

Seminar iz predmeta *Operacijski sustavi*

Povijesni pregled razvoja operacijskih sustava

Vid Ivanjek

2010.

Sadržaj

1.	Prvi počeci operacijskih sustava	1
1.1.	GM-NAA I/O	1
1.2.	SHARE	1
1.3.	UMES	1
2.	Prvi pravi operacijski sustavi	2
2.1.	Atlas	2
2.2.	Compatible Time-Sharing System	2
2.3.	Master control program (MCP).....	2
3.	Daljnji razvoj operacijskih sustava	4
3.1.	GCOS	4
3.2.	EXEC 8	4
3.3.	TOPS-10.....	4
3.4.	Berkeley Timesharing System.....	5
3.5.	Multics	5
3.6.	OS/360 i ostali.....	6
3.7.	CP/CMS	8
3.8.	VM/370 i z/VM.....	9
3.9.	ITS (Incompatible Timesharing System)	10
4.	Kasniji i moderni operacijski sustavi	11
4.1.	Unics (UNIX).....	11
4.2.	RSTS	13
4.3.	Alto OS	13
4.4.	QDOS, 86-DOS, PC-DOS i MS-DOS	13
4.5.	GNU	14
4.6.	Mac OS	15
4.7.	Microsoft Windows.....	16
5.	Literatura.....	19

1. Prvi počeci operacijskih sustava

1940-tih godina pojavila su se prva računala opće namjene. Ta računala su jedva mogla pozivati potprograme. Tipično su mogla adresirati samo 4.096 riječi i bilo bi teško uopće razmišljati o operacijskim sustavima na takvim računalima. 1950-tih su se pojavila računala koja su pohranjivala podatke na magnetske trake te imala su indeks-registre i instrukcije za skakanje u potprograme. Do sredine 1950-tih počela su se pojavljivati i računala s više čitača magnetskih traka. S vremenom je postalo uobičajeno da se na jednoj od tih traka, karakterističnoj za to računalo, nalazi program za učitavanje programa s ostalih traka. To su bili prvi počeci operacijskih sustava. Oni su u samo nekoliko riječi pamtili gdje se na traci nalazi interpreter komandne linije za inicijalizaciju i pokretanje ostalih programa. Na kraju svog rada svaki je program trebao vratiti komandu operacijskom sustavu, u protivnom bi se računalo moralo ponovno pokrenuti iz početka. Također, ako je neki program slučajno promijenio podatke učitavača ostalih programa, rezultat je bio potpuno nepredvidiv pa su takva računala bila softverski vrlo krhka. No ti su sustavi svejedno bili sposobni pozivati biblioteke te su podržavali *assembler-e*, prevodioce (*compiler*) i poveznike (*linker*).

1.1. GM-NAA I/O

Godine 1956. nastao je prvi operacijski sustav za IBM-704 računalo. To je bio GM-NAA I/O, napravljen suradnjom General motors-a i Sjeverno-Američke avijacije. Glavna mu je funkcija bila da nakon završetka jednog programa odmah pokreće sljedeći.

1.2. SHARE

SHARE operacijski sustav nastao je 1959. godine kao unapređenje GM-NAA I/O-a. U originalu je radio na IBM-704 računalima, ali je kasnije prenesen i na IBM-709. SHARE je uveo neke nove metode za upravljanje privremenom memorijom te ulazno-izlaznim uređajima. Kasnije ga je IBM prenio i na 7090 i 7094 računala pod imenom IBSYS.

1.3. UMES

Punim nazivom: University of Michigan Executive System, operacijski je sustav razvijen na Sveučilištu u Michiganu 1958. godine. Radio je na IBM-701 računalu i bio je optimiziran za manje programe koje su pokretali studenti.

2. Prvi pravi operacijski sustavi

Prvi pravi operacijski sustavi pojavili su se 1960-tih, zajedno s razvojem diskova koji su za ono vrijeme imali visoke performanse. Ti operacijski sustavi imali su samo jedan bitan dodatak u odnosu na učitavače programa s magnetskih traka - imali su datotečne sustave, tako da se disk mogao upotrebljavati kao čitav skup virtualnih traka. Budući da je njihova svrha bila da organiziraju disk, zvali su se diskovnim operacijskim sustavima. Bili su dugi niz godina veoma poznati pod kraticom DOS (od engl. Disk Operating System).

2.1. Atlas

Računalo nazvano Atlas napravljeno je 1962. godine na sveučilištu u Manchesteru, Engleska. Imalo je poseban operacijski sustav - Atlas Supervisor, koji mu je omogućavao da se više programa izvodi istovremeno.

2.2. Compatible Time-Sharing System

Compatible Time-Sharing System (ili kraće CTSS) je prvi put demonstriran 1961. godine na MIT-u, i upotrebljavan je tamo sve do 1973. Riječ compatible u nazivu odnosi se na to da je bio kompatibilan s uobičajenim operacijskim sustavom za IBM 7094 - Fortran Monitor System-om. CTSS je utjecao na razvoj mnogih kasnijih operacijskih sustava, od kojih se neki (poput primjerice UNIX-a) još i dan danas koriste. Najvažnije karakteristike koje je CTSS uveo bile su mogućnost izvršavanja više programa paralelno, mogućnost korisnika da jedni drugima ostavljaju poruke (odnosno preteču elektroničke pošte) i naredbu RUNCOM (koju je napravio Louis Pouzin) koja je izvršavala niz naredbi iz datoteke te je također podržavala substituciju parametara za te naredbe. Louis Pouzin je kasnije na sličan način razvio i ljusku za Multics, koja je nadalje inspirirala UNIX-ovu ljusku, koja se i dan danas uvelike koristi. CTSS je također imao i jedan od prvih alata za računalno formatiranje teksta (nazvan RUNOFF).

2.3. Master control program (MCP)

MCP je vlasnički operacijski sustav za *Burroughs large systems*, prvotno izbačen 1961. te se koristi do danas. Iako je korporacija Burroughs zasnovana još davne 1886., mnogo prije dolaska električnih računala, korporacija se relativno "kasno" uključila u proizvodnju električnih računala, i zato su se orijentirali na inovativnost svojih proizvoda. Tako je MCP uveo mnoge novosti u razvoj operacijskih sustava i računala općenito. Neke od tih inovacija tek su se nedavno počele masovno implementirati i u današnje operacijske sustave.

Izvorno je napisan u ESPOL-u (*Executive Systems Programming Language*) ali je 1970. prebačen u NEWP (*New Executive Programming Language*) koji je bolje strukturiran i sigurniji od ESPOL-a. MCP je bio prvi operacijski sustav koji je podržao višestruke procesore te ujedno posjeduje i prvu komercijalnu implementaciju virtualne memorije. To je ujedno i prvi operacijski sustav pisan isključivo u višem programskom jeziku. Hardver na kojem se u početku pokretao razvijan je u skladu s potrebama softvera, što je i danas pomalo egzotičan pristup.

Iako je izvorni kod MCP-a vlasnički, korisnici imaju uvid u njega te mu mogu pridonijeti. Tako su mnoga proširenja i zakrpe koje su napisali korisnici dospjele čak do osnovnog koda samog operacijskog sustava. Ovaj pristup se danas uvelike koristi u nebrojenim projektima otvorenog koda što omogućuje da mnogi programeri diljem svijeta unapređuju softver kojim se koriste, čak iako se neki od njih ne bave profesionalno programiranjem.

Procesi u MCP-u zovu se *job-ovi* i *task-ovi*. *Job-ovi* se sastoje od jednog ili više *task-ova*. *Task-ovi* unutar *job-a* se pokreću paralelno ili redom, te postoji poseban jezik za upravljanje njihovim tokom – *Job Control Language WFL*.

MCP je također uveo i biblioteke (engl. *libraries*) te je uveo vrata (engl. *ports*) za komuniciranje među programima, a koja su kasnije i upotrijebljena za mrežne komunikacije među računalima. MCP također ima i detaljan dnevnik koji zapisuje mnogo više detalja čak i od UNIX-a. Iako ga to katkada pomalo usporuje u radu, takva razina detalja u sistemskom dnevniku olakšava ispravljanje grešaka u programima jer opcionalno zapisuje svaku znatniju operaciju koju svaki pokrenuti program izvodi, kao što je otvaranje i zatvaranje baze podataka, pokretanje i zaustavljanje rada pojedinih *task-ova*.

