

Module processeur: le standard COM-HPC s'impose dans les infrastructures de communication 5G industrielles

Les stations de base 5G équipées de serveurs edge et capables de fonctionner en temps réel ouvrent une pléthore de nouvelles opportunités pour les applications de l'Internet des objets industriel (IIoT), de l'industrie 4.0 et des infrastructures critiques. Cependant, pour traiter les données en temps réel et avec une faible latence dans des environnements industriels et extérieurs difficiles, de telles solutions doivent être spécialement durcies. À cette fin, les premiers serveurs sur modules COM-HPC, conçus pour fonctionner en dehors des centres de données climatisés, sont désormais disponibles dans le domaine industriel.

La transformation numérique dans la production industrielle nécessite des réseaux rapides temps réel, mais la pose de câbles partout dans une usine n'est pas toujours possible. La norme 5G, capable de fonctionner en temps réel, constitue donc une véritable révolution pour les communications industrielles, car elle permet un traitement et une distribution sans fil en toute fiabilité de quantités massives de données en temps réel et, surtout, sur de plus longues distances qu'avec des réseaux locaux radio de type WLAN (Wireless Local Area Networks). Et comme les équipements aussi bien fixes que mobiles peuvent utiliser le réseau 5G, connecter des usines entières devient possible.

Pour de tels cas d'usage, la 5G peut gérer une grande densité d'appareils en réseau et offre des temps de réponse et de latence courts de l'ordre de la milliseconde. Grâce au découpage réseau (network slicing), la 5G permet également de créer des réseaux virtuels indépendants, séparés logiquement sur un seul réseau physique. Enfin, la 5G constitue le fondement de l'introduction d'architectures « cloud-native » qui, grâce à l'edge computing (ou traitements en périphérie de réseau) s'appuyant sur la 5G, deviennent des serveurs fog capables de fonctionner en temps

AUTEUR



Zeljko Loncaric, ingénieur marketing, congatec.

réel et de communiquer sans fil avec toutes sortes d'équipements et de dispositifs.

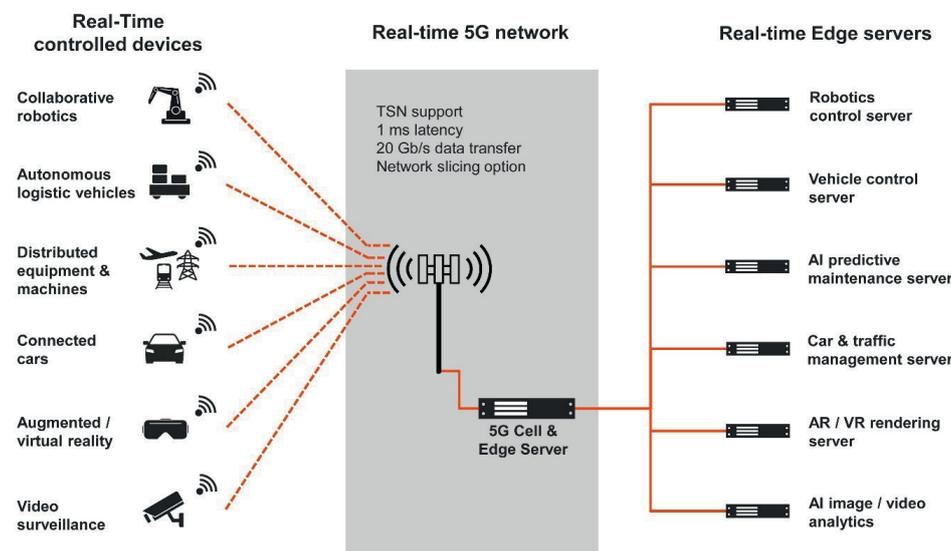
Infrastructures 5G privées pour applications professionnelles critiques

Avec l'ouverture de la gamme de fréquence comprise entre 3,7 GHz et 3,8 GHz aux réseaux mobiles privés, la 5G peut être utilisée et exploitée par une grande variété de réseaux de

campus dans des environnements de type industrie 4.0 ainsi qu'au sein d'infrastructures critiques de nombreuses autres industries. L'évolutivité de ces infrastructures privées et la compatibilité de la 5G avec les normes de communication mobile précédentes offrent également une grande sécurité d'investissement. De plus en plus d'entreprises établissent donc leurs propres réseaux 5G privés sur site, pour exécuter des applica-

1 LES PRINCIPALES APPLICATIONS D'UN RÉSEAU 5G TEMPS RÉEL

Les stations de base 5G industrielles peuvent effectuer des tâches extrêmement diverses. Les Server-on-Modules, qui rendent les performances du réseau 5G et de l'edge computing échelonnables, permettent aux équipementiers de faire évoluer de manière rentable les performances de petites stations de base à peine plus grandes qu'une boîte à pizza.



