

Les réseaux privés 5G et l'intelligence artificielle accélèrent le passage de l'automatisation à l'autonomie

Depuis les premières mentions de l'Internet des objets et de l'industrie 4.0, les progrès des technologies telles que la vision artificielle, l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique, l'apprentissage profond et les capteurs sans fil forment un chemin progressif de l'automatisation des sites de production vers leur autonomie. Le tout avec le coup de pouce attendu des réseaux 5G privés. Explications de la société ADLink.

Jusqu'à récemment, la connectivité au sein des sites de production se présentait sous la forme d'un Ethernet industriel filaire, dont le coût d'installation est énorme et qui annule la possibilité d'une fabrication flexible. Certes les solutions sans fil, telles que le Wi-Fi et la 4G, offrent cette flexibilité mais pas la vitesse et la bande passante, et bien que la 4G LTE réponde à ces critères, sa latence fait défaut.

La 5G privée (connue aussi sous le nom de P5G, Private 5G) peut, quant à elle, prendre en charge les technologies avancées et émergentes, notamment les caméras dopées à l'intelligence artificielle (IA), permettant aux fabricants de piloter davantage de fonctionnalités au plus près de la périphérie de réseau (edge). La faible latence de la 5G privée change la donne et, associée à sa bande passante élevée, elle permet d'obtenir un aperçu en temps quasi réel des opérations de fabrication. Le passage

- AUO, le fabricant taïwanais de dalles LCD, utilise des caméras intelligentes et des algorithmes d'apprentissage profond pour l'analyse des comportements des travailleurs sur les lignes de production. La solution repose sur la caméra intelligente NEON AI d'ADLink, qui associe des cœurs de traitement de la vision Intel Movidius ou Nvidia Jetson AI à une large gamme de capteurs d'image.

AUTEUR



Chia-Wei Yang, directeur Edge Vision Business Center, IoT Solution and Technology Business Unit, ADLink.

des véhicules guidés automatisés (AGV) aux robots mobiles autonomes (AMR) dotés d'une intelligence en essaim, par exemple, n'en est qu'à ses débuts (figure 1). L'article couvre quelques cas d'utilisation où les appareils doués d'IA et connectés en 5G peuvent détecter leurs environnements et interagir les uns avec les autres, en prenant des décisions décentralisées.

Les 4 étapes du développement de l'IIoT

La connectivité, le stockage et la puissance de calcul sont les fondements de l'IIoT. Le premier obstacle à surmonter sur la voie de la migration des opérations « héritées » vers une

usine intelligente est lié au fait que les différentes machines installées peuvent utiliser différents contrôleurs tels que des automates programmables (PLC), des ordinateurs PC ou des microcontrôleurs, ainsi qu'une variété de protocoles machine, tels que Modbus, DeviceNet, le bus CAN et même des protocoles propriétaires. De nombreuses machines anciennes sont même dépourvues de toute communication.

Le deuxième obstacle est lié au fait que les constructeurs de machines peuvent avoir développé un code source propriétaire, ce qui rend difficile pour les ingénieurs de le modifier ou de le mettre à niveau pour optimiser les opérations pour les

besoins d'une usine spécifique. Enfin, certains directeurs d'usine se sont avérés réticents à l'idée d'autoriser les intégrateurs système à ajouter, supprimer ou modifier des applications pour des machines déjà déployées.

Pour ces types d'applications, des entreprises telles que ADLink ont développé des solutions pour connecter efficacement les anciennes machines non connectées. Par exemple, la famille d'extracteurs de données d'ADLink est



