

∞⁺ PROTM voor professionals

Sebastian Romero (Arduino Pro Team)

Arduino zag in 2005 het leven als een goedkope oplossing voor het maken van prototypes. Hiermee konden creatievelingen interactieve objecten bouwen zonder veel van elektronica te weten. Al snel raakten ook elektronici geïnteresseerd in Arduino, omdat het hun werk gemakkelijk maakte. Maar het ging niet alleen om het gebruiksgemak: de hardware-abstractielaag van Arduino maakt het mogelijk om firmware te maken die op verschillende platforms draaide. Bovendien zijn zowel de hardware als de software open source, zodat je niet afhankelijk bent van een leverancier. Dat is een voordeel dat veel mensen konden waarderen.

Inmiddels, bijna twee decennia later, is Arduino uitgegroeid tot een volwassen, professioneel platform met een groot bereik aan hardware- en softwareproducten voor het maken van slimme en connected oplossingen voor elke denkbare toepassing. Nu brengt Arduino Pro de kennis en ervaring die in de loop der jaren intern en door de miljoenen communityleden is verzameld naar de professionals.

Het was altijd zo dat mensen die Arduino gebruikten voor het bouwen van een prototype, uiteindelijk toch een equivalente schakeling op een zelfstandige print moesten ontwerpen en de firmware aanpassen voor fabricage en uitrol. Het is wel mogelijk om stukjes van het prototype mee te nemen, maar een groot deel moet toch worden herontworpen. Arduino Pro moet daar verandering in brengen: hardware van industriële kwaliteit die eerst kan worden gebruikt voor het bouwen van een prototype en later kan worden geïntegreerd als een modulair onderdeel van de uiteindelijke oplossing.

Als de firmware voor zowel het prototype als voor de uiteindelijke oplossing hetzelfde is, bespaart dat ontwikkelkosten en minimaliseert het de time-to-market.

Benutten van kennis

Arduino's missie is altijd geweest om ingewikkelde technologieën open en eenvoudig bruikbaar te maken voor iedereen. Zo is het ook met Arduino Pro. Het doel is professionals op dezelfde manier te helpen als Arduino heeft gedaan voor makers, opleiders, kunstenaars en knutselaars.

We kunnen Arduino Pro zien als een voortzetting van de leerervaringen die veel mensen in hun opleiding hebben doorgemaakt. Alle kennis voor het implementeren van projecten met Arduino die eerder is aangeleerd, kan worden benut en vergroot met kennis van de Arduino Pro-producten. Veel mensen die nu de Arduino Pro-infrastructuur gebruiken waren ooit makers die hun eigen zelfbouwprojecten creëerden. Nu kunnen ze die kennis opnieuw gebruiken en die in een professionele omgeving in de industrie inbrengen. Dat verkort niet alleen de time-to-market voor het ontwikkelen van nieuwe producten maar maakt ook dat mensen zonder veel extra opleiding kunnen overgaan van Arduino naar de Pro-producten. Het maakt het ook gemakkelijker om mensen in dienst te nemen, die immers vaak al eerder hebben geëxperimenteerd met de Arduino-infrastructuur. De abstractielaag van de Arduino-API [1] voorkomt *vendor lock-in*, doordat je software gemakkelijk op verschillende processoren kan werken, ook op die van andere leveranciers. Alle aangeleerde kennis kan bij die systemen en toepassingen opnieuw worden gebruikt. En als je geen oplossing vindt voor je specifieke toepassing, dan zijn er meer dan 30 miljoen mensen in de Arduino-community die je met hun collectieve kennis kunnen helpen. Als dat nog niet genoeg is, is er ook nog Arduino's eigen ondersteunings- en klantsuccessteam dat je kan helpen om je project van de grond te krijgen en je problemen op te lossen.

