

---

# DATA OPSLAG EN TRANSPORT

Klaas Beute

Rudy Jonker

Bart Kappé

Aernout van Rossum

Jan Jaap Wietsma

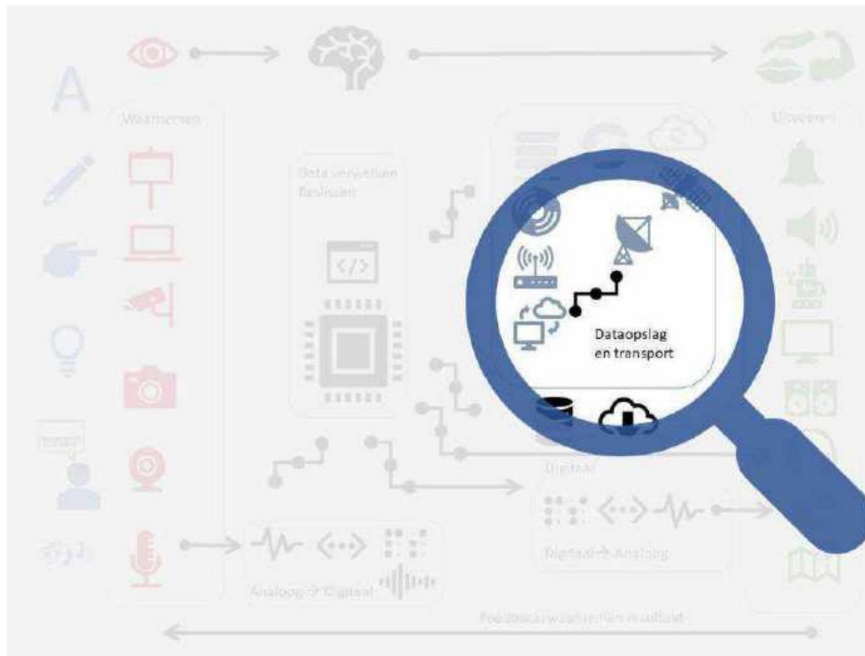
21<sup>st</sup> Dec, 2024

created in  Curvenote

---

**Keywords** NLT, schakelmodule, digitale technologie

## 1 Data opslag en transport



## 2 Leerdoelen

Kennis 5.1 Je kunt uitleggen dat er vuistregels zijn voor het ordenen van gegevens binnen bestanden, het ordenen van bestanden en dat het gebruiken van die vuistregels je tijd bespaart en de kans op fouten vermindert. 5.2 Je kunt uitleggen dat metadata de informatie bevat over wat er in bestanden te vinden is en hoe deze geordend zijn. 5.3 Je kunt uitleggen dat gegevens fysiek opgeslagen worden op harde schijven (in het klein) of in datacenters (in

het groot) en hoe deze opslag functioneert 5.4 Je kunt uitleggen dat gegevens op verschillende manieren beveiligd kunnen worden door wachtwoorden en encryptie en dat de wiskunde hier een grote rol in speelt. 5.5 Je kunt uitleggen dat het internet een combinatie is van ip-adressen en TCP/IP protocollen en hoe dit werkt

### 3 Vaardigheden

5.6 Je hebt gewerkt met een apparaat dat informatie naar een website kan sturen zodat je op afstand mee kunt kijken met de sensoren die jouw digitale systeem bevat.

#### 3.1 5.1 De 'cloud'

Met alleen maar een mobiele telefoon heb je eindeloos veel informatie beschikbaar. Het versturen en ophalen van data gaat snel, draadloos en onzichtbaar via de 'cloud'. Je deelt bestanden zonder dat je er iets extra's voor hoeft te doen. De naam 'cloud' suggereert dat het ergens in de lucht gebeurt, maar niets is minder waar. Overal in de wereld staan grote en kleine gebouwen zonder ramen, vol met computers en harde schijven: datacenters. Digitale data is heel geschikt om snel en zonder verlies te transporteren. Dat gebeurt met draadloze wifi en 4G/5G signalen en kabels van je mobiel naar datacenters en weer terug. Goede beveiliging is ook vereist. Achter dataopslag en datatransport zit een heleboel techniek die we in dit hoofdstuk beter gaan bekijken.

