

innovation des puces AIoT



entretien avec Teo Swee-Ann, PDG d'Espressif

Comment s'y prendre pour mettre sur le marché une solution électronique innovante à une vitesse révolutionnaire ? Teo Swee-Ann, directeur général d'Espressif, nous fait part de ses réflexions. Nous découvrons son parcours professionnel et comment il en est venu à concevoir et à déployer des puces, des modules et des solutions AIoT.

Elektor : quand avez-vous commencé à vous intéresser à l'électronique ? Avez-vous été inspiré par un parent ou un professeur ? Ou peut-être êtes-vous devenu curieux en faisant de la rétro-ingénierie et en bricolant des produits électroniques ?

Teo Swee-Ann : j'ai commencé à m'intéresser à l'électronique dès mon plus jeune âge. En grandissant, j'ai toujours été fascinée par les gadgets et les machines. Nous faisons des choses habituelles, comme démonter les radios et les téléviseurs, pour essayer de comprendre comment ils fonctionnaient. À l'époque, il ne s'agissait pas vraiment de rétro-ingénierie, mais plutôt d'une simple curiosité pour voir les coulisses. Comme d'habitude, le fait de démonter les choses n'a répondu à aucune question, mais a renforcé ma curiosité.

Aucun membre de ma famille proche n'était très impliqué dans l'électronique, et mon inspiration n'est donc pas venue directement d'un parent. Mais il semble que j'aie des facilités pour les logiciels et les mathématiques. Mon mémoire portait sur l'électromagnétisme informatique. J'ai inventé quelques techniques utiles pour calculer très efficacement les fonctions de Green pour les milieux stratifiés. Il s'est avéré que cette technique, ainsi qu'une autre appelée « circuit équivalent à éléments partiels », pouvait être utile pour la caractérisation des inducteurs dans les puces, en particulier pour tenir compte des pertes de substrat. Je pense que c'est ainsi que j'ai

trouvé un emploi dans l'industrie des semiconducteurs. Lorsque j'ai eu la chance de travailler sur la conception de circuits, je me suis immédiatement procuré quelques livres classiques de conception de circuits intégrés de Paul Gray, Philip Allen, Ken Martin, et je les ai pratiquement appris par cœur. Il n'y a pas eu de regard en arrière par la suite.

Elektor : l'ingénierie et l'esprit d'entreprise ont-ils toujours fait partie de vos projets ? Lorsque vous avez commencé à fréquenter l'université, avez-vous songé à lancer et à gérer une entreprise ?

Teo Swee-Ann : je n'ai pas pensé à l'aspect commercial des choses. Je suis plus idéaliste ; je crois que c'est la connaissance qui transformera le monde, pas les affaires. Mais, bien sûr, mon expérience acquise m'a appris qu'il faut parfois en faire plus, s'adapter et créer une plateforme commerciale pour la technologie.

Elektor : parlez-nous de vos intérêts techniques. Sur quoi avez-vous axé votre maîtrise à l'Université nationale de Singapour ?

Teo Swee-Ann : à l'université, je préférais les mathématiques et les logiciels et je fuyais tout ce qui concernait le matériel. Mon mémoire de maîtrise portait donc sur la caractérisation des éléments passifs hyperfréquences dans les couches de matériaux à l'aide de l'électromagnétisme informatique. Un support de couche peut être un objet tel qu'un circuit imprimé ou un circuit intégré, qui est fabriqué couche par couche et dont le matériau varie d'une couche à l'autre. L'objectif était de calculer les caractéristiques à haute fréquence des composants passifs à micro-ondes, tels que les inductances, dans de tels milieux.

Nous étions alors confrontés à de nombreux problèmes : la difficulté de créer une seule fonction de Green pour représenter à la fois le champ proche et le champ lointain, la manière d'extraire les pôles des fonctions et la manière d'effectuer les transformations de Sommerfeld des fonctions du domaine des fréquences au domaine spatial. Mon travail a donc été divisé en deux parties.

La première partie consistait à montrer comment nous pouvions créer une fonction unique pour représenter à la fois le champ proche et le champ lointain et disposer d'une méthode de calcul efficace pour calculer leurs transformées de Sommerfeld (quelque chose comme la transformée de Laplace, mais avec un noyau de Bessel ou de Hankel). Nous savons que ces fonctions présentent des singularités et des coupures de branches. C'est donc comme si nous marchions sur un champ de mines mathématique avec quelques barrières.

