

Universidade Federal de Santa Maria
ELC139 - Programação Paralela

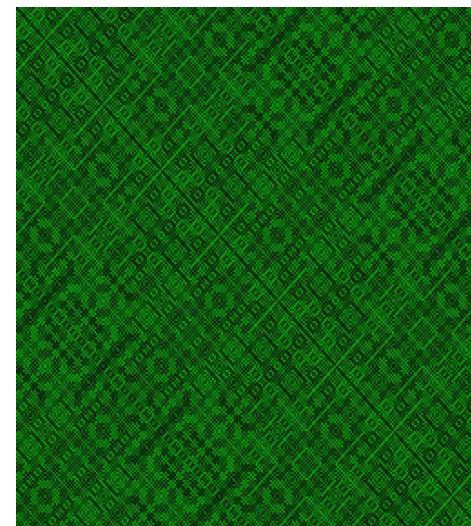
O Mistério dos Primos em OpenMP

Profa. Andrea Charão
DLSC/CT/UFSM

Números primos

- **Primo**: número natural (inteiro não negativo) que só é divisível por 1 e por ele mesmo
- **Aplicações** variadas:
 - ◆ Criptografia
 - ◆ Hashing
 - ◆ ECC (Error Correction Codes)
 - ◆ Geração de números aleatórios
 - ◆ Até arte e insetos!

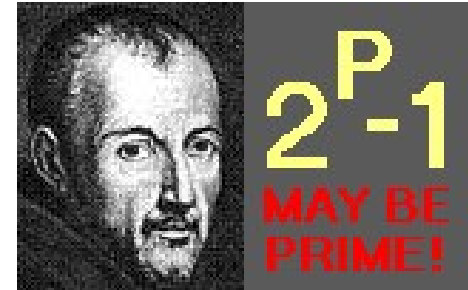
2	3	5	7	11	13	17	19	23	29	31	37	41	43
47	53	59	61	67	71	73	79	83	89	97	101	103	107
109	113	127	131	137	139	149	151	157	163	167	173	179	181
191	193	197	199	211	223	227	229	233	239	241	251	257	263
269	271	277	281	283	293	307	311	313	317	331	337	347	349
353	359	367	373	379	383	389	397	401	409	419	421	431	433
439	443	449	457	461	463	467	479	487	491	499	503	509	521
523	541	547	557	563	569	571	577	587	593	599	601	607	613
617	619	631	641	643	647	653	659	661	673	677	683	691	701
709	719	727	733	739	743	751	757	761	769	773	787	797	809
811	821	823	827	829	839	853	857	859	863	877	881	883	887
907	911	919	929	937	941	947	953	967	971	977	983	991	997



Fonte: Mathematics Stack Exchange <http://math.stackexchange.com/questions/43119/real-world-applications-of-prime-numbers>

Computação e números primos

- Como calcular:
 - ◆ Qual o maior número primo?
 - ◆ Quantos números primos até N?
 - ◆ Quais os números primos até N?
 - ◆ Etc.



- **Programação paralela!**

www.mersenne.org

Great Internet Mersenne Prime Search
GIMPS
Finding World Record Primes Since 1996

Username
Password
Log In [Forgot password](#)

Home Get Started Current Progress Account/Team Info Reports Manual Testing More Information / Help [Donate](#)

Welcome to GIMPS, the Great Internet Mersenne Prime Search

To join GIMPS, [follow these instructions](#)

Quick Links: [Downloads](#) [Stress Test](#) [Known Primes](#) [Progress Overview](#) [Milestones](#) [History](#)

M(32582657) proven to be 44th Mersenne Prime

November 8, 2014 — In 2006, M(32582657) was discovered, and after 8 years GIMPS has finished checking and double-checking every smaller Mersenne number. With no new, smaller primes found, M(32582657) is officially the "44th Mersenne prime". Congratulations and thanks to all the GIMPS members that contributed their resources towards this milestone.

Prime95 version 28 released! Faster on Intel's latest CPUs!

June 1, 2014 — Version 28 is now available for [download](#). The FFT assembly code has been optimized to use Intel's fused multiply-add instructions on Intel's Haswell CPUs (Core i3/i5/i7-4xxx models). Haswell users should see a decent performance increase. Sandy Bridge and Ivy Bridge users may also see a small speed boost due to some memory bandwidth optimizations. To upgrade, simply exit Prime95, download the new version, and unzip the new version replacing the old version.

