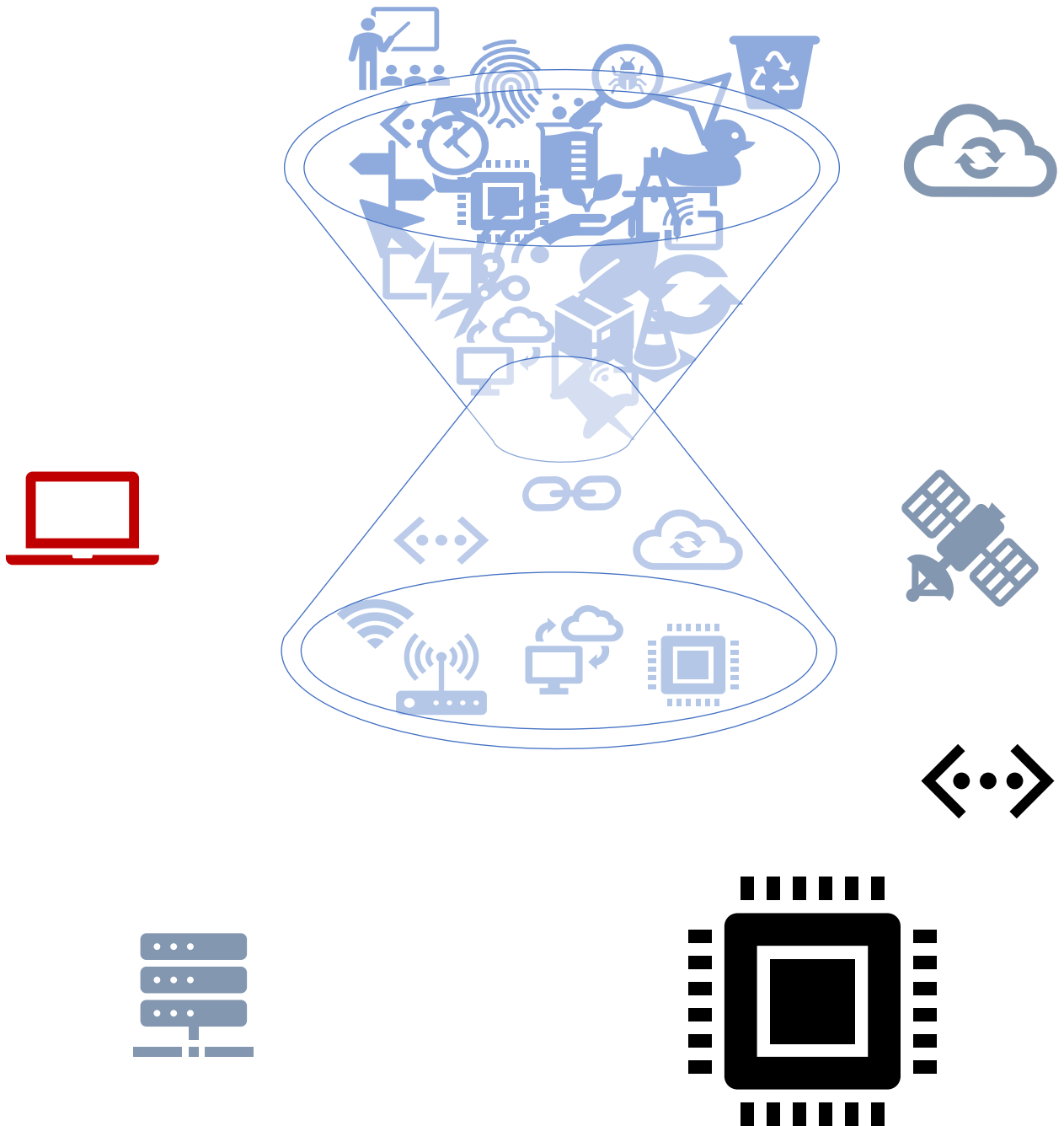


Digitale Technologie

schakelmodule



DIGITALE TECHNOLOGIE SCHAKELMODULE	1
COLOFON	3
1 INLEIDING	4
2 KENNISMAKEN MET DIGITALE TECHNOLOGIE	6
3 WAARNEMEN EN SENSOREN	15
4 VERWERKEN EN BESLISSEN	22
5 DATA OPSLAG EN TRANSPORT	24
6 UITVOER: DE ACTUATOR	26
7 MAAK JE DIGITALE DEVICE VOOR EEN TOEPASSING	28
8 VERDER MET DIGITALE TECHNOLOGIE	31
9 TOETSING	32
PLATFORMS VOOR HET WERKEN MET DIGITALE TECHNOLOGIE IN DE KLAS	33

1 Inleiding

Digitale technologie is onmisbaar geworden voor ons dagelijks leven. Computers, navigatie, mobieltjes, online video, streaming, appen, bellen, betalen met de pin: we kunnen niet meer zonder. Het is zó vanzelfsprekend geworden dat we er niet meer bij stil staan hoe we zonder die technologie zouden moeten. Daarom is het goed om te kijken wat het is, hoe het werkt, en wat er voor nodig is om het werkend te houden. En vooral te ontdekken wat we er niet van zien.

Deze module wordt schakelmodule genoemd. Die term is gekozen omdat je in je schoolloopbaan tot nu toe misschien wel, maar misschien ook helemaal niet, bezig geweest bent met digitale technologie. Als je er nog nooit bewust mee bezig geweest bent geeft deze module een introductie en mogelijkheden om je eerste apparaten in elkaar te zetten en er mee te werken. Je kunt daarna met vervolgmodes aan de slag, waarin je de kennis uit deze module toepast. Misschien heb je zelf al programma's gemaakt, printplaatjes gesoldeerd of robots gebouwd. Dan hopen we dat je met deze module je eigen vaardigheden kunt uitbreiden en nieuwe toepassingen van digitale technologie leert begrijpen en maken. Na deze introductie vragen we je om in kaart te brengen wat je al weet, en waar je graag meer over zou willen leren.

