

le rôle croissant de l'IA périphérique

Une tendance qui structure l'avenir

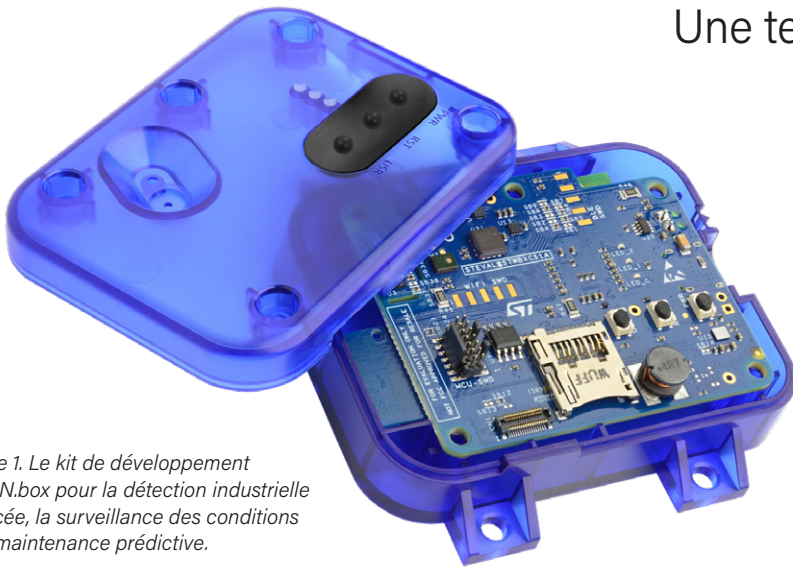


Figure 1. Le kit de développement STWIN.box pour la détection industrielle avancée, la surveillance des conditions et la maintenance prédictive.

Vianney Taufour (STMicroelectronics)

Au rythme de l'évolution de la technologie, l'intelligence artificielle (IA) franchit les limites de l'informatique en nuage (Cloud) et s'installe dans le monde des appareils périphériques. L'IA périphérique (Edge AI) représente une évolution majeure vers une intelligence décentralisée et en temps réel sur des dispositifs tels que les capteurs, les moteurs, les caméras et les véhicules. En traitant les données localement, l'IA périphérique réduit la latence, améliore la confidentialité et permet une prise de décisions en temps réel, essentielle pour de nombreuses applications industrielles et grand public.

Cette tendance croissante est due à la convergence des systèmes embarqués, des algorithmes d'apprentissage automatique et d'un large éventail de capteurs. De la détection d'anomalies dans les moteurs industriels à la reconnaissance faciale dans les systèmes de sécurité, la créativité requise pour extraire des informations significatives de ces capteurs est à l'origine

de certaines des applications d'IA les plus innovantes dans les systèmes embarqués. Alors que les ingénieurs et les développeurs s'efforcent d'exploiter de nouvelles possibilités grâce à l'IA, la polyvalence de l'Edge AI devient de plus en plus évidente. Examinons de plus près comment cette tendance se manifeste dans diverses applications du monde réel.

Cas d'utilisation de l'Edge AI dans le monde réel

Détection des anomalies dans les performances des moteurs

L'Edge AI permet de détecter en temps réel les anomalies dans les moteurs fonctionnant à des vitesses variables. En utilisant des capteurs de vibrations, tels que le capteur de vibrations numérique à 3 axes à bande passante ultra-large et à faible bruit utilisé dans notre kit de développement STWIN.box (figure 1), les modèles d'IA peuvent identifier les écarts de performance susceptibles de signaler des problèmes mécaniques potentiels. Ceci est inestimable dans les secteurs où la détection précoce des anomalies peut prévenir des pannes coûteuses et améliorer l'efficacité des programmes de maintenance. Ce cas d'utilisation est également intéressant parce que l'apprentissage de l'algorithme de détection des anomalies peut être repris sur l'appareil lui-même pour s'adapter au schéma de vibration exact et fournir la meilleure précision possible pour chaque machine. Imaginez une usine avec des centaines de machines où vous pouvez affiner le modèle pour chacune d'elles ! Pour en savoir plus, consultez [1].

Détection et classification des défauts des moteurs

Dans l'industrie, les moteurs sont des composants essentiels qui entraînent tout, des tapis roulants aux bras robotisés. L'Edge AI appliquée aux moteurs permet de détecter les défauts en temps réel en analysant des données telles que la consommation de courant ou les vibrations. Des algorithmes avancés peuvent même classer le type de défaut, qu'il s'agisse d'un déséquilibre, d'un désalignement ou d'une usure mécanique, permettant ainsi des interventions précises

et opportunes. Pour plus d'informations, voir [2].

