Accélérer le développement des systèmes embarqués pour l'IoT avec les modules processeurs Apollo Lake

Cet automne, Intel a annoncé la dernière génération de ses processeurs SoC Atom. Apollo Lake, basé sur le nouveau procédé technologique de fabrication en 14nm, se distingue par de meilleures performances et un puissant moteur de traitement graphique, une faible consommation TDP (*Thermal Design Power*), plus de modes sommeil S0ix de faible consommation et une nouvelle technologie de synchronisation des dispositifs au niveau de la microseconde. Pour les terminaux de nœud IoT, Apollo Lake promet d'être une révélation. Mais comment les systèmes embarqués peuvent-ils tirer le meilleur parti d'Apollo Lake?

La conception et la mise en œuvre d'un système embarqué à partir de zéro, en utilisant un SoC, est un processus si long et si complexe que trop souvent les systèmes se retrouvent obsolètes au moment où ils arrivent sur le marché et sont bloqués dans une technologie de processeur ayant une génération de retard. Une approche modulaire permet aux concepteurs d'intégrer facilement les dernières technologies SoC, comme Apollo Lake, accélérant les cycles de développement et assurant une mise à niveau standardisée pour les futures technologies de processeurs.

Apollo Lake et l'émergence des terminaux IoT

Lancé au second semestre de 2016, Apollo Lake est la dernière version de la ligne de SoC Atom d'Intel. En utilisant le plus récent procédé technologique en 14nm d'Intel, ces nouveaux composants SoC gagnent 30% en capacité de calculs pour une consommation d'énergie réduite de 15%. Ils disposent également d'un GPU amélioré, de fonctionnalités de sécurité et d'un meilleur support pour les applications IoT.

Les composants Apollo Lake pour l'IoT ont un E dans leur référence pour signifier *Embedded*. La série E3900 comprend les processeurs E3930, E3940 et E3950, qui vont de 1,3 à 1,6 GHz en fréquence de base et de 6,5 à 12 W en TDP. Cette génération de SoC Atom prend en charge jusqu'à 8 Go de mémoire DDR4 rapide et un GPU amélioré capable de générer des vidéos 4K.

Ce ne sont pas les spécifications typiques d'un nœud IoT à faible consommation, mais Intel ne vise pas le segment des ARM low-power. Plus précisément, ces puces sont conçues pour l'informatique IoT de type Edge et Fog. En termes de puissance de traitement et de consommation d'énergie, ces composants se situent entre ceux pour le secteur mobile et ceux

pour la bureautique. De plus, ces composants sont dotés de fonctionnalités focalisées sur l'IoT. Ils prennent en charge la technologie *Intel Time Coordinated*, qui permet aux périphériques en réseau de rester synchronisés, ainsi que le support de Windows 10 IoT Core, une version de Windows 10 conçue pour les applications IoT embarquées.

Plutôt que des capteurs de faible puissance, la bordure (edge) IoT comprend des passerelles, des routeurs et d'autres dispositifs de moyenne puissance qui rassemblent et analysent des données avant de les envoyer sur le cloud. Il s'en suit des avantages immédiats pour la surveillance, l'automatisation et d'autres situations où la confidentialité des données et le traitement en temps réel sont tout aussi importants que les analyses de données du cloud.

Un dispositif de traitement Edge basé sur Apollo Lake en environnement hospitalier peut effectuer un traitement en temps réel sur les données des patients pour une utilisation immédiate, puis envoyer ces données sur le cloud pour d'autres analyses. D'une manière similaire, dans une usine «intelligente», il se peut qu'on ait besoin de traitement des données en temps réel au bords pour piloter des processus automatisés tout en bénéficiant des analyses approfondies que le cloud computing peut fournir.

Normalement, l'intégration de nouvelles technologies de processeurs comme Apollo Lake peut prendre un an ou plus, mais en utilisant des *Computer-On-Modules*, les concepteurs peuvent accélérer considérablement cette chronologie.

Accélérer le développement avec des *Computer-On-Modules*

L'approche éprouvée pour réduire le temps de développement, tout en réduisant simultanément les risques, est l'intégration. En exploitant des modules processeurs intégrés prêts à l'emploi au lieu de concevoir des systèmes embarqués à partir de zéro, un important gain de temps est économisé sur les phases de développement et de test, et les risques sont grandement réduits.

