

C2115

Praktický úvod do superpočítání

V. lekce

Petr Kulhánek, Jakub Štěpán

kulhanek@chemi.muni.cz

Národní centrum pro výzkum biomolekul, Přírodovědecká fakulta,
Masarykova univerzita, Kotlářská 2, CZ-61137 Brno

- **Víceuživatelské prostředí**
proces, vlákno, multitasking, přepnutí kontextu
- **Cvičení**
efektivita souběžného spouštění aplikací

Víceuživatelské prostředí

Proces a vlákno

Proces (anglicky **process**) je v informatice název pro **spuštěný počítačový program**. Proces je umístěn v operační paměti počítače v podobě sledu strojových instrukcí vykonávaných procesorem. Obsahuje nejen kód vykonávaného programu, ale i dynamicky měnící se data, která proces zpracovává. **Jeden program** může v počítači běžet jako **více procesů s různými daty**. Správu procesů vykonává operační systém, který zajišťuje jejich oddělený běh, přiděluje jim systémové prostředky počítače a umožňuje uživateli procesy spravovat.

Vlákno (též vlákno řízení, anglicky **thread**) označuje v informatice odlehčený proces, pomocí něhož se snižuje režie operačního systému při změně kontextu, které je nutné pro zajištění multitaskingu nebo při masivních paralelních výpočtech. Zatímco běžné procesy jsou navzájem striktně odděleny, sdílí vlákna nejen společný paměťový prostor, ale i další struktury. V rámci jediného procesu je možné vytvořit mnoho vláken. Vlákna usnadňují díky sdílené paměti vzájemnou komunikaci, což však přináší možné komplikace v podobě **souběhu** (anglicky **race condition**).

zdroj: www.wikipedia.cz, upraveno

Multitasking

Multitasking (z angličtiny, multi = mnoho, task = úloha, používán ve víceúlohovém systému) označuje v informatice schopnost operačního systému provádět (přinejmenším zdánlivě) **několik procesů současně**. Jádro operačního systému velmi rychle střídá **na procesoru** běžící procesy (tzv. změna kontextu), takže uživatel počítače má dojem, že běží současně.

Typy:

- nepreemptivní multitasking (dnes se příliš nepoužívá)
- preemptivní multitasking (všechny moderní OS)

V **preemptivním multitaskingu** o přidělování a odebírání procesoru jednotlivým úlohám plně **rozhoduje operační systém**. V **pravidelných intervalech** (typicky zhruba 100× až 1000× za sekundu) přeruší provádění běžícího programu, vyhodnotí aktuální situaci (které úlohy žádají o přidělení procesoru, jejich priority atd.) a nechá běžet buď opět úlohu, kterou přerušil, nebo jinou úlohu, která má zájem o přidělení procesoru. Při **přepnutí úlohy** dochází ke **změně kontextu**. Úloha může v preemptivním multitaskingu dobrovolně požádat o přepnutí kontextu a vzdát se zbytku svého kvanta (úloha takzvaně „usne“ nebo se zablokuje provedením pomalé vstupně-výstupní operace, jako je například čtení dat z pevného disku).

zdroj: www.wikipedia.cz, upraveno

Změna kontextu

Kontext

Pod tímto pojmem si můžeme představit **stav procesoru** (obsah registrů), stav případného koprocesoru, případně i stav dalších zařízení v momentě kdy dojde ke změně kontextu. Tento současný stav procesoru se ukládá buď na zásobník procesu, nebo do připravené oblasti dat v adresním prostoru procesu.

Do kontextu můžeme zahrnout i obsahy různých cache procesoru (např L1 cache nebo TLB): ty se sice při vlastní změně neukládají ani nenačítají, ale **změna kontextu explicitně nebo implicitně zneplatní jejich obsah** a nutnost jejich nového naplnění patří mezi příčiny, proč je přepnutí kontextu na moderních procesorech tak **časově náročné**.

Změna kontextu (anglicky **context switch**) je operace, při níž multitaskingový operační systém **přepíná řízení mezi procesy**. Při tom se ukládá a načítá **aktuální stavu procesoru**. Tento děj se u moderních procesorů opakuje mnohokrát za sekundu. Změny kontextu jsou obvykle výpočetně intenzivní.

zdroj: www.wikipedia.cz, upraveno

Cvičení LV.1

1. Kolik procesorů obsahuje vaše pracovní stanice? Uveďte jméno stroje, typ CPU a počet CPU. K řešení použijte příkaz **lscpu**.
2. Informace získané v předchozí úloze porovnejte a rozšiřte o informace získané ze souboru **/proc/cpuinfo**.
3. Jaká je velikost vyrovnávací paměti L1, L2 a L3 CPU ve vaší pracovní stanici?
4. Na jaké frekvenci CPU pracuje?
5. Zkompilujte program **load_cpu.f90**, který je dostupný v adresáři **/home/kulhanek/Data/C2115/programs**

```
$ gfortran -O3 load_cpu.f90 -o load_cpu -lblas
```

6. Určete dobu běhu programu **load_cpu** pomocí příkazu:

```
$ /usr/bin/time --format=%e ./load_cpu
```

7. Proč není přímo použit příkaz **time**? Jaký má význam volba **--format?**

Cvičení LV.2

1. Ke spuštění programu `load_cpu` použijte následující skript v jazyce bash.

```
#!/bin/bash
N=4      # pocet soubezneho spusteni
for ((I=1;I<=N;I++)); do
    ./load_cpu & # spusti aplikaci na pozadi
done
wait     # ceka na dokonceni vseh aplikaci na pozadi
```

2. Proveďte analýzu funkce skriptu.
3. Změřte dobu běhu skriptu. Naměřený čas srovnejte s teoretickou předpovědí založenou na době běhu samotného programu `load_cpu`. Měření proveďte pro $N=1, N_{CPU}, 2*N_{CPU}, 3*N_{CPU}, 4*N_{CPU}, 5*N_{CPU}, 6*N_{CPU}$, kde N_{CPU} je počet CPU dostupných na vaší pracovní stanici. Běžící procesy monitorujte příkazem `top` spuštěným v jiném terminálu.
4. Pozorovaný rozdíl v délkách běhu analyzujte a vysvětlete pozorované rozdíly vůči teoretické předpovědi.