

Software voor ICT-support

Software voor ICT-support

Tweede druk

Ron de Graaf

Boom beroepsonderwijs
info@boomberoepsonderwijs.nl
www.boomberoepsonderwijs.nl

Auteur: Ron de Graaf

Redactie en opmaak: Henk Pel

Titel: Software developer

ISBN 978 90 372 5747 2

Schema's 1.15, 1.16, 1.24, 2.15, 2.27, 3.4, 3.5, 3.8-3.11, 4.8-4.15, 7.27: Erik Eshuis

Tweede druk / eerste oplage

© Boom beroepsonderwijs 2020

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in compilatiewerken op grond van artikel 16 Auteurswet kan men zich wenden tot de Stichting PRO (www.stichting-pro.nl).

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Door het gebruik van deze uitgave verklaart u kennis te hebben genomen van en akkoord te gaan met de specifieke productvoorwaarden en algemene voorwaarden van Boom beroepsonderwijs, te vinden op www.boomberoepsonderwijs.nl.

Inhoud

Voorwoord 7

1 Besturingssystemen 9

- 1.1 Inleiding 9
- 1.2 Belangrijke besturingssystemen 10
- 1.3 Besturingssysteem en intern geheugen 19
- 1.4 Onderdelen van het besturingssysteem 21
- 1.5 Gebruikersinterfaces 23
- 1.6 Taken van het besturingssysteem 25
- 1.7 Besturing van randapparatuur 22
- 1.8 Beheer van hulpmiddelen 27
- 1.9 Bestandssystemen 29
- 1.10 Instellingen besturingssysteem 40
- 1.11 Virtuele machines 51

2 Toepassingssoftware 61

- 2.1 Inleiding 61
- 2.2 Standaardsoftware 63
- 2.3 Maatwerksoftware 82
- 2.4 Softwarelicenties 84
- 2.5 Applicatiebeheer 92
- 2.6 Cloudopslag 100

3 Transactieverwerking 103

- 3.1 Inleiding 103
- 3.2 Transactieverwerkende software 104
- 3.3 Informatiesystemen 108
- 3.4 De transactieverwerkende cyclus 113

4 Software in een netwerkomgeving 119

- 4.1 Netwerken 120
- 4.2 Netwerkarchitectuur 121
- 4.3 Netwerkstandaarden 127
- 4.4 Netwerktols 137

5 Systeembeveiliging 149

- 5.1 Bedreigingen 149
- 5.2 Maatregelen 157
- 5.3 Standaardbeveiliging in Windows 10 167
- 5.4 Beveiligingssoftware (antivirus) 177

6 Office-software 179

- 6.1 Microsoft Office 180
- 6.2 Google Docs 189
- 6.3 LibreOffice en Apache OpenOffice 197

7 Linux 213

- 7.1 Ontwikkeling van de distributies 214
- 7.2 De Installatie van Mint 221
- 7.3 De tekengeoriënteerde interface van Linux 232

Voorwoord

Software zonder computer is als een piloot zonder vliegtuig, een wielrenner zonder racefiets of een studieprogramma zonder student. Maar een computer zonder software is als een vliegtuig zonder piloot, een racefiets zonder wielrenner of een student zonder studieprogramma. Het een kan niet zonder het ander. Zo is het ook met software en computers. Om een computer te laten werken heb je software nodig en software heeft een computer nodig om te kunnen werken.

Software – in het Nederlands ook wel programmatuur, applicatie of simpelweg *app* genoemd – kunnen we indelen in verschillende groepen. De belangrijkste groepen zijn:

- besturingssoftware (besturingssystemen of operating systems);
- toepassingssoftware (applicatieprogrammatuur, applicatiesoftware of application software).

Dit boek is geschreven voor de opleiding ICT-support. De werkprocessen, kennis en vaardigheden zoals die in het kwalificatiedossier zijn beschreven, zijn hierbij leidend geweest.

1 Besturingssystemen

Inhoud

Dit hoofdstuk gaat over:

- installeren en onderhouden van hardware, software en verbindingen;
- gebruiksklaar maken van systemen, (rand)apparatuur en applicaties;
- ondersteunen van gebruikers;
- mondeling toelichting geven aan gebruikers;
- uitvoeren van after service.

Kennis en vaardigheden

Als beginnend beroepsbeoefenaar:

- heb je taakgerichte kennis van software(pakketten);
- heb je basiskennis van ICT-beheerprocessen;
- kun je probleemoplossende vaardigheden toepassen bij ICT-problemen.

1.1 Inleiding

Een besturingssysteem is een basisvoorwaarde voor het functioneren van de computer. Zonder besturingssysteem kun je de computer niet gebruiken. Een besturingssysteem:

- voorziet de computer van de verkeersregels voor de gegevens;
- zorgt ervoor dat de computer commando's vanaf het toetsenbord of muis begrijpt;
- maakt het starten van andere programma's mogelijk en zorgt ervoor dat lettertekens of afbeeldingen op het beeldscherm verschijnen;
- regelt ook de aansturing van de randapparatuur, bijvoorbeeld het sturen van tekens naar het beeldscherm of het lezen van gegevens uit een bestand op een usb-stick.

Kortom, een besturingssysteem maakt de computer bestuurbaar voor toepassingssoftware. Toepassingssoftware is de software die je systeem een functie geeft. Zo maakt League of Legends een spelcomputer van je systeem en verandert Microsoft Word je systeem in een tekstverwerker.



Figuur 1.1 Besturingssystemen

Toepassingssoftware maakt steeds gebruik van de diensten van het besturingssysteem. Je moet daarom Microsoft Windows of een ander besturingssysteem laden voordat je met een toepassingsprogramma kunt werken.

De toepassingssoftware die je wilt gebruiken, moet natuurlijk wel zijn afgestemd op het besturingssysteem van de computer. Is dat niet het geval, dan kan de computer niet werken met het programma. Een tekstverwerker die is geschreven voor het besturingssysteem van de Apple Macintosh kan niet werken onder het besturingssysteem Microsoft Windows.



Figuur 1.2 Toepassingen

De ontwikkelingen op ICT-gebied volgen elkaar in hoog tempo op en er komt steeds nieuwe hardware beschikbaar. Besturingssystemen moeten met die nieuwe hardware kunnen werken. Daarom moeten de verschillende fabrikanten steeds nieuwe versies van het besturingssysteem aanbieden.

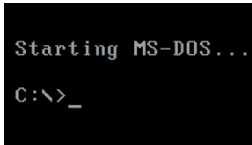
1.2 Belangrijke besturingssystemen

MS-DOS

In 1981 ontwikkelde Microsoft in opdracht van IBM het besturingssysteem PC-DOS. Daarna kwam het bedrijf al snel met een eigen versie: MS-DOS. Dit was in de beginjaren van de pc hét besturingssysteem voor de IBM-compatibele computers (computers die volgens het IBM-systeem werken). En dat terwijl MS-DOS niet het meest gebruikersvriendelijke besturingssysteem was.

MS-DOS is een 'tekengeoriënteerde interface'. Je moet commando's typen om de computer iets te laten doen. Om met MS-DOS te kunnen werken moet je dus heel wat commando's kennen en geen typfouten maken. Verder is MS-DOS gemaakt voor de pc en is het een single-usersysteem. Het heeft nog meer beperkingen:

- MS-DOS kan maar weinig geheugen aansturen (640 KB).
- Het kan maar met één programma tegelijkertijd werken.
- De mogelijkheden in de bestandsnaamgeving zijn beperkt: acht tekens voor de naam en drie voor de extensie.
- Het installeren van nieuwe randapparatuur is lastig.



Figuur 1.3 MS-DOS

Microsoft heeft, net als verschillende andere bedrijven, in de loop van de tijd programma's ontwikkeld die aan deze bezwaren tegemoet moesten komen. Echt populair zijn al deze oplossingen nooit geworden. Ze waren te veeleisend voor de hardware, kwamen op het verkeerde moment uit, verhielpen de problemen niet echt of er was onvoldoende software beschikbaar.

In navolging van Apple kwam Microsoft in 1992 met een echte doorbraak: Windows 3.1, een grafische interface voor MS-DOS. Omdat afbeeldingen meer van een computer vergen, was voor Windows een krachtiger computer nodig dan voor MS-DOS. Het voordeel was dat je kon klikken met een muis en niet allerlei commando's hoefde te typen.

OS/2

In 1987 kwam het besturingssysteem OS/2 op de markt. Operating System/2 moest de opvolger worden van MS-DOS. Het is nooit een echt succes geworden, terwijl het een aantal grote voordelen had ten opzichte van MS-DOS.

OS/2 is een besturingssysteem, geschreven voor de wat professionelere software (zoals DTP- en CAD/CAM-programma's).

De eerste OS/2-versie voor een 286-processor kon een werkgeheugen van maximaal 16 MB beheeren. Door uitwisseling van gegevens tussen RAM en extern geheugen kon het bovendien nog een virtueel werkgeheugen van 1 GB simuleren. Voordeel was dat verscheidene programma's tegelijk in het werkgeheugen geladen konden worden en ook werkelijk tegelijk actief waren. Er was standaardisering van de gebruikersinterface en het netwerk. Je kon er netwerken mee aan elkaar koppelen. Je kon er zelfs servers mee koppelen die werken op een ander besturingssysteem, zoals Unix.



Figuur 1.4 OS/2

De bediening van OS/2 was niet veel anders dan het besturingssysteem MS-DOS. De bekendste commando's zoals copy, dir en dergelijke bleven ongewijzigd. Dankzij de *compatibility box* kon de meeste toepassingssoftware onder MS-DOS ook onder het nieuwe besturingssysteem werken. OS/2 kon je ook besturen met de muis door pictogrammen en pulldown-menu's aan te wijzen.

Het besturingssysteem OS/2 had dus vele voordelen. Toch waren er naast deze voordelen ook nadelen. Het programma stelde meer eisen aan de hardware. Om echt te werken met de programma's waar OS/2 voor gemaakt was (databasetoepassingen en DTP- of CAD/CAM-programma's), moest het werkgeheugen toch wel 4 tot 8 MB groot zijn. Bedenk dat 1 MB in 1987 al vlug meer dan f 100 (€ 45) kostte. Mede door de introductie van de eerste Windows-versies sloeg OS/2 toch niet aan en is het besturingssysteem niet geworden wat men ervan verwachtte.

Unix

Unix is ontwikkeld door een aantal computerbedrijven waaronder Ericsson, ICL, Nixdorf, Philips en Bull. De eerste versie van Unix werd ontworpen bij Bell Labs in 1969, door Ken Thompson en Dennis Ritchie. In het begin werd Unix gebruikt als besturingssysteem voor grote computers, zoals mainframes en supercomputers op universiteiten en hogescholen. Dit waren dus complexe automatiseringsomgevingen. De keuze in programmatuur die onder Unix draaide was daardoor beperkt. Later kwamen er versies voor minicomputers en zelfs voor de pc.

Unix is een voorbeeld van een multi-user- en multitasking-systeem. Dat wil zeggen: verschillende gebruikers kunnen gelijktijdig via hun terminals of werkstations gebruikmaken van dezelfde computer. Ook kunnen zij met hetzelfde programma werken, als de software dit mogelijk maakt. Een van de meest opvallende eigenschappen van Unix is de overdraagbaarheid. Een voor Unix geschreven programma kan zonder aanpassingen op ieder ander Unix-systeem werken.