Hardware van industriële klasse

Arduino Pro biedt een assortiment van hardwareoplossingen voor allerlei toepassingen. Enkele toepassingsgebieden zijn:

- fabricagetechnologie en -processen
- landbouw, bouw, civiele techniek
- IoT-gebouwautomatisering / veiligheidssystemen
- trackingsystemen
- wearables en mobiele apparatuur
- prototyping

Arduino Pro levert hardware voor professionals om dat soort oplossingen te implementeren, maar wat betekent dat? Arduino Pro-producten zijn niet alleen onder verschillende labels gecertificeerd, maar voldoen ook aan industriële standaarden voor temperatuur- en trillingsbestendigheid. Daardoor kunnen deze producten worden gebruikt in complexe toepassing met zware technische eisen, zoals applicaties *at the edge*. Dankzij deze kwaliteiten is Arduino Pro inzetbaar in commerciële oplossingen. **Figuren 1 en 2** tonen enkele voorbeelden van zulke producten.

Arduino biedt toegang tot professionele ontwikkelomgevingen, en niet alleen voor het ontwikkelen van je eigen software: met professionele debugtools zoals Lauterbach TRACE32 GDB kun je foutzoeken in ingewikkelde toepassingsscenario's. Zo bouw je robuuste software die stabiel draait op je hardware als hij wordt ingezet in het veld. Arduino Pro-hardware is uitbreidbaar, dat wil zeggen dat je verschillende producten kunt combineren voor nog meer functionaliteit. En als dat niet volstaat, zijn

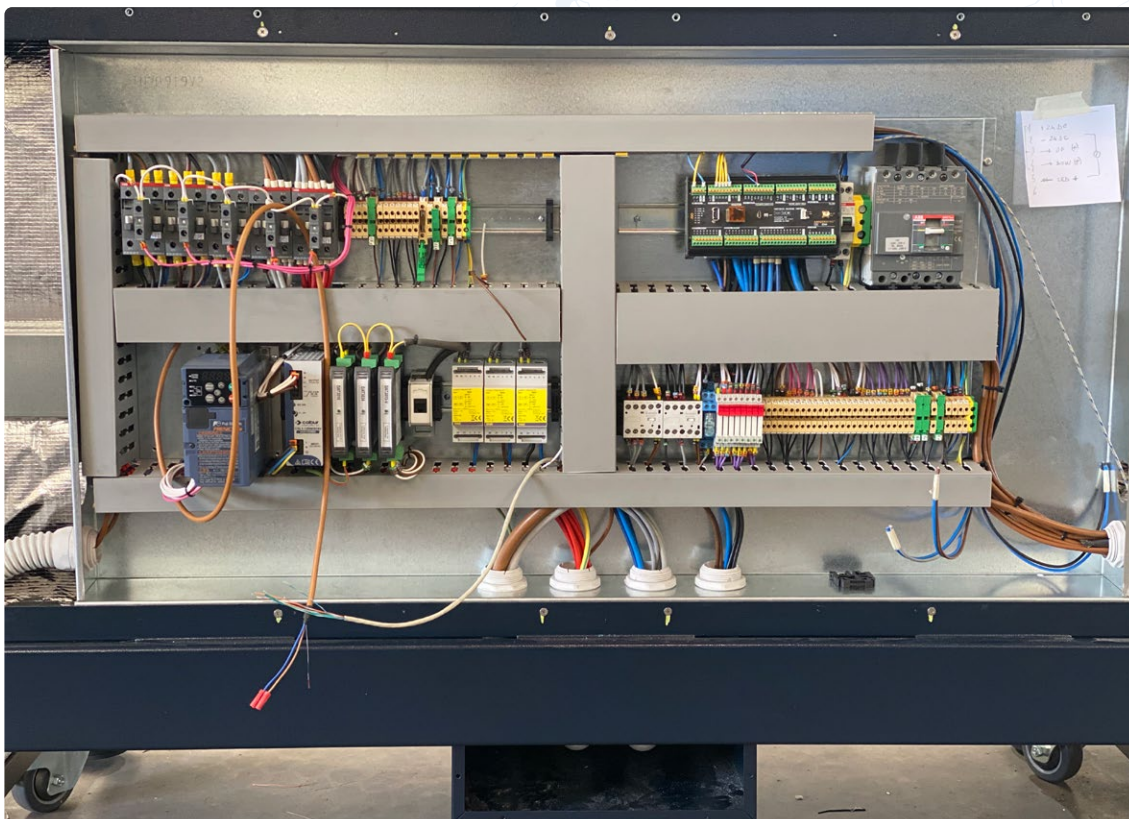
ze ook nog compatibel met hardware uit de Arduino's maker-productlijn.