### 4 Digitale signalen

Digitale technologie gebruikt de binaire code die twee (= bi) waarden kan aannemen: 0 of 1. Dat is in een elektrische schakeling hoge ( 5 V ) of lage ( 0 V ) spanning, met licht door helder of zwak of zwarte en witte lijnen of vlakjes. Informatie wordt gecodeerd in reeksen nullen en enen.

#### 4.1 5.1 Vraag "{exercise}"

Met een rijtje van 2 binaire waarden kun je 4 combinaties maken: 00, 01, 10 en 11. Dat is  $2^2$ . Een byte is een rijtje van 8 bits. Met een byte kun je 256 combinaties maken:  $2^8$ . Een woord is een rijtje van 16 bits. Met een woord kun je 65536 combinaties maken:  $2^{16}$ . Een afbeelding is een rijtje van 24 bits. Met een afbeelding kun je 16.777.216 combinaties maken:  $2^{24}$ . Een video is een rijtje van 24 bits per seconde. Met een video kun je 16.777.216 combinaties maken:  $2^{24}$ .

Figuur 5.2 Een byte is uit een rijtje van 8 bits. Deze 24 bits zijn in 3 byte verdeeld. 8 bits geeft 256 combinaties. 24 bits geeft 16.777.216 combinaties. 8 bits geeft 256 combinaties. 24 bits geeft 16.777.216 combinaties. (Ga eens na hoeveel bits er voor elke waarde wordt in discrete (stapgewijze) decimale waarden 0 tot 1024. (Ga eens na hoeveel bits er voor elke waarde wordt in discrete (stapgewijze) decimale waarden 0 tot 1024. (Ga eens na hoeveel bits er voor elke waarde wordt in discrete (stapgewijze) decimale waarden 0 tot 1024.

Omzetting van analoog naar digitaal geeft wel wat verlies (immers: bij een reeks verschillende temperaturen).

#### ## Nauwkeurigheid

Precies meten van de temperatuur, bijvoorbeeld met twee cijfers achter de komma, betekent dat je digitaal digitaliseren is. Maar ook: hoe meer rekenkracht de processor moeten hebben om een signaal te verwerken.

#### 5.2 Vraag "{exercise}"

Hoeveel data produceert een 16-bit sensor in één dag? Geef je antwoord in Mb.

#### ## Data bewerken, opslaan en transporteren

Figuur 5.3 Opslag en uitvoer van digitaal signaal

Figuur 5.4 Verwerking van digitale gegevens in de processor

Het elke seconde uitlezen van de 8-bit sensor levert 1 byte data per seconde, 300 byte in 5 minuten en

## ## Geheugen

Digitale systemen gebruiken geheugenchips en opslagmedia (harddisk, optische schijven, solid state disk)

### ### 5.3 Opdracht

- Test eens uit wat de bandbreedte (bandwidth) is van de internetverbinding van een mobiel en een laptop.
- Vergelijk de bandbreedtes met elkaar. Verklaar het (eventuele) verschil dat je ziet.

In de computerwereld draait alles om data, datatransport en dataopslag. Aan alleen maar een reeks enen en nullen ('ja'). Daar heb je weinig aan als je de Vraag ``{exercise}

`` en de context niet kent. Het antwoord wordt anders als je de Vraag ``{exercise}

`` weet: wil je suiker in je thee? Een database bevat tabellen met data én metadata. Daar kun je in zoeken.

Een bestand (file) heeft allerlei informatie dat vertelt waar het bestand over gaat en hoe het in elkaar zit.

De computer schrijft en leest de hele tijd van werkgeheugen naar massageheugen (harde schijf of ssd) of andersom.

Voor het heen -en -weer sturen van datapakketjes moeten computers verbinding met elkaar hebben, met koptekabels.

### 5.4 Vraag ``{exercise}

Hoeveel opslag heeft jouw mobiel? Maak onderscheid tussen werkgeheugen (RAM) en het opslag (ssd) geheugen. Hoe zit dat met je computer?