MCP je uveo i "FTR" (engl. *field trouble reports*), sustav koji omogućuje korisnicima prijavljivanje grešaka u radu sustava na koje nailaze tijekom rada, nešto poput sličnih mogućnosti zadnjih se godina sve više ugrađuje i u moderan softver.

3. Daljnji razvoj operacijskih sustava

3.1. GCOS

Punim imenom – *General Comprehensive Operating System*, razvijan je od 1962. te je u originalu nosio naziv GECOS (*General Electric Comprehensive Operating System*). Izvorno ga je razvijala tvrtka General Electric, ali ga je kasnije kupila tvrtka Honeywell, koja ga je potom prodala tvrtkama NEC i Groupe Bull.

GCOS je u početku bio orijentiran prema izvršavanju skupne obrade podataka, no kasnije je dobio višedretvenost i online obradu transakcija. Tijekom svog razvoja bio je pod utjecajem MEDINET-a, Multics-a, WWMCCS-a i IBM 360, te je naslijedio veoma sigurnu arhitekturu. Svaki program se odvija u svojoj virtualnoj memoriji, na koju je pazio čak i hardver. Taj dio hardvera se danas samo simulira.

Neki dijelovi hardvera na kojem se GCOS pokretao bili su više-manje kompatibilni s hardverom na kojem se pokretao Multics, te su se mogli prebacivati iz načina rada za GCOS na način rada za Multics. Danas se GCOS uglavnom upotrebljava samo za skupno obrađivanje podataka, i to na simuliranom hardveru u svrhe kompatibilnosti novijih velikih računala sa starijima.

3.2. EXEC 8

EXEC 8 je bio operacijski sustav za UNIVAC 1108, razvijen je 1964., te je bio među prvim komercijalno uspješnim operacijskim sustavima koji su podržavali simetričan višeprocorski rad (SMP). Podržavao je miješani način rada između skupne obrade podataka, dijeljenja vremena i rada u realnom vremenu. Imao je samo jedan datotečni sustav sa svim datotekama u jednoj listi, makar oni bili i na različitim fizičkim diskovima.

3.3. TOPS-10

Punim nazivom *Timehsaring/Total OPerating System*, prvi put je izbačen na tržište 1964. godine za PDP-6 miniračunalo. Zadnje izdanje je bilo 7.04 izbačeno godine 1988. Od 1974. (verzija 6.01) podržavao je virtualnu memoriju, a od verzije 7.00 je podržavao i simetrični višeprocorski rad.

TOPS-10 je podržavao dijeljenu memoriju, te je bio među prvim platformama koje su omogućivale razvoj prvih pravih računalnih igara za više igrača koji su mogli igrati istovremeno u realnom vremenu. Također je imao i jednu veoma inovativnu aplikaciju koja se zvala *FORUM*. Radilo se o jednoj od prvih aplikacija za "čavrljanje" (*chat*). Također je imao i vrstan API (*Application Programming Interface*) nazvan *Monitor Calls* koji su koristili takozvane UUO-ove (*Unimplemented User Operation*). UUO-ovi sistemski pozivi su bili napravljeni tako da su izgledali kao strojne instrukcije. Zahvaljujući tome je programiranje pod tim operacijskim sustavom bilo veoma jednostavno.

Osim svojeg assemblera, imao je i prevoditelje za razne druge programske jezike, kao što su ALGOL, APL, BASIC, BLISS, COBOL, Fortran, FOCAL, Forth, IMP72, Lisp, Pascal, Simula i tako dalje. Danas ga uglavnom koriste samo hobisti.

3.4. Berkeley Timesharing System

Kao što mu i ime kaže, radi se o sustavu s dijeljenjem vremena, odnosno s podrškom za istovremeni rad više korisnika. Dizajniran i implementiran je od 1964. i 1967. na sveučilištu u Kaliforniji u Berkeleyu za računalo SDS 940 kao dio projekta Genie. To je bio prvi komercijalan operacijski sustav koji je podržavao istovremen rad više korisnika, a koji je dozvoljavao korisnicima da programiraju u strojnom kodu.

3.5. Multics

Multics je skraćenica za *Multiplexed Information and Computing Service*. Projekt izrade ovog operacijskog sustava je započet 1964., a prva je verzija izbačena 1969. Radi se o višekorisničkom sustavu koji se koristio sve do 2000. U originalu je to bio zajednički projekt MIT-a, General Electric-a i Bell Labs-a; no 1969. se Bell Labs isključio iz projekta, a 1970. se General Electric zamijenio s Honeywell-om. Neki od ljudi iz Bell Labs-a su nakon isključenja iz projekta prešli na razvoj Unix-a. Multics je izvorno zamišljen kao komercijalan operacijski sustav za General Electric, no ispao je kao relativno neuspješan komercijalan proizvod Honeywell-a. Unatoč tome što je bio komercijalan promašaj, mnoge ideje iz njegovog koncepta utjecale su na razne druge operacijske sustave, a posebice Unix. Pisan je u višem programskom jeziku, konkretno u *Multics PL/I*.

Djelovi harvera (poput radne memorije, procesora, diskova, itd.) mogli su se dodavati i uklanjati iz računala dok je operacijski sustav radio, pri čemu su se u pravilu korisnički programi nastavljali odvijati bez ikakvih smetnji. Također, podaci o tome tko može i u kojoj mjeri pristupati pojedinim datotekama držali su se odvojeno, što je omogućivalo da korisnici prema potrebi dijele podatke, a da ostali podaci budu sigurni i nedostupni drugima. U Multics-u nije bilo velike razlike između otvorenih datoteka i memorije koju su koristili pokrenuti programi, sve je bilo u istom adresnom prostoru. Operacijski sustav je sam pazio na to što treba i kada biti u memoriji, a što može biti na disku, te je sam vršio sva pisanja i čitanja s diska. Iako je stavljanje svega u zajednički memorijski prostor rezultiralo s mogućnošću od maksimalno jednog megabytea ukupnog prostora i za otvorene datoteke i za radnu memoriju samih procesa, u ono doba to i nije bilo takav problem jer je radna memorija ionako bila veoma skupa, a datoteke veličine megabytea su bile izrazito rijetke, pa to ograničenje i nije došlo do izražaja.

Multics je također podržavao dinamičko povezivanje s bibliotekama, pa su programi mogli koristiti najnovije verzije biblioteka bez obzira na to što su napravljeni prije nego te biblioteke. Također je bilo moguće povezati više procesa pa su oni mogli razmjenjivati i dijeliti podatke.

Multics je bio smatran veoma sigurnim od samog početka, no ljudi su svejedno povremeno uspijevali provaliti u njega. Zato su ga s vremenom dodatno unaprijedili, te je postepeno postao gotovo neprobojan. Također je bio i prvi operacijski sustav koji je imao hijerarhijski datotečni sustav, a imena datoteka su mogla biti praktički proizvoljne duljine. Multics je također bio prvi operacijski sustav koji je imao odvojen stog za svaki proces, što je danas uobičajeno.

Za svoje doba bio je veoma "velik" – čak 4,5MB zajedno sa svim procedurama,

bibliotekama, kernelom i prevoditeljem za PL/I. Izvorni kod sastojao se od oko 1.500 modula, svaki od po 200-tinjak linija u prosjeku.

3.6. OS/360 i ostali

Punim nazivom *IBM System/360 Operating System* je bila čitava grupa operacijskih sustava za grupnu obradu podataka za IBM-ovo računalo *System/360*, iako su u IBM-u originalno zamislili napraviti samo jedan operacijski sustav za grupnu obradu podataka – "OS/360", i još jedan za višekorisnički rad – "TSS/360". No pokazalo se da IBM ne bi stigao na vrijeme dovršiti taj operacijski sustav, te da bi propala proizvodnja *System/360* računala, pa su taj projekt razbili na manje dijelove.

Prvi operacijski sustav u toj seriji je bio BOS/360 (Basic Operating System) koji je bio namijenjen samo za najmanja *System/360* računala, koja su radila samo s bušenim karticama. Unatoč tome što je BOS/360 mogao raditi samo s bušenim karticama, zahtijevao je i diskovni pogon za pokretanje samoga sebe. Napravljene su dvije verzije BOS-a: 4K BOS i 8K BOS. 4K BOS operacijski sustav se učitavao u memoriju te je zahtijevao 4K memorije za sebe. 8K BOS je zahtijevao 8K memorije za sebe. Na početku rada operater je trebao svaki put unijeti datum i vrijeme. Drugi u seriji bio je TOS/360 (Tape Operating System), no on je bio vrlo kratkoga vijeka, jer ga je ubrzo zamijenio DOS/360 koji je podržavao i diskove (a ne samo magnetske trake) kojima je popularnost naglo počela rasti. Iako je kasnije izašao i OS/360 koji je za razliku od DOS-a/360 podržavao simultan rad sa više procesa, DOS/360 je ostao najpopularniji operacijski sustav toga vremena, jer je između ostaloga tražio mnogo manje memorije nego OS/360.

