Virtualisatie

DEEL 0

Emulatie versus virtualisatie

Basiskennis emulatie in 5 lessen

MARCEL BEELEN

Brinkman Uitgeverij

Emulatie versus virtualisatie

Virtualisatie

Deel 0: Emulatie versus virtualisatie

Basiskennis emulatie
in 5 lessen

Marcel Beelen

Brinkman Uitgeverij · Amsterdam 2015

ISBN 978 90 5752 307 6 / NUR 124

Omslagontwerp: Proforma, Barcelona
Redactie, opmaak en zetwerk: Henk Pel, Zeist

© 2015 Brinkman Uitgeverij, Amsterdam
Gehele of gedeeltelijke overneming of reproductie van de inhoud van deze uitgave, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteursrechthebbende is verboden, behoudens de beperkingen bij de wet gesteld. Het verbod betreft ook gehele of gedeeltelijke bewerking. De uitgever is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor kopiëren, als bedoeld in artikel 17 Auteurswet 1912 en in het kb van 20 juni 1974 (Stb. 351, 1974) ex artikel 16b Auteurswet 1912, te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden.

Correspondentie inzake overneming of reproductie richten aan:
Brinkman Uitgeverij, Postbus 59686, 1040 LD Amsterdam
www.brinkman-uitgeverij.nl
tel. 020 – 4 120 970, fax 020 – 4 120 972
e-mail: brinkman@brinkman-uitgeverij.nl

Inhoud

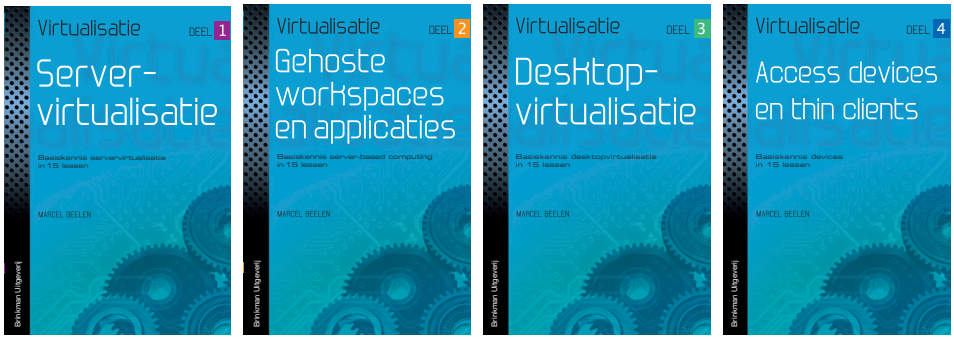
Inleiding 7
Les 1 Simulatie 11
Les 2 Emulatie van hard- en software 16
Les 3 Retro computing 22
Les 4 Emulatie van moderne systemen 28
Les 5 Virtualisatie gedefinieerd 32

Eindopdrachten en eindtoets emulatie versus virtualisatie 39
Downloads 41

Inleiding

Virtualisatie is al vele jaren een zeer belangrijk thema bij alle kleine en grote organisaties. Ongeacht de functie die je in de ICT vervult of gaat vervullen, je krijgt zonder enige twijfel te maken met één of meer toepassingen van virtualisatietechnologie. Het inrichten en beheren van een virtuele omgeving is totaal anders dan een reguliere ICT-infrastructuur met servers en client devices. Virtualisatie is een vak geworden, waar je als ICT'er kennis van dient te hebben.

De boekenserie gaat conceptueel over de vele verschijningsvormen van virtualisatie. Deel 1 gaat over servervirtualisatie, in Deel 2 komen de gehoste workspaces en applicaties aan bod en in Deel 3 is desktopvirtualisatie het hoofdthema. Deel 4 kijkt naar de noodzakelijk clients om met de virtuele omgeving in het datacenter te communiceren en in het bijzonder naar de thin client. Deze vier boeken geven samen een infrastructuur weer, zoals die bij zeer veel organisaties, van klein tot groot, gebruikt worden.



Afbeelding 1-1 De vier boeken uit deze serie

In dit introducerende en gratis boekje (Deel 0) kijken we naar emulatie en simulatie als tegenpolen van virtualisatie. Ook emulatie en simulatie worden wel degelijk gebruikt binnen bedrijven, maar niet als onderdeel van de server- en client-infrastructuur zoals dat met virtualisatie wel het geval is. Vaak worden de drie termen onterecht verwisseld. Dit boekje vormt een korte inleiding in virtualisatie en plaatst dit naast emulatie (en deels simulatie) en vormt tevens een compact voorbeeld (met 5 lessen) voor de andere boeken uit de serie (met elk 15 lessen).

Leerdoel

Na het bestuderen van dit boekje moet je in staat zijn simulatie en emulatie te verklaren en te vergelijken met professionele en in de infrastructuur gebruikte virtualisatietechnieken. Je bent nu klaar voor het echte werk: Deel 1 tot en met Deel 4!

Voorkennis

Als voorkennis voor dit boek geldt:

- algemene kennis over computerhardware (processors, schijven, geheugen, grafische kaarten enzovoort);
- gebruik van internet voor zoeken en downloaden;
- algemene Windows- en Linux-kennis (mappen, bestandsformaten, rechten, stuurprogramma's enzovoort);
- algemene kennis over Windows-applicaties en Linux (installeren, verwijderen);
- elementaire kennis van IP-netwerken (DNS, DHCP enzovoort).

Werkwijze voor het gebruik van dit boek

In dit boek worden organisatorische aspecten en technische concepten besproken. Je luistert per les naar de uitleg van de docent of begeleider en bestudeert vervolgens de tekst uit het boek. Bij elke les ga je aan de hand van vragen en opdrachten zelf aan de slag om de theorie te vertalen naar de praktijk. Een belangrijk onderdeel is om je te laten zoeken op internetsites van fabrikanten om specifieke opdrachten te beantwoorden. Ook wordt er gebruikgemaakt van Engelstalig materiaal van fabrikanten om slim te leren omgaan met dit soort documenten en er zinvolle informatie uit te destilleren zonder ze helemaal te bestuderen of zelfs helemaal te begrijpen. Net zoals je in de praktijk keuzes met collega ICT'ers en het management maakt, kun je verschillende opdrachten met z'n tweeën uitwerken en samen bespreken.

Eindtoets

Na bestudering van het boek en het maken van de opdrachten maak je één eindopdracht in de vorm van een open vraag en een afsluitende eindtoets van ongeveer tien meerkeuzevragen. De andere vier lesboeken, Deel 1 t/m Deel 4, eindigen elk met twee eindopdrachten en 40 meerkeuzevragen.

Benodigde infrastructuur

Voor dit boek heb je een standaard Windows-client en een Linux-client met een internetverbinding nodig. Op deze clients dien je administrator-/root-rechten te hebben, onder meer om software te installeren en verwijderen. We werken zoveel mogelijk met open source en gratis software ter illustratie van de technologie in dit boek.

Les 1 Simulatie

Geschatte lesduur: 30 minuten

Als je op internet surft of in de cloud rondkijkt, kom je de termen simulatie, emulatie en virtualisatie vaak tegen. Soms hebben de termen te maken met het gebruik van cloud-diensten, soms met simuleren, emuleren en virtualiseren van computers en ICT, maar soms hebben ze ook helemaal niets met computers te maken maar worden computers wel als hulpmiddel ingezet. Vooral virtualisatie van ICT maakt vandaag de dag bij alle organisaties onderdeel uit van de ICT-infrastructuur, maar ook de hieraan gerelateerde thema's simulatie en emulatie komen we in de IT-wereld tegen. Simulatie staat het verste af van virtualisatie, het hoofdthema van deze lesboekenserie.

Simuleren met computers

Computers worden gebruikt voor simulatie: het nabootsen van specifieke omgevingen. Bij dat simulatieproces wordt de rekenkracht van vaak vele processors ingezet om allerlei modellen door te rekenen om benaderingen of voorspellingen te kunnen doen. Denk daarbij aan de krachtige supercomputers die gebruikt worden voor weersvoorspellingen of voor wetenschappelijke berekeningen. In de luchtvaart, ruimtevaart, de auto-industrie en op andere plekken waar 3D-modellen gemaakt worden om producten te kunnen bekijken voordat ze in productie zijn of om het effect van wijzigingen aan producten te voorspellen, wordt simulatie gebruikt. Dichter bij onze eigen praktijk: we kennen allemaal de flight simulator. Dit is software die je het gevoel geeft dat je een vliegtuig bestuurt, maar in werkelijkheid komt er natuurlijk geen vliegtuig aan te pas. Zakelijk wordt simulatie vooral gebruikt bij opleidingen en trainingen, want piloten maken bijvoorbeeld ook vlieguren in simulators. Heel veel games maken gebruik van simulatie – denk aan een voetbalspel, schietspel of racespel –, in pretparken staan vaak simulators en in de filmwereld wordt ook veel gesimuleerd.

