Operativni sistemi: interna struktura i principi dizajna

Poglavlje 9 Jednoprocesorsko raspoređivanje

Sedmo izdanje
William Stallings

Dave Bremer
Otago Polytechnic, N.Z.
©2008, Prentice Hall

Raspoređivanje procesora

- Svrha je dodeljivati procese procesoru na izvršavanje tako da se ispune ciljevi sistema, kao što su vreme odziva, propusnost i efikasnost procesora
- Deli se na tri odvojene funkcije:



Tabela 9.1
Vrste raspoređivanja

Dugoročno raspoređivanje	Odluka o dodavanju procesa u skup procesa za izvršavanje
Srednjeročno raspoređivanje	Odluka o povećanju broja procesa koji su delimično ili potpuno u glavnoj memoriji
Kratkoročno raspoređivanje	Odluka o tome koji će se od raspoloživih procesa izvršavati na procesoru
U/I raspoređivanje	Odluka o tome koji će od zahteva procesa za U/I na čekanju obraditi raspoloživi U/I uređaj

Raspoređivanje i prelazi između stanja procesa

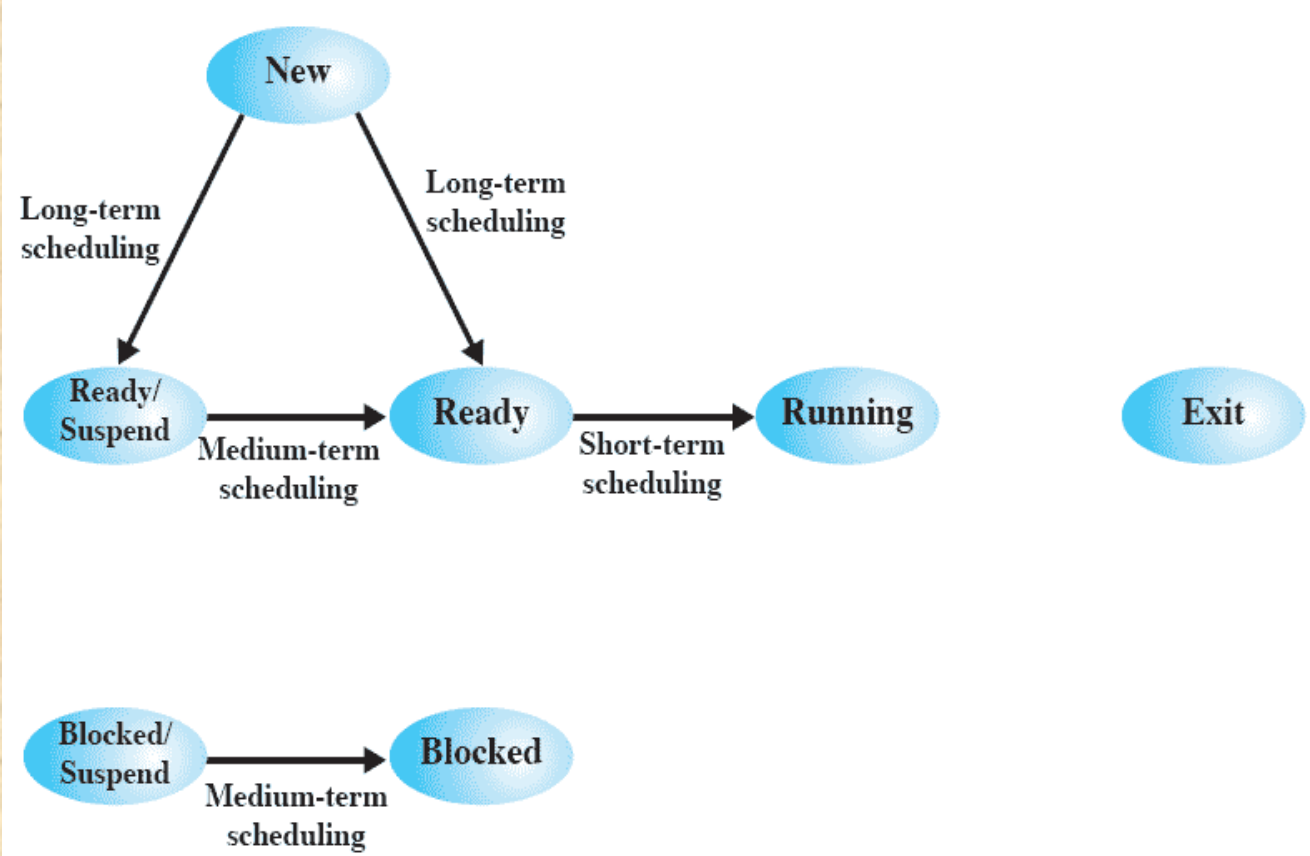


Figure 9.1 Scheduling and Process State Transitions

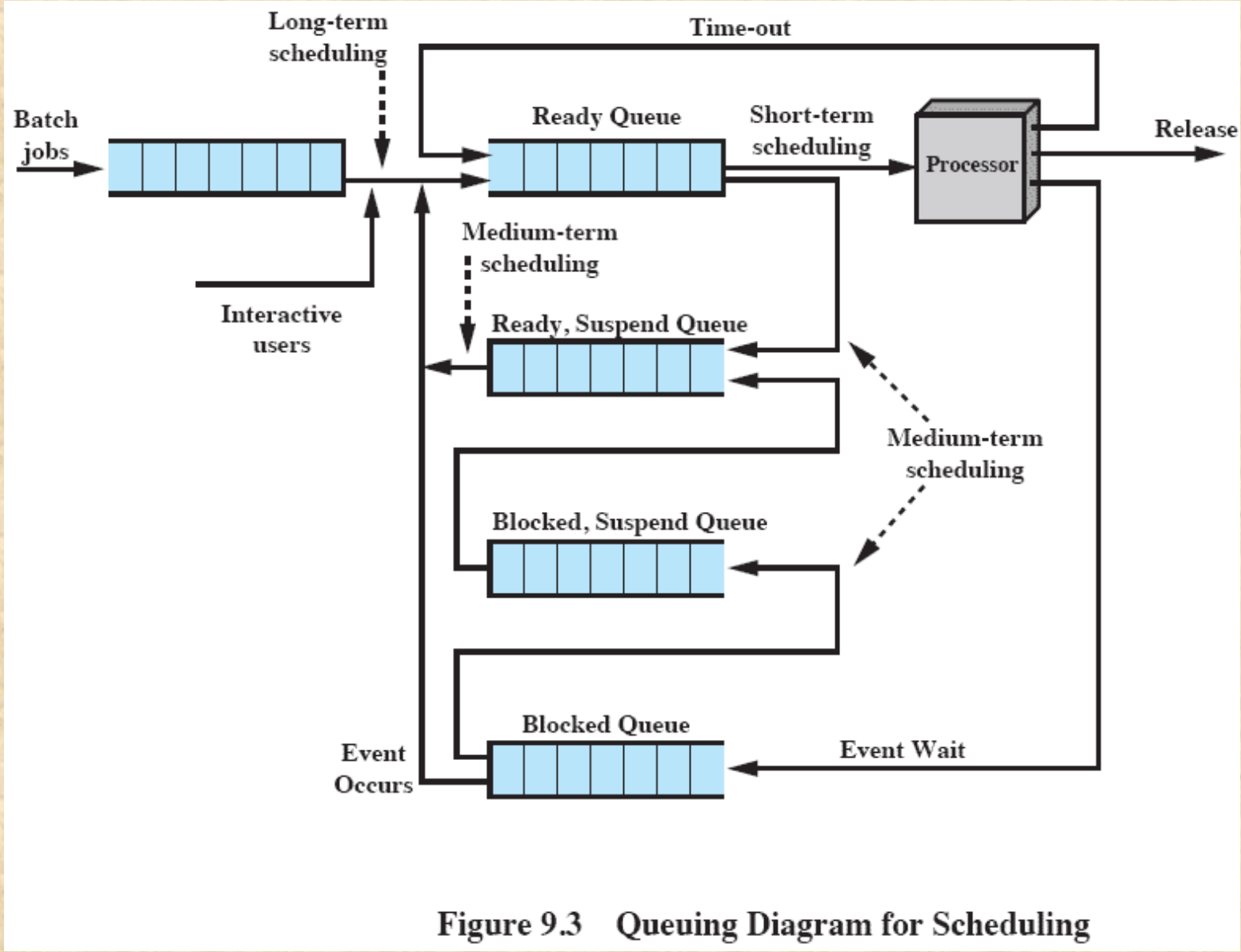
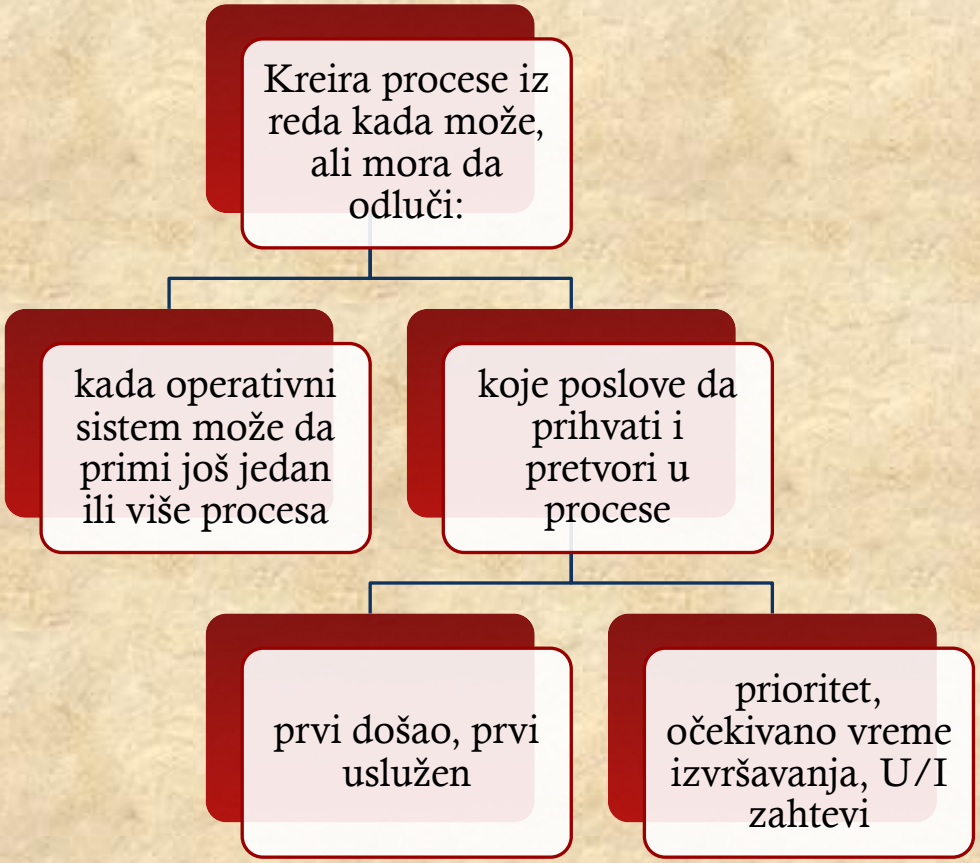


