



Livre blanc

Choix et intégration de cartes sur base ARM[®] pour applications de machines de vision

Utilisation de plateformes matérielles sur base ARM[®] avec caméras industrielles sous Linux[®]

L'utilisation d'une architecture sur base ARM[®] pour applications de machines de vision constitue pour de nombreuses applications une alternative à l'emploi de PC. Ce Livre blanc vous précisera ce que vous devez savoir pour choisir et intégrer des plateformes matérielles sur base ARM[®] appropriées à des systèmes de vision embarqués. Des critères de sélection y sont représentés et un choix de cartes y est analysé. Il présente en outre les possibilités qu'offre l'intégration logicielle et comment la réaliser en prenant pour exemple le SDK (Software Development Kit) GAPI de Baumer pour cartes sur base ARM[®].

Contenu

1	Introduction	3
2	Avantages des processeurs ARM® pour systèmes embarqués	3
3	Critères de sélection pour cartes sur base ARM®	4
4	Portage de logiciel sur une plateforme sur base ARM®	5
5	Packs de livraison logiciels SDK GAPI de Baumer pour processeurs ARM®	5
6	Résumé	6
7	Sources	6
8	Auteurs	7

1 Introduction

La plupart des applications de traitement industriel de l'image mise sur des systèmes sur base PC. Les systèmes de vision embarqués revêtent toutefois une importance croissante en raison de leurs performances de calcul constamment en progression, leur taille compacte et leurs coûts systèmes moindres.

Des systèmes embarqués sont développés pour réaliser des tâches spécifiques. C'est la raison pour laquelle les unités centrales employées se différencient et sont optimisées en termes de consommation d'électricité, de taille et de coûts. On peut ainsi utiliser comme unité centrale des processeurs ARM®, comme c'est le cas dans de nombreux produits de consommation, ou les processeurs de traitement du signal numérique (DSP) ou des systèmes combinant FPGA (Field Programmable Gate Array) et les processeurs ARM® (système sur puce, par ex. Xilinx® Zynq®). Ce sont surtout les processeurs ARM® qui se sont largement diffusés au cours des dernières années grâce à leurs faibles pertes et leur force en terme de capacité de calcul - et ce principalement dans les applications mobiles comme les smartphones par ex. En raison de la grande quantité de pièces dans le secteur consommation, de nombreuses cartes sur base ARM® très performantes sont désormais à disposition à prix très avantageux. Ceci permet de s'ouvrir à d'autres champs d'application, entre autres dans le domaine du traitement industriel de l'image.

Un exemple typique de carte sur base ARM® est l'ODROID-XU4. Au format de carte de crédit, elle offre toutes les interfaces pour un fonctionnement autarcique, et utilise Linux® comme système d'exploitation. Les cartes actuellement disponibles sur le marché peuvent être utilisées, en fonction de leur capacités, pour différentes applications de vision de machines, et ce soit directement soit être utilisées pour un pré-développement pour, au final, réaliser une propre carte, spécifique à l'application. De cette manière, il est possible de réaliser des solutions optimales à long terme - un facteur essentiel pour les applications industrielles et leurs exigences en termes de disponibilité à long terme de tous les composants.

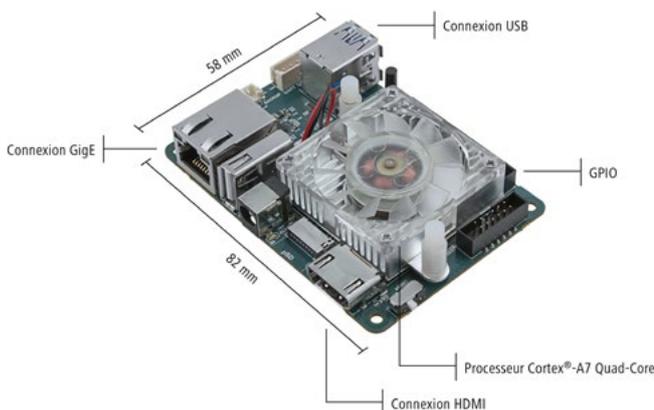


Illustration 1 : ODR0ID-XU4

2 Avantages des processeurs ARM® pour systèmes embarqués.

L'emploi de processeurs ARM® pour systèmes embarqués offre divers avantages par rapport aux processeurs Intel® tels qu'ils sont utilisés sur les ordinateurs conventionnels :

- Efficacité énergétique : les processeurs ARM® se distinguent par une consommation d'énergie particulièrement faible.