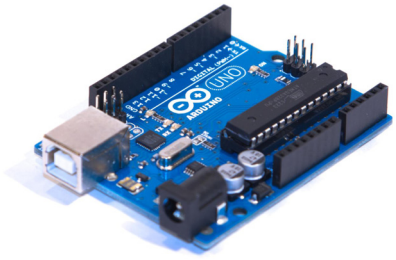
Simuleren van computers

In het kader van virtualisatie bedoelen we met simulatie niet het uitvoeren van simulaties mét computers maar het simuleren ván computers. Simuleren en emuleren worden in de praktijk soms door elkaar gebruikt, wat het af en toe lastig maakt. Soms is het verschil ook lastig te zien. Bij simulatie van een computer (of een applicatie of besturingssysteem), zijn er geen onderdelen aanwezig van de echte omgeving die wordt nagebootst. De computer die wordt gesimuleerd is er niet, de devices en het besturingssysteem zijn er niet en de applicaties bestaan niet. Bij simulatie wordt de omgeving optisch of grafisch nagebootst, zonder dat er daadwerkelijk sprake is van de betreffende componenten. Met simulatie lijkt het alsof de gebruiker met het echte object werkt (bijvoorbeeld Windows), maar in werkelijkheid wordt alleen de grafische bediening nagebootst. Bovendien wordt in de simulatie alleen een omgeving aangeboden die voor die situatie relevant is. Een simulatie kan razendsnel zijn omdat er een beperkte set aan mogelijkheden wordt getoond, een subset van de functionaliteit van het gesimuleerde product. Er zijn bijvoorbeeld online cursussen voor applicaties, waar je als cursist interactief door menu's en opdrachten wordt geleid, maar zonder dat je daadwerkelijk de applicatie gebruikt. Sommige aanbieders noemen hun gesimuleerde omgeving onterecht een geëmuleerde omgeving (zie de volgende les).

Ontwikkelaars van producten voor simulatie leggen de nadruk op het zo goed mogelijk nabootsen van een omgeving (veelal een grafische user interface), zonder dat de nagebootste omgeving en componenten nodig zijn. Er kan hardware en software gesimuleerd worden.

Hardware-simulatie

Bij hardware-simulatie wordt een specifiek hardware device nagebootst. Als je de hardware niet hebt en je kunt deze simuleren op je pc of online in de cloud, dan ben je in staat producten te ontwikkelen gebaseerd op of testen uit te voeren met deze hardware. Ken je de Arduino? Dit is een microcontroller die je gebruikt om apparatuur aan te sturen, je bouwt er bijvoorbeeld een domoticasysteem mee. De Arduino moet je programmeren. Om dit te vereenvoudigen zijn er Arduino-simulators te koop en er zijn freeware simulators te downloaden. Je kunt programmeren en testen zonder je fysieke Arduino defect te maken, zoals we in de opdracht zullen zien.

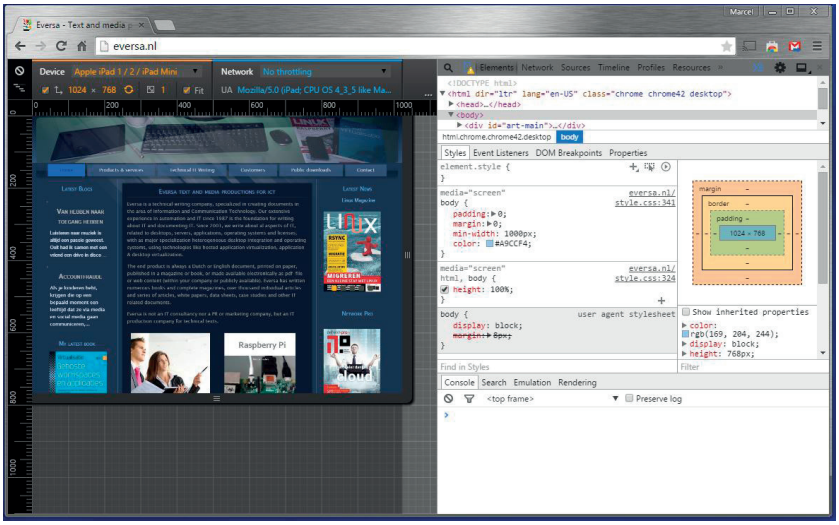


Afbeelding 1-1 Arduino

Een voorbeeld van hardware-simulatie is de terminal-emulator. Vroeger werd er met fysieke terminals gewerkt die verbinding maakten met mainframes en mini's. Deze terminals zijn niet meer te koop, maar hun gedrag wordt één-op-één nagebootst met een terminal-emulator. Deze emulatiesoftware draait als applicatie op een pc met Windows, soms op een tablet; het is vooral handig voor organisaties die met thin clients werken en als terminal worden gebruikt (zie Deel 4). Terminal-emulators zijn ondanks hun naam simulators, omdat ze alleen de bediening van de terminal nabootsen en de correcte codes voor toetsen interpreteren en doorsturen.

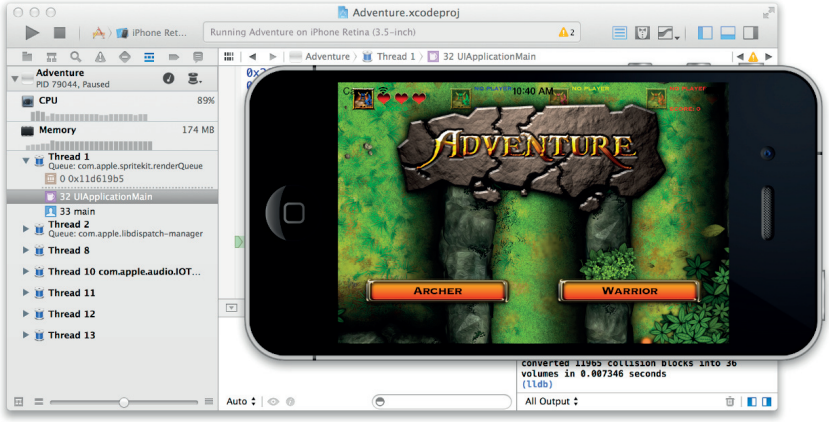
Software-simulatie

Het internet staat vol met browsersimulaties. Je bent hiermee in staat je website te bekijken en testen op bijvoorbeeld een iPad, iPhone of Android-tablet zonder dat je die devices in je bezit hebt. Dit is simulatie, want er wordt geen iPad of ander device gebruikt en ook niet de browser daarop. In Google Chrome zit bijvoorbeeld een simulator ingebouwd om je webpage te testen op zo'n beetje elk device dat gangbaar is. Er zijn zelfs online complete Windows-simulaties te vinden.



Afbeelding 1-2 Google device-simulator

Apple heeft een simulator (voor de Mac) om de grafische omgeving van elk mobiel Apple-device en elke iOS-versie te simuleren. Ontwikkelaars kunnen hierop hun app testen voor iPhones, iPads en Apple Watches. Om een app echt te testen in combinatie met multi-touch, het correcte aantal grafische pixels en om de echte performance te zien (van de processor in het device), adviseert Apple echte fysieke devices te gebruiken.



Afbeelding 1-3 iOS simulator

De virtuele wereld

De begrippen cloud en virtueel lijken met elkaar verwant: je vindt op internet bijvoorbeeld virtuele winkels, virtuele vrienden en virtuele werelden. Virtueel betekent hier hetzelfde als 'schijnbaar bestaand' of 'nagebootst'. Met andere woorden: de virtuele winkels lijken op echte winkels, want ze verkopen producten, je kunt producten bekijken (vaak driedimensionaal dankzij de mogelijkheid om afbeeldingen te roteren), ze hebben een kassa en je krijgt na de aankoop een kassabon. De spellen- en media-industrie geven je eveneens een virtuele illusie. Spellen presenteren je werelden die er als echt uitzien en waar je je middenin lijkt te bevinden, in de nieuwste 3D-films lijken de gecreëerde werelden net echt. De weg is open voor virtual reality, met de Facebook Rift (in 2014 in handen gekregen door de overname van Ocultus) bewegen we ons midden in een virtuele 3D-wereld. Ook augmented reality is iets virtueels: er worden dan niet-bestaande virtuele objecten toegevoegd aan de werkelijkheid. Als je door middel van de fotocamera in je smartphone of tablet naar iets kijkt, wordt er in het stukje dat wordt overlapt door de camera iets toegevoegd aan het object dat je bekijkt. Een foto in een magazine kan dan tot leven komen als je hem via de augmented reality app bekijkt, een gesloten LEGO-verpakking in de winkel toont de (zogenaamde) inhoud van de doos als je ernaar kijkt via de app. Een andere vorm van augmented reality wordt gerealiseerd door Google Glass of de Microsoft Hololens. Als je die opzet, worden er in de bril objecten geprojecteerd, die zich bijvoorbeeld op de muur lijken te bevinden. Beide devices zijn toepasbaar in het dagelijks leven, maar ook in de game-wereld – dat geldt zeker voor de Hololens. Je kunt overigens verslaafd raken aan virtuele werelden. Hoewel er in al deze thema's sprake is van 'virtueel' gaat het puur om simulatie.