## 4.2 5.2 Verbindingen

## 5 Metaal draad

Elektriciteit loopt via metaal en dat is dus ook de manier om elektrische digitale signalen te vervoeren. De snelheid waarmee dat gebeurt is pakweg 0,1x de lichtsnelheid. Een elektrisch signaal verzwakt over grotere afstanden, waardoor er versterkers nodig zijn. De standaard voor digitale elektrische signalen is de UTP-kabel, die bijvoorbeeld ook gebruikt wordt om in huis router en computer te koppelen.

### 5.5 Vraag ``{exercise}

Hoe werkt die UTP kabel? Waarom heeft die meerdere draden?

## ## Sneller: glasvezel

Het sneller en over langere afstanden transporteren van digitale informatie gaat tegenwoordig via glasvezel.

[^0]Voor de glasvezel worden lasers gebruikt (die een digitaal signaal omzetten in lichtpulsen) en foto-receptoren.   
 

Figuur 5.5 Kwaliteit van datatransport met licht in glasvezels

Meer bronnen over glasvezel:

<https://www.deingenieur.nl/artikel/nederlandse-bedrijven-pionieren-met-chips-op-licht> <https://www.deingenieur.nl/artikel/doorbraak-silicium-zendt-licht-uit>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Glasvezel>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Laser diode](https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_diode)

## Nog sneller? Draadloos.

Wifi, bluetooth, mobiele data (3, 4 en 5 G\$ ) of satellietcommunicatie werken met radiogolven die zich

### ### 5.7 Opdracht

Er is veel te vinden over draadloze communicatie. Als je in een groepje werkt: kies per groepslid één v

### ### 5.3 Adresseren

Elke computer in een netwerk heeft een eigen adres: een toegewezen IP ( \$v 4\$ of v6) en een MAC (uniek a over het netwerk vervoerd moeten worden. Andere protocollen (als http://) sturen de datapakketjes in de

Het eerste knooppunt leest het IP adres en bepaalt naar welk volgend punt het verstuurd wordt. Het eers

### ## Internet knooppunten

Het Internet Knooppunt Amsterdam, op de campus van de Universiteit van Amsterdam, was in de beginjaren v De basis van het vrij toegankelijke internet is het nauwkeurig zonder selectie doorgeven van de datapakl

### ### 5.8 Opdracht <br> Vraag ``{exercise}

`` aan je docent, TOA of ICT -beheerder of je op school kunt kijken waar de netwerkrousters en servers s

### ### 5.4 Datacenters

Voor alles wat je online met je mobiel doet zijn andere computers nodig. Ze worden 'servers' genoemd, on

### ### 5.9 Opdracht <br> Voor welke apps moet je online zijn? Welke data stuur je dan van je mobiel naar e

### ## Rondkijken in een datacenter

Direct naast het rekencentrum van de Universiteit van Amsterdam staat een groot datacenter van Equinix,   
cdn.s3.amazonaws.com/virtual -   
tours/Amsterdam AM4/index.htm.

Snelheid is alles in deze digitale wereld. Voor een webwinkel is het belangrijk dat bestellen en betalen

### ## Digitale haven

Nederland is wereldwijd een belangrijke plek voor de digitale wereld. Een centrale verbinding in het In

Groningen.

### ### 5.10 Vraag ``{exercise}

Noem een paar voorbeelden van webwinkels. Denk even terug aan je laatste online bestelling. Welke stappen (denk je) dat er zitten tussen de bestelknop en jouw digitale betaling zit (het moment dat het geld van je rekening af is)?

