



elektor **BONUS**

design > share > earn

vrijgegeven

692B
SINDS 1961

EDITIE

AI

gast-editie

Elke week gratis nieuwe artikelen!

Week 50

Available in week 51

Available in week 51

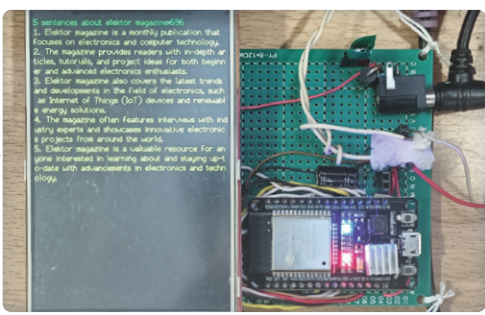
Available in week 1 (2025)



Hoogwaardige Edge AI

De nieuwe STM32N6

Available in week 1 (2025)



Available in week 52

Uw eigen AI-terminal
Geef ChatGPT een stem

MAZZELAAR!



GRATIS
DOWNLOAD

Een e-zine abonnee mist nooit het maandelijkse 'reverse project'

Nog geen abonnee? Schrijf je in voor onze gratis e-zine op elektormagazine.nl/ezine-24



64^e jaargang nr. 692B
 Guest-Edited AI Bonus Edition 2024
 ISSN 2590-0765

Elektor verschijnt acht keer per jaar en is een uitgave van

Elektor International Media B.V.
 Postbus 11, 6114 ZG Susteren (Nederland)
 Tel.: +31 (0)46 4389444

www.elektor.nl | www.elektormagazine.nl

Voor al uw vragen: service@elektor.nl

Lid worden: www.elektormagazine.nl/abo

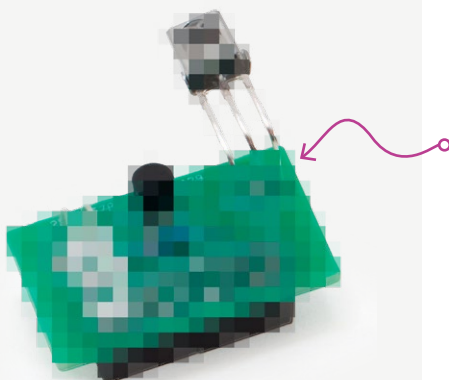
Advertenties

Raoul Morreau
 Tel. +31 (0)6 4403 9907
raoul.morreau@elektor.com
www.elektormagazine.nl/adverteren

Auteursrecht

© Elektor International Media B.V. - 2024

Niets uit deze uitgave mag verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De auteursrechtelijke bescherming van Elektor strekt zich mede uit tot de illustraties met inbegrip van de printed circuits, evenals de ontwerpen daarvoor. In verband met artikel 30 van de Rijsoctrooiwet mogen de in Elektor opgenomen schakelingen slechts voor particuliere of wetenschappelijke doeleinden vervaardigd worden en niet in of voor een bedrijf. Het toepassen van de schakelingen geschiedt buiten de verantwoordelijkheid van de uitgever. De uitgever is niet verplicht ongevrraagd ingezonden bijdragen, die hij niet voor publicatie aanvaardt, terug te zenden. Indien de uitgever een ingezonden bijdrage voor publicatie aanvaardt, is hij gerechtigd deze op zijn kosten te (doen) bewerken. De uitgever is tevens gerechtigd een bijdrage te (doen) vertalen en voor haar andere uitgaven en activiteiten te gebruiken tegen de daarvoor bij de uitgever gebruikelijke vergoeding.



Bonus AI projecten en artikelen

Dacht je echt dat we klaar waren met het leveren van AI-gerelateerde content nadat we de Guest-Edited AI-edition 2024 van ElektorMag hadden aangekondigd? Absoluut niet! Zoals vaste Elektor-lezers weten, hebben we altijd nieuwe projecten, tutorials en achtergrondartikelen in de pijplijn. Met deze Bonuseditie, die we in de loop van vier weken onthullen, willen we je inspireren om de komende weken en maanden nieuwe AI-gerelateerde toepassingen te ontwerpen.

Als je op zoek bent naar een project om te beginnen met het experimenteren met AI, dan is het artikel "AI-gebaseerde universele IR afstandsbediening" een geweldige manier om te beginnen! Met behulp van een Raspberry Pi 5, Google's MediaPipe Studio platform en een kleine plug-in interfacekaart kun je een veelzijdig gebarenherkenningssysteem maken om je TV of andere apparaten te bedienen met IR-afstandsbedieningen.

Kan een modern gebouw de geest van Turing's oorspronkelijke experiment vangen? Ontdek in "Uw eigen AI-terminal" hoe een ESP32-module, gekoppeld aan een TFT-scherm en een I2S-versterker, de poort wordt naar een 21e-eeuwse versie van

de Turingtest, die rechtstreeks communiceert met ChatGPT.

In "AI voor conceptueel productontwerp" bekijken we hoe AI een revolutie teweeg heeft gebracht in het creëren van beelden. Ontwerpers kunnen sketches en ideeën omzetten in fotorealistische renderings met slechts een goed geformuleerde tekstopdracht. Duik in deze verkenning van AI-gestuurde ontwerptools. Nieuwsgierig naar de geschiedenis van AI op de pagina's van Elektor? In deze editie nemen we je mee op reis door de archieven van Elektor en laten we zien hoe kunstmatige intelligentie zich heeft ontwikkeld binnen de elektroniegemeenschap. Duik in de topaanbevelingen van onze redacteurs uit eerdere edities van je favoriete tijdschrift. En er staat je nog veel meer te wachten in deze gratis Bonuseditie!

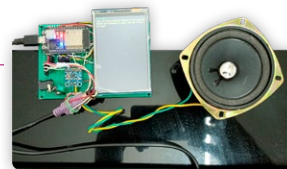
Nadat je je in deze uitgave hebt verdiept en je eigen AI-gerelateerde projecten bent gestart, zorg er dan voor dat je je ervaringen deelt op het Elektor Labs online platform: www.elektormagazine.com/labs. We zijn benieuwd naar je creaties!

C. J. Abate (Content Director, Elektor)

IN DEZE EDITIE

4 Uw eigen AI-terminal

Geef ChatGPT een stem



8 Hoogwaardige Edge AI: de nieuwe STM32N6

Een doorbraak in prestaties en AI-mogelijkheden



beschikbaar in week 51

beschikbaar in week 52

beschikbaar in week 1 (2025)



De Guest-Edited AI Edition 2024 van ElektorMag is verkrijgbaar bij de tijdschriftenwinkel en in de Elektor Store.

www.elektor.nl/np-0692



Uw eigen AI-terminal

geef ChatGPT een stem

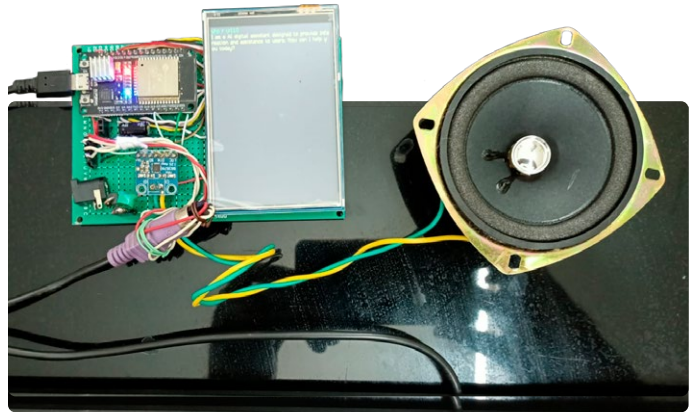
Somnath Bera (India)