1 PANORAMA DES SOLUTIONS ADAPTÉES À LA PRODUCTION INDUSTRIELLE INTELLIGENTE

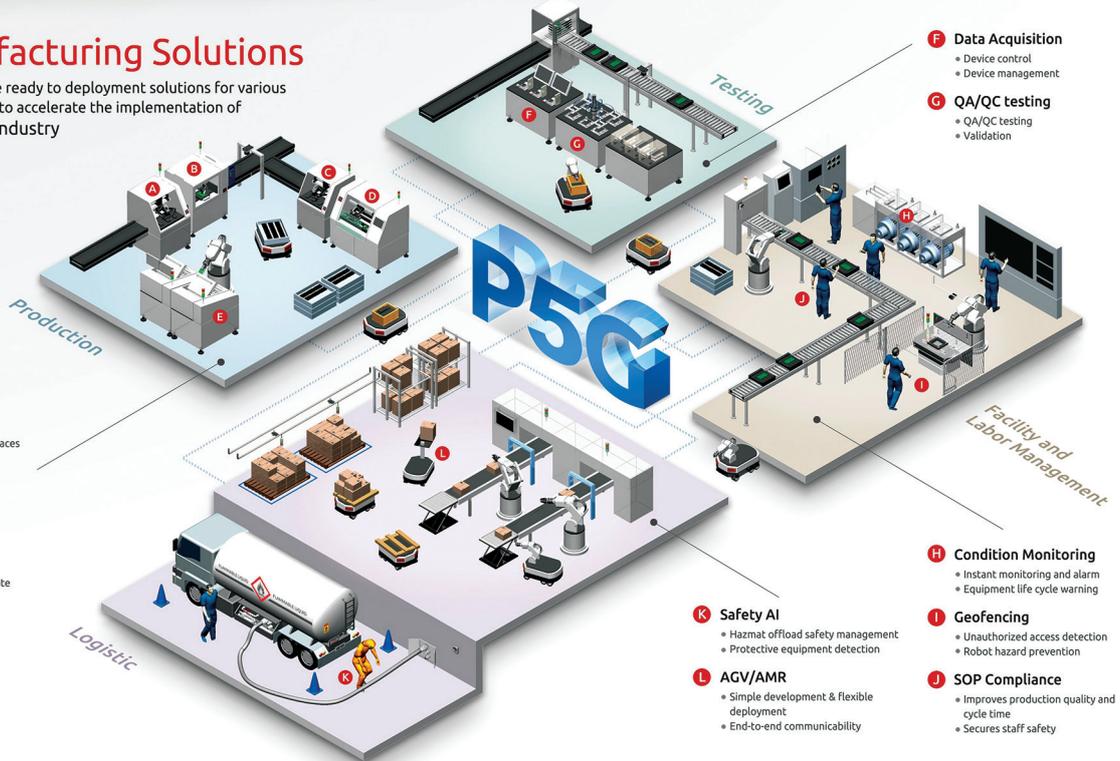
Dans un environnement industriel, la 5G privée peut prendre en charge des technologies avancées et émergentes, notamment les caméras dopées à l'intelligence artificielle qui permettent de piloter davantage de fonctionnalités au plus près de la périphérie de réseau. La faible latence de la 5G privée, associée à sa bande passante élevée, permet d'obtenir un aperçu en temps quasi réel des opérations de fabrication.

Smart Manufacturing Solutions

ADLINK offers comprehensive ready to deployment solutions for various automation control solutions to accelerate the implementation of Smart manufacturing in industry

4.0

- A Motion Control**
 - Centralized and distributed motion control to match performance and precision positioning
- B Machine Vision**
 - Full spectrum of frame grabbers supporting digital and analog interfaces
- C IO Sensing**
 - Comprehensive slave modules for the bridge connected to EtherCAT
- D AI AOI**
 - Improves inspection accuracy and Quality control
 - Reduce manpower cost and error rate
- E Data Extraction**
 - Production information monitoring
 - Availability/uptime management



- F Data Acquisition**
 - Device control
 - Device management
- G QA/QC testing**
 - QA/QC testing
 - Validation
- H Condition Monitoring**
 - Instant monitoring and alarm
 - Equipment life cycle warning
- I Geofencing**
 - Unauthorized access detection
 - Robot hazard prevention
- J SOP Compliance**
 - Improves production quality and cycle time
 - Secures staff safety
- K Safety AI**
 - Hazmat offload safety management
 - Protective equipment detection
- L AGV/AMR**
 - Simple development & flexible deployment
 - End-to-end communicability