Figure 9.3 Queuing Diagram for Scheduling

Redovi čekanja

Dugoročni raspoređivač

- Određuje koji se programi primaju u sistem na obradu
- Kontroliše stepen multiprogramiranja
  - što se više procesa kreira, to je manji procenat vremena u kom se svaki proces može izvršavati
  - može ograničiti broj procesa kako bi tekući procesi dobili zadovoljavajuću uslugu



Srednjeročno raspoređivanje

- Deo funkcije razmene (swapping)
- Odluke o vraćanju procesa u memoriju zasnivaju se na potrebi upravljanja stepenom multiprogramiranja
  - uzima u obzir memorijske zahteve izbačenih procesa

Kratkoročno raspoređivanje

- Naziva se i dispečer
- Izvršava se najčešće
- Donosi detaljnu odluku o tome koji će se proces sledeći izvršavati
- Poziva se kada nastupi događaj koji dovodi do blokiranja tekućeg procesa ili koji pruža priliku da se proces koji se trenutno izvršava prekine u korist drugog

Primeri:
• Prekidi sata • U/I prekidi • Sistemski pozivi • Signali (npr. semafori)

Kriterijumi kratkoročnog raspoređivanja

- Glavni cilj je dodeljivati procesorsko vreme tako da se optimizuju određeni aspekti ponašanja sistema
- Potreban je skup kriterijuma za ocenu politike raspoređivanja

Kriterijumi orijentisani na korisnika

- odnose se na ponašanje sistema kako ga vidi pojedinačni korisnik ili proces (npr. vreme odziva u interaktivnom sistemu)
- važni su u gotovo svim sistemima

Kriterijumi orijentisani na sistem

- usmereni na delotvorno i efikasno korišćenje procesora (brzina kojom se procesi završavaju)
- obično su manje važni u jednokorisničkim sistemima

Kriterijumi kratkoročnog raspoređivanja: performanse



Tabela 9.2 Kriterijumi raspoređivanja



Orijentisani na korisnika, vezani za performanse

Vreme obrade Interval vremena od predaje procesa do njegovog završetka. Obuhvata stvarno vreme izvršavanja i vreme provedeno u čekanju na resurse, uključujući procesor. Ovo je odgovarajuća mera za paketni posao.

Vreme odziva Za interaktivni proces, ovo je vreme od predaje zahteva do početka prijema odgovora. Proces često može početi da daje izlaz korisniku dok još obrađuje zahtev. Zato je ovo, sa stanovišta korisnika, bolja mera od vremena obrade. Disciplina raspoređivanja treba da teži malom vremenu odziva i da maksimizuje broj interaktivnih korisnika koji dobijaju prihvatljivo vreme odziva.

Rokovi Kada se mogu zadati rokovi za završetak procesa, disciplina raspoređivanja treba da podredi ostale ciljeve maksimizovanju procenta ispoštovanih rokova.

Orijentisani na korisnika, ostali

Predvidljivost Dati posao treba da se izvršava približno jednako dugo i uz približno iste troškove, bez obzira na opterećenje sistema. Velike varijacije vremena odziva ili vremena obrade ometaju korisnike. To može ukazivati na velike oscilacije opterećenja sistema ili na potrebu podešavanja sistema radi otklanjanja nestabilnosti.

Orijentisani na sistem, vezani za performanse

Propusnost Politika raspoređivanja treba da teži maksimizovanju broja procesa završenih u jedinici vremena. Ovo je mera količine obavljenog posla. Propusnost očigledno zavisi od prosečne dužine procesa, ali na nju utiče i politika raspoređivanja, koja može uticati na iskorišćenost.

Iskorišćenost procesora Procenat vremena u kom je procesor zauzet. Za skup deljeni sistem ovo je značajan kriterijum. U jednokorisničkim i nekim drugim sistemima, kao što su sistemi za rad u realnom vremenu, ovaj kriterijum je manje važan od nekih drugih.

Orijentisani na sistem, ostali

Pravičnost Ako nema uputstava korisnika ili drugih uputstava koja daje sistem, prema svim procesima treba postupati jednako i nijedan proces ne sme biti izgladnjen.

Poštovanje prioriteta Kada su procesima dodeljeni prioriteti, politika raspoređivanja treba da favorizuje procese višeg prioriteta.

Uravnoteženje resursa Politika raspoređivanja treba da održava resurse sistema zauzetim. Treba favorizovati procese koji će manje koristiti preopterećene resurse. Ovaj kriterijum obuhvata i srednjeročno i dugoročno raspoređivanje.

