terminou

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- ☐ Duas matrizes $n \times n$ a e b
- ☐ Cada tarefa poderia ser a multiplicação de um valor da matriz c resultante
- ☐ Vamos fazer um algoritmo em que cada tarefa é a multiplicação de uma linha inteira da matriz resultante

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- Inicialmente, há n tarefas na sacola (todas as linhas a serem calculadas)
- Como representar a sacola? A ideia é que cada worker pegue uma linha para calcular a multiplicação e marque que pegou essa linha

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- ❑ A sacola pode apenas contar as linhas (ou melhor, a próxima linha)
- ❑ Cada Worker marca que pegou uma linha incrementando a variável

```
int nextRow = 0;  
  
<row = nextRow; nextRow++;>
```

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

```
int nextRow = 0;
```

```
<row = nextRow; nextRow++;>
```

- ☐ A sacola estará vazia quando row chegar a n
- ☐ Fácil implementar a solução com Fetch and Add
- ☐ Caso não tenha Fetch and Add, pode utilizar outros mecanismos visto nas aulas anteriores.

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

□ Como seria o algoritmo?

```
while (true) {  
    if (sacola vazia)  
        break;  
    pega uma tarefa da sacola;  
    executa a tarefa; /* Pode ser que gere mais tarefas */  
}
```

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

```
int nextRow=0;
double a[n,n], b[n,n], c[n,n];
process Worker[w = 1 to P] {
    int row;
    double sum; /* Para poder fazer as multiplicações */
                /* parciais */
    while (true) {
        < row = nextRow; nextRow++; >
        if (row >= n)
            break;
        calcula uma linha de c [row,*];
    }
}
```

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- Como fazer o último worker imprimir a matriz resultante?

Multiplicação de matrizes

Alguns algoritmos
paralelos

Sacola de tarefas

- ❑ Como fazer o último worker imprimir a matriz resultante?
- ❑ Adicionar uma variável done que começa com zero e incrementa exatamente antes do break de forma atômica.

```
if (done == n)
    imprime matriz c;
```