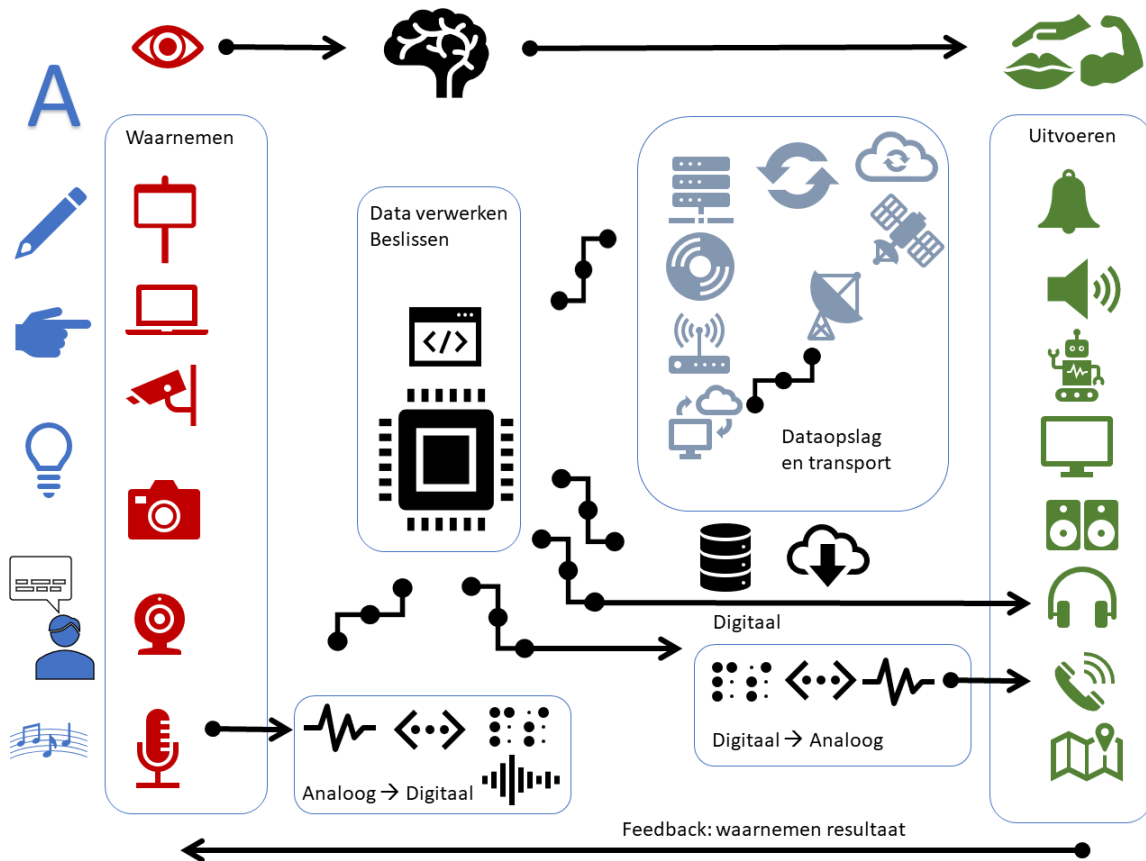
De schakelmodule is bestemd om je te introduceren in de wereld van de digitale technologie. Je leert hoe digitale apparatuur opgebouwd is en hoe dat werkt. Hoofdstuk 2 helpt je om de structuur van een digitaal systeem te analyseren, de begrippen die je moet kennen om iets over digitale technologie te kunnen uitleggen. Ook ga je kennismaken met verschillende minicomputers om zelf met te bouwen, programmeren en experimenteren.

In hoofdstuk 3 – 6 bespreken we de vier basis-kenmerken van elk digitaal systeem in meer detail. Aan de hand van voorbeelden leer je hoe het werkt, en waarom het zo werkt. Ook staan we stil bij veiligheid en privacy die bij elk digitaal systeem een rol speelt.

Als je weet hoe je met eenvoudige digitale spullen een systeem kunt bouwen om een taak uit te voeren, kun je zelf oplossingen bedenken in situaties waar digitale technologie ingezet kan worden. Hoofdstuk 7 geeft een aantal contexten uit de praktijk waar je je kennis kunt inzetten. Het slot van dat hoofdstuk geeft een doorkijkje naar modules die bij deze module aansluiten en die je wellicht later in het NLT-programma nog tegen zult komen.

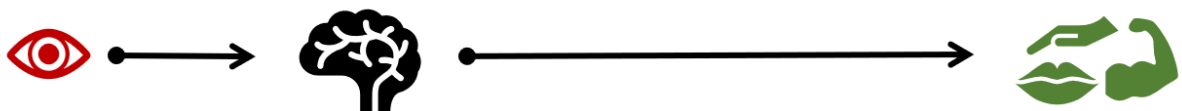
2 Kennismaken met digitale technologie

2.1 Basisbegrippen



Figuur 2.1 Schema digitale technologie

Alle apparatuur die bij digitale technologie wordt gebruikt heeft overeenkomstige bouwstenen en functies. Figuur 2.1 geeft hiervan een schematisch overzicht. Lang niet alle bouwstenen zullen in elk digitaal apparaat voorkomen. Zeker is dat bepaalde bouwstenen in *ieder* digitaal apparaat zitten. Wanneer bouwstenen ontbreken betekent het vaak dat een digitaal apparaat **andere apparaten** nodig heeft om te kunnen functioneren. Want: digitale apparaten / digitale technologie bestaat omdat mensen daarmee werken. Altijd moet de verbinding tussen mens en machine gemaakt worden, en daarvoor zijn altijd grensvlakken (*interfaces*) nodig.



