Predgovor

Svaki složeni postupak koji se može izraziti pomoću algoritma sa konačnim brojem elementarnih operacija, može se predati računaru na izvršenje. Jedan od ključnih delova računarskog sistema koji omogućava prenošenje intelektualnog rada sa čoveka na računar jeste sistemski softver. Sistemski softver je posrednik između korisničkog (aplikativnog) softvera i hardvera koji korisniku omogućava da lakše, jednostavnije i efikasnije iskoristi resurse računarskog sistema.

Glavni deo sistemskog softvera i osnova svakog računarskog sistema jeste operativni sistem. Poznavanje operativnih sistema je temelj znanja svih koji se ozbiljnije bave računarima i informatičkim tehnologijama. Kao posledica masovne upotrebe računara u gotovo svim oblastima ljudske delatnosti, vidljiv je trend stalnog napretka i čestih promena informatičkih tehnologija. Ipak, fundamentalni koncepti ostali su neizmenjeni – na tim konceptima zasnovana je i ova knjiga.

Knjiga uvodi čitaoce u osnove savremenih operativnih sistema, jasno definišući koncepte i algoritme korišćene pri projektovanju njihovih pojedinih delova. Može se reći da ova knjiga predstavlja pokušaj demistifikacije operativnih sistema, bez detaljnije analize i interpretacije izvornog koda. Koncepti i značajniji algoritmi obrađeni u ovoj knjizi uglavnom su zasnovani na implementacijama u postojećim besplatnim i komercijalnim operativnim sistemima.

Pretpostavljamo da čitaoci koji žele da se bave izučavanjem ove materije poznaju osnove arhitekture računara, operativnih sistema i računarskih mreža sa aspekta prosečnog korisnika, kao i osnovne strukture podataka i osnove programiranja na jeziku C, koji je korišćen za ilustrovanje značajnijih algoritama. Hardver, značajan za analizu pojedinih komponenata operativnih sistema – kao što su kontroleri ulazno-izlaznih uređaja – opisan je na odgovarajućim mestima u knjizi.

Knjigu mogu koristiti svi studenti koji nastavu iz Operativnih sistema pohađaju na fakultetima ili višim školama, kao i svi koji žele da steknu osnovna znanja iz ove oblasti. Knjiga je nastala kao rezultat višegodišnjeg iskustva autora, stečenog prilikom izvođenja nastave i praktičnog i teoretskog rada na projektovanju i implementaciji pojedinih komponenata operativnih sistema, računarskih mreža, zaštite i sigurnosti.

Sledi kraći opis poglavlja koja čine ovu knjigu.

1. Uvod u operativne siteme

U ovom poglavlju ukratko je opisan istorijat operativnih sistema i navedene su njihove funkcije, karakteristike i poželjne osobine. Na osnovu različitih kriterijuma izvršena je podela operativnih sistema i dat je kraći pregled njihove strukture. Poglavlje završava kraćim opisom operativnih sistema UNIX i Linux.

2. Jezgro operativnog sistema i upravljanje procesima

Poglavlje počinje opisom delova jezgra operativnog sistema i hardverskim preduslovima za nadgradnju hardvera jezgrom. Zatim se uvodi pojam procesa i struktura neophodnih za upravljanje procesom. Objašnjena su stanja u kojima se proces može naći u toku svog izvršenja i tranzicije iz jednog stanja u drugo, u osnovnom i proširenom dijagramu stanja procesa. Ukratko su objašnjeni pojmovi procesorskog reda, zamene konteksta i raspoređivanja procesa, osnovne operacije koje se nad procesima mogu izvršiti i osnovni mehanizmi međuprocesne komunikacije. Obuhvaćeni su i takozvani laki procesi, tj. niti. Kao primer, opisano je jezgro Linux sistema i postupak konfigurisanja jezgra pomoću modula ili ponovnog prevođenja. Ukratko su opisani i postupci administriranja procesa na Linux sistemima.

3. Raspoređivanje procesa i dodela procesora

U višeprocesnim operativnim sistemima, procesima se na osnovu nekog algoritma dodeljuje procesor na korišćenje. Na početku poglavlja objašnjeni su pojmovi raspoređivanja sa pretpražnjenjem i bez pretpražnjenja, a zatim su detaljnije predstavljeni značajniji algoritmi za dodelu procesora: *First Come First Served*, *Shortest Job First*, *Round Robin* i raspoređivanje na osnovu prioriteta. Ukratko je opisano i raspoređivanje u više procesorskih redova, u višeprocesorskom okruženju i u realnom vremenu.

