

Innovation Lab

Ingenieu(r)ze STEM-projecten voor secundair onderwijs

Hartslag monitor altijd op zak

JE HARTSLAGMONITOR
ALTijd OP ZAK !



Hanne Deprez, Dimitri Coppens



Inhoudsopgave

Module 1. Inleiding	3
1 Wat en waarom?	3
2 De hartslag	5
3 Overzicht van het project	8
Module 2. Apps maken met MIT App Inventor 2	10
1 MIT App Inventor 2	10
1.1 Maken van de app	10
1.2 Testen en uitvoeren van de app	12
2 Blokken in de blocks view	12
2.1 Controle (control)	12
2.2 Beslissingen nemen: <i>If then</i> blok	13
2.3 Herhaling: <i>While test</i> lus of <i>for each</i> lus	13
2.4 Logica (Logic)	14
2.5 Wiskunde (Math)	14
2.6 Tekst (Text)	14
2.7 Variabelen (Variables)	14
2.8 Lijsten (Lists)	15
Module 3. Digitale afbeeldingen en video	16
1 Digitale afbeeldingen	16
1.1 Hoe zijn digitale afbeeldingen opgebouwd?	16
1.2 Toepassing op de hartslagmonitor: roodwaarde berekenen in MIT App Inventor 2	17
2 Digitale video	19
2.1 Toepassing: een filmpje splitsen in foto's	19
3 Toepassing: de hartslagmonitor	20
Module 4. Automatische piekdetectie	21
1 Wat is een piek in een signaal?	21
2 Intermezzo: differentiequotiënt en afgeleide	21
3 Programmeren in MIT App Inventor 2: automatische piekdetectie	21
4 Intermezzo: Frequentieanalyse m.b.v. Fouriertransformaties	21



Module 5. Bouwen van de complete app	22
1 Video opnemen	22
2 Video naar afbeeldingen m.b.v. app VideoNaarAfbeeldingen	22
3 Gemiddelde roodwaarde voor elke afbeelding berekenen	22
4 Grafiek van de gemiddelde roodwaarde i.f.v. de tijd	22
5 Automatische piekdetectie en berekening van de hartslag	22
6 Extra: frequentie-analyse m.b.v. Fouriertransformatie	22
Module 6. Experimenteren met de app	23
1 Vergelijking met bloeddrukmeter/hartslagmeter/smartwatch	23
2 Invloed van sport en rust	23
3 Evaluatie: wat kan beter?	23
Oplossingen van de oefeningen zonder *	24
Module 1. Inleiding	24
Module 2. Apps maken met MIT App Inventor 2	25
Module 3. Digitale afbeeldingen en video	25
Module 4. Automatische piekdetectie	25
Module 5. Bouwen van de complete app	25
Module 6. Experimenteren met de app	25
Oplossingen van alle oefeningen	26
Module 1. Inleiding	26
Module 2. Apps maken met MIT App Inventor 2	27
Module 3. Digitale afbeeldingen en video	27
Module 4. Automatische piekdetectie	27
Module 5. Bouwen van de complete app	27
Module 6. Experimenteren met de app	27

Module 1

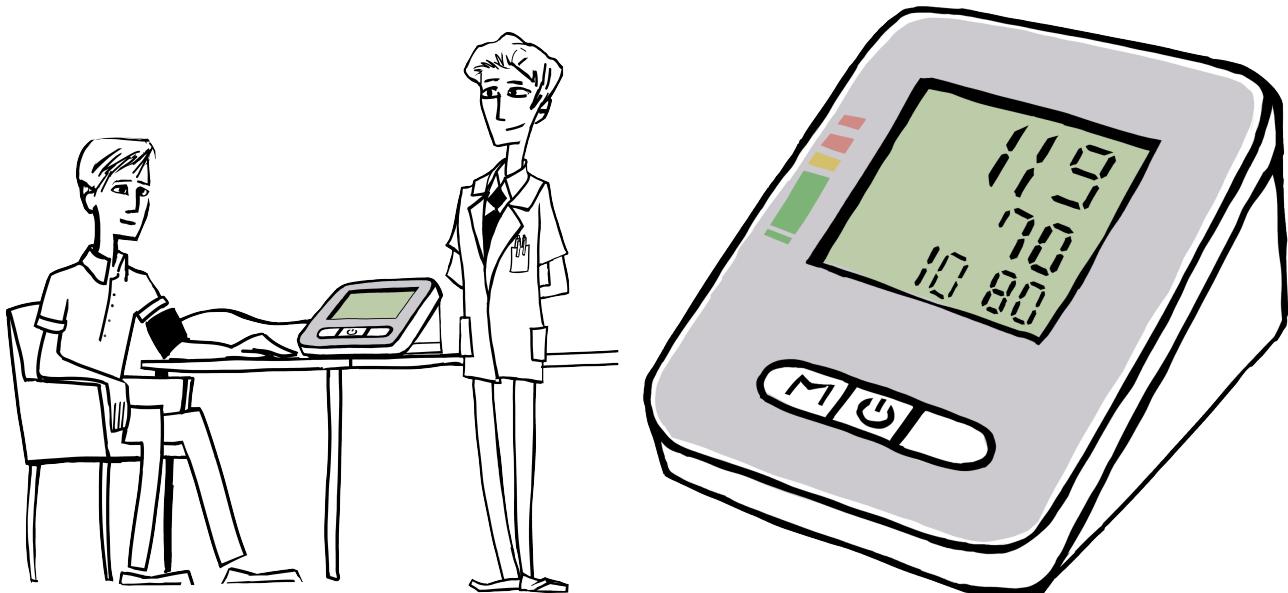
Inleiding

Tijdens dit project maken we een smartphone app waarmee je je hartslag kan meten. Waarom het belangrijk is af en toe je hartslag te meten en waarom we dit met een app willen doen, wordt hierna uitgelegd. Daarna bekijken we wat een hartslag nu precies is, en hoe we die met onze smartphone kunnen meten.