Opdrachten en vragen les 1

1 In *Werkblad Vids* bekijken we video's van Google Glass, de Facebook Rift en de Microsoft Hololens. We zien tevens een video over augmented reality en de Layar app.

2 In *Werkblad Chrome* testen we onze webpagina met gesimuleerde Apple- en Android-devices binnen Google Chrome.

3 Wat zie je hier: http://www.virtualdesktop.org?

4 Wat doet dit product: http://123d.circuits.io?

Les 2 Emulatie van hard- en software

Geschatte lesduur: 45 minuten

Waar er bij simuleren van computers of applicaties géén relatie is met de hardware van de computer die je simuleert, is dat bij emulatie en virtualisatie wel het geval. Bij emulatie gaat het om het 'imiteren' van vreemde hardware (of software) en bij virtualisatie gaat het om 'ontkoppelen en hergebruiken' van bestaande hardware (of software), zodat je het originele besturingssysteem en de originele applicaties kunt draaien. Net als sommige aanbieders de termen simulatie en emulatie weleens verwisselen, doen de fabrikanten van emulatie-oplossingen dat ook weleens met virtualisatie. Het zijn echter verschillende technieken, die al vele tientallen jaren bestaan. Virtualisatie – het thema van de andere lesboeken – is technologie die bij veel grote en kleine organisaties diep in de infrastructuur is geworteld. Ook emulatie wordt bij bedrijven gebruikt, meestal niet als infrastructuur, maar in ontwikkelomgevingen. Emulatie is ook erg leuk voor thuis. Maar wat zijn precies de verschillen tussen emulatie en virtualisatie van computers?

Virtualisatie is processor-gerelateerd

Het belangrijkste verschil tussen virtualisatie van IT en emulatie van IT is feitelijk primair het platform (de processor, de bijbehorende componenten, het besturingssysteem). Bij alle virtualisatie-oplossingen is het onderliggende platform identiek aan de daarop gevirtualiseerde omgeving en applicaties. Dat wil zeggen: een servervirtualisatieproduct dat gemaakt is voor Intel-processoren is alleen in staat besturingssystemen te laten draaien die voor de Intel-processor ontwikkeld zijn. Het systeem (server of desktop) met de Intel-processor wordt bij virtualisatie de 'host' genoemd. Een virtualisatieproduct voor Intel-processorhardware draait daarom bijvoorbeeld gewoon Windows Server 2012, Windows 10, Ubuntu, Mint of FreeBSD dat voor de Intel-architectuur vervaardigd (gecompileerd) is. Compileren is het geschikt maken van de door programmeurs leesbare broncode naar de machinecode van één specifieke processor. Het besturingssysteem dat je op de host draait, wordt de guest genoemd.

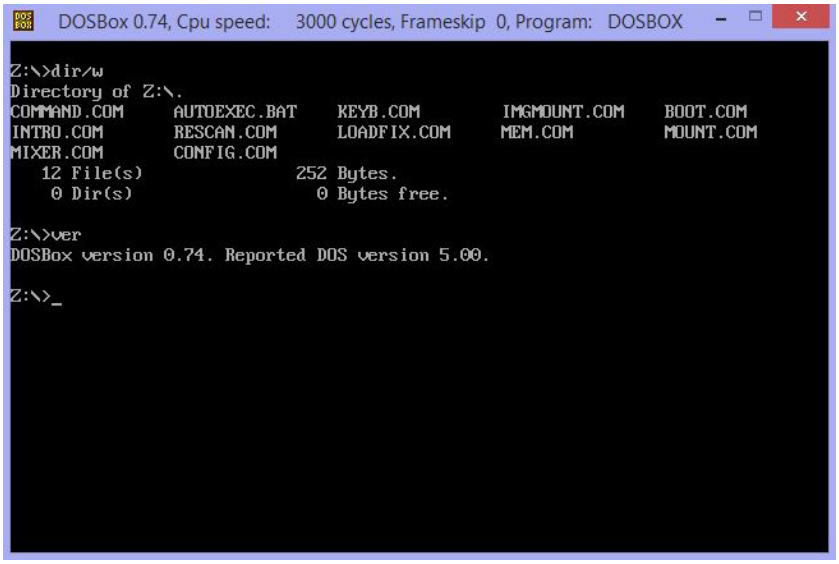
Virtualisatie betekent tevens het ophakken in componenten: je virtuele server met Linux of Windows, je virtuele desktop met Windows of Linux ofwel individuele virtuele applicaties zijn losse geïsoleerde onderdelen, die te verplaatsen en apart te beheren zijn. Zo is een virtuele server of virtuele desktop met Windows of Linux met een druk op de knop te verplaatsen naar andere hardware op een andere locatie en zelfs naar de cloud. In de praktijk moet wel aan een flink aantal randvoorwaarden worden voldaan en simpel is het zeker niet altijd.

Ontwikkelaars van virtualisatieproducten moeten er vooral voor zorgen dat de fysieke hardware van de host één op één wordt doorgegeven aan het guest-besturingssysteem, dat er hierdoor geen weet van hoeft te hebben dat het draait op virtuele hardware. Virtualisatie werkt op actuele hardware en actuele processors en de virtualisatie-oplossing kost nihil overhead en is net zo snel als het native draaien van een besturingssysteem.

Emulatie is processor-onafhankelijk

Bij emulatie wordt een deel van de hardware of software niet alleen nagebootst maar geheel vervangen door software. Met andere woorden, de oorspronkelijke hardwarecomponenten en soms zelfs het besturingssysteem zijn niet meer aanwezig, in tegenstelling tot bij virtualisatie. Bij emulatie worden de processor en diverse componenten volledig in software gereproduceerd in plaats van doorgegeven van host naar guest.

Bij emulatie zien we twee varianten. Bij de eerste variant wordt de vreemde processor geëmuleerd met een emulatie-applicatie die draait op de processor van je eigen systeem, waardoor je effectief een besturingssysteem op een afwijkende processor draait. Je bent in staat het Linux Raspbian-besturingssysteem dat voor de ARM-processor is gemaakt ongemodificeerd te draaien op je Windows Intel-PC in een ARM-emulator. Of je draait MS-DOS van 20 jaar geleden dat niet meer functioneert op de actuele Intel-processor in een emulator die de oude hardware (een 8-bit processor) van een IBM PC emuleert. Om dit mogelijk te maken moet er letterlijk 'vertaald' worden: de machinecode van de ene processor moet worden omgezet naar machinecode van de andere processor. Laten we eens een analogie bedenken. Stel, de 8-bits processor spreekt Frans en de 64-bits processor spreekt Nederlands. Om MS-DOS gemaakt voor de 'Franse' processor te gebruiken op de 64-bits processor moet er een stukje software zijn (de emulator) dat de taal Frans die de ene processor spreekt omzet naar de taal Nederlands van de andere processor.



Afbeelding 2-1 DOS 5.0 emulatie met DOSBox op Windows 8.1

Emulatie van een pc

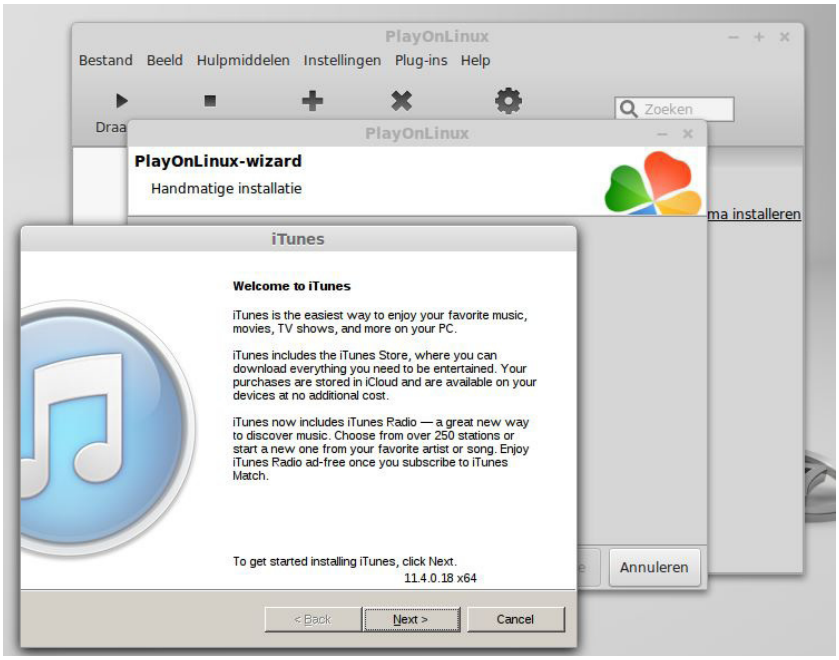
De vraag is of er tegenwoordig nog behoefte is aan het emuleren van een pc. De meeste systemen in kantoren en thuis draaien Windows op Intel-processoren, dus je bent veel beter af met pc-virtualisatie, zoals het gratis product Oracle VirtualBox (zie les 5) dat we in de andere lesboeken regelmatig gebruiken. Hiermee draaien Windows-gebruikers bijvoorbeeld Linux, FreeBSD of een tweede Windows-omgeving bovenop hun Windows-pc. Of Linux- en Mac-gebruikers draaien er Windows mee in een virtual machine. Deze oplossingen werken snel en betrouwbaar, zijn eenvoudig te installeren en worden voortdurend onderhouden en vernieuwd. Als alternatief kun je de pc's natuurlijk ook voorzien van een bootmanager, die je na het aanzetten een menu toont met welk besturingssysteem je wilt starten.