4. Sinhronizacija procesa

Svaki računarski sistem sastoji se od konačnog broja resursa. Procesi koriste resurse računarskog sistema – u slučaju da veći broj procesa želi da koristi isti resurs (na primer, deo radne memorije), operativni sistem mora da obezbedi adekvatne mehanizme sinhronizacije. U ovom poglavlju opisani su mehanizmi koji obezbeđuju sinhronizaciju procesa: kritične sekcije, semafori i monitori. Predstavljene su hardverske i softverske realizacije kritičnih sekcija – algoritam striktne alternacije, Dekker-Petersonov algoritam i pekarski algoritam. Takođe, na primeru problema ograničenog bafera, problema čitalaca i pisaca i problema večere filozofa, ilustrovana je primena semaforskih tehnika u rešavanju klasičnih problema.

5. Zastoj

Poglavlje počinje definicijom zastoja i skupa uslova pod kojim se u sistemu pojavljuje zastoj. Dalje je opisano predstavljanje stanja u sistemu pomoću grafa dodeljenih resursa i metode upravljanja zastojem: prevencija, izbegavanje i oporavak od zastoja.

6. Upravljanje memorijom

Radna memorija se smatra jednim od najznačajnijih resursa svakog računarskog sistema. Bez radne memorije proces ne može da obavi neku značajniju aktivnost. U ovom poglavlju najpre su navedeni osnovni ciljevi koje treba postići na nivou sloja upravljanja memorijom, a zatim su ukratko opisani pojmovi logičkog i fizičkog upravljanja memorijom, vezivanja adresa i razmene (engl. *swap*). Navedene su i osnovne

programerske tehnike upravljanja memorijom, poput dinamičkog vezivanja i tehnike preklapanja (engl. *overlay*). Nakon toga su opisane metode kontinualne i diskontinualne dodele memorijskog prostora, kao što su straničenje i segmentacija.

7. Virtuelna memorija

Poglavlje počinje opisom tehnika učitavanja stranica na zahtev (engl. *demand paging*) i nekih alternativnih tehnika, kao što su *Copy on Write*, straničenje unapred (engl. *prepaging*) i memorijski mapirane datoteke. Zatim su opisani značajniji algoritmi za izbor žrtve pri zameni stranica: *First In First Out*, optimalni algoritam, *Least Recently Used*, satni algoritam i frekvencijski algoritmi *Least Frequently Used* i *Most Frequently Used*. Na kraju poglavlja razmatra se efekat zasićenja. Kao primer, navedeni su postupci administriranja *swap* prostora na Linux sistemima

8. Ulazno-izlazni podsistem

Ulazno-izlazni podsistem obezbeđuje mehanizme za komunikaciju sa ulazno-izlaznim uređajima. Bez ulazno-izlaznog podsistema, korisnik procesima ne može zadati ulazne podatke niti može od procesa preuzeti rezultate obrade. Takođe, proces nije u mogućnosti da rezultate obrade sačuva na disku ili nekom drugom medijumu niti da ostvari komunikaciju sa drugim računarom. Na početku poglavlja navedene su osnovne funkcije i ciljevi projektovanja ulazno-izlaznog podsistema. Uređaji su zatim podeljeni prema različitim kriterijumima i opisan je hardver koji je značajan za ulazno-izlazni podsistem. Obrađeni su servisi koje pruža ulazno-izlazni podsistem i proces prevođenja zahteva u ulazno-izlazne operacije, a kao primer opisano je administriranje štampača na Linux sistemima.

9. Sekundarne i tercijarne memorije

Za razliku od radne memorije, sadržaj sekundarnih i tercijarnih memorija ne gubi se nakon isključivanja napajanja. U sekundarnim i tercijarnim memorijama smešteni su operativni sistem, programi, i podaci koji se obrađuju. Na početku poglavlja ukratko je opisana struktura diskova i postupci kojima se diskovi pripremaju za rad. Nakon toga su opisani nivoi keširanja diskova i algoritmi za raspoređivanje zahteva za rad sa diskovima (*First Come First Served*, *Shortest Seek Time First*, *SCAN*, *C-SCAN*, *LOOK* i *C-LOOK*). Zatim sledi opis RAID struktura koje se mogu iskoristiti za formiranje stabilnih podsistema sekundarne memorije. Kao primer, navedeni su postupci administriranja sekundarnih memorija na Linux sistemima.