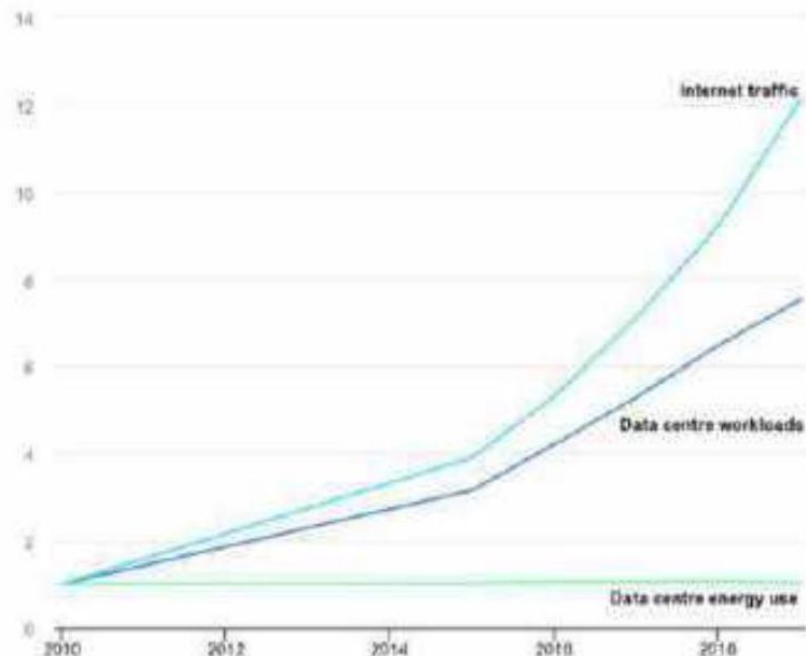
Veiligheid is ook alles in de digitale wereld. In een datacenter zijn de volgende zaken goed geregeld: constante voeding (stroom voor de servers en schijven, noodstroom als de netstroom uitvalt), koeling (een constante temperatuur rond de 20 graden), snelle verbindingen (glasvezels en korte afstanden tot andere servers) en een streng beveiligd gebouw (mensen kunnen er niet zomaar bij). Een datacenter biedt deze veilige voorziening en bedrijven kunnen daar hun computers neerzetten, door ruimte in het datacenter te huren. Datacenters die ruimte

verhuren aan klanten voor het plaatsen van servers, worden ook wel colocatie datacenters genoemd. Weten hoe een datacenter werkt? Zie <https://www.dutchdatacenters.nl/datacenters/hoe-werkt-een-datacenter/>

Sommige techbedrijven hebben zoveel servers dat ze eigen datacenters bouwen, denk aan Google en Microsoft. Dit soort datacenters worden hyperscale datacenters genoemd. Wanneer een programma op een computer in een datacenter draait en de data daar ook staan, dan hoeft je op je eigen computer alleen maar wat instructies naar de computer van het datacenter te sturen. Je eigen computer hoeft dan niets op te slaan of te bewerken. Je kunt op die manier je telefoon gebruiken om allerlei plaatjes te bewerken, omdat het echte rekenwerk in het datacenter gebeurt. Dit werken in de 'cloud' gebeurt niet in de wolken, maar gewoon in een gebouw zonder ramen, ergens op een industrieterrein, een datacenter dus.

## 6 Elektriciteit

Datacenters gebruiken veel stroom. Zoveel zelfs dat ze windmolenparken in de buurt hebben om groene stroom te leveren. Tegelijkertijd zien we dat het energieverbruik van datacenters al tien jaar stabiel is, terwijl het internetverkeer en de werkbelasting voor de datacenters enorm gestegen zijn. Dit is voor een belangrijk deel te danken aan het samenvoegen van kleine inefficiënte serverruimtes die bedrijven zelf ingericht hadden, tot professionele, grote en efficiëntere datacenters die we nu kennen. Ook het gebruik van meer Cloud-applicaties heeft bijgedragen aan het gelijk blijven van het stroomverbruik. Het restproduct van stroomverbruik in een datacenter is



restwarmte. Naast besparing op

Figuur 5.6 Energieverbruik van datacenters, in vergelijking met dataverwerking en internetverkeer. stroomverbruik (bijvoorbeeld door harde schijven te vervangen door solid state drives) wordt ook gekeken of de restwarmte nuttig gebruikt kan worden.