In Deel 4 uit deze serie zullen we zien dat de pc, als personal computer, een veel minder dominant device is dan het de laatste 25 jaar is geweest. Gedurende deze hele periode zijn er tientallen initiatieven geweest om de pc (met DOS, Windows 3.x, Windows 95 en later) te emuleren. Dit emuleren was nodig omdat er gebruikers van niet-pc's (met afwijkende processors) waren, die toch graag de populaire pc-applicaties wilden gebruiken. Al in 1988 kwam Insignia met het product SoftPC. SoftPC emuleerde een Intel-

processor om een x86-pc-architectuur te kunnen gebruiken op SUN-werkstations die een afwijkende processor gebruikten. Ook de Mac die destijds met een niet-Intel-processor werkte, kon met SoftPC voor de Mac een x86-pc emuleren op Mac OS. SoftPC draaide in eerste instantie alleen DOS als besturingssysteem, later werd SoftWindows uitgebracht, een geëmuleerde pc die ook de eerste Windows-versies kon draaien. Veel later, in 1997 kwam Connectix – later overgenomen door Microsoft – met Virtual PC voor de Mac. Hiermee draaide je Windows in een geëmuleerde PC. De naam van het product suggereert misschien virtualisatie, maar het is emulatie omdat de Mac toen een niet-Intel-processor had. Dankzij virtual machinetechnologie is een emulator vaak niet zinvol, behalve bijvoorbeeld om een oude pc te emuleren en hierop een ouder pc-besturingssysteem te draaien. Er bestaan verschillende pc-emulaties, een bekende is het open source project Bochs. Ook QEMU is in staat een pc (en andere systemen) te emuleren, maar het open source product kan ook een pc virtualiseren.

Emulatie is besturingssysteemonafhankelijk

Bij de tweede variant van emulatie wordt een besturingssysteem geëmuleerd, waardoor je een applicatie die voor het ene besturingssysteem is ontwikkeld, draait op een ander besturingssysteem maar wel op dezelfde processor. Ook hier moet er vertaald worden. Aangezien de applicatie bijvoorbeeld Windows als onderliggend besturingssysteem verwacht en je deze applicatie draait op Linux, moeten de aangeroepen Windows-bibliotheken (de API) worden omgezet in aanroepen van Windows-bibliotheken. Omdat hier besturingssysteeminstructies worden vertaald, kost dit enige (minimale) overhead.



Afbeelding 2-2 Installatie van Apple iTunes op Linux met Wine

Een bekende software-emulator is Wine. Wine is een afkorting voor Wine Is No Emulation. Maar Wine is wel degelijk een besturingssysteem-emulatie-product (het ligt aan de definitie): het fungeert als middleware tussen de Windows-applicatie en het Linux-besturingssysteem. Het vertaalt feitelijk de code van de Windows-applicatie naar Linux-code. Wine heeft een gebruikersvriendelijke uitbreiding: PlayOnLinux. Er is ook al heel lang een open source port van Wine in ontwikkeling naar het UNIX BSD-gebaseerde platform van Mac OS X, genaamd DarWine. Wine lost ook een ander probleem op. Pc-emulatoren (en virtualisatie-oplossingen) gebruiken het oorspronkelijke besturingssysteem dat je dan ook in je bezit moet hebben. Zonder geldige Windows-licentie mag je immer geen Windows draaien, ook niet virtueel of op een geëmuleerd systeem. Daarom is het open source Wine voor Linux ontwikkeld: Windows apps zonder Windows.

Het is soms handig dat je met emulatie een softwarematige Intel-pc met Windows en Windows-applicaties kunt gebruiken op een niet-Intel-platform, dat je oudere pc-besturingssystemen kunt draaien op een modern systeem of dat je onder het ene besturingssysteem apps kunt draaien gemaakt voor het andere besturingssysteem. Maar emulatie is vooral populair voor twee gebieden: met emulatie kun je oude verdwenen

computers doen herleven (zie les 3) of moderne computers en apps (waaronder smartphones en smartphone apps) gebruiken op een ander platform (zie les 4). Het eerste gebruiksgebied is leuk voor thuis, maar het tweede gebruiksgebied wordt ook in ontwikkelafdelingen bij grote organisaties gebruikt.

Ontwikkelaars van emulatieproducten steken vooral energie in het zo goed mogelijk vertalen van code voor de ene processor naar code voor de andere processor of van code voor het ene besturingssysteem naar code voor het andere besturingssysteem. Het gaat dus om middleware-software: software die zich tussen hardware en besturingssysteem of tussen besturingssysteem en applicatie bevindt.

Opdrachten en vragen les 2

1 Bezoek de website van Bochs http://bochs.sourceforge.net. Welke processor wordt er geëmuleerd met Bochs? Waar draait de emulator op en welke besturingssystemen kun je emuleren? Wordt aan dit project nog actief ontwikkeld? Kun je met Bochs Windows 8 draaien op een Mac?

2 Ga naar http://bellard.org/jslinux en verklaar wat je ziet en kunt.

3 Ga naar http://www.pcjs.org en verklaar wat je ziet en kunt.

4 In *Werkblad Wine* installeren we PlayOnLinux en een eenvoudige Windows-applicatie op Linux.

Les 3 Retro computing

Geschatte lesduur: 45 minuten

Emulatie is handig om oudere, niet meer te verkrijgen hardware of software opnieuw te creëren met moderne technologie. Je kunt oude applicaties en besturingssystemen gebruiken op hardware die niet meer bestaat.

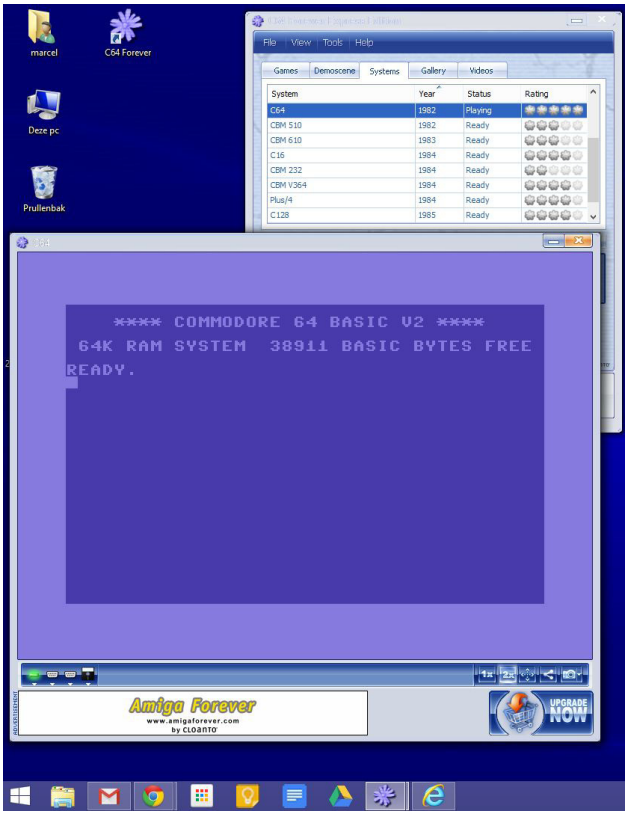
Op software gebaseerde emulators bestaan al heel lang. Bij emulatie wordt getracht om applicaties die gemaakt zijn voor de ene processor te laten draaien op een andere processor, door de oorspronkelijke processor te emuleren (na te bootsen). Behalve dat de processor wordt geëmuleerd, is het in sommige gevallen eveneens nodig om het andere besturingssysteem zelf te emuleren en zelfs grafische chipsets, specifieke randapparatuur en dergelijke. De emulatiesoftware draait dan als een normale applicatie bovenop een gangbare processor en modern besturingssysteem. Lang niet alle emulatiesoftware werkt feilloos of is stabiel.