Of AI-oplossingen zoals ChatGPT de Turingtest kunnen doorstaan, staat nog steeds ter discussie. Destijds stelde Turing zich een menselijke operator voor die antwoorden op vragen die werden verzonden en ontvangen met behulp van een elektromechanische teletypemachine moest beoordelen. Hier bouwen we een 21e-eeuwse versie van Turing's oorspronkelijke experimentele concept, waarbij we een ESP32 met toetsenbord en TFT-display gebruiken om exclusief met ChatGPT te communiceren via het internet. Bovendien kunt u met Google tekst-naar-spraak in combinatie met een kleine I²S-versterkermodule en luidspreker de conversatie beluisteren. In ons geval is het van meet af aan duidelijk dat we met een machine communiceren – toch?

Het lijkt geen twijfel dat AI-tools zoals OpenAI's ChatGPT en Google's Gemini in veel situaties een echte game changer kunnen zijn. Ik heb ChatGPT gebruikt om behoorlijk complexe besturingsoplossingen te ontwikkelen. Ik lever het initiële idee en naarmate ik meer input geef, verfijnt het de code en wordt deze met elke iteratie beter. Het kan zelfs Python-code omzetten naar MicroPython of een Arduino-sketch. De sleutel is om het proces zorgvuldig te begeleiden om te voorkomen dat het te ver afdwaalt. Er zijn momenten waarop het wel afwijkt en dezelfde fouten herhaalt, maar ik vind het eigenlijk wel leuk om deze fouten te vinden en de uitvoer van ChatGPT zo te sturen dat deze beter overeenkomt met wat ik wil.

Hardware

Het hart van dit project is de ESP32-ontwikkelmodule van Espressif. Zijn dual-core architectuur heeft voldoende verwerkingsreserve om de



WiFi-communicatie te verzorgen, de seriële invoer van een PS2-toetsenbord te verwerken, gegevens naar het 3,5-inch TFT-display te sturen en digitale audiogegevens naar de I²S-module te sturen. Het volledige schema van de ChatGPT-terminal is te zien in **figuur 1**.

U zult misschien verbaasd zijn over het gebruik van een oud PS2-toetsenbord; de enige reden is dat ik er niet in geslaagd ben om een USB-poort voor dit doel te implementeren op de ESP32. In de beperkte tijd die beschikbaar was, heb ik gekozen voor de eenvoudigere PS2-interface, die veel minder resources gebruikt. Een PS2-connector voor het toetsenbord kan worden gevonden bij verschillende distributeurs van elektronische componenten op het web. De pinning van het PS2-toetsenbord is te zien in het schema. Ongetwijfeld zullen er ontwikkelaars zijn die staan te popelen om het systeem te upgraden naar USB en ik verwelkom hun input.

Het gebruikte 3,5 inch TFT-aanraakdisplay heeft een parallele interface in plaats van de meer gebruikelijke SPI-interface. Dit gebruikt onvermijdelijk meer verbindingen, maar in deze toepassing hebben we genoeg GPIO's over en de interface reageert aanzienlijk sneller. De aanraakfunctionaliteit wordt in deze toepassing niet gebruikt.

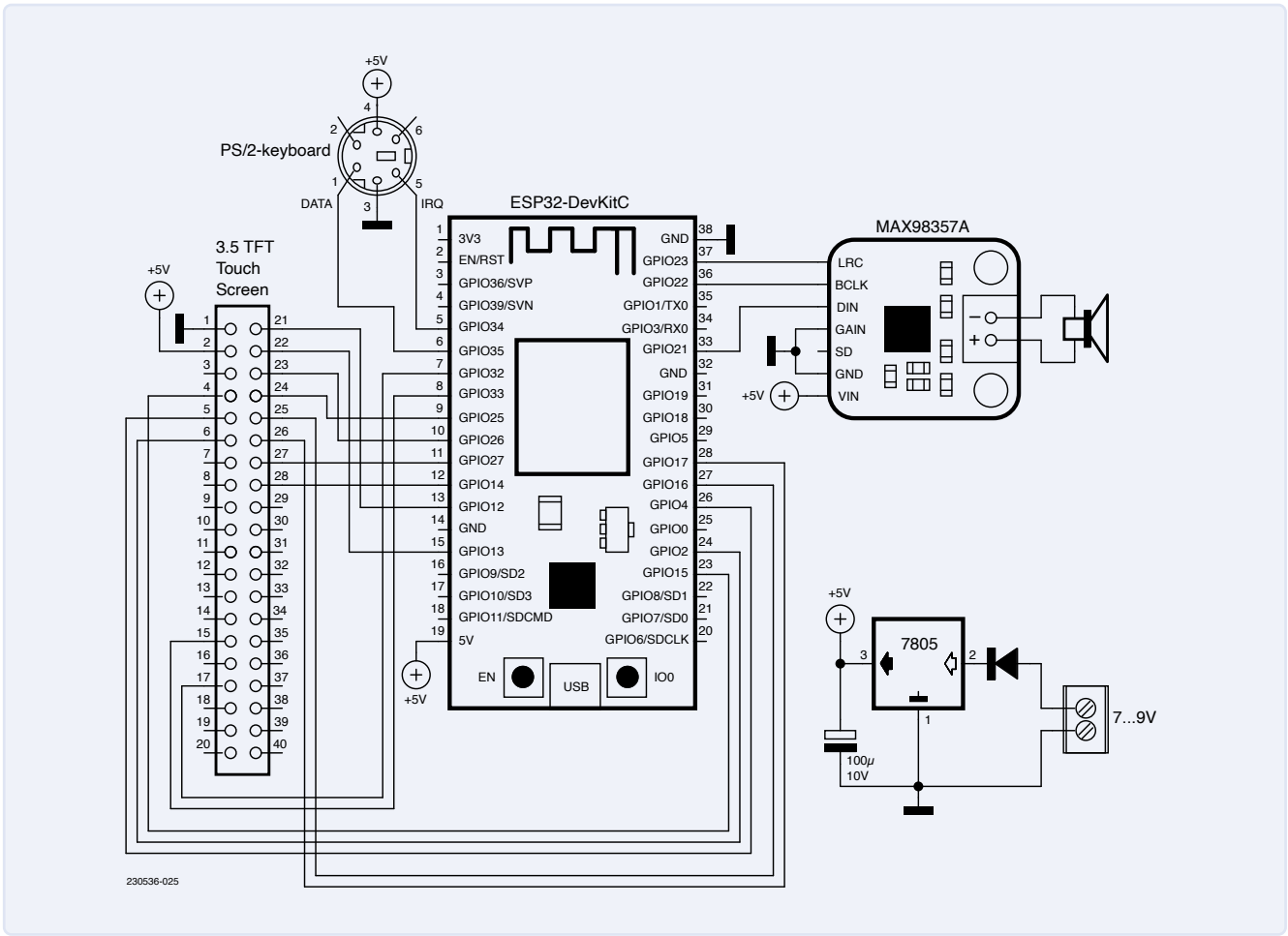
Een MAX98357A I²S-versterkermodule (**figuur 2**) zet het digitale I²S-audiosignaal van de ESP32 om in analoge audio. Een ingebouwde klasse D-versterker van 3 W versterkt het signaal om een goed geluidsniveau te bereiken. De versterkingsingang ligt aan massa, waardoor de versterker een maximaal volume produceert. De klasse D-versterkeruitgang kan een 4Ω-luidspreker aansturen.