Figuur 2.2 Zintuig - hersenen - ledematen: waarnemen, verwerken en uitvoeren in ons lichaam.

Een digitaal systeem heeft veel overeenkomsten met onszelf. Wij hebben zintuigen om de omgeving **waar te nemen**, hersenen die informatie **verwerken en beslissingen nemen** voor ons handelen, en

3 Waarnemen en sensoren

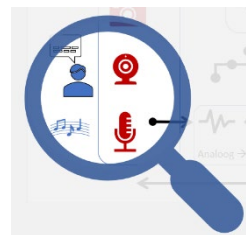
Leerdoelen

Tijdens dit hoofdstuk leer je het volgende

1. Dat digitale systemen verschillende soorten informatie kunnen waarnemen
2. Dat voor elk soort informatie verschillende sensoren beschikbaar zijn
3. Hoe de belangrijkste sensoren functioneren
 - a. Thermometers (tmp36)
 - b. Reed-switch
 - c. LDR (licht)
 - d. Bodemvochtigheidssensor
 - e. Luchtvochtigheidssensor
 - f. Bewegingssensor
 - g. Lichtsluis
 - h. RFID
4. Dat sensoren vrijwel altijd analoge informatie omzetten in digitale informatie
5. Dat in het dagelijks leven sensoren een belangrijke rol spelen en waar je verschillende sensoren tegenkomt
6. Dat kalibreren van sensoren cruciaal is om ze goed te kunnen gebruiken en hoe je dit doet
7. Dat de digitale informatie van sensoren in een digitaal systeem in verschillende typen variabelen opgeslagen kan worden, zoals boolean, integer, float, character en string.
8. Hoe deze informatie opgeslagen kan worden in een object in het werkgeheugen van een digitaal systeem, en dat dit in verschillende programmeertalen verrassend veel overeenkomsten vertoont.

De omgeving waarnemen

Bij een computer kun je denken aan toetsenbord, camera en muis (invoer), en beeldscherm of printer (uitvoer). Invoer, verwerking en uitvoer zijn kenmerkende bouwstenen van digitale technologie. Toch kan bij een apparaat zowel invoer- als uitvoerinterface met de mens ontbreken. In dat geval vormt het apparaat een stukje van het geheel, die met andere apparaten *samenwerkt*. Je kunt een draadloos toetsenbord en een draadloze muis zien als aparte, maar niet los van elkaar werkende, digitale apparaten. Immers: de muis is bedoeld om bewegingen en keuzes van de gebruiker aan de computer door te geven. In een computermuis zitten meerdere sensoren. Samen zorgen ze dat veranderingen in de fysieke omgeving (vingerbeweging, schuifbeweging) worden omgezet in een digitaal signaal dat via een draadje of via radiogolven aan een ontvanger (ook een sensor) in de computer wordt doorgegeven.



Figuur xx Interface:
Invoer in het systeem



Figuur 2Door Svdmolen - Self-published work by Svdmolen, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1528736>.rtf

Temperatuursensor

De temperatuursensor *elektronische thermometer* maakt gebruik van de weerstand in een stukje metaal, die afhankelijk is van de temperatuur. Als een stroompje door een stukje metaal loopt, is de grootte van dat stroompje afhankelijk van de

