

OPERATIVNI SISTEMI

Slajdovi su kreirani na osnovu knjige "Operativni sistemi, principi unutrašnje organizacije i dizajna, 7. izdanje", William Stallings, CET, Beograd, 2013.

Multiprocesorsko raspoređivanje



Klasifikacija multiprocesorskih sistema

- Labavo spregnuti procesori
 - Zbirka relativno autonomnih procesora
 - Svaki procesor ima svoju memoriju i U/I kanale
- Funkcionalno specijalizovani procesori
 - Asimetrični multiprocesor
 - Jedan glavni procesor opšte namene
 - Glavni procesor rukuje skupom procesora od kojih svaki pruža specijalizovanu uslugu
- **Čvrsto spregnuti multiprocesor**
 - Simetrični multiprocesor
 - Skup ravnopravnih procesora koji dele glavnu memoriju
 - Pod integrisanim su upravljanjem OS

Pitanja raspoređivanja za multiprocesor

- Tri važna pitanja
 - Dodeljivanje procesa procesorima
 - Upotreba multiprogramiranja na pojedinačnom procesoru
 - Da li da više procesa konkuriše za izvršavanje na procesoru
 - Stvarno raspoređivanje procesa
 - način izbora procesa koji će sledeći da se izvršava na procesoru
- Izbor zavisi od broja procesora i stepena interakcije između procesa

Dodeljivanje procesa procesorima

□ Statičko dodeljivanje

- Proces se predefinisano dodeli određenom procesoru
- Ima manje režije oko raspoređivanja
- Grupno raspoređivanje
 - moguće je grupu procesa rasporediti na isti namenski procesor
- Mana je što jedan procesor može biti besposlen, dok je drugi preopterećen

Dodeljivanje procesa procesorima

□ Dinamičko dodeljivanje

- Proces se u različitim trenucima može izvršavati na različitim procesorima
- Jedno rešenje je zajednički red čekanja
 - Svi procesi ulaze u opšti red čekanja i raspoređuju se na bilo koji raspoloživ procesor
- Drugo rešenje je odvojen red čekanja za svaki procesor pri čemu proces može da menja redove
 - Češće rešenje u savremenim popularnim OS

Dodeljivanje procesa procesorima

- Kod oba pristupa potreban je softver koji raspoređuje procese na procesore
- Varijante
 - Glavni-pomoćni (*Master-Slave*)
 - Jednaka ravnopravnost (*Peer*)
 - Pristupi koji kombinuju pomenuta dva

Gospodar-sluga multiprocesorska arhitektura



Gospodar-sluga multiprocesorska arhitektura

- Ključne funkcije kernela se uvek izvršavaju na jednom procesoru (glavni procesor)
- Pomoćni procesori izvršavaju korisničke programe
- Glavni procesor je odgovoran za raspoređivanje
- Pomoćni procesor šalje zahtev glavnom procesoru kada mu je potrebna neka usluga (npr. UI)
- Nedostaci
 - Otkaz glavnog procesora obara ceo sistem
 - Glavni procesor može da postane usko grlo za performansu

Jednaka ravnopravnost



Jednaka ravноправност

- Kernel može da se izvršava na svakom procesoru
- Svaki procesor vrši raspoređivanje
- Zahteva složeniji OS
 - Mora se voditi računa da dva procesora ne odaberu isti proces

Sklonost procesa za procesor



Sklonost procesa za procesor

- Pri izvršavanju procesa podaci se upisuju u keš procesora
- Cilj je da naredno raspoređivanje procesa može da iskoristi ranije keširane podatke
- Zato se nastoji da proces ne menja procesor na kojem se prethodno izvršavao

Raspodela opterećenja

- *Load balancing*
- Važno je rasporediti procese na procesore tako da se poveća iskorišćenost svakog procesora



Raspodela opterećenja

□ Raspodela opterećenja

- Raspoređivanje opterećenja ravnopravno na procesore u SMP sistemu
- Potrebno samo u sistemima gde svaki procesor ima poseban red spremnih procesa
- Negativno utiče na sklonost procesa za procesor

Realizacija raspodele opterećenja

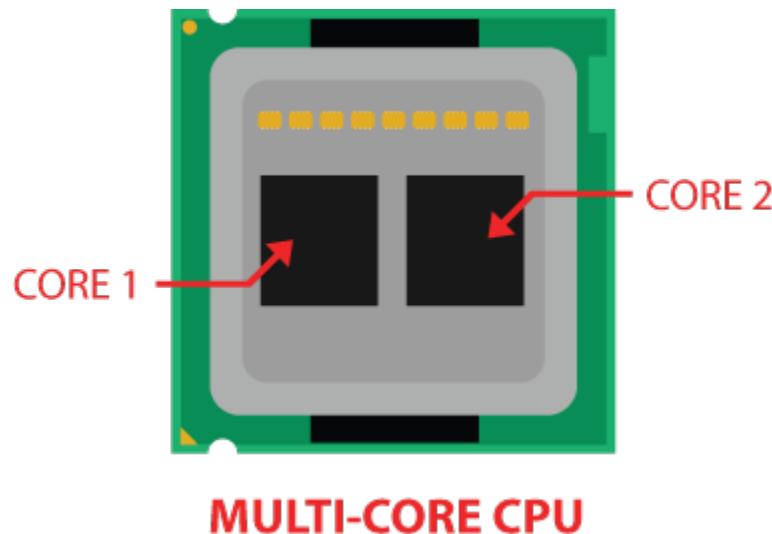
- Postavljanjem procesa (*push*)
 - Poseban deo OS periodično proverava opterećenje na procesorima
 - Prebacuje proces iz reda jednog procesora u red drugog (manje opterećenog) procesora
- Preuzimanjem procesa (*pull*)
 - Nezaposleni procesor povlači kod sebe neki proces iz reda opterećenog procesora

