

les dernières nouveautés de BeagleBoard

BeagleY-AI, BeagleV-Fire, BeagleMod, BeaglePlay et BeagleConnect Freedom

contribué par BeagleBoard

La fondation BeagleBoard.org est une organisation à but non lucratif et un leader dans le matériel open source, fournissant des cartes compatibles avec Linux conçues pour les maker, les éducateurs et les professionnels. Le dynamisme de la communauté de BeagleBoard.org garantit aux utilisateurs l'accès à une assistance étendue, à des tutoriels et à des ressources pour le développement de logiciels. Dans cet article, cinq plateformes de matériel libre sont présentées, pour des applications telles que l'IA, l'IdO, l'automatisation, et bien d'autres choses encore.

BeagleMod : une solution informatique embarquée puissante pour les applications industrielles

BeagleMod™ (figure 1) est un module informatique embarqué compact et performant, spécialement conçu pour les applications industrielles et les automatismes [1]. Entièrement compatible avec la norme Open Standard Modules™ (OSM) V1.1, BeagleMod est boosté par le processeur TI AM62x et intègre du matériel de pointe pour un éventail large de cas d'utilisation, notamment l'interface homme-machine (IHM), l'automatisation robotique et l'équipement médical (voir l'encadré « **BeagleMod : aperçu des caractéristiques techniques** »).

Principales caractéristiques de BeagleMod

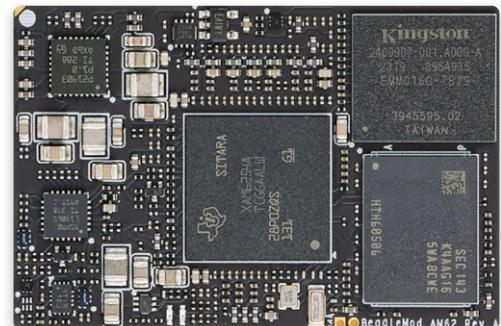
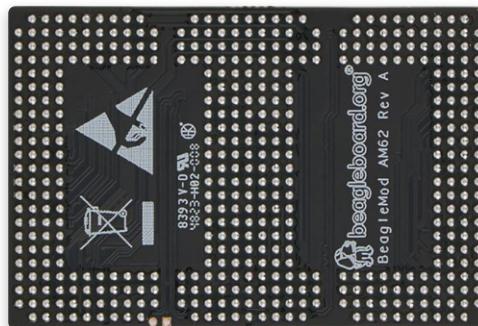
1. Processeur :

Au cœur de BeagleMod se trouve un processeur Quad 64 bits Arm® Cortex®-A53, qui garantit un traitement à grande vitesse et la capacité de gérer plusieurs tâches simultanément. Il est donc idéal pour les systèmes nécessitant un traitement robuste des données et des performances multitâches.

2. Mémoire et stockage :

Le BeagleMod est doté d'une mémoire vive DDR4 de 2 Go, qui peut être étendue à 4 Go pour répondre

Figure 1. BeagleMod™ est un module compact et hautes performances alimenté par le processeur TI AM62x, idéal pour les applications d'automatisation industrielle, d'IHM et d'équipement médical.



aux besoins d'applications plus exigeantes. Le module comprend également 16 Go de mémoire eMMC pour une conservation fiable des données, ainsi qu'une mémoire EEPROM de 32 Kbit pour stocker les paramètres et configurations essentiels.

3. Alimentation :

Le module fonctionne avec une seule alimentation en courant continu de 5 V, à travers les soudures FTGA (*Fused Tin Grid Array*), ce qui le rend économique en énergie et facile à intégrer dans les systèmes à faible consommation d'énergie.

4. Dimensions et facteur de forme :

Mesurant seulement 30 mm × 45 mm, le BeagleMod est suffisamment compact pour être utilisé dans des environnements où l'espace est restreint, tout en offrant des fonctionnalités étendues grâce à son empreinte OSM Size-M avec 476 contacts.