Il s'agissait d'abord d'extraire les singularités de ces fonctions et ensuite de créer des « pôles synthétiques » qui ont des solutions de forme fermée dans le calcul suivant, afin d'accélérer la convergence du calcul (un problème qui s'est posé en raison de l'inclusion des pôles pour l'extraction des singularités). La petite partie restante des fonctions qui n'ont pas été prises en compte sera alors calculable et aura une convergence rapide.

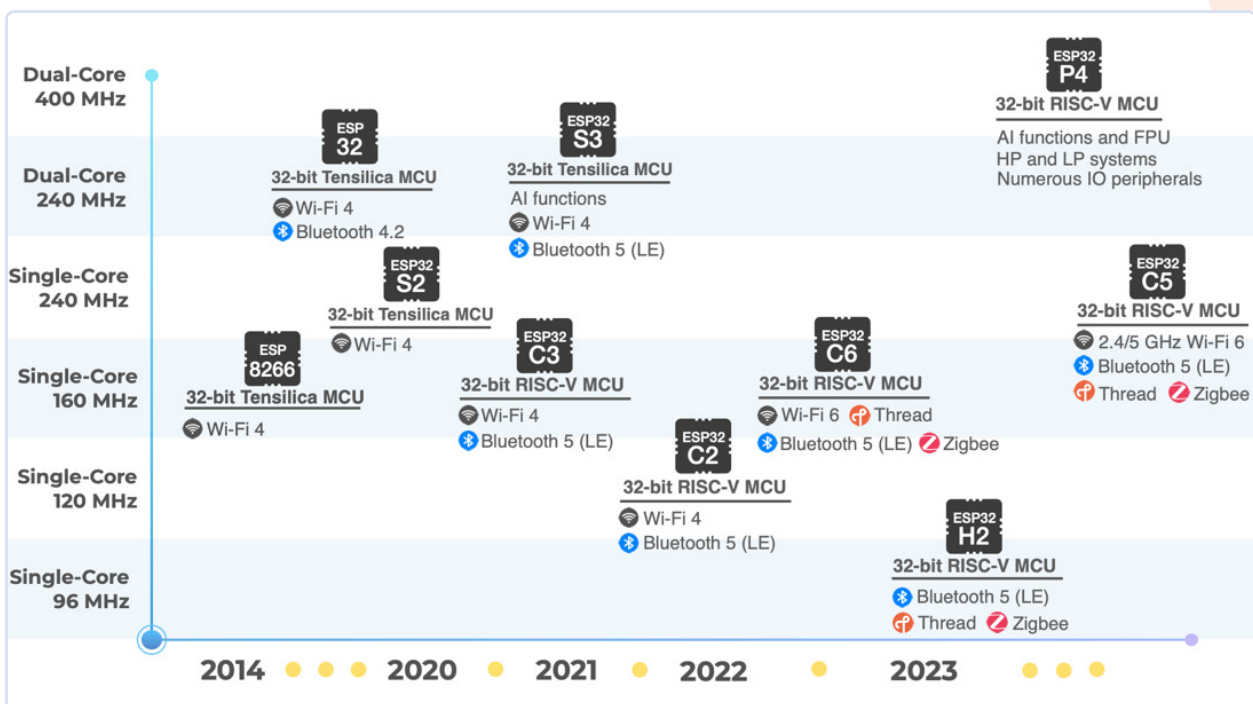
Enfin, le problème restant était de savoir comment extraire les singularités dans le domaine complexe. J'ai créé une technique alternative, que je nomme « Tomographie de Cauchy » pour extraire ces singularités, en utilisant le théorème du résidu de Cauchy et en récupérant leurs emplacements via la technique du crayon de fonction généralisée (GPOF). Par un heureux hasard, il m'arrive encore aujourd'hui d'utiliser cette technique dans la conception de circuits pour calculer la fonction de transfert d'un système sur la base de sa réponse transitoire. Il s'avère que la réponse transitoire est une sorte d'intégration dans le domaine temporel de la réponse en fréquence du système. En convertissant les deux domaines, on peut en quelque sorte voir comment les pôles du système créent un certain type de réponse transitoire et vice versa.