Realizacija raspodele opterećenja

- *Push* i *Pull* strategija se međusobno ne isključuju
 - Linux izvršava svakih 200 ms kod koji radi raspodelu opterećenja (*push*)
 - Isti kod se izvršava i ako nakon izvršavanja procesa red spremnih procesa na tom procesoru ostane prazan (*pull*)

Procesor sa više jezgara

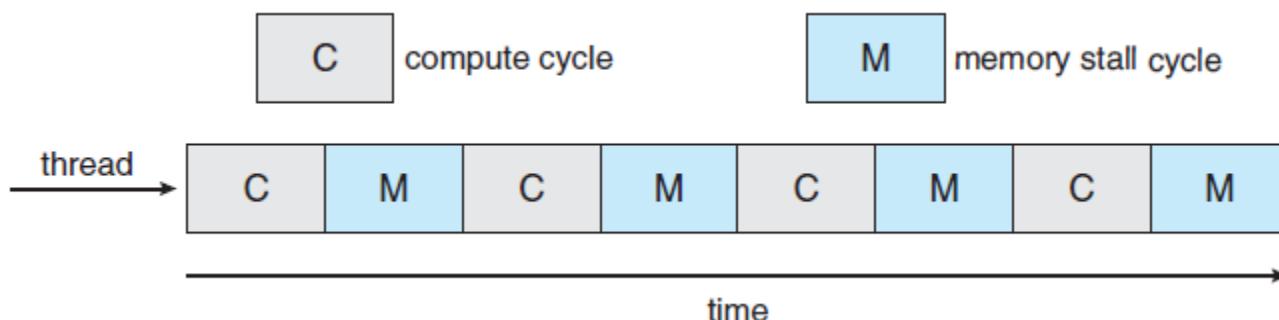
- Više procesorskih jezgara na istom čipu
- Svako jezgro je odvojen procesor



Hardverske niti procesorskog jezgra

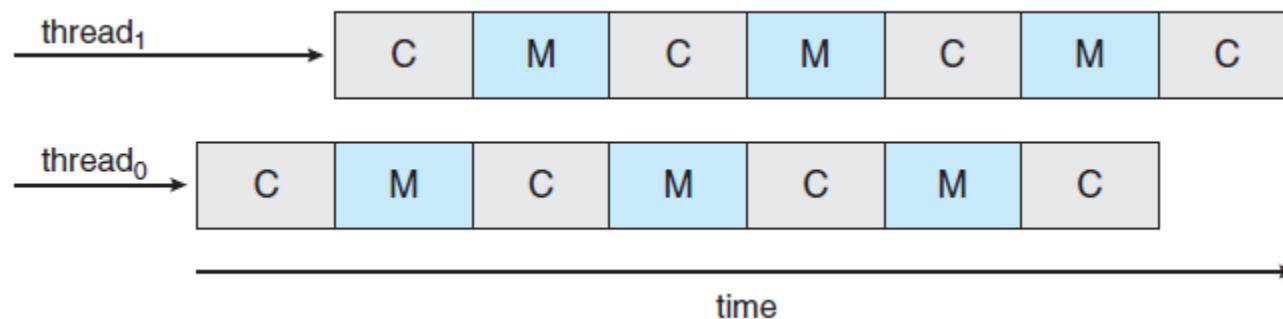
□ Usporenje memorije

- Procesor pri izvršavanju instrukcije značajan deo vremena provodi čekajući na dostupnost podataka
 - Ako ne pronađe podatak u kešu, mora da se pristupa nižim nivoima keša ili radnoj memoriji



Hardverske niti procesorskog jezgra

- Dok podatak ne bude učitan, procesor može da izvršava druge instrukcije
- Kreiraju se posebne hardverske niti na jednom jezgru procesora
- Dok jedna nit čeka na memoriju, druga se izvršava



Hardverske niti procesorskog jezgra

- Svaka hardverska nit se ponaša kao logički procesor
 - Sistem sa dva jezgra sa po dve hardverske niti OS vidi kao 4 procesora
- OS vrši raspoređivanje softverskih niti procesa na hardverske niti jezgra

Raspoređivanje softverskih niti

- Aplikacija se može organizovati kao skup niti
 - Niti sarađuju
 - Izvršavaju se konkurentno u istom adresnom prostoru
- Značajno poboljšanje performansi u multiprocesorskom sistemu
 - U odnosu na jednoprocесорски sistem
 - Niti se istovremeno izvršavaju na različitim procesorima