DOS/360 je memoriju dijelio na tri dijela, koji nisu bili specificirane namjene, ali su se najčešće koristili na sljedeći način: jedan dio za privremeno pohranjivanje podataka za bušene kartice, jedan dio za privremeno pohranjivanje podataka za ispisivanje i jedan dio za grupnu obradu podataka. DOS/360 je imao i dobar set alatnih programa, kao što su bili Assembler, prevodioci za FORTRAN, COBOL i PL/I. Mogao je pristupati datotekama na više različitih načina: zapis po zapisu po redu od početka do kraja, indeksirani pristup u kojem je svaki zapis imao neki "ključni" element po kojem se mogao prepoznati traženi zapis, te izravni pristup datotekama kod kojeg je aplikacija mogla pristupati izravno navedenoj fizičkoj adresi na disku. Iako je ovo zadnje bilo veoma komplicirano za uporabu, ujedno je bilo i najbrži način pristupanja datotekama pa su neki sustavi za rad s bazama podataka koristili upravo izravan pristup podacima, a ne indeksirani pristup koji je bio mnogo jednostavniji za implementaciju.

DOS/360 je također imao i *BTAM* (*Basic telecommunications access method*), program pomoću kojeg je bilo moguće spojiti se na daljinu na gotovo bilo koji tip terminala. Iako je taj program u usporedbi s današnjim sustavima bio vrlo kompliciran za uporabu, u ono vrijeme kada nisu postojale gotovo nikakve norme za komunikacijske protokole, bio je velik napredak.

Ipak, DOS/360 je imao i neka ograničenja koja su ipak OS/360 činila moćnijim, pa se on ipak koristio za veća *System/360* računala. Tako je DOS/360 u početku mogao pokretati samo jedan program od jednom, a kasnije ih je mogao pokretati najviše tri od jednom, po jedan u svakom od njegova tri dijela memorije. Nadalje, njegov jezik za nadzor posla (*Job*

control language) bio je dizajniran za računala manjih performansi, pa je bilo veoma teško isprogramirati kompliciranije poslove. Također nije imao ugrađen sustav za privremeno čuvanje podataka za ispisivanje ili za rad s bušenim karticama. DOS/360 nije imao niti pravu podršku za učitavanje programa u varijabilne dijelove memorije, pa su korisnici morali imati posebne verzije pojedinih programa za svaki od tri dijela memorije u kojima su se ti programi mogli pokretati. Programi koji su se pokretali pohranjivali su se u nešto zvano "Core Image Library", a memorija koju su zauzimali nije se oslobađala nakon njihovog završetka, pa se često znala prenapuniti, a proces oporavka od toga je mogao trajati i do pola dana. Također, programi pisani za DOS/360 nisu bili sasvim kompatibilni s OS-om/360, pa su bile potrebne manje ili veće modifikacije prije nego su se programi mogli prenijeti na OS/360.

No unatoč toga, razvoj DOS-a/360 je nastavljen i kasnije, pa je tako nastao i DOS/VS. DOS/VE je uveo mogućnost virtualne pohrane datoteka. Njegova memorija je bila ograničena na 16 megabytea kroz sve dijelove memorije zajedno, što je rezultiralo time da su programi bili mali i jednostavni. U DOS/VS-u je također povećan i broj dijelova memorije s tri na sedam. Ti dijelovi su nazvani BG te od F1 do F6. Sljedbenik DOS/VS-a je z/VSE (Virtual Storage Extended). Zadnja verzija z/VSE-a je verzija 4.2, izbačena 17. 10. 2008.

Iako je DOS/360 u originalu podržavao 24-bitno adresiranje, DOS/VSE je već podržavao 31-bitno adresiranje, a z/VSE danas koristi 64-bitno adresiranje. IBM svojim z/VSE korisnicima preporuča korištenje Linuxa paralelno sa z/VSE-om na istom fizičkom sustavu, kako bi dobili podršku za još jednim 64-bitnim radnim okruženjem, te kako bi proširili z/VSE aplikacije putem *Hipersocket*-a. Iako z/VSE prema tradiciji podržava 3270 terminal, većina današnjih instalacija ima barem još jedno korisničko sučelje, najčešće kroz Web preglednike.

No to što je IBM nastavio razvijati DOS/360, nipošto ne znači da su prestali razvijati i OS/360. IBM je izbacio OS/360 u tri varijante. Prva varijanta je izbačena 1966., a to je bio PCP (Primary Control Program), koji je mogao pokretati samo jedan program od jednom te nije dugo bio u uporabi. Kasnije 1966. IBM je izbacio MFT (Multiprogramming with Fixed number of Tasks) varijantu OS-a/360; a 1967. i MVT (Multiprogramming with Variable number of Tasks) varijantu za najjača računala. MFT i MVT su se koristili do kasnih 70-tih.

MFT i MVT su bili veoma slični, pa su se aplikacije prilično lako prenosile s jednoga na drugi, te je više-manje isti softver radio na oba. Mnogi programi nisu se trebali ni ponovno prevesti da bi se prenijeli s jednog na drugi. I MFT i MVT su koristili isti JCL (Job Control Language), koji je bio fleksibilniji i jednostavniji od onoga koji je imao DOS/360. Imali su i iste metode pristupa datotekama. Iako MFT i MVT nisu imali pod-direktorije, sustav imenovanja datoteka imao je dovoljnu fleksibilnost da se datoteke mogu grupirati. Također su imali i sustav za privremeno pohranjivanje podataka za ispisivanje i slično (engl. *spooling*). Aplikacije su mogle stvarati pod-zadatke, što je omogućivalo višezadačnost.

MFT se uglavnom razlikovao od MVT-a po načinu upravljanja memorijom. Prilikom instalacije MFT-a se određivao fiksni broj memorijskih odjeljaka, svaki s fiksno pridodijeljenom količinom memorije. MFT nije bilo preporučljivo instalirati na računalo s manje od 256KB memorije, što je 1960-tih bila poprilična količina. MVT je bio još mnogo

veći i kompleksniji nego MFT, pa se stoga koristio samo na najjačim računalima. Za njega je cijela memorija koja nije bila iskorištena za sam operacijski sustav bila dinamički dodjeljiva aplikacijama prema potrebi. Iako je ovo bilo mnogo bolje od MFT-a, memorija je bila podložna fragmentaciji pa se događalo da nakon duljeg rada sustava ima možda ukupno dovoljno memorije da se program pokrene, ali su neiskorišteni dijelovi memorije bili razbacani, i niti jedan odvojeni djelić nije bio dovoljan za pokrenuti program. Ubrzo nakon što je izbačen MVT, dodana je i mogućnost za dijeljenje vremena među korisnicima, nazvana TSO (Time Sharing Option).

1970-tih je došao System/370, koji je bio veoma sličan System-u/360, ali je imao četiri puta brži procesor, te je omogućivao rad s virtualnom memorijom. U skladu s time, IBM je napravio i odgovarajuće operacijske sustave. Tako je iz MFT-a nastao OS/VS1, koji je bio gotovo identičan MFT-u, s glavnom razlikom podrške za virtualnu memoriju. Iz MVT-a su razvili OS/VS2, analogno s OS/VS1. 1974. IBM je izbacio *OS/VS2 release 2*, što je u stvari bio iznova napisan operacijski sustav pisan u novom jeziku: PL/S-u; samo što je bio kompatibilan s postojećim programima. Kasnije se iz njih razvio z/OS, koji je dio današnjice.

Prvo izdanje z/OS-a je bilo 2000. godine. Radi se o 64-bitnom operacijskom sustavu. z/OS je gotovo u potpunosti kompatibilan sa svojim prethodnicima. On podržava i Javu, i C/C++, te je UNIX-olik. Ima hijerarhijski datotečni sustav, može izravno koristiti TCP/IP, ima podršku za IPv6 i tome slične značajke kao i svaki drugi moderan operacijski sustav, a da je uz to i dalje kompatibilan sa starim operacijskim sustavima iz svoje serije još iz 1960-tih. Također podržava i rad u *clusterima*. Iako se u početku mogao pokretati u 24-bitnom, 31-bitnom i 64-bitnom načinu adresiranja, zadnje verzije se mogu pokretati samo u 64-bitnom načinu adresiranja. Naravno, aplikacije i dalje mogu koristiti 24-bitno i 31-bitno adresiranje.