New Assignment and Recycling Rules

Today's Number
Teams 8
Users 135,1
CPUs 1,077,4
TFLOP/s 199.6
GHz-Days 99.8

Um programa

- Programa que conta números primos até N
- Para N grande, execução demora

$N = 2^{19} = 524288$

Time = ~35,2 s

Intel Core i5 3210M 2.5 GHz

Ubuntu 14.04 LTS

GCC 4.8.2

```
int primes(int n)
{
    int i;
    int j;
    int prime;
    int total = 0;

    for (i = 2; i <= n; i++)
    {
        prime = 1;
        for (j = 2; j < i; j++)
        {
            if (i % j == 0)
            {
                prime = 0;
                break;
            }
        }
        total = total + prime;
    }
    return total;
}
```

O mistério

- Paralelização com OpenMP
- 3 versões paralelas
- **Resultados diferentes!**

$N = 2^{19} = 524288$

Intel Core i5 3210M 2.5 GHz

Ubuntu 14.04 LTS

GCC 4.8.2

Tempos (s)

#Thr	V1	V2	V3
1	35,247178	35,239836	35,244177
2	26,575669	18,822198	18,818169
4	19,451098	15,283371	15,18861

Speedup (Tseq=35,23 / Tpar)

#Thr	V1	V2	V3
2	1,326018773	1,872248714	1,872649565
4	1,8117144852	2,305763303	2,320148848

Eficiência (Speedup / #Thr)

#Thr	V1	V2	V3
2	66,30%	93,61%	93,63%
4	45,29%	57,64%	58,00%

Sua tarefa

- Desvendar o mistério, implementando 3 versões com OpenMP com diferenças
- Fornecer **provas**:
 - ◆ Programas
 - ◆ Números e dados como no slide anterior
 - ◆ **Imagens de execução dos programas**

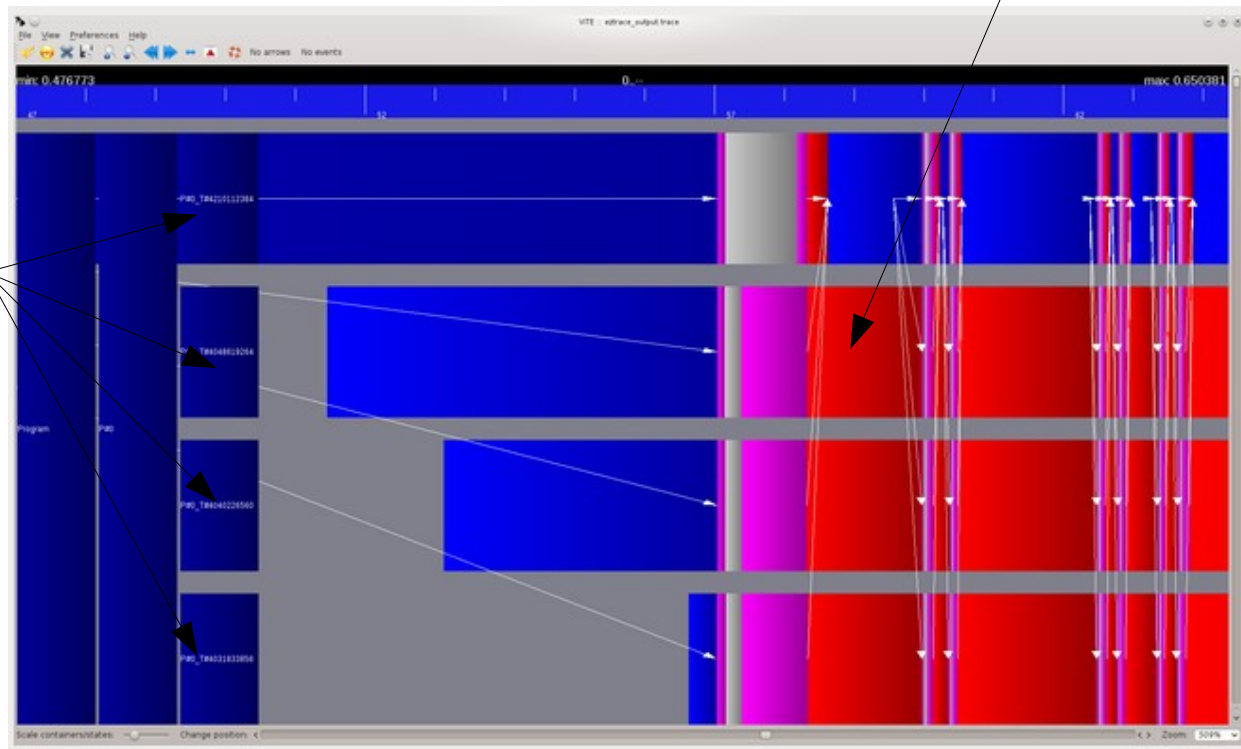


Imagens de execução?!

- Por exemplo, com EZTrace+Vite:

Execução
bloqueada

Threads



Visualização de execução

- Passo 1: rastrear a execução

```
gcc -o prog_omp prog_omp.c -fopenmp  
eztrace -t omp ./prog_omp
```

- Passo 2: visualizar o rastro

```
eztrace_convert -t PAJE /tmp/user_eztrace_log_rank_1  
vite eztrace_output.trace
```

- Outro exemplo de visualizador: Vampir

Referências

- Great Internet Mersenne Prime Search
Disponível em: <http://www.mersenne.org>
- Eztrace: easy to use trace generator
Disponível em: <http://eztrace.gforge.inria.fr/>
- ViTE: Visual Trace Explorer
Disponível em: <http://vite.gforge.inria.fr/>
- Vampir – Performance Optimization
Disponível em: <http://www.vampir.eu>