LES SERVER-ON-MODULES AVEC INTEL XEON D SONT DISPONIBLES DÈS MAINTENANT

■ Des échantillons prêts à l'emploi des Server-on-Modules tels que décrits ci-dessous sont désormais disponibles, y compris avec des solutions de refroidissement robustes adaptées à l'enveloppe thermique (TDP) du processeur. Du côté logiciel, les nouveaux modules sont livrés avec des BSP (Board Support Package) complets pour Windows, Linux et VxWorks, ainsi qu'avec l'hyperviseur RTS. Les variantes HCC (High Core Count) et LCC (Low Core Count) des processeurs Intel Xeon D pris en charge sont les suivantes :

■ Variantes HCC

Les modules COM-HPC Server taille E (conga-HPC/siLH) sont proposés dans cinq variantes différentes du processeur Intel Xeon D 27xx HCC avec un choix de 4 à 20 cœurs et 8 sockets DIMM pour une capacité mémoire DDR4 rapide jusqu'à 1 To et une vitesse de transfert de 2933MT/s avec ECC. On y trouve les interfaces PCIe Gen4 (x32) et PCIe Gen 3 (x16), une capacité de transmission de 100 Gigabit Ethernet à laquelle s'ajoute l'Ethernet 2,5Gbit/s en temps réel avec prise en charge des mécanismes TSN/TCC pour un PBP (Processor Base Power) compris entre 65 et 118 watts.



■ Variantes LCC

Les nouveaux modules COM-HPC Server taille D ainsi que les modules traditionnels COM Express Type 7 sont équipés de 5 processeurs Intel Xeon D 17xx LCC différents avec un choix de 4 à 10 cœurs. Alors que les Server-on-Modules COM Express

conga B7XI prennent en charge jusqu'à 128 Go de RAM DDR4 à 2 666 MT/s avec jusqu'à 4 sockets SODIMM, le module Server COM-HPC taille D conga-HPC/SILL offre 4 sockets DIMM pour une capacité mémoire jusqu'à 256 Go de RAM DDR4 à 2933MT/s ou 128 Go avec RAM UDIMM ECC. Les

deux familles de modules offrent des voies PCIe Gen4 (x16) et PCIe Gen3 (x16). Pour une mise en réseau rapide, elles offrent un débit allant jusqu'à 50 Gigabit Ethernet et une prise en charge des mécanismes TSN/TCC via Ethernet à 2,5Gbits/s pour une puissance processeur de 40 à 67 watts.

tions critiques et numériser la production – une tendance qui devrait s'intensifier dans les années à venir. Bien entendu, les entreprises peuvent également utiliser les réseaux publics. Toutefois, dans les zones rurales où la station de base publique (de type macrocellule) utilise la bande des 700 MHz pour atteindre des portées de 15 à 20 km, le débit de données est limité entre 100 et 200 Mbit/s. Si cela suffit pour qu'une grande usine automobile puisse alimenter avec une seule cellule 5G un site entier - qui, dans le cas de VW à Wolfsburg, couvre plus de 6 kilomètres carrés -, la bande passante disponible n'est pas suffisante pour une usine entièrement connectée. Il faudrait pour cela utiliser la totalité de la capacité du débit des données 5G, raison pour laquelle les entreprises souhaitent construire leurs propres réseaux de campus. La bande de fréquence de 3,7 à 3,8 GHz utilisée par ces réseaux permet d'atteindre des vitesses maximales de 100 à 200 Mbit/s en émission et de 200 Mbit/s à 1 Gbit/s en réception. Toutefois, la portée des cellules est

limitée à une distance comprise entre 300 mètres et 3 kilomètres en visibilité directe. Les usines ont donc besoin de déployer plus d'une cellule. Il s'agit souvent de petites cellules (small cells) ou de femtocellules de dimensions compactes (figure 1). Ces petites cellules ont à peu près la taille d'une boîte à pizza. Sans technologie serveur edge intégrée, les femtocellules les plus petites ont à peu près la taille d'un livre de poche et peuvent être achetées par un particulier.