3.7. CP/CMS

Izbačen 1968., bio je to višekorisnički operacijski sustav. Imao je tri verzije: CP-40/CMS, CP-67/CMS i CP-370/CMS. Svaka verzija uključivala je priličan redizajn svoga prethodnika. CP-40/CMS je bio prvi sustav u seriji, te je bio važna istraživačka platforma koja je postavila CP/CMS arhitekturu virtualnih strojeva; CP-67/CMS je bio drugi u nizu, a nastao je za System/360-67; CP-370/CMS u stvari nikada nije izbačen, već je postao osnova za VM/370, koji je još uvijek koristi.

CP-40 je bio istraživački prethodnik CP-67-a, i radio je na posebnom računalu – specijalno modificiranom IBM S360-40. Razvijao ga je IBM, u suradnji s MIT-om. Pokretao je nekoliko CMS-a (Cambridge Monitor System) na virtualnom hardveru. Glavni ciljevi su mu bili testirati tada još nov koncept virtualne memorije i podržati potrebe Cambridge Scientific Cetnera za višekorisničkim sustavom. CP-40 je u tome bio uspješan. Iako su mnogi korisnici za višekorisnički rad radije koristili druge sustave poput Multics-a, UNIX-a i sličnih, CP-40 je bio veoma važan za daljnji razvoj virtualnih računala. CP-40 je bio prvi operacijski sustav koji je implementirao potpunu virtualizaciju, tako da su se virtualna računala pokretana pod njim ponašala kao neovisni strojevi na koje su se drugi operacijski sustavi mogli instalirati, testirati i koristiti kao da su na odvojenom fizičkom računalu. S njim se moglo istodobno pokrenuti do 14 zasebnih virtualnih računala. Svaki put kada je

virtualno računalo zahtijevalo ulazno-izlazne operacije, dogodile bi se iznimke, i simulirao se efekt ulazno-izlaznih komponenti.

CMS je prvobitno napravljen kako bi radio kao "klijentski" operacijski sustav pod CP-om-40.

CP-67/CMS je bio prva široko dostupna implementacija virtualne računalne arhitekture. Iako je CP-40 mogao pokrenuti bilo koji operacijski sustav za System/360, odlučeno je da bi jednostavniji, jednokorisnički sustav bio bolji od višekorisničkih kompleksnih sustava poput CTSS-a. Sa CMS-om je svaki korisnik dobio svoje cijelo virtualno računalo. CMS je imao jednostavne naredbe, s podrazumijevanim argumentima gdje god je to bilo moguće. Imao je i osnovni set naredbi za rad s datotečnim sustavom. Datoteke su se mogle napraviti tako da se u njih jednostavno pisalo, bez potrebe da ih se unaprijed stvori. Datotečni sustav mu je bio bez direktorija, te je namjerno bio veoma jednostavan; iako su u početku planirali implementirati i direktorije i pod-direktorije, odustali su od toga u ime jednostavnosti. Sve aplikacije su se pokretale u zajedničkom adresnom prostoru. Iako je to moglo srušiti operacijski sustav u slučaju da aplikacija ne radi kako treba, to i nije bio takav problem s obzirom da se CMS ionako pokretao u virtualnim strojevima, pa su ostali korisnici (drugih virtualnih strojeva) bili sigurni. CP-67 je radio na IBM-ovom System/360-67 računalu, a nije uključivao nikakve fundamentalne promjene, nego je bio samo dorađena verzija CP-40 namijenjena za široku namjenu.

Zanimljivo je da je CP/CMS bio *open-source*, odnosno da je njegov izvorni kod bio dostupan svim korisnicima besplatno, pa su i oni mogli sudjelovati u njegovu razvoju. Također je zanimljivo da se CP/CMS razvijao na virtualnim računalima, sam unutar sebe, te katkada čak i u nekoliko slojeva emulacije.

3.8. VM/370 i z/VM

VM/370 je u stvari bilo ime proizvoda koji se u početku svog razvoja zvao CP-370. z/VM je izravni "potomak" VM-a/370. VM/370 je izbačen 1972., z/VM ne tako davne 2000., a zadnja verzija z/VM-a je iz 2009.

Srce VM arhitekture je kontrolni program, takozvani *hypervisor*. On se obično pokreće na fizičkom hardveru i omogućuje rad virtualnih računala unutar okruženja koje im on nudi. Dakako, ništa ga ne sprečava da se i sam pokreće unutar emulatora, te tako nudi virtualno virtualno računalo. On nudi potpunu virtualizaciju hardvera, uključujući ulazno-izlazne i slične uređaje. On nudi upravljanje računalnim resursima, omogućuje skladištenje virtualno pohranjenih podataka na fizičke medije i slično. Svaki korisnik virtualnog računala dobiva svoj vlastiti adresni prostor, ulazno-izlazne uređaje i može pokretati isti softver kao da ima svoje vlastito fizičko računalo. Operacijski sustav koji se pokreće u virtualnom računalu naziva se "gost". Gost može biti CMS, neki drugi operacijski sustav kao što su OS/360, DOS/360, AIX ili Linux, drugi VM, ili čak specijalizirani podsustavi VM-a kao što su RSCS (*Remote Spooling and Communication Subsystem*), RACF (*Resource Access Control Facility*) ili VNET (sučelje za virtualnu mrežu).

Iako je CMS u početku bio sposoban raditi i na fizičkom hardveru, kasnije je specijaliziran kako bi radio samo na virtualnim računalima, pa je koristio posebne mogućnosti *hypervisor*a za pristup datotečnom sustavu i tome slično, kako bi radio što brže.

Današnji z/VM tipično može pokretati tisuće virtualnih računala s Linux operacijskim sustavom. Tipično se još na virtualnim računalima pod z/VM-om koriste i z/OS, z/VSE i z/TPF. Najnovije verzije podržavaju virtualni LAN sastavljen od virtualnih računala, povezanih virtualnim preklopnikom (*VSWITCH*-em). Također omogućuju da se isti set virtualnih računala rasporedi preko više fizičkih računala, te da se radno opterećenje fizičkog hardvera dinamički rasporedi prema potrebi.

3.9. ITS (Incompatible Timesharing System)

ITS je razvijan uglavnom na MIT-u, u laboratoriju za umjetnu inteligenciju (*MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory*). Imao je prvi grafički izlaz koji je bio nezavisan o uređaju, općenamjenski mehanizam za implementaciju virtualnih uređaja koji su se pokretali kao korisnički programi, mogao je pristupati datotečnim sustavima drugih računala kao da se nalaze u istom računalu, imao je sofisticirani nadzor nad pokrenutim procesima koji su bili organizirani u stablo pa je jedan proces mogao nadzirati svoje podprocese. Također je imao i simultan rad više korisnika u realnom vremenu. Imao je i sustav za simboličku algebru – Macsyma. Za njega su razvijeni i razni programski jezici: MacLisp, Microplanner, MDL i Scheme.

Izvorno operacijski sustav uopće nije podržavao lozinke, a korisnici su mogli raditi na sustavu bez prijave u sustav, iako se smatralo pristojnim prijaviti se. Mnogi korisnici su jedno vrijeme pokušavali srušiti sustav tražeći propuste u njemu, pa su u nekom trenutku implementirali naredbu koja je srušila sustav kad god bi se pozvala, kako bi isto prestalo biti zabavno. Svi korisnici su mogli mijenjati sve datoteke. Svi korisnici su mogli koristiti instant-poruke, i čak su mogli koristiti "SHOUT" naredbu koja je prenosila poruku svim aktivnim korisnicima. Također je bilo moguće gledati terminale drugih korisnika. Čak je bilo moguće spojiti se na sustav s bilo kojeg računala na ARPAnetu, takvi korisnici su se zvali "TURIST"-ima.