5. Conditions d'utilisation :

Le module est conçu pour les environnements standard et difficiles. Il fonctionne de manière efficace à des températures allant de 0°C à +70°C, avec une version industrielle optionnelle supportant des températures allant de -40°C à +85°C. Il présente également une tolérance à l'humidité de 10 % à 95 %.

6. Normes et certifications :

La carte BeagleMod est certifiée selon plusieurs normes, notamment FCC, CE, REACH et RoHS, ce qui garantit la conformité avec les réglementations mondiales et les exigences de sécurité environnementale.

Support d'interface complet

BeagleMod prend en charge une large gamme d'interfaces, ce qui en fait une solution flexible pour les applications industrielles, automobiles et autres systèmes embarqués :

- JTAG pour le débogage et le développement.
- 5 ports UART pour la communication série.
- 2 interfaces RGMII pour la connectivité Ethernet 10/100/1000 Mbit.
- 2 interfaces SDIO (4 bits) pour les cartes mémoire et autres périphériques.
- 6 sorties PWM pour le contrôle de moteurs, de LEDs ou d'autres dispositifs.
- 2 interfaces SPI, y compris OSPI (8 bits) pour une communication rapide avec des capteurs, des mémoires de stockage ou d'autres microcontrôleurs.
- 2 interfaces I²S pour le transfert de données audio.
- 2 bus CAN pour la communication automobile.
- 2 ports USB 2.0 pour les périphériques.
- 3 interfaces I²C pour la connexion à divers capteurs et dispositifs.
- 1 interface CSI (4 voies) pour les caméras.
- 1 interface RGB (18 bits) pour les écrans.
- 1 OLDI (2×4 voies LVDS) pour les écrans haute résolution.
- GPIOs pour le contrôle des entrées et sorties personnalisées.

BeagleMod : Aperçu des caractéristiques techniques

Composant	Spécification
Processeur	TI AM62 Quad-Core A53
Mémoire RAM	2 Go DDR4, extensible à 4 Go
Stockage	16 Go eMMC, 32 Kbit EEPROM
Alimentation	5 V DC via OSM FTGA
Facteur de forme	30 mm × 45 mm, taille OSM-M
Température de fonctionnement	0°C à +70°C, -40°C à +85°C (optionnel)
Humidité de fonctionnement	10 %~95 % HR
Certifications	FCC, CE, REACH, RoHS JTAG, UART, RGMII, SDIO, PWM, SPI, I ² S, CAN, USB 2.0, I ² C, CSI, RGB, OLDI, GPIO
Interfaces	JTAG, UART, RGMII, SDIO, PWM, SPI, I ² S, CAN, USB 2.0, I ² C, CSI, RGB, OLDI, GPIO
Fonctionnalités supplémentaires	OSM FTGA, GPIO, diverses interfaces de contrôle

Les applications de la carte BeagleMod

Le haut niveau d'intégration de BeagleMod, associé à sa taille compacte et à sa puissance de traitement, en fait un outil idéal pour une grande variété d'applications :

➤ Interface homme-machine (IHM) :

Le module peut être intégré dans des systèmes d'interface utilisateur pour l'automatisation industrielle, offrant un contrôle souple et réactif des machines, des systèmes industriels et des panneaux de contrôle.

➤ L'automatisation robotique :

Le puissant processeur Cortex-A53, associé aux interfaces GPIO, PWM et I²C en temps réel, permet un contrôle précis des bras robotiques, des machines autonomes et des systèmes d'automatisation industriels.

➤ Maison intelligente et économies d'énergie :

Les interfaces polyvalentes et la faible consommation d'énergie du BeagleMod le rendent idéal pour les applications domestiques intelligentes, notamment les systèmes d'éclairage intelligents, les commandes HVAC et les dispositifs de gestion de l'énergie.

➤ Matériel médical :

L'intégration de plusieurs interfaces UART, SPI et I²S permet d'utiliser le BeagleMod dans des outils de diagnostic médical, des systèmes de surveillance des patients, comme d'autres équipements médicaux sensibles nécessitant un traitement fiable des données en temps réel.