Figuur 2. De audio-versterkermodule zet digitale I²S-signalen om in 3W-audio.

Verlies de sleutel niet

ChatGPT is ontwikkeld door OpenAI. Het genereert tekstgebaseerde antwoorden op prompts of vragen die door de gebruiker zijn ingevoerd. Meestal werkt het via een browserinterface. De OpenAI API is ontworpen voor gebruik door ontwikkelaars en bedrijven, zodat ze AI-functies kunnen integreren in hun eigen applicaties, software of websites. Het is niet alleen een chatbot-interface, maar een flexibele programmeerinterface waarmee bedrijven de mogelijkheden van chatGPT in hun producten kunnen integreren. Ontwikkelaars sturen gegevens programatisch naar de API en krijgen antwoorden terug. Om de OpenAI API te gebruiken, hebt u een unieke sleutel nodig, die wordt gegenereerd voor uw account wanneer u zich aanmeldt. Ga naar de OpenAI-website [1] en klik op de knop *Sign up*.



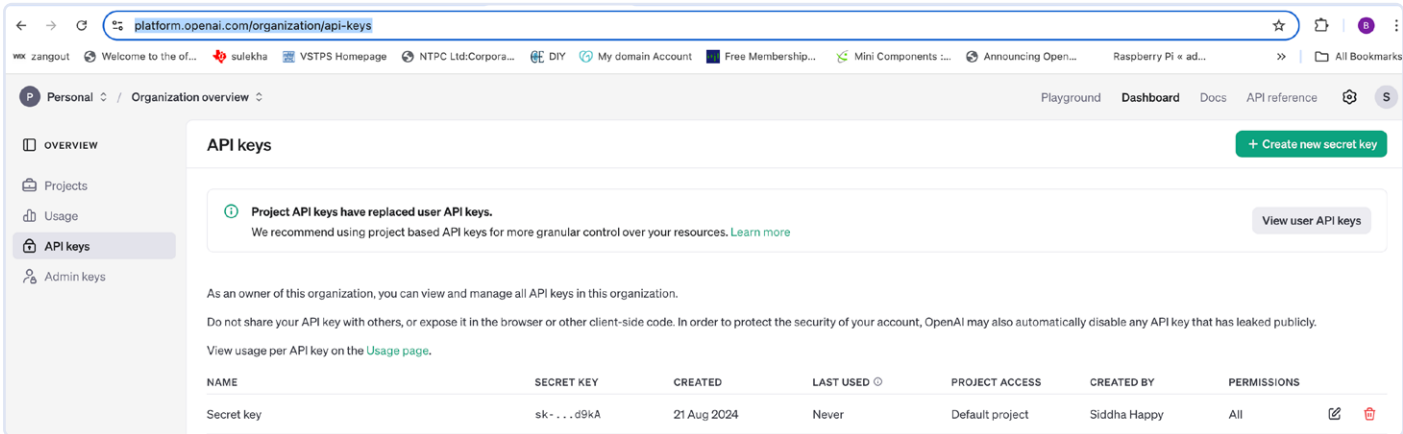
Figuur 1. Het schema van de sprekende ChatGPT-terminal.

Vul het registratieformulier in met uw e-mailadres, wachtwoord en andere vereiste informatie. Zodra u dit hebt ingevuld, navigeert u naar het dashboard van uw OpenAI-account en klikt u op de knop *New Project*. Geef uw project een naam en beschrijving (optioneel). Klik in de projectinstellingen op het tabblad *API Keys*. U ziet een lijst met bestaande geheime sleutels (figuur 3). Klik op de knop *Create new secret key* om een nieuwe sleutel te genereren. Maak een kopie van deze gegenereerde API-sleutel en sla deze veilig op, omdat u deze om veiligheidsredenen niet nog een keer kunt ophalen. U hebt deze sleutel nodig om uw applicaties te authenticeren met de services van OpenAI. Op hun site staat ook een snelstartgids voor ontwikkelaars die u begeleidt bij het genereren van een antwoord via de API met

behulp van de gegenereerde sleutel om uw toegang te autoriseren. Op het moment van schrijven biedt OpenAI gratis credits als u zich voor het eerst aanmeldt; u kunt die credits gebruiken om te experimenteren met de API. Nadat u al deze credits hebt verbruikt, moet u betalen op basis van uw gebruik. Als u nog geen betaalmethode hebt ingesteld om te factureren, moet u dat alsnog doen. Lees de gebruiksrichtlijnen en servicevoorwaarden van OpenAI door.

Tekst-naar-spraak

Een Text to Speech (TTS) API wordt gebruikt om de tekstuele respons van OpenAI om te zetten in een digitale audio-datastroom. Er bestaat een aantal tekst-naar-spraak API's die we hiervoor kunnen gebruiken.



Figuur 3. De OpenAI-pagina waar u zich kunt registreren voor de OpenAI-API.

OpenAI heeft zijn eigen TTS-API die een aantal verschillende stemalternatieven biedt die heel natuurlijk klinken. Om toegang te krijgen tot deze API gebruikt u dezelfde sleutel die u hebt gekregen om de OpenAI API te gebruiken.

Voor dit project maken we gebruik van de Google Cloud Text-to-Speech API. Deze biedt een breed scala aan stemmen in verschillende talen en dialecten. Vergeleken met OpenAI TTS klinken de stemmen iets mechanischer. Bij lange tekstreeksen valt de uitvoer uit elkaar. Deze API kan echter gratis worden gebruikt op het moment van schrijven, terwijl OpenAI TTS API kosten met zich meebrengt.

Om Google TTS te gaan gebruiken, moeten we eerst een project aanmaken op Google Cloud en de Google TTS-API inschakelen om onze API-sleutel te krijgen. Tekststrings kunnen nu samen met de sleutel naar de API worden gestuurd met een HTTP POST-request. De resulterende digitale I²S-audiostream wordt vervolgens opgeslagen en afgespeeld om een analogo audiosignaal te produceren via de MAX98357A.

Software: bibliotheken

De Arduino-sketch maakt deel uit van de download [2]. Controleer alle bibliotheken waar in de header van de sketch naar wordt verwezen om er zeker van te zijn dat ze geïnstalleerd zijn in uw omgeving. Zo niet, installeer ze dan nu met behulp van de bibliotheekmanager van de Arduino IDE. Met behulp van de methoden in de *Audio.h*-bibliotheek was het een eenvoudige klus om de audio-uitvoer te produceren die de tekstuitvoer naar het TFT-display moet begeleiden. Het was alleen nodig om een paar regels in de loop toe te voegen om de audio te genereren. Bekijk dit in de Arduino sketch.

```
#include <PS2Keyboard.h> //Keyboard specific
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <SPI.h>
#include <TFT_eSPI.h> // Hardware-specific library
#include "Audio.h" //Audio header file

// GPIO connections to I2S board
#define I2S_D0UT 21
#define I2S_BCLK 22
#define I2S_LRC 23
```

```
Audio audio; //audio instance creation
```

ArduinoJSON.h wordt gebruikt om de JSON-geformatteerde responsgegevens van de OpenAI API te ontleden tot een formaat dat kan worden gebruikt door de Arduino-code.