4. Kasniji i moderni operacijski sustavi

4.1. Unics (UNIX)

Unics je prvi put izbačen 1969., te je izvorno razvijan u AT&T-u i Bell Labs-u. Kasnije kada je počeo podržavati simultan rad dvaju korisnika, preimenovan je u Unix, odnosno UNIX. Danas se termin "Unix" obično koristi za svaki operacijski sustav koji se drži Unixovih standarda. Današnje Unix-e razvijaju u AT&T-u te u raznim komercijalnim i nekomercijalnim organizacijama. Naziv "UNIX" se danas pridodjeljuje samo operacijskim sustavima koji se u potpunosti kvalificiraju po *Single UNIX Specificationu*, kojeg definira *The Open Group* (nositelji "UNIX" zaštićene oznake). Mnogi operacijski sustavi se zato nazivaju Unix-olikim (engl. Unix-like), iako se The Open Group ne slaže s tim izrazom. Utjecaj Unix-a u akademskim krugovima je doveo do masovnog prihvatanja Unix-a, posebice BSD (Berkley Software Distribution) varijante, u komercijalnim operacijskim sustavima kao što su primjerice Mac OS X, Solaris, HP-UX i AIX. Osim certificiranih Unix operacijskih sustava, danas postoje i mnogi Unix-oliki sustavi kao što su razne varijante BSD-a i nebrojene distribucije GNU/Linux-a. Izraz "tradicionalni Unix" se koristi za operacijske sustave koji u potpunosti nose sve karakteristike originalnog Unix-a, kao što su *Version 7 Unix* ili *UNIX System V*.

Unix operacijski sustavi se koriste i za poslužitelje i za korisnička računala. Unix-ovo okruženje i klijentsko-poslužiteljska struktura bili su veoma važni za razvoj Interneta i reorganizaciju računarstva orijentiranog prema mrežama, a ne zasebnim računalima.

Unix je dizajniran da bi bio prenosiv na druge platforme, te da bi više korisnika moglo u dijeljenom vremenu izvoditi više programa istovremeno. Unix uvelike koristi običan tekst za pohranjivanje podataka, ima hijerarhijski datotečni sustav, tretira uređaje i komunikacijske kanale procesa kao datoteke, te se mnogi manji programi mogu povezati prema potrebi pomoću takozvanih cjevovoda umjesto da jedan velik program radi sve. U Unix-u se operacijski sustav sastoji od raznih alatnih programa i glavnog upravljačkog programa – kernela. Kernel se brine o poslovima niže razine kao što su pokretanje i zaustavljanje programa, pristup datotečnom sustavu i pristup sklopovlju (kako ne bi dva programa pokušavala simultano pristupati istom uređaju). Kako bi kernel mogao uspješno obavljati svoje zadaće, dane su mu posebne ovlasti nad sklopovljem, te je nastala podjela za izvršavanje operacija na operacije koje se izvode u takozvanom korisničkom prostoru (engl. user-space) i operacije koje se izvode u kernel-prostoru (engl. kernel-space).

Unixov kernel je mikrokernel, odnosno kernel je napravljen da bi bio što manji, za razliku od većine kernela u doba kada je nastao. Sve kompleksnije operacije obavljali su drugi programi. U doba kada se računalo sastojalo od diska za pohranu podataka i ulazno-izlaznog terminala, ovaj koncept je radio izvrsno jer je većina ulaza i izlaza bila linearna. No s vremenom su računala uvela kompleksnije načine komunikacije kao što su mrežna sučelja i grafička korisnička sučelja. Datotečni model pristupa sklopovlju se tako pokazao neadekvatnim za uređaje kao što je miš, pa su 1980-tih uvedeni ne-blokirajući (asinkroni) ulazi/izlazi. Također, komunikacija među procesima je proširena – dodani su utori (engl. sockets), dijeljena memorija, redovi poruka i semafori. Također, s vremenom su

funkcionalnosti mrežnih protokola isključene iz kernela.

Godine 1973. Unix je u potpunosti nanovo napisan, ovaj put u C-u; prije je bio pisan u assembleru. Time je Unix postao lako prenosiv na druge računalne platforme. Ubrzo nakon toga, AT&T je ponudio Unix zajedno s kompletnim izvornim kodom mnogim sveučilištima, komercijalnim tvrtkama i američkoj vladi. Zbog toga je Unix uskoro postao jedan od najvećih edukacijskih primjera operacijskog sustava. Do 1975. je već izašla šesta verzija Unix-a. Unix je tada već podržavao cjevovode koji su potaknuli razvoj modularnog programiranja i bržeg napretka. Uskoro su nastale prve verzije Unix-a koje nisu bile dio glavnog projekta, kao što su PWB/UNIX i IS/1. Unix je vrlo brzo prenesen na razne platforme kao što su Interdata 7/32, Intel 8086 i UNIVAC 1100.

Verzija 7 Unixa je izašla 1979., to je bila posljednja široko distribuirana verzija *Research Unix*-a. Verzija 8, 9 i 10 su razvijane 1980-tih, ali su se koristile samo na nekoliko sveučilišta. 1982. AT&T je licencirao UNIX System III, uglavnom baziran na UNIX-u verzije 7, za komercijalnu uporabu. Kako bi se izbjegla konfuzija među raznim internim verzijama Unix-a, AT&T ih je spojio u UNIX System V, koji je imao u sebi *vi* tekstualni editor te podršku za *curses*, biblioteku koja podržava izradu organiziranog tekstualnog korisničkog sučelja. No nove komercijalne licence UNIX-a nisu bile tako povoljne za akademske potrebe, pa su na Berkeleyu nastavili razvijati BSD Unix. Jedan od najvažnijih detalja BSD-ovog Unix kernela bilo je dodavanje koda za uporabu TCP/IP mreže. Na tom istom kodu temeljene su TCP/IP podrške u kasnijim izdanjima UNIX System V-a i ranim izdanjima Microsoft Windows-a. Na BSD-u je temeljen i SunOS, koji je kasnije preimenovan u Solaris kada mu je osnova postala UNIX System V.

1980. je Microsoft najavio svoju prvu inačicu Unix-a za 16-bitna računala nazvanu Xenix, koju je kasnije Santa Cruz Operation (SCO) 1983. prebacio na Intel 8086 procesor. Iz Xenix-a je 1989. nastao SCO UNIX.

Uskoro su mnoge tvrtke pokušale razvijati svoj standard za Unix, od kojih je najuspješnija IEEE-ova POSIX specifikacija iz 1988., dizajnirana kao kompromis između kompatibilnosti s BSD-om i System V-om. Od 1987. do 1989. su AT&T i Sun Microsystems "spojili" Xenix, BSD, SunOS i System V u *System V Release 4* (SVR4).

Open Software Foundation je 1990. izbacila OSF/1 kao svoju vlastitu standardnu Unix implementaciju temeljenu na Mach-u i BSD-u. Uskoro su uslijedili razni operacijski sustavi temeljeni na BSD-u. Do 1993. većina komercijalnih Unix-a su bili zasnovani na System V-u s mnogim dodacima iz BSD-a.

1997. je Apple Computer tražio novu osnovu za svoj Macintosh operacijski sustav, te je izabran NEXTSTEP, koji je se temeljio na NeXT-u. Osnovni sustav je bio zasnovan na BSD-u i Mach kernelu, koji su preimenovani u Darwin kada ih je Apple kupio. Ugradnjom Darwina u Mac OS X je nastao najrašireniji operacijski sustav za stolna računala baziran na Unix-u.

Nakon 2000. gotovo jedini Unix-i koji su ostali na tržištu su HP-UX, AIX i Solaris, koji je najjači među njima. Sun Microsystems je 2005. izdao većinu Solaris-ovog koda kao *open source* kroz projekt nazvan OpenSolaris. To je rezultiralo razvojem nekoliko distribucija OpenSolaris-a kao što su Schillix, Belenix i Nexenta.

4.2. RSTS

To je višekorisnički operacijski sustav s dijeljenjem vremena razvijen u Digital Equipment Corporationu (DEC), što je sada dio Hewlett Packarda. Radio je na PDP-11 seriji 16-bitnih miniračunala. Prva verzija je napravljena 1970., a zadnja je izašla 1992. Prve verzije su nosile naziv RSTS-11, a zadnje verzije RSTS/E. Njegov kernel je pisan u assembleru, a za sebe je zahtijevao samo 64KB memorije, uključujući memorijski prostor za ulazno-izlazni izravni pristup memoriji. Zahvaljujući svojoj štedljivosti na memoriji, mogao je imati do 16 terminala s najviše 17 poslova. Maksimalna veličina pojedinih programa je bila 16KB. 1973. su dodali upravljanje memorijom za tada nova DEC-ova PDP-11/40 i PDP-11/45 miniračunala. Do 1975. je RSTS mogao koristiti do 2MB memorije na PDP-11/70 računalima pa je mogao podržavati do 63 posla u danom trenutku. Također, pojedini poslovi su tada mogli kontrolirati do čak 128 terminala. Imao je izvrsnu komunikaciju među procesima.