Redovi po prioritetu



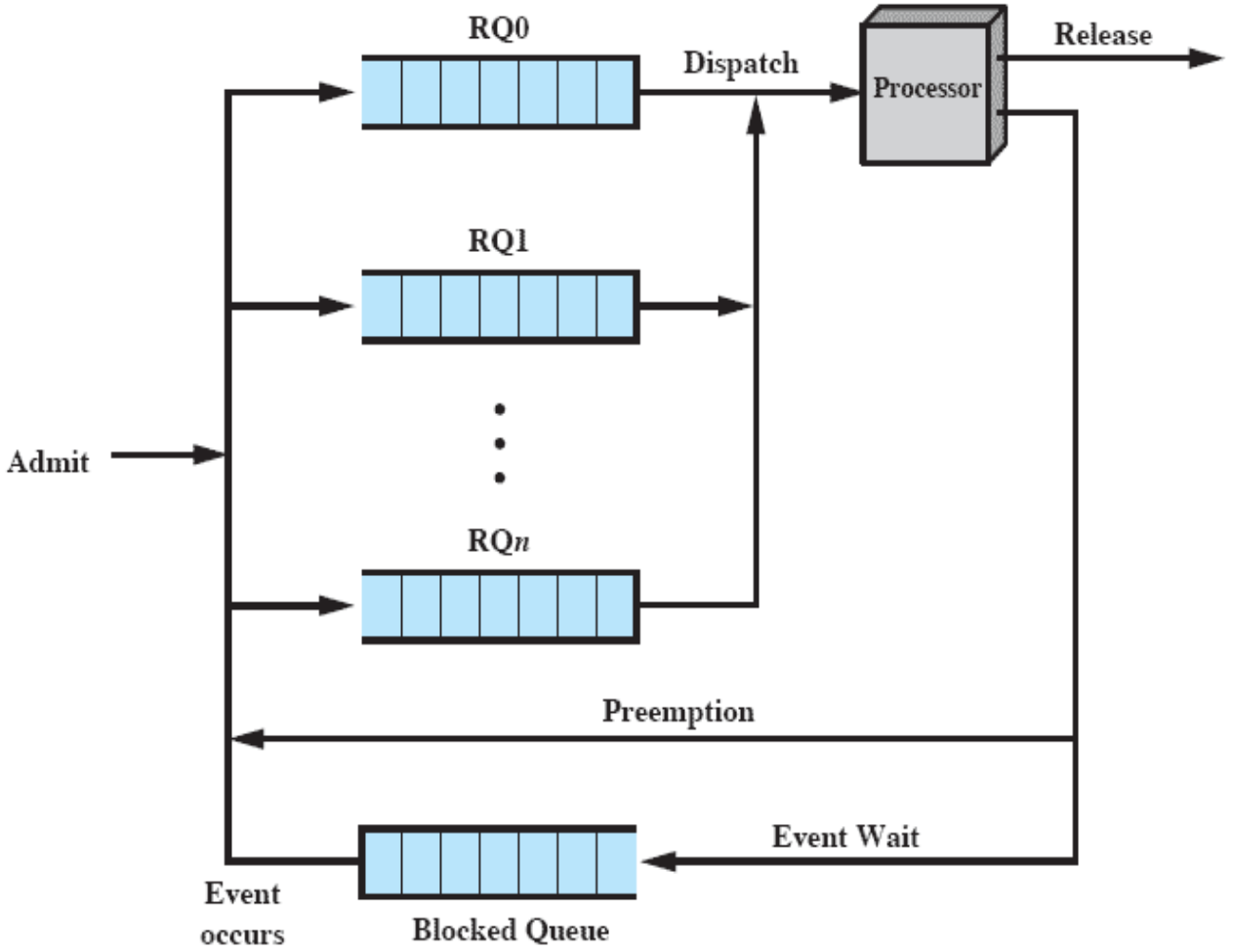


Figure 9.4 Priority Queuing

Funkcija odabira

- Određuje koji se proces u stanju Spreman sledeći upućuje na izvršavanje
- Može se zasnivati na prioritetu, zahtevima za resursima ili karakteristikama izvršavanja procesa
- Ako se zasniva na karakteristikama izvršavanja, neki od faktora koje treba razmotriti su
  - ***w*** = vreme provedeno u sistemu do sada, u čekanju
  - ***e*** = vreme provedeno u izvršavanju do sada
  - ***s*** = ukupno vreme usluživanja potrebno procesu, uključujući *e*; (procenjuje ga sistem ili korisnik)

Režim odabira

- Kada/pod kojim okolnostima se primenjuje funkcija odabira?
- Dve kategorije:
  - Bez prekidanja
  - Sa prekidanjem



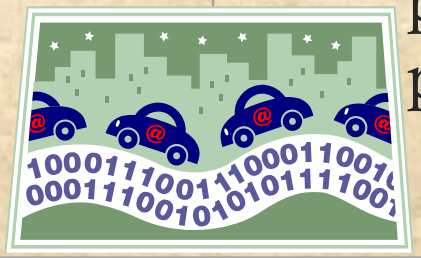
Bez prekidanja i sa prekidanjem

Bez prekidanja

- proces koji se izvršava nastavlja sve dok se ne završi ili se sam ne blokira zbog U/I

Sa prekidanjem

- OS može prekinuti proces koji se trenutno izvršava i prebaciti ga u stanje Spreman
- do prekidanja može doći kada stigne novi proces, pri prekidu ili periodično