Software: ChatGPT API-request

De eigenlijke interactie met de OpenAI API zit in de functie `makeApiRequest(String prompt1)`:

1. Eerst stellen we een `HTTP client` in:

```
HTTPClient http;
http.setTimeout(24000); // 24 seconds timeout
```

```
http.begin("https://api.openai.com/v1/chat/completions");
http.addHeader("Content-Type", "application/json");
http.addHeader("Authorization", "Bearer " +
                String(api_key));
```

2. Bereid vervolgens de payload voor (alleen JSON-geformatteerd):

```
StaticJsonDocument<1024> jsonPayload;
// setting a maximum size of 1KB
jsonPayload["model"] = "gpt-3.5-turbo";
// model is gpt-3.5-turbo,
// change if you have access to 4 or 4.5
jsonPayload["temperature"] = 0.8;
// randomness of response, the higher
// the value, the higher the randomness
jsonPayload["max_tokens"] = 2000;
// maximum words & punctuations
// limit to be generated by response
```

3. Bereid het bericht voor (een geneste array van berichten), serialiseer naar JSON-formaat en verzend het request:

```
JSONArray messages = jsonPayload.
    createNestedArray("messages");
//put in a nested format not random
JsonObject userMessage = messages.createNestedObject();
userMessage["role"] = "user";
userMessage["content"] = prompt1;
String payloadString;
serializeJson(jsonPayload, payloadString);
```

4. Het request verzenden en het antwoord ontvangen:

```
int httpResponseCode = http.POST(payloadString);
//transfer to the open page
if (httpResponseCode == HTTP_CODE_OK) {
    String response = http.getString();
    // if everything goes OK get the
    // reply = output and put in a string
    ...
}
```

5. De webpagina zal over het algemeen een zondvloed aan ongewenste informatie bevatten (allemaal in HTML-code) die niet nuttig is voor onze toepassing en die verwijderd kan worden. Hier normaliseren we het antwoord – verwijderen de tags JSON enzovoort zodat het op het TFT-display weergegeven kan worden:

```
StaticJsonDocument<1024> jsonResponse;
//parse the tags etc of the response string.
deserializeJson(jsonResponse, response);
// and put in a simple stripped string & return
String assistantReply = jsonResponse
    ["choices"][0]["message"]["content"].
    as<String>();
// select the first part which contains our reply
return assistantReply;
```


Software: setup en loop

In de `setup`-functie initialiseren we het TFT-display en het I²S-board, met het internet verbonden via onze WiFi-gegevens.

```
void setup() {
  delay(300);
  ...
  audio.setPinout(I2S_BCLK, I2S_LRC, I2S_DOUT);
//I2S board initialised
  audio.setVolume(50);
}
```

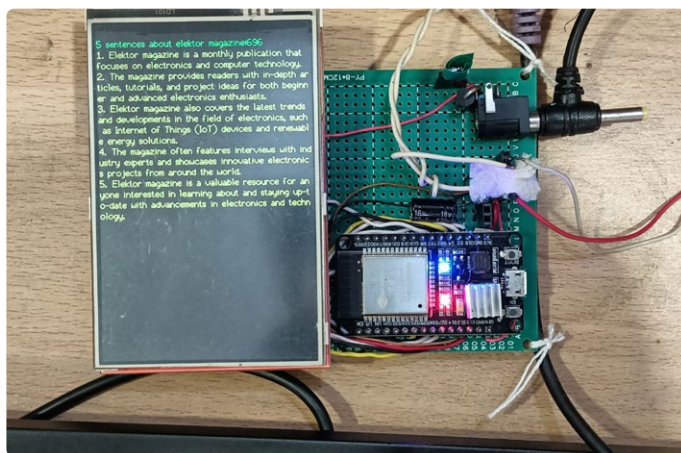
Binnen de `loop`-functie sturen we vragen naar ChatGPT. Wanneer de sessie is voltooid, blijven we in de `loop`:

```
String response = makeApiRequest(msg);
  // sent to Chatgpt
  ...
  if (l1>200) {
    response = response.substring(0, 200);
    // truncate first 200 characters
  }
  audio.connecttospeech(response.c_str(), "en");
  //speak up the 200 characters
```

Google TTS heeft een limiet van 200 tekens en voert geen tekst uit die deze limiet overschrijdt. Om dit te omzeilen, wordt de antwoordstring voor Google TTS ingekort tot 200 tekens. Dit zorgt ervoor dat, terwijl het volledige antwoord wordt weergegeven op het scherm, alleen de eerste 200 tekens worden uitgesproken. Voor langere antwoorden scrolt het scherm, maar dit kan worden aangepast door kleine wijzigingen aan te brengen in de sketch.

Test van het project

De delays die ik heb gebruikt in de softwarelussen zijn vrij specifiek. U kunt ze aanpassen, maar ik raad aan om te beginnen met de standaardwaarden die in de code worden gebruikt. Als de antwoorden u eenmaal bevallen, kunt u ze aanpassen. Ik begon met eenvoudige vragen zoals "Wie ben je?" ChatGPT reageerde adequaat door zich op het display



Figuur 4. Test van het systeem met vragen om blink-sketches voor Arduino UNO, ESP32 en Raspberry Pi Pico.

te introduceren, terwijl de tekst ook duidelijk werd uitgesproken. Vervolgens testte ik het systeem met vragen als: "Schrijf 5 zinnen over het tijdschrift Elektor" (figuur 4) en vroeg het zelfs om blink-sketches te schrijven voor Arduino UNO, ESP32 en Raspberry Pi Pico. Telkens presteerde ChatGPT vlekkeloos, begreep de context perfect en gaf een accuraat antwoord, waarbij de luidspreker de spraakuitvoer luid en duidelijk liet horen.

Samenvattend

Alle bestanden die bij dit project horen, zijn te vinden op [2]. Het internet en webbrowsers zoals Google hebben een revolutie teweeggebracht in onze toegang tot informatie en hebben de lijvige encyclopedieën vervangen die vroeger thuis in de boekenkast stonden. Nu zien we de opkomst van AI-software en -machines gebaseerd op ChatGPT API, TensorFlow Lite Micro, Edge Impulse, OpenMV en TinyML, die klaar staan om bestaande bedrijfsmodellen en meer traditionele methoden voor het oplossen van problemen overhoop te gooien. We leven in interessante tijden. ◀



Over de auteur

Somnath Bera, een werktuigbouwkundig ingenieur van Jalpaiguri Govt. Engg. College, India, werkte als General Manager bij NTPC, de grootste energieproducent van het land. Hij heeft een passie voor elektronica, wat blijkt uit zijn meer dan 60 innovatieve projecten op Elektor Labs, waarvan er meer dan 10 zijn gepubliceerd in het tijdschrift. Zijn projecten zijn vaak gericht op het oplossen van problemen op het gebied van afval en het beheer van natuurlijke hulpbronnen. Somnath maakt graag gebruik van innovatieve benaderingen en platforms zoals Arduino, Raspberry Pi en ESP32 in combinatie met verschillende soorten sensoren en draadloze systemen om efficiënte en kosteneffectieve oplossingen te creëren.