1 Wat en waarom?

De hartslag duidt aan hoe vaak je hart klopt per minuut. Tijdens het sporten is het belangrijk je hartslag in het oog te houden. Een te hoge hartslag wijst op een te hoge inspanning, en kan mogelijks gevaarlijk zijn. Bovendien kan een (te) hoge hartslag in rust wijzen op aandoeningen zoals een overactieve schildklier, bloedarmoede of bloedverlies, een longaandoening enz. Regelmatig je hartslag controleren is dus de boodschap.

Om je hartslag te meten wordt meestal gebruik gemaakt van een bloeddrukmeter.



Een bloeddrukmeter is een gespecialiseerd toestel dat meestal enkel een dokter of iemand met hartklachten ter beschikking heeft. Bovendien is het nogal omslachtig een bloeddrukmeter tijdens het sporten mee te nemen, gezien dit niet echt een draagbaar toestel is.



Naast een bloeddrukmeter kan ook een hartslagmeter gebruikt worden om de hartslag te meten.



In tegenstelling tot een bloeddrukmeter kan je een hartslagmeter wel makkelijk meenemen bij het sporten en geeft ook real time feedback. Maar wellicht ligt de aanschaf van een hartslagmeter niet binnen het budget van elke leerling of student?

Daarom bouwen wij in dit project onze eigen smartphone app, waarmee we snel, eenvoudig en redelijk accuraat onze hartslag kunnen meten, zonder nood aan gespecialiseerde toestellen.



2 De hartslag

Je hart is een spier, die samentrekt om je bloed in je lichaam rond te pompen. De hartslag is de pompbeweging van je hart. In de volksmond is de hartslag ook het aantal samentrekkingen van je hart per minuut, of anders gezegd het aantal keer dat je hart klopt per minuut.

De hartslag van een volwassene varieert tussen 60 en 100 slagen per minuut. De maximale hartslag is de hoogste hartslag die je lichaam aan kan gedurende fysische activiteit. De maximale hartslag varieert naargelang je leeftijd en kan berekend worden met de volgende vuistregel

$$MH = 220 - LT$$

met volgende notatie:

- MH: maximale hartslag met als eenheid slagen per minuut of “beats per minute” (kortweg: bpm). Dit noteren we als MH [bpm].
- LT [jaar]: leeftijd

Het wordt aangeraden tijdens het sporten je hartslag tussen 55 en 85% van je maximale hartslag te houden.

LT	MH	0,55*MH	0,85*MH
20	200	110	170
50	170	94	145

Voor een volwassene van 20 jaar oud is het aangeraden hartslagbereik tijdens het sporten dus tussen 110 en 170 bpm.

- 1** Bereken de maximale hartslag en het ideale hartslagbereik tijdens het sporten van een volwassene van
 - 18 jaar
 - 30 jaar
 - 65 jaar

- 2** Maak ook een grafiek die de maximale hartslag uitzet in functie van de leeftijd.
Welke grootheid komt op de x -as? Wat is de eenheid?
Welke grootheid komt op de y -as? Wat is de eenheid?

De hartslag, of het rondpompen van je bloed, voel je als je je hand op je hart legt. Maar ook in je hals of aan je pols kan je je hartslag voelen. De hartslag wordt dan ook vaak handmatig gemeten door twee gestrekte vingers op de pols (van jezelf of van een ander persoon) of in de hals (tegen de halsslagader) te plaatsen. Hier voel je de hartslag heel goed. Door gedurende 15 seconden het aantal hartslagen te tellen en te vermenigvuldigen met 4 kan je de hartslag, dit is het aantal keer dat je hart pompt per minuut, bepalen.

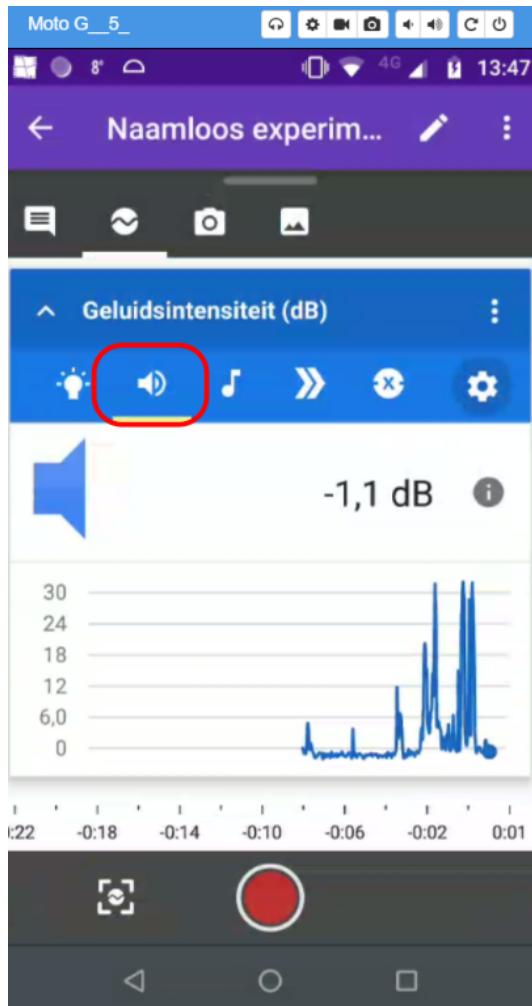
Opdracht: Je eigen hartslag meten

Meet je eigen hartslag door twee gestrekte vingers in je hals te plaatsen, het aantal keer dat je hart pompt gedurende 15 seconden te tellen en dit te getal te vermenigvuldigen met vier.

Als je moeite hebt om het aantal hartslagen te tellen, kan je ook gebruik maken van de smartphone app ‘Science journal’. De app kan je downloaden in de Google Play Store.¹

Start een nieuw experiment en meet het omgevingsgeluid, zoals in de figuur hieronder. Plaats twee gestrekte vingers in je hals en zeg ‘ja’ elke keer als je een hartslag voelt. Doe dit gedurende 15 seconden. Tel nadien het aantal pieken dat geregistreerd werd en vermenigvuldig dit aantal met vier om de hartslag te bekomen.

¹Tip voor leerkachten: Het gebruik van de app Science Journal kan je demonstreren door je smartphone scherm te projecteren op je computer. Hiervoor kan je het programma (op je pc) en de app (op je smartphone) Vysor gebruiken wanneer je smartphone met een USB kabel met de pc verbonden is.