Serveurs 5G edge robustes : vers de nouvelles perspectives de performance

Dans ces installations, le serveur edge derrière les microcellules 5G devrait idéalement être fourni directement dans ou au niveau de l'infrastructure de la station de base ou du réseau d'accès radio (RAN) en déployant des fonctionnalités réseau virtuelles VNF (Virtual Network Functions). Bien que d'autres scénarios de déploiement ailleurs dans l'infrastructure, par exemple dans des microcentres de données, soient

également envisageables pour peu que les exigences en latence soient respectées. L'avantage d'une plateforme matérielle partagée est que la fonctionnalité de serveur cloud edge et la virtualisation des fonctions réseau (NFV) peuvent être déployées simultanément dans l'unité centralisée (CU) (figure 2).

Les cellules exigent d'intégrer toutes les ressources matérielles nécessaires pour générer et traiter les signaux 5G, caractéristique qui permet de constituer l'interface physique entre le réseau radio 5G et la bande de base numérique. En outre, les performances serveur requises pour les différentes fonctions du serveur edge doivent également être intégrées. Comme les fonctions peuvent varier d'une application à l'autre, il est recommandé ici d'adopter une approche de conception modulaire utilisant des Server-on-Modules. Dans ce cas, les fonctions spécifiques à l'application peuvent être réalisées sur la carte porteuse – y compris, par exemple, la mise en œuvre de la logique radio 5G avec les modules d'extension appropriés.

2 DE L'AVANTAGE D'UNE PLATE-FORME MATÉRIELLE PARTAGÉE

Avec la consolidation serveur au niveau de la périphérie industrielle 5G, jusqu'à 20 cœurs de processeur peuvent héberger une variété d'applications 5G NVF (Network Virtualization Functions) et d'applications industrielles temps réel.



Avec les Server-on-Modules compatibles avec la nouvelle norme PICMG COM-HPC et dotés des nouveaux processeurs Intel Xeon D (voir encadré), les développeurs peuvent accéder à une classe de performance qui était auparavant inaccessible pour les environnements difficiles. Ces modules robustes, qui peuvent être utilisés dans une plage de température étendue allant de -40°C à +85°C, sont conçus pour une disponibilité à long terme et offrent une protection spéciale contre les interférences électromagnétiques ainsi

que les chocs et les vibrations. Pour fournir les performances nécessaires, ces modules comportent jusqu'à 20 cœurs de processeur, jusqu'à 1 To de mémoire répartis sur 8 sockets DRAM à 2 933 mégatransferts par seconde (MT/s), jusqu'à 47 voies PCIe par module au total et 32 voies PCIe Gen4 avec un double débit par voie, ainsi qu'une connectivité jusqu'à 100 Gigabit Ethernet et la prise en charge des mécanismes TCC (Time-Coordinated Computing) et TSN (Time-Sensitive Networking) pour permettre les communications

en temps réel entre équipements. D'autres augmentations significatives des performances sont attendues à l'avenir avec la sortie de nouveaux modules.

Toutefois, les performances disponibles aujourd'hui sont tout à fait suffisantes pour les conceptions actuelles de réseaux de campus avec des solutions OpenRAN utilisant un total de 5 processeurs pour le cœur de réseau de collecte par paquets (backhaul packet core) et les serveurs intermédiaires (midhaul) CU/DU (Centralized Unit/Distributed Unit). Ces solutions nécessitent toutefois une climatisation des baies les accueillant et ne peuvent pas être utilisés dans la plage de température étendue. En consolidant ces fonctions dans une seule microcellule, il devient possible de mettre en œuvre des petites cellules 5G moins performantes, mais capables de fonctionner en temps réel sur seulement deux modules virtualisés.