### 6.1 5.11 Opdracht

Duurzaam maken van digitale technologie heeft veel te maken met het verbruik (en de gebruikte bronnen) van energie en grondstoffen en kringlopen. a. Welke manieren kun jij bedenken om digitale technologie zelf duurzamer te maken? Je kunt kijken naar het verminderen van negatieve effecten, zoals hoog stroomverbruik, digitaal afval en opraken van grondstoffen. Hierbij kun je uitgaan van een voorbeeld, zoals een datacenter, je (school)computer, telefoon, minicomputers als Arduino en allerlei printers of digitaal gereedschap. Ook kun je je richten op de samenhang in het hele systeem. b. Op welke manier draagt het gebruik van digitale technologie zelf bij aan

duurzame ontwikkeling? Denk bijvoorbeeld aan online samenwerken, slim plannen van routes of apparaten die zichzelf kunnen uitschakelen als ze niet gebruikt worden.

## 6.2 5.5 Datacenters en 'Cloud'

De standaardopslag in datacenters is vaak de 3,5 inch harde schijf, waarvan er tienduizenden samengepakt zitten in rekken, die samen aangestuurd worden door server-computers. De processor kan wat meer verwerken dan in je computer thuis, maar de opbouw is hetzelfde. In plaats van één harde schijf heeft een server er tientallen. Ook thuis wordt data vaak apart van de computer opgeslagen op een zogenaamde NAS (Network Attached Storage), een kastje met een minicomputer, harde schijven en een netwerkaansluiting. Met wat handige software kan zo'n kastje ingericht worden om films, documenten en foto's op te slaan. Misschien wel het belangrijkste: door een serie harde schijven samen te voegen kan een array worden gemaakt, waarmee verlies van gegevens voorkomen wordt (in geval een harde schijf kapot gaat). Een systeem als RAID is een handige manier om met minder opslagruimte toch van alle data een kopie te hebben.

## 6.3 5.12 Opdracht

**Zoek uit wat RAID is en hoe het werkt. Welke vormen van gegevensbescherming kom je nog meer tegen?**

Data redundancy, ofwel voorkomen van dataverlies als er iets stuk gaat, is belangrijk voor veiligheid van data. Minstens zo belangrijk is het voorkomen van diefstal, brand, stroomuitval en andere zaken waardoor data onbereikbaar wordt. Veel bedrijven zijn volledig afhankelijk van goed werkende servers die constant beschikbaar zijn. Een hokje met computers in een bedrijfspand is niet handig en het risico van uitval of dataverlies door calamiteiten is te groot. Vandaar dat bedrijven hun computers en schijven het liefst in een veilige en optimale omgeving zetten: datacenters.

## 6.4 5.6 Beveiliging

Het sturen van kleine datapakketjes van en naar aparte computers is probleemloos als iedere computer op het internet netjes doet wat de bedoeling is. Helaas is de wereld niet zo eerlijk. Pakketjes worden onderschept en gelezen, je krijgt pakketjes aangeboden die schadelijk zijn en ga zo maar door. Via internet kan informatie uit een computer gelezen en gewijzigd worden.

We zijn zó afhankelijk van goed werkende computers, die onderling veilig data kunnen uitwisselen, dat beveiliging misschien wel het meest belangrijke onderwerp in de IT-wereld is. Hoe zorg je voor veilige computers?

## 6.5 5.13 Vraag "{exercise}"

### ## Poorten

Zoals een gebouw meerdere deuren heeft, geldt dat ook voor een router. Routers en computers beschikken over poorten.

Wanneer je pakketjes, voordat ze verstuurd worden, door elkaar schudt (versleutelen, encryptie) en bij de bestemming weer terug in de juiste volgorde zet, wordt de informatie beschermd.

Voor de beveiliging wordt veel kennis van wiskunde gebruikt. Priemgetallen, reeksen willekeurige getallen en andere wiskundige concepten zijn belangrijk.

### ## Hacken en cyberaanvallen

Binnendringen van een computer of webserver betekent dat je door de beveiliging moet zien te komen. Daarvoor zijn er verschillende methoden.

Maar: snelle computers kunnen ook zelf wachtwoorden samenstellen en uitproberen.