Figuur 1. De app Science journal. Gebruik de luidspreker om je stem en het omgevingsgeluid op te nemen.

Zo tellen we voor bovenstaande meting 15 pieken op 15 seconden. De hartslag bekomen we door dit aantal te vermenigvuldigen met vier: de hartslag is 60 bpm.

- 3** Met welke factor moet je het aantal hartslagen gemeten gedurende een telperiode van 10 seconden vermenigvuldigen om de hartslag in *bpm* te bekomen?

En wat als de telperiode 20 seconden is?

Wat is het voordeel van een langere telperiode?

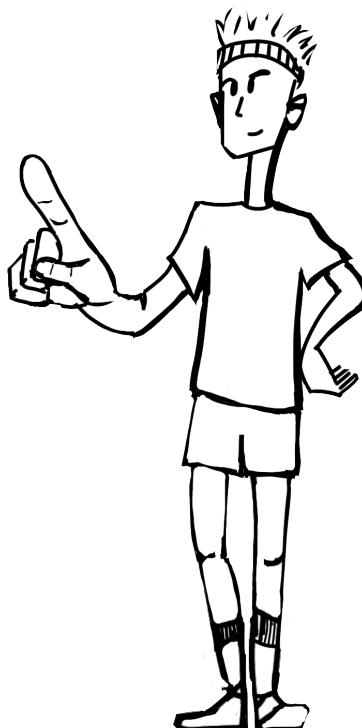
Voor heel hoge hartslagen ($> 160 \text{ bpm}$) wordt het quasi onmogelijk de hartslag nog zelf te tellen. Dan moet je een meettoestel gebruiken. In wat volgt maken wij ons eigen meettoestel: een smartphone app waarmee je goedkoop, snel en gemakkelijk je hartslag kan meten.



Figuur 2. Voorbeeld van een geluidsmeting in Science Journal.

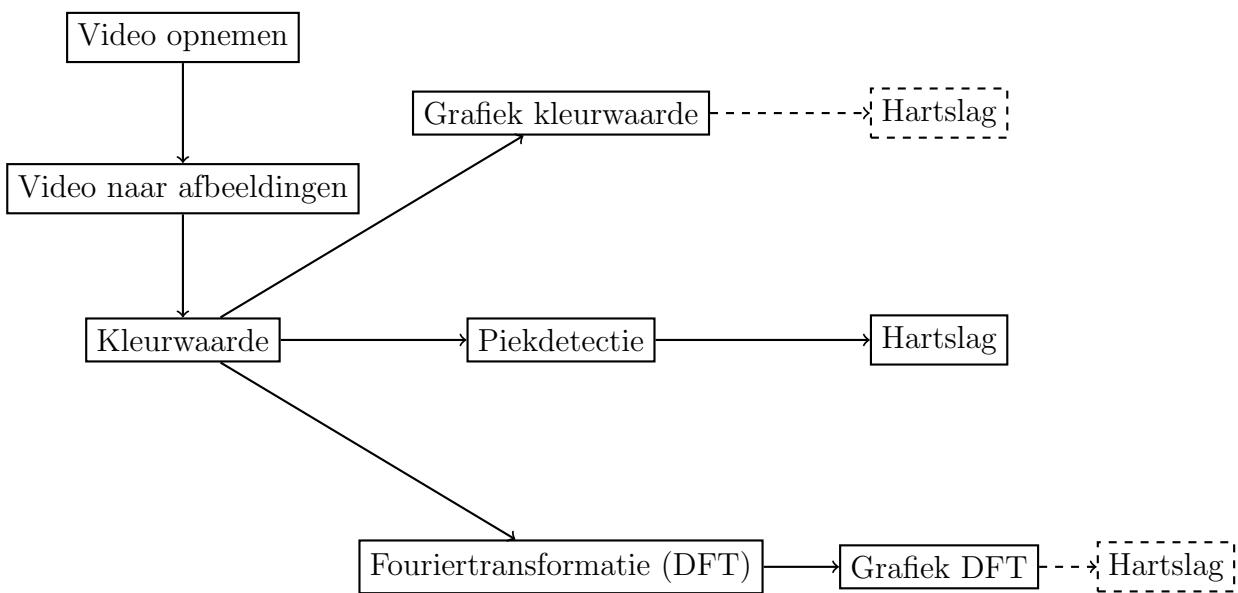
3 Overzicht van het project

Maar hoe kunnen we met onze smartphone onze hartslag gaan meten? We hebben al gezien dat je het pompen van je hart goed kan voelen aan je pols of in de hals. Net zo is de hartslag ook waarneembaar in je vingertop; ook daar zijn kleine pulsaties in je aders door het pompen van je hart.



We zullen gebruik maken van de camera die in je smartphone ingebouwd is. We zullen onze vingertop zachtjes op de lens van de camera plaatsen. De kleine pulsaties in de aders van je vinger resulteren in kleine veranderingen in de kleur van je vinger. Met het blote oog kan je die minuscule kleurveranderingen niet waarnemen, maar gelukkig kan je die subtiele veranderingen wel met je smartphone detecteren. De kleurveranderingen in functie van de tijd zijn gerelateerd aan het pompen van je hart. Een grafiek van de kleurverandering in functie van de tijd zie je hieronder. Door opnieuw het aantal pieken in de telperiode van 15 seconden te tellen en te vermenigvuldigen met vier bekom je opnieuw de hartslag.

De opeenvolging van uit te voeren stappen kunnen we voorstellen in een blokdiagram, zoals hieronder. Dit blokdiagram toont welke stappen we moeten doorlopen om de hartslag te bepalen, zonder in detail uit te werken wat precies moet gebeuren in elk blok.



Module 2

Apps maken met MIT App Inventor 2

De hartslagmonitor die we gaan maken is een smartphone app. MIT, een bekende universiteit in de Verenigde Staten, ontwikkelde een programmeeromgeving waarmee je zeer eenvoudig apps kan maken en testen. In dit hoofdstuk bespreken we de belangrijkste structuren voor het maken van een app. Ook in andere programmeertalen en -omgevingen zal je deze structuren kunnen gebruiken.

