

AIoT Chip-innovatie



een vraaggesprek met Teo Swee-Ann, CEO van Espressif

Wat is ervoor nodig om de markt open te breken met een innovatieve elektronische toepassing? Teo Swee-Ann, CEO van Espressif, vertelt over zijn ervaringen. We horen meer over zijn carrière en hoe hij ertoe kwam om populaire chipsets, modules en AIoT-oplossingen te ontwerpen en te implementeren.

Elektor: Wanneer raakte je voor het eerst geïnteresseerd in elektronica? Werd je geïnspireerd door een familielid of een leraar? Of misschien werd je nieuwsgierig door reverse engineering en het knutselen aan elektronische producten?

Teo Swee-Ann: Mijn interesse in elektronica begon toen ik nog heel jong was. Toen ik opgroeide, was ik altijd gefascineerd door gadgets en machines. We deden de gebruikelijke dingen, zoals radio's en TV's uit elkaar halen om te proberen te begrijpen hoe ze werkten. Het ging toen niet zozeer om reverse engineering, maar meer om pure nieuwsgierigheid om achter de coulissen te kijken. Zoals gewoonlijk gaf het uit elkaar halen van dingen geen antwoord op vragen, maar maakte het ons nog nieuwsgieriger.

Niemand in mijn directe familie hield zich bezig met elektronica, dus mijn inspiratie kwam niet direct van een familielid. Maar ik heb wel aanleg voor software en wiskunde. Mijn universitaire scripties gingen over computationele elektromagnetica. Ik heb een paar technieken uitgevonden die handig waren om berekeningen zeer efficiënt uit te voeren – Greense functies voor gelaagde media. Het bleek dat dit plus een techniek met de naam 'partial

elements equivalent circuit' nuttig kon zijn voor de bepaling van on-chip zelfinducties, in het bijzonder om rekening te houden met substraatverliezen. Ik denk dat ik zo een baan in de chipindustrie heb gevonden. Toen ik de kans kreeg om aan het ontwerp van een schakeling te werken, pakte ik meteen een paar klassieke IC-ontwerpboeken van Paul Gray, Philip Allen, Ken Martin en leerde ze zo ongeveer uit mijn hoofd. Daarna was er geen weg meer terug.

Elektor: Waren techniek en ondernemerschap altijd al iets voor jou? Droomde je al van het oprichten en leiden van een bedrijf toen je voor het eerst naar de universiteit ging?

Teo Swee-Ann: Ik heb niet nagedacht over de zakelijke kant van de dingen. Ik ben meer een idealist; ik geloof dat kennis de wereld zal veranderen – niet het bedrijfsleven. Maar mijn latere ervaring leerde me natuurlijk dat je soms meer moet doen, je moet leren aanpassen en dat je ook een zakelijk platform voor de technologie moet creëren.

Elektor: Vertel ons over je technische interesses. Waar heb je je op geconcentreerd tijdens je master-opleiding aan de National University of Singapore?

Teo Swee-Ann: Als student had ik een voorliefde voor wiskunde en software en schuwde ik alles waar hardware bij kwam kijken. Dus mijn master-scriptie ging over de kenmerken van passieve microgolf-componenten in gelaagde media met behulp van EM-berekeningen. Een gelaagd medium kan iets zijn als een print of een IC, dat laag voor laag wordt gefabriceerd en waarvan het materiaal van laag tot laag verschilt. Het doel was om de hoogfrequente eigenschappen van passieve microgolf-componenten zoals spoelen in dergelijke media te berekenen.

We werden toen geconfronteerd met veel problemen: de moeilijkheid om een enkele Greense functie te maken om zowel het nabije als het verre veld te beschrijven, hoe de polen van de functies op te lossen en hoe de Sommerfeld-transformaties van de functies van

het frequentiedomein naar het ruimtelijke domein uit te voeren. Mijn werk werd dus opgesplitst in twee delen.

Het eerste deel was om te laten zien hoe we een enkele functie konden maken om zowel het nabije als het verre veld te beschrijven en om een efficiënte berekeningsmethode te hebben voor het berekenen van hun Sommerfeld-transformaties (zoiets als de Laplace-transformatie, maar dan met een Bessel- of Hankel-kern). We weten dat deze functies singulariteiten en vertakkingen hebben. Het was dus alsof we ons op een wiskundig mijnenveld met enkele afbakeningen begaven.