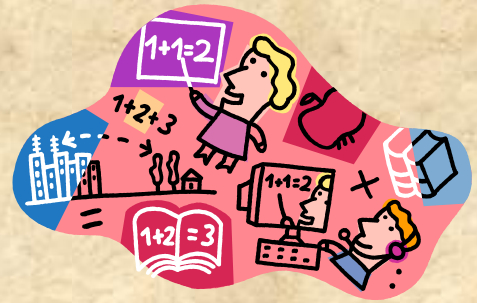
Alternativne politike raspoređivanja

Table 9.3 Characteristics of Various Scheduling Policies

	FCFS	Round robin	SPN	SRT	HRRN	Feedback
Selection function	max[w]	constant	min[s]	min[s − e]	$\max\left(\frac{w+s}{s}\right)$	(see text)
Decision mode	Non-preemptive	Preemptive (at time quantum)	Non-preemptive	Preemptive (at arrival)	Non-preemptive	Preemptive (at time quantum)
Throughput	Not emphasized	May be low if quantum is too small	High	High	High	Not emphasized
Response time	May be high, especially if there is a large variance in process execution times	Provides good response time for short processes	Provides good response time for short processes	Provides good response time	Provides good response time	Not emphasized
Overhead	Minimum	Minimum	Can be high	Can be high	Can be high	Can be high
Effect on processes	Penalizes short processes; penalizes I/O bound processes	Fair treatment	Penalizes long processes	Penalizes long processes	Good balance	May favor I/O bound processes
Starvation	No	No	Possible	Possible	No	Possible

Tabela 9.4

Primer raspoređivanja procesa



Process	Arrival Time	Service Time
A	0	3
B	2	6
C	4	4
D	6	5
E	8	2

Poređenje performansi

- Svaka disciplina raspoređivanja koja sledeći element za usluživanje bira nezavisno od vremena usluživanja zadovoljava relaciju:

$$\frac{T_r}{T_s} = \frac{1}{1 - \rho}$$

where

T_r = turnaround time or residence time; total time in system, waiting plus execution

T_s = average service time; average time spent in Running state

ρ = processor utilization

Tabela 9.5

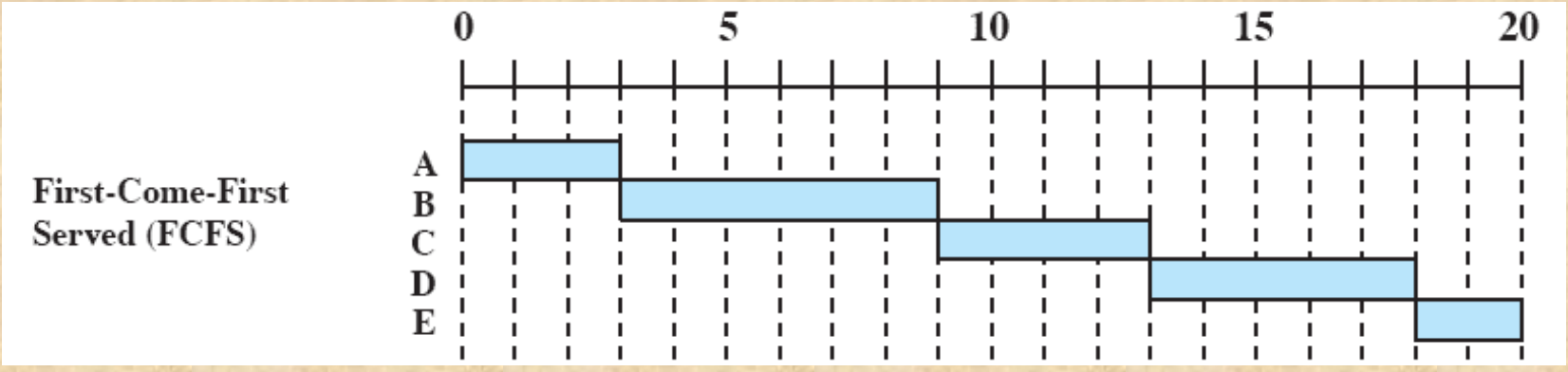
Poređenje politika raspoređivanja

Proces	A	B	C	D	E	
Vreme dolaska	0	2	4	6	8	
Vreme usluživanja (T_s)	3	6	4	5	2	Prosek
FCFS						
Vreme završetka	3	9	13	18	20	
Vreme obrade (T_r)	3	7	9	12	12	8.60
T_r/T_s	1.00	1.17	2.25	2.40	6.00	2.56
RR $q = 1$						
Vreme završetka	4	18	17	20	15	
Vreme obrade (T_r)	4	16	13	14	7	10.80
T_r/T_s	1.33	2.67	3.25	2.80	3.50	2.71
RR $q = 4$						
Vreme završetka	3	17	11	20	19	
Vreme obrade (T_r)	3	15	7	14	11	10.00
T_r/T_s	1.00	2.5	1.75	2.80	5.50	2.71
SPN						
Vreme završetka	3	9	15	20	11	
Vreme obrade (T_r)	3	7	11	14	3	7.60
T_r/T_s	1.00	1.17	2.75	2.80	1.50	1.84
SRT						
Vreme završetka	3	15	8	20	10	
Vreme obrade (T_r)	3	13	4	14	2	7.20
T_r/T_s	1.00	2.17	1.00	2.80	1.00	1.59
HRRN						
Vreme završetka	3	9	13	20	15	
Vreme obrade (T_r)	3	7	9	14	7	8.00
T_r/T_s	1.00	1.17	2.25	2.80	3.5	2.14
FB $q = 1$						
Vreme završetka	4	20	16	19	11	
Vreme obrade (T_r)	4	18	12	13	3	10.00
T_r/T_s	1.33	3.00	3.00	2.60	1.5	2.29
FB $q = 2^i$						
Vreme završetka	4	17	18	20	14	
Vreme obrade (T_r)	4	15	14	14	6	10.60
T_r/T_s	1.33	2.50	3.50	2.80	3.00	2.63