Retro-computing

In de begintijd van wat we nu kennen als de pc en zelfs nog daarvoor, waren er al computers te koop. De start van het pc-tijdperk werd ingeluid met de Altair 8800, waarbij de ontwikkelaar voor het eerst de term 'personal computer' gebruikte. Bill Gates heeft in 1976 de Basic-programmeertaal voor de Altair 8800 ontwikkeld (zijn bedrijfje heette toen Micro Soft). Apple heeft in 1977 de eerste computers uitgebracht die voor de zakelijke en de thuismarkt bedoeld waren, waaronder de destijds erg populaire Apple II. Ook in 1977 heeft Commodore een thuiscomputer gemaakt, de Commodore PET (=Personal Electronic Transactor). Snel volgden andere thuiscomputers, met als bekende merken Tandy (de TRS 80), Atari (de Atari 400) en Synclair (de ZX Spectrum en de ZX80/81). Deze en diverse andere merken en modellen vormden de eerste pc's. De computers verschilden niet alleen drastisch van uiterlijk en uitbreidingsmogelijkheden, ze waren totaal niet compatibel wat betreft processor, besturingssysteem, drivers én applicaties. Er waren dan ook voor- en tegenstanders van elk

model computer. De computergebruikers van toen waren vooral aan het experimenteren en programmeren in allerlei (vaak Basic-achtige) programmeertalen en zelfs in machinecode. In het laatste geval codeerde je letterlijk de processor intern (door enen en nullen te schijven naar registers in die processor) en door direct enen en nullen naar poorten te sturen om een signaal aan en uit te zetten en zo bijvoorbeeld de videokaart of zelfs componenten op de interne printplaat aan te sturen. In 1981 komt IBM met de IBM pc en introduceert Compaq de eerste kloon-pc. Hiermee is een de facto standaard gezet, in eerste instantie opgepakt op de zakelijke markt. Het gebruik van thuiscomputers groeide nog steeds sterk mee, vooral de zeer populaire Commodore 64-modellen en Commodore Amiga-modellen, evenals in de in Engeland door Acorn voor het onderwijs geïntroduceerde BBC Micro.

Al deze thuiscomputers zijn verdwenen en vooral nog terug te vinden in computermuseums, hoewel er hobbyisten zijn die bijvoorbeeld nog een oude Commodore 64 starten en er zelfs uitbreidingen voor ontwikkelen. Met de snelle computers van vandaag de dag is het echter mogelijk de oude thuiscomputers te emuleren, en het besturingssystemen en de applicaties daarop te draaien, we noemen dit retro-computing. Aan deze emulaties heb je verder niets, behalve dan dat dit erg leuk en leerzaam is. Er zijn honderden emulators geschreven door enthousiaste programmeurs, groepjes programmeurs en hobbyisten, en er zijn zelfs bedrijven die emulators als commerciële software verkopen. We kunnen stellen dat nagenoeg elke populaire thuiscomputer van weleer te emuleren is op je moderne Windows of Linux pc. Alleen al voor de Commodore 64 zijn er een stuk of 25 emulators te vinden.



Afbeelding 3-1 Commodore 64 emulator op Windows

Bij emulator spreken we net als bij virtualisatie van een host en een guest. De host is de computer en het besturingssysteem waarop de emulator draait en de guest is de geëmuleerde computer met het bijbehorende besturingssysteem. Zo is er voor de guest Commodore 64 een emulator voor Windows, MAC OS X, voor de (gemodificeerde) Xbox als hosts en andere systemen. Met de komst van internet zijn er tevens diverse initiatieven om de emulator in de browser (bijvoorbeeld in Javascript) aan te bieden. De browser is dan feitelijk de host. De functionaliteit van deze browser-gebaseerde emulaties valt overigens vaak tegen.

Emuleren is complex

Emuleren van een computersysteem is echter complexe materie. Niet alleen de processor – die andere machinecode verwacht – moet geëmuleerd worden, ook de andere chips in de computer moeten geëmuleerd worden,

waaronder de videochip en de geluids-chip. Ook moet er een oplossing bedacht worden voor de fysieke randapparaten die niet meer bestaan: joysticks, cassetterecorders voor dataopslag en laden van programma's. Emulators zijn om deze redenen lang niet altijd perfect en niet alle applicaties functioneren naar behoren. Ook de snelheid is soms een probleem. De huidige systemen zijn veel sneller dan de computers van 30 jaar geleden die geëmuleerd worden. Zo is de pure processorsnelheid van de 6502-processor in de Commodore 64 slechts 0,5 MIPS (miljoen instructies per seconde) terwijl de Intel Core i7 meer dan 175.000 MIPS haalt. Dat is ongeveer 250.000 keer sneller! Toch wil dit niet zeggen dat het werken met de Commodore 64 in 1975 veel trager was dan het werken met de moderne Intel-pc van nu. Het besturingssysteem van de Commodore 64 met een applicatie is misschien wel net zo snel als het Windows 10 besturingssysteem met een soortgelijke applicatie. Processorrekentijd is slechts één variabele in het emulatieproces. De processortijd van de geëmuleerde computer moet qua timing exact geëmuleerd worden zodat de performance met die van toen overeenkomt.

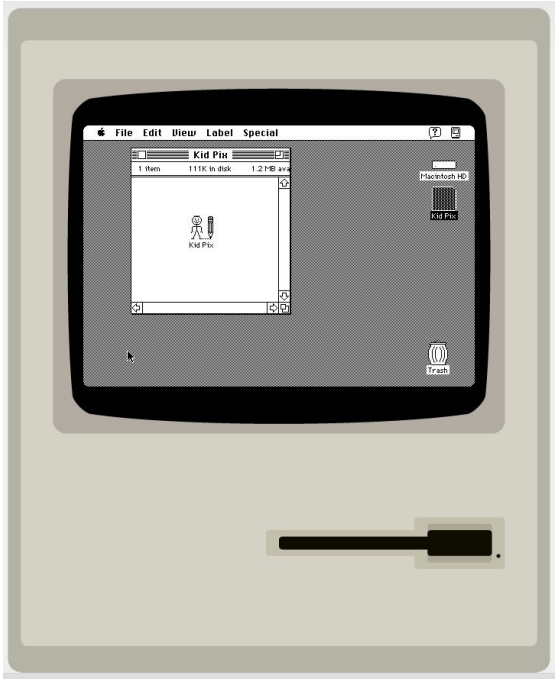
ROM's

Maar er is nog een vervelende uitdaging. Applicaties werden in ROM's geleverd, insteekmodules met een chip die de code voor de applicatie bevatte. Je moet niet alleen de ROM-lezer emuleren, je moet ook de ROM zelf kopiëren en aanbieden in de emulator. Veel ROM's zijn te kraken en kopiëren, maar dat is vaak niet legaal, ook niet als de betreffende ontwikkelaar al vele jaren niet meer bestaat. Er zijn ROM's met anti-kopieerbeveiliging of ROM's die gebruikmaken van bekende en onbekende bugs in de hardware. Desondanks zijn heel veel applicatie-ROM's op internet te vinden, illegaal maar zeker ook legaal.

Een tweede categorie ROM's wordt gevormd door het ingebedde besturingssysteem. De systemen hadden geen opslagmedia en haalden het besturingssysteem op vanuit een ROM. Sommige systemen hadden ook nog een derde ROM die je het beste kunt vergelijken met de BIOS van de pc. Ook deze ROM's moet je hebben en worden soms meegeleverd met de emulator. Bij de 'BIOS'-ROM, het besturingssysteem in ROM en de applicatie-ROM's of applicaties die zonder ROM zijn geleverd, heb je te maken met copyright.

Retro-gaming

Maar waarom zou je retro-computers willen emuleren, behalve het feit dat het leuk en leerzaam is en oude tijden herleven? Niet tekstverwerking of internetten vormt de drijfveer, maar games. Veel emulators worden gebruikt voor het spelen van de vele tienduizenden spellen die er voor de thuiscomputers gemaakt zijn. Retro-gaming is zelfs zo populair, dat de spellen van weleer opnieuw worden ontwikkeld voor moderne devices als smartphones en tablets. Ze worden zelfs niet omgevormd tot hd en hoge resolutie-graphics om de retro look-and-feel te behouden. Zoek maar eens in de appstores naar retro-games en laat je verrassen. Maar er gaat niks boven het echte werk: het echte spel uit 1982 draaien op de geëmuleerde bijbehorende thuiscomputer van 1982.



Afbeelding 3-2 Apple Mac-emulatie

Guests en hosts voor emulators

Er bestaan emulators (guests) voor onder meer de Acorn BBC, de Apple II, diverse Atari- en Commodore-modellen, MSX-systemen, de ZX Spectrum en meer. Een bijzonder emulatie-project is MAME, dat speelkastspellen

emuleert. Een speelkast is een apparaat met ingebouwde games waar je achter kunt gaan zitten of staan om het spel te spelen. Ze zijn niet alleen retro, ze bestaan ook vandaag de dag nog, bijvoorbeeld in speelhallen. Het zal je niet verbazen dat ook de game-consoles van de laatste jaren geëmuleerd kunnen worden: Sega-systemen, Playstation en Playstation 2, Nintendo's NES en dergelijke. Als onderliggend host-besturingssysteem kan bijvoorbeeld gekozen worden voor Windows, Linux, Android, Mac OS X, iOS, Windows Mobile en zelfs NetBSD. Er is zelfs een emulator die op enkele digitale camera's draait. De grootste keuze in emulators is er voor Windows, en Linux als host staat op de tweede plaats.

Zo is Basilisk II een open source Apple II-emulator en gebruik je de shareware CCS-emulator om een Commodore 64 te emuleren. Dolphin is een bekende emulator voor de GameCube/Wii, met PCSX2 emuleer je een Playstation 2, PPSSPP en ePSXe emuleren de Playstation 1 en DeSmuME de Nintendo DS-emulator (ondersteunt zelfs twee schermpjes). ScummVM draait spellen die gemaakt zijn voor de SCUMM scripting-taal. Mupen64plus emuleert de Nintendo 64. De lijst met emulators is eindeloos. Werkt een game niet in de ene emulator dan probeer je gewoon een andere. Sommige emulators zijn overgezet naar Javascript en draaien in een browser-venster.