1 MIT App Inventor 2

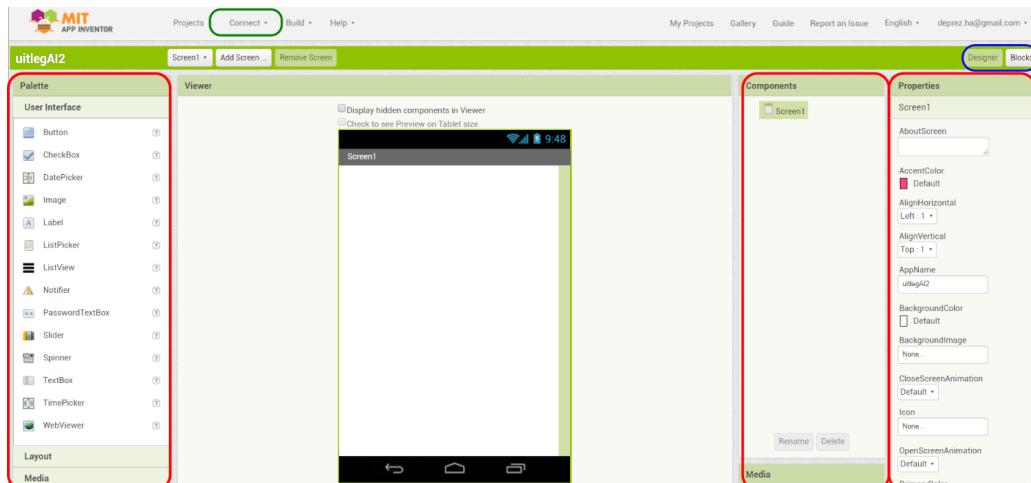
Met behulp van MIT App Inventor 2 kan je zelf apps maken. Alles wat je nodig hebt, is een computer met wifi-verbinding en een smartphone die met hetzelfde wifi-netwerk geconnecteerd is.

1.1 Maken van de app

Surf naar de website <http://appinventor.mit.edu/explore/> en klik rechtsboven op create apps! Je zal moeten inloggen met je google account. Na succesvol aanmelden kom je op de pagina met je projecten terecht.

Creëer een nieuw project, bv HelloWorld, en klik erop om het project te openen.

Je komt op het startscherm terecht. Er zijn twee ‘views’. De eerste view is de *designer view*, weergegeven in Figuur 1.

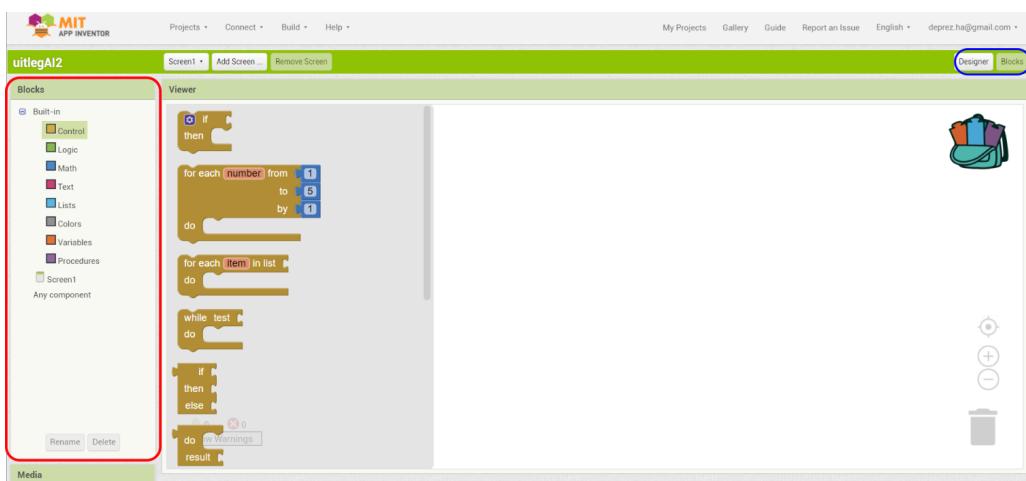


Figuur 1. Designer view in MIT App Inventor 2. Overschakelen tussen views doe je

rechtsbovenaan (blauwe rechthoek). Tabs zijn aangeduid in rood.

Hierin kan je de componenten toevoegen die je zal zien op het scherm tijdens het uitvoeren van je app. In de tab *Palette* (links) vind je alle componenten die je kan toevoegen. Dit is bijvoorbeeld een knop (Engels: button), een label, een afbeelding (Engels: image) enz. Je voegt componenten toe door ze vast te nemen en ze naar het scherm van de afgebeelde smartphone te slepen. Componenten kan je groeperen m.b.v. *HorizontalArrangement*, *VerticalArrangement* of *TableArrangement*. Componenten kan je een naam geven onder de tab *Components* door de component aan te klikken en op *Rename* te drukken. In de tab *Properties* (rechts) kan je de eigenschappen van de component veranderen: Welke tekst moet op de knop staan? Wat is de lettergrootte? Wil je de tekst in een andere kleur weergeven? ... Als je wilt weten wat een component doet, kan je het vraagteken naast de component in de tab Palette aanklikken voor een korte uitleg.

De andere view is de *blocks view*, weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Block view in MIT App Inventor 2.

Hierin voeg je de functionaliteit toe aan je app. Wat moet er gebeuren als je op de knop drukt? Misschien wil je de tekst in een label aanpassen, of wil je een andere afbeelding tonen. Er kan veel; wat je implementeert, hangt af van je verbeelding.

Experimenteren met MIT App Inventor 2

Ga na wat je allemaal kan doen in de programmeeromgeving. Welke componenten bestaan er allemaal? Welke eigenschappen kan je aanpassen?

Probeer een eerste app te maken. De app bevat een knop met de tekst "Zeg hallo", en een label zonder tekst. Als je op de knop drukt, moet de tekst "Hello world!" in het label verschijnen. Dit "Hello world!"-programma is een van de simpelste programmatjes die je kan schrijven. Wanneer programmeurs een nieuwe programmeertaal aanleren, schrijven ze steeds "Hello world!"-programma om te leren werken met de nieuwe taal, die we met een geleerde woord syntax noemen.