Product Solutions



capable de contrôler et de récupérer à distance les données des installations non connectées, convertissant ainsi les données essentielles des équipements qui ne disposent pas d'interfaces de sortie vers les réseaux. Par ailleurs, les premiers déploiements IoT étaient de nature passive, avec une puissance de calcul limitée et des contrôleurs embarqués affectés à des tâches simples. Les données collectées à partir de capteurs et d'autres dispositifs étaient donc stockées dans un emplacement centralisé, tel qu'un lac de données (data lake en anglais), puis traitées et analysées sur la base d'architectures de type Big Data. Les informations issues de l'analyse étaient alors utilisées pour visualiser les données de terrain afin de comprendre les éventuelles récurrences et tout type de corrélation. Bon nombre de ces informations ont été utilisées par les opérateurs de machines pour la

maintenance prédictive afin de maximiser le temps de fonctionnement des machines, améliorant ainsi la productivité et réduisant les coûts. La deuxième étape a amené l'usine dans un environnement plus actif avec des appareils edge et une connectivité permettant de partager les résultats avec d'autres appareils Edge au sein d'un réseau IoT industriel (IIoT, Industrial Internet of Things). En ajoutant l'intelligence artificielle (IA) à la sauce, les mises en œuvre IIoT se sont éloignées de la pure et simple présentation des seuls événements passés, pour éventuellement générer automatiquement des mesures à prendre. Avec l'introduction de l'intelligence en essaim, de simples dispositifs edge peuvent interagir localement les uns avec les autres. Concept que l'on retrouve dans les colonies d'insectes comme les fourmis et les abeilles, l'intelligence en essaim est

l'interaction collective entre entités. Pour s'adapter à l'évolution dynamique de l'environnement de fabrication, l'essaim d'entités est capable de s'autoorganiser, pour manœuvrer rapidement de manière coordonnée. Bien que le groupe formant l'essaim soit limité au niveau de sa capacité et de sa taille, cette autonomie de bas niveau s'appuie sur l'utilisation de l'IA cognitive et des technologies d'apprentissage automatique ML (Machine Learning). Pour que la technologie IoT devienne réellement omniprésente –étape 4– les niveaux de latence doivent baisser pour permettre une prise de décision en temps réel, et les déploiements IoT doivent fonctionner de manière plus autonome. La 5G privée est ici perçue comme la réponse adéquate en matière de connectivité, en permettant de « pousser » plus d'intelligence en périphérie des réseaux de données

et de réduire la latence. Parallèlement, la technologie de l'intelligence artificielle des objets (AIoT, Artificial Intelligence of Objects) réduit progressivement le rôle de la prise de décision humaine dans de nombreux écosystèmes IoT.

Les technologies de connectivité du passé récent

La majorité des mises en œuvre de l'Internet des objets en sont actuellement à l'étape 2 et utilisent une combinaison d'Ethernet industriel câblé avec des technologies Wi-Fi, 4G et, plus récemment, 4G LTE comme épine dorsale pour la connectivité des équipements de terrain. Ces technologies de connectivité sans fil présentent des limites en matière de vitesse et de bande passante. Plus important encore, la latence, qui est le temps nécessaire pour que les données circulent entre deux points, devient une préoccupation majeure. Avec la 4G LTE par exemple, la latence est de 200ms, ce qui est suffisant pour prendre certaines décisions en temps réel, mais pas assez rapide pour les décisions critiques en

matière de sécurité, comme la mise à l'arrêt d'un équipement pour éviter un accident.