Figuur 1.5 UNIX

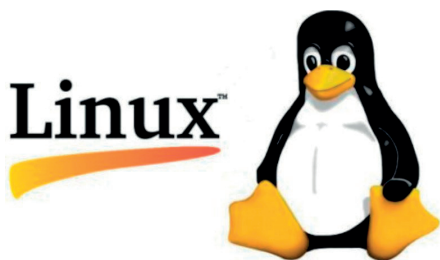
Unix had een niet-grafische interface. Het werd in eerste instantie geschreven voor de ontwikkelaars van programmatuur. Hierdoor werd geen rekening gehouden met de eindgebruiker. Unix is daarom complex en kent meer dan 200 commando's en hulpprogramma's, allemaal afkortingen van Engelse termen. Om dit wat vriendelijker te maken is er nu een gebruikersvriendelijke interface in de vorm van X-Windows. Unix is ontwikkeld voor met name mainframecomputers.

Linux

De Fin Linus Torvalds schreef in 1991 een nieuw besturingssysteem dat gratis via internet verspreid werd en wordt. Wereldwijd werken programmeurs in hun vrije tijd mee aan het verbeteren van dit product. Linux blijkt een compact besturingssysteem te zijn. Veel bedrijven en computerhobbyisten zien het als een aantrekkelijk alternatief voor Windows, omdat het volgens hen stabiel en sneller is dan Windows.

In eerste instantie lijkt Linux veel op Unix: het is ook een multi-user- en multitasking-systeem. Net als bij Unix is de overdraagbaarheid een opvallende eigenschap. Het belangrijkste voordeel van Linux is dat het gratis is. Er zit geen bedrijf achter dat programmeurs moet betalen.

In het begin had Linux een niet-grafische interface. Momenteel is bijna elke versie (ook wel 'distributie' genoemd) voorzien van een grafische interface. Op verschillende plaatsen op internet kun je deze versies downloaden. Er zijn meer dan 25 verschillende distributies die allemaal gebruikmaken van dezelfde broncode.

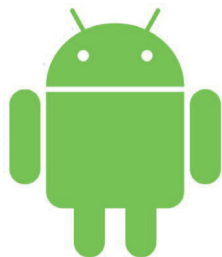


Figuur 1.6 Linux

Android

Het besturingssysteem voor mobiele telefoons, tablet-pc's, camera's, smartwatches enzovoort is op dit moment Android. Android is gebaseerd op de Linux-kernel en het Java-programmeerplatform. Het is ontwikkeld door Android Inc., een bedrijf dat in 2005 werd overgenomen door Google. Hoewel Android nu vooral wordt gebruikt voor smartphones en tablets, werd het van oorsprong ontwikkeld voor camera's.

Een samenwerkingsverband van 34 hardware-, software- en telecommunicatiebedrijven richtte op 5 november 2007 de OHA op (Open Handset Alliance). De OHA houdt zich bezig met het bevorderen van open standaarden voor mobiele apparaten. Android is door Google ondergebracht in de OHA.



Figuur 1.7 Android

Er zijn inmiddels verschillende versies van Android verschenen. Android gaf namen van zoetwaren aan zijn releases mee, maar met de versie uit augustus 2019 zijn ze daarmee gestopt: die versie heet gewoon 'Android 10'. De namen zijn alfabetisch gerangschikt en zijn meestal ook de namen zoals die door de consument worden gebruikt.

Codenaam	Versie	Uitgavedatum	API-versie
Angel Cake	Android 1.0	23 september 2008	1
Battenberg	Android 1.1	9 februari 2009	2
Cupcake	Android 1.5	30 april 2009	3
Donut	Android 1.6	15 september 2009	4
Eclair	Android 2.0	26 oktober 2009	5
	Android 2.0.1	3 december 2009	6
	Android 2.1	12 januari 2010	7
Froyo	Android 2.2	20 mei 2010	8
Gingerbread	Android 2.3	6 december 2010	9
	Android 2.3.3	9 februari 2011	10
Honeycomb	Android 3.0	22 februari 2011	11
	Android 3.1	10 mei 2011	12
	Android 3.2	15 juli 2011	13
Ice Cream Sandwich	Android 4.0	19 oktober 2011	14
	Android 4.0.3	16 december 2011	15
Jelly Bean	Android 4.1	9 juli 2012	16
	Android 4.2	13 november 2012	17
	Android 4.3	24 juli 2013	18
KitKat	Android 4.4	31 oktober 2013	19
		25 juni 2014	20
Lollipop	Android 5.0	17 oktober 2014	21
	Android 5.1	9 maart 2015	22
Marshmallow	Android 6.0	5 oktober 2015	23

Codenaam	Versie	Uitgavedatum	API-versie
Nougat	Android 7.0	22 augustus 2016	24
	Android 7.1	4 oktober 2016	25
	Android 7.1.1 – 7.1.2.	5 december 2016	25
Oreo	Android 8.0	21 augustus 2017	26
	Android 8.1	5 december 2017	27
Pie	Android 9.0	6 augustus 2018	28
Android 10	Android 10	3 september 2019	29

Mac OS

De eerste Apple I-computer is ooit ontwikkeld in een garage in Californië. In 1977 werd het bedrijf Apple Computer Inc. opgericht, dat in 1983 al een omzet van 983 miljoen dollar realiseerde. In januari 1984 werd de Apple Macintosh geïntroduceerd en ook dit systeem was meteen een succes.

Het besturingssysteem van de Apple Macintosh is zeer gebruikersvriendelijk vanwege de grafische user interface. Apple was de eerste die zo'n interface introduceerde en het heeft meer dan tien jaar geduurd voordat een concurrent met een vergelijkbare oplossing kwam.

Het besturingssysteem van de Apple Macintosh is voor een groot gedeelte in het ROM vastgelegd. Een aantal specifieke programmaonderdelen wordt echter na het starten in het RAM geplaatst. Dat zijn bijvoorbeeld bestandsdelen die randapparatuur moeten aansturen. Het besturingssysteem is tot en met versie 7 *single tasking*. Toch is het mogelijk om bepaalde opdrachten op de achtergrond te laten plaatsvinden. Het printen kan bijvoorbeeld op de achtergrond gebeuren. Vanaf versie 8 is er sprake van een echt multitasking-systeem.



Figuur 1.8 MAC OS

Apple kan vanaf de beginjaren al probleemloos in een netwerk functioneren. Vanaf de eerste versies zorgt plug-and-play (PnP) ervoor dat je nieuwe randapparatuur, zoals een scanner, netwerkkaart of gewoon een printer, niet meer hoeft te installeren. Zowel door de toepassing van plug-and-play als de grafische user interface liep Apple ver voor op de concurrenten.

Toepassingssoftware voor de Apple-computer kende vanaf het begin een absolute uniformiteit: dezelfde functietoetsen werden bij verschillende programma's steeds voor vergelijkbare functies gebruikt.

Er zijn verschillende emulatieprogramma's die ervoor zorgen dat je DOS-programma's (en later Windows-programma's) ook op een Apple-computer kunt gebruiken. Nadeel hiervan is dat de computer beduidend minder snel wordt. Ook zijn er Apple-computers met een hardwarematige interface verkrijgbaar.

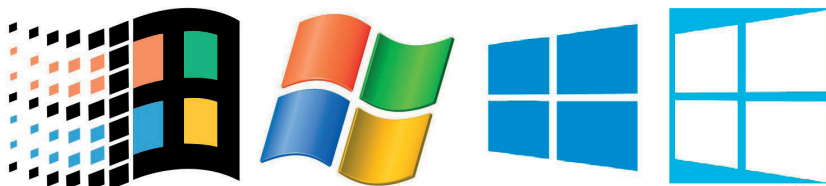
Met de opkomst van de mobiele telefoons kwam Apple in 2007 met iOS, een besturingssysteem voor telefoons. Later werd dat ook gebruikt voor iPads. Omdat die toch een andere functionaliteit kennen dan telefoons, kondigde Apple in 2019 de komst van iPad OS aan, een besturingssysteem specifiek voor iPads.

Microsoft Windows

In april 2019 was op 79% van alle desktops en laptops een versie van Windows geïnstalleerd, waarmee het veruit het meest gebruikte besturingssysteem voor pc's is.

Tot aan versie 3.11 maakte Windows gebruik van MS-DOS. Deze eerste versies van Windows stonden al toe dat er meer programma's 'ogenschijnlijk' tegelijk konden draaien. Voordeel hiervan was dat je een programma niet hoefde af te sluiten voor je een ander programma kon starten.

Omdat Windows een toevoeging was op MS-DOS, bleven heel veel beperkingen van MS-DOS bestaan. Zo waren bijvoorbeeld de problemen met bestandsnamen en het geheugenbeheer niet opgelost. Bovendien liep de computer regelmatig vast. Ondanks een geheugen van 8 of 16 MB (in die tijd tamelijk veel) bleek er te weinig geheugen te zijn.



Figuur 1.9 Windows-logo's

Met Windows 95 zette Microsoft een streep onder het MS-DOS-verleden. Deze Windows-versie heeft MS-DOS niet meer als basis nodig en is een geheel nieuw besturingssysteem. Overigens is MS-DOS onder Windows 95 en 98 nog wel aanwezig.

Windows 95 is een echt grafisch besturingssysteem en daardoor zeer gebruikersvriendelijk. Het werkt nog meer dan de eerdere versies met pictogrammen (ico-

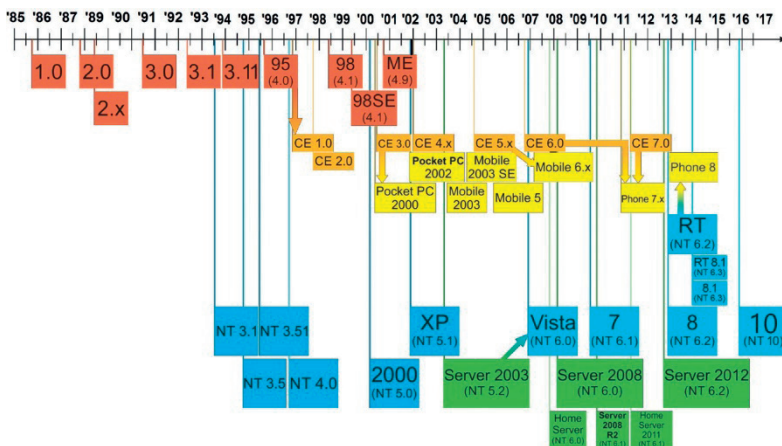
nen) en andere beeldelementen. Microsoft heeft veel moeite gedaan om de bediening van Windows 95 eenvoudig te houden. Bestandsnamen mogen tot 255 tekens bevatten, waarbij spaties zijn toegestaan.

Voor het aansluiten van randapparatuur hoef je, net als bij Apple, een apparaat alleen maar aan te sluiten. Het besturingssysteem verzorgt de installatie en het systeem is plug-and-play. Er zijn veel communicatiemogelijkheden in Windows 95 opgenomen, zoals uitwisseling tussen desktop en notebook.

Naast Windows 95 kwam Microsoft ook op de markt met Windows NT. Dit bestuursprogramma was niet bedoeld voor de pc, maar voor netwerken. We moeten het dus vergelijken met Unix of Novell Netware.