Arduino heeft samengewerkt met partners zoals Edge Impulse [2], OpenMV [3] en The Things Industries [4] om hun gebruikers toegang te geven tot de nieuwste technologie voor het draaien van AI-modellen, beeldherkenningssoftware of voor verbindingen met de cloud via LoRaWAN.

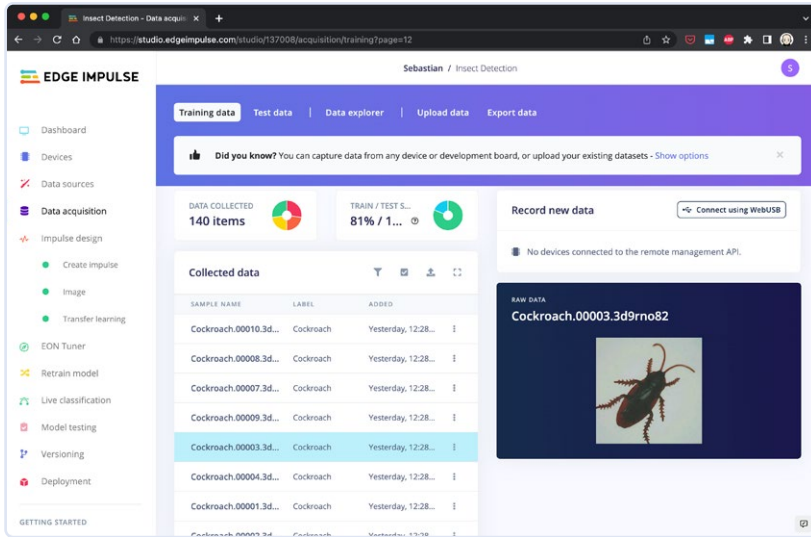
De integratie met Edge Impulse Studio maakt het heel gemakkelijk om machine learning-modellen te trainen (**figuren 3 en 4**). Daarmee kun je eenvoudige afbeeldingen classificeren, objecten vinden en tellen in afbeeldingen (**figuur 5**), sensordata analyseren (bijvoorbeeld trillingsdata voor voorspellend onderhoud), IMU-data



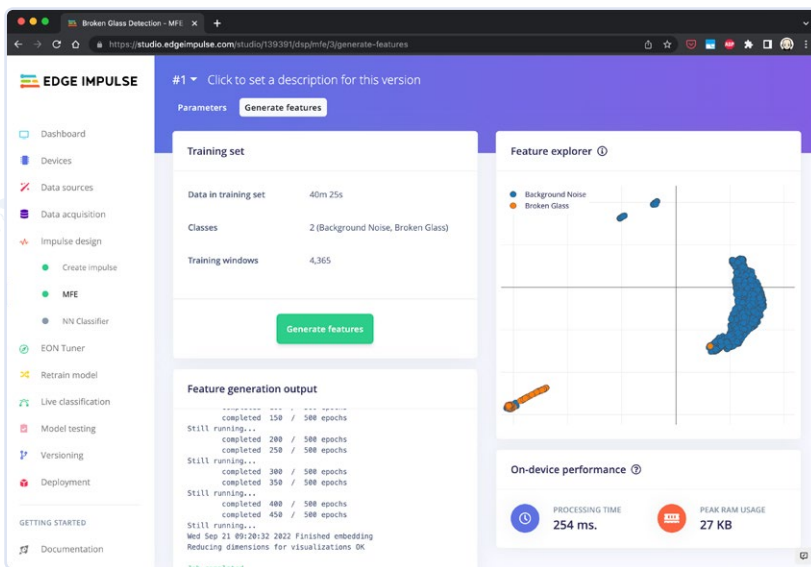
▲
Figuur 1. Een betrouwbare Arduino-oplossing met LoRaWAN voor het detecteren van geparkeerde auto's, ontwikkeld door Bosch (bron: Bosch).