Wachtwoorden van meerdere karakters kunnen in heel korte tijd gemaakt en uitgetoetst worden. Hoe lang kan een wachtwoord zijn?

### 5.14 Opdracht: Sterke wachtwoorden <br> Wachtwoorden bestaan meestal uit de 256 verschillende ASCII karakters.

- a. Als een wachtwoord 5 tekens lang is, hoeveel verschillende wachtwoorden kun je dan vormen? Bereken dit.  
 b. Stel: een vlotte hacker kan 1 wachtwoord per seconde maken en uitproberen. Hoe lang doet deze?

Via de voordeur binnenkomen gebeurt ook vaker dan je zou willen. Een bericht met een bijlage of een link

### ### 5.15 Opdracht

Zoek op internet tenminste twee voorbeelden van hacken, falende beveiliging of dreiging van cyberterreurs.

## ## Routers en beveiliging

Routers en hubs zijn ook kleine computers met chips en software en met algoritmen die door mensen geprogrammeerd

... kopiëren elders heen te sturen, is iets wat je van een router verwacht. Maar het is niet ondenkbaar

Je kunt dit zien als valsspelende postbodes die brieven onderweg kopiëren of verwisselen en pas daarna

In de tech-industrie is het maken van chips en apparatuur op een paar plekken in de wereld gecentraliseerd

Het nieuwe 5G netwerk Vraag ...{exercise}

...t om heel veel nieuwe apparatuur: 5G zenders en snelle netwerkkapparatuur om die enorme datastromen (in

### ### 5.16 Opdracht <br> Probeer te achterhalen welke verdenkingen tegen aanbieders van 5G-technologie er zijn

### ### 5.7 Keuzeopdrachten

#### ## a. Kleine arduino's maken samen big data

Fijnstof, partikels in de lucht van 1 tot 500 nm, kunnen met een fijnstofsensoren gemeten worden. Je moet

De Arduino die hiervoor gebruikt wordt, meet via de fijnstofsensoren en geeft data draadloos door via het internet

#### ## b. Je eigen Arduino meetproject.

Arduino is prima geschikt om metingen op te slaan en door te sturen. De thermometer die je in H4 gemaakt

... gerust aan je docent of TOA!

Voorzie je Arduino-thermometer van een manier om de gemeten data te kunnen opslaan of versturen. Zorg ervoor

- Opslaan: voorzie je Arduino van een klok en een opslagmedium, zoals SD-kaartje
- Versturen: voorzie je Arduino van een klok en wifi of bluetooth

Zoek de juiste drivers en herschrijf de sketch voor je uitgebreide Arduino thermometer.

Gebruik je device om gedurende een aantal uren temperatuur te meten. Temperatuur in een klaslokaal of je

<https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUnoWiFiRev2>

<https://www.arduino.cc/en/Reference/WiFiNINA>

<https://store.arduino.cc/explore-iot-kit>

#### ## c. Satellieten en informatie over de aarde (GIS)

In bijlage 2 in de moduledatabase staat een opdracht over de digitale wereld achter aardobservatiesatellieten

## ## d. Verder te verkennen / te onderzoeken toepassingen

Er is veel aan de orde gekomen in dit hoofdstuk, maar niet zo uitgebreid. Er valt nog veel te ontdekken!  
 )

Figuur 5.7 Landsat satelliet die dagelijks honderden foto's van het aardoppervlak maakt

Maak daarvan een presentatie, informatieve poster of een schriftelijk verslag.

- 5 G communicatie
- Glasvezel en optische communicatie
- Een digitaal geheugen
- Datacenter: hoe is dat ingericht
- Telefonie, videobellen
- Streaming media
- LORA netwerken

## ## 6 Uitvoer: de actuator

)

### ## Leerdoelen

#### Kennis

6.1 Je kunt uitleggen dat digitale systemen invloed kunnen hebben op hun omgeving door middel van actuatoren

6.2 Je kunt uitleggen dat actuatoren zoals lampjes, speakers, motoren, RF zenders, servomotoren in veel systemen voorkomen