Windows 95 en Windows NT zijn doorontwikkeld in respectievelijk Windows 98 (en later Windows Me) en Windows 2000. Hierop volgden Windows XP en Windows Vista, waarvan Windows Vista een mislukking was. De versie Windows 7 was enige tijd het meest gebruikte besturingssysteem op de pc en het notebook. Voor mobiele platforms heeft Microsoft Windows 8 ontwikkeld. De besturing vindt plaats via het scherm in plaats van de muis en het toetsenbord. Een echt succes is dat nooit geworden en veel gebruikers hebben deze versie overgeslagen.

De laatste Windows-versie, Windows 10, is sinds 29 juli 2015 beschikbaar. De standaardedities van Windows 10 (Home, Pro, Enterprise en Education) kunnen allemaal gedraaid worden op desktops, laptops en tablets. Ook 2-in-1's zoals de Microsoft Surface vallen hieronder.



Figuur 1.10 Windows-releases

Windows 10 is de laatste naam voor het besturingssysteem. Er komt geen vervolgnam meer, vanaf deze versie blijft het gewoon Windows 10 heten. Dat betekent niet dat er niet meer ontwikkeld wordt, alleen worden de nieuwe versies ‘updates’

genoemd. Je kunt zien welke versie van Windows 10 je hebt door in het zoekvenster te typen winver. Je ziet dan het venster uit afbeelding 1.11. Daarin staat dat deze computer versie 1903 heeft. De eerste twee cijfers geven altijd het jaar van de uitgave aan (2019) en de laatste twee cijfers geven altijd de maand aan (03 is maart). Deze Windows-versie is dus uit maart 2019.



Figuur 1.11 De Windows-versie

Vragen

- 1 Wat is de functie van het besturingssysteem?
- 2 Wat is de relatie van het besturingssysteem met toepassingsprogramma's?
- 3 Wat zijn de belangrijkste kenmerken van MS-DOS?
- 4 Voor welke machines is Unix ontwikkeld?
- 5 Wie heeft Linux ontwikkeld?
- 6 Wat is het belangrijkste voordeel van Linux?
- 7 Voor welk apparaat is Android oorspronkelijk ontwikkeld?
- 8 Waarvoor wordt Android momenteel gebruikt?
- 9 Wat is de Open Handset Alliance (OHA)?
- 10 Wat is op dit moment de laatste versie van Android?
- 11 Voor welke machines is Mac OS bedoeld?
- 12 Welk belangrijk onderdeel van Mac OS maakt dat aansluiten van apparaten geen probleem is?
- 13 Vanaf welke Windows-versie waren de beperkingen van MS-DOS geen probleem meer?

1.3 Besturingssysteem en intern geheugen

Na het opstarten is een deel van het besturingssysteem altijd in het interne geheugen van de computer aanwezig. Hierdoor kan alle toepassingssoftware gebruikmaken van het besturingssysteem. Een toepassing opstarten doe je via het besturingssysteem. En als je met een toepassingsprogramma klaar bent, kun je met commando's aan het besturingssysteem de toepassing afsluiten. De computer is dan klaar voor het starten van een ander toepassingsprogramma.

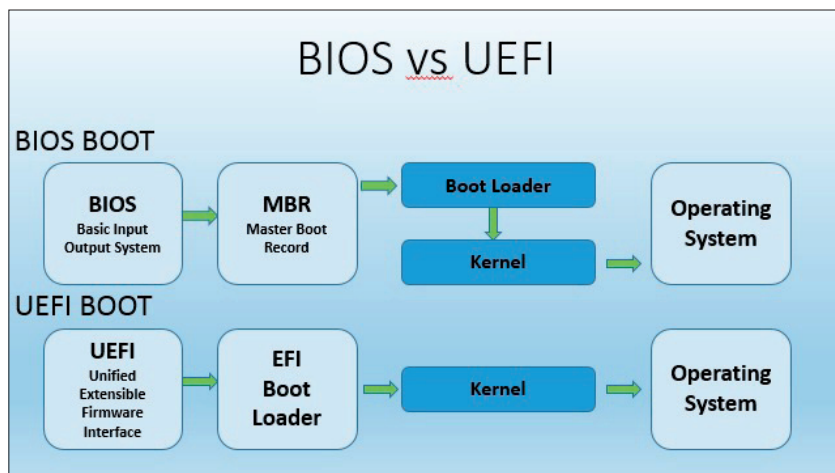
Het besturingssysteem maakt het ook mogelijk om twee of meer programma's tegelijk te gebruiken. Verder regelt het besturingssysteem zaken zoals het opvragen van de inhoudsopgave van een harde schijf of het kopiëren van een bestand van één schijf naar een andere.

De computer heeft het besturingssysteem ook nodig om gegevens van de harde schijf naar het interne geheugen te kunnen overbrengen. Het besturingssysteem moet daarvoor zelf in het interne geheugen van de computer aanwezig zijn. Dat doet het via een klein stukje software, het zogenaamde ROM-geheugen (Read Only Memory). De gegevens in het ROM zitten 'vastgebakken' in het geheugen van de computer en blijven ook bewaard als je de computer uitzet.

De rest van het interne geheugen is uitgevoerd als RAM (Random Access Memory). In het ROM-geheugen kan alleen gelezen worden, terwijl in het RAM-geheugen gelezen en geschreven kan worden. Gegevens die opgeslagen zijn in het RAM-geheugen gaan verloren als je de computer uitzet.

De software die permanent aanwezig is in het ROM-geheugen van de computer noemen we ook wel firmware. De firmware zit in een ROM-geheugen op het moederbord. Vroeger (tot ongeveer 2007) was dat in een pc het BIOS. Sindsdien komt het BIOS steeds minder voor en is UEFI de meest toegepaste firmware.

Voor beide is de werking vergelijkbaar. Als je de computer aanzet, zorgt de hardware ervoor dat eerst een klein programma uit het ROM-geheugen wordt uitgevoerd. Dit programmaatje, de *bootstrap-loader*, brengt de rest van het besturingssysteem van de schijf naar het interne geheugen over. Dankzij de bootstrap-loader kan het besturingssysteem zichzelf in het interne geheugen 'laden'.



Figuur 1.12 BIOS versus UEFI

Stap 1: Systeemstart

- Na het aanzetten van de computer zal de voeding de interne componenten (zoals harde schijven en dvd-drives) van stroom voorzien.
- De chipset zal een reset-sigitaal genereren totdat de voeding het Power Good sigitaal geeft.
- Omdat niet elke interne component op dezelfde spanning werkt, duurt het even voordat de voeding de spanning heeft omgezet voor elke component.
- Op het moment dat de spanningen goed staan krijg je het Power Good sigitaal.

Stap 2: Bootloader wordt geladen

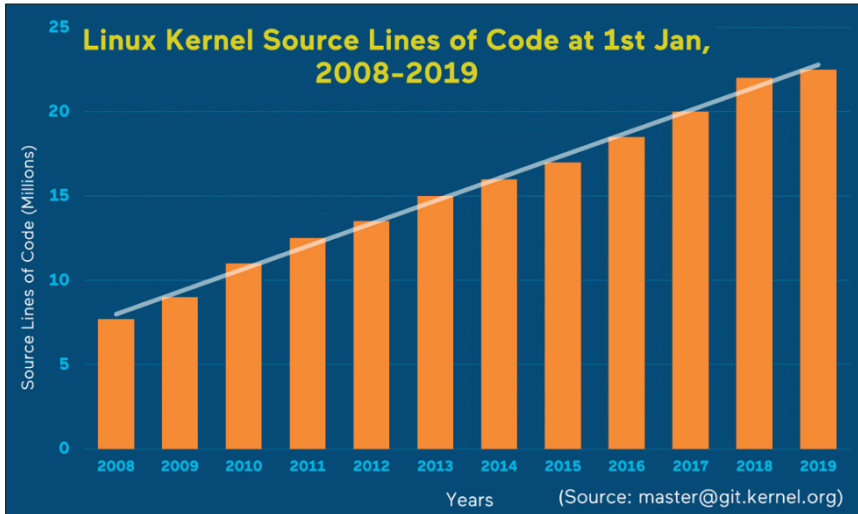
- De interface voor de systeemopslag wordt afgezocht naar een partitie met firmware. De interface kan een harde schijf, SSD, usb, cd of dvd zijn. Het zou zelfs een netwerkadres kunnen zijn. Hierop staat de bootloader voor besturingssystemen en hulpprogramma's.
- De geselecteerde bootloader wordt in het geheugen gelezen en neemt het opstartproces verder over.
- Als er meer besturingssystemen aanwezig zijn kan de gebruiker kiezen welke er geladen moet worden.

Stap 3: Inladen besturingssysteem

- Het besturingssysteem wordt geladen en neemt de besturing over.

Ontwikkelingen

Er komen steeds nieuwere versies van besturingssystemen beschikbaar. Nieuwe versies vragen bijna altijd meer intern geheugen. In de afbeelding hieronder zie je een overzicht van de groei van het gebruik van intern geheugen van de Linux-kernel.



Figuur 1.13 Toename grootte van Linux-kernel

Vragen

- 1 Waarom moet een deel van het besturingssysteem na het opstarten altijd in het interne geheugen van de computer aanwezig zijn?
- 2 Hoe wordt het besturingssysteem in het interne geheugen gebracht?
- 3 Wat is het verschil tussen het ROM- en het RAM-geheugen?
- 4 Welke soorten firmware worden onderscheiden?
- 5 Wat gebeurt er bij de systeemstart?
- 6 Wat gebeurt er als de bootloader wordt geladen?
- 7 Met hoeveel is de Linux-kernel toegenomen tussen 2008 en 2019?

1.4 Onderdelen van het besturingssysteem

Eigenlijk is het besturingssysteem gewoon een programma. Het bestaat zoals elk programma uit opdrachten die de processor kan uitvoeren. Het besturingssysteem is echter wel een bijzonder ingewikkeld programma. Om een besturingssysteem te kunnen schrijven is veel kennis van de hardware nodig.

Het besturingssysteem is aanwezig in het interne geheugen van de computer zolang hij aanstaat. Maar het is niet nodig dat het hele besturingssysteem steeds in het geheugen aanwezig is. Alleen een aantal onderdelen is voldoende, namelijk de onderdelen die intensief de randapparatuur aansturen. Ze zorgen ervoor dat de gegevens op de juiste wijze naar beeldschermen, printers, harde schijf of het interne

geheugen gaan. Andere onderdelen worden tijdelijk op een extern geheugenmedium (meestal een harde schijf) opgeslagen totdat ze nodig zijn. Deze hulpprogrammaatjes noemen we wel *utilities*.