Opdrachten en vragen les 3

1 Waarom vind je in de appstore van Apple zo weinig emulators? Is emulatie op de iPad niet mogelijk? Zoek eens in de Google Play store of je daar emulators kunt vinden die draaien op Android tablets.

2 Je bent de trotse eigenaar geweest van een Commodore Amiga 2000. Het systeem doet het allang niet meer, maar je hebt wel nog ROM's met spellen op zolder liggen. Je wilt deze spelen in een emulator. Wat moet je doen om dit mogelijk te maken?

3 Wat zijn volgens jou de nadelen van emulatie van deze oude computers?

4 In *Werkblad Retro* gaan we kijken hoe de Apple II, Windows 3.0, DOS 5.0 en de Commodore 64 eruitzagen en we gaan ze daadwerkelijk even gebruiken. We testen emulators die geïnstalleerd moeten worden en emulators in de cloud en je bent vrij om je eigen retro-game te spelen op je favoriete retro-computer.

Les 4 Emulatie van moderne systemen

Geschatte lesduur: 45 minuten

Als emulatie alleen belangrijk was voor retro-computing zou het de hobby-wereld niet ver ontstijgen. Emulatie heeft echter zijn bestaansrecht gevonden, hoewel in een beperktere markt dan de virtualisatie-oplossingen uit les 5 en onze boekenserie.

Oude applicaties draaien

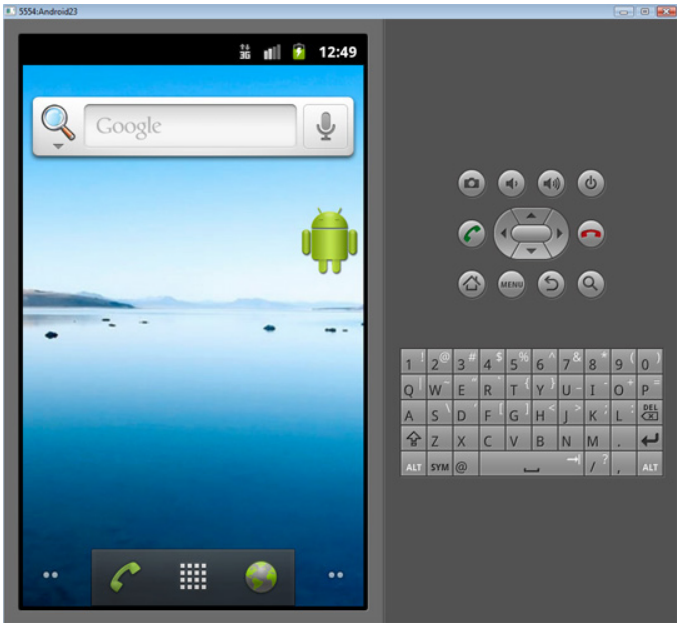
Er zijn zakelijke toepassingen geweest om op moderne systemen tijdelijk oudere applicaties te ondersteunen. Apple en Microsoft hebben een tijd lang een commerciële emulator gehad. Zo heeft Apple bij de Intel Mac's een tijd lang Rosetta meegeleverd. Dit is een softwarematige emulator voor de oorspronkelijke PowerPC-processor die Apple voorheen gebruikte, afkomstig van Transitive Corporation. PowerPC-code wordt transparant voor de eindgebruiker vertaald naar Intel-code. Je kon bij de eigenschappen van een toepassing aanvinken of deze binnen de Rosetta-emulator moest draaien. Rosetta werkt voor veel standaard PowerPC-toepassingen, maar niet voor alle toepassingen. Microsoft heeft een tijd lang Virtual PC geleverd voor de Mac. Hiermee konden Mac-gebruikers Windows-applicaties (inclusief Windows met een Windows-licentie) draaien op hun Mac met een Power PC-processor. Dit type gebruik van emulatieproducten wordt zakelijk eigenlijk niet meer toegepast en is ingehaald door de virtualisatie-oplossingen van les 5. Oudere applicaties bedienen op moderne systemen functioneert veel beter en sneller met virtualisatie.

Software-ontwikkeling

Een relevante doelgroep voor emulatie vormen de ontwikkelaars van mobiele apps die hiermee hun apps gedurende de ontwikkelingsfase kunnen testen. Ontwikkelaars emuleren een Android-device op een desktop of laptop (hun ontwikkelstation). Het is daarom niet vreemd dat Google en

Microsoft emulators hebben voor hun mobiele devices. Deze emulators zijn vaak minder eenvoudig om te configureren, omdat ze onderdeel vormen van de Software Development Kit (SDK) van de fabrikant, maar de mogelijkheden zijn veel uitgebreider dan van 'losstaande' emulators.

De Android SDK met emulator is te downloaden bij Google en is te installeren op Linux, Mac OS X en op Windows. Na installatie heb je een IDE, een Integrated Development Environment, met een geavanceerde code-editor en de mogelijkheid op elke Android-versie te testen met een emulator. De emulator bootst de diverse devices na op een heel scala van Android-versies. Microsoft heeft ook een Windows Phone emulator. We zagen in les 2 al dat Apple ervoor gekozen heeft geen emulator maar een simulator te gebruiken. Deze is alleen beschikbaar voor de Mac.

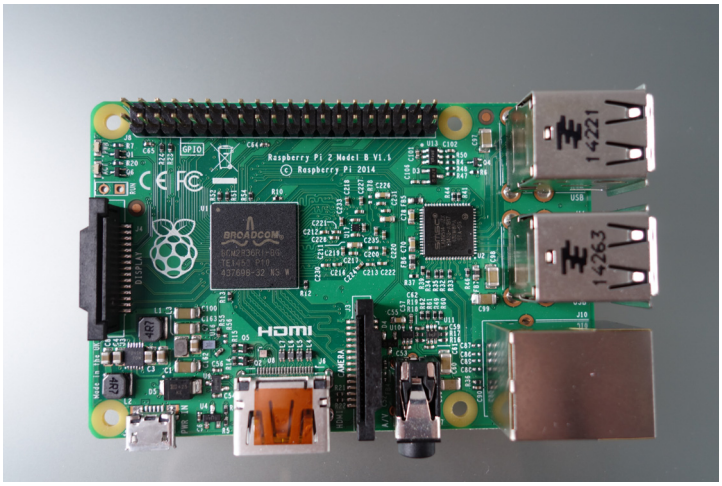


Afbeelding 4-1 Android emulator

Mobiele apps draaien

We leven in een wereld waar we werken op elke plek, wanneer het ons uitkomt en op het best passende device (zie Deel 4). Helaas zijn er diverse populaire devices die niet compatibel zijn en vooral waar niet alle apps voor elk device beschikbaar zijn. Met emulatie ben je in staat apps van al die devices op alle andere devices te bedienen, ongeacht de processor

in die devices en het gebruikte besturingssysteem. Er zijn steeds meer ontwikkelingen die leiden tot producten om bijvoorbeeld Android apps of iOS apps te emuleren op Windows, Linux of Mac OS X. Het zou toch heel mooi zijn als je elke app uit elke appstore zonder na te denken kunt starten en draaien op elk device en elk computersysteem? Je hebt natuurlijk altijd wel last van specifieke verschillen tussen die devices, zoals het formaat van het scherm. Een applicatie die ontwikkeld is voor een Windows-bureaublad is immers lastig te bedienen op een smartphone. Een app die ontwikkeld is voor Android is lastig te bedienen op een Windows pc met een groot niet-aanraakscherm. Emulatie van mobiele devices om mobiele apps te draaien is net zo goed mogelijk als andere emulatie- en virtualisatie-oplossingen. Omdat het idee dankbaar gebruikmaakt van de onderliggende tools en technologie (emulatie/virtualisatie) werkt het prima. Het grote voordeel voor de makers van deze producten is dat het emulaties zijn van actuele hardware en actuele besturingssystemen. Je hoeft dus geen moeite te doen slecht gedocumenteerde en niet meer verkrijgbare computersystemen en besturingssystemen opnieuw te creëren.



Afbeelding 4-2 Raspbery Pi 2 model B (2015)

Raspberry Pi

Een actueel systeem dat op grote schaal gekocht wordt, in het bijzonder in het onderwijs en de 'makers'-wereld, is de Raspberry Pi. Dit is een SBC (een single-board computer) die Linux draait, speciaal gecompileerd voor de ARM-processor van het systeempje. Het zal je niet verbazen dat de Raspberry Pi te emuleren is op Linux en Windows. Zo draai je probleemloos

het door de Raspberry Foundation aanbevolen Rasbian Linux voor de ARM-processor, geëmuleerd op je Linux- of Windows-systeem met een Intel-processor.

