

Raspberry Pi, BeagleBone et Arduino : les nouvelles stars de l'embarqué

Développées à l'origine dans ou pour le monde universitaire, très prisées des amateurs éclairés en électronique, les cartes Raspberry Pi, BeagleBone et Arduino ont acquis petit à petit leurs lettres de noblesse dans le monde des applications professionnelles industrielles. Au point qu'elles deviennent des plates-formes de choix pour réaliser du prototypage, des maquettes ou du développement. Une évolution sur laquelle surfent les grands distributeurs, qui utilisent ces cartes électroniques comme têtes de gondole.

Il existe à l'heure actuelle un réel engouement autour de la carte Raspberry Pi, qui permet de faire tourner sans difficulté des distributions Linux.



Il existe à l'heure actuelle sur le marché, un nombre incalculable de plates-formes, cartes, modules, designs de référence basés sur des microcontrôleurs dont le rôle est toujours le même : pouvoir développer et déboguer rapidement une application, une ébauche d'application ou une maquette avant de passer aux choses sérieuses, l'industrialisation. Problème, ces plates-formes matérielles, parfois onéreuses, ont surtout l'inconvénient d'être fermées, propriétaires, et parfois mal documentées. Or, dans ce domaine, depuis quelque temps, l'émergence de cartes à bas coûts issues de projets communautaires est en train de bou-

lever le paysage. En fait, au même titre que les technologies open source ont profondément modifié l'économie du logiciel dans le secteur des systèmes embarqués, l'émergence d'un mouvement similaire pour le matériel pourrait aboutir à une évolution identique. Trois cartes aujourd'hui très populaires, issues d'origines diverses, symbolisent pour partie cette tendance : Arduino, Raspberry Pi et BeagleBone. Utilisées à leurs débuts par des amateurs éclairés ou pour des projets de petite envergure, elles ont pris aujourd'hui une place très importante sur le marché et sont devenues de véritables points d'entrée pour les grands distri-

buteurs (Digi-Key, Farnell, Mouser, RS Components...) qui n'hésitent pas à les mettre en avant sur leurs catalogues. Et pour ceux qui doutent encore de cette évolution, les chiffres annoncés par Farnell issus d'une récente étude réalisée au sein de sa communauté de développeurs Element 14 en sont la preuve. Selon celle-ci, plus de la moitié des développeurs professionnels (56 %) sont susceptibles d'utiliser à court ou moyen terme du matériel open source, notamment une carte Arduino ou une BeagleBone, dans leur travail quotidien. Et parmi les critères qui leur paraissent les plus importants, l'accès aisé à des designs

■ COMPARAISON DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

| NOM DE LA CARTE | ARDUINO UNO | BEAGLEBONE | RASPBERRY PI (MODEL B) |
|---|---|--|--|
| Origine | Interaction Design Institute d'Ivrea (Italie) | Projet de Hardware Open Source piloté par Texas Instruments | Université de Cambridge |
| Organisation en charge des spécifications | Arduino.cc | BeagleBoard.org | Raspberry Pi Foundation (fondation de droit anglais) |
| Naissance | 2005 (fabrication en Italie par Smart Projects) | 2008 (BeagleBoards) - 2011 (BeagleBone) (accord de fabrication/distribution avec Digi-Key) | 2008 (accord de fabrication avec RS Components et Farnell/Element 14 en 2011) |
| Prix | 30\$ | 90\$(45\$ pour le BeagleBone Black) | Moins de 40\$ |
| Taille | 45,43x32,34mm | 86,36x53,34mm (bords arrondis) | 85,60x53,98mm |
| Processeur | ATmega328 8 bits d'Atmel à 16MHz | Sitara 335x de TI basé sur un Cortex-A8 à 720MHz (1 GHz pour la BeagleBone Black) | BCM2835 de Broadcom basé sur un ARM11 à 700MHz GPU intégrée (Video Core 4 de Broadcom) |
| Mémoires | 2 Ko Ram, 1 Ko Eeprom | 256Mo DDR2 (512Mo DDR3 pour la BeagleBone Black) | 512Mo Sdram |
| Mémoire Flash | 32 Ko | Sur MicroSD (4 Go) | Sur carte SD |
| Tension d'entrée | 7V - 12V | 5V - 3,3V | 5V |
| Consommation | 42 mA (0,5W) | 210 à 450mA (2,5W max.) | 700mA (3,5W) |
| Ethernet | Non | 10/100 Ethernet | 10/100 Ethernet |
| USB | Non | 1 USB 2.0 | 2 USB 2.0 |
| Sorties vidéo | Non | Non (micro HDMI pour la BeagleBone Black) | Composite et HDMI |
| Développement | Langage de programmation Arduino | Environnement BoneScript. Langages Python, Scratch, Squeak | Langages Scratch, Squeak |