De echte kern van het besturingssysteem is het monitorprogramma. Dit programma heeft in feite de regie in handen. Het monitorprogramma, ook wel kortweg *monitor* genoemd, heeft onder meer de volgende belangrijke taken:

- 1 De monitor verdeelt de beschikbare tijd en het geheugen over werkende programma's. Daarbij wordt rekening gehouden met de belangrijkheid (prioriteit) van die programma's. De computer schakelt hierbij doorlopend om van het ene naar het andere programma. De programma's lijken door de snelheid waarmee dit omschakelen gebeurt gelijktijdig te draaien, maar in feite werken ze om de beurt.
- 2 De monitor beheert het zogenoemde *virtuele* geheugen. Het kan gebeuren dat de computer niet genoeg intern geheugen heeft om alle programma's de geheugenruimte te geven die ze nodig hebben. In dat geval schrijft de computer de programmaonderdelen die op dat moment niet gebruikt worden tijdelijk naar de harde schijf (extern geheugen). Dit noemen we *swappen* (Engels voor *uitwisselen*). Als de inhoud van dit programma weer nodig is in het geheugen, worden de gegevens opnieuw van de schijf in het interne geheugen geladen. De computer wordt hier veel langzamer van, omdat het interne geheugen veel sneller gelezen kan worden dan een harde schijf.
- 3 De monitor zorgt voor een optimaal gebruik van communicatiekanalen tussen de computer en de randapparatuur.
- 4 De monitor beschermt programma's die tegelijkertijd in het geheugen aanwezig zijn, zodat deze niet verminkt worden. Elk programma kan alleen gegevens wegschrijven in een deel van het geheugen dat door de monitor aan dit programma is toegewezen. De centrale verwerkingseenheid (processor) controleert bij elke opdracht van een programma of het gebruikte geheugenadres nog vrij is.
- 5 De monitor zorgt voor een ordelijke afhandeling van optredende fouten in programma's. Dat moet zodanig gebeuren dat andere programma's niet ook stoppen met werken wanneer er in één programma een fout optreedt.
- 6 De monitor coördineert overige delen van het besturingssysteem.

Vragen

- 1 Hoe noemen we de hulpprogrammaatjes binnen het besturingssysteem?
- 2 Wat is het monitorprogramma?
- 3 Welke taken heeft het monitorprogramma?
- 4 Het monitorprogramma verdeelt de beschikbare tijd. Hoe gebeurt dat?
- 5 Het monitorprogramma beheert het virtuele geheugen. Hoe gaat dat?

1.5 Gebruikersinterfaces

Geen twee besturingssystemen zijn hetzelfde en ook de benamingen van de onderdelen ervan verschillen per fabrikant of ontwikkelaar. Om met een computer te kunnen werken is het lang niet altijd meer nodig veel van het besturingssysteem af te weten. Vroeger was dat wel het geval, maar vooral bij pc's is tegenwoordig de toegang tot het besturingssysteem veel eenvoudiger dankzij grafische interfaces. Er zijn twee soorten interfaces voor gebruikers: tekengeoriënteerde gebruikersinterfaces en grafisch georiënteerde gebruikersinterfaces.

Tekengeoriënteerde gebruikersinterfaces

Vroeger werd er veel meer gebruikgemaakt van niet-grafische, tekengeoriënteerde interfaces. Die zijn nogal gebruikersonvriendelijk, want je moet alle commando's via het toetsenbord invoeren achter de prompt (de prompt is de plek waar de computer wacht tot je je opdrachten typt in bijvoorbeeld DOS of Unix). Omdat de commando's uit tekens bestaan, noemen we ze tekengeoriënteerde interfaces. Al die commando's moet je kennen (of opzoeken) en je maakt soms typfouten, waardoor het commando niet herkend wordt.

De bediening van het besturingssysteem kun je vereenvoudigen door een menu te maken. Een menu kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat je een programma op een makkelijke manier kunt starten. Je gebruikt de cursortoetsen om naar de juiste regel in het menu te gaan. Dan druk je op de `ENTER`-toets om het programma te starten. Vaak kun je een programma ook starten door het programma met de muis aan te wijzen en te klikken met de linkermuisknop. Of het kan door het icoon op het touchscreen aan te raken. Een menu kan ook naar voren komen na het invoeren van een bepaald commando.

Grafisch georiënteerde gebruikersinterfaces

De grafische gebruikersinterfaces (in het Engels: Graphical User Interface, oftewel GUI) maken gebruik van veel grafische afbeeldingen (pictogrammen of iconen) en ogen zeer vriendelijk. Een grafische interface is meteen herkenbaar aan deze grafische afbeeldingen. Die afbeeldingen zijn symbolen voor documenten of programma's. Als je dubbelklikt (twee keer snel klikken met de linkermuisknop) op het pictogram, start je het programma. Afhankelijk van het type venster verschijnt bovenaan een menubalk. Alle commando's die je aan een programma kunt geven, vind je in een van de menu's.

Menu's kun je met de muis openen door op de menunaam te klikken, maar bijvoorbeeld binnen Microsoft Office ook met een toetsaanslag. Je krijgt die mogelijkheid door bijvoorbeeld in Word de `ALT`-knop even ingedrukt te houden. Al snel verschijnen dan in het lint (de menu's bovenaan) zwarte blokjes met daarin letters of cijfers. Als je nu op de toets die in dat blokje wordt weergegeven drukt, wordt de bijbehorende actie gestart.

Bij een multitasking-programma zou het natuurlijk onhandig zijn als alle programma's beeldvullend zijn. Als je met programma A bezig bent, kun je dan de gegevens uit programma B niet zien. Zou je gegevens willen kopiëren van het ene naar het andere programma, dan is het prettig niet iedere keer van programma te wisselen. Daarom krijgt ieder programma een eigen venster waarin het op de monitor verschijnt.



Figuur 1.14 Grafische gebruikersinterfaces

Als de gegevens in het actieve document niet in het venster passen, verschijnen er schuifbalken rechts en onderaan in het venster. Op de uiteinden van de balken bevinden zich knopjes met een driehoekje. Door op deze knopjes te klikken verschuiven de gegevens op het scherm. Oplichtende tekst betekent dat hierachter een menu schuilgaat met doorgaans verdere mogelijkheden.

Commando's hoef je nu niet meer teken voor teken via het toetsenbord in te voeren, maar geef je via de cursor op het beeldscherm door bepaalde afbeeldingen (knoppen, snelkoppelingen, pictogrammen) aan te klikken. De figuur hieronder toont een wel heel bekend voorbeeld van de grafische interface, het lint van de toepassing Microsoft Word.



Figuur 1.15 Word-lint

Het lijkt dat al deze functies een onderdeel van Microsoft Word zijn, maar dat is niet helemaal waar. Knippen, kopiëren, plakken en printen zijn echt zaken die het besturingssysteem regelt.

Vragen

- 1 Welke twee soorten gebruikersinterfaces kennen we?
- 2 Wat is een prompt?
- 3 Waarvoor staat de afkorting GUI?
- 4 Wat is het voordeel van een GUI?
- 5 Worden alle functies die onderdeel zijn van de Microsoft Word werkbalk ook daadwerkelijk door Word uitgevoerd?

1.6 Taken van het besturingssysteem

Een besturingssysteem moet de computergebruiker in staat stellen zoveel mogelijk te doen met zo min mogelijk moeite. Het besturingssysteem zelf is daardoor telkens ingewikkelder geworden, zodat het steeds meer eisen stelt aan de computer. Was in 1981 256 kB een heel normale geheugenomvang, in 2019 wordt voor Windows 10 minimaal 4 GB aanbevolen. Dat is 16.000 keer meer dan 35 jaar geleden.

Een van de taken van het besturingssysteem is het uitvoeren van opdrachten die de gebruiker aan de computer geeft, zoals:

- kopieer een bestand van één schijf naar een andere;
- laat printer 2 stoppen met alle afdruktaken;
- stuur alle uitvoer (output) die normaal gesproken naar beeldscherm 2 gaat, nu naar printer 1;
- laat zien welke gebruikers op dit moment met het computersysteem werken;
- laat zien hoe de computer momenteel zijn tijd verdeelt over de diverse werkende programma's;
- laat zien welke bestanden op de systeemschijf (de schijf waarop zich ook het besturingssysteem bevindt) staan.

Dit zijn maar een paar voorbeelden. Het zijn algemene opdrachten die niet aan een bepaalde toepassing gebonden zijn. Voor het besturingssysteem maakt het niet uit of je een tekstbestand of een afbeelding van de ene schijf naar de andere kopieert. Voor beide voorbeelden gebruikt het besturingssysteem dezelfde kopieeropdracht.

Een heel eenvoudig besturingssysteem kent maar één manier om een bepaalde opdracht aan de computer te geven. Bij de meeste besturingssystemen kan dit op meer manieren. Ook kunnen er bij het besturingssysteem verschillende *commandotalen* geleverd worden. Daardoor kan in verschillende talen een commando aan het besturingssysteem worden gegeven. Daarnaast kunnen programma's die al draaien soms opdrachten aan het besturingssysteem geven.

Toch voert uiteindelijk een en hetzelfde deel van het besturingssysteem een bepaalde opdracht uit. Alleen de manier waarop dat deel geactiveerd wordt, verschilt dus.

Een besturingssysteem is opgebouwd uit delen (modules). Deze delen van het besturingssysteem zijn onafhankelijk van elkaar, maar hebben wel een onderlinge samenhang.

- Er is een gedeelte dat commando's controleert, accepteert en volgens een vaste procedure doorgeeft.
- Er is een deel dat de doorgegeven commando's uitvoert.

Het uitvoerende deel gebruikt weer andere delen van het besturingssysteem die gespecialiseerd zijn in het besturen van een bepaald randapparaat. Als een programma opdrachten aan het besturingssysteem geeft, activeert dat programma meestal rechtstreeks het deel dat deze commando's uitvoert. Opdrachten worden dan in een programmeertaal aan het besturingssysteem gegeven.

Vaak kent het besturingssysteem ook een eigen programmeertaal. Met een simpele tekstverwerker (bijvoorbeeld een *line editor* zoals Edlin) kun je in deze taal een hele reeks opdrachten (de besturingsstructuur of control structure) formuleren. Het besturingssysteem verwerkt deze reeksen opdrachten. Op die manier kunnen bijvoorbeeld verschillende programma's achter elkaar worden gestart. De opdrachten noemen we ook wel *jobs* (taken). De programmeertaal waarin je de jobs schrijft, noemen we een *job control language* (letterlijk vertaald: *taakbesturingstaal*).

Vragen

- 1 Noem drie taken die het besturingssysteem uitvoert als de gebruiker daarvoor opdracht aan de computer geeft.
- 2 Op welke manieren kan het besturingssysteem een opdracht krijgen?
- 3 Noem twee delen van het besturingssysteem.
- 4 Vaak kent het besturingssysteem een eigen programmeertaal. Hoe kun je hierin een reeks opdrachten geven?
- 5 Via een simpele tekstverwerker kunnen verschillende programma's achter elkaar worden gestart. Hoe noemen we deze serie opdrachten?
- 6 Hoe noemen we de programmeertaal waarin je de opdrachten schrijft?

1.7 Besturing van randapparatuur

Een belangrijke taak van het besturingssysteem is het besturen van de randapparatuur. Andere programma's hoeven er dan geen rekening mee te houden dat ze de apparatuur moeten aansturen. Hiervoor zorgt het besturingssysteem.

Een van de belangrijkste soorten randapparatuur is de apparatuur voor het externe geheugen. Het gaat dan vooral om SSD's, harde schijven, de dvd-speler/schrijver, Blu-ray-disc en usb-sticks. Een van de eerste besturingssystemen voor de pc kreeg om deze reden de naam DOS (Disk Operating System).