Elektor : votre réponse à l'invitation d'Elektor à devenir le prochain rédacteur en chef invité a été un « oui » ferme et spontané. Quand avez-vous fait la connaissance d'Elektor ? Elektor vous a-t-il influencé ou affecté, vous et Espressif, d'une manière ou d'une autre ?

Teo Swee-Ann : c'est en 2015 que nous avons découvert Elektor. Le magazine se distinguait par sa capacité à identifier et à mettre en lumière les tendances émergentes dans l'industrie. En fait, je crois qu'Elektor a été parmi les pionniers à présenter les puces d'Espressif, en commençant notamment par l'ESP8266, jouant ainsi un rôle important dans leur popularisation. Nous nous tournons régulièrement vers Elektor comme source d'inspiration, toujours désireux de mesurer l'évolution des besoins et des intérêts de son lectorat. En outre, Elektor joue un rôle inestimable en servant de source de connaissances pour ceux qui aspirent à entrer dans le secteur de l'électronique. Il souligne une obligation commune que nous ressentons dans l'industrie : diffuser nos connaissances et, ce faisant, veiller à ce que le domaine de l'électronique continue d'attirer et de cultiver de nouveaux talents.

Elektor : quels sont les avantages et les inconvénients de votre formation d'ingénieur dans votre rôle actuel de PDG d'Espressif ?

Teo Swee-Ann : je n'y vois aucun inconvénient. J'aime être en première ligne et je continue à travailler sur les circuits. Le fait de travailler aux côtés de l'équipe me permet de mieux comprendre les problèmes auxquels nous sommes confrontés et les difficultés liées à la mise en place de chaque fonction. Cela me permet de mieux répartir les ressources, d'identifier les problèmes clés, de communiquer avec l'équipe et de parvenir à un consensus.





L'une de nos décisions initiales était qu'une puce IdO devait idéalement avoir 600 DMIPS. Ce niveau de performance offre un équilibre entre la puissance, surpassant de nombreux microcontrôleurs, et la rentabilité, grâce à son architecture double cœur.

Elektor : quels sont vos centres d'intérêt en dehors de l'ingénierie et de l'électronique ?

Teo Swee-Ann : je joue beaucoup de musique lorsque je réfléchis à des problèmes. Cela débloque en quelque sorte le cerveau. J'avais l'habitude de jouer de la guitare classique et j'ai récemment repris le violoncelle. J'étudie actuellement les suites pour violoncelle de Bach, petit à petit, et je m'efforce de m'améliorer.

Elektor : vous avez lancé Espressif en 2008. Votre premier produit a été l'ESP8086, sorti en 2013. Était-il l'objectif principal de l'entreprise pendant ces cinq années, ou fournissiez-vous également d'autres services ?

Teo Swee-Ann : au cours des premières années, il s'agissait d'une très petite structure. Je travaillais sur un logiciel afin de créer un langage pour décrire les circuits. D'où le nom « Espressif », qui signifiait exprimer nos idées sur les circuits. Cependant, il est difficile de vendre des logiciels, et nous avons bifurqué pour devenir une société de conseil, construisant des IP analogiques pour nos clients. Finalement, nous avons été inspirés par le concept d'une singularité technologique imminente et avons décidé de construire des puces IdO, qui agiraient comme le système nerveux d'un tel appareil intelligent.

Elektor : en 2014, Espressif a lancé son premier SoC IdO, l'ESP8266EX. Quels types de défis techniques visiez-vous avec cette solution ?

Teo Swee-Ann : à cette époque, l'idée de créer une puce Wifi bon marché circulait. Nous avons décidé de relever ce défi en intégrant tous les composants externes RF dans la puce. Jusqu'à présent, les modules étaient encombrés de 50 à 100 composants. Nous avons révolutionné cette conception en intégrant le balun, le commutateur d'antenne, l'amplificateur de puissance et l'amplificateur faible bruit (LNA) directement dans la puce. Le principal défi consistait à gérer la puissance de crête de 27 dBm de l'amplificateur de puissance. Sans un commutateur suffisamment robuste, le LNA risquait d'être endommagé.