La promesse de la 5G

Bien que les déploiements d'infrastructures 5G publiques suscitent des inquiétudes quant à la sécurité des données et n'offrent pas forcément une latence constante, le déploiement de la 5G privée (P5G) à l'échelle de l'entreprise s'accélère. La 5G privée offre une faible latence, de l'ordre de 1 ms contre 200 ms pour la 4G. La vitesse et la bande passante élevées de la P5G, associées aux technologies IA/ML, permettent aux exploitants d'usines de récupérer des informations en temps quasi réel sur les opérations de fabrication – et de devenir proactifs plutôt que réactifs aux événements.

Ces promesses s'appliquent aux robots, aux caméras, aux véhicules et à toutes les applications IA en périphérie de réseau nécessitant une mise en réseau fiable et sécurisée en temps réel pour partager des informations. Les robots mobiles autonomes et la vision industrielle pour la productivité et la sécurité des tra-

vailleurs sont de bons exemples de la façon dont ces technologies sont combinées.

Des AGV aux AMR

Le passage des véhicules guidés automatisés (AGV) aux robots mobiles autonomes (AMR) dotés d'une intelligence en essaim, par exemple, n'est que le début de cette évolution. Mais quelle en est la signification sur le terrain? Les AGV suivent une piste cartographique et nécessitent une infrastructure coûteuse et des mesures de sécurité personnelle supplémentaires. En revanche, un essaim d'AMR peut effectuer son travail avec peu ou pas de surveillance de la part des opérateurs humains. Ils peuvent détecter leur environnement et interagir les uns avec les autres, en prenant des décisions décentralisées.

L'une des technologies habilitantes pour l'autonomie des essaims, en plus de l'AIoT, est le système d'exploitation robotique de deuxième génération (ROS 2, Robot Operating System 2). Ce framework open source conçu pour le développement de logiciels pour robots intègre

2 SOLUTION D'ANALYSE DU COMPORTEMENT DES OPÉRATEURS DOPÉE À L'IA

Un scénario utilisant la vision artificielle dopée à l'IA est la surveillance des procédures opérationnelles standard (SOP). Ces procédures sont élaborées pour optimiser la qualité des produits et la durée des cycles de production, ainsi que pour protéger les travailleurs de tout danger.



Le service de données distribuées DDS (Distributed Data Service) pour fournir un environnement d'échange de données uniforme permettant de partager des données collectivement comme s'il s'agissait d'une rivière de données. Il permet une collaboration entre de multiples robots et une communication en temps réel fiable et tolérante aux pannes.

Le fabricant taïwanais d'électronique à façon Foxconn a créé une coentreprise avec ADLink, appelée FARobot (Foxconn ADLink Robot), pour développer des AMR. Dans le cadre de ce partenariat, ADLink fournit le logiciel Eclipse Cyclone DDS – une plateforme utilisée pour la navigation. Les AMR utilisent ce logiciel pour partager les données entre systèmes edge en temps réel, évitant ainsi le coût et le délai d'envoi des données vers le cloud.

L'utilisation d'un essaim d'AMR pour transporter des produits semi-finis vers le poste de travail suivant est un scénario typique. Si la masse totale de produits doit être acheminée vers différentes destinations, un AMR pourra transporter la moitié du lot vers la cellule de production « A », un autre en transportera 30 % vers la cellule de production « B » et le dernier emmènera le reste vers la cellule de production « C ». Comme les AMR fonctionnent en collaboration et visualisent les données sur le terrain à l'aide de caméras dotées d'une intelligence artificielle, ils savent comment établir des priorités en fonction du pourcentage de produits à acheminer à tel ou tel endroit. L'essaim a l'intelligence de concevoir et de sélectionner les files d'attente automatiquement. Seule la combinaison de toutes ces technologies rend possible une usine intelligente, garante de l'amélioration de la sécurité des travailleurs, de l'efficacité et des cadences de production.

Contrôle de conformité des procédures opérationnelles standard

Un autre scénario utilisant la vision artificielle dopée à l'IA est la surveillance des procédures opérationnelles standard (SOP). Ces procédures sont élaborées pour optimiser la qualité des produits et la durée des cycles de production, ainsi que pour protéger les travailleurs de tout danger. Cependant, l'erreur humaine

est ici le principal facteur de défaillance.