Détection des arcs électriques dans les systèmes à courant continu

Les installations solaires et autres systèmes électriques à courant continu (CC) sont confrontés à des défis spécifiques, dont l'un est le risque d'arc électrique. En appliquant l'Edge AI, ces systèmes peuvent détecter ce risque en temps réel, améliorant ainsi la sécurité et évitant les incendies ou les dommages coûteux. Cette application met en évidence le rôle croissant de l'IA dans l'amélioration de la fiabilité des infrastructures d'énergies renouvelables. L'utilisation de l'IA dans ce cas apporte une meilleure précision que l'approche algorithmique existante, ce qui est crucial pour éviter les faux positifs et réduire les temps d'arrêt. Pour en savoir plus, voir [3].

Capteurs de pression virtuels pour améliorer la sécurité des vélos à assistance électrique

Les capteurs traditionnels peuvent être remplacés ou complétés par des capteurs virtuels pilotés par l'IA qui déduisent la pression ou la force dans des systèmes complexes. Par exemple, dans les vélos à assistance électrique, l'Edge AI peut améliorer la sécurité en prédisant les changements de pression à partir de la consommation de courant par le moteur. Cela permet de créer des systèmes de contrôle plus intelligents qui optimisent les performances gratuitement, tout en garantissant la sécurité du cycliste. Pour plus d'informations, voir [4].

Détection du type de plancher pour les aspirateurs intelligents

Dans les appareils domestiques intelligents tels que les aspirateurs, l'Edge AI est utilisée pour reconnaître les différents types de planchers (tapis, bois dur ou carrelage) et ajuster les modes de nettoyage en conséquence. L'algorithme d'IA est capable de distinguer un sol dur d'un sol mou parmi 40 types d'échantillons différents avec une grande précision en utilisant un simple capteur de type temps de vol (ToF). Pour plus d'informations, voir [5].

Classification des panneaux de signalisation dans les véhicules autonomes

Les systèmes de conduite autonome

s'appuient sur une reconnaissance précise des objets pour naviguer sur les routes en toute sécurité. La classification des panneaux de signalisation au moyen de l'Edge AI en est un élément clé. Les modèles d'IA embarqués traitent les données des caméras pour identifier les panneaux en temps réel, ce qui permet aux véhicules de réagir à l'évolution de l'état des routes et des réglementations sans dépendre du cloud. Cette application, qui traite le signal d'une caméra RVB, est un exemple d'application de vision par ordinateur, longtemps réservée à des machines puissantes, et désormais disponible sur microcontrôleurs. Pour plus d'informations, voir [6].

Identification faciale et systèmes de sécurité

Dans les applications de sécurité, l'Edge AI permet la reconnaissance et l'identification faciales en temps réel en se passant de l'accès permanent au nuage. Cela est particulièrement important pour la protection de la vie privée et des données, car les informations biométriques sensibles peuvent être traitées et stockées localement. Des banques aux villes intelligentes, l'Edge AI améliore les systèmes de sécurité, offrant une reconnaissance plus rapide et plus précise sans compromettre la vie privée de l'utilisateur. Pour en savoir plus, consultez le site [7].

L'importance de la créativité dans le déploiement de l'IA

Si les cas d'utilisation de l'Edge AI démontrent son vaste potentiel (figure 2),

ils mettent également en évidence un aspect essentiel mais souvent négligé : la créativité. L'application de l'IA aux systèmes embarqués ne se limite pas à l'usage de modèles ou d'algorithmes prêts à l'emploi. Elle exige des développeurs et des ingénieurs qu'ils pensent différemment et qu'ils fassent preuve de créativité pour résoudre les problèmes d'une manière hors des possibilités des méthodes traditionnelles. La véritable puissance de l'Edge AI ne réside pas seulement dans sa capacité à automatiser des tâches, mais dans la manière dont elle permet de trouver des solutions innovantes en réinventant la manière dont les données sont collectées, traitées et utilisées.

Dans le monde des systèmes embarqués, des contraintes telles qu'une puissance de traitement, une mémoire et une efficacité énergétique limitées posent des défis importants. Cependant, ces contraintes inspirent également une résolution créative des problèmes. Les ingénieurs doivent aller au-delà du traitement traditionnel des données des capteurs et explorer comment divers flux de données peuvent être combinés, déduits ou même synthétisés pour produire des résultats utiles. Par exemple, les modèles d'IA doivent souvent être optimisés pour s'adapter aux contraintes strictes des appareils embarqués sans sacrifier la précision ou l'efficacité de leurs prédictions.

Prenons l'exemple des vélos à assistance électrique de Panasonic [4]. Dans ce cas, au lieu d'installer des capteurs de pression traditionnels pour mesurer la pression des



Figure 2. Le vaste potentiel de l'Edge AI pour une variété d'applications.