De hoofdzaak was om ten eerste de singulariteiten van deze functies op te lossen en ten tweede om 'synthetische polen' te creëren die gesloten oplossingen hebben in de latere berekening, om de convergentie van de berekening te helpen versnellen (een probleem dat ontstond door het insluiten van de polen voor het oplossen van singulariteiten). Het overgebleven kleine deel van de functies waar geen rekening mee is gehouden zal dan berekenbaar zijn en snel convergeren.

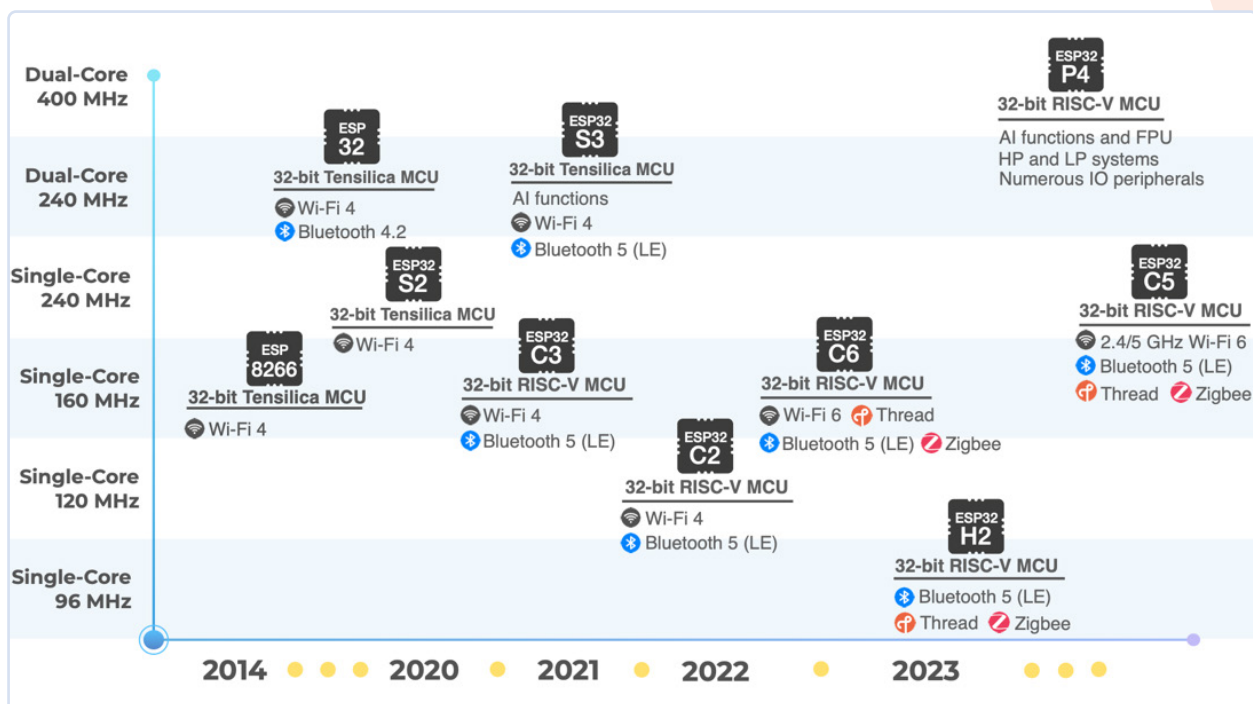
Tot slot ging het laatste probleem over hoe we de singulariteiten in het complexe domein konden oplossen. Ik creëerde een alternatieve techniek, die ik 'Cauchy Tomografie' noemde, om deze singulariteiten op te lossen, door gebruik te maken van het Cauchy-residu theorema en hun locaties terug te vinden via de 'Generalized Pencil-of-Function Technique' (GPOF). Ik gebruik deze techniek vandaag de dag nog steeds af en toe bij het ontwerpen van schakelingen om de overdrachtsfunctie van een systeem te berekenen op basis van de transiëntrespons. Het blijkt dat de transiëntrespons een soort tijddomein integratie-uitkomst is van de frequentierespons van het systeem. Door de twee domeinen om te rekenen, kun je als het ware zien hoe de systeempolen een bepaald soort transiëntrespons zouden creëren en vice versa.

Elektor: Je reactie op de uitnodiging van Elektor om de volgende gastredacteur te worden was een duidelijk en onmiddellijk "ja". Wanneer heb je Elektor leren kennen? Heeft Elektor jou en Espressif op een of andere manier beïnvloed?