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de auteur via berasomnath@gmail.com of naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Related Product

➤ **Espressif ESP32-DevKitC-32E**
www.elektor.nl/20518

WEBLINKS

- [1] OpenAI-website: <https://platform.openai.com>
- [2] Elektor-webpagina bij dit artikel (downloads): <https://www.elektormagazine.nl/230536-03>



Hoogwaardige Edge AI: de nieuwe STM32N6

Een doorbraak in prestaties en AI-mogelijkheden

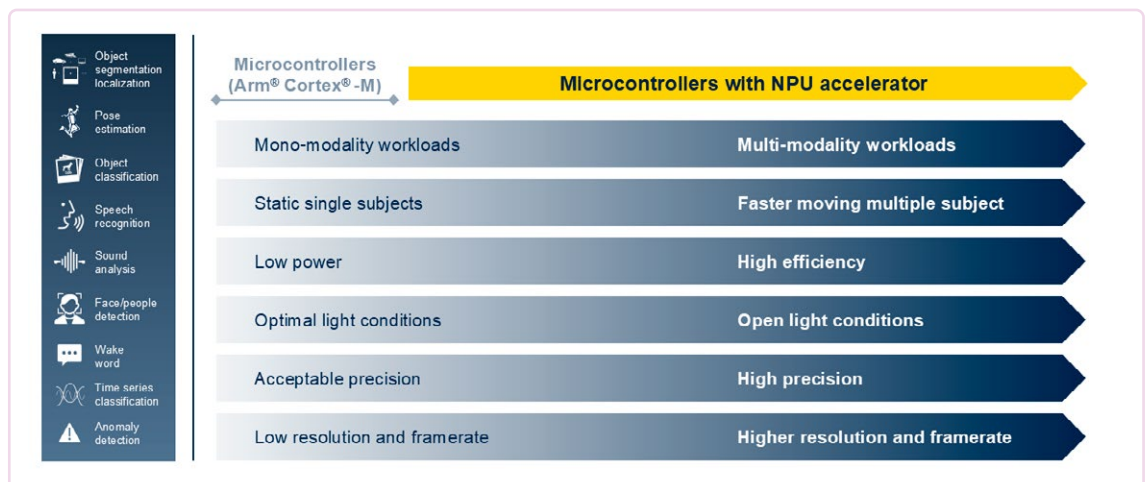
Bijdrage van STMicroelectronics

De nieuwe STM32N6 is ontworpen om te voldoen aan de groeiende vraag naar krachtige edge AI, waardoor nieuwe gebruikssituaties mogelijk worden op het gebied van computer vision, audioverwerking en andere geavanceerde toepassingen. De STM32N6 blijft de normen voor video- en multimediatoepassingen verhogen en verbetert de gebruikerservaring met zijn rijke multimediamogelijkheden.

De STM32 microcontrollers - gebaseerd op Arm Cortex CPU's van M0 tot M7 - zijn welbekend in de elektroniegemeenschap, omdat ze zijn uitgerust met een overvloed aan randapparatuur en er een uitgebreid ecosysteem is van ontwikkelboards, bibliotheken en softwaretools voor allerlei toepassingen. De nieuwe STM32N6 voorziet in de behoefte aan voorbewerking van gegevens "on the edge", met behulp van AI in de vorm van een Neural Processing Unit (NPU). Het opent nieuwe toepassingsgebieden voor Arm Cortex M processoren (**Figuur 1**).

STM32N6 - Eigenschappen en voordelen

- De embedded NPU (ST Neural-ART Accelerator) is het hart van de nieuwe STM32N6. Hij biedt een indrukwekkende 600 GOPS bij een zeer laag stroomverbruik. Deze NPU is een game-changer, die high-end AI-prestaties (**Figuur 2**) mogelijk maakt op een MCU met een kleine footprint, laag stroomverbruik en lage kosten.
- Aangedreven door een Arm Cortex®-M55 core die werkt op 800 MHz, levert de STM32N6 1280 MIPS en 3360 CoreMark, wat de hoogste prestaties voor een STM32 MCU tot nu toe betekent. Dit maakt hem ideaal voor geavanceerde vision en grafische toepassingen, ondersteund door een Chrom-ART Accelerator, NeoChrom Accelerator, H264 encoder en JPEG encoder/decoder.
- De MCU bevat 4,2 MB ingebouwd RAM, wat real-time gegevensverwerking, multitasking en efficiënte uitvoering ondersteunt zonder dat er in de meeste gevallen extern geheugen nodig is. Daarnaast biedt hij een uitgebreide set randapparaten, waaronder dubbele USB, Gbit Ethernet, I3C en zeven UART interfaces, wat zorgt voor



Figuur 1: De Neurale Verwerkingseenheid (NPU) opent nieuwe toepassingsgebieden.

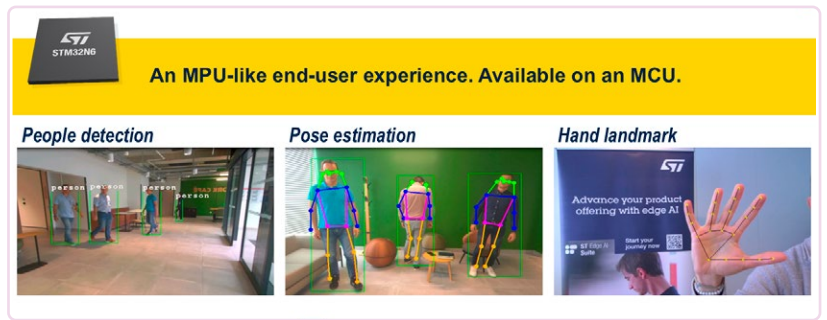
veelzijdige aansluitmogelijkheden voor diverse toepassingen.

- Een speciale beeldsignaalprocessor (ISP) is ontworpen voor een 5 MP camera met 30 fps. Ingebouwde firmware voor de Arm Cortex processor maakt automatische witbalans en automatische belichting mogelijk. Een software-tool maakt fijnafstelling van de ISP mogelijk (Figuur 3).
- De STM32N6 is volledig geïntegreerd in het STM32 ecosysteem en wordt ondersteund door de ST Edge AI Suite, inclusief tools zoals STM32Cube.AI, een AI model omgeving, diverse bronnen en case studies. Het wordt ook ondersteund door talloze partners, waaronder Edge Impulse, Nota.AI en EmbedUR, waardoor een uitgebreide ontwikkelomgeving ontstaat.