Iako su prve verzije trebale DOS-11 operacijski sustav za instalaciju, od 1977. se instalacija odvijala pod RT-11 operacijskim sustavom. Od 1978. je podržavao i dijagnozu s udaljenog računala. Od 1981. se moglo u programima odvojiti memoriju za programski strojni kod i podatke, pa su programi mogli koristiti do 64KB memorije za programski kod i dodatnih 64KB memorije za podatke. 1983. mu je nadograđen datotečni sustav, pa je mogao podržati do 1.700 korisničkih računa.

Za razliku od Unix-a koji ima samo jedan ("root") privilegirani korisnički račun, RSTS je imao cijelu korisničku grupu privilegiranih računa.

DEC je 1994. prodao svoj softver za PDP-11 tvrtki Mentec, koja je kasnije omogućila hobistima da besplatno dobiju licencu za nekomercijalnu upotrebu. RSTS se danas može pokretati pod simuliranim hardverom na osobnim računalima, a prema želji korisnika i brže nego se taj sustav originalno pokretao na pravom hardveru.

4.3. Alto OS

Xerox Alto je bilo rano osobno računalo, i to prvo koje se nazivalo stolnim računalom (engl. desktop). Imalo je grafičko korisničko sučelje. Računalo nije bilo komercijalan proizvod. Ovo računalo je imalo velik utjecaj na daljnji razvoj osobnih računala, a posebice Macintosha i Sunovih radnih stanica. Njegov operacijski sustav, Alto OS je bio prvi operacijski sustav koji je koristio miša za navigaciju kroz grafičko korisničko sučelje, što je danas gotovo apsolutni standard za osobna računala.

4.4. QDOS, 86-DOS, PC-DOS i MS-DOS

Izvorno je bio poznat pod imenom QDOS (Quick and Dirty Operating System), no preimenovan je u 86-DOS kada ga je kupila tvrtka Seattle Computer Products (SCP). Njegova komandna struktura i sučelje s aplikacijskim programima su imitirali onu CP/M-a, pa je bilo lako prenijeti postojeće programe s CP/M-a na 86-DOS. Napravljen je zato jer SCP-ova 8086-bazirana računala nisu imala operacijski sustav, već su mogla raditi samo sa Microsoft-ovim BASIC-86. SCP je želio ponuditi verziju CP/M-a za 8086, ali nisu mogli čekati da isti izađe. Stoga su u SCP-u odlučili napraviti sustav kompatibilan sa CP/M-om.

Također su promijenili neke značajke koje im se nisu sviđale kod CP/M-a. Tako su, primjerice, CP/M-ovo privremeno pohranjivanje podataka koji se pišu na disk u memoriju radi bržeg rada zamijenili sa sporijom ali sigurnijom tehnikom izravnog zapisivanja podataka na disk, kako korisnici ne bi zaboravljali ručno sinkronizirati podatke na diskovima prije njihova uklanjanja, što je znalo rezultirati korumpiranim podacima. Također, datotečni sustav nije bio isti kao u CP/M-u, nego se koristio FAT datotečni sustav radi kompatibilnosti s već prodanim SCP-ovim sustavima.

Pred kraj 1980. IBM je razvijao IBM Personal Computer. U to vrijeme najpopularniji operacijski sustav je bio CP/M, pa ga je IBM želio za svoja računala kako bi što bolje uspijevaao na tržištu. Microsoft je tada kupio 86-DOS i prilagodio ga 8088 procesoru. Budući da je izgledao poput CP/M-a i da je bio kompatibilan s njime, IBM se odlučio za njega. IBM PC verzija 86-DOS-a je nazvana PC-DOS. 1982. je IBM zatražio od Microsofta da naprave DOS kompatibilan s tvrdim diskovima, što je Microsoft i učinio. To je bio PC-DOS 2.0 koji je bio gotovo u potpunosti prerađen te je vrlo malo originalnog koda QDOS-a ostalo u njemu. No jedan program je ostao još od 86-DOS-a do danas – EDLIN. Radi se o primitivnom linijskom tekst editoru, koji dolazi ugrađen u emuliranom DOS okruženju sve do Windows-a 7. IBM i Microsoft su surađivali na DOS-u sve do 1993. Do tada nije bilo znatne razlike između PC-DOS-a i MS-DOS-a, osim što je PC-DOS bio prodavan s IBM-ovim računalima, a MS-DOS je bio za otvoreno tržište. Godine 1993. IBM i Microsoft su prestali surađivati na izradi DOS-a, te je iz PC-DOS-a izbačen QBasic i MS-DOS Editor je zamijenjen s E-om.

4.5. GNU

Ime GNU je rekurzivna kratica za "GNU's not Unix" (GNU nije Unix). Ovo ime je odabrano zato što je operacijski sustav Unix-olik, ali ne sadrži ni malo originalnog Unix-ovog koda, te je u potpunosti slobodan softver. Osnovni sustav se sastoji od GNU Compiler Collectiona (GCC), GNU Binary Utilitiesa (binutils), bash školjke, GNU C libraryja (glibc) i GNU Core Utilitiesa (coreutils). Iako su gotovo sve komponente GNU-a dovršene prije više od deset godina, njegov kernel, GNU Hurd, nije još dovršen iako je relativno stabilan. Stoga se najčešće umjesto Hurd-a koristi Linux kernel. Mnoge komponente GNU-a su također prenesene i na razne druge platforme kao što su BSD, Solaris i Mac OS X. Operacijski sustav GNU u kombinaciji s Linux kernelom naziva se GNU/Linux, ili često kraće samo Linux.

GNU-ove licence GNU General Public License (GPL), GNU Lesser General Public License (LGPL) i GNU Free Documentation License (GFDL) su originalno namjenjene GNU-u, ali se danas masovno koriste za razne projekte, nerijetko nevezane za GNU.

Cilj projekta je napraviti potpuno slobodan operacijski sustav kako bi korisnici bili slobodni kao u 1960-tim i 1970-tim: da mogu slobodno proučavati izvorni kod svoga softvera te da ga mogu slobodno mijenjati i proširivati. Pošto je tada UNIX bio veoma popularan, i budući da se pokazao vrlo stabilnim i pouzdanim, te da je bio modularan pa ga se moglo reimplementirati dio po dio; Richard Stallman, koji je pokrenuo GNU projekt, odlučio ga je napraviti nalik na Unix.

Softver za GNU su pisali razni ljudi, od dobrovoljaca do plaćenih programera koje su

financirale razne neprofitabilne organizacije. Također, dio već postojećeg slobodnog softvera iskorišten je za GNU, kao što je X Window System. Originalno je zamišljen da bi bio kompatibilan s Unix-om uz dodavanje poboljšanja gdje se to činilo potrebnim ili korisnim.

Glavna distribucija GNU-a s Hurd kernelom je Debian GNU/Hurd.

4.6. Mac OS

U početku kada ga je 1984. Apple izbacio, Macintosh osobno računalo je dolazilo s operacijskim sustavom koji je bio poznat kao System Software. Kasnije je isti operacijski sustav preimenovan u Mac OS. Mac OS se nalazi instaliran na gotovo svakom novom Macintosh računalu ikad prodanom. Također ga je moguće kupiti odvojeno. Prvotni Mac OS je bio djelomice zasnovan na Lisa OS-u, operacijskom sustavu koje je koristilo Apple-ovo računalo Lisa.

Lisa OS je bio veoma napredan za svoje vrijeme te je imao mnoge osobine koje su rijetki operacijski sustavi tog vremena imali. Imao je grafičko sučelje, suradničku višezadaćnost i virtualnu memoriju. Lisa OS je imao i hijerarhijski datotečni sustav. No zbog velike količine naprednih funkcija, mnogim korisnicima se katkada činio vrlo sporim.

Macintosh je bio zamišljen kao jednostavno za uporabu i jeftino računalo za prosječnog korisnika. U Apple-u su izmislili izbornike, skočne izbornike i koncept "povuci i spusti" (drag and drop). Za razliku od većine računala, dobar dio Macintosh-ovog Mac OS-a se nalazi u ROM-u.