Opdrachten en vragen les 4

1 Kun je de laatste Sony Playstation of Microsoft Xbox emuleren?

2 Stel dat de ultieme emulatie-oplossing om Android apps te bedienen op Windows beschikbaar is. Welke eisen stel je aan deze emulatie als je die app op je Windows-desktop en Windows-laptop wilt gebruiken?

3 In *Werkblad RPi* emuleren we het favoriete Linux-besturingssysteem voor de ARM-processor van de Raspberery Pi op een Windows-systeem. We maken gebruik van QEMU.

Les 5 Virtualisatie gedefinieerd

Geschatte lesduur: 45 minuten

In les 1 lazen we dat de term virtueel veel gebruikt wordt buiten de IT in de echte wereld. Eigenlijk was er geen sprake van virtualisatie maar van simulatie. In deze les definiëren we virtualisatie als term in de ICT en bekijken we welke varianten er in de praktijk gebruikt worden.

Virtualisatie van IT

Als je websites bezoekt die zich met computers, hardware en software bezighouden, dan zal je opvallen dat de term virtualisatie zeer vaak wordt gebruikt. Virtualisatie – het virtueel maken – is al jaren erg populair voor allerlei hardwarecomponenten en zelfs applicaties, desktops en servers.

Dit virtueel maken in de ICT kun je nog steeds als 'nagebootst' of 'schijnbaar bestaand' aanduiden. Een voorbeeld: er bestaan virtuele dvd-stations en virtuele dvd's die in staat zijn je computer te doen geloven dat er een echte dvd-lezer beschikbaar is met daarin een echte dvd-schijf. Een virtuele dvd wordt gemaakt door er een image-bestand van te maken dat je op de harde schijf kunt plaatsen. Een virtuele dvd-speler wordt gemaakt door een softwareapplicatie op je pc te installeren. Je verbindt vervolgens de virtuele dvd met een dergelijke virtuele dvd-speler, waarna het onder het besturingssysteem lijkt alsof je een dvd-speler in je systeem hebt zitten.

Ontkoppelen

Als we virtualisatie iets nauwkeuriger en wat abstracter willen definiëren, dan is virtualisatie in de ICT 'het ontkoppelen en verbergen van fysieke objecten en deze als logisch object aan de gebruiker of beheerder presenteren'. In het voorbeeld van de virtuele dvd-speler vormen de dvd's en de dvd-speler de ICT-objecten. De fysieke dvd-speler en fysieke dvd's bestaan niet meer en zijn vervangen door logische varianten daarvan

waar je mee werkt. Virtualisatie heeft altijd voordelen. Je wordt minder afhankelijk van één component, in dit geval een dvd-speler, en je kunt zelfs dvd's gebruiken zonder dat je de beschikking hebt over een fysieke dvd-speler. Ook word je veel flexibeler, je kunt gemakkelijk virtuele archieven van dvd's aanleggen en deze heel snel beschikbaar stellen.

Je omgeving wordt ook schaalbaar: het is geen probleem om bijvoorbeeld tien dvd's gelijktijdig te verbinden met tien virtuele dvd-spelers op één computer. Schaalbaar zijn, schaalbaarheid en opschalen zijn termen die we in de IT en in de boekenserie regelmatig tegenkomen. Hiermee wordt bedoeld dat de bestaande IT-oplossing zeer eenvoudig, zonder complexe beheerhandelingen kan worden uitgebreid met meer hard- of softwarecomponenten om dezelfde functionaliteit te bieden met betere prestaties of voor grotere aantallen eindgebruikers. Maar schaalbaarheid is ook de andere kant op mogelijk: gemakkelijk je IT-oplossing kunnen verkleinen, opsplitsen of verplaatsen.

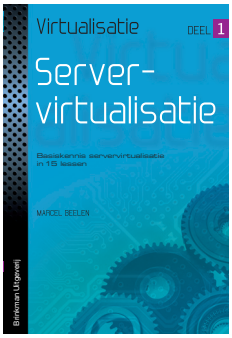
Beheergemak, flexibiliteit, schaalbaarheid, onafhankelijkheid en verbeterde security zijn voordelen die je bij elke vorm van virtuele ICT in de een of andere vorm tegenkomt. Het is daarom niet vreemd dat virtualisatie een grote vlucht heeft genomen bij bijna alle organisaties, van klein tot zeer groot. We onderscheiden verschillende vormen van virtualisatie waar je zeker mee te maken krijgt en die op grote schaal worden gebruikt: servervirtualisatie, gehoste applicaties en workspace en desktopvirtualisatie. Applicatievirtualisatie is geen losstaand concept, maar wordt vooral gebruikt in combinatie met gehoste oplossingen en desktopvirtualisatie.

Servervirtualisatie

Servervirtualisatie voor het Windows/Intel-platform bestaat sinds 2001. Bij servervirtualisatie wordt de hardware voorzien van speciale software die de hypervisor wordt genoemd. Deze creëert een virtuele hardwareomgeving met virtueel geheugen, een virtuele processor, virtuele harde schijven en meer. Op deze virtuele omgeving kun je een besturingssysteem installeren, zonder dat dit merkt dat het niet op echte hardware draait. De componenten zijn slechts schijnbaar bestaand: het zijn softwarematige presentaties van deze componenten aan het besturingssysteem. Op deze wijze kun je op één fysieke server meerdere besturingssystemen tegelijkertijd, parallel en volledig gescheiden van elkaar draaien.

Als je ooit met VirtualBox of VMware Workstation hebt gewerkt, herken je het principe. Het verschil tussen deze producten en de servervarianten,

is dat deze laatste draaien op zware serverhardware die ergens centraal staat opgesteld, met allerlei extra geavanceerde beheertools om een hoge beschikbaarheid te garanderen (wat bij centrale computers een vereiste is). Servervirtualisatie is door veel organisaties omarmd als de oplossing om serverbeheer te vereenvoudigen. Marktleider en eerste grote leverancier voor servervirtualisatie op het Intel-platform is VMware met vSphere. Andere grote spelers zijn Microsoft met Hyper-V en Citrix met XenServer. Deel 1 gaat over servervirtualisatie en (beknopt) over datacenters.

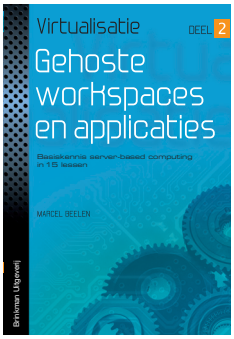


Afbeelding 5-1 Servervirtualisatie

Presentatievirtualisatie van applicaties en workspaces

Applicaties kunnen tamelijk eenvoudig worden gevirtualiseerd. De oudste manier is om applicaties niet op de client-computer te installeren maar deze er alleen maar op te bedienen via het netwerk. De applicaties draaien dan elders op het netwerk in het datacenter. Het concept werd server-based computing genoemd, maar tegenwoordig veelal aangeduid als presentatievirtualisatie. De bedenker van dit concept is Citrix, die al eind jaren tachtig met het eerste product op de markt kwam. Citrix heeft in 1998 de technologie in licentie gegeven aan Microsoft. Microsoft heeft het vervolgens opgenomen in alle Windows-versies voor zowel servers als clients onder de noemer Remote Desktop Services. Een gebruiker ziet nauwelijks of geen verschil tussen lokaal op de client geïnstalleerde applicaties of gecentraliseerde applicaties. In cloud-termen noemen we deze applicaties gehoste applicaties – of als je een compleet Windows-bureaublad op deze wijze op afstand bedient: gehoste workspaces. Marktleiders zijn Citrix met XenApp en Microsoft met Remote Desktop Services. Hoewel zeer veel gebruikt, is dit concept geen virtualisatie in de ware zin van het woord. Het is een methode om applicaties en workspaces over een netwerk op afstand te bedienen en voldoet wel aan onze eerder vastgestelde definitie

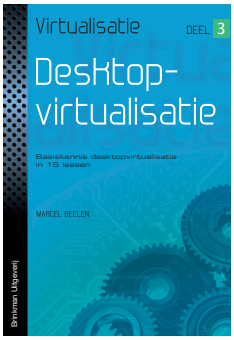
van virtualisatie. Je bedient een Windows-applicatie op een ander Windows-systeem, op een Linux-systeem, op een tablet of smartphone, op het netwerk of onderweg via een mobiele verbinding onafhankelijk van het device-besturingssysteem. Deel 2 gaat over deze technologie.



Afbeelding 5-2 Gehoste workspaces en applicaties

Desktopvirtualisatie

Relatief nieuw in virtualisatieland is desktopvirtualisatie dat sinds 2006 bestaat. Hierbij worden complete desktops verplaatst naar centrale computers en op afstand bediend. Concreet installeer je bijvoorbeeld grote aantallen Windows 7 als virtuele machines op een centrale locatie (op een hypervisor, dat kan dezelfde zijn als die je voor servervirtualisatie gebruikt) en bedien je deze virtuele workspace op afstand: vanaf het bedrijfsnetwerk, onderweg of vanaf thuis. Desktopvirtualisatie is complex en brengt de concepten van servervirtualisatie en gehoste workspaces samen in één platform. Met deze technologie verschuiven gebruikersapplicaties inclusief volledige workspace van de werkplek naar een centrale locatie binnen het bedrijf. In Deel 3 wordt desktopvirtualisatie conceptueel uitgelegd.