Teo Swee-Ann: In 2015 maakten we voor het eerst kennis met Elektor. Wat opviel aan het tijdschrift was zijn kenmerkende vermogen om opkomende trends in de industrie te herkennen en te belichten. Ik geloof zelfs dat Elektor een van de pioniers was in het noemen van de Espressif-chips, te beginnen met de ESP8266, waardoor het een belangrijke rol heeft gespeeld voor de populariteit van deze chips. We raadplegen Elektor regelmatig als inspiratiebron, altijd bereid om de veranderende behoeften en interesses van het lezerspubliek te peilen. Bovendien vervult Elektor een rol van onschatbare waarde als kenniscentrum voor mensen die de elektronica-sector willen betreden. Het onderstreept een gedeelde verplichting die wij in de branche voelen: het verspreiden van onze kennis en er zo voor zorgen dat de elektronica-sector nieuw talent blijft aantrekken en stimuleren.

Elektor: Wat zijn de voordelen en mogelijke nadelen van je technische achtergrond in je huidige rol als CEO van Espressif?

Teo Swee-Ann: Ik ondervind er weinig nadelen van. Ik vind het heerlijk om in de frontlinie te zitten en ik werk nog steeds aan schakelingen. Door samen met het team te werken, weet ik beter met welke problemen we te maken hebben en hoe moeilijk het kan zijn om bepaalde features te bouwen. Dit stelt me in staat om middelen beter toe te wijzen, belangrijke problemen te identificeren, met het team te communiceren en een consensus te bereiken.





Een van onze eerste beslissingen was dat een IoT-chip idealiter 600 DMIPS zou moeten hebben. Dit prestatieniveau biedt een balans tussen de prestaties, die veel andere MCU's overtreffen, en kosteneffectiviteit, dankzij de dual-core architectuur en het efficiënte cache-systeem.

Elektor: Wat zijn je interesses naast techniek en elektronica?

Teo Swee-Ann: Ik speel vaak muziek terwijl ik nadenk over technische problemen. Het zet de hersenen op de een of andere manier open. Vroeger speelde ik veel klassieke gitaar en onlangs ben ik cello gaan spelen. Ik blader nu beetje bij beetje door de cellosuites van Bach en werk aan het verbeteren van mijn intonatie.

Elektor: Je hebt Espressif in 2008 opgericht. Je eerste product was de ESP8086, die in 2013 uitkwam. Was dat product het belangrijkste aandachtspunt van het bedrijf in die vijf jaar, of bood je ook andere diensten aan?

Teo Swee-Ann: De eerste vijf jaar was het een heel klein bedrijf. Ik werkte aan software om een taal te maken om schakelingen te kunnen beschrijven. Vandaar de naam "Espressif", wat betekende dat we onze ideeën over schakelingen konden formuleren. Het verkopen van software is echter moeilijk en we veranderden naar een consultancybedrijf dat analoge IP's bouwde voor onze klanten. Uiteindelijk raakten we geïnspireerd door het concept van een naderend technologisch breekpunt en besloten we dat we IoT-chips moesten bouwen, die zouden fungeren als het zenuwstelsel voor zo'n intelligent systeem.

Elektor: In 2014 lanceerde Espressif zijn eerste IoT SoC, de ESP8266EX. Voor welke technische uitdagingen was die oplossing bedoeld?

Teo Swee-Ann: Rond die tijd waren er ideeën om een goedkope WiFi-chip te maken. We besloten dat we deze uitdaging aan konden gaan door alle externe RF-componenten in de chip te integreren. In het verleden zag je modules die vol zaten met meer dan 50 tot 100 componenten. We hebben dit ontwerp gerevolutioneerd door de balun, antenneswitch, PA en LNA rechtstreeks in de chip op te nemen. De grootste uitdaging was het beheersen van het piekvermogen van 27 dBm van de eindversterker. Zonder een voldoende robuuste schakelaar liep de LNA het risico beschadigd te raken. We veranderden ook de manier waarop eindversterkers intern werden aangestuurd. In plaats van spoelen gebruikten we baluns, wat de stabiliteit van het systeem verbeterde. In het verleden laadden de meeste WiFi-chips de software-images op een nogal statische manier in het geheugen. Wij gebruikten een cache-ontwerp zodat de software in plaats daarvan continu uit het flash-geheugen kon worden gelezen. Het zou veel langzamer zijn, maar het werkte. We stopten ook veel van de logica van het systeem in de software in plaats van in de hardware. Dit hielp bij de ontwikkeling. Deze reeks van innovaties culmineerde in een zeer compact ontwerp. Ons eindproduct kostte een kwart tot een derde van wat

onze concurrenten boden. Vandaag de dag zijn we er trots op te kunnen zeggen dat veel van de technieken die we hebben ontwikkeld nu standaardpraktijken zijn in de industrie en aanzienlijk bijdragen aan het terugdringen van de kosten van IoT-chips.