de référence arrive en tête. Un indice qui montre que les notions de facilité d'utilisation et de disponibilité rapide de données techniques, qui sont des tendances fortes chez les développeurs, favorisent la montée en puissance des cartes en open source. Dans son rapport annuel 2012/2013, Farnell indique à propos de l'intérêt énorme suscité par la mise en ligne de la carte Raspberry Pi sur son site, qu'en moins de 15 minutes 500 000 connexions ont été enregistrées sur la page qui lui était consacrée. Et depuis le 1^{er} janvier 2013, plus de 600 000 cartes Raspberry Pi ont été commercialisées via le canal de Farnell.

Bien évidemment, les distributeurs surfent sur la popularité croissante de ces plates-formes pour attirer les utilisateurs dans leurs rets. Ainsi, récemment, Farnell a introduit via la communauté Element 14, le kit de développement XBMC, lecteur multimédia en open source, créé initialement pour la console de jeux Xbox, et qui peut tourner nativement sous les systèmes d'exploitation Linux, Mac OS X, Microsoft Windows et Android. Ce kit permet aux utilisateurs de la carte Raspberry Pi de la transformer en un véritable centre multimédia via la diffusion de conte-

● Parmi les cartes en open source, la BeagleBone Black est celle qui procure la plus grande puissance de calcul pour un coût d'achat de 45 dollars, désormais proche de celui de ses concurrentes.

nus audio/vidéo depuis n'importe quel ordinateur vers le réseau local, et donc de transformer par exemple un téléviseur en centre multimédia ou bien d'accéder à une Xbox pour diffuser ou recommander du contenu.

De son côté, RS Components a annoncé récemment l'ouverture de l'Open Source Design Center, un guide en libre accès visant à aider les concepteurs d'applications basées sur du matériel open source. Accessible via le site www.designspark.com qui agrège la communauté de développeurs liés à RS Components, ce point d'accès unique procure notamment des informations sur la gestion des licences open source matérielles

et logicielles dans le cadre d'un projet de développement. Il offre aussi une aide technique aux ingénieurs en les encourageant à participer aux projets open source correspondant à leur activité. Cet espace a notamment été développé avec la coopération d'Andrew Back, un expert de l'open source matériel et membre fondateur en 2010 de l'OSHUG (Open Source Hardware User Group). Une initiative là encore liée à la popularité grandissante des cartes de développement bas coût Arduino, BeagleBone et Raspberry Pi (toutes au catalogue de RS).

Un cœur Cortex-A8 pour la BeagleBone

La BeagleBone, dont l'origine est quelque peu différente des ses comparses, car ce sont les équipes de Texas Instruments qui sont en arrière-plan, bien qu'elle demeure une plate-forme open source, vient cette année de rattraper son retard vis-à-vis de la Raspberry Pi, surtout au niveau du coût d'achat. En effet, 45 dollars, c'est le prix affiché par la BeagleBone Black annoncée cette année par l'organisme BeagleBoard.org. Développée avec le soutien actif de Texas Instruments, elle embarque un processeur Sitara AM335x de