### ## Vaardigheden

6.3 Je hebt ervaren dat je in je programmeercode in je digitale systeem soms bepaalde bibliotheken moet importeren

6.4 Je hebt ervaren dat je voor het aansturen en monitoren van actuatoren online veel informatie kunt vinden

6.5 Je hebt kennism gemaakt met het aansturen van actuatoren en dat dit gevolgen heeft voor het stroomverbruik

6.6 Je hebt ontdekt hoe goed jouw actuatoren functioneren en hun omgeving beïnvloeden en kunt beoordelen of ze geschikt zijn

#### ### 6.1 Invloed op de omgeving uitoefenen

Aan digitale apparaten hebben we weinig als ze niets in buitenwereld kunnen veranderen. Daar horen jij en ik bij.

Een digitaal systeem zonder actuatoren kan uiteindelijk niet communiceren of dingen doen. Pixels op een scherm zijn maar een voorbeeld.

Digitale actuatoren zijn verwerkt in de machine en worden door de processor(en) aangestuurd. Ze gebruiken elektriciteit.

Maar bewegingen en verplaatsingen, zoals zelfrijdende auto's of robotarmen, vragen veel meer controle en precisie.

#### ### 6.1 Opdracht: Terugkoppeling

Teken een eenvoudig schema voor een zelfrijdende auto of een autonome robot. Benoem enkele sensoren, processors en actuatoren.

Voorbeelden van actuatoren die in digitale systemen bruikbaar zijn

Fysieke verandering	Actuator	Toepassing
: - - -	: - - -	: - - -
Draaibeweging	Stappenmotor	



```
| Lengteverplaatsing | Lineaire motor | |
| Licht geven | Diode | LCD, OLED: beeldpunt laat licht <br> door of produceert licht |
| Beeldscherm | Lineaire motor of Piezo (zet uit <br> als er elektrische spanning op <br> komt) | |
| Klep bedienen | Luidspreker: spoel en magneet <br> Piezo -element | |
| Geluid laten horen | | |
```

## Licht geven of selectief doorlaten

Met actuatoren die licht geven (LED) of blokkeren (vloeibare kristallen) als beeldelement (pixel) of kl

### 6.2 Opdracht <br> Kijk eens met een sterk vergrootglas naar het beeldscherm van je telefoon of comp

Een beeldscherm kan een matrix zijn van LED's (die zelf licht uitzenden), zoals in een OLED (Organische

Een digitale projector (beamer) heeft kleine, doorschijnende LCD beeldschermpjes voor de drie primaire l  
)

Figuur 6.1 Uitvoeren: de actuator  
bioscoop gebruikt tegenwoordig digitale projectoren.

### 6.3 Opdracht

Zoek eens uit hoe een digitale projector in elkaar zit.  
Digitale data wordt gebruikt om LCD pixels te schakelen. Voor zowel LCD als LED pixels wordt de helderh

Er zijn schermen die niet constant ververst worden, namelijk E -ink of elektronisch papier. De zwarte k

De digitale data moet vertellen of een pixel aan staat, in welke kleur en welke helderheid. Om dit moge  
Daarvoor is veel data nodig. Vooral bewegend beeld Vraag ``{exercise}

``t veel bandbreedte, om schermen te  
kunnen aansturen. Door de snellere processoren, glasvezel en betere datacompressie lukt het beeld van h

## Verplaatsen: motoren

)

Figuur 6.2 Digitaal - Analooog conversie

Een elektromotor zet stroom om in een draaibeweging. Het is prettig als je die draaiing onder controle l

De andere manier is het gebruik van een stappenmotor. Een stroompuls zorgt dat de motor één stapje verp

## Geluid maken

Een korte spanning kan ook weer gebruikt worden om een elektromagneet te activeren. Als je dit snel doe

## Electromagnetische straling maken

De digitale pulsen kunnen ook gebruikt worden in een radiozender. Een spoel zendt radiogolven uit als e

## Printen

Inkt of poeder (in de basiskleuren CMYK: cyaan (blauwig), magenta (rozerood), yellow (geel) en black (z

[^1]

### ### 6.5 Opdracht

Onderzoek welke data een inkjet - of laserprinter nodig heeft om een afdruk te kunnen maken en hoe een p  
6.6 Opdracht: Andere digitale maakapparaten

Een 3D printer, plotter, CNC frees, digitale snijmachine of een lasersnijder werken technisch niet heel  
Kies één van deze apparaten uit en zoek verder uit hoe deze (technisch) werkt. Onderzoek ook op welke ma

`` om uitleg daarover. Een Fablab of Makerspace heeft zulk digitaal maakgereedschap zeker in huis.