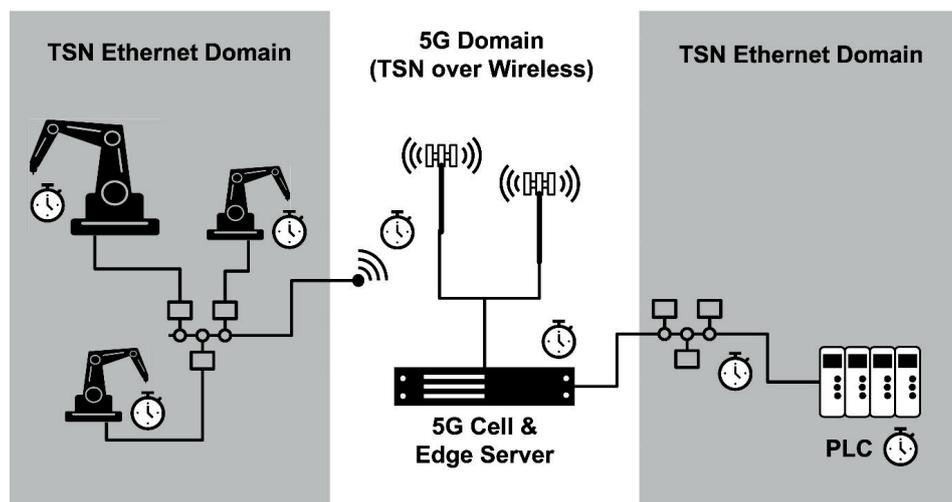
Temps réel déterministe avec virtualisation « cloud-native »

Pour pouvoir exécuter différentes applications temps réel de manière indépendante sur un seul serveur edge, vous avez également besoin de services d'équilibrage et de consolidation sur serveur. Ces services sont également nécessaires pour la prise en charge, côté plate-forme, de machines virtuelles capables de fonctionner en temps réel, qui fournissent la fonctionnalité serveur pour les communications des abonnés 5G. L'hyperviseur temps réel de Real-Time Systems est parfait à cet effet par exemple. Une telle virtualisation permet aux entreprises d'utiliser leurs réseaux 5G privés pour des applications temps réel hétérogènes hébergées sur une seule plate-forme serveur en utilisant le découpage réseau. Cela leur permet ensuite d'allouer des ressources système dévolues à des tâches et à des processus afin de garantir le déterminisme.

Les Server-on-Modules de Congatec sont conçus pour de tels cas d'usage et peuvent être rapidement modifiés pour inclure les paramètres nécessaires aux services de colocation en temps réel, où différentes applications partagent des ressources. Les responsables d'usines peuvent ainsi

3 CELLULES RADIO 5G INDUSTRIELLES ET DÉTERMINISME TEMPS RÉEL

Dès lors que les cellules radio 5G prennent en charge la technologie TSN (Time Sensitive Networking), elles peuvent héberger des applications temps réel.



provisionner plus efficacement des serveurs de données edge 5G capables de fonctionner en temps réel pour des services tels que l'automatisation des machines, le contrôle des robots ou la logistique automatisée dans leurs unités de fabrication.

Un autre avantage de ces nouveaux modules est qu'ils intègrent déjà les mécanismes TSN en natif dans le module processeur. Si la logique cœur 5G prend également en charge le TSN, les modules permettent un échange de données standardisé et une communication continue et transparente du capteur jusqu'au cloud, en utilisant par exemple l'OPC UA comme protocole de communication temps réel ouvert (figure 3). L'alliance 5G-ACIA (5G Alliance for Connected Industries and Automation), groupe de travail de la principale association de fabricants allemands ZVEI, développe les spécifications nécessaires pour la qualité de service (QoS), la

sécurité réseau et, surtout, l'intégration du TSN. Cela devrait même permettre un temps réel isochrone sans gigue (jitter), où les temps cycliques de communication sont précisément cadencés et peuvent être synchronisés dans les deux sens de 100 µs à 2 ms.

A l'avenir, la spécification COM-HPC sera étendue pour intégrer la sécurité fonctionnelle. Les modules prenant en charge cette fonctionnalité devraient alors pouvoir être utilisés comme contrôleurs centraux pour les véhicules intralogistiques autonomes tels que les remorqueurs, les transporteurs de charges unitaires, les chariots élévateurs, les véhicules de la chaîne de montage ou les transpalettes, ou pour coordonner les robots collaboratifs. Il sera ainsi possible de fournir des modules de traitement précertifiés qui permet-

tront aux clients de réaliser plus facilement et plus rapidement de nouvelles applications critiques en matière de sûreté de fonctionnement.