chez TI, architecturé autour d'un cœur ARM Cortex-A8 cadencé à 1 GHz. Côté mémoire, la BeagleBone Black offre 512 Mo de DDR3 à 400MHz et 2 Go de flash. Cette version n'intègre pas de fonction vidéo, mais uniquement des interfaces adaptées, en particulier un connecteur HDMI, qui autorisent l'intégration de cartes vidéo additionnelles. Côté connectivité, on trouve un port MicroSD, un port USB et un lien Ethernet. Elle supporte en outre les compilateurs C, l'OS temps réel QNX et l'environnement de programmation BoneScript qui permet d'écrire de manière simple (un peu comme avec les cartes Arduino) des routines de contrôle des entrées/sorties. L'un des points cruciaux de cette architecture est que sa puissance de calcul disponible lui permet d'exécuter les systèmes d'exploitation Linux Ubuntu ou Android (au même titre cependant que sa concurrente directe la Raspberry Pi). Et pour ceux qui acquièrent la carte pour la première fois, la distribution Linux Angström est préinstallée en mémoire flash (avec l'interface Gnome et les navigateurs open source Chromium et Firefox). Cette possibilité offerte aux développeurs d'implanter Linux sur ces cartes Raspberry Pi et BeagleBone, ouvre la voie au développement de maquettes d'applications professionnelles, dans des conditions opérationnelles pour un coût très faible. De nombreuses expérimentations sont menées, comme celles par exemple décrites par Pierre Ficheux dans le blog www.linuxembedded.fr avec l'installation sur une Raspberry Pi de l'extension Preempt-RT de Linux (patch qui donne au noyau Linux un comportement temps réel quasi déterministe) ou encore l'installation dans une approche de type « bare metal » (c'est-à-dire avec un programme applicatif exécuté directement sur le matériel) de l'OS « ultra léger » RTEMS (Real Time Executive for Multiprocessor Systems), diffusé en licence GPL, qui occupe seulement quelques centaines de Ko de mémoire.

Un écosystème développé

Du côté de la carte Arduino, si la puissance disponible est évidemment bien moindre que celle délivrée par ses deux camarades, le très vaste écosystème qui l'entoure et le

langage de programmation très simple qui l'accompagne concourent au succès phénoménal qu'elle a rencontré dans le monde. Arduino est sans aucun doute le plus court chemin pour développer une application, mettre en place une prémaquette, un démonstrateur sans être forcément un spécialiste pointu de l'électronique ou de la programmation. Le champ d'application couvert par les cartes Arduino est donc très vaste, avec une prédilection pour les applications qui utilisent des données issues de capteurs et pour celles qui fonctionnent sur piles (avec des valeurs d'entrées analogiques supportées très étendues), en raison de la très faible consommation de la



● L'écosystème autour des cartes Arduino est très développé, avec notamment de nombreuses initiatives communautaires ou privées pour rendre ces cartes communicantes vers des réseaux cellulaires 2 ou 3G, avec du Wi-Fi ou un lien Bluetooth.

carte. Il serait illusoire ici de citer la myriade d'applications ou de projets basés sur Arduino. Mais plusieurs initiatives récentes sont révélatrices de la vitalité de cette approche open source matérielle et communautaire. Par exemple, l'américain Open Source RF propose des modules de communication RF entre cartes Arduino sur plusieurs dizaines de mètres. Autre exemple sur le site de financement participatif Kickstarter, l'initiative RF Duino permet d'intégrer une liaison Bluetooth 4.0 Low Energy dans l'environnement des cartes Arduino, avec le support intégral des scripts de programmation

écrits pour ces plates-formes. Cette carte, extrêmement petite (2,54 x 2,54 cm), est basée sur un processeur 32 bits Nordic architecturé autour d'un cœur Cortex M0. Elle permet ainsi de développer en quelques jours une maquette d'application avec un lien Bluetooth vers un smartphone, en n'utilisant que du code Arduino. Récemment, la société britannique Lime Microsystems a lancé l'initiative sans but lucratif Myriad-RF qui vise à proposer des plates-formes RF reconfigurables (dans le spectre de fréquences compris entre 300MHz et 3,8GHz et compatibles avec les standards LTE, HSPA+, CDMA et 2G) simples d'utilisation et à bas coût à partir de cartes préexistantes ou de fichiers de conception gratuits et librement utilisables. Et, dès le démarrage, Ebrahim Busheri, le CEO de Lime Microsystems qui, selon ces termes, « tente de créer dans le monde RF un écosystème tel que celui qui existe autour d'Arduino » a prévu un lien SPI entre ces cartes et les plates-formes Arduino. Objectif : favoriser l'innovation RF vers le plus grand nombre, au sein de la communauté Arduino, en dotant ces cartes d'une fonctionnalité de communication évoluée.