(Pretpostavlja se da se nijedan proces ne blokira radi U/I ili čekanja na drugi događaj.)

Prvi došao, prvi uslužen (FCFS)

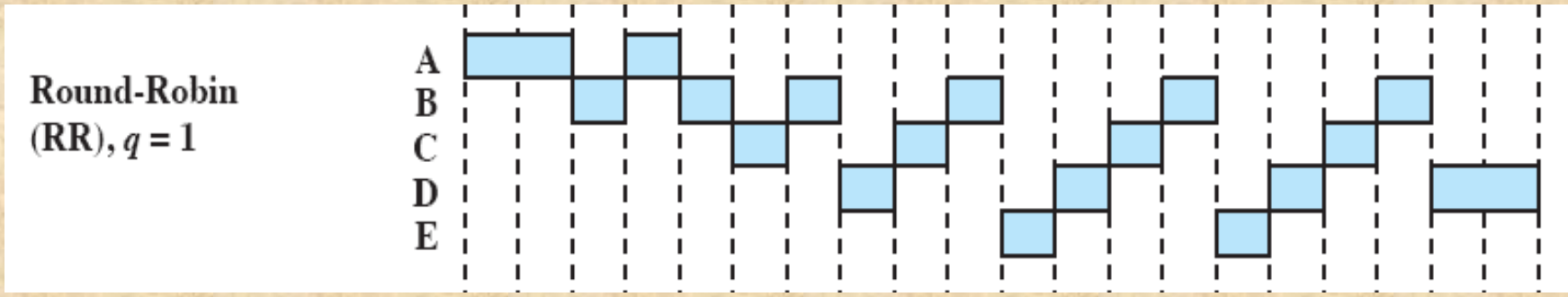
- Najjednostavnija politika
- Poznata i kao FIFO (prvi ušao, prvi izašao) ili šema strogog reda čekanja
- Kada tekući proces prestane da se izvršava, bira se proces koji najduže čeka u redu spremnih
- Daje mnogo bolje rezultate za duge procese nego za kratke
- Teži da favorizuje procesorski intenzivne procese u odnosu na U/I intenzivne





Round robin

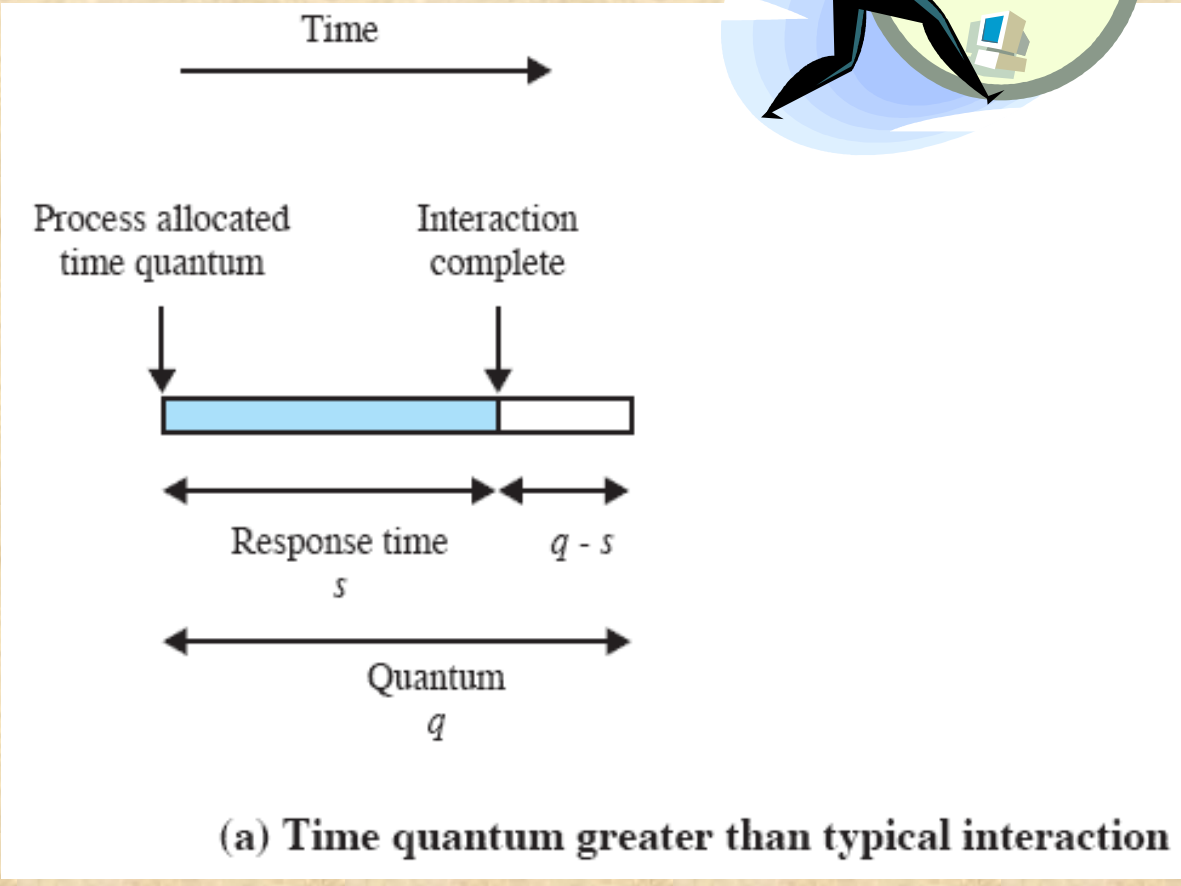
- Koristi prekidanje na osnovu sata
- Poznato i kao tehnika **vremenskih kvantuma** (time slicing): svaki proces pre prekidanja dobija kvantum vremena
- Glavno projektno pitanje je dužina vremenskog kvantuma koji se koristi
- Posebno efikasno u sistemima opšte namene sa deljenjem vremena ili u sistemima za obradu transakcija
- Jedan nedostatak je način na koji tretira procesorski i U/I intenzivne procese