Prva verzija Mac OS-a, zvana jednostavno System, bila je lako raspoznatljiva od ostalih tadašnjih operacijskih sustava – System nije imao komandnu liniju. Bio je to jedan od prvih operacijskih sustava koji su koristili u potpunosti grafičko korisničko sučelje. Osim samog kernela, tu je još bio i Finder, aplikacija koja je radila s datotekama sustava i prikazivala radnu površinu. Datoteke samog kernela i Finder-a su se nalazile u mapi nazvanoj "System Folder", koja je još sadržavala nekoliko drugih datoteka za pristupanje sustavu kao što je upravljački program za pisac. Prve četiri verzije Mac OS-a su mogle raditi samo s jednom aplikacijom u danom trenutku. Prvotne verzije Mac OS-a su imale ravni datotečni sustav sa samo jednom razinom direktorija (bez poddirektorija) – nazvan Macintosh File System (MFS). U System-u 2.1 koji je imao Finder 5.0 uveden je hijerarhijski datotečni sustav – Hierarchial File System (HFS) koji je imao prave direktorije i poddirektorije. System 4.0 je imao boje, veći zaslon i noviji Motorola 68020 procesor. U System-u 5 je dodan MultiFinder – proširenje koje mu je dopuštalo da pokreće više aplikacija od jednom. Sustav je koristio suradničku višezadaćnost, odnosno pozadinski programi su dobivali procesorsko vrijeme samo kada bi to aktivna aplikacija odlučila. System 6 je radio na 68030 procesoru. Kasnije verzije System-a 6 su uključivale podršku za prve specifične značajke prijenosnog računala kada je Apple napravio Macintosh Portable. System 7 je uveo velike promjene u sustav. Podržavao je 68040 procesor, korisničko sučelje je dobrim djelom prerađeno te su dodane mnoge nove mogućnosti. Također je dodano 32-bitno adresiranje, koje je doduše stvaralo probleme korisnicima koji su koristili starije 68000 procesore, koji su imali 24-bitnu adresnu sabirnicu. U System-u 7 je dodano i straničenje. Nadalje, dodani su AppleScript, TrueType fontovi, Apple menu je unaprijeđen, smeće (Trash) je prerađeno tako da podaci u njemu

ostaju sve dok ih korisnik ne bi namjerno izbrisao. System 7.1 je bio prvi u seriji koji se naplaćivao. Od verzije 7.1.2 je dodana podrška za PowerPC temeljene Mac-ove, iako je na njima sustav radio prilično nestabilno.

Od verzije 7.6 ime mu je promijenjeno u Mac OS. Mac OS 7.6 je zahtijevao 68030 procesor pa je time prekinuta podrška za mnoge starije Mac-ove. U Mac OS-u 8 je uključen višedretveni Finder, što je omogućilo bolju višezadaćnost. Također je dodana mogućnost mijenjanja boja korisničkog sučelja. U verziji 8.1 je datotečni sustav nadograđen na HFS Plus, koji je riješio mnoga ograničenja starog HFS-a. HFS Plus se koristi i u Mac OS X-u. Mac OS 9 je dodao podršku za bežične mreže, i neke prijenosne tehnologije kako bi programerima olakšali prijelaz na Mac OS X. Time je omogućeno da neke aplikacije s Mac OS-a 9 izravno mogu raditi na Mac OS X-u. Mac OS 9 se također može pokretati kao aplikacija pod Mac OS X-om.

Za razliku od prethodnih verzija, Mac OS X se zasniva na Unix tehnologiji razvijanoj u NeXT-u dok Apple nije kupio NeXT. Dodane su podrške za razne programske jezike kao što su C, C++, Objective-C, Java i Python. Korisničko sučelje je prerađeno i nazvano Aqua.

4.7. Microsoft Windows

Microsoft je 1983. najavio razvoj Windowsa, grafičkog korisničkog sučelja za MS-DOS. Windowsi su se od tada razvili u moderan operacijski sustav. Iako su starije verzije radile i na Alpha-i, MIPS-u, PowerPC-u i još nekim arhitekturama, danas rade samo na x86, x86-64 i Itanium procesorima.

Prva verzija Windowsa (1.0) je izašla 1985., no nije dobila veliku popularnost. To nije bio operacijski sustav, nego samo operacijsko okruženje koje je proširivalo MS-DOS. Prvi Windowsi su sa sobom uključivali Windows Paint, Windows Write, kalendar, notepad, sat i još nekoliko programčića. Prozori se nisu mogli preklapati, već su samo mogli biti jedan pored drugog. Druga verzija Windowsa je izašla 1987. te je bila nešto popularnija od prethodne verzije. Ova verzija je uključivala "run-time" verziju, koja se pokretala samo za vrijeme pokretanja jedne aplikacije, nakon čega su se Windowsi gasili i korisnik se vratio u MS-DOS komandnu liniju. Ovo se posebice koristilo s Excel-om i Word for Windows-om. Windowsi 2.0x su se mogli pokretati pod drugim višezadaćnicima, poput DESQview-a. Windowsi 2.1 su došli u dvije varijante: Windows/286 2.1 i Windows/386 2.1. Windows/286 2.1 su bili prvi koji su mogli koristiti više od 1MB memorije. 1990. Microsoft je izbacio Windows 3.0, koji su uključivali virtualnu memoriju, što je znatno unaprijedilo višezadaćnost starih MS-DOS aplikacija. Windowsi 3.0 su također imali mnogo bolje sučelje, zahvaljujući razvoju VGA kartica za PC-eve. Nekoliko mjeseci kasnije, Microsoft je izbacio Windows 3.0 with Multimedia Extensions 1.0, koje je mogao iskoristiti CD-ROM pogon i zvučne kartice. Zahvaljujući tome su Windowsi dosegli veliku popularnost, i bili su podržani sve do kraja 2001. Windowsi 3.1 su dodali podršku za TrueType pisma, te su proširili podršku za multimediju. Radili su samo na 80286 ili boljem procesoru, izbacivši podršku za 8086 i 8088. Kasnije je Microsoft izbacio i Windowse 3.11, koji su uključivali mnoge zacrpe u odnosu na Windowse 3.1. Uskoro su izašli i Windows for Workgroups, koji su imali poboljšanu podršku za rad u mreži.

Iako Windows NT nose isto ime Windows, radi se o potpuno drugačijem operacijskom

sustavu. Windowsi NT su imali mnogo poteškoća s upravljačkim programima, jer je većini programera bilo veoma teško pisati ih za Windowse NT. Također su bili veoma zahtjevni za resursima, pa su bili isplativi samo na većim računalima. No imali su mnogo bolju podršku za umreženi rad od Windows-a 3.11 i 95, koji su se paralelno razvijali. Windowsi NT su imali svoj datotečni sustav – NTFS.

Windows 95 su imali naizmjeničnu 32-bitnu višezadaćnost i 32-bitno programsko sučelje iz Windowsa NT, no neki dijelovi operacijskog sustava su ostali 16-bitni. Windows 95 su koristili DOS na kratko vrijeme prilikom podizanja sustava, no bili su nezavisni o njemu tijekom rada. Imali su virtualnu memoriju, te su u teoriji mogli koristiti do 2GB memorije za sustav i još 2GB za aplikacije, no u praksi nije bilo moguće koristiti više od 512MB fizičke memorije bez komplicirane konfiguracije, što je ostalo tako kroz Windowse 98 i ME. Windows 95 su također imali novo korisničko sučelje. Kasnije su izbačeni i Windows NT 4.0, koji su imali to isto korisničko sučelje, ali su zadržavali NT kernel.

Windows 98 su imali mnogo bolju podršku za hardver, i potpunu podršku za FAT32 datotečni sustav, koji je omogućio upotrebu tvrdih diskova s kapacitetom većim od 2GB. Također su integrirali Internet Explorer u korisničko sučelje. Kasnije su izbačeni i Windows 98 SE, koji su omogućivali dijeljenje Internet veze jednog računala s ostalim računalima na lokalnoj mreži. Windows 98 SE su također popravljali mnoge probleme koje su imali Windowsi 98.

Windows 2000 su nastali iz Windows NT serije. Imali su veću podršku za standardne mrežne tehnologije kao što su DNS, LDAP i Kerberos. Uključivali su i mnoge značajke Windowsa 98 kao što su Device Manager, Windows Media Player i DirectX, koji je omogućio da se moderne igre igraju i na NT kernelu. Windows 2000 su zadnja verzija Windows-a NT koja nema Product Activation – sustav zaštite od ilegalnog kopiranja operacijskog sustava.