Afbeelding 5-3 Desktopvirtualisatie

Desktopvirtualisatie en gehoste workspaces grijpen in op de clients die gebruikt worden, daarover gaat Deel 4.



Afbeelding 5-4 Desktopvirtualisatie

Applicatievirtualisatie

Een andere manier om applicaties te virtualiseren bestaat al sinds 1999. Hierbij worden applicaties niet in het datacenter gedraaid op servers en via het netwerk gepresenteerd, zoals bij de gehoste applicaties het geval is. Applicaties worden niet geïnstalleerd maar ontkoppeld van het Windows-besturingssysteem aangeboden. Windows denkt dat de applicatie geïnstalleerd is, maar dat is niet het geval. De applicatie denkt dat deze onder Windows geïnstalleerd is, maar dat is eveneens niet het geval. De applicatie draait in een soort van 'bubbel' op de client. Een dergelijke gevirtualiseerde applicatie kan worden opgepakt, verplaatst, simpel worden vervangen door een nieuwe versie of worden verwijderd door een bestand te verwijderen. Applicaties die lokaal worden aangeboden in een meegeleverde gevirtualiseerde omgeving vervuilen Windows niet.

Fabrikanten van applicatievirtualisatieproducten van het eerste uur waren Thinstall (overgenomen door VMware) en Softricity (overgenomen door Microsoft). Tegenwoordig heten de producten ThinApp respectievelijk App-V en zijn er diverse concurrenten. Applicatievirtualisatie is een aanvullende technologie, die gebruikt wordt samen met de genoemde gehoste omgeving en samen met desktopvirtualisatie.

Operating system virtualisatie en containervirtualisatie

In Deel 1 maken we een kort uitstapje naar operating system-virtualisatie. Hierbij wordt één draaiend besturingssysteem (in dit geval Linux) geschikt gemaakt voor meerdere virtualisatie-environments (VE's) ofwel virtuele instances (VI's). Elke VE of VI draait in een geïsoleerde container, vandaar dat het concept ook wel containervirtualisatie of containerization wordt genoemd. Elke container deelt libraries, drivers en allerlei bestanden met het besturingssysteem. Containervirtualisatie werd al gebruikt in de tijd van de mainframes en is tegenwoordig als operating system-virtualisatie (met Parallels Virtuozzo Containers, nu onder de naam Odin Virtuozzo) erg populair bij hosting providers in de cloud.

Toekomst

Virtualisatieproducten zijn erg volwassen en worden veel gebruikt. Ze maken al vele jaren deel uit van de infrastructuur bij de meeste organisaties en dat zal voorlopig niet veranderen. Er zijn echter ontwikkelingen die virtualisatie een andere draai gaan geven. Besturingssysteemvirtualisatie, beter bekend als containervirtualisatie, heeft sinds 2015 een enorme boost gekregen dankzij Docker, waar in 2013 de eerste versie van is verschenen. Docker wordt op Linux gebruikt als applicatievirtualisatie, waarbij een applicatie ook een heel besturingssysteem kan zijn. Docker-applicaties zijn snel, gemakkelijk te onderhouden, ook in de cloud. Docker-applicaties gaan verder dan Windows-applicatievirtualisatie omdat in Docker complete serverapplicaties draaien inclusief bijvoorbeeld interactieve shells en processen. Microsoft heeft aangekondigd in Windows Server 2016 ook met een Docker-achtige omgeving te komen (Windows Server 2016 nano).
Als server-applicaties en complexe client-applicaties als container worden verpakt, wordt de infrastructuur nog flexibeler en naar een zo hoog modulair niveau getild dat het besturingssysteem nauwelijks nog een rol speelt.

Opdrachten en vragen les 5

1 Wat is het grote verschil tussen presentatievirtualisatie en de andere virtualisatie-oplossingen? Wat hebben al de andere virtualisatietechnieken gemeen?

2 Waarom is Java ook een virtualisatieplatform?

3 Waarom kun je het Apple II besturingssysteem niet installeren in bijvoorbeeld VirtualBox en als virtual machine draaien?

4 Zou je de laatste versie van Mac OS X kunnen draaien als virtual machine met VirtualBox of emuleren met een emulator?

5 In *Werkblad Docker* bezoeken we een online omgeving waar we (kort) Docker in de praktijk kunnen ervaren.

Eindopdrachten en eindtoets emulatie versus virtualisatie

Geschatte duur eindopdracht: 30 minuten
Geschatte duur toets: 15 minuten

We eindigen dit gratis boekje Deel 0 met een korte eindopdracht en een meerkeuzetoets van 10 vragen. De vier lesboeken Deel 1 t/m Deel 4 hebben daarentegen twee eindopdrachten en een meerkeuzetoets van ongeveer 40 vragen.

1 Andy

Andy (http://www.andyroid.net) is een indrukwekkend gratis emulatieproject. Download en installeer het open source programma Andy op je Windows-pc. Start het programma HandyAndy en daarna Andy. Maak voor het configureren van Andy gebruik van je eigen Google-account. Heb je nog geen Google-account, maak dan een nieuw account aan. Download en installeer een app uit de store, bijvoorbeeld Candy Crush. Wat is Andy voor een applicatie? Heeft dit te maken met virtualisatie, emulatie of simulatie? Open met de HandyAndy-knop op de taalbalk een Term Shell. Wat is dit? Probeer te achterhalen of dit Linux, BSD of een ander besturingssysteem is. Welke processor kun je ontdekken en welke kernel? Kun je ontdekken waar de opdrachten die je kunt geven op de opdrachtregel van de shell zich bevinden? Welke open source tools worden er gebruikt? Kun je met Google iets vinden over de werking of de architectuur van dit product? Waar is de source code van dit project? Wat vind je van dit gratis product in het algemeen?

2 Eindtoets

Als laatste onderdeel van dit boek maak je de eindtoets bestaande uit ongeveer 10 meerkeuzevragen. Je kunt deze als pdf-bestand downloaden, printen en op papier maken.

Downloads

De downloads bij dit boek zijn te vinden op de website van de uitgever.

Algemene downloads

- Docentenhandleiding met uitgewerkte opdrachten en links naar emulatieproducten
- Docentensheets als begeleiding bij de lessen uit dit boek
- Eindtoets bij dit boek

Downloads bij les 1

- W*erkblad Vids*
- *Werkblad Chrome*

Download bij les 2

- W*erkblad Wine*

Download bij les 3

- *Werkblad Retro*

Download bij les 4

- *Werkblad RPi*

Download bij les 5

- *Werkblad Docker*

Emulatie versus virtualisatie



Over het boek

Virtualisatie is een belangrijk thema bij alle kleine en grote organisaties. Ongeacht de functie die je in de ICT vervult of gaat vervullen, je krijgt zonder enige twijfel te maken met één of meer toepassingen van virtualisatietechnologie. Virtualisatie heeft veel verschijningsvormen en het is ingewikkeld alle concepten te doorgronden. In elk boekdeel uit deze serie leggen we de focus op één technologie van de boeiende virtuele wereld. Dit maakt het mogelijk de informatie gefaseerd te doceren en bestuderen waardoor de concepten van de technologie toegankelijk worden.
Lesboek deel 0 is een gratis boekje, waarbij we kijken naar emulatie als tegenpool van virtualisatie. We bekijken de verschillen tussen beide concepten en zien waarvoor emulatie wordt gebruikt en waarvoor virtualisatie wordt gebruikt. Emulatie is enerzijds erg retro maar anders onmisbaar in deze tijd van smartphones. Dit boekje is een inleidend deel voor de serie van vijf lesboeken over virtualisatie, wat compacter maar in dezelfde stijl als de overige vier boekdelen.

Dit zijn de delen uit deze serie:

- Emulatie versus virtualisatie (deel 0 - dit boek)
- Servervirtualisatie (deel 1)
- Gehoste workspaces en applicaties (deel 2)
- Desktopvirtualisatie (deel 3)
- Access devices en thin clients (deel 4)

Over de auteur

Marcel Beelen studeerde technische informatica aan de HTS te Eindhoven en is sinds 1987 werkzaam in de ICT. Hij heeft onder meer functies vervuld als UNIX-systeembeheerder, werkplekcoördinator, IT-architect en IT-projectleider. In zijn vrije tijd ontwikkelde hij diverse IT-opleidingen en in 1998 publiceerde hij zijn eerste studieboek voor de zakelijke markt. Sinds 2001 werkt Marcel als zelfstandig en onafhankelijk technisch IT-schrijver en heeft sindsdien vele honderden artikelen, nieuwsbrieven, klantverhalen, handleidingen en diverse boeken geschreven.

Brinkman Uitgeverij Specialist in educatieve uitgaven

Brinkman Uitgeverij
Postbus 59686
1040 LD Amsterdam
tel: 020-4120970
fax: 020-4120972
info@brinkman-uitgeverij.nl

ISBN 978 90 5752 307 6