L'intégration ultime, bien sûr, est un ordinateur prêt à l'emploi. Les ordinateurs industriels prêts à l'emploi sont proposés avec un vaste choix de tailles, de facteurs de forme et de configurations. Cependant, un système informatique générique a tendance, de par sa nature même, à être surdimensionné – et la taille, le coût et le manque de souplesse des dispositifs prêts à l'emploi sont plutôt mal adaptés aux systèmes embarqués où la taille, le poids, la consommation d'énergie et souvent le coût doivent être optimisés pour une application spécifique à un utilisateur.

L'équilibre entre l'optimisation des ressources, la flexibilité d'une conception personnalisée et le temps de commercialisation rapide d'une solution prête à l'emploi aboutit aux modules processeurs (computer-on-modules, COM). Souvent construits autour d'un SoC tel que la plate-forme de SoC Atom d'Intel, les COM sont de taille compacte, mais incluent toutes les fonctions

essentielles de traitement, telles que les contrôleurs de mémoire et d'E/S, ce qui facilite l'intégration du système. Pour créer un système embarqué, le COM est connecté sur une carte de support, qui peut être personnalisée avec des fonctionnalités supplémentaires spécifiques à l'application cible. La carte porteuse fournit des ports et des connecteurs pour périphériques tels que des composants de réseau, d'entrée et d'affichage.

La carte porteuse permet au système embarqué de séparer la fonctionnalité spécifique à l'application des fonctions propres au traitement informatique. Les concepteurs embarqués peuvent se concentrer sur la fonctionnalité spécifique à l'application au lieu de réinventer la roue. Ainsi, ils économisent en temps et en coût, et réduisent également les risques liés au développement. Pour certains systèmes, on peut même utiliser des cartes porteuses déjà disponibles, ce qui réduit encore plus le temps de développement.

L'approche basée sur des modules processeurs COM permet aux concepteurs d'intégrer rapidement et facilement les dernières technologies de traitement telles que Apollo Lake dans leurs conceptions, et simplifie également la mise à niveau des versions. Des facteurs de forme et des connecteurs normalisés, ainsi qu'une conception de cartes porteuses agnostiques en matière de CPU, signifient que la mise à niveau de la technologie du processeur nécessite simplement la mise à niveau de l'interface COM puis la mise à jour du logiciel, plutôt que de repenser complètement le système.

Avec tous les avantages qu'elle apporte à la conception du système embarqué, l'approche COM a été un succès depuis ses débuts. Plusieurs normes sont apparues et ont évolué au fil du temps.

COM Express

Alors que l'approche des systèmes sur module existe depuis des années, COM Express a été la première norme dédiée à la conception générale de système embarqué et a connu un large succès.

Créé en 2005 par le consortium PICMG, le standard COM Express cible une bonne performance de traitement dans un facteur de forme relativement compact. Les processeurs sont généralement de type x86, couvrant les processeurs embarqués du milieu de gamme au plus haut de gamme. La panoplie s’étend des SoC Atom d’entrée de gamme jusqu'aux processeurs Xeon de classe serveur.

Pour répondre au vaste domaine des systèmes embarqués, COM Express est disponible en différentes versions, correspondant à des capacités d'E/S spécifiques et à une connectique adaptée. Chaque modèle permet de satisfaire différentes exigences en termes d'E/S, de prix et de contraintes d'espace selon les systèmes embarqués.

Comme les ports d'E/S et les standards ont évolué au fil du temps, les modèles COM Express ont fait de même. Les modèles les plus populaires actuellement sont le Type 6 et le Type 10, qui prennent en charge le dernier bus périphérique PCI Express ainsi que les interfaces d'affichage numérique (DDI), supportant la sortie graphique HDMI, DisplayPort et DVI. Le Type 6 s’adresse aux plus grands systèmes embarqués de type PC, avec 24 voies PCI Express, trois sorties DDI et trois interfaces SATA, tandis que le Type 10 vise des systèmes plus petits avec quatre voies PCI Express, deux sorties DDI et deux interfaces SATA.



Figure 1. Les cartes COM Express Mini comme cette carte Apollo Lake Type 10 de 55x84mm de MSC fournissent une importante puissance de traitement dans un format compact.

En plus de fournir une flexibilité d'E/S avec ses différents types, COM Express supporte aussi plusieurs formats de carte pour répondre aux divers facteurs de forme des systèmes embarqués. Après des premiers modèles aussi larges que 110×155 mm, des tailles plus petites

ont été ajoutées au fil du temps, et les dimensions de cartes les plus populaires aujourd'hui sont Basic (95 × 125 mm), Compact (95 × 95 mm) et Mini (55 × 84 mm). Pour les périphériques IoT embarqués, la taille Compact est bien adaptée aux modules de Type 6 qui assurent des capacités d'E/S robustes ainsi que des options d'extension, et la taille Mini convient aux modules de Type 10 qui se distinguent par des capacités de traitement puissantes dans un facteur de forme minuscule.