Elektor: 2016 was een belangrijk jaar voor Espressif. Vertel ons eens over de ontwikkeling van de ESP32 en het uitbrengen ervan.

Teo Swee-Ann: Vóór de introductie van de ESP32 was onze aanpak wat spontaan en niet zo gestructureerd. De ESP32 betekende een belangrijke verandering in onze manier van denken, waardoor we marketing systematischer gingen benaderen. Een van onze eerste beslissingen was dat een IoT-chip idealiter 600 DMIPS zou moeten hebben. Dit prestatieniveau biedt een balans tussen de prestaties, die veel andere MCU's overtreffen, en kosteneffectiviteit, dankzij de dual-core architectuur en het efficiënte cache-systeem. De weg naar de ESP32 liep via talloze discussies, overwegingen en revisies. Tijdens deze fase stelden we formeel onze teamstructuur vast, verfijnden we ons werkproces en stemden we onze werkprocessen af op het ontwerp en de specificaties van het product. Dit was een verschil met onze vorige, minder formele, 'huis-tuin-en-keuken' aanpak. Tegelijk met de ontwikkeling van de ESP32 lanceerde ons softwareteam ESP-IDF. Beslissingen, zoals die met betrekking tot ons open-source beleid, werden in deze periode vastgelegd en vormden een solide basis voor toekomstige ontwikkelingen. Samengevat onderstreepte de evolutie van de ESP32 het toenemende belang van software, in plaats van alleen te focussen op hardware. Deze overgang werd verder verrijkt door de actieve betrokkenheid en waardevolle feedback van onze toegewijde community van ontwikkelaars.

Elektor: Vertel ons eens over de Matter-compatibele oplossingen van Espressif. Matter lijkt een prioriteit te zijn in 2023 zal dat in 2024 blijven, klopt dat?

Teo Swee-Ann: Tot nu toe heeft de smart home-industrie haar top nog niet bereikt en is het voor consumenten nog steeds moeilijk om de producten effectief te gebruiken. De gebruiksscenario's zijn beperkt en de ervaring die ze bieden is gefragmenteerd. Matter probeert hier verandering in te brengen door de apparaten dezelfde taal te laten spreken, en het is erg hoopgevend om te zien dat de meeste grote spelers samen deze problemen willen oplossen. Het belangrijkste is dat we positieve reacties van klanten zien. Daarom is het een logische prioriteit voor ons. Espressif's benadering van het bouwen van Matter-oplossingen blijft niet beperkt tot hardware. Hoewel we verschillende chips hebben



die Matter via Thread- en WiFi-protocollen ondersteunen, gaan we verder door specifieke problemen van klanten bij de adoptie van Matter te begrijpen en te proberen daar een oplossing voor te creëren. Onze ESP ZeroCode-modules, Certificate Provisioning Service en Certification Assistance Service zijn goede voorbeelden van deze aanpak.

Elektor: Wat kwam er kijken bij het maken van ESP RainMaker?

Teo Swee-Ann: ESP RainMaker is ook ontworpen om de pijnpunten van klanten aan te pakken. Voorheen zagen we dat klanten het wiel opnieuw uitvonden als het ging om het bouwen van een IoT-cloudplatform of dat ze producten bouwden op basis van cloudplatforms van derden met minimale flexibiliteit en controle over de gegevens. Aan de andere kant hield de serverloze cloudarchitectuur zoveel beloften in voor het bouwen van zo'n cloud zonder zich zorgen te hoeven maken over het beheer van de infrastructuur. Voor fabrikanten van apparaten is het echter nog steeds moeilijk om zo'n platform vanaf nul op te bouwen. Daarom hebben we ESP RainMaker gemaakt, met de visie om een cloudplatform voor klanten te bouwen dat hen volledige controle en aanpasbaarheid geeft om hun eigen IoT-cloud te creëren met aanzienlijk minder investeringen in engineering.

Elektor: AIoT-systemen en -producten verzenden veel gegevens. Dit leidt natuurlijk tot zorgen over gegevensbescherming en privacy. Denkt Espressif dat de markt voor AIoT-producten zal opbloeien zodra er overeenstemming is bereikt over internationale normen voor gegevensbescherming en privacy?