4 Verwerken en beslissen

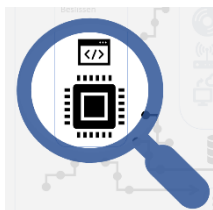
Leerdoelen

Tijdens dit hoofdstuk leer je het volgende

- Dat computers een computertaal hebben die uit enen en nullen bestaat en dat programmeertaal hierin omgezet moet worden door een compiler
- Dat logical operators (<, >, &&, |, !=) essentieel zijn om je gegevens te beoordelen en te verwerken.
- Hoe je de logical operators in verschillende programmeertalen gebruikt, en dat daar verrassend veel overeenkomsten tussen zijn.
- Dat gegevens in digitale systemen geordend kunnen worden in vectoren, matrices en arrays en wat de eigenschappen zijn van deze 3 soorten objecten.
- Dat voor verwerkingen die herhaald worden er 'for-loops' en 'while-loops' zijn en dat die je ontzettend veel werk uit handen kunnen nemen. Je leert ook het verschil tussen deze twee 'loops'.
- Dat het gebruiken van 'conditionals' door middel van 'if' of 'ifelse' constructies een belangrijke rol speelt bij het verwerken en beoordelen van de verkregen informatie van sensoren.
- Hoe je de programmeeromgeving van de Arduino gebruikt, hoe je de taal van de Arduino gebruikt en wat de belangrijkste commando's zijn die je nodig hebt voor deze module
- Dat er veel verschillende programmeertalen zijn (Java, javascript, R, Matlab, C++, Python), en dat die hun sterke en zwakte punten hebben.
- Dat je bronnen kunt vinden om die verschillende programmeertalen te leren op een leuke manier.

Digitaal signaal

Digitale technologie gebruikt de binaire code, die twee (= bi) waarden kan aannemen: 0 of 1. Een schakelaar kan aan of uit staan. In een elektrische schakeling wordt dit gedaan door een spanning (3 of 5 volt, hoog) of geen spanning (0 volt, laag) te gebruiken, en met licht door helder of zwak. Je kunt digitale code ook opschrijven als reeksen van 1 en 0, of andere karakters. Ook zwarte en witte vlakjes kunnen digitale informatie bevatten.



*Figuur 2.6
Verwerking van
digitale gegevens in
de processor*

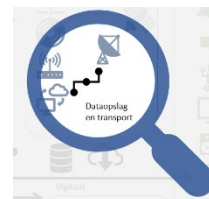
Als in het voorbeeld van de temperatuursensor in de digitale koortsthermometer een reeks waarden van de weerstand wordt omgerekend naar een getal, dan is het niet mogelijk dat met één enkele karakter (1 of 0) weer te geven. Hooguit kun je zeggen: alle waarden van de weerstand beneden 3 ohm worden gecodeerd als laag (0), alle waarden hoger of gelijk aan 3 ohm worden gecodeerd als hoog (1). Je voelt aan dat je meer getallen nodig hebt. Vandaar dat digitale code is opgebouwd uit in rijtjes getallen, die een lengte kunnen hebben van bijvoorbeeld 4, 8 of 24 karakters of bits. Met een rijtje van 4 bits kun je in principe 16 verschillende combinaties maken, en dus 16 waarden weergeven. Hoe meer bits, hoe nauwkeuriger. Maar ook: hoe ingewikkelder de schakelingen op *de processor* moeten zijn om een signaal te verwerken.

5 Data opslag en transport

Leerdoelen

Tijdens dit hoofdstuk leer je het volgende

- 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.
- Dat metadata de informatie bevat over wat er in bestanden te vinden is en hoe deze geordend zijn.
- Dat databases georganiseerd zijn op basis van de metadata en dat dat het zoeken in databases, en het samenvoegen of splitsen van databases mogelijk maakt
- Dat gegevens fysiek opgeslagen worden op harde schijven (in het klein) of in datacenters (in het groot) en hoe deze opslag functioneert
- Dat gegevens op verschillende manieren beveiligd kunnen worden door wachtwoorden en encryptie, en dat de wiskunde hier een grote rol in speelt.
- Dat het kraken van codes aan de wieg heeft gestaan van de ontwikkeling van computers
- Wat de rol van Alan Turing was in het ontstaan van computers
- Dat het internet een combinatie is van ip-adressen en TCP/IP protocollen en hoe dit werkt
- Hoe een wifi-verbinding werkt en hoe je zelf een wifi-ontvanger en zender kunt bouwen met een Arduino en daarmee gegevens kunt doorsturen naar andere digitale systemen
- Dat je informatie van een apparaat ook naar een website kunt sturen zodat je op afstand mee kunt kijken met de sensoren die jouw digitale systeem bevat.