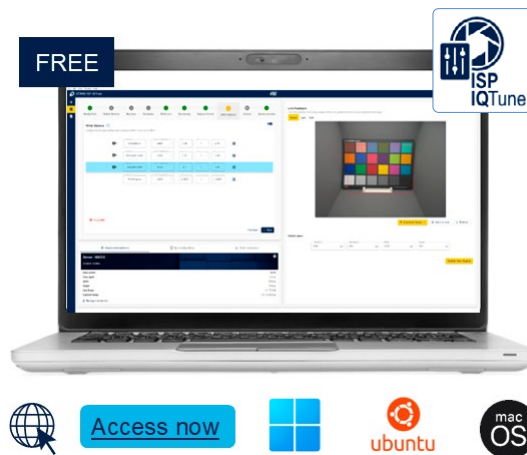
Uitgebreid software-ecosysteem

STMicroelectronics loopt voorop in de Edge AI-beweging en biedt uitgebreide oplossingen die tegemoetkomen aan de uiteenlopende behoeften van technici en ontwikkelaars in verschillende bedrijfstakken. Via de Edge AI Suite biedt ST een breed scala aan softwaretools die zijn afgestemd op verschillende gebruikersprofielen en expertiseniveaus, samen met een grote verzameling casestudy's om ontwikkelaars te inspireren.

STM32Cube.AI en ST Edge AI Developer Cloud zijn ontworpen voor gebruikers die grote flexibiliteit en maatwerk nodig hebben. Deze tools bieden toegang tot geavanceerde hulpmiddelen voor het optimaliseren en implementeren van aangepaste modellen (Figuur 4). ST heeft ook een uitgebreide model omgeving ontwikkeld met extra hulpmiddelen zoals omscholingsscripts en toepassingscodevoorbeelden. Dit is een geweldig startpunt voor ontwikkelaars die snel AI-oplossingen willen implementeren zonder vanaf nul te beginnen. De model omgeving biedt voorget-



▲
 Figuur 2: De ST Neural-ART Accelerator maakt de uitvoering van geavanceerde AI-toepassingen mogelijk.



◀
 Figuur 3: Een speciale beeldsignaalprocessor (ISP) is gedimensioneerd voor een 5 MP camera met 30 fps en kan worden verfijnd via een softwaretool.


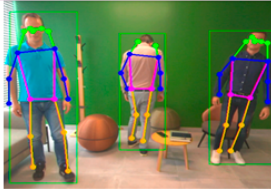

De STM32 Edge AI-Contest

Wil je de mogelijkheden van de nieuwe STM32N6 gebruiken in een eigen project? Doe dan mee aan de **STM32 Edge AI-Contest** mogelijk gemaakt door STMicroelectronics en Elektor! Als je een professionele technicus, maker of student bent, vraag dan een gratis STM32N6-ontwikkelboard aan en ontwikkel je eigen AI-toepassing voor eind april 2025. Meer informatie over de wedstrijd is beschikbaar op www.elektormagazine.com/stm32ai en in de januari/februari 2025 editie van Elektor.

Model and code examples	ST Edge AI model zoo Online resources
Model benchmark	ST Edge AI Developer Cloud Online tool
Model optimization	STM32 Cube.AI Plug-in for STM32CubeMX ST Edge AI Core Command line interface (CLI)

st.com/st-edge-ai-suite

◀
 Figuur 4: STM32Cube.AI en ST Edge AI Developer Cloud zijn ontworpen voor gebruikers die grote flexibiliteit nodig hebben. De uitgebreide model omgeving met toepassingscodevoorbeelden is een geweldig startpunt voor ontwikkelaars die snel AI-oplossingen willen implementeren.

				
People detection	Multipose estimation	Hand landmark detection	H264 encoding / USB UVC streaming	Power measurement
<ul style="list-style-type: none"> • Application example showing a people detection use case. • Demonstrating typical AI computer vision application: camera capture, pre-processing, single model inference and post-processing. • RTOS-based application example. 	<ul style="list-style-type: none"> • Application like people detection but built around a multi-pose estimation use case. • RTOS-based application example. 	<ul style="list-style-type: none"> • Application example showing hand landmark detections. • Demonstrating the execution of two NN models consecutively. • RTOS-based application example. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrating a more complete application involving several STM32N6 multimedia features: NPU to perform the inference, H264 encoding and USB video device class stream output data to a PC. • RTOS-based application example. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrating low power optimizations. • Enabling easy power measurement on STM32N6 discovery board. • Bare-metal application example.

▲ *Figuur 5: STM32N6 wordt geleverd met een set programmavoorbeelden om je project een vliegende start te geven.*

rainde modellen voor verschillende toepassingen, zoals objectdetectie, beeldclassificatie en herkennen van audioscènes, die kunnen worden verfijnd om aan specifieke eisen te voldoen. De hertrainingsscripts en toepassingscodevoorbeelden maken het makkelijker voor ontwikkelaars om deze modellen aan te passen aan hun unieke gebruikscases, waardoor het ontwikkelingsproces wordt versneld en de time-to-market wordt verkort (**Figuur 5**).

Het is een STM32!

Ontwikkelaars zullen profiteren van het geweldige ecosysteem en de rijke geschiedenis van STM32-producten om hun eigen ontwerp te maken. De STM32N6 biedt een groot aantal voordelen voor ontwikkelaars, opent nieuwe mogelijkheden en vereenvoudigt het ontwikkelproces:

Naadloze AI integratie

De STM32N6 is volledig geïntegreerd in het STM32 ecosysteem, waardoor de inzet van AI eenvoudig is. Ontwikkelaars kunnen gebruik maken van de ST Edge AI Suite, inclusief tools zoals STM32Cube.AI, om hun neurale netwerkmodellen eenvoudig te optimaliseren en in te zetten. Deze integratie vermindert de complexiteit van AI-ontwikkeling en versnelt de time-to-market voor nieuwe producten.

▼ *Figuur 6: De STM32N6 - die ook beschikbaar is zonder de Neurale Verwerkingseenheid - is de krachtigste STM32 MCU in termen van grafische mogelijkheden.*

Graphic accelerators			
NeoChrom GPU	<ul style="list-style-type: none"> • 2.5D GUI acceleration • Perspective correct texture mapping (scale, rotate, flip) 	JPEG codec	MJPEG video coding & decoding
Chrom-ART Accelerator	Efficient 2D graphics sub-system	Chrom-GRC	Framebuffer optimization
Multimedia unit			
H.264 encoder	<ul style="list-style-type: none"> • 1080p15 and 720p30 • Real-time streaming over USB, over Ethernet, Wi-Fi 		

Kosten en stroomverbruik

Door een MPU-achtige AI-gebruikerservaring te bieden met een kleinere footprint, lager stroomverbruik en lagere kosten, stelt de STM32N6 ontwikkelaars in staat om innovatieve AI-toepassingen te maken zonder de hoge kosten die doorgaans gepaard gaan met MPU- en GPU-oplossingen.