Kit de personnalisation et d'évaluation

BeagleMod offre une grande flexibilité pour des configurations et des extensions personnalisées afin de répondre à des besoins spécifiques. Seeed Studio fournit des services de personnalisation, permettant aux utilisateurs d'adapter BeagleMod à leurs besoins particuliers. Le kit d'évaluation BeagleMod comprend le module de base et les outils de développement nécessaires pour démarrer rapidement.

BeagleY-AI : une plateforme informatique de pointe pour l'IA à haute performance

BeagleY-AI [2], développé par la Fondation BeagleBoard.org, est un puissant ordinateur monocarte conçu pour l'informatique de pointe axée sur l'IA (figure 2). Au cœur de cet ensemble, le processeur Texas Instruments AM67A offre un mélange exceptionnel de performances et d'évolutivité, ciblant les applications qui exigent un traitement en temps réel pour l'IA, la vision et la robotique (voir l'encadré « **BeagleY-AI : aperçu des caractéristiques techniques** »).

Les caractéristiques principales

1. La puissance de traitement :

Le SoC AM67A intègre un processeur Quad 64-bit Arm Cortex-A53 à 1,4 GHz, ainsi que deux DSP C7x pour les charges de travail d'IA, chacun offrant 4 TOPS de calcul, ce qui le rend idéal pour l'apprentissage profond et les applications basées sur la vision. Ces processeurs sont

pris en charge par un accélérateur de multiplication matricielle (MMA), ce qui favorise une inférence plus rapide des modèles d'IA et permet de créer des systèmes intelligents et améliorés par l'IA.

2. Mémoire et stockage :

Equipé de 4 Go de RAM LPDDR4, la carte BeagleY-AI assure une gestion efficace des modèles d'IA gourmands en mémoire et du traitement des données en temps réel. Elle dispose également d'un emplacement pour carte microSD avec support UHS-1, permettant un transfert de données à grande vitesse et un démarrage fiable. La carte offre un espace de stockage suffisant pour l'exécution d'algorithmes d'IA complexes et le traitement de grandes quantités de données de capteurs.

3. Connectivité et extension :

Avec 4 ports USB 3.0, un port USB 2.0 Type-C et Gigabit Ethernet, la carte BeagleY-AI assure une connectivité transparente aux périphériques et une communication réseau à haut débit. L'interface PCIe Gen3 prend en charge l'intégration de périphériques haute performance, élargissant l'utilité de la carte pour les applications nécessitant un calcul d'IA avancé et une mise en réseau. L'en-tête GPIO à 40 broches est compatible avec les HAT Raspberry Pi existants, ce qui permet aux utilisateurs de créer et de déployer rapidement des applications d'IA de pointe avec des capteurs, des actionneurs et des options d'E/S supplémentaires.

4. Capacités en matière d'IA et de vision :

Conçu pour les applications d'intelligence artificielle et de vision, BeagleY-AI intègre 2 interfaces de caméra MIPI-CSI, capables de connecter plusieurs caméras haute résolution pour des tâches telles que l'analyse vidéo en temps réel, la vision artificielle et la robotique autonome. Le GPU et les accélérateurs vidéo intégrés garantissent que le streaming vidéo et les tâches de reconnaissance d'images sont traités efficacement sans trop solliciter les coeurs du CPU.