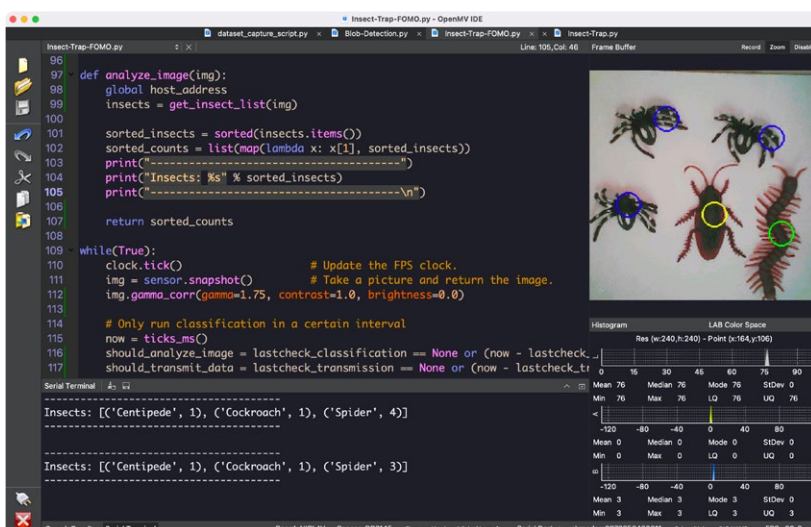
◀
Figuur 2. Slimme oven, gebouwd door Rinaldi Superforni, met Arduino Portenta Machine Control (bron: Rinaldi Superforni).



Figuur 3. Data-acquisitie in Edge Impulse Studio voor het detecteren van insecten.



Figuur 4. Feature-generatie in Edge Impulse Studio om het geluid van brekend glas te detecteren.

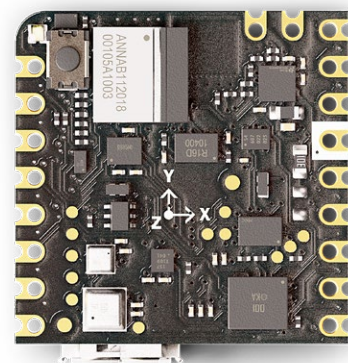


Figuur 5. Detectie van insecten met een Arduino Nicla Vision-board in OpenMV met behulp van TensorFlow Lite.

gebruiken om bewegingen en gebaren te onderzoeken – enzovoort.

Omdat veel Arduino-boards meerdere geïntegreerde sensoren hebben (figuren 6 en 7), kun je sensorgegevens samenvoegen om je machine learning-modellen nog geavanceerder te maken. Door data van meerdere sensoren te combineren, kun je nauwkeuriger classificeren en de omgeving beter analyseren om te bepalen wat er gebeurt rondom de sensoren. Met Arduino Pro-hardware kun je deze modellen zeer efficiënt draaien op een hoge frequentie.

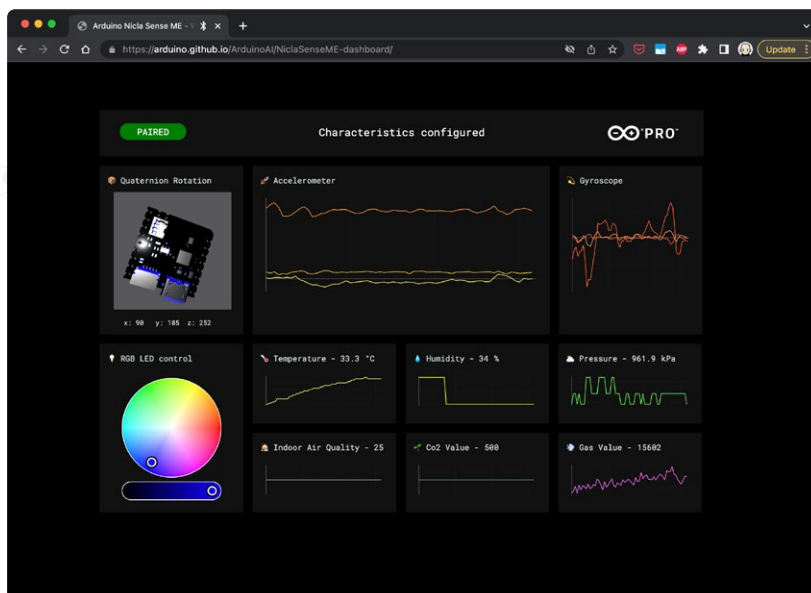
De integratie van Arduino-producten in het OpenMV-platform maakt het mogelijk om efficiënt machine vision-algoritmen te draaien op Arduino-hardware. Je kunt objecten detecteren in afbeeldingen en hun eigenschappen zoals vorm, kleur, oriëntatie, afstand en nog veel meer bepalen. In combinatie met machine learning maakt dit mogelijk om nog beter te bepalen wat voor objecten er in beeld zijn en wat hun onderlinge relatie is. Het is zelfs mogelijk de beweging van objecten te analyseren en hun koers te bepalen.