Toepassingssoftware en utilities gebruiken een schijfgeheugen op bestandsbasis. Dat wil zeggen dat deze programma's bestanden van schijf lezen en ernaartoe schrijven. Het doet er voor de gebruiker niet toe waar de gegevens in werkelijkheid op de schijf terechtkomen.

Andere randapparaten die bestuurd moeten worden, zijn bijvoorbeeld printers. Het besturingssysteem zorgt ervoor dat de uitvoer van een programma eerst in een buffer wordt opgeslagen. De inhoud van de buffer kan dan rustig door de printer worden geprint, zonder dat het programma daarop hoeft te wachten. Zo'n buffer kan een stukje zijn van het interne geheugen, maar ook van een extern geheugen. Voor de gebruiker maakt ook dit weer niet uit, als het maar geregeld wordt. Het besturingssysteem onderschept meldingen van de printer (bijvoorbeeld dat het papier of de toner/inkt op is) en geeft ze door aan de gebruiker of de beheerder.

Ook voor een scherm, een toetsenbord, microfoon, camera of muis is besturing nodig. En het besturingssysteem bestuurt ook de randapparatuur voor datacommunicatie (elektronische gegevensuitwisseling), zoals een modem. Doel is steeds het randapparaat zo te besturen, dat het zo efficiënt mogelijk benut wordt. De gebruiker, of de toepassingssoftware die van dat randapparaat gebruikmaakt, moet geen last hebben van alle technische details die bij de besturing van het randapparaat een rol spelen.

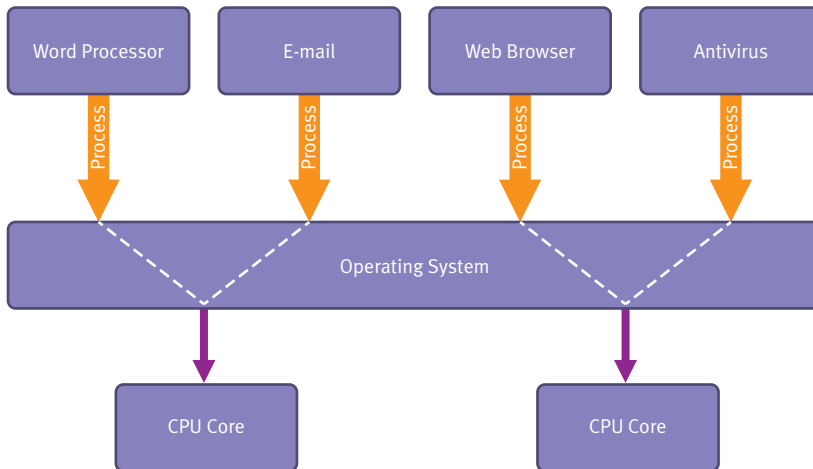
Vragen

- 1 Noem een van de belangrijkste soorten randapparatuur.
- 2 Waarvoor staat de afkorting DOS?
- 3 Wat betekent het dat toepassingssoftware en utilities gebruikmaken van een schijfgeheugen op bestandsbasis?
- 4 Wat is het voordeel van het gebruik van een buffer bij een printopdracht?
- 5 Wat regelt het besturingssysteem nog meer met betrekking tot de printer?

1.8 Beheer van hulpmiddelen

Er is nog een andere reden om de besturing van randapparaten niet rechtstreeks te laten verlopen via gebruikers of toepassingssoftware, maar via het besturingssysteem. Bij een pc met één gebruiker (de single-user) is verdeling van de beschikbare middelen niet zo'n probleem. Staan er in een bedrijf meer pc's, dan wil je vaak alle

programma's en gegevens voor iedereen tegelijk beschikbaar hebben. Als een besturingssysteem tegelijk meerdere programma's in het werkgeheugen kan hebben, noemen we dit multitasking.



Figuur 1.16 Bestandsopslag: multitasking

De omvang van het werkgeheugen moet aan multitasking zijn aangepast. Daarom zijn de eisen aan een server meestal hoger dan de eisen aan een werkstation. Op een netwerkserver is beheer van de randapparatuur (ook wel resources genoemd) van groot belang.

Over het algemeen is er op een groot computersysteem sprake van een aantal schijnbaar gelijktijdig lopende programma's van verschillende gebruikers met verschillende prioriteiten. Er is echter maar een beperkte processortijd, een beperkte hoeveelheid computergeheugen en een beperkt aantal printers en schijfeenheden. Het gebruik van al deze hulpmiddelen moet geregeld zijn. Programma's met een hoge prioriteit moeten voorrang krijgen, maar programma's met een lagere prioriteit moeten wel aan bod komen.

Soms moet je een beroep doen op randapparatuur die een lage snelheid heeft in vergelijking met de processor. De opdrachten aan zo'n apparaat worden dan in deeltjes gegeven. Het besturingssysteem kijkt steeds of het apparaat vrij is. Is de randapparatuur vrij, dan kan de uitvoering van het programma dat die apparatuur nodig had weer verdergaan.

Iedereen moet zijn werk kunnen doen, maar sommige zaken zijn zo belangrijk dat die voor moeten gaan. Als medewerker ICT-support probeer je de belangen van gebruikers zo goed mogelijk in de gaten te houden. Er zou chaos ontstaan als iedere gebruiker rechtstreeks alle randapparaten kon besturen zonder tussenkomst van het besturingssysteem. Gebruikers zouden onderling moeten bepalen wat nu

belangrijker is en wat er eerst moet gebeuren. Je zou een groot deel van de tijd bezig zijn met discussie en er zou waarschijnlijk vrijwel geen bruikbaar product het systeem verlaten.

Soms krijgt een gebruiker of een bepaald programma maar een beperkte hoeveelheid processortijd. Een gebruiker mag bijvoorbeeld maar een bepaalde hoeveelheid tijd per week gebruikmaken van bepaalde faciliteiten. Het besturingssysteem beheert dit soort bepalingen.

Een andere mogelijke taak van het besturingssysteem is het doorberekenen van de gemaakte kosten aan de diverse gebruikers, op basis van de intensiteit waarmee ze de processor en de diverse randapparaten hebben gebruikt.

Vragen

- 1 Hoe noemen we het als een besturingssysteem door slechts één gebruiker gebruikt wordt?
- 2 Hoe noemen we het als een besturingssysteem tegelijk meerdere programma's in het werkgeheugen kan hebben?
- 3 Wat is het belangrijkste onderdeel wanneer je van meerdere programma's naast elkaar gebruik wilt maken?
- 4 Wat regelt het besturingssysteem wanneer je van meerdere programma's naast elkaar gebruik wilt maken?

1.9 Bestandssystemen

De keus voor een besturingssysteem is voor een 'gewone' gebruiker vaak de keus voor een apparaat: een Windows-computer, een Android-tablet of een Apple-telefoon. Als je een adviserende of ondersteunende functie hebt, moet je ook de achtergrond van een en ander weten. Je zult moeten motiveren waarom een bepaalde keuze een goede of een verkeerde is.

Een steeds belangrijker onderdeel van een systeem is de opslag van gegevens, de *dataopslag*. De dataopslag vindt plaats op een opslagmedium zoals een harde schijf, solid state drive, in een netwerk enzovoort. Hiervoor is het bestandssysteem cruciaal. Het bestandssysteem zorgt voor een softwarematige indeling van een opslagmedium. Het besturingssysteem van de computer, tablet of smartphone gebruikt deze indeling om toegang tot een opslagmedium te verzorgen, zowel voor applicaties als zijn eigen gebruik. Hierdoor kan het ervoor zorgen dat data in de vorm van bestanden op het opslagmedium kunnen worden weggeschreven en ook weer teruggelezen.

Sommige bestandssystemen kunnen door meerdere besturingssystemen worden gebruikt, terwijl andere alleen in bepaalde (spel)computers gebruikt worden. Er zijn meer dan 100 verschillende bestandssystemen, zoals FAT₃₂, NTFS en HFS+.

Bewerkingen op bestandssystemen

Het bestandssysteem is een van de basisonderdelen van het besturingssysteem en computergebruik. Het uitwisselen van gegevens met het bestandssysteem is dan ook vaak een centraal onderdeel van bijna iedere applicatie.

Het besturingssysteem beschikt over een aantal standaardoperaties op het bestandssysteem. Deze noemen we systeemfuncties. Hieronder volgt een opsomming van de meest voorkomende systeemfuncties:

- aanmaken van een bestand, al dan niet met een bepaalde grootte;
- aanmaken van een nieuwe directory;
- hernoemen en verplaatsen van een directory;
- hernoemen van een bestand;
- kopiëren van een bestand;
- kopiëren van een directory;
- uitbreiden van een bestand om er meer data in op te kunnen slaan;
- verplaatsen van een bestand over de directorystructuur;
- verwijderen van een bestandsnaam en het vrijgeven van de ervoor gereserveerde ruimte;
- verwijderen van een directory, al dan niet met inhoud.

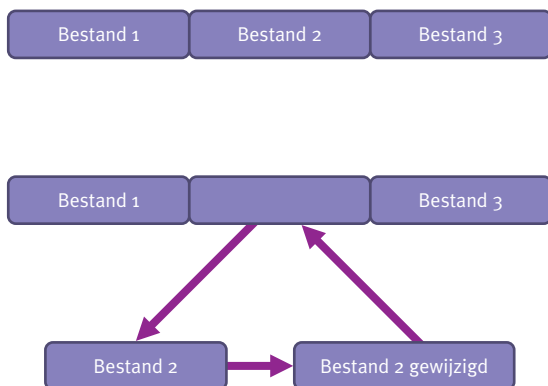
De bewerking die we op bestandssystemen kunnen uitvoeren is per bestandssysteem anders. We onderscheiden de volgende soorten: schijfbestandssystemen, netwerkbestandssystemen en databasebestandssystemen. Elk bestandssysteem heeft zijn eigen kenmerken. Maar niet elk bestandssysteem kan in elke situatie gebruikt worden.

Als medewerker ICT-support heb je voornamelijk te maken met schijfbestandssystemen. Dat kunnen nieuwe bestandssystemen zijn, maar ook oudere kom je nog regelmatig tegen. Iets wat vooral bij oudere bestandssystemen voorkomt en het systeem vertraagt is fragmentatie. Het lijkt logisch om één gegevensbestand ook als een ononderbroken geheel op de schijf te plaatsen. Dat blijkt in de praktijk echter niet goed te werken.

Bekende netwerkbestandssystemen zijn CIFS, Global File System, Lustre, NFS en ZFS. Deze bestandssystemen zijn voor de netwerkbeheerder van belang. Als je hiermee te maken krijgt, dan is de belangrijkste actie die je moet ondernemen dat je de hulp van de netwerkbeheerder inroept.

Vaak voorkomende databasebestandssystemen zijn BFS, GNOME Storage en WinFS. Dit zijn bestandssystemen waar vooral een applicatiebeheerder mee te ma-

ken krijgt. Als medewerker ICT-support kun je ze tegenkomen, maar meestal hoef je er niets mee of aan te doen.