Teo Swee-Ann: In het huidige AIoT-landschap zijn dataprivacy en regelgevingskwesaties zeker van belang, en we bieden onze klanten meerdere hulpmiddelen om daar verlichting te bieden. Allereerst moedigen we edge AI aan door er ondersteuning voor op te nemen in onze hardware. De ESP32-S3 en komende ESP32-P4 hebben bijvoorbeeld AI-instructies voor snelle verwerking van deep learning-modellen, zodat apparaten gegevens lokaal kunnen verwerken in plaats van ze naar servers te moeten sturen. Voor de gegevens die op servers worden opgeslagen, bieden we klanten tools die dit doen op een manier die voldoet aan de regelgeving – zo biedt Espressif's ESP RainMaker cloud-implementatie bijvoorbeeld alle functies die nodig zijn om GDPR-compliance te bereiken wanneer klanten hun eigen IoT-cloud bouwen op basis van ESP RainMaker (zoals ook door TÜV Rheinland is beoordeeld).

Beveiliging speelt hier ook een rol: kwaadwillenden die een systeem binnendringen en er met alle gegevens vandoor gaan is tegenwoordig een veel voorkomend verschijnsel. We hebben ons verplicht om veilige hardware- en softwarecomponenten te leveren die voldoen aan het Amerikaanse Cybersecurity Labeling-programma en andere internationale initiatieven, zoals het Cybersecurity Labeling Scheme van Singapore. Apparaten die gecertificeerd zijn onder programma's als deze kunnen klanten een gerust gevoel geven als het gaat om hun beveiliging.

Een meer urgente uitdaging die we hebben vastgesteld is het gebrek aan ontwikkelaars van embedded software. Daarnaast maakt de

versnippering van de markt de situatie nog gecompliceerder, waardoor de complexiteit toeneemt.

Bij Espressif pakken we deze uitdagingen actief aan. We hebben veel oplossingen geïntroduceerd. We hebben bijvoorbeeld ESP ZeroCode voor het ontwikkelen van Matter-applicaties, ESP SkaiNet voor lokale AI-spraakherkenning, ESP RainMaker voor het maken van je eigen cloudplatform, ESP ADF voor het maken van je eigen WiFi-audiosysteem enzovoort.

Ons doel is om onze klanten uit te rusten met de tools die ze nodig hebben om oplossingen te creëren zonder vanaf nul te beginnen, om efficiëntie en snelheid in de ontwikkeling te garanderen. Voor een belangrijke positieve verandering in het AIoT-landschap geloven we dat het verminderen van fragmentatie cruciaal is. Het is noodzakelijk dat verschillende platforms samenwerken en een uniforme standaard bevorderen. Hoewel de Matter-standaard veelbelovend is in deze richting, moeten het volledige potentieel en de impact op de lange termijn nog worden vastgesteld.

Elektor: Heeft het wereldwijde chipstekort het gebruik van op Espressif gebaseerde technologie in commerciële producten gestimuleerd? Zo ja, hoe kunnen deze producten helpen om het merk Espressif verder te versterken?

Teo Swee-Ann: Tijdens de uitdagende periode van het wereldwijde chipstekort heeft Espressif een strategische aanpak geïmplementeerd door de verkoop van chips aan onze klanten te rantsoeneren. Deze beslissing werd door veel van onze klanten gewaardeerd. Ten eerste zorgde het ervoor dat ze een constante aanvoer van chips bleven ontvangen, ook al waren de hoeveelheden beperkter. Ten tweede voorkwam deze strategie dat onze klanten hun voorraden overhaast zouden aanvullen als reactie op het tekort. En, wat belangrijk is, we bleven ons gedurende deze periode inzetten om onze prijzen niet te verhogen, zodat de volatiliteit van de markt geen negatieve invloed had op onze prijsstructuur. Ik denk dat onze stabiliteit en bescheiden groei in 2023 de effectiviteit en de vooruitziende blik van dit beleid weerspiegelen.

Elektor: In een interview met Elektor een paar jaar geleden zei je dat AI de volgende belangrijke ontwikkeling zou zijn, en dat is uitgekomen. Wat denk je dat de volgende grote ontwikkeling in de elektronica zal zijn?