Verbeterde prestaties

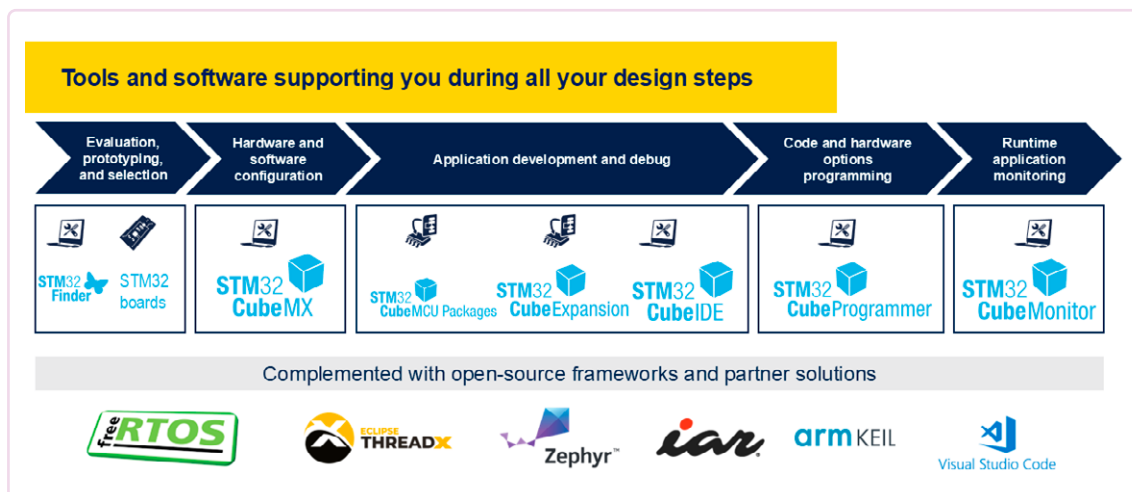
De krachtige Arm Cortex[®]-M55 kern zorgt er in combinatie met de ingebouwde NPU en het ruime RAM-geheugen voor dat ontwikkelaars complexe AI-algoritmen en multimediatoepassingen probleemloos kunnen uitvoeren. Dit opent nieuwe mogelijkheden voor het maken van geavanceerde toepassingen die opvallen in de concurrerende markt. Dankzij de prestatiemogelijkheden van de STM32N6 kunnen ontwikkelaars de grenzen verleggen van wat mogelijk is met MCU's.

Rijke grafische weergave

De STM32N6 is de krachtigste STM32 MCU op het gebied van grafische mogelijkheden. Hij beschikt over de Chrom-ART[™] Accelerator voor 2D grafische versnelling en de NeoChrom[™] Accelerator voor 2,5D acceleratie, inclusief geavanceerde tekenfuncties, perspectiefcorrectie en texture mappings (**Figuur 6**). Daarnaast dient de Chrom-GRC[™] als grafisch hulpmiddel voor schermen die niet rechthoekig zijn. Met 4,2 MB geïntegreerd SRAM biedt de STM32N6 ruim voldoende geheugen om grote grafische middelen en complexe animaties te verwerken zonder dat er extern geheugen nodig is, wat zorgt voor snellere en responsievere gebruikersinterfaces.

Uitgebreide ontwikkelomgeving

De STM32N6 wordt ondersteund door een robuust ecosysteem en talrijke partners, waardoor ontwikkelaars kunnen beschikken over een uitgebreide ontwikkelomgeving. Door gebruik te maken van de



Figuur 7: De STM32N6 wordt ondersteund door een robuust ecosysteem en talrijke partners.

STM32Cube softwaresuite biedt hij een reeks software-tools voor configuratie, ontwikkeling, programmering en controle. Voor embedded software bevat het pakketten, middleware en driver ondersteuning, aangevuld met RTOS opties zoals FreeRTOS, Zephyr en Eclipse ThreadX (**Figuur 7**).

Op het gebied van AI hebben ontwikkelaars toegang tot tools, hulpmiddelen, casestudies en ondersteuning van partners als Edge Impulse, Nota.AI en EmbedUR. Voor grafische ontwikkeling wordt de STM32N6 ondersteund door TouchGFX, wat het maken van geavanceerde grafische gebruikersinterfaces (GUI's) vereenvoudigt. Dit uitgebreide ondersteuningsnetwerk zorgt ervoor dat ontwikkelaars in elke fase van het ontwikkelproces de hulp krijgen die ze nodig hebben, zodat ze visueel verbluffende en supersnelle toepassingen kunnen maken.

Flexibiliteit en veelzijdigheid

Met zijn rijke reeks randapparaten en uitgebreide aansluitmogelijkheden biedt de STM32N6 ontwikkelaars de flexibiliteit om een breed scala aan toepassingen te ontwerpen. Of het nu gaat om computer vision, audio processing of geavanceerde multimedia, de STM32N6 biedt de benodigde tools en mogelijkheden om innovatieve ideeën tot leven te brengen. Daarnaast zal de STM32N6 ook beschikbaar zijn in een versie zonder NPU voor toepassingen die krachtige rekenkracht, graphics en multimedia vereisen, maar geen AI-functies. Deze veelzijdigheid zorgt ervoor dat ontwikkelaars de juiste samenstelling kunnen kiezen voor hun specifieke behoeften, waardoor de STM32N6 geschikt is voor een verscheidenheid aan industrieën, waaronder de auto-industrie, gezondheidszorg, consumentenelektronica en industriële automatisering.

Interessante mogelijkheden voor ontwikkelaars

De STM32N6 opent nieuwe perspectieven voor embedded AI-toepassingen en biedt ongeëvenaarde

AI-prestaties op een MCU. De kleine footprint, het lagere stroomverbruik en de lagere kosten maken het een ideale keuze voor een breed scala aan toepassingen, van audioverwerking tot computervisie. De STM32N6 stelt ontwikkelaars in staat om slimmere, efficiëntere en veiligere apparaten te maken die in een edge omgeving kunnen werken.

Ontwikkelaars kunnen de STM32N6 gebruiken om intelligente domoticasystemen te maken die verschillende commando's en situaties herkennen en erop reageren, waardoor het gebruiksgemak en de veiligheid toenemen. In de gezondheidszorg kan deze STM32 worden gebruikt om geavanceerde medische apparatuur te ontwikkelen die de gezondheid van de patiënt in real-time bewaakt, nauwkeurige diagnoses stelt en tijdig waarschuwt. Voor industriële automatisering maakt de STM32N6 het mogelijk om robuuste systemen te ontwerpen die complexe taken met hoge precisie en efficiëntie uitvoeren, waardoor de productiviteit en veiligheid verbeteren. In de consumentenelektronica zorgt deze microcontroller voor de innovatie van nieuwe gadgets die verbeterde multimedia-ervaringen bieden, van het afspelen van high-definition video tot overweldigende gaming functies.

De STM32N6 is een bewijs van het streven van STMicroelectronics naar innovatie en topkwaliteit. Door de prestaties van de microcontroller te herdefiniëren en geavanceerde AI-mogelijkheden te integreren, stelt de STM32N6 ontwikkelaars in staat om geavanceerde toepassingen te creëren die opvallen in de concurrerende markt. Dankzij de naadloze integratie in het STM32 ecosysteem en de ondersteuning van talloze partners is de STM32N6 klaar om een revolutie teweeg te brengen in de wereld van microcontrollers en embedded AI.

Ga voor meer informatie naar www.st.com/stm32n6.