Figuur 6. Arduino Nicla Sense ME met on-board-sensoren voor het meten van rotatie, versnelling, druk, vochtigheid, temperatuur, luchtkwaliteit en CO₂-niveaus.

De samenwerking met The Things Industries heeft het gemakkelijker dan ooit gemaakt om Arduino-oplossingen te verbinden met de cloud, zelfs als ze *at the edge* worden ingezet. Dat is vooral nuttig in gebieden waar geen mobiel datanetwerk beschikbaar is. Met LoRa-technologie kan met een zeer klein vermogen data worden verzonden, telkens als die beschikbaar is. Dat betekent dat de apparaten uit een batterij of zelfs direct uit een klein zonnepaneel kunnen worden gevoed.

Al die mogelijkheden samen openen een hele wereld van intelligente toepassingen om de juiste opbouw van producten op een assemblagelijntje te volgen, bosbranden te detecteren, dieren in het wild te observeren, preven-



Figuur 7. WebBLE-dashboards met weergave van sensorwaarden die afkomstig zijn van Arduino Nicla Sense ME.

tief onderhoud te doen aan machines voordat ze kapot gaan, slimme irrigatie mogelijk te maken, de circulatie van stadsverkeer te optimaliseren enzovoort.

Complexe technologie toegankelijk gemaakt

Geavanceerde technologieën brengen vaak ingewikkelde documentatie zoals datasheets met zich mee, die we eerst moeten doorspitten voordat we zelfs maar kunnen beginnen. Bij Arduino vinden we dat ook de professionals betere gebruikerservaring verdienen. Daarom levert Arduino handige default-configuraties voor alle producten.

Er zijn bijvoorbeeld standaardconfiguraties voor sensoren en vermogensregelaars die gebruiksklaar geleverd worden, zonder dat iets ingesteld moet worden. Maar als je meer controle over de instellingen nodig hebt, kun je daar een configuratie-API voor gebruiken. Dat is vooral nuttig in de vroege fases van een project wanneer je de haalbaarheid wilt beoordelen of de integratie tussen verschillende componenten of apparaten wilt testen om ze snel aan de praat te krijgen. Later, als je een werkende oplossing hebt, kun je dieper in de configuratie van de componenten duiken en ze exact instellen zoals je wilt. En omdat Arduino meestal de broncode van de bibliotheken en hardwarekernen publiceert, kun je zelfs aanpassingen op machinetaalniveau doen, mocht dat nodig zijn.

Als je andere sensoren of actuatoren van derden moet integreren, is dat ook zeer gemakkelijk te doen. Dankzij de enorme Arduino-community zijn er drivers voor allerlei standaard en zelfs exotische componenten beschikbaar als Arduino-bibliotheken die zonder aanpassing kunnen worden gebruikt. Je hoeft de bibliotheken alleen maar te installeren met de Arduino IDE of de commandoregel-interface en je kunt aan de slag.