Slika 9.6a



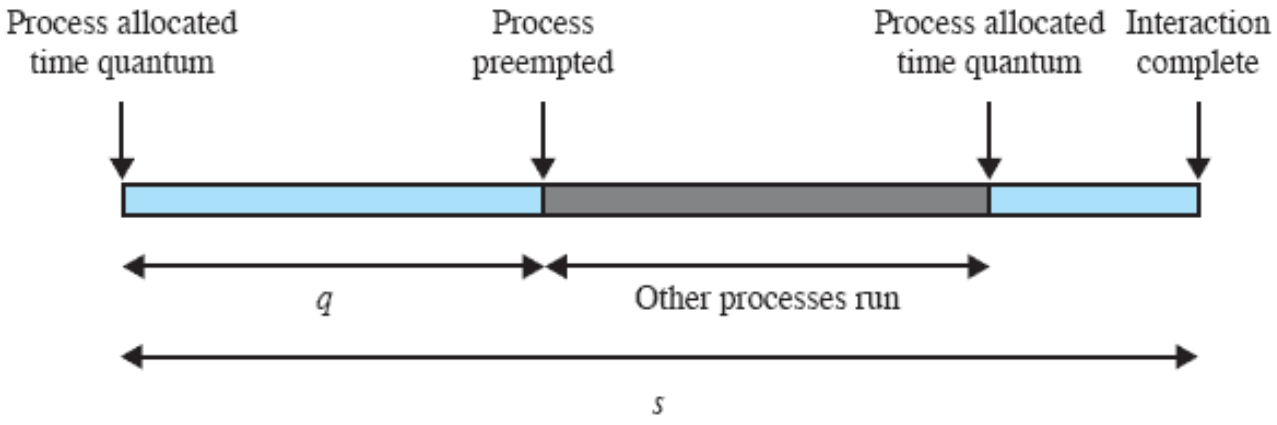
Uticaj veličine vremenskog kvantuma



(a) Time quantum greater than typical interaction

Slika 9.6b

Uticaj veličine vremenskog kvantuma

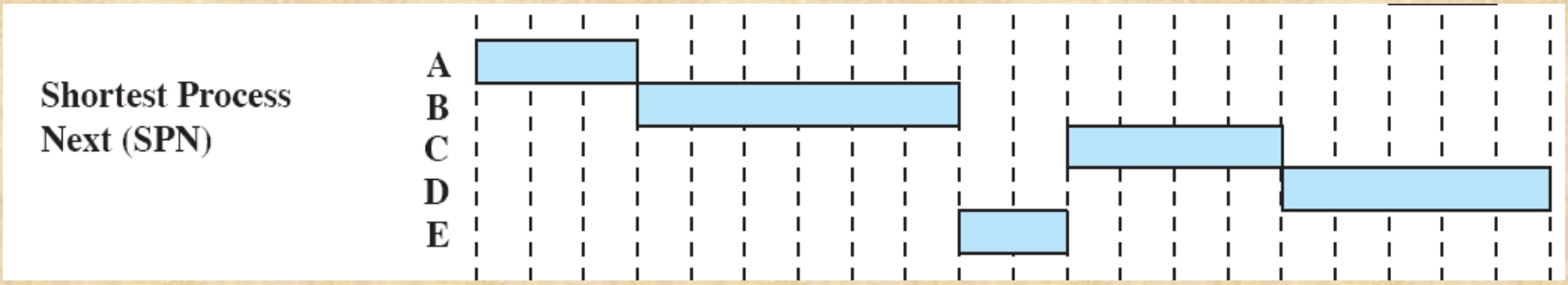


(b) Time quantum less than typical interaction

Figure 9.6 Effect of Size of Preemption Time Quantum

Najkraći proces sledeći (SPN)