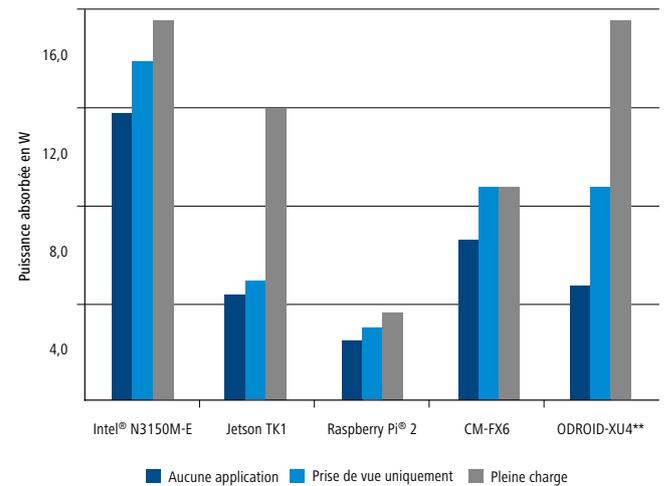


Illustration 2 : Puissance absorbée ARM® vs. Intel®
 **) L'ODROID-XU4 utilise pour seule plateforme dans ce graphique huit cœurs (les autres disposent de quatre cœurs)

- Compacité : les systèmes sur base ARM® offrent, pour une taille minimale et un faible poids, des avantages lors de l'intégration dans un système supérieur ou une machine. Grâce à leur construction compacte, ils peuvent en outre équiper ultérieurement des systèmes existants. La décentralisation possible de la capacité de calcul permet également de nouvelles approches de concepts de systèmes.
- Coûts : les processeurs ARM® sont largement diffusés sur le marché des systèmes embarqués. Presque tous les smartphones ou tablettes en sont aussi équipés. On a donc de nombreux processeurs ARM® à prix avantageux permettant de réaliser des systèmes à moindres coûts.
- Performance : il existe de nombreuses plateformes sur base ARM® de différents fournisseurs déclinées en diverses formes de construction et classes de performances. Portées par des innovations dans le secteur de la consommation, ces performances font continuer de s'accroître considérablement dans les années à venir pour les processeurs ARM®.

- Systèmes d'exploitation : Linux® a su s'imposer, notamment dans les applications embarquées où il est disponible pour presque toutes les plateformes d'évaluation. Les solutions logicielles de traitement de l'image existantes peuvent être portées très simplement sur les plateformes sur base ARM® sans nécessiter de nouveaux développements. Certaines plateformes prennent en charge par ailleurs les systèmes d'exploitation Android et Windows®.

3 Critères de sélection pour cartes sur base ARM®

Le marché propose de nombreuses plateformes matérielles sur base ARM® qu'il convient d'évaluer en fonction des exigences de l'application spécifique. Parmi les critères de choix typiques pour des applications de visions de machines, citons par ex. :

- Processeur : Quels sont les processeurs ARM® appropriés ? Quelle est la sollicitation de l'unité centrale pour la prise de vue ?
- Interfaces : Quelles sont les interfaces disponibles avec quelle largeur de bande ?
- Fonctionnalité : Quelle est la distribution Linux® utilisée ? Les « Jumbo-Frames » sont-elles prises en charge ?

Le tableau ci-après présente les cartes ayant passé avec succès les tests effectués par Baumer pour des applications de visions de machines.

Carte sur base ARM®	Distribution Linux®
NVIDIA® Jetson TK1 [2]	Linux® pour Tegra® (Ubuntu® 14.04)
Raspberry Pi® 2 Model B [1]	Raspbian
CompuLab CM-FX6 (SBC-FX6) [4]	Debian®
ODROID-XU4 [3]	Ubuntu® 15.04

Tableau 1 : Vue d'ensemble des plateformes sur base ARM®

Le critère le plus important pour le choix d'une plateforme appropriée est le processeur. Étant donné que, en règle générale, les applications de traitement de l'image sont des systèmes très complexes nécessitant une capacité de calcul élevée, quasiment seuls les processeurs de la famille Cortex®-A pourraient entrer en ligne de compte. Ces derniers ont été tout spécialement mis au point

Carte sur base ARM®	USB	Ethernet	HDMI
NVIDIA® Jetson TK1 [2]	2.0 / 3.0	100 / 1000 MBit	oui
Raspberry Pi® 2 Model B [1]	2.0	100 MBit	oui
CompuLab CM-FX6 (SBC-FX6) [4]	2.0	100 / 1000 MBit	oui
ODROID-XU4 [3]	2.0 / 3.0	100 / 1000 MBit	oui

Tableau 2 : Vue d'ensemble des interfaces des plateformes sur base ARM® testées

pour résoudre des tâches complexes tout en offrant toutefois une efficacité énergétique la plus élevée possible. Jusqu'à présent, les processeurs Cortex®-A sont les seuls processeurs ARM® (en novembre 2015) présentant un système d'exploitation complet. Quelques cartes possèdent en outre des processeurs graphiques spéciaux (GPU) parfaitement adaptés aux tâches du traitement de l'image.