### ## Andere computers als actuator: datasystemen

Wanneer digitale apparaten data aan elkaar doorgeven, kunnen uitgebreide systemen worden gebouwd waarin

Computers kunnen de gegevens uit de database lezen, en via programma's (algoritmen) nuttige informatie v

### ## Voor de makers

Ook voor actuatoren moet code gebruikt worden om ze goed aan te sturen. Dit soort informatie wordt gede

De professional kijkt op

<https://stackoverflow.com> of <https://www.reddit.com>. Als je digitale ontwerpen (zoals 3D tekeningen) ma

### ### 6.7 Opdracht: verdieping

Op welke manier worden digitale motoren aangestuurd? 3D -Printbestanden, snijfiles, robotprogramma's, s

### ### 6.2 Mechatronica in bedrijf

Mechatronica is het gebied waar mechanica (werktuigen) en electronica (digitale technologie) elkaar ont

Opdracht 6.8: Kennismaken met bedrijven

Over diverse bedrijven zijn lesbrieven gemaakt om je een beeld te geven wat ze (met digitale technologie)

1. ASML: hun chipmachines zijn de werkpaarden waarmee fabrikanten alle chips maken die in alle digitale
2. Vanderlande: wereldwijd worden in luchthavens en sorteercentra de lopende banden van Vanderlande geb
3. DAF: DAF werkt aan zelfrijdende vrachtwagens. Kunstmatige intelligentie moet helpen om de vrachtwagen
4. Philips: Bij Philips wordt medische apparatuur gemaakt, waaronder MRI scanners. Het herkennen van be

### ### 6.9 Opdracht: Actuatoren in context?

Er zijn talloze andere, aansprekende voorbeelden van de rol van actuatoren bij digitale technologie. Ze

- Robotica (Boston Dynamics, zelfrijdende auto, drone, ...)
- Robotarm (voor operaties, inbrengen hersenimplantaat, lassen of montage)
- Het knuffelrobotje voor dementerenden
- Beeldschermen die zich aanpassen aan de lichtomstandigheden en de gebruiker
- Robotbeestje om gedrag op video vast te leggen (Pinguinrobot met camera) Planetearth.
- Rat met actuator in brein - aardbevingsgebieden doorzoeken
- Microscopen en 3D beeldvorming

Maakopdrachten op verschillende niveau's. Met een serie maakopdrachten kan telkens een nieuw aspect van

### 6.3 Maakopdracht met Micro:bit, Arduino of Raspberry Pi.

### 6.10 Opdracht

In bijlage 3 in de moduledatabase wordt de NeoPixel beschreven. Ga daarmee aan de slag, en experimenteer.  
, zodat een serie NeoPixels gebruikt kunnen worden.

### 6.11 Keuzeopdracht

Er zijn talloze actuatoren en meer dan genoeg interessante systemen om te onderzoeken of te bouwen. Hierbij

`` je docent / TOA welke materialen er op school beschikbaar zijn:

Beeldscherm

CNC machine

Lasersnijder

Plotter / snijplotter

3D printer

Voedselprinter

Inkjet

Poederstraal printer

Thermische printer

Holografische projector

Beamer

Robotproject Leaphy

Karretje

Motoren

Zelfrijdende auto

Robotarm

Kleppen

Schakelaars (bijvoorbeeld een  
schakelaar om voor 220 V apparaten  
met Arduino te bedienen)

Beweging en licht

Temperatuur verandering  
(verwarmer)

Menger

Drukvat, compressor (aansturen zware machines)

Stembediening voor je lampen, gordijnen, koffiemachine.