Nous avons également modifié la façon dont les amplificateurs de puissance étaient pilotés en interne. Au lieu d'inductances, nous avons utilisé des baluns, ce qui a amélioré la stabilité du système. Par ailleurs, dans le passé, la plupart des puces Wifi chargeaient les images logicielles dans la mémoire de manière plutôt statique. Nous avons adopté une conception de cache afin que le logiciel puisse être lu en continu à partir de la mémoire flash. C'est beaucoup plus lent, mais cela fonctionne. Nous avons également intégré une grande partie de la logique du système dans le logiciel, plutôt que dans le matériel. Cela a facilité le développement.

La convergence de ces innovations progressives a conduit à la création d'une conception très compacte. Notre produit final coûtait

entre un quart et un tiers de ce que proposaient nos concurrents. Aujourd'hui, nous sommes fiers de reconnaître que bon nombre des techniques que nous avons mises au point sont devenues des pratiques courantes dans l'industrie, contribuant de manière significative à la réduction des coûts associés aux puces IdO.

Elektor : 2016 a été une année importante pour Espressif. Parlez-nous du développement de l'ESP32 et de sa sortie.

Teo Swee-Ann : avant l'ESP32, notre approche était quelque peu spontanée et moins structurée. L'ESP32 a marqué un changement important dans notre état d'esprit, nous amenant à aborder le marketing de manière plus systématique. L'une de nos décisions initiales était qu'une puce IdO devait idéalement avoir 600 DMIPS. Ce niveau de performance offre un équilibre entre la puissance, surpassant de nombreux microcontrôleurs, et la rentabilité, grâce à son architecture double cœur et à son système de cache efficace. Le processus pour façonner l'ESP32 a nécessité de nombreuses discussions, délibérations et révisions.

C'est à ce moment-là que nous avons formellement établi la structure de notre équipe, affiné notre processus de travail et aligné nos processus de travail sur la conception et les spécifications du produit. Nous nous sommes ainsi éloignés de notre approche précédente, plus « garage » et moins formelle. Parallèlement au développement de l'ESP32, notre équipe logicielle a lancé l'ESP-IDF. Les décisions, telles que celles concernant nos politiques en matière de logiciels libres, ont été consolidées au cours de cette période, établissant une base solide pour les progrès futurs. En résumé, l'évolution de l'ESP32 a mis en évidence l'importance croissante des logiciels, plutôt que de se concentrer uniquement sur le matériel. Cette transition a été enrichie par l'engagement actif et le retour d'information inestimable de notre communauté de développeurs dévoués.

Elektor : parlez-nous des solutions d'Espressif compatibles avec Matter, qui semble être une priorité en 2023 et en 2024, n'est-ce pas ?

Teo Swee-Ann : jusqu'à présent, le secteur de la maison intelligente n'a pas atteint son potentiel et il est encore difficile pour les consommateurs d'utiliser les produits de manière efficace. Les cas d'utilisation sont limités et l'expérience offerte est fragmentée. Matter tente d'apporter un changement en faisant en sorte que les appareils parlent le même langage, et il est très encourageant de voir la plupart des grands acteurs s'unir pour résoudre ces problèmes. Plus important encore, nous constatons des réponses positives de la part des clients. Il s'agit donc d'une priorité naturelle pour nous. L'approche d'Espressif pour construire des solutions Matter ne se limite pas au matériel. Bien que nous ayons différentes puces supportant les protocoles Matter over Thread et Wifi, nous allons



plus loin en comprenant les problèmes spécifiques des clients dans son adoption et en essayant de créer une solution pour ceux-ci. Nos modules ESP ZeroCode, notre service de fourniture de certificats et notre service d'assistance à la certification sont de bons exemples de cette approche.

Elektor : comment s'est déroulée la création de l'ESP RainMaker ?

Teo Swee-Ann : ESP RainMaker a également été conçu pour répondre aux problèmes rencontrés par les clients. Auparavant, nous les voyions réinventer la roue lorsqu'il s'agissait de construire une plateforme cloud IdO ou de fabriquer des produits basés sur des plateformes cloud tierces avec une différenciation et un contrôle minimal sur les données. D'autre part, l'architecture cloud sans serveur était tellement prometteuse pour construire un tel cloud sans se soucier de la gestion de l'infrastructure. Il est cependant encore difficile pour les fabricants d'appareils de construire une telle plateforme à partir de zéro. C'est pourquoi nous avons créé ESP RainMaker avec la vision de construire une plateforme cloud pour les clients qui leur donne un contrôle total et une personnalisation pour construire leur propre cloud IdO avec beaucoup moins d'investissement.