1.2 Testen en uitvoeren van de app

Om de app te testen moet je de MIT App Inventor 2 Companion App (te vinden in de Google Play Store) installeren op je smartphone. Zorg ervoor dat je computer en GSM met hetzelfde wifi-netwerk verbonden zijn. Klik op connect, rechtsboven in Figuur 1, en kies de eerste optie “AI companion”. Er verschijnt een QR-code die je kan scannen met je GSM. De app opent op je GSM, zodat je de functionaliteit kan testen.

Good morning app

Toon “Good morning!” in drie verschillende talen op het scherm, nl. Italiaans, Spaans en Duits.



1. Creëer een nieuw project.
2. Ontwikkel de designer view:
 - Welke layout?
 - Welke componenten?
 - Welke naam voor elke component?
 - Welke eigenschappen voor elke component?
3. Ontwikkel de block view
 - Indien klik op knopItaliaans: “Buon-giorno!”
 - Indien klik op knopSpaans: “Buenos dias!”
 - Indien klik op knopDuits: “Guten Morgen!”

Test de werking van je app grondig uit.

2 Blokken in de blocks view

Met MIT App Inventor 2 kan je heel gemakkelijk zelf aan de slag. De betekenis van de componenten is vaak intuïtief duidelijk en via het vraagteken kan je extra uitleg oproepen.

Hieronder bespreken we enkele belangrijke blokken uit de blocks view, waarvan de bedoeling misschien iets minder vanzelfsprekend is.

2.1 Controle (control)

Elke programmeertaal is opgebouwd rond drie belangrijke controlestructuren: ‘if’-loops, ‘for’-loops en ‘while’-loops.

2.2 Beslissingen nemen: *If then* blok

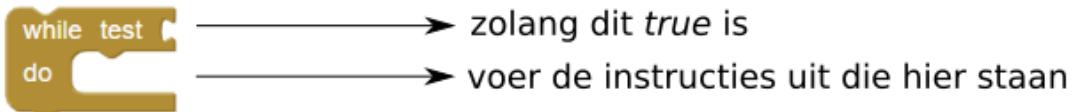
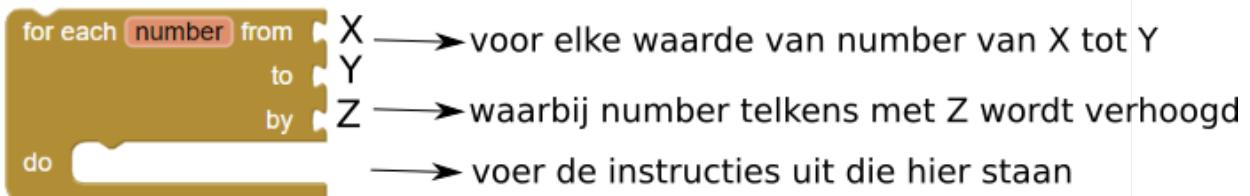


'If'-lussen laten toe een programma dynamisch te maken. Een *if*-lus kan je vergelijken met het kiezen van een weg op een kruispunt: als de voorwaarde voldaan is (YES), ga je naar links; anders ga je rechts.

Net zo kan je kiezen een bewerking enkel uit te voeren als een voorwaarde voldaan is (*If then* blok) of de ene bewerking uit te voeren als de voorwaarde voldaan is, en een andere als de voorwaarde niet voldaan is (*If then else* blok). Als je echt complexe dingen wil doen, kan je extra voorwaarden toevoegen (*If then, else if then, else then* blok).

2.3 Herhaling: *While test lus of for each lus*

Voor zaken die vaak uitgevoerd moeten worden, bv. de tekst op een label laten optellen van 1 tot 100, kan je gebruik maken van een repetitie-blok, zoals een *While test lus* of *for each lus*.



Een *While test lus* heeft twee delen: (1) een *test*-socket: Boolean expressie (waar of niet waar?) die getest wordt, en (2) een *do*-socket: een verzameling instructies die uitgevoerd wordt zolang de Boolean expressie **true** is. Pas op dat je geen oneindige lussen maakt: ooit moet de Boolean expressie **false** worden, anders blijf je vastzitten in de *while*-lus.

Bij een *for each*-lus wordt een teller (in ons voorbeeld `number`) steeds verhoogd (in ons voorbeeld met `Z`) binnen een bereik van waarden (in ons voorbeeld tussen `X` en `Y`). Een *for*-lus is ideaal om een probleem op te lossen waarbij een lus een vast aantal keer herhaald moet worden.

2.4 Logica (Logic)

Zoals eerder gezegd is een Boolean expressie een expressie die ofwel waar of ofwel vals is. Logische operatoren (zoals `AND` en `OR`) kunnen gebruikt worden om meerdere boolean expressies samen te stellen en zo meer complexe voorwaarden te testen. De logische operator `AND` geeft als output waar als beide inputs waar zijn, en onwaar als een of meerdere inputs onwaar zijn. De logische operator `OR` geeft als output waar als minstens een van beide inputs waar is, en onwaar als beide inputs onwaar zijn. De logische operator `NOT` geeft als output onwaar als de input waar is en geeft als output waar als de input onwaar is.

2.5 Wiskunde (Math)

Uiteraard kunnen bewerkingen op getallen uitgevoerd worden. Je vindt het volledige overzicht van mogelijke bewerkingen onder *Blocks - Math*.

2.6 Tekst (Text)

Naast wiskundige bewerkingen kan je ook tekst input van de gebruiker verwerken. De mogelijke bewerkingen die je op tekst kan uitvoeren vindt je onder *Blocks - Text*.

2.7 Variabelen (Variables)

Variabelen worden gebruikt om waarden bij te houden. Een bij te houden waarde kan bv. het resultaat van een wiskunde bewerking zijn, of een tekst input van de gebruiker die je later nog wilt aanpassen.