Windowsi ME (Millennium Edition) su se temeljili na Windowsima 98, a uključivali su poboljšanu podršku za multimediju i Internet. Također su imali i Windows Movie Maker, te System Restore – mogućnost vraćanja sustava nakon pada u stanje za koje je bilo poznato da je u njemu radio. Ovo je zadnja verzija Windowsa iz svoje serije koja nema Product Activation.

2001. Microsoft je izbacio Windows XP, koji su spojili NT/2000 seriju s 95/98/ME serijom. Koriste Windows NT 5.1 kernel. Izrazito su poznati po nebrojenim sigurnosnim propustima, što je rezultiralo sa čak tri veća "Service Pack"-a, nadogradnji koje uklanjaju te sigurnosne propuste. Service Pack 1 je izašao već 2002., Service Pack 2 je izašao 2004., a Service Pack 3 2008. godine. Nakon Service Pack-a 2 postali su upotrebljivi za široku upotrebu.

Windows Server 2003 bili su bitna nadogradnja na Windows 2000 Server. Po tvorničkim postavkama imaju isključen zvuk, vizualne teme i grafičko ubrzanje, kako bi radili brže i stabilnije.

Windows Vista su izbačeni 2006. za poslovne korisnike, te 2007. za široku javnost. Od Viste novi korisnici više ne postaju automatski administratori. Napravljeni su s namjerom da bi bili sigurniji za uporabu od prethodnih verzija. Imaju novo grafičko sučelje. Sve podverzije osim Starter podverzije imaju 32-bitnu i 64-bitnu varijantu, pri čemu je glavna prednost 64-

bitne verzije mogućnost podrške za više od 4GB radne memorije. Windows Server 2008 uključuju sigurnosne pogodnosti iz Viste, te su znatno modularniji od svog prethodnika – Windowsa 2003.

Windows 7 je najnovija verzija Windows operacijskog sustava, izašla 2009. Karakteristike su im brže podizanje sustava, bolje upravljanje energijom za prijenosna računala, nadograđeno korisničko sučelje, i razna druga poboljšanja koja pojednostavljaju rad s računalom.

5. Literatura

- 1 Timeline of operating systems.
http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_operating_systems . Pregledano 20. 12. 2009.
- 1 History of operating systems.
http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_operating_systems . Pregledano 20. 12. 2009.
- 1 Timeline of Computer History. <http://www.computerhistory.org/timeline/?year=1956> . Pregledano 20. 12. 2009.
- 1 UNIVAC 1103. http://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_1103 . Pregledano 20. 12. 2009.
- 1 IBM 701. http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_701 . Pregledano 20. 12. 2009.
- 1 GM-NAA I/O. http://en.wikipedia.org/wiki/GM-NAA_I/O . Pregledano 20. 12. 2009.
- 1 SHARE Operating System. http://en.wikipedia.org/wiki/SHARE_Operating_System . Pregledano 21. 12. 2009.
- 1 University of Michigan Executive System.
http://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Michigan_Executive_System . Pregledano 21. 12. 2009.
- 1 The IBM 7094 and CTSS. <http://www.multicians.org/thvv/7094.html> . Pregledano 21. 12. 2009.
- 1 IBM 7090/94 IBSYS. <http://en.wikipedia.org/wiki/IBSYS> . Pregledano 21. 12. 2009.
- 1 Compatible Time-Sharing System. http://en.wikipedia.org/wiki/Compatible_Time-Sharing_System . Pregledano 21. 12. 2009.
- 1 Burroughs MCP. http://en.wikipedia.org/wiki/Burroughs_MCP . Pregledano 21. 12. 2009.
- 1 Atlas Supervisor. http://en.wikipedia.org/wiki/Atlas_Supervisor . Pregledano 22. 12. 2009.
- 1 General Comprehensive Operating System.
http://en.wikipedia.org/wiki/General_Comprehensive_Operating_System . Pregledano 22. 12. 2009.
- 1 UNIVAC EXEC 8. http://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_EXEC_8 . Pregledano 23. 12. 2009.
- 1 OS/360 and successors. <http://en.wikipedia.org/wiki/OS/360> . Pregledano 28. 12. 2009.
- 1 BOS/360. <http://en.wikipedia.org/wiki/BOS/360> . Pregledano 28. 12. 2009.
- 1 TOS/360. <http://en.wikipedia.org/wiki/TOS/360> . Pregledano 28. 12. 2009.
- 1 DOS/360 and successors. <http://en.wikipedia.org/wiki/DOS/360> . Pregledano 28. 12. 2009.

- 1 MVT. <http://en.wikipedia.org/wiki/MVT> . Pregledano 28. 12. 2009.
- 1 MFT (operating system). [http://en.wikipedia.org/wiki/MFT_\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/MFT_(operating_system)) . Pregledano 28. 12. 2009.
- 1 TOPS-10. <http://en.wikipedia.org/wiki/TOPS-10> . Pregledano 29. 12. 2009.
- 1 Berkeley Timesharing System.
http://en.wikipedia.org/wiki/Berkeley_Timesharing_System . Pregledano 3. 1. 2010.
- 1 Multics. <http://en.wikipedia.org/wiki/Multics> . Pregledano 5. 1. 2010.
- 1 CP/CMS. <http://en.wikipedia.org/wiki/CP/CMS> . Pregledano 12. 1. 2010.
- 1 History of CP/CMS. http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_CP/CMS . Pregledano 13. 1. 2010.
- 1 VM (operating system). <http://en.wikipedia.org/wiki/VM/370> . Pregledano 24. 1. 2010.
- 1 z/VM. <http://en.wikipedia.org/wiki/Z/VM> . Pregledano 24. 1. 2010.
- 1 IBM: z/VM Operating System. <http://www.vm.ibm.com/> . Pregledano 25. 1. 2010.
- 1 IBM: About the z/VM Operating System. <http://www.vm.ibm.com/overview/> . Pregledano 25. 1. 2010.
- 1 IBM: z/VM V6.1 Preview Summary and Statements of Direction.
<http://www.vm.ibm.com/zvm610/zvm61sum.html> . Pregledano 25. 1. 2010.
- 1 Incompatible Timesharing System.
http://en.wikipedia.org/wiki/Incompatible_Timesharing_System . Pregledano 26. 1. 2010.
- 1 Unix. <http://en.wikipedia.org/wiki/Unix> . Pregledano 12. 2. 2010.
- 1 RSTS/E. <http://en.wikipedia.org/wiki/RSTS/E#Features> . Pregledano 14. 2. 2010.
- 1 DEC BATCH-11/DOS-11. http://en.wikipedia.org/wiki/DEC_BATCH-11/DOS-11 . Pregledano 14. 2. 2010.
- 1 RT-11. <http://en.wikipedia.org/wiki/RT-11> . Pregledano 14. 2. 2010.
- 1 Xerox Alto. http://en.wikipedia.org/wiki/Xerox_Alto . Pregledano 15. 2. 2010.
- 1 86-DOS. <http://en.wikipedia.org/wiki/86-DOS> . Pregledano 15. 2. 2010.
- 1 IBM PC DOS. <http://en.wikipedia.org/wiki/PC-DOS> . Pregledano 15. 2. 2010.
- 1 MS-DOS. <http://en.wikipedia.org/wiki/MS-DOS> . Pregledano 15. 2. 2010.
- 1 GNU. <http://en.wikipedia.org/wiki/GNU> . Pregledano 16. 2. 2010.
- 1 GNU's Who. <http://www.gnu.org/people/people.html> . Pregledano 16. 2. 2010.
- 1 Debian GNU/Hurd. http://en.wikipedia.org/wiki/Debian_GNU/Hurd . Pregledano 16. 2. 2010.
- 1 History of Mac OS. http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Mac_OS . Pregledano 16. 2. 2010.

- 1 Apple Lisa. http://en.wikipedia.org/wiki/Lisa_OS#Software . Pregledano 17. 2. 2010.
- 1 History of Mac OS X. http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Mac_OS_X . Pregledano 17. 2. 2010.
- 1 History of Microsoft Windows.
http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Microsoft_Windows . Pregledano 17. 2. 2010.
- 1 Windows Product Activation.
http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Product_Activation . Pregledano 17. 2. 2010.
- 1 Windows 7. http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_7 . Pregledano 17. 2. 2010.
- 1 Panian, Željko. Englesko-hrvatski informatički enciklopedijski rječnik. Zagreb : Europapress holding d.o.o., 2005.