Server-on-Modules COM-HPC pour microcellules 5G : la solution tout-en-un

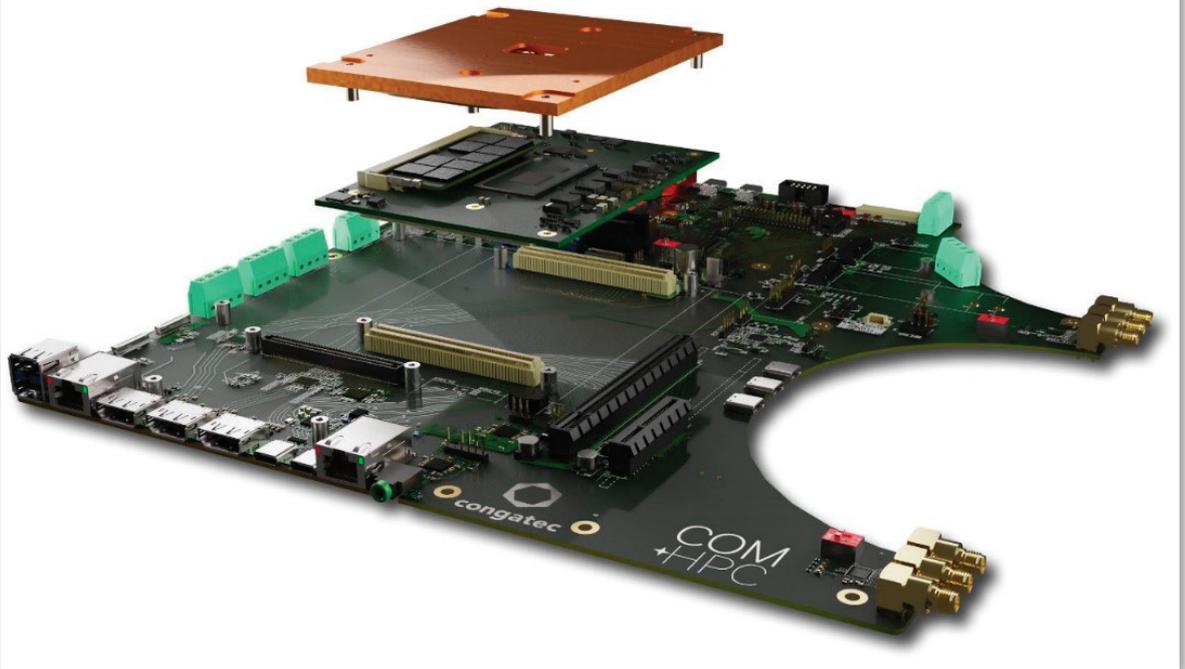
Les nouveaux Server-on-Modules COM-HPC révolutionnent la conception des serveurs edge de plusieurs façons. Tout d'abord, les

pour l'IoT industriel. Ils constituent donc la base idéale pour construire des cellules 5G personnalisées avec une technologie serveur edge intégrée comme solution tout-en-un.

Pour les administrateurs de réseaux 5G, ces nouveaux modules offrent également un ensemble de fonctionnalités serveur de haute qualité, spécifiques aux applications. Pour les conceptions professionnelles critiques, il s'agit notamment de puissantes fonctions de sécurité maté-

4 SERVER-ON-MODULES ET CARTES PORTEUSES COM-HPC

La société Congatec propose des services qui vont de la formation à la conception COM-HPC jusqu'à l'assistance à l'intégration et aux tests de conformité de la conception de cartes porteuses personnalisées.



conceptions de serveurs robustes dotés des nouveaux processeurs Intel Xeon D peuvent être mises en œuvre dans les microcellules des réseaux 5G privés sans climatisation supplémentaire. Cette caractéristique, ainsi que la prise en charge de la plage de température étendue, permet aux nouvelles conceptions d'être utilisées au-delà des environnements industriels standard, y compris dans des applications extérieures et mobiles dans les secteurs de la construction ou de l'agriculture. Les premiers Server-on-Modules COM-HPC de Congatec offrent des performances et une évolutivité nettement améliorées et une bande passante mémoire massivement plus élevée avec jusqu'à 20 cœurs et jusqu'à 8 sockets DRAM. Outre cette première dans l'industrie, ils permettent également un temps réel déterministe

rielle telles que Intel Boot Guard, Intel Total Memory Encryption - Multi-Tenant (Intel TME-MT) et Intel Software Guard Extensions (Intel SGX). Des fonctionnalités RAS (Remote Application Server) complètes prennent par ailleurs en charge les fonctions de gestion matérielle à distance telles que IPMI et Redfish, pour lesquelles il existe également une spécification PICMG qui garantit l'interopérabilité de ces implémentations.

Enfin, Congatec propose également des services complets pour aider au développement de systèmes et aux implémentations personnalisées. Ces services vont de la formation à la conception COM-HPC jusqu'à l'assistance à l'intégration et aux tests de conformité de la conception de cartes porteuses personnalisées (figure 4).