Figuur 1.17 Bestandsopslag: splitsing van bestanden

Bij oudere bestandssystemen ontstaat een probleem als je regelmatig bestanden wist, waarna je nieuwe bestanden toevoegt (zie figuur 1.16). Stel dat je een tekstbestand van 200.000 lettertekens wist dat tussen twee andere bestanden op de schijf staat. Daarna sla je een aantal nieuwe bestanden op waarvan het kleinste bestand 300.000 lettertekens bevat. Deze bestanden zijn dan allemaal te groot om in de lege ruimte te passen van het bestand dat je verwijderd had.

Als je op die manier regelmatig bestanden van wisselende grootte wist en toevoegt, wordt de beschikbare schijfruimte zeer inefficiënt gebruikt. Er ontstaan immers verspreid over de schijf allemaal lege plekken die moeilijk zijn op te vullen. Daarom worden bestanden opgeslagen op voorgesorteerde plaatsen, ofwel clusters.

Er is nog een reden om een bestand niet aaneengesloten op schijf te zetten. De tijd die nodig is om een aantal aaneengesloten lettertekens te lezen en te verwerken, is langer dan de benodigde tijd om de schijf rond te draaien wanneer je de gegevens niet aaneengesloten zou wegschrijven. Je kunt dat vergelijken met notuleren: je kunt sneller praten dan schrijven. Wil je toch gewoon door kunnen praten, dan moet je twee of meer mensen laten notuleren en de taken goed verdelen. Of je moet een andere techniek toepassen.

Omdat we bij het wegschrijven van gegevens geen vertraging willen, worden gegevens vaak door meer lees-/schrijfkoppen tegelijk weggeschreven. Elke kop neemt een deel voor zijn rekening. De bestanden worden verdeeld over meer sporen en soms zelfs over meer dan één schijf. Natuurlijk moet er goed bijgehouden worden welk gedeelte waar staat en hoe die delen weer aan elkaar moeten worden gezet. Dat gebeurt door de File Allocation Table (FAT). Je kunt die vergelijken met de inhoudsopgave van een boek. Het is een tabel waarin precies staat aangegeven waar iets is terug te vinden en wat allemaal bij elkaar hoort. Deze tabel staan aan het

begin van de schijf. Bij een harde schijf is dat aan de buitenkant en bij een cd juist aan de binnenkant van de schijf.

Schijfbestandssystemen

Hier beperken we ons tot de belangrijkste kenmerken van schijfbestandssystemen. Schijfbestandssystemen zijn systemen die bestemd zijn voor het bewaren van bestanden op een gegevensdrager. Ze zijn direct of indirect met de computer verbonden. Voorbeelden zijn:

- Btrfs (harde schijven, SSD's)
- exFAT (flash-schijven bij Windows)
- ext2, ext3 en ext4 (harde schijven bij Linux-distributies)
- FAT (diskettes, harde schijven en usb bij Windows)
- HFS en HFS+ (harde schijven bij Mac OS)
- ISO 9660 (cd-roms, dvd's)
- JFS of Journaled (harde schijven bij Mac OS, IBM en Linux)
- NTFS (harde schijven, bij Windows NT, 2000, XP en hoger)
- UDF (cd-rw, dvd's)

Bij bestandssystemen gaat het over de opslag van gegevens. Binnen de ICT spreken we dan meestal over bytes. Waar we in 1981 256 kilobyte (kB) nog heel veel vonden, hebben we het op dit moment over pebibyte (PiB), exbibyte (EiB), zebibyte (ZiB) en Yobibyte (YiB).

1 pebibyte = 1.125.899.906.842.624 bytes

1 exbibyte = 1.152.921.504.606.846.976 bytes

1 zebibyte = 1.180.591.620.717.411.303.424 bytes

1 yobibyte = 1.208.925.819.614.629.174.706.176 bytes

Om deze getallen een beetje te bevatten: als jij 85 jaar oud wordt, dan heb je 2.680.560.000 seconden geleefd. Een PiB is 400.000 keer meer dan het aantal seconden dat een mens leeft!

Een ander voorbeeld: Google, Facebook en YouTube samen zorgden in 2017 voor ongeveer 31 exbibyte aan data.

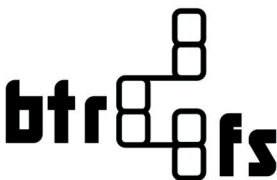
Het aantal bytes is niet een mooi getal dat eindigt op een aantal nullen. Dat komt omdat we in de ICT met het binaire talstelsel te maken hebben. Binnen dit stelsel is een kilo geen 1000 maar 1024. Gangbare hoeveelheden in de ICT staan in de onderstaande tabel:

Tientallig stelsel				Binair stelsel			
symbool	naam	voorvoegsel	waarde	symbool	naam	voorvoegsel	waarde
kB	kilobyte	kilo	$1000^1 = 10^3$	KiB	kibibyte	kibi	$1024^1 = 2^{10}$
MB	megabyte	mega	$1000^2 = 10^6$	MiB	mebibyte	mebi	$1024^2 = 2^{20}$
GB	gigabyte	giga	$1000^3 = 10^9$	GiB	gibibyte	gibi	$1024^3 = 2^{30}$
TB	terabyte	tera	$1000^4 = 10^{12}$	TiB	tebibyte	tebi	$1024^4 = 2^{40}$
PB	petabyte	peta	$1000^5 = 10^{15}$	PiB	pebibyte	pebi	$1024^5 = 2^{50}$
EB	exabyte	exa	$1000^6 = 10^{18}$	EiB	exbibyte	exbi	$1024^6 = 2^{60}$
ZB	zettabyte	zetta	$1000^7 = 10^{21}$	ZiB	zebibyte	zebi	$1024^7 = 2^{70}$
YB	yottabyte	yotta	$1000^8 = 10^{24}$	YiB	yobibyte	yobi	$1024^8 = 2^{80}$

Figuur 1.18 Binaire talstelsel

De hoeveelheid gegevens die kunnen worden opgeslagen is een van de belangrijkste eigenschappen van een bestandssysteem.

Btrfs (Linux)



Figuur 1.19 Btrfs

Btrfs, B-tree FS of Butter FS is een bestandssysteem dat is ontwikkeld door Oracle. Het wordt uitgebracht onder de GNU General Public License (GPL) voor Linux-systemen. Het is bedoeld voor de opslag op harde schijven en solid state drives (SSD's). Btrfs is nog volop in ontwikkeling en het is nog niet geheel duidelijk of het zal doorbreken of zal worden ingehaald door andere systemen. Wanneer je een Linux-systeem moet inrichten dan kan het zijn dat men ervoor heeft gekozen om Btrfs als bestandssysteem toe te passen. Met name in kantooromgevingen waar men met Oracle-software werkt kan dit aan de orde zijn.

De belangrijkste kenmerken van Btrfs zijn:

- de maximale grootte van het bestandssysteem is 16 EiB (exbibyte);
- de maximale grootte van één enkel bestand is ook 16 EiB (exbibyte);
- het aantal bestanden in elk individueel bestandssysteem is 264.

exFAT (Windows en Linux)

exFAT (Extended File Allocation Table) is speciaal bedoeld voor flash-schijven. Het is ontwikkeld door Microsoft voor embedded devices in Windows Embedded CE 6.0 en voor gewone besturingssystemen. Voor Linux is er een gratis kernelmodule waarmee exFAT gelezen kan worden. Flash-schijven worden wereldwijd steeds meer gebruikt. Ze maken de systemen veel sneller. De kans dat je exFAT tegenkomt is dan ook erg groot.



Figuur 1.20 exFAT

De belangrijkste kenmerken van exFAT zijn:

- de maximale schijfgrootte is 128 PiB (pebibyte);
- de theoretische maximale bestandsgrootte is 16 EiB (exbibytes);
- de clustergrootte is tot 2255 sectoren;
- er is een betere toekenning van vrije ruimte en verwijdersnelheid door het invoeren van een free space bitmap;
- ondersteuning voor 65.536 bestanden in een directory.

Ext2, Ext3 en Ext4 (Linux en Windows Ext4)

Extended file system is een bestandssysteem voor de Linux-kernel. Je komt de drie varianten allemaal nog tegen. Ext4 (Fourth Extended File System) is de opvolger van Ext3 (Third Extended File System) wat weer de opvolger is van Ext2 (Second extended file system). In hoofdstuk 7 leer je Linux installeren en ga je dit bestandssysteem gebruiken.

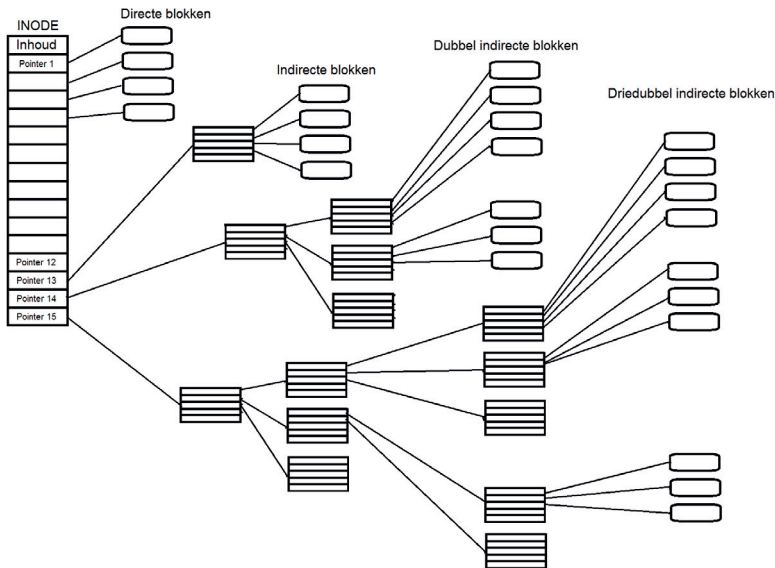
Ext2

- een maximum bestandsgrootte van 2 TiB (tebibyte);
- een maximumlengte voor de bestandsnaam van 255 tekens.

De manier van opslag werkt als volgt. Er is een index met 15 *pointers* (wijzers). Pointer 1 tot 12 adresseren een direct blok. Pointer 13 wijst naar een indirect blok, pointer 14 naar een dubbel indirect blok en pointer 15 naar een driedubbel indirect blok. In elk blok staan dan weer verwijzingen naar bestanden, zodat deze terug zijn te vinden. Doordat er wordt gewerkt met *richtingaanwijzers* en niet alles moet worden gelezen werkt dit snel. Er kunnen grote stappen worden gezet om bij het juiste bestand te komen.

Ext3

Het verschil tussen Ext3 en Ext2 is dat Ext3 aangevuld is met een journaal. Dit journaal houdt bij wat er verandert aan het bestandssysteem door bewerkingen als kopiëren en verwijderen. Hierdoor is veel sneller te controleren of alles goed is gegaan of wanneer er iets met het systeem fout is gegaan, bijvoorbeeld bij stroomuitval.



Figuur 1.21 Bestandsopslag Ext2 en Ext3

Ext4

- De maximale schijfgrootte is 1 EiB (exbibyte), aanbevolen wordt 16 TiB (tebibyte).
- De maximale bestandsgrootte is 16 TiB.
- Het maximaal aantal bestanden is 4.294.967.296.