- Politika bez prekidanja u kojoj se sledeći bira proces sa najkraćim očekivanim vremenom izvršavanja
- Kratak proces preskače ostale i dolazi na čelo reda
- Mogućnost izgladnjivanja dužih procesa
- Jedna teškoća je potreba da se zna, ili bar proceni, potrebno vreme izvršavanja svakog procesa
- Ako je procena programera znatno manja od stvarnog vremena izvršavanja, sistem može prekinuti posao

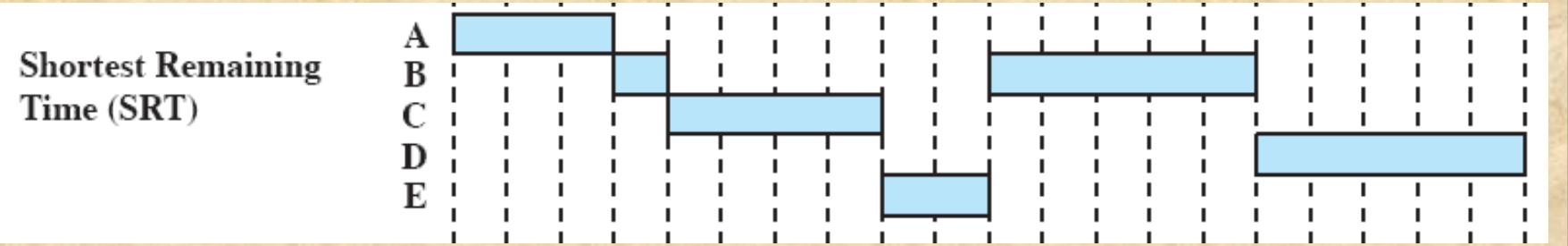


Najkraći proces sledeći (SPN)

- Problem: procena vremena izvršavanja
- OS može prikupljati statistiku i koristiti istoriju procesa za procenu vremena izvršavanja
  - npr. za procese u produkcionom okruženju
- Problem: izbegavanje izgladnjivanja dugih procesa
- Problem: nije pogodna za deljenje vremena ili obradu transakcija, jer nema prekidanja.

Najkraće preostalo vreme (SRT)

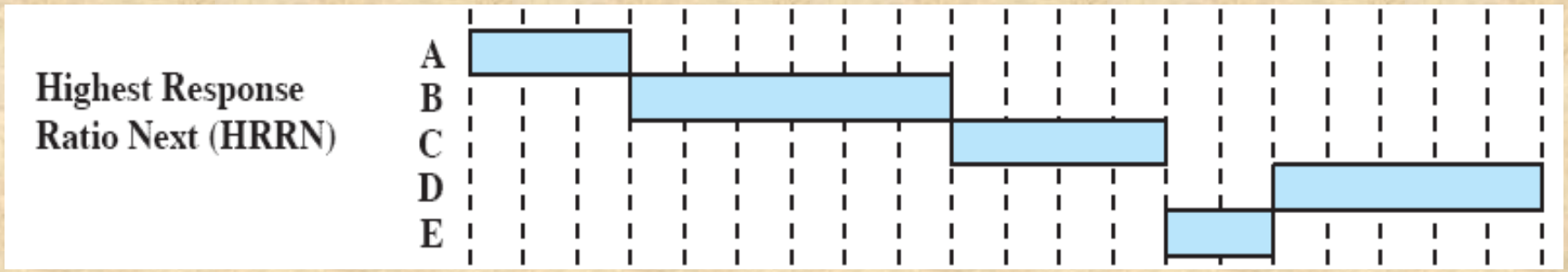
- Verzija SPN-a sa prekidanjem
- Raspoređivač uvek bira proces sa najkraćim očekivanim preostalim vremenom izvršavanja
- Rizik od izgladnjivanja dužih procesa
- Trebalo bi da daje bolje vreme obrade od SPN-a, jer kratak posao odmah dobija prednost nad dužim poslom koji se izvršava
- I dalje zavisi od tačnih procena vremena usluživanja.



Najveći odnos odziva sledeći (HRRN)

- Bira sledeći proces sa najvećim odnosom
- Privlačna je jer uzima u obzir starost procesa
- Iako se favorizuju kraći poslovi, starenje bez usluživanja povećava odnos, pa će duži proces na kraju preteći kraće poslove s kojima se nadmeće

$$Ratio = \frac{time\ spent\ waiting + expected\ service\ time}{expected\ service\ time}$$



Raspoređivanje sa pravednom raspodelom (fair-share)

- Raspoređivanje prema skupovima procesa
- Svakom korisniku dodeljuje se udeo procesora
- Cilj je pratiti korišćenje i davati manje resursa korisnicima koji su dobili više od svog pravednog udela, a više onima koji su dobili manje



Rezime

- Operativni sistem mora donositi tri vrste odluka o raspoređivanju u vezi sa izvršavanjem procesa:
  - Dugoročno – određuje kada se novi procesi primaju u sistem
  - Srednjeročno – deo funkcije razmene; određuje kada se program unosi u glavnu memoriju da bi mogao da se izvršava
  - Kratkoročno – određuje koji će se spreman proces sledeći izvršavati na procesoru
- Sa stanovišta korisnika, vreme odziva je obično najvažnija karakteristika sistema; sa stanovišta sistema, važna je propusnost ili iskorišćenost procesora
- Algoritmi:
  - FCFS, round robin, SPN, SRT, HRRN, povratna sprega