Elektor : les systèmes et produits AIoT transmettent beaucoup de données. Cela suscite bien sûr des inquiétudes en matière de protection des données et de la vie privée. Espressif pense-t-elle que le marché des produits AIoT connaîtra un « boom » une fois que des normes internationales en matière de protection des données et de la vie privée auront été adoptées ?

Teo Swee-Ann : dans le paysage actuel de l'AIoT, les questions de confidentialité des données et de réglementation sont certainement d'une grande signification, et nous fournissons à nos clients de multiples outils pour les éviter. Tout d'abord, nous encourageons l'IA en périphérie en intégrant sa prise en charge dans notre matériel : par exemple, l'ESP32-S3 et le prochain ESP32-P4 ont des instructions IA pour le traitement rapide des modèles d'apprentissage profond, de sorte que les appareils peuvent traiter les données localement plutôt que d'avoir à les envoyer à des serveurs. Pour les données qui sont stockées sur des serveurs, nous fournissons aux clients des outils qui le font d'une manière conforme à la réglementation. Par exemple, comme l'a examiné le TÜV Rheinland, l'implémentation cloud ESP RainMaker d'Espressif fournit toutes les fonctions nécessaires pour atteindre la conformité GDPR lorsque les clients construisent leur propre cloud IdO basé sur ESP RainMaker. La sécurité joue également un rôle : De nos jours, il n'est pas rare que des acteurs malveillants s'introduisent dans un système et s'emparent de toutes les données. Nous nous sommes engagés à fournir des composants matériels et logiciels sécurisés conformes au programme américain *Cybersecurity Labeling* et à d'autres initiatives internationales, telles que le *Cybersecurity Labeling Scheme* de Singapour. Les dispositifs certifiés dans le cadre de tels programmes peuvent apporter aux clients une certaine tranquillité d'esprit en ce qui concerne leur sécurité. Un défi plus pressant que nous avons identifié est le manque de

développeurs de logiciels embarqués. En outre, la fragmentation du marché complique encore la situation, le complexifiant encore. Chez Espressif, nous relevons activement ces défis. Nous avons introduit de nombreuses solutions. Par exemple, nous avons ESP-ZeroCode pour développer des applications Matter, ESP-Skai-Net pour la reconnaissance vocale locale de l'IA, ESP-RainMaker pour créer votre propre plateforme cloud, ESP-ADF pour créer votre propre système audio Wifi, etc.

Notre objectif est de doter nos clients des outils dont ils ont besoin pour créer des solutions sans partir de zéro, afin de garantir l'efficacité et la rapidité du développement. Pour une évolution positive significative du paysage de l'AIoT, nous pensons qu'il est essentiel de réduire la fragmentation. Il est impératif que les différentes plateformes collaborent et favorisent une norme unifiée. Si Matter est prometteuse dans cette direction, son plein potentiel et son impact à long terme restent à vérifier.

Elektor : la pénurie mondiale de puces a-t-elle favorisé l'utilisation de la technologie Espressif dans des produits commerciaux ? Si oui, comment ces produits peuvent-ils contribuer à asseoir la marque Espressif ?

Teo Swee-Ann : pendant cette période difficile de pénurie mondiale de puces, Espressif a mis en œuvre une approche stratégique en rationnant les ventes de puces à nos clients estimés. Cette décision a été appréciée par nombre de nos clients. Tout d'abord, elle leur a permis de continuer à recevoir un approvisionnement régulier en puces, même si les quantités étaient limitées. Deuxièmement, cette stratégie a empêché nos clients de surstocker à la hâte en réponse à la crise. Enfin, et c'est important, pendant toute cette période, nous nous sommes engagés à ne pas augmenter nos prix, de sorte que la volatilité du marché n'a pas eu d'incidence négative sur notre structure tarifaire. Je pense que notre stabilité et notre croissance modeste en 2023 reflètent l'efficacité et la prévoyance de ces politiques.

Elektor : dans une interview accordée à Elektor il y a plusieurs années, vous avez déclaré que l'IA serait la prochaine grande tendance, ce qui s'est avéré exact. Selon vous, quelle sera la prochaine grande révolution dans le domaine de l'électronique ?