Le graphique ci-après présente par exemple la charge du processeur (mesurée avec deux paramètres réseau optimisés) pour deux plateformes sur base ARM® pour la prise de vue d'une caméra (sans traitement de l'image). Pour cela, il fut utilisé l'interface GigE et choisi un réglage de caméra exploitant au maximum la largeur de bande de l'Ethernet. L'analyse a porté, d'une part, sur le Raspberry Pi® 2 (modèle B) avec un seul processeur d'architecture sur base ARM® Cortex®-A7 avec quatre cœurs et une fréquence d'horloge maximale de 900 MHz, et d'autre part sur la carte d'évaluation performante Jetson® TK1 de la société NVIDIA® avec un processeur de technologie sur base ARM® Cortex®-A15. Celui-ci dispose également de quatre cœurs mais présente une fréquence d'horloge de 2,3 GHz.

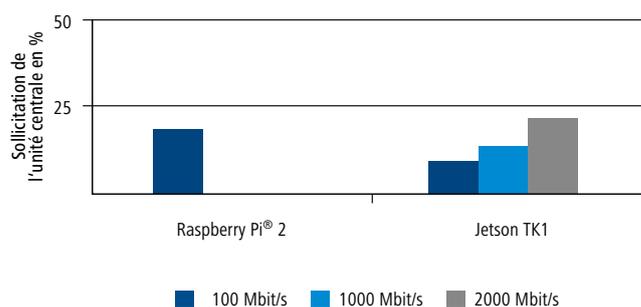


Illustration 3 : Sollicitation de l'unité centrale pour la prise de vue en fonction du débit de données (débits maximum que faiblement inférieurs aux valeurs théoriques)

Les interfaces d'une carte à disposition sont également décisives lors du choix pour une application. Pour les applications de vision de machines, il s'agit avant tout de l'Ethernet et de l'interface USB 3.0 pour intégration de la caméra. En plus de connexions USB en nombre suffisant, requises pour l'utilisation d'appareils de saisie, un autre facteur décisif est la sortie vidéo à utiliser. Pour l'évaluation, il est le plus souvent nécessaire de brancher un moniteur, pour lequel les plateformes d'évaluation ont typiquement à disposition des connexions HDMI.

Afin de permettre une intégration dans un système, de nombreuses plateformes proposent d'autres interfaces, comme par exemple l'interface d'affichage (DSI) ou le port d'affichage. Une autre interface est à disposition grâce aux broches GPIO qui permettent l'utilisation d'autres dispositifs périphériques. Pour des résultats optimum en cas d'utilisation d'une interface Gigabit Ethernet, il est recommandé de faire appel à une taille de MTU (c'est-à-dire la taille des différents paquets Ethernet) de 9 000 octets en raison des grands volumes de données. Des paquets de plus petite taille sont aussi adaptés mais conduisent à une plus grande sollicitation de l'unité centrale. En général, les fiches techniques des fournisseurs respectifs précisent si un contrôleur Ethernet prend en charge les « Jumbo-Frames ».

4 Portage de logiciel sur une plateforme sur base ARM®

Les solutions logicielles de traitement de l'image existantes peuvent être portées très simplement sur les plateformes sur base ARM®. Ceci est possible par exemple avec le Software Development Kit GAPI de Baumer pour processeurs ARM®. Ainsi, les applications développées une fois peuvent être portées très simplement sur les plateformes sur base ARM® sans nécessiter de nouveaux développements. Si le logiciel a été utilisé jusqu'à présent sur un système Linux®, le portage du logiciel se fera simplement en utilisant un autre compilateur. Le portage pourra alors se faire aussi bien par compilation croisée que par compilation native.

Dans le cas de la compilation croisée, l'élaboration du logiciel se fera sur un système hôte séparé. Ceci peut présenter un net avantage en termes de vitesse lors du développement, puisque l'on dispose de chaînes d'outils croisées performantes correspondantes. Elles comprennent tous les programmes requis (compilateur, relieur etc.) ainsi que les en-têtes et les bibliothèques du système cible pour élaborer la version logicielle compatible ARM®. La chaîne d'outil de Linaro^[5] semble bien adaptée pour cela. Le logiciel créé est ensuite utilisé sur le système cible proprement dit et réduit à l'essentiel. Par compilation native, on entend la transmission de tous les fichiers de code source du logiciel sur la plateforme sur base ARM®, la création du logiciel se faisant ainsi directement sur la plateforme. Pour cela, une

chaîne d'outils doit également y figurer. En général, les compilateurs pour C / C++ et les relieurs correspondants sont déjà inclus dans les systèmes d'exploitation des plateformes sur base ARM®. Si ce n'est pas le cas, il est possible de les installer après-coup. Si le logiciel de traitement de l'image a été conçu sur un système Windows®, il faudra adapter les appels systèmes pour un système Linux®.