Professionele IoT-oplossingen

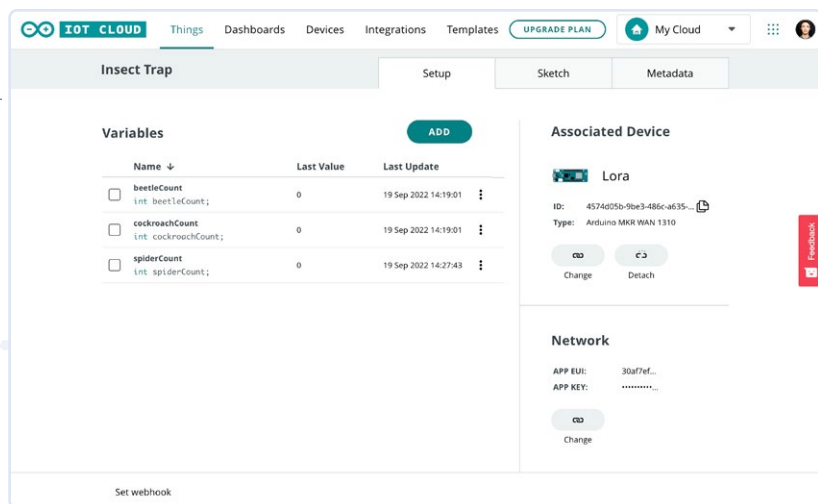
Het schalen van oplossingen naar de wereld van IoT is een enorme uitdaging, omdat ofwel de setup heel

ingewikkeld is, of de stabiliteit te wensen overlaat of het onderhoud moeilijk is. Arduino heeft daar een oplossing voor. Die heet de Arduino Cloud en biedt een professioneel account voor je bedrijfstoepassingen. Daarmee heb je toegang tot sensordata, waar die ook is verzameld, en kun je elk denkbaar apparaat op afstand besturen, als het maar met Arduino-hardware te verbinden is.

Voor geavanceerde veiligheidseisen heeft Arduino een specifieke oplossing uitgewerkt die een veilige vertrouwensbasis op IC-niveau biedt. Je verbinding is veilig en kan niet worden gekraakt, omdat de geheimen zijn opgeslagen in een separate chip. Om veiligheid op toepassingsniveau te garanderen, heeft Arduino onlangs rol-gebaseerde toegang tot de cloud-projecten geïntroduceerd. Je kunt dus exact vastleggen wie toegang mag hebben tot wat.

Als je IoT-oplossingen uitrolt op een groot aantal apparaten, wil je zeer waarschijnlijk ook regelmatig de toepassing en/of het besturingssysteem actualiseren. Voor de meest geavanceerde toepassingen heeft Arduino onlangs het Portenta X8-board geïntroduceerd waarop een Yocto-laag draait voor een Linux-kern als besturingssysteem. De applicatielaag bestaat uit docker-containers, die individueel en veilig geactualiseerd kunnen worden. Om dit proces te vereenvoudigen en automatiseren, heeft Arduino samengewerkt met Foundries.io [5] om een vlootmanagementsysteem te ontwikkelen. Alternatieve oplossingen die het besturingssysteem samenvoegen met de toepassing hebben vaak geleid tot problemen met mislukte updates die het hele systeem instabiel maakten. Het scheiden van het besturingssysteem en de toepassing voorkomt dit probleem.

Om de configuratie van de apparaten voor gebruik met Arduino Cloud verder te vereenvoudigen, heeft Arduino onlangs de Arduino Cloud CLI geïntroduceerd. Dit is een tool dat gestart wordt vanaf de commandoregel voor het gebruik van templates om zeer efficiënt 'things' (IoT-datacontainers) en dashboards op te zetten. Als je bijvoorbeeld een groot aantal sensorknooppunten hebt die hetzelfde type data moeten verzamelen, dan moet



Figuur 8. Voorbeeld van het opzetten van 'things' in Arduino IoT Cloud.