Ext4 File System

Figuur 1.22 Ext4

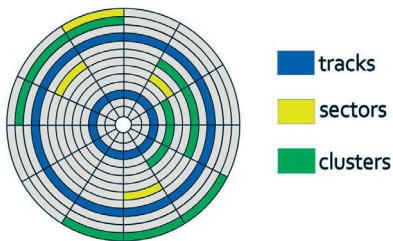
Ext4 is ontwikkeld als een uitbreiding en verbetering van het Ext3-bestandssysteem. Via Ext2Fsd kan ondersteuning voor Ext4 aan Windows toegevoegd worden. Ten opzichte van Ext3 kunnen grotere schijven worden gebruikt. Er kunnen ook grotere bestanden en meer submappen gemaakt worden met Ext4. De kwaliteit is vergroot door extra zekerheden in te bouwen. Een belangrijk punt is dat de schijf-indeling is geoptimaliseerd voor snelheid. Met name het opstarten duurt minder lang met het Ext4-bestandssysteem. Ook kan van tevoren een bepaald stuk op de schijf aangevraagd worden, zodat een groot bestand niet in vele kleine stukjes opgeslagen wordt, maar achter elkaar als een aaneengesloten groot stuk.

FAT (MS-DOS en Windows)

FAT (File Allocation Table) kent drie varianten: FAT₁₂, FAT₁₆ en FAT₃₂. FAT₃₂ wordt in veel gevallen nog gebruikt op een usb-drive. Daarnaast kom je FAT ook nog tegen op oudere systemen.

FAT is vroeg ontwikkeld en de ontwerpers hebben het zo simpel en compact mogelijk gehouden voor de beperkte geheugens in die tijd. Daardoor heeft FAT verscheidene problemen.

- De eenvoudige bestandsstructuur leidt gemakkelijk tot fragmentatie, wat zorgt voor grote vertraging tijdens bestandsoperaties.
- FAT is niet goed bestand tegen systeemcrashes.
- De eerste versies van FAT lieten slechts bestandsnamen toe van maximaal 11 tekens (8 voor de bestandsnaam, 3 voor de extensie). Daarna werd door Microsoft VFAT ingevoerd, dat bestandsnamen tot een lengte van 255 ondersteunt.
- Voor de invoering van clusters was de maximale partitiegrootte 32 MiB.
- De grote clustergrootte zorgt voor een inefficiënt gebruik van de beschikbare ruimte bij kleine bestanden.



Figuur 1.23 Indeling van een schijf onder FAT

FAT₁₂

- De maximale schijfgrootte is 256 MiB.
- De maximale bestandsgrootte is 256 MiB.
- Het maximaal aantal bestanden is 4.068.

FAT₁₆

- De maximale schijfgrootte is 4 GiB.
- De maximale bestandsgrootte is 4 GiB.
- Het maximaal aantal bestanden is 65.460.

FAT₃₂

- De maximale schijfgrootte is 2 TiB.
- De maximale bestandsgrootte is 4 GiB.
- Het maximaal aantal bestanden is 268.173.300.

exFAT

- Schaalbaar naar grote schijfgroottes.
- Theoretisch maximale bestandsgrootte van 2^{64} bytes = 16 exbibytes.
- Betere toekenning van vrije ruimte en verwijdersnelheid door het invoeren van een free space bitmap.

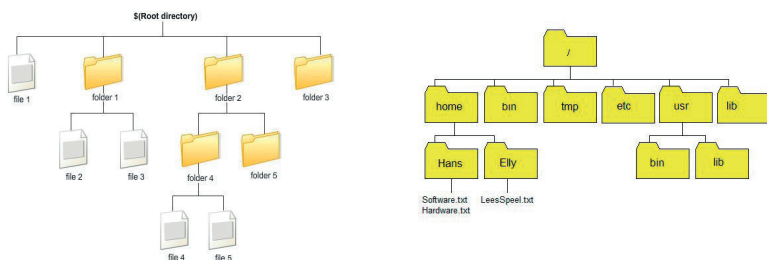
HFS, HFS+ (Mac OS)

HFS

HFS, Hierarchical File System, is een bestandssysteem dat is ontwikkeld door Apple Inc. voor de eigen Apple-computer met Mac OS. Wanneer je het beheer krijgt over Apple-systemen dan kom je HFS tegen.

- De maximale schijfgrootte is 2 TiB.
- De maximale bestandsgrootte is 2 GiB.
- Het maximaal aantal bestanden is 65.535.

Oorspronkelijk is HFS niet ontworpen om grote harde schijven te bedienen. Maar de snelle veranderingen hebben Apple een nieuwere versie van HFS uit laten brengen: HFS+.



Figuur 1.24 Hiërarchisch filesysteem

HFS+

Bij HFS+ wordt de schijfruimte veel beter benut dan bij HFS. Ook maakt HFS+ gebruik van journaling wat het gegevensherstel, in geval van een hardeschijf-crash, vereenvoudigt.

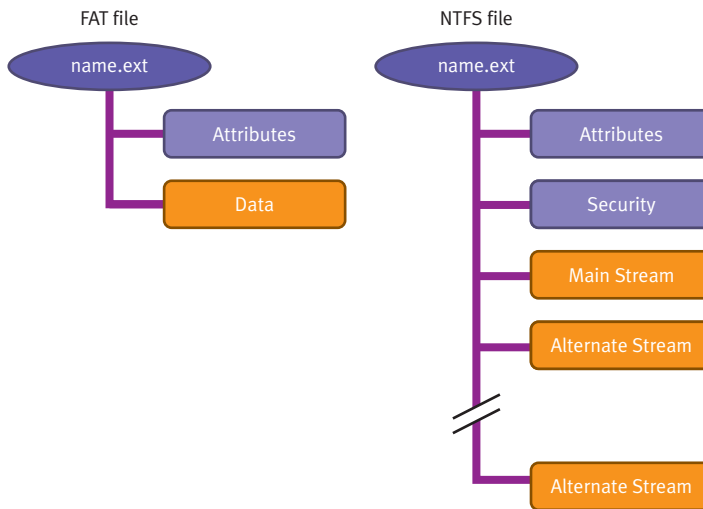
- De maximale schijfgrootte is 8 EiB (exabyte).
- De maximale bestandsgrootte is 8 EiB (exabyte).
- Het maximaal aantal bestanden is 4.294.967.295.

NTFS (Windows)

In New Technology File System (NTFS) wordt alles dat te maken heeft met een bestand (de naam, aanmaakdatum, toegangsmachtigingen en ook de inhoud) bewaard als metadata. NTFS is een journaling-bestandssysteem. Deze bestandssystemen werken met een logboek waarin wordt bijgehouden welke handelingen

zijn uitgevoerd. In dit logboek staan alle operaties en er staat ook of deze operaties voltooid zijn of niet. De controle van het systeem wordt dan uitgevoerd door te controleren of alle operaties correct beëindigd zijn. Dit is veel sneller dan alle bestanden en directory's controleren. Het nadeel is dat het journaal geen gebruik mag maken van caching, omdat dan het journal verloren zou kunnen gaan bij een crash. Wanneer er veel operaties plaatsvinden zal dat de snelheid aanzienlijk belemmeren.

- De maximale schijfgrootte is 256 TiB (tebabyte).
- De maximale bestandsgrootte is 16 EiB (exabyte).
- Het maximaal aantal bestanden 4.294.967.295.



Figuur 1.25 New Technology File System (NTFS)

De volgende bestandssystemen zijn voor cd en/of dvd bedoeld. Als medewerker ICT-support zul je ISO 9660 zeker tegenkomen. Toch zul je er verder weinig mee hoeven te doen.

ISO 9660 (Windows, Mac OS X, Linux en Unix)

ISO 9660 is een standaard bestandssysteem voor cd-rom. De standaard is uitgegeven door de International Organization for Standardization. Hij ondersteunt de meeste besturingssystemen, zoals Windows, Mac OS X, Linux en Unix, waardoor data tussen deze systemen uitgewisseld kan worden. Voor dvd's kan ISO 9660 ook gebruikt worden. Toch zal men voor dvd's meer UDF gebruiken.

JFS (Journaled File System) (Mac OS, IBM en Linux)

De hoeveelheid data die men wil opslaan wordt steeds groter. Gelukkig kan op de opslagmedia ook steeds meer opgeslagen worden. De bestandssystemen moeten ook veel meer bestanden beheren dan vroeger. De controle op fouten vergt veel

tijd. Daarom is het Journaled File System ontwikkeld. JFS, is net als NTFS, een journaling-bestandssystemen.

- De maximale schijfgrootte is 32 PiB (pebibyte).
- De maximale bestandsgrootte is 4 PiB.
- Voor het maximaal aantal bestanden is geen limiet gedefinieerd.

UDF (Windows, Mac OS X, Linux en Unix)

Het Universal Disk Format (UDF) is de opvolger van ISO 9660. Dit omdat het meer bestanden toelaat, grotere schijfgroottes aankan en meer informatie kan bijhouden per bestand en per map. UDF is bedoeld voor het bewaren van bestanden op media waarop je kunt opnemen. UDF werd vooral gebruikt op media waar weinig of niet overschreven moet worden zoals cd-rw en dvd-r. Tegenwoordig wordt het veel toegepast voor volledig herschrijfbaar media die op meerdere platforms gebruikt worden, zoals geheugenkaarten boven de FAT32-limiet.

Vragen

- 1 Wat is de functie van het bestandssysteem?
- 2 Het besturingssysteem beschikt over een aantal standaardoperaties op het bestandssysteem. Noem de belangrijkste.
- 3 We onderscheiden verschillende soorten bestandssystemen. Welke zijn dat?
- 4 Wat is fragmentatie bij een bestandssysteem?
- 5 Hoe schrijven we bestanden meestal weg om vertraging bij het schrijven te minimaliseren?
- 6 Waarvoor staat de afkorting FAT?
- 7 Waarmee is de FAT te vergelijken?
- 8 Zet de volgende eenheden in oplopende volgorde: EiB, GiB, KiB, MiB, PiB, TiB, YiB, ZiB.
- 9 Voor welke besturingssysteem is het Btrfs-bestandssysteem geschikt?
- 10 Voor welke besturingssystemen is het exFAT-bestandssysteem geschikt?
- 11 Wat kun je zeggen van het FAT-bestandssysteem?
- 12 Waarvoor staan de letters HFS?
- 13 Voor welke besturingssystemen is het HFS-bestandssysteem geschikt?
- 14 Voor welke besturingssystemen is het JFS-bestandssysteem geschikt?
- 15 Voor welk besturingssysteem is het NTFS-bestandssysteem geschikt?
- 16 Waar zijn bestandssysteem UDF, ISO 9660, JFS voor bedoeld?