Pristupi za multiprocesorsko raspoređivanje niti

- Četiri generalna pristupa
 - Deljenje opterećenja
 - Grupno raspoređivanje
 - Dodeljivanje namenskog procesora
 - Dinamičko raspoređivanje

Deljenje opterećenja

- Niti se ne dodeljuju posebnom procesoru
- Opterećenje se ravnomerno raspodeljuje po procesorima
- Preko centralizovanog raspoređivača ili se rutina raspoređivanja izvrši na procesoru kada postane raspoloživ za preuzimanje nove niti
- Red čekanja se može organizovati po nekom od algoritama korišćenih kod jednoprocesorskog raspoređivanja

Nedostaci deljenja opterećenja

- Malo je verovatno da će prekinuta nit nastaviti izvršavanje na istom procesoru
 - Rad sa keš memorijom postaje manje efikasan
- Malo je verovatno da će sve niti jedne aplikacije istovremeno dobiti pristup procesorima
 - Nedovoljno iskorišćene prednosti paralelizma

Grupno raspoređivanje

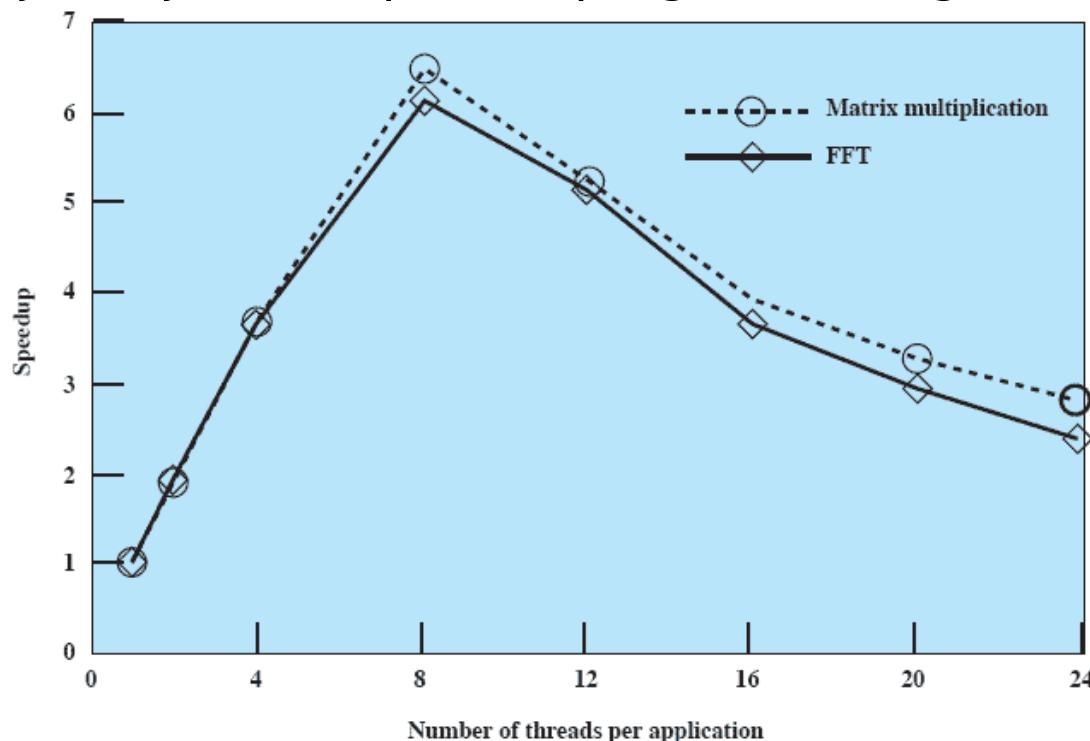
- Skup povezanih niti se raspoređuje za izvršavanje u isto vreme na skup procesora
- Može da poboljša performanse
 - komutacije procesa su ređe
 - nit se brže sinhronizuje sa drugom niti ukoliko se obe izvršavaju
 - nije potrebno da se vrši komutacija da bi druga nit dobila procesor

Dodeljivanje namenskog procesora

- Ekstremni oblik grupnog raspoređivanja
- U startu se za svaku nit odredi procesor na kojem se nit izvršava od početka do kraja
- Nema multiprogramiranja
 - Neki od procesora mogu biti besposleni
- Može da drastično ubrza performanse
 - U veoma paralelnom sistemu (npr. za neka izračunavanja) važnija je efektivnost od iskorišćenja procesora
 - Potpuno odsustvo komutacije procesa ubrzava program

Ubrzanje aplikacije zavisno od broja niti

- 16 procesora
- 2 aplikacije (množenje matrica i Furijeove transformacije)
- Najbolje performanse kada je u obe aplikacije po 8 niti, jer svaka niti tada ima svoj procesor
- Povećanje broja niti usporava programe zbog komutacije



Dinamičko raspoređivanje

- Broj niti u procesu može da se promeni u toku izvršavanja
 - Aplikacija dinamički menja broj niti zavisno od broja procesora koji su joj trenutno dodeljeni
- Nije zaživelo u stvarnim sistemima