Teo Swee-Ann: Op het gebied van elektronica zijn er twee verschillende trajecten waar we rekening mee moeten houden. Ten eerste is er het traject dat leidt naar een meer immersief ecosysteem met virtuele of gemengde realiteit. Stel je een toekomst voor waarin we in de komende decennia implantaten kunnen hebben die niet alleen de traditionele zintuigen zoals zien en horen aanvullen, maar ook nieuwe zintuiglijke ervaringen of cognitieve paden introduceren die de natuurlijke evolutie nog niet eerder heeft voortgebracht. Dit zou betekenen dat onze emoties, cognitieve capaciteiten en zintuiglijke ervaringen aanzienlijk versterkt of gemoduleerd zouden worden door AI. Het realiseren van deze visie vereist aanzienlijke technologische innovatie, met name in het bereiken van hogere verwerkingscapaciteiten bij lager stroomverbruik en lagere spanning, met de meest compacte vormfactoren. Aan de andere kant legt de tweede richting de nadruk op de



Als we naar de toekomst kijken, blijft ons belangrijkste doel het creëren van baanbrekende oplossingen die prioriteit geven aan efficiënt energiegebruik en kleinere vormfactoren.



Over Teo Swee-Ann

Teo Swee-Ann is de oprichter en CEO van het beursgenoteerde halfgeleiderbedrijf Espressif Systems uit Shanghai. Hij heeft een master in elektrotechniek van de National University of Singapore. Teo werkte bij de Amerikaanse chipmakers Transilica en Marvell Technology Group en het Chinese Montage Technology voordat hij in 2008 zijn eigen bedrijf oprichtte.

toepassing van AI in het ontwerpaspect van elektronica. Ter vergelijking: als AI in staat is om autonoom voertuigen te besturen, dan heeft het zeker de potentie om geavanceerde schakelingen te ontwerpen. Deze verschuiving pakt een opmerkelijke uitdaging in ons vakgebied aan, namelijk de neiging om ontwerpen te ingewikkeld te maken. De integratie van AI in het ontwerpproces biedt de mogelijkheid om deze ontwerpen te verfijnen, ze gestroomlijnder en effectiever te maken en zo de realisatie van het eerste traject te versnellen.

Elektor: Wat is jouw visie voor Espressif? Waar zie je het bedrijf over, laten we zeggen, vijf jaar?

Teo Swee-Ann: Bij Espressif positioneren we onszelf in de eerste plaats als toonaangevend AIoT-chipproducent. Dat gezegd hebbende, reiken onze mogelijkheden veel verder dan alleen

hardware. We hebben een sterke positie in softwareontwikkeling, met ons eigen softwaresysteem ESP-IDF en uitgebreide frameworks voor oplossingen voor cloudintegratie, edge-AI, mesh-netwerken, audio- en cameratoepassingen en nog veel meer. Wat ons echt onderscheidt is onze bloeiende community en ecosysteem, waar professionals en amateurs samenkomen om baanbrekende ideeën te delen en te ontwikkelen. Als we naar de toekomst kijken, blijft ons belangrijkste doel het creëren van baanbrekende oplossingen die prioriteit geven aan efficiënt energiegebruik en kleinere vormfactoren. In essentie hopen we dat Espressif een onderscheidend ethos en een vooruitstrevende houding ten opzichte van engineering, innovatie en het stimuleren van een samenwerkende community vertegenwoordigt. ◀

230614-03 (vertaling: Hans Adams)

WEBLINK

[1] C. Valens, "The Reason Behind the Hugely Popular ESP8266?: Interview with Espressif Founder and CEO Teo Swee Ann on the new ESP32," Elektor Business, 1/2018.: <https://elektormagazine.com/magazine/elektor-63>



Aan de slag met ESP-DL de Deep Learning SDK van Espressif

ESP32-S3 wordt geleverd met AI-versnelling die u kunt gebruiken voor verschillende Machine Learning-toepassingen. ESP-DL is de Deep Learning SDK van Espressif, waarmee u uw voordeel kunt doen met de AI-versnellings-instructies om geoptimaliseerde ML-modellen te bouwen. Deze SDK biedt voorbeelden van gezichtsherkenning van mensen en katten. ESP-DL ondersteunt nu ook de TVM-compiler waarmee u TensorFlow-, PyTorch- of ONNX-modellen kunt gebruiken. Espressif biedt ook een port van de TensorFlow Lite Micro SDK van Google met ESP32-S3 versnellingsondersteuning, waarmee u standaard TensorFlow Lite-modellen kunt gebruiken op de ESP32-S3.

<https://github.com/espressif/esp-dl>

<https://github.com/espressif/tflite-micro-esp-examples>

