

## Vaja 6 – Difuzijska enačba in MPI

- a) Napišite vzporeden program z uporabo knjižnice MPI, ki bo izračunal problem iz Vaje 5 za 1-D računsko domeno. Izvedite ga na enem računalniku na enem, dveh, treh in štirih procesih.
- b) Primerjajte rezultate z rezultati iz Vaje 5.
- c) Izračunajte in narišite grafa pohitritve in učinkovitosti za izvajanje na enem računalniku v odvisnosti od števila uporabljenih procesov. Nalogo rešite za število točk  $N = 10^4, 10^5, 10^6, 10^7, 10^8$ .
- d) Izvedite vzporeden program iz a) na računalnikih, ki so medsebojno povezani z računalniško mrežo na enem, dveh, treh in štirih procesorjih.
- e) Izračunajte in narišite grafa pohitritve in učinkovitosti v odvisnosti od števila uporabljenih procesorjev in za  $N$  kot v nalogi c).
- d) Komentirajte rezultate in razložite morebitne nepričakovane rezultate.

**Navodila:** Nalogo rešujete v paru s študentom, s katerim ste do sedaj delali na vajah. Programirajte v Linuxu v jeziku C, grafe in teoretične račune lahko naredite tudi v Matlabu pod Windows. Delate lahko doma, ali pa v učilnici, kjer so do sedaj potekale vaje (oznaka učilnice na urniku LIPS - preverite, kdaj je prosta). Za rešitev naloge d) boste nujno rabili MPI gručo računalnikov, ki jo imamo v učilnici. Za delo v učilnici se obrnite na Dano ([vildana.sulic@fe.uni-lj.si](mailto:vildana.sulic@fe.uni-lj.si)) iz Laboratorija za strojni vid. Vajo rešite tako, da napišete poročilo, v katerem na kratko, po točkah ( a)-h ) opišete, kako ste naloge rešili. Poročilu dodajte rešitev v jeziku C (.c datoteka), vse skupaj zapakirajte v ZIP datoteko in pošljite po elektronski pošti asistentu dr. Janezu Peršu ([janez.pers@fe.uni-lj.si](mailto:janez.pers@fe.uni-lj.si)). Po elektronski pošti boste prejeli potrditev, oceno, ali pa vabilo na zagovor vaje. Upoštevajte, da morate vse obveznosti - torej to vajo in vajo 5, kjer velja podoben režim, opraviti do 11.2.2008, saj je 12.2.2008 prvi rok za izpit iz Vzporednih sistemov!

### Navodila za delo z MPI gručo (clusterjem):

V učilnici, kjer so se do sedaj izvajale vaje VS in predavanja VS, je pet računalnikov povezanih v mrežo na način, ki omogoča porazdeljeno računanje s pomočjo MPI knjižnice (gruča/cluster). Za uporabo računalnikov se obrnite na Dano ([vildana.sulic@fe.uni-lj.si](mailto:vildana.sulic@fe.uni-lj.si)), ki vam bo pokazala, kako se pravilno zažene gruča, logira na računalnike in zažene demo MPI program.

Postopek je sicer naslednji:

1. Preverite ali gruča že deluje - na petih računalnikih mora delovati Suse 10.2. Če to drži, je verjetno da so računalniki zagnani tako, da so že povezani na pravilen način. Če kaj ne deluje, jih restartajte na način, ki je opisan spodaj.
2. Če gruča ne deluje, NAJPREJ zaženite v Linux računalnik pri oknu (ip 192.168.90.50).

Počakajte, da se sistem naloži - da se pojavi Suse login prompt.

3. Zaženite še ostale 4 računalnike, na katerih je nameščen Suse 10.2. To so računalniki, na katerih ste imeli vaje (vsi razen zadnjega na levi strani in dveh računalnikov v prvi vrsti). Če ne veste, kateri računalniki so to, se obrnite na Dano.

4. Počakajte, da se vsi računalniki zaženejo do login prompta.

5. Izberite si računalnik, kjer ste delali med vajami, in se logirajte z svojim uporabniškim imenom (npr vs01, vs02...). NE poskusite se logirati z imenom "mpich" ker ne bo delovalo.

6. Ko se logirate, odprite terminalsko okno in se preko SSH priklopite na isti računalnik kot uporabnik "mpich":

```
ssh -X mpich@localhost
```

Morda vas bo računalnik vprašal, ali želite shraniti ključ med svoje ključe... brez dileme vtipkajte "yes" in pritisnite ENTER. Sedaj ste postali uporabnik "mpich" in si delite isti domači direktorij kot ostali uporabniki, ki bodo želeli delati z gručo. Z ukazom "ls -al" vidite vsebino direktorija. Opazili boste poddirektorij "examples". Če ga ni, je nekaj narobe s postavitvijo gruče. Obrnite se na Dano.

6. Odpravite se v direktorij "examples", prevedite ter zaženite prvi primer:

```
cd examples
mpicc hello.c -o hello
mpirun -np 4 ./hello
```

Opcija -np določi število procesov, ki jih naj zažene MPI. Izpisali se bodo naslovi 4 računalnikov, na katerih se je zagnal vaš program (oglejte si ga - hello.c, vendar ga NE SPREMINJATE, da bodo kaj od njega imeli še vaši kolegi). Naslovi računalnikov bodo načeloma različni. Če so VSI enaki, je nekaj narobe s postavitvijo gruče. Zaženite program še tako, da se vsi procesi zaženejo samo lokalno:

```
mpirun -np 4 -all-local ./hello
```

Sedaj bi morali biti vsi izpisani naslovi enaki - enaki naslovu računalnika na katerem delate. Upoštevajte to pri reševanju naloge - preizkusiti morate namreč delovanje na enem procesorju (to naredi opcija -all-local) in na večih procesorjih.

7. Preizkusite še MPI komunikacijo. Prevedite še drug primer in ga zaženite:

```
mpicc hello02.c -o hello02
mpirun -np 4 ./hello02
```

Vpisujte števila, večja od nič - videli boste, da vam odgovorijo s tem številom vsi procesi. Program zaključite z vnosom negativnega števila. Tudi ta program si lahko ogledate (hello02.c).

8. Ko ste preizkusili, da primeri delajo, kot je predvideno, izstopite iz direktorija examples (cd ..) in NAREDITE SVOJ PODDIREKTORIJ. (npr. md janeznovak). Ne pacajte po skupnem mpi direktoriju. V tem direktoriju lahko urejate svoje programe (kwrite ime.c &),

jih prevajate (mpicc) in zaganjate (mpirun). če se vam kdaj pojavi vprašanje, ali hočete dodati SSH ključ med svoje, odgovorite z "yes" in pritisnite enter, vendar program rajši zaženite še enkrat, saj meritve časa verjetno ne bodo pravilne, zaradi čakanja na vaš odgovor.

Za podrobnejša pojasnila se obrnite na [janez.pers@fe.uni-lj.si](mailto:janez.pers@fe.uni-lj.si), vendar boste za odgovore morali počakati do 18.1. 2008. Za tehnično pomoč z zagonom gruč se obrnite na Dano (email je zgoraj).

Oprema: Računalniška gruča/cluster z Linuxom in instalirano knjižnico MPI.