Figuur 2.7 Opslag en transport van data

Data bewerken, opslaan en transporteren

Als de waarden van de sensor worden opgeslagen, heeft het zin om na te denken over de hoeveelheid *data* die nodig zijn, en dus de ruimte die dat in beslag gaat nemen. Als de gegevens op transport gaan om ergens anders te gebruiken is het ook nuttig de datastroom zo klein mogelijk te houden. Hoe meer data verplaatst moet worden, hoe groter de *bandbreedte* moet zijn om dat voor elkaar te krijgen.

Analoog naar digitaal conversie geeft verlies (een reeks verschillende waarden wordt naar hetzelfde digitale getal omgezet). Tegelijk geeft het *behoud*. Als een signaal digitaal verstuurd wordt kan een stroompje van 5 volt mogelijk 4 of 3 volt worden, uiteindelijk is het een 'hoog' signaal, en blijft het in digitale termen een '1'. Er is dus geen verlies van gegevens als het signaal zwakker is. Om die reden is een digitaal signaal beter te transporteren dan een analoog signaal. Dat heeft voor veel toepassingen de voorkeur. Wanneer een signaal niet met elektriciteit maar met licht gecodeerd wordt (bijvoorbeeld: helder en zwak) kan het signaal ook zonder veel verlies over lange afstanden vervoerd worden. Je ziet dat in het gebruik van glasvezel voor het datatransport voor internet en telefonie. Alle bewerkingen die nodig zijn om de bits te transporteren, bewerken en op te slaan gebeuren in opdracht van de *processor*. Vaak zijn er onderdelen in het systeem die een gedeelte van de taak op zich nemen, bijvoorbeeld een processor die op een harde schijf data wegschrijft en weer ophaalt.



Figuur 2.8 Opslag en uitvoer van digitaal signaal

6 Uitvoer: de actuator

Leerdoelen

Tijdens dit hoofdstuk leer je het volgende

- Dat digitale systemen invloed kunnen hebben op hun omgeving door middel van actuatoren
- Dat actuatoren zoals lampjes, speakers, motoren, RF zenders, servomotoren in veel verschillende digitale systemen voorkomen en dat je die (relatief) eenvoudig zelf kunt bouwen
- Dat je in je programmeercode in je digitale systeem soms bepaalde *bibliotheken* moet gebruiken om actuatoren te kunnen gebruiken
- Dat je voor het aansturen en monitoren van actuatoren online veel informatie kunt vinden op websites als *stackoverflow* en *reddit*.
- Dat het aansturen van actuatoren gevolgen heeft voor het stroomverbruik van je digitale systeem en dat ontwerpkeuzes dus invloed hebben op de duurzaamheid van je systeem
- Dat je door te kijken hoe goed jouw actuatoren functioneren en hun omgeving beïnvloeden kunt beoordelen of jouw digitale systeem voldoet aan de ontwerpisen die je hebt gesteld.



Figuur 2.9 Digitaal - Analog conversie

Digitale signalen kunnen gebruikt worden om getallen op een scherm te tonen door punten in het scherm aan of uit te schakelen. Een verplaatsing kan ook in kleine stapjes gebeuren: het digitale signaal wordt rechtstreeks vertaald in een kleine verplaatsing, zoals in een stappenmotor.

Voor andere uitvoer wordt een digitaal signaal weer omgezet in analoog, bijvoorbeeld een veranderende spanning, bijvoorbeeld om een luidspreker aan te sturen of een motortje sneller of langzamer te laten draaien. Daarmee kan het digitale systeem invloed hebben op de buitenwereld. Je digitale

koortsthermometer kan zo een piepje geven als de meting gedaan is en het resultaat op een scherm laten zien. Ook de motortjes in een harde schijf zijn actuatoren die aangestuurd moet worden.