Belangrijk is dat er een onderscheid gemaakt wordt tussen lokale en globale variabelen, zie Figuur 3. Globale variabelen worden aangemaakt bij de opstart van het programma en kunnen doorheen het hele programma gebruikt worden. We zouden kunnen zeggen dat je vanuit elk blok “aan de globale variabele kan”. Lokale variabelen worden aangemaakt binnen een blok en kunnen enkel door blokken binnen de grenzen van de lokale variabele gebruikt worden.



Figuur 3. Het bovenste blok toont hoe je een globale variabele kan aanmaken, die doorheen het hele programma gebruikt kan worden. Het onderste blok toont hoe je een lokale variabele kan aanmaken, die enkel toegankelijk is binnen het blok van de variabele.

De **Get**-instructies worden gebruikt om de waarde van een variabele op te halen. De **Set**-instructie wordt gebruikt om de waarde van een variabele te wijzigen.

2.8 Lijsten (Lists)

Een lijst kan meerdere items met gelijkaardige data bevatten. Zo kan je bijvoorbeeld een lijst van getallen hebben, of een lijst van tekstwaarden. Als je 100 getallen moet bijhouden, is het makkelijker een lijst te gebruiken dan 100 verschillende variabelen.

Nadat een lijst wordt aangemaakt zoals in Figuur 4, kan je extra items aan de lijst toevoegen, of er items uit verwijderen. De volledige lijst van bewerkingen die je op een lijst kan toepassen, vind je onder *Blocks - list*



Figuur 4. Je kan een lege lijst aanmaken (boven), of een lijst aanmaken die reeds een aantal elementen bevat.

Module 3

Digitale afbeeldingen en video

Het meten van je hartslag met de smartphone is gebaseerd op kleurveranderingen in je vingertop, die we met de smartphone camera registreren in een video. Om goed te begrijpen hoe we die kleurveranderingen precies kunnen detecteren, is het belangrijk de basisprincipes achter digitale afbeeldingen en video te begrijpen. Daar gaan we in deze module dieper op in.

1 Digitale afbeeldingen

1.1 Hoe zijn digitale afbeeldingen opgebouwd?

Om jullie te laten kennis maken met de basisprincipes achter digitale afbeeldingen, raden we jullie aan onderstaand filmpje te bekijken.



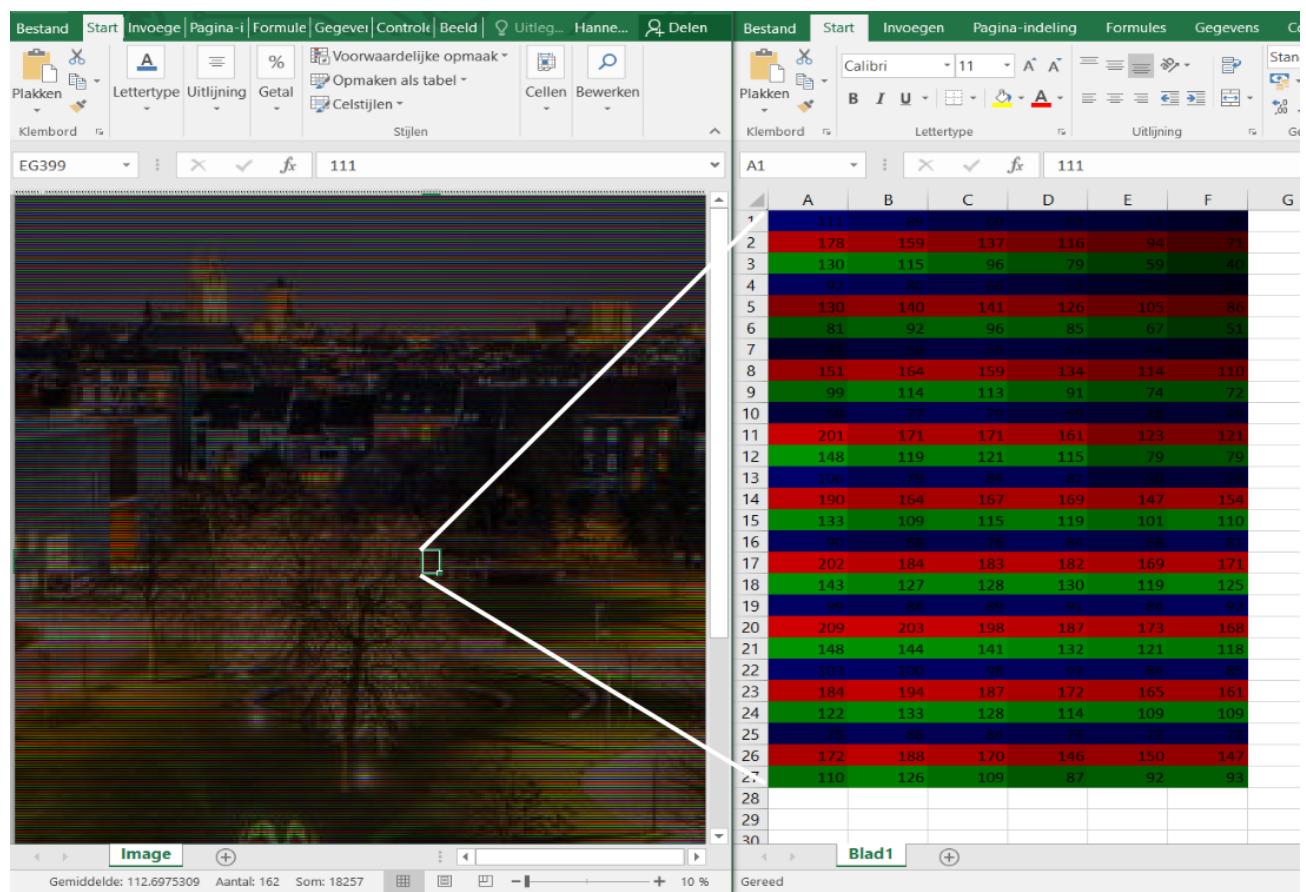
In het filmpje wordt uitgelegd dat digitale afbeeldingen opgebouwd zijn als een rooster. De vakjes uit het rooster noemen we “pixels”.