240676-03

BESCHIKBAAR IN WEEK 51

**BESCHIKBAAR
IN WEEK 51**

**BESCHIKBAAR
IN WEEK 51**

BESCHIKBAAR IN WEEK 51

BESCHIKBAAR IN WEEK 51



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 51**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 51**

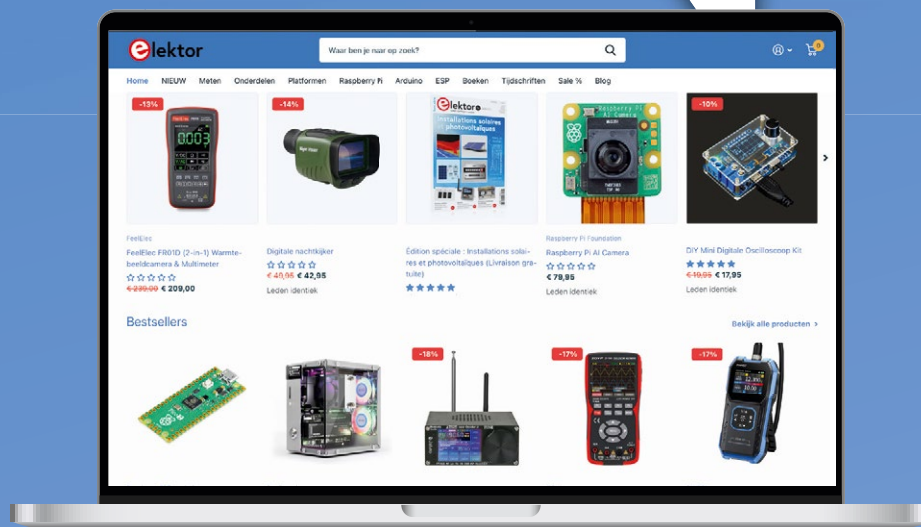


**BESCHIKBAAR
IN WEEK 51**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 51**

Wat is uw mening?



Bij Elektor bieden we meer dan alleen elektronica - we creëren een ervaring van kwaliteitsproducten en uitzonderlijke klantenservice, ondersteund door de passie van onze community.

Deel uw mening op
www.elektor.nl/pages/customer-reviews



Zijn prijs waard !!

Werkt prima, snelle levering, goed verpakt, altijd al tevreden geweest van Elektor!



Geleverd zoals beloofd

Het product is uiteraard een zeer goed product, de bestelling werd omwille van de beschikbaarheid later uitgevoerd maar kwam toch vroeger dan verwacht. Prima shop!



Prima!

Snel geleverd, goed verpakt, prima product. Wat wil je nog meer? Zal zeker vaker bestellen bij deze winkel

BESCHIKBAAR IN WEEK 52

**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**

**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**

**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**

BESCHIKBAAR IN WEEK 52



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 52**

BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1

BESCHIKBAAR IN WEEK 1



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



**BESCHIKBAAR
IN WEEK 1**



BESCHIKBAAR IN WEEK 1



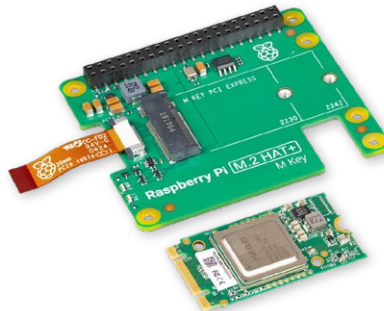
**BESCHIKBAAR
IN WEEK 1**

Hier vindt u de meest geavanceerde AI-hardware!

Raspberry Pi AI Kit

De Raspberry Pi AI Kit bevat de Raspberry Pi M.2 HAT+ en een Hailo AI-versnellingsmodule voor gebruik met de Raspberry Pi 5. Het biedt een toegankelijke, kosteneffectieve en energiezuinige manier om hoogwaardige AI te integreren. Ontdek toepassingen zoals procescontrole, beveiliging, domotica en robotica!

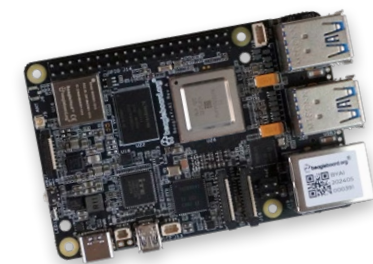
www.elektor.nl/20879



Unitree Go2 Pro Quadruped Robot

De Unitree Go2 is een vierpotige robot, ontworpen voor de ontwikkeling en het onderzoek van autonome systemen in de gebieden mens-robotinteractie (HRI), SLAM en transport. Dankzij de vier poten en de 12 vrijheidsgraden (12DOF) kan deze robot verschillende terreinen aan.

www.elektor.nl/20357



BeagleY-AI SBC met GPU, DSP en AI-versnellers

De BeagleY-AI is een betaalbare, open-source en krachtige 64-bits quad-core single-board computer, uitgerust met een GPU, DSP en vision/deep learning-versnellers, ontworpen voor ontwikkelaars en makers. Gebruikers kunnen profiteren van de Debian Linux-softwareafbeeldingen van BeagleBoard.org, die een ingebouwde ontwikkelomgeving bevatten.

www.elektor.nl/20991

Raspberry Pi AI Camera

De Raspberry Pi AI Camera is een compacte cameramodule gebaseerd op de Sony IMX500 Intelligent Vision Sensor. De IMX500 combineert een 12 MP CMOS-beeldsensor met ingebouwde inferentieversnelling voor verschillende veelgebruikte neurale netwerkmodellen, waarmee gebruikers geavanceerde op vision-gebaseerde AI-toepassingen kunnen ontwikkelen zonder een aparte accelerator nodig te hebben.

www.elektor.nl/20953



Waveshare Jetson Orin Nano AI Development Kit

Deze AI Edge Computing Development Kit is gebaseerd op de Jetson Orin Nano Module en biedt uitgebreide perifere interfaces zoals M.2, DP, USB, enz. De kit wordt ook geleverd met een voorgeïnstalleerde AW-CB375NF draadloze netwerkkaart die Bluetooth 5.0 en dual-band WIFI ondersteunt, samen met twee extra PCB-antennes, voor een snelle en betrouwbare draadloze netwerkverbinding en Bluetooth-communicatie.

www.elektor.nl/20762



Programming Voice-controlled IoT Applications with Alexa and Raspberry Pi

Dit boek is opgedeeld in twee delen: het maken van Alexa-vaardigheden en het ontwerpen van Internet of Things (IoT)-apparaten met een Raspberry Pi. Het behandelt onderwerpen zoals het ontwikkelen van Alexa-vaardigheden, in-vaardigkaankopen en het gebruik van AWS Lambda, evenals het bouwen van slimme huisapparaten die door Alexa worden bestuurd. Lezers leren ook over MQTT-berichten, het maken van proactieve meldingen en het omtoveren van een Raspberry Pi tot een op zichzelf staand Alexa-apparaat.

www.elektor.nl/20400

Word lid van de Elektor Community



Neem nu een
lidmaatschap!



- ✓ Toegang tot het compleet web-archief t/m 1960!
- ✓ 8x Elektor Magazine (Print)
- ✓ 8x digitaal (PDF)
- ✓ 10% korting in de Elektor Store, en exclusieve aanbiedingen
- ✓ Toegang tot meer dan 5000 Gerberfiles



Ook verkrijgbaar

Het digitale
lidmaatschap!



- ✓ Toegang tot het compleet web-archief
- ✓ 10% korting in de Elektor Store
- ✓ 8x Elektor Magazine (PDF)
- ✓ Toegang tot meer dan 5000 Gerberfiles



www.elektormagazine.nl/abo