NanoEdge AI Studio simplifies edge AI development workflow

Deployment of NanoEdge AI Studio libraries, the market reference AutoML tool, is completely free for unlimited quantities on any STM32

... and available on any Arm® Cortex®-M MCU*

NANOEDGE AI STUDIO

The best combination for given data: ML model, hyperparameters, and preprocessing

On-device learning capability to fine-tune a deployed solution without retraining

Bring your own data approach: no need to create edge AI models



*under a special license agreement

7

Figure 3. NanoEdge AI Studio offre une interface simple pour développer des projets d'apprentissage machine.

pneus, ce qui ajouterait de la complexité et des coûts, les ingénieurs ont eu recours à une approche créative en utilisant l'IA. En exploitant les données de mesure du courant du moteur, ils ont conçu un capteur de pression virtuel - une solution qui déduit la pression du pneu en analysant le courant consommé par le moteur. À mesure que le moteur réagit aux sollicitations du conducteur et à l'état de la route, les variations subtiles de la consommation de courant peuvent être utilisées pour prédire la pression des pneus. Cette utilisation créative de l'IA permet non seulement de réduire la complexité du matériel, mais aussi d'améliorer les performances globales et la sécurité du vélo, tout en utilisant les données déjà saisies par le système. Cet exemple illustre parfaitement la manière dont la créativité dans le déploiement de l'IA peut conduire à des solutions innovantes et rentables. Sortant des sentiers battus, les ingénieurs ont reformulé le problème - la surveillance de la pression des pneus - afin que les données existantes fournissent de nouvelles informations. Au lieu de s'appuyer sur des capteurs coûteux ou spécialisés, ils ont utilisé les données existantes du moteur pour faire surgir une toute nouvelle fonction. C'est ce genre d'ingéniosité qui donne à l'intelligence artificielle toute sa puissance et sa polyvalence.

Réinventer la résolution de problèmes dans les systèmes d'IA embarqués

L'utilisation créative de l'IA dans les systèmes embarqués exige également que les ingénieurs envisagent la résolu-

tion des problèmes de manière globale, en tenant compte non seulement des aspects techniques, mais aussi des implications pratiques du déploiement de l'Edge AI. Par exemple :

Réutilisation des capteurs existants

Comme dans le cas de la bicyclette Panasonic, l'IA peut souvent donner aux capteurs existants un nouvel objectif. Les ingénieurs peuvent utiliser des capteurs de vibrations, conçus à l'origine pour surveiller l'usure mécanique, pour détecter également d'autres paramètres critiques tels que des conditions environnementales ou des anomalies de performance inattendues.

Combiner diverses sources de données

En combinant de manière créative des données provenant de plusieurs capteurs (comme le son, les vibrations et la température), il est possible de dresser un tableau plus complet de l'état de santé d'un système. Les modèles d'IA entraînés avec cette combinaison de données peuvent détecter des subtilités susceptibles d'échapper à un capteur isolé.

Déduire des informations cachées

L'IA peut déduire des informations qui ne sont pas directement mesurables. Par exemple, plutôt que de mesurer directement l'état d'une route ou d'un sol, les modèles d'IA peuvent utiliser les vibrations d'un aspirateur ou de la suspension d'une voiture pour déterminer les types de surface ou les niveaux d'usure. Cette capacité à extraire des informations cachées à partir de sources de données indirectes permet aux développeurs de résoudre

des problèmes d'une manière nouvelle et passionnante.

Optimiser l'efficacité énergétique

L'énergie est une ressource précieuse pour tout ce qui est alimenté par batterie, comme les appareils portables ou intelligents. La créativité dans le déploiement de l'IA consiste à concevoir des modèles qui fournissent des résultats précis en consommant un minimum d'énergie. Cela signifie souvent qu'il faut trouver des moyens astucieux de réduire la complexité des modèles d'IA ou d'effectuer les calculs avec le moins d'énergie possible.

Dans tous ces cas, les développeurs doivent dépasser le paradigme traditionnel de la simple automatisation des tâches et considérer l'IA comme un outil permettant de découvrir de nouvelles idées et de relever des défis complexes de manière plus efficace. Cela nécessite un changement de mentalité, car l'objectif n'est pas simplement d'appliquer l'IA, mais de repenser la manière dont l'IA peut reformuler et simplifier le problème lui-même.

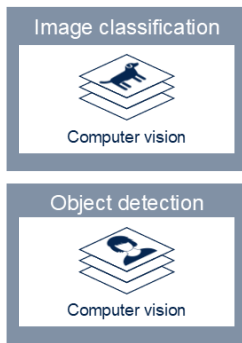
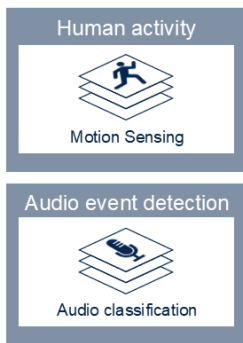
Comment STMicroelectronics structure le futur de l'Edge AI

STMicroelectronics est à l'avant-garde de ce mouvement de promotion de l'Edge AI, en fournissant des solutions complètes qui répondent aux différents besoins des ingénieurs et des développeurs dans tous les secteurs d'activité. Avec Edge AI Suite [8], ST propose une large gamme d'outils logiciels adaptés à différents profils d'utilisateurs et niveaux d'expertise, ainsi qu'une vaste collection d'études de cas [9] pour inspirer les développeurs.