Elk pixel heeft een roodwaarde, een groenwaarde en een blauwwaarde. Met de combinatie van drie kleuren, nl. rood, groen en blauw, kan je quasi elke bestaande kleur genereren. De rood-, groen- en blauwwaarde van een pixel is steeds een getal tussen 0 en 255. Hoe kleiner het getal, hoe donkerder de kleur. Een roodwaarde van 0 komt dus overeen met een rood dat bijna zwart is. Omgekeerd, hoe groter het getal, hoe lichter de kleur. Een roodwaarde van 255 komt dus overeen met een rood dat bijna helemaal wit is. De drie getalwaarden voor rood, groen en zwart samen bepalen volledig de kleur die je zal zien. Dit drietal noemen we de RGB-waarde (R van rood/red, G van groen/green en B van blauw/blue) van de pixel.

In Figuur XXX zie je hoe een digitale afbeelding in een computer voorgesteld wordt.

Je kan ook zelf experimenteren met de RGB-waarden van een foto. Via <http://makeanddo4d.com/spreadsheet/> of onderstaande QR-code kan je een foto omzetten in een Excel-werkblad.

Inzoomen in het werkblad toont je de RGB-waarden van de individuele pixels. Uitzoomen in het werkblad toont je de volledige foto, weliswaar met een beperkte resolutie.



1.2 Toepassing op de hartslagmonitor: roodwaarde berekenen in MIT App Inventor 2

Voor de hartslagmonitor gaan we de roodwaarde van je vingertop analyseren.

Gedurende 1 hartslag verandert je vingertop heel subtiel van kleur. Wanneer het bloed door je aders gepompt wordt, zetten je aders een heel klein beetje uit. Daardoor komt het bloed net iets dichter bij de oppervlakte van je huid en kleurt je vingertop net iets meer rood dan daarvoor. Die verandering in roodwaarde van je vinger kan je met het blote oog niet detecteren, maar als je een filmpje maakt van je vinger, kan een computer, of zelfs je smartphone, die subtiële kleurverschillen wel waarnemen.

We maken een filmpje van onze vingertop. In dit filmpje worden de kleurveranderingen van je vingertop ten gevolge van je hartslag geregistreerd. Een filmpje dat afspeelt is in feite niet meer dan een aantal foto's die heel snel na elkaar getoond worden. Hier gaan we zo dadelijk, in Sectie 2 verder op in. Als we het opgenomen filmpje splitsen in de achterliggende foto's en van elke foto bepalen "hoe rood" die is, kennen de roodwaarde van je vingertop in functie van de tijd. Dit is een grafiek, die net zoals de grafiek in Figuur 2 een piek heeft voor elke hartslag. Door het aantal pieken in een beperkt tijdsinterval (bv 15 s) te tellen en dit aantal te herleiden naar het aantal pieken per minuut (bv door het aantal pieken in 15 s te vermenigvuldigen met vier), kan je de hartslag berekenen.

Om het project tot een goed einde te brengen, moeten we dus "de roodwaarde" van een foto kunnen berekenen. De roodwaarde van een foto zullen we bepalen als het gemiddelde van de roodwaarde van elke pixel van de foto.

■ Opdracht: roodwaarde van een foto bepalen in sApp Inventor ■

Bepaal de roodwaarde van een foto in App Inventor 2.s

Volg daarvoor de volgende stappen:

1. Voeg een canvas component toe aan je scherm.
2. Upload een foto naar keuze en stel de foto in als achtergrond van het canvas. Pas de afmetingen van het canvas aan zodat de verhoudingen van de foto goed zijn.
Tip: Voor de meeste rechtopstaande foto's is de verhouding tussen de hoogte en de breedte 16:9 (voor liggende foto's 9:16). Als de hoogte van een rechtopstaande foto vastgelegd wordt op 200 pixels, moet de breedte dus ongeveer $\frac{9}{16} \cdot 200$ pixels zijn om de oorspronkelijke verhouding te respecteren.
3. Voeg een knop en een label component toe.
4. Ga nu naar de Designer view. Voeg de nodige blokken toe zodat de roodwaarde van de foto berekend wordt als de knop ingedrukt wordt. De berekende roodwaarde verschijnt in de label component.
5. *Tip:* De canvas component heeft een methode/blok waarmee je de RGB-waarde van een pixel op breedte x en hoogte y in het rooster van de foto mee kan berekenen. De RGB-waarde wordt opgeslaan als een lijst met drie elementen.
6. *Tip:* Om de roodwaarde te bekomen, selecteer je het eerste element uit de lijst met de drie kleurwaarden.
7. *Tip:* Om de gemiddelde roodwaarde van een foto te berekenen, gebruik je twee for-lussen: 1 lus loopt over alle pixels in de breedte van een foto (x varieert), de andere lus loopt over alle pixels in de hoogte van de foto (y varieert). De grenzen waarbinnen x en y variëren, kan je bepalen a.d.h.v. de breedte en de hoogte van je canvas component.
8. *Tip:* om een gemiddelde van een rij getallen te berekenen, maak je eerst de som van alle getallen, en die som deel je vervolgens door het aantal getallen dat je opgeteld hebt:

$$\text{Gemiddelde van } 2, 7 \text{ en } 10 = \frac{2 + 7 + 10}{3} = 6,33$$

Iets algemener, voor het gemiddelde van 5 willekeurige getallen:

$$\bar{a} = \text{Gemiddelde van } a_1, a_2, \dots, a_5 = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_5}{n} = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i}{5}$$

Nog algemener, voor het gemiddelde van n willekeurige getallen:

$$\bar{a} = \text{Gemiddelde van } a_1, a_2, \dots, a_n = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Opmerking. De gemiddelde roodwaarde van een foto berekenen kan even duren!

Daarom gaan we in de toekomst niet werken via deze omslachtige manier, maar gebruiken we een apart blok dat een foto als input neemt en meteen de gemiddelde roodwaarde van de foto als output teruggeeft.

2 Digitale video



- Uitleg video - afbeelding Dimitri, frame rate!
- Filmpje digital video <https://www.youtube.com/watch?v=-1s-SuUQYs4>
- App video to frames

2.1 Toepassing: een filmpje splitsen in foto's

Opdracht: een filmpje splitsen in foto's

Pluk een filmpje van het internet of maak zelf een filmpje. Gebruik de app "Video naar afbeeldingen" om het filmpje te splitsen in opeenvolgende foto's.