10. Sistemi datoteka

Za većinu korisnika, sistem datoteka je nevidljiviji aspekt operativnog sistema, koji obezbeđuje mehanizam za čuvanje i pristup datotekama. Na početku poglavlja definisani su osnovni pojmovi (datoteka, direktorijum i referenca) i opisani mehanizmi za zaštitu i deljenje datoteka. Nakon toga, čitalac se upoznaje sa pojmom sistema datoteka i metodama dodele prostora datotekama i upravljanja slobodnim prostorom u

sistemima datoteka. Zatim je obrađena problematika pouzdanosti i efikasnosti sistema datoteka, a na kraju poglavlja dat je opis značajnijih sistema datoteka u operativnim sistemima UNIX/Linux i DOS/Windows. Kao primer, navedeni su postupci administriranja sistema datoteka na Linux sistemima.

11. Mrežno okruženje

Računarska mreža omogućava komunikaciju međusobno povezanih autonomnih računara. Korisnicima umreženih računara dostupni su deljeni mrežni resursi poput štampača i direktorijuma, kao i mehanizmi centralizovane autentifikacije i administracije. Većina savremenih operativnih sistema jesu mrežni operativni sistemi, čiji integralni deo čini skup protokola TCP/IP, a softver za umrežavanje omogućava funkcionalnost operativnog sistema u LAN i WAN mrežama. Većina osnovnih usluga operativnih sistema, poput sistema datoteka, štampanja i arhiviranja podataka, može se realizovati pomoću mrežnih funkcija. U ovom poglavlju opisane su topologija i vrste mreža, komunikacija u mreži i skup protokola TCP/IP. Kao primer dati su postupci konfigurisanja mrežnog okruženja na Linux sistemima.

12. Distribuirani sistemi

Distribuirani sistemi predstavljaju kolekciju procesora, tj. računara, koji ne dele zajedničku memoriju i sistemski časovnik. Na početku poglavlja objašnjeni su osnovni pojmovi i navedene su karakteristike distribuiranih sistema. Nakon toga, govori se o razlikama između mrežnih i distribuiranih operativnih sistema. Zatim su opisani distribuirani sistemi datoteka i mehanizmi sinhronizacije procesa u distribuiranim sistemima. Problem sinhronizacije procesa i rešavanja problema zastoja proširuje se sa centralizovane na distribuiranu okolinu.

13. Zaštita i sigurnost

Zaštita se odnosi na kontrolu pristupa resursima operativnog sistema, dok je sigurnost širi pojam, koji uključuje i uticaj interackije sistema sa spoljnim svetom. Na početku poglavlja opisani su domeni zaštite i matrica pristupa, a zatim aspekti sigurnosti i mehanizmi autentifikacije korisnika. Zatim su objašnjene metode napada na sistem (*DoS*, *spoofing*, *sniffing*), programske pretnje (trojanski konji, klopke – *trap doors*, prepunjenje steka i bafera) i sistemske pretnje (crvi i virusi). Od tehnika za povećanje sigurnosti sistema opisane su mrežne barijere, sistem za detekciju napada i kriptografske metode zaštite. Na kraju poglavlja navedeni su rangovi sigurnosti prema TCSEC kriterijumu Ministarstva odbrane SAD. Kao primer, navedeni su neki postupci koje administratori sistema mogu izvesti kako bi zaštitili umreženi Linux sistem.

14. Korisnički interfejs

Na vrhu hijerarhije slojeva operativnog sistema nalazi se korisnički interfejs, pomoću kog korisnici ostvaruju dvosmernu interakciju sa operativnim sistemom. Postoje dve vrste korisničkih interfejsa – alfanumerički i grafički, koji su u ovom poglavlju ukratko opisani. Poglavlje sadrži i kraći opis upravljanja poslovima na sistemima sa paketnom obradom. Kao primer korisničkog interfejsa opisan je komandni interpreter Linux sistema (*shell*), kao i postupci upravljanja poslovima na Linux sistemima.

Dodaci

Primeri koji su dati u poglavljima vezani su za operativni sistem Linux. Više detalja o operativnim sistemima Windows (MS-DOS, Windows 3.x, 95/98, NT, 2000, XP, 2003 Server i Vista) i Mac OS X, naći ćete u dodacima A i B.

Sva poglavlja prati odgovarajući skup pitanja i zadataka, čija se rešenja nalaze u dodatku C.

Zahvaljujemo se svima koji su učestvovali ili na bilo koji način pomogli u pripremi i realizaciji ove knjige.