Teo Swee-Ann : dans le domaine de l'électronique, nous devons tenir compte de deux trajectoires distinctes. Tout d'abord, il y a celle menant à un écosystème virtuel ou de réalité mixte plus immersif. Imaginez un avenir où, dans les prochaines décennies, nous pourrions posséder des implants qui non seulement augmenteraient nos cinq sens, tels que la vision et l'audition, mais introduiraient également de nouvelles expériences sensorielles ou des voies cognitives jusqu'alors inexplorées par l'évolution naturelle. Cela signifierait que nos émotions, nos capacités cognitives et nos expériences sensorielles seraient considérablement améliorées ou modulées par l'IA. La réalisation de cette vision exige une innovation technologique importante, en particulier pour atteindre des capacités de calcul plus élevées avec une consommation d'énergie et des tensions réduites, avec les facteurs de forme les plus compacts. D'autre part, la deuxième orientation met l'accent sur l'application

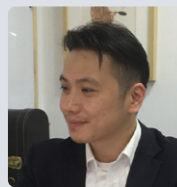


Pour l'avenir, notre objectif principal reste la création de solutions pionnières qui donnent la priorité à l'efficacité énergétique et à des facteurs de forme plus petits.

de l'IA à la conception de l'électronique. À titre de comparaison, si l'IA est capable de faire fonctionner des véhicules de manière autonome, elle possède certainement le potentiel nécessaire pour concevoir des circuits sophistiqués. Cette évolution permet de relever un défi important dans notre domaine, à savoir la tendance à la suringénierie des conceptions. L'intégration de l'IA dans le processus de conception offre la possibilité de les affiner, de les rationaliser et de les rendre plus efficaces, accélérant ainsi la réalisation de la première trajectoire.

Elektor : quelle est votre vision pour Espressif ? Où voyez-vous l'entreprise dans, disons, cinq ans ?

Teo Swee-Ann : chez Espressif, nous nous positionnons avant tout comme une entreprise leader dans le domaine des puces AIoT. Cela dit, nos capacités vont bien au-delà du simple matériel.



À propos de Teo Swee-Ann

Teo Swee-Ann est le fondateur et le PDG de la société de semi-conducteurs Espressif Systems, cotée à Shanghai. Il est titulaire d'une maîtrise en génie électrique de l'université nationale de Singapour. Teo a travaillé pour les fabricants de puces américains Transilica et Marvell Technology Group, ainsi que pour la société chinoise Montage Technology, avant de fonder sa propre entreprise en 2008.

Nous avons un fort ancrage dans le développement logiciel, avec notre système logiciel propriétaire, ESP-IDF, et de vastes cadres de solutions répondant à l'intégration du cloud, à l'IA périphérique, au réseau maillé, aux applications audio et de caméra, et plus encore. Ce qui nous distingue vraiment, c'est notre communauté et notre écosystème florissants, où professionnels et amateurs se réunissent pour partager et développer des idées révolutionnaires. Pour l'avenir, notre objectif principal reste la création de solutions pionnières qui donnent la priorité à l'efficacité énergétique et à des facteurs de forme plus petits. En somme, nous espérons qu'Espressif représente une éthique distinctive et une attitude progressiste à l'égard de l'ingénierie, de l'innovation et de la promotion d'un esprit communautaire collaboratif. ◀

VF : Maxime Valens — 230614-04

LIEN

[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>



démarrer avec ESP-DL

le SDK d'apprentissage profond

L'ESP32-S3 intègre l'accélération de l'IA qui vous permet de l'utiliser pour diverses applications d'apprentissage automatique. ESP-DL est le SDK d'apprentissage profond d'Espressif, qui vous permet de tirer parti des instructions d'accélération de l'IA pour construire des modèles d'apprentissage automatique optimisés. Ce SDK fournit des exemples de reconnaissance faciale d'humains et de chats. ESP-DL prend désormais en charge le compilateur TVM qui permet d'utiliser les modèles TensorFlow, PyTorch ou ONNX. Espressif propose également un portage du SDK TensorFlow Lite Micro de Google avec le support de l'accélération ESP32-S3, vous permettant d'utiliser des modèles TensorFlow Lite standard sur l'ESP32-S3.

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

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