Sauf pour la taille Mini (Figure 1), qui est actuellement associée principalement aux COM de Type 10, le type, et non la taille, détermine la compatibilité de la carte porteuse. Une carte porteuse de Type 6 pourra accueillir des modules COM de Type 6 de tailles Basic ou Compact.

Conçu à l'origine pour les dispositifs de milieu et haut de gamme nécessitant un traitement de type PC et des capacités d'E/S, l'ajout récent de modules Mini Type 10 a accru la flexibilité de COM Express en permettant la prise en charge des petits systèmes à faible consommation.

QSeven

Conçu pour les SoC Atom, QSeven est une norme COM basée sur x86 introduite en 2008. Avec une enveloppe de puissance maximale de 12W, QSeven cible les dispositifs embarqués à faible consommation et à facteur de forme réduit.

Typiquement destiné aux appareils mobiles, QSeven a un nombre plus petit d'interfaces E/S par rapport à la plupart des types COM Express. Néanmoins, les interfaces d’E/S disponibles sont parfaitement adaptées aux applications mobiles. Il s'agit notamment de quatre voies PCI Express, deux ports SATA, plusieurs ports USB, Gigabit Ethernet, SDIO, LVDS pour un affichage à cristaux liquides, une sortie d'affichage numérique, une sortie audio haute définition (HDA), ainsi que des bus série. En utilisant une approche «sans héritage», ils éliminent PCI, ISA et d'autres interfaces existantes en faveur des technologies actuelles et tournées vers l'avenir.

À l'aide d'un connecteur MXM à faible profil de seulement 70×70 mm, QSeven est bien adapté aux applications embarquées à petit facteur de forme telles que les appareils mobiles ou portables.

Avec l'introduction des modules Mini COM Express de Type 10 de taille similaire, qui éliminent également des technologies existantes en faveur des interfaces modernes, QSeven a un peu perdu de son avantage en termes de technologies et de dimensions, mais il reste toujours une technologie COM prisée, notamment pour les applications mobiles embarquées à faible consommation d’énergie et sans ventilateur.

SMARC 2.0



Figure 2. Ce module SMARC 2.0 de 80×80 mm de MSC est hautement intégré, avec le support d'un triple affichage indépendant, une mémoire DDR3, un eMMC et SATA Flash et USB 3.0 ainsi qu'un support pour le sans-fil embarqué.

SMARC est une norme COM intégrée à ultra-faible consommation créée en 2012. Elle cible une enveloppe de consommation de 6W, soit inférieure même à celle de QSeven. Alors que QSeven ait été conçu à l'origine pour les SoC Atom, SMARC a été conçu pour les processeurs ARM, mais la norme a depuis été mise à jour pour tenir compte aussi des SoC Atom.

SMARC utilise un connecteur MXM3 314 broches ciblant les applications mobiles et de faible consommation. Ses interfaces d'E/S incluent des interfaces d'affichage LCD parallèles, un fonctionnement USB client et hôte, PCI Express, SDIO, eMMC et diverses connexions en série, y compris deux interfaces de caméra série MIPI CSI.

En 2016, la norme SMARC a été mise à jour avec la version 2.0. SMARC 2.0 ajoute un support de sortie graphique HD supplémentaire sous la forme de DisplayPort à double mode (DP++), d'un deuxième canal LVDS, d'une deuxième interface Gigabit Ethernet, de plus de ports USB, d'une quatrième voie PCI Express et du support des signaux de gestion d'énergie x86.

La norme SMARC prend en charge des tailles de 80x80mm ou 80x50mm. Le module de plus grande taille offre un meilleur support des E/S tandis que le module plus petit est idéal pour les systèmes à faible coût ou à encombrement restreint. SMARC supporte une plage de tensions d'entrée de 3V à 5,25V. Ainsi, l'encombrement sur la carte lié aux convertisseurs de puissance est grandement réduit et les sources d'alimentation basées sur des batteries sont beaucoup mieux acceptées.

En mettant l'accent sur les applications mobiles embarquées à ultra-faible consommation et ayant plus de broches que QSeven, SMARC est une robuste norme COM embarquée dotée de puissantes fonctionnalités d'E/S.

Grâce à l'intégration rendue possible sur des *Computer-On-Modules*, les concepteurs peuvent concevoir plus facilement et plus rapidement en faisant appel à des nouvelles technologies, comme Apollo Lake.