Start with edge AI optimized models STM32 model zoo



A collection of application-oriented models optimized for STM32



Hosted on GitHub



Model training scripts

- Scripts to generate and validate



Application code example

- Designed to host optimized NN models
- Automatically generated from the trained models
- Easy to deploy for end-to-end evaluation



9

Figure 4. Le STM32 Model Zoo contient tous les modèles dont vous avez besoin pour commencer.

Pour les novices en matière d'IA ou de systèmes embarqués, NanoEdge AI Studio (**figure 3**) [10] offre une plateforme intuitive de bout en bout qui permet aux utilisateurs d'importer facilement leurs propres données, d'entraîner des modèles et de les déployer sur des dispositifs embarqués. Cette solution est idéale pour les développeurs qui cherchent à mettre en œuvre rapidement des systèmes de détection d'anomalies, de classification des défauts ou de surveillance de l'environnement basés sur l'IA.

D'autre part, STM32Cube.AI [11] et ST Edge AI Developer Cloud [12] sont conçus pour des utilisateurs plus avancés qui ont besoin d'une plus grande souplesse et d'une meilleure personnalisation. Ils donnent accès à un zoo de modèles (**figure 4**) [13] et à des outils avancés pour la conception, l'entraînement et le déploiement de modèles personnalisés. Qu'il s'agisse de la classification des panneaux de signalisa-

tion dans les véhicules autonomes ou de la reconnaissance faciale dans les systèmes de sécurité, STM32Cube.AI permet aux développeurs d'atteindre les limites de ce qui est faisable avec l'Edge AI.

La vision de ST en matière d'Edge AI repose sur la fourniture de solutions évolutives et adaptables qui répondent aux besoins des ingénieurs et des développeurs travaillant à la pointe de l'innovation. En associant l'expertise matérielle à des logiciels pour embarquer de l'IA, ST contribue à ouvrir de nouvelles perspectives dans des secteurs allant des énergies renouvelables aux maisons intelligentes, en passant par les transports et l'automatisation industrielle. Alors que l'Edge AI continue de gagner en importance, l'utilisation créative des capteurs, l'application de divers algorithmes et l'adaptabilité de solutions telles que celles de STMicroelectronics seront essentielles pour façonner l'avenir des appareils connectés intelligents. ◀

Vf : Helmut Müller — 240620-04



À propos de l'auteur

Vianney Taufour est responsable de l'équipe AI Solutions Developer Engagement chez STMicroelectronics à Grenoble, en France, et possède plus de 25 ans d'expérience dans l'industrie des semi-conducteurs. Il possède une solide expérience en matière de communication, d'image de marque, de marketing et d'électronique, ayant occupé divers postes en recherche et développement, en marketing et en communications d'entreprise. Vianney est titulaire d'un Mastère en génie électrique et microélectronique de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon.

LIENS

- [1] Détection des anomalies dans les performances des moteurs : <https://tinyurl.com/anomaly-detection-case>
- [2] Détection et classification des défauts des moteurs : <https://tinyurl.com/fault-detection-case>
- [3] Détection des arcs en courant continu dans les systèmes électriques (AFCI) : <https://tinyurl.com/arc-fault-detection>
- [4] Capteurs de pression virtuels pour améliorer la sécurité des vélos à assistance électrique : <https://tinyurl.com/e-bikes-panasonic>
- [5] Détection du type de plancher pour les aspirateurs intelligents : <https://tinyurl.com/floor-type-detection>
- [6] Classification des panneaux de signalisation pour les véhicules autonomes : <https://tinyurl.com/traffic-sign-classification>
- [7] Identification faciale et systèmes de sécurité : <https://tinyurl.com/face-identification>
- [8] Edge AI Suite : <https://www.st.com/st-edge-ai-suite>
- [9] ST Edge AI - Études de cas : https://www.st.com/content/st_com/en/st-edge-ai-suite/case-studies.html
- [10] NEAI Studio : <https://stm32ai.st.com/nanoedge-ai/>
- [11] STM32 Cube.AI : <https://stm32ai.st.com/stm32-cube-ai/>
- [12] ST Edge AI Developer Cloud : <https://stm32ai.st.com/st-edge-ai-developer-cloud/>
- [13] STM32 AI model zoo : <https://stm32ai.st.com/model-zoo/>