



Paralelizando a execução com OpenMP: Problema N Rainhas

Alunos: Giordano M. Rossa, Alberto Neuenfeld Helbig, Lucas Quevedo Garcia

Data: 31/03/2023

1 Implementação

Este código implementa o problema das N-Rainhas usando OpenMP para paralelização. O problema consiste em colocar N rainhas em um tabuleiro NxN sem que elas se ataquem. A função "place" verifica se é possível colocar uma rainha em determinada posição no tabuleiro. A função "nqueens" é a função principal do programa, responsável por encontrar todas as soluções possíveis para o problema, usando recursão para percorrer todas as possíveis configurações de colocação das rainhas.

- **#pragma omp parallel for:** A diretiva OpenMP "#pragma omp parallel for" é usada para paralelizar o loop "for" dentro da função "nqueens", distribuindo a execução do loop entre as threads disponíveis. A variável num_threads(t) define o número de threads a serem utilizadas.
- **#pragma omp critical:** A diretiva "#pragma omp critical" é usada para garantir que apenas uma thread imprima as soluções encontradas, evitando que várias threads imprimam simultaneamente.
- **#pragma omp single:** A diretiva "#pragma omp single" para garantir que apenas uma thread execute a chamada para a função "nqueens".
- **omp_get_wtime():** O tempo de execução do programa é medido usando as funções "omp_get_wtime()" para calcular o tempo de início e fim da execução paralela.

2 Resultados

No problema das N rainhas, é possível, apenas obter solução para $N \geq 4$. Portanto, o teste não foi realizado com $N < 4$ porque não haveria solução para esses casos e isso não seria representativo para avaliar a eficiência do algoritmo. Os tempos de execução expostos a seguir foram obtidos através da média dos tempos de execução de 30 testes diferentes para os mesmos valores de N e t, com exceção do caso $N = 17$ onde foi calculado apenas a média entre duas repetições por se tratar de um caso mais demorado.

3 Conclusão

Para analisar o desempenho do programa desenvolvido temos como base as seguintes características do ambiente utilizado:

Os resultados mostram que a implementação paralela do problema das N rainhas apresentou um bom desempenho, com um aumento significativo no speedup conforme o número de threads é aumentado. No entanto, foi observado que o desempenho pode ser afetado negativamente em algumas combinações de valores de N e t, o que sugere a necessidade de um ajuste cuidadoso do número de threads para obter o melhor desempenho possível.

Em geral, os resultados indicam que a implementação paralela do problema das N rainhas utilizando OpenMP pode ser uma estratégia eficaz para acelerar a solução do problema em sistemas com múltiplos núcleos de processamento.

	Nº threads								
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8
4	0.00134	0.0001	0.00015	0.00018	0.00034	0.00038	0.00028	0.0004	0.00084
5	0.00087	0.00016	0.00019	0.00032	0.00022	0.00028	0.0005	0.00035	0.00039
6	0.00081	0.00023	0.00024	0.00028	0.00044	0.00044	0.00047	0.00084	0.0007
7	0.00173	0.00094	0.00065	0.00061	0.00082	0.00079	0.00160	0.00079	0.00107
8	0.00388	0.00361	0.00384	0.00188	0.00185	0.00199	0.00204	0.00219	0.00247
9	0.01097	0.01592	0.00814	0.00750	0.00778	0.00756	0.00762	0.00756	0.00773
10	0.02936	0.02748	0.02879	0.03933	0.02875	0.02784	0.03346	0.0292	0.03281
11	0.17319	0.14943	0.12265	0.12513	0.11765	0.12556	0.12094	0.13031	0.12124
12	0.76741	0.65577	0.64760	0.66214	0.65054	0.69136	0.69258	0.63624	0.6463
16	938.289	941.97	955.576	927.953	931.635	948.672	930.463	930.913	943.054
17	7235.549	7311.796	7123.056	6921.189	6861.341	7508.316	7071.200	6945.585	6900.711

Tabela 1: Resultados sobre o tempo do programa

Speedup	Nº threads								
Nº rainhas	0	1	2	3	4	5	6	7	8
4		13.4	8.9333	7.4444	3.9412	3.5263	4.7857	3.35	1.5952
5		5.4375	4.579	2.7188	3.9546	3.1071	1.74	2.4857	2.2308
6		3.5217	3.375	2.8929	1.8409	1.8409	1.7234	0.9643	1.1571
7		1.8404	2.6615	2.8361	2.1098	2.1899	1.0813	2.1899	1.6168
8		1.0748	1.0104	2.0638	2.0973	1.9498	1.902	1.7717	1.5709
9		0.6891	1.3477	1.4627	1.41	1.4511	1.4396	1.4511	1.4192
10		1.0684	1.0198	0.7465	1.0212	1.0546	0.8775	1.0055	0.8949
11		1.159	1.41207	1.3841	1.4721	1.3793	1.432	1.3291	1.4285
12		1.1702	1.185	1.159	1.1797	1.11	1.1081	1.2062	1.1874
16		0.9961	0.9819	1.0111	1.0071	0.9891	1.0084	1.0079	0.995
17		0.9895	1.0157	1.0454	1.0545	0.9636	1.0232	1.0417	1.0485

Tabela 2: Resultados sobre o speedup do programa

Memória do sistema	8 GB
Versão do compilador	12.2.1
Kernel Linux	6.1.19-1
Versão do SO	Manjaro Linux x86_64
Processador	AMD Ryzen 5 3500U
Nº cores físicos	4
Nº cores virtuais	4
Cache L1d	128 KiB (4 instâncias)
Cache L1i	256 KiB (4 instâncias)
Cache L2	2 MiB (4 instâncias)
Cache L3	4 MiB (1 instância)

Tabela 3: Características principais do ambiente utilizado