5. L'alimentation et sa gestion :

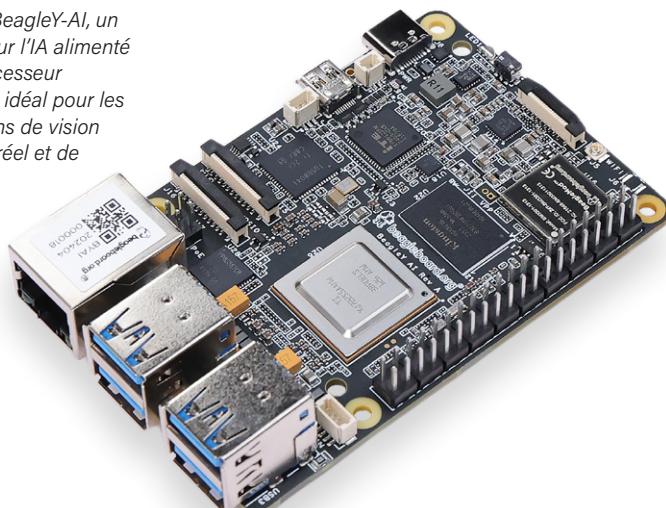
La carte est alimentée par une alimentation 5 V/3 A DC via USB-C, ce qui la rend compatible avec un large éventail de sources d'alimentation. Elle inclut une broche pour ventilateur avec contrôle PWM, garantissant que les charges de travail IA haute performance sont soutenues avec une gestion de la température adaptée.

Applications d'IA en périphérie

BeagleY-AI est parfaitement adapté à une variété d'applications en périphérie de réseau pilotées par l'IA :

- **Interfaces homme-machine (IHM)** : système de contrôle et de retour d'information en temps réels.
- **Automatisation industrielle** : surveillance basée sur l'IA, maintenance prédictive et automatisation des procédés.
- **Robotique** : navigation autonome, détection d'objets et manipulation à l'aide de modèles d'IA avancés.
- **Vidéosurveillance et analyse** : détection d'objets, reconnaissance faciale et analyse de modèles à haute performance dans les systèmes de sécurité.
- **Matériel médical** : applications de l'IA de périphérie

Figure 2. BeagleY-AI, un SBC axé sur l'IA alimenté par le processeur TI AM67A, idéal pour les applications de vision en temps réel et de robotique.



BeagleY-AI : Aperçu des caractéristiques techniques

Composants	Spécification
Processeur	TI AM67A, Quad 64 bits Cortex-A53 @1,4 GHz
Accélérateurs IA	Double DSP C7x avec 4 TOPS chacun
Mémoire RAM	4 Go LPDDR4
Wi-Fi	802.11ax (Wi-Fi 6)
Bluetooth	Bluetooth 5.4 (BLE)
Ports USB	4 x USB 3.0, 1 x USB 2.0 Type-C
Ethernet	Gigabit Ethernet avec PoE+
Caméra	2 x interfaces MIPI CSI à 4 voies
Affichage	HDMI, OLDI et DSI MIPI
Stockage	Emplacement pour carte microSD avec support UHS-1
Extension	En-tête GPIO à 40 broches
Alimentation	5 V/3 A via USB-C
Connecteur de ventilateur	En-tête à 4 broches contrôlé par PWM

pour la surveillance des patients, les diagnostics et l'automatisation des soins de santé.

Une plateforme d'IA prête pour l'avenir

BeagleY-AI est conçu pour être une plateforme prête pour l'avenir, permettant l'intégration transparente d'applications d'IA à la périphérie, tout en maintenant la flexibilité avec de multiples options d'E/S et le support de périphériques. Son architecture évolutive lui permet de gérer les tâches les plus exigeantes dans des secteurs tels que la santé, la sécurité et l'automatisation.

Un article sur la carte BeagleBoardY-AI rédigé par Brian T. Williams, rédacteur en chef d'Elektor, est disponible dans cette édition et dans les archives d'Elektor (www.elektormagazine.fr/240527-04).

BeagleV-Fire : carte de développement RISC-V et FPGA pour l'edge computing

BeagleV-Fire [3] est un ordinateur monocarte (SBC) révolutionnaire (**figure 3**) développé par la Fondation BeagleBoard.org, alimenté par le SoC Microchip PolarFire® MPFS025T. Il intègre des coeurs RISC-V et une matrice FPGA, offrant aux développeurs la flexibilité d'explorer le potentiel de l'architecture RISC-V