5 Packs de livraison logiciels SDK GAPI de Baumer pour processeurs ARM®

Le SDK GAPI de Baumer pour processeurs ARM® contient tous les composants requis pour l'intégration et la documentation. Il comprend d'une part un pack standard, avec lequel on peut utiliser directement les kits d'évaluation de différents fabricants, et d'autre part des paquets de base permettant de réaliser ses propres développements. Les paquets de base comprennent toutes les bibliothèques requises et les composants logiciels permettant une intégration complète de caméras GigE dans un logiciel de traitement de l'image. Pour ce faire sont à disposition des packs pour processeurs de type « hard-float » et « soft-float » de la famille ARM® ARM7™. Il est ainsi possible de réaliser en toute flexibilité des développements sur différents systèmes et systèmes d'exploitation Linux®. Les outils nécessaires pour un affichage ou une interface simple n'en font pas partie. Ces packs ont été testés avec des plateformes sur base ARM® et les systèmes d'exploitation Linux® correspondants présentés dans le Tableau 3.

Les packs standard comprennent des packs d'installations testés et définis sur mesure pour les kits d'évaluation actuellement à disposition. Ces packs sont définis sur mesure en fonction du système d'exploitation recommandé par le fabricant de la carte sur base ARM® et servent à l'évaluation simple et rapide d'une caméra industrielle. L'outil de visualisation Camera Explorer de Baumer, inclus en supplément, permet la mise en service immédiate d'une caméra sur la carte sur base ARM® choisie. Les premiers tests ont pu ainsi être lancés très simplement et sans nécessiter de développement.

Les packs standard suivants sont à disposition :

Carte sur base ARM®	Système d'exploitation (OS)	Version OS	Date de publication
NVIDIA® Jetson TK1	Linux® pour Tegra® (Ubuntu® 14.04)	R21.4	Juillet 2015
Raspberry Pi® 2	Raspbian	Jessie	Septembre 2015
CompuLab CM-FX6 (SBC-FX6)	Debian®	7.8	Novembre 2015
ODROID-XU4	Ubuntu® 15.04	20150710	Juillet 2015

Tableau 3: Packs standard pour cartes sur base ARM®

Le SDK GAPI de Baumer pour processeurs ARM® peut être commandé via l'assistance de Baumer : support.cameras@baumer.com.

Pour l'installation et l'évaluation des différents packs standard et les diverses cartes, Baumer met toujours à disposition des versions respectivement distinctes d'Application Notes. Celles-ci sont disponibles sur notre site Internet, dans notre Espace Membres.

6 Résumé

Ce marché propose un choix de plus en plus étoffé de plateformes matérielles performantes sur base ARM®. Grâce aux innovations dans le secteur de la consommation, ces performances vont continuer de s'accroître considérablement et permettre l'emploi croissant de cartes sur base ARM® comme alternative aux PC pour les applications de vision de machines. Grâce aux cartes d'évaluation de différents fabricants et un SDK comme le SDK GAPI de Baumer pour plateformes sur base ARM®, il est possible de porter, développer et simplement évaluer des applications de vision de machines existantes. Le SDK GAPI de Baumer fait alors office d'interface entre la caméra et le logiciel de traitement de l'image et est disponible prêt à l'emploi pour différentes cartes. Avec comme résultat pour une évaluation, la possibilité de développer ses propres solutions logicielles adaptées.

7 Sources

- [1] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- [2] <http://www.nvidia.com/object/jetson-tk1-embedded-dev-kit.html>
- [3] <http://www.hardkernel.com/main/main.php>
- [4] <http://www.compulab.co.il/products/computer-on-modules>
- [5] <http://www.linaro.org/>

8 Auteurs



Torsten Wehner
Gestion des produits



Martin Dödtmann

Baumer Optronic GmbH
Badstrasse 30
DE-01454 Radeberg
Phone +49 3528 4386 0
Fax +49 3528 4386 86

Groupe Baumer

Le Groupe Baumer est l'un des leaders internationaux en matière de développement et de fabrication de capteurs, de codeurs, d'instruments de mesure, ainsi que de composants pour les appareils de traitement de l'image automatisé. Baumer associe une technologie innovante et un service orienté clients à des solutions intelligentes pour l'automatisation des procédés et des lignes de fabrication et propose, à cette fin, une palette exceptionnelle de produits et de technologies. L'entreprise familiale, qui emploie quelque 2 300 collaborateurs et dispose de sites de production, de sociétés de distribution et de représentations dans 38 succursales et 19 pays, est toujours proche de ses clients. Grâce à des normes de qualité élevées partout dans le monde et une grande force d'innovation, Baumer propose à ses clients de nombreux secteurs des avantages décisifs et une plus-value considérable. Pour plus d'informations, consultez notre site Internet www.baumer.com.