Enfin, on peut aussi noter que l'écosystème Arduino est très actif dans le monde du M2M (avec notamment des implantations du protocole MQTT) du fait justement de sa facilité à se connecter vers l'extérieur. Dernier exemple en date, l'opérateur de télécommunications allemand Deutsche Telekom vient de lancer un kit de développement d'applications M2M dans le cloud, basé sur une carte open source Arduino avec un modem GSM et une interface pour carte SIM. Ce kit offre la possibilité de mettre au point une application M2M avec un accès privé à la plate-forme dans le cloud M2M Developer Platform fournie par Deutsche Telekom en partenariat avec son compatriote Cumulocity. Un accès qui permet aux développeurs de gérer et tester en grandeur un nombre illimité de systèmes M2M connectés au réseau, avec une carte SIM préchargée pour des communications de données vers la plate-forme pendant six mois.

FRANÇOIS GAUTHIER



 Windows Embedded

Windows Embedded 8 Standard

Windows Embedded 8 Standard réduit les cycles de développement et permet aux fabricants de dispositifs de créer des produits différenciés et haut de gamme qui enchanteront les clients et se démarqueront de la concurrence. Il permet de proposer des solutions métier optimisées pour les systèmes intelligents, et donc de transformer vos données en un avantage concurrentiel durable.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur
www.windowsembedded.com/we8standard.

Créez des appareils différenciés

S'appuyant sur les dernières innovations de Microsoft, les fabricants peuvent fournir une expérience d'utilisation plus immersive, naturelle et hautement personnalisable afin de distinguer leurs appareils. Les fabricants d'appareils peuvent offrir une expérience de marque unique à tous les niveaux du dispositif et offrir ainsi une expérience d'utilisation exceptionnelle et très personnalisée à leurs clients.

Fabriquez des appareils spécialisés à partir de technologies de confiance

Windows Embedded 8 Standard vous apporte les dernières innovations technologiques de Windows 8 pour vous aider à protéger les informations sensibles de vos clients sur vos appareils spécialisés. En s'appuyant sur Windows Embedded 8 Standard, les fabricants peuvent tirer parti de ses fonctionnalités pour garantir la fiabilité de leurs appareils et permettre aux utilisateurs de maîtriser la configuration en cours d'utilisation.

Activez vos outils d'analyse décisionnelle

En s'appuyant sur Windows Embedded 8 Standard, les fabricants peuvent proposer des systèmes intelligents optimisés. Microsoft Active Directory simplifie la gestion des identités et des accès au niveau de l'entreprise. Les appareils spécialisés peuvent être gérés efficacement comme des PC Windows, et se connecter à Windows Azure et Windows Server. Leurs données peuvent ainsi être exploitées de manière optimale pour offrir un réel avantage concurrentiel.

Avantages clés

- Exécutez vos applications métier Windows existantes ou créez une nouvelle expérience avec les applications Windows 8.
- Proposez une expérience d'utilisation immersive et naturelle avec l'interaction tactile multipoint et Kinect pour Windows.
- Améliorez la connectivité et la disponibilité avec des technologies de réseau de pointe et une meilleure gestion de l'alimentation.
- Créez une image personnalisée du système d'exploitation pour fournir les fonctionnalités nécessaires à l'appareil.
- Utilisez les technologies de sécurité renforcée pour protéger votre appareil, vos données et votre réseau.
- Contribuez à proposer une expérience cohérente avec des capacités de verrouillage améliorées.
- Accédez aux systèmes informatiques et au cloud pour des appareils toujours connectés aux informations essentielles.
- Gérez vos appareils avec Microsoft System Center et Windows Embedded Device Manager.
- Améliorez le temps de mise sur le marché grâce à des outils de développement système de pointe.



Les produits Windows Embedded bénéficient d'un programme de support leader de 10 ans et restent disponibles pendant 15 ans.



Téléchargez Windows Embedded 8 Standard Release Preview sur le site :
www.windowsembedded.com/we8standard