Traditionnellement, les fabricants industriels vérifient la conformité aux procédures opérationnelles standard par un contrôle manuel. Le contrôle manuel peut varier d'un responsable de production à l'autre et n'est généralement effectué que pendant des périodes limitées. Le suivi de chaque étape effectuée par chaque opérateur prend trop de temps pour être mis en œuvre sur toutes les lignes de production. Les données sur le flux de travail sont donc incomplètes, et il faut du temps pour les consolider et ensuite les analyser. Cette réaction tardive pour modifier des procédures incorrectes peut entraîner des problèmes de qualité, une baisse de productivité, voire des accidents du travail.

AUO, le fabricant taïwanais de dalles LCD, utilise désormais des caméras intelligentes et des algorithmes d'apprentissage profond pour l'analyse des comportements afin de répondre à ces exigences. La solution repose sur la caméra intelligente NEON AI d'ADLink, qui associe des cœurs de traitement de la vision Intel Movidius ou Nvidia Jetson AI à une large gamme de capteurs d'image (voir photo). Elle est préinstallée avec un système d'exploitation et un logiciel optimisés. Le kit de développement logiciel (SDK) Edge Vision Analytics (EVA) prend par ailleurs en charge les environnements Intel OpenVINO AI et Nvidia TensorRT, ainsi que des plug-in d'application prêts à l'emploi, pour rationaliser le temps de développement des projets de vision IA. En outre, EVA est une plateforme logicielle no-code et low-code, qui ne nécessite qu'une programmation minimale pour que les ingénieurs puissent récupérer leur analyse de vision avec IA.

A une époque où tout le monde veut profiter de l'IA mais ne dispose pas des connaissances et des compétences nécessaires, EVA est très utile pour les intégrateurs système maison des fabricants ou pour les détenteurs de projets IA et leur permet de réaliser rapidement une preuve de concept (PoC) pour les applications de vision IA.

Ces technologies permettent d'effectuer en continu une surveillance et une évaluation cohérentes et optimisées des procédures opératoires stan-

dard, ce qui permet aux responsables de production de consacrer leur temps précieux pour effectuer des tâches plus productives. L'analyse en temps réel de la vision IA leur permet également de réagir immédiatement aux procédures incorrectes, ce qui permet d'éviter les coûts de reprise et les pertes matérielles. Elle peut également prévenir les dangers encourus par les opérateurs lorsqu'ils travaillent en suivant une procédure incorrecte. Une surveillance complète peut également aider à identifier les opérateurs qui pourraient avoir besoin d'une formation complémentaire pour améliorer les cadences (figure 2).

L'avenir de la fabrication intelligente

Les fabricants sont impatients de passer à une usine intelligente, capable de gérer des processus massifs de personnalisation à la demande. Pour y parvenir, le concept conventionnel de production doit changer complètement. La transformation numérique permettra à l'usine intelligente de fabriquer une grande variété de produits sans modifier la ligne de production, la disposition ou l'affectation des travailleurs. Et ce avec des AMR pouvant récupérer les pièces et les outils nécessaires à la production et les livrer directement au poste de travail.

Au niveau du poste de travail, des robots autonomes pourront fabriquer les produits qui, une fois terminés, seront récupérés et envoyés directement au client au travers de canaux logistiques autonomes. La manière de travailler va également être appelée à changer. Par exemple, les travailleurs n'auront plus besoin de pénétrer dans des endroits dangereux et pourront utiliser la réalité augmentée et les jumeaux numériques pour visualiser et surveiller l'état opérationnel en temps réel depuis leur bureau.

Alors que la connectivité IoT compatible avec la 5G privée va constituer l'épine dorsale numérique de la fabrication intelligente, l'IA en sera le cerveau capable de prendre les décisions qui contrôlent le système global. La combinaison de l'IA et de l'IoT nous amène à l'Alot, qui fournit des systèmes intelligents et connectés capables de s'autocorriger et même de s'autoréparer. ■