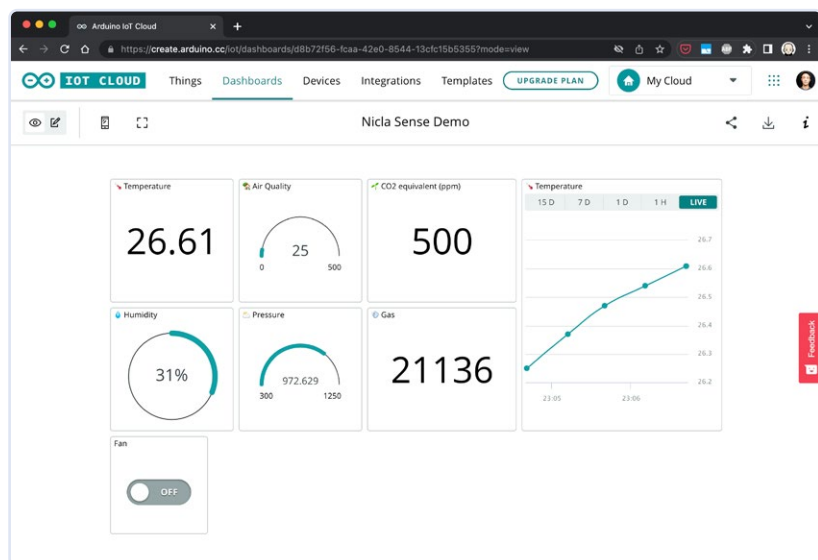
je die allemaal op dezelfde manier configureren. In zo'n geval kun je één template definiëren met alle variabelen die je wilt gebruiken (figuur 8) en dat kun je dan gebruiken om elk van die apparaten toe te wijzen aan het bijbehorende 'thing'. Om alle data van die sensoren te visualiseren, kun je dan vanuit een template een dashboard opzetten en dat gewoon verbinden met de 'things' die je eerder gemaakt hebt (figuur 9). Deze aanpak maakt het heel gemakkelijk om je IoT-project op te schalen als je van prototype naar uitrol gaat.

Low power

Vooral voor oplossingen die worden ingezet op plaatsen waar geen elektriciteitsnet is, is een gering stroomverbruik erg belangrijk. Een sensorknooppunt op een moeilijk toegankelijke plaats, zoals in een boom of begraven in de grond, moet liefst maanden of zelfs jaren werken op één batterij. Het is dus belangrijk zo weinig mogelijk stroom te verbruiken.

Arduino Pro besteedt veel aandacht aan zuinige componenten en aan software voor low power-toepassingen. Een board kan in slaaptoestand worden gezet totdat er een voor de toepassing relevante gebeurtenis plaatsvindt. In de slaaptoestand houden alle componenten op met hun activiteiten om energie te sparen. Het Portenta Vision Shield bijvoorbeeld heeft een low power-camera met

Figuur 9. Arduino IoT Cloud-dashboard met weergave van sensorwaarden uit Nicla Sense ME.



bewegingsdetectie. Als er activiteit is in het blikveld van de camera, kan die de andere componenten wekken om de beelddata te verwerken. Dat kan bijvoorbeeld inhouden dat de MCU wordt gewekt om beeldherkenning toe te passen voor het classificeren van de objecten in het camerabeeld en de LoRa-module wordt gewekt om de data efficiënt naar de cloud te sturen. In dit voorbeeld wordt de ML-inferentie gedaan op het apparaat zelf. Er hoeft dus maar weinig data (alleen het resultaat van die inferentie) te worden verzonden. En dat spaart natuurlijk energie. Zulke zuinige oplossingen kunnen lang op een enkele batterij draaien. Indien nodig kan de batterij worden geladen met behulp van op het board aanwezige elektronica, bijvoorbeeld uit een zonnepaneel. [↩](#)

220552-03 (vertaling: Evelien Snel)

Over de auteur

Sebastian Romero, Head of Content bij Arduino, is een interactie-ontwerper, opleider en creatief technoloog met een zwak voor mensen. Met zijn team is hij verantwoordelijk voor het bouwen van boeiende leerervaringen om miljoenen engineers, ontwerpers, artiesten, hobbyisten en studenten te helpen met innoveren.



Gerelateerde producten

- > **Arduino Nicla Sense ME**
www.elektormagazine.nl/arduino-nicla-sense-me
- > **Arduino Nicla Vision**
www.elektormagazine.nl/arduino-nicla-vision
- > **Arduino Portenta Vision Shield**
www.elektormagazine.nl/arduino-portenta-vision-shield
- > **Arduino Portenta Machine Control**
www.elektormagazine.nl/arduino-portenta-machine-control

WEBLINKS

- [1] Arduino-API: <https://github.com/arduino/ArduinoCore-API>
- [2] Edge Impulse: www.edgeimpulse.com
- [3] OpenMV: <https://openmv.io>
- [4] The Things Industries: www.thethingsindustries.com
- [5] Foundries.io: <https://foundries.io>