Datystemen

Wanneer digitale apparaten data aan elkaar doorgeven, kunnen uitgebreide **systemen** worden gebouwd waarin gegevens van talloze sensoren gebruikt worden om data te verzamelen, en te gebruiken om op allerlei plekken informatie te laten zien. Een apparaat kan dan één stukje van het totale proces uitvoeren. Bijvoorbeeld de omzetting van een temperatuur naar een digitaal signaal. Een ander apparaat verzamelt de gegevens van de meetapparatuur. Die kan de gegevens opslaan in een database. Computers kunnen de gegevens uit de database lezen, en via programma's (algoritmen) nuttige informatie uit de database berekenen. Een klimaatwetenschapper kan dit gebruiken om temperatuurstijging uit lange termijn weergegevens te berekenen. De uitvoer van de gegevens gebeurt dan pas als data in een lijst of als grafiek op een beeldscherm getoond worden. De bits in de data zijn dan al talloze tussen processor en opslag uitgewisseld.



Figuur 2.10 Uitvoeren: de actuator

7 Maak je digitale device voor een toepassing

Leerdoelen

Ontwerpcyclus

- Leerlingen moeten de ontwerpcyclus beheersen en kunnen toepassen om een werkend prototype te kunnen bouwen dat een probleem oplost.
- Inzicht in hoe innovaties in de tijd veranderen
- Kennismaken met opdrachtgevers uit het bedrijfsleven

Overige:

Wat is intelligentie?

Projecten

1. Een koortsthermometer maken met Arduino

Met Arduino kun je een digitale (koorts)thermometer bouwen. Hiervoor is nodig:

ARduino Uno + USB

breadboard

Tmp36 <https://www.kiwi-electronics.nl/tmp36-analoge-temperatuursensor>

Drukknopjes

Jumper wires

(optioneel LCD display)

Gebruik maken van TinkerCad. Code genereren met blokken en (optioneel tekst). Uitzondering: LCD display.

De bouwbeschrijving vind je op de website Schakelmodule Digitale Technologie.

Platforms voor het werken met digitale technologie in de klas

Overzicht Arduino, Raspberry Pi en Micro:bit

Bart Kappé, Aernout van Rossum

In dit overzicht wordt informatie gegeven over drie hardware platforms waarmee leerlingen eenvoudig aan de slag kunnen met het maken van apparaatjes op het snijvlak van electronica, programmeren en internet. Elk van de drie platforms: de Arduino, Raspberry Pi en de Micro:bit wordt kort besproken, waarna wordt aangegeven hoe je ze kunt uitbreiden (electronische schakelingen), hoe je ze programmeert en hoe je dat leert. We eindigen met een overzicht van de plussen en minnen van de verschillende platforms en programmeertalen bij toepassing in het vak NLT.

Arduino

De Arduino is een microcontroller. Daarmee kun je analoge en digitale signalen inlezen, berekeningen uitvoeren waarmee je vervolgens analoge en digitale signalen kunt uitsturen. Denk daarbij aan sensoren, motoren, servo's, relais, led en eenvoudige displays, maar ook Bluetooth, Wifi en Ethernet modules. Met een Arduino maak je een digitale thermometer (temperatuursensor, arduino en display), of je stuur er een 3D printer of CNC machine mee aan.



Figure 1, de Arduino Uno is een goedkope microcontroller waarmee je zelf apparaatjes kunt bouwen, zoals digitale thermometers of een robot.

De Arduino kan op verschillende manieren geprogrammeerd worden. Vaak is dat met de Arduino IDE, in een taal die lijkt op de programmeertalen C en C++. Je beschikt over alle basisfuncties, waarbij er voor het aansluiten van sensoren en