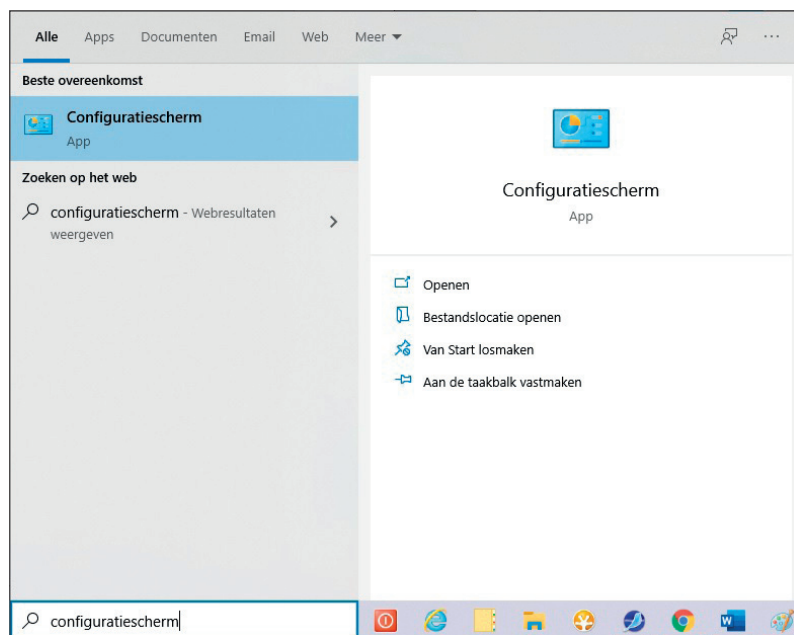
1.10 Instellingen besturingssysteem

Gebruikers willen een computer graag gebruiken op een manier die bij hen past. Dat kan te maken hebben met een handicap, waardoor het bijvoorbeeld voor een slechthorend persoon handiger is als er visuele elementen worden gebruikt in plaats van geluiden. Voor een slechtziend persoon is het juist handiger als er dingen worden voorgelezen die op het scherm staan.

Maar ook andere aanpassingen, zoals een bureaubladachtergrond, een voorkeursprinter, pictogrammen op het bureaublad of de taakbalk, de beeldschermresolutie of een linkshandige muis kun je instellen voor de gebruiker.

Omdat Microsoft Windows veruit het meest gebruikte besturingssysteem voor computers is, laten we aan de hand van dat besturingssysteem een aantal instellingsmogelijkheden zien. Ook in andere besturingssystemen kun je natuurlijk dergelijke instellingen aanpassen.

Je kunt veel van deze instellingen vinden via het configuratiescherm. Daar kom je door naar het zoekvak te gaan via het Windows-symbool en configuratiescherm te typen.

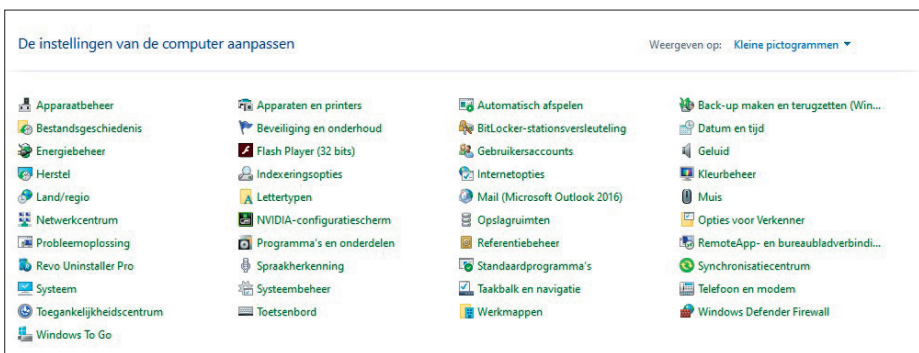


Figuur 1.26 Zoek het configuratiescherm

Klik op *Configuratiescherm* om de app te openen. Afhankelijk van je instellingen zie je scherm A of B.



Figuur 1.27 A

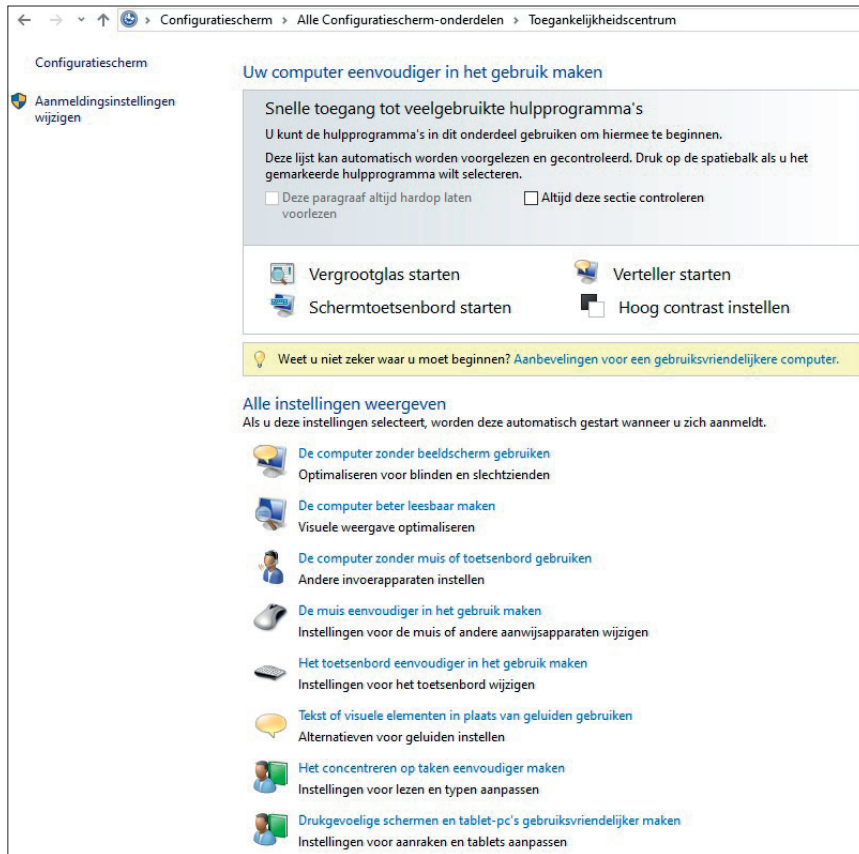


Figuur 1.27 B

Als je scherm 1.27 A ziet, klik dan rechtsboven op het pijltje naast *Categorie* en kies dan voor *Kleine pictogrammen*. Je ziet dan een gedetailleerder overzicht van de mogelijkheden.

Toegankelijkheidscentrum

In het toegankelijkheidscentrum kun je allerlei instellingen aanpassen om het computergebruik voor mensen met een beperking te vereenvoudigen.

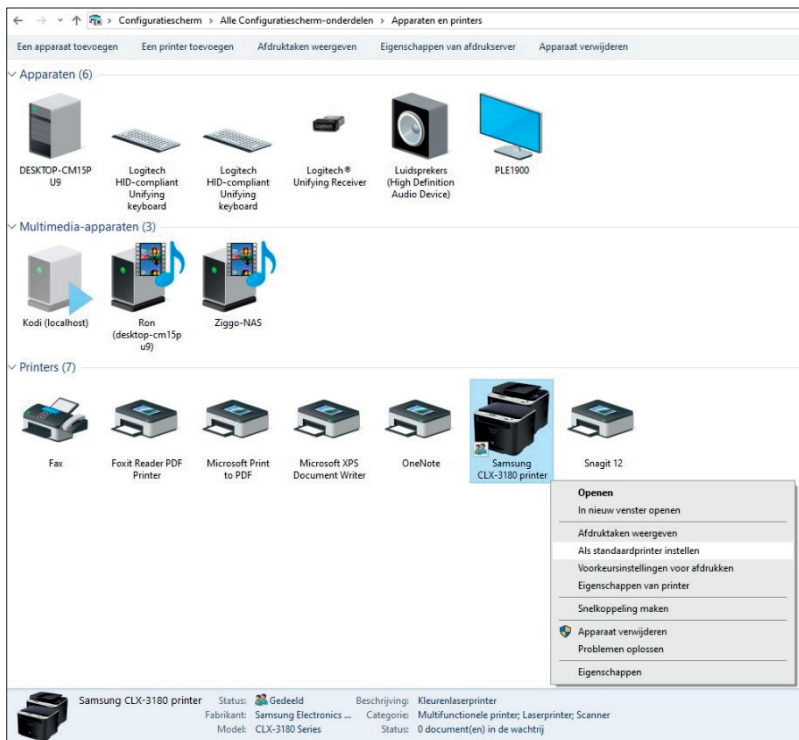


Figuur 1.28 Toegankelijkheidsopties

Je ziet hier aanpassingsmogelijkheden voor slechtzienden of -horenden, maar ook voor andere beperkingen.

Voorkeursprinter

Vanuit het configuratiescherm kun je via *Apparaten en printers* aangeven welke printer de voorkeursprinter moet worden. Dat is natuurlijk alleen van belang als er meer printers geïnstalleerd zijn.



Figuur 1.29 Voorkeursprinter instellen

In dit scherm zie je een overzicht van alle apparaten die met de computer verbonden zijn. Onderin staan alle printers, waaronder ook softwarematige printers, zoals de Microsoft XPS Document Writer. XPS-bestanden zijn vergelijkbaar met PDF's, maar worden weinig gebruikt. De Microsoft XPS Document Writer print dus niet naar papier, maar naar een ander formaat.

Als er verschillende printers geïnstalleerd zijn, kan een van die printers als voorkeursprinter ingesteld worden. Klik daarvoor met de rechtermuisknop op de gewenste printer en klik op *Als standaardprinter instellen*. Je krijgt dan een melding dat Windows stopt met het beheer van de standaardprinter. Klik op *OK*. De printer krijgt nu een groen vinkje, zodat je kunt zien dat dit de standaardprinter is.

Muis

De muis is in Windows standaard ingesteld voor rechtshandigen. Je kunt dat voor linkshandige mensen aanpassen. Open daarvoor het configuratiescherm en klik op het pictogram *Muis* en het scherm uit figuur 1.30 opent.

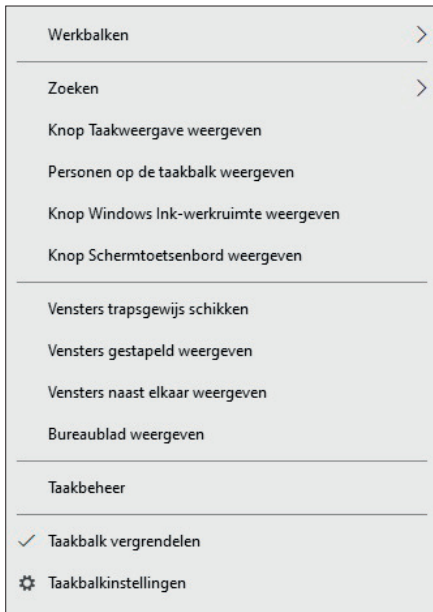


Figuur 1.30 Muiseigenschappen

In het bovenste vak van het tabblad *Knoppen* zie je de mogelijkheid om de linker- en rechtermuisknop om te wisselen. Voor linkshandigen is dat logischer. Je ziet ook dat er nog veel meer mogelijkheden zijn om de werking van de muis aan te passen.

Taakbalk

We hebben nu kort een aantal mogelijkheden laten zien die je via het configuratiescherm kunt aanpassen. Ook via de taakbalk kun je aanpassingen verzorgen. Klik daarvoor met je rechtermuisknop op een lege plek in de taakbalk. Het menu uit figuur 1.31 verschijnt.



Figuur 1.31 Het menu *Taakbalk*

Je ziet hier al een aantal mogelijkheden, zoals knoppen die wel of niet weergegeven kunnen worden, werkbalken die je kunt laten zien of de vergrendeling van de taakbalk.

Als je kiest voor *Taakbalkinstellingen* verschijnt het scherm uit figuur 1.32.