Opmerking. Het splitsen van video in afbeeldingen kan even duren!



De foto's worden na het splitsen getoond. Deze foto's worden ook apart op de smartphone opgeslaan. De map waar de foto's worden opgeslaan wordt ook weergegeven. Je kan deze foto's dus ook achteraf nog raadplegen of gebruiken.

Als je een willekeurig filmpje in foto's splitst, zie je hoe de foto's veranderen doorheen de tijd. Als de foto's snel genoeg na elkaar getoond worden, kan je oog de individuele foto's niet meer onderscheiden, waardoor je een continue beweging ziet.

2.2 Toepassing: een filmpje van je vingertop splitsen in foto's

Opdracht: een filmpje splitsen in foto's

Maak een filmpje van 15 s van je vingertop en splits het filmpje in foto's. Zie jij de kleurverschillen ten gevolge van je hartslag?

3 Toepassing: de hartslagmonitor

- Gemiddelde roodwaarde voor filmpje naar excel bestand
- Intermezzo: App inventor 2: for, file om bestand op te slaan
- Hartslag bepalen in excel

Module 4

Automatische piekdetectie

-
- 1 Wat is een piek in een signaal?**
 - 2 Intermezzo: differentiequotiënt en afgeleide**
 - 3 Programmeren in MIT App Inventor 2: automatische piekdetectie**
 - 4 Intermezzo: Frequentieanalyse m.b.v. Fouriertransformaties**

Module 5

Bouwen van de complete app

- 1 Video opnemen**
- 2 Video naar afbeeldingen m.b.v. app VideoNaarAfbeeldingen**
- 3 Gemiddelde roodwaarde voor elke afbeelding berekenen**
- 4 Grafiek van de gemiddelde roodwaarde i.f.v. de tijd**
- 5 Automatische piekdetectie en berekening van de hartslag**
- 6 Extra: frequentie-analyse m.b.v. Fouriertransformatie**



Module 6

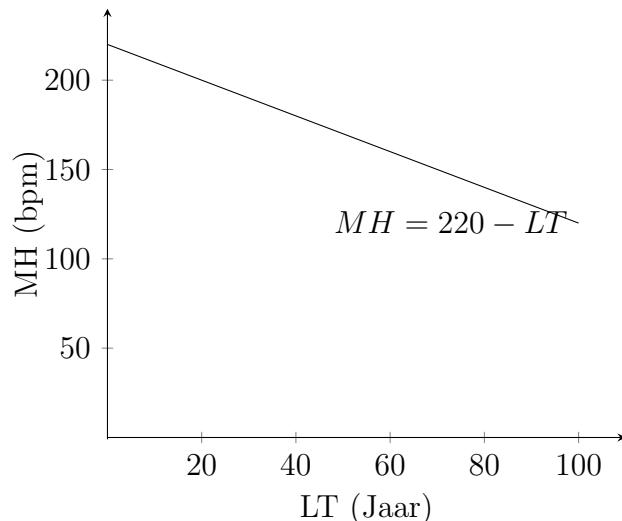
Experimenteren met de app

- 1 Vergelijking met bloeddrukmeter/hartslagmeter/smartwatch**
- 2 Invloed van sport en rust**
- 3 Evaluatie: wat kan beter?**

Oplossingen van de oefeningen zonder *

Oplossingen module 1

- 1
- $MH_{18} = 202$ en hartslagbereik tussen 111,1 en 171,7
 - $MH_{30} = 190$ en hartslagbereik tussen 104,5 en 161,5
 - $MH_{65} = 155$ en hartslagbereik tussen 85,25 en 131,75



2

- 3
- 10 s: factor 6
 - 20 s: factor 3
 - Hoe korter de telperiode, hoe nauwkeuriger je moet tellen. Eventuele telfouten worden immers vermenigvuldigd met de factor. De factor is groter, naarmate de telperiode korter is. Telfouten worden dus groter als de telperiode korter is.



Oplossingen module 2

Oplossingen module 3

Oplossingen module 4

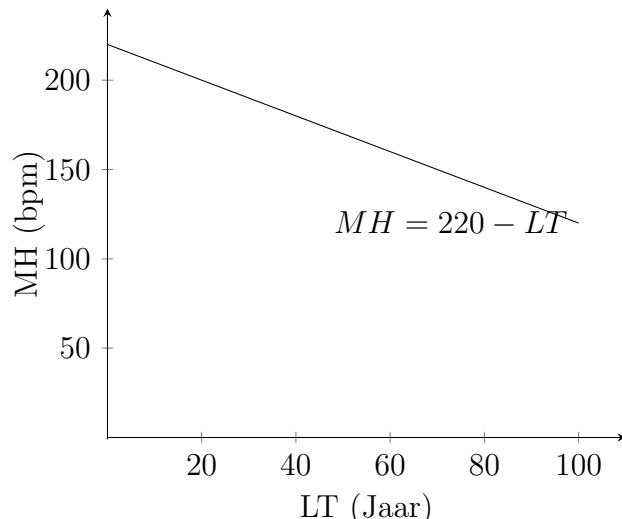
Oplossingen module 5

Oplossingen module 6

Oplossingen van alle oefeningen

Oplossingen module 1

- 1
- $MH_{18} = 202$ en hartslagbereik tussen 111,1 en 171,7
 - $MH_{30} = 190$ en hartslagbereik tussen 104,5 en 161,5
 - $MH_{65} = 155$ en hartslagbereik tussen 85,25 en 131,75



2

- 3
- 10 s: factor 6
 - 20 s: factor 3
 - Hoe korter de telperiode, hoe nauwkeuriger je moet tellen. Eventuele telfouten worden immers vermenigvuldigd met de factor. De factor is groter, naarmate de telperiode korter is. Telfouten worden dus groter als de telperiode korter is.



Oplossingen module 2

Oplossingen module 3

Oplossingen module 4

Oplossingen module 5

Oplossingen module 6

INNOVATION LAB

Gebroeders De Smetstraat 1
9000 GENT, België
innovationlab@kuleuven.be
<https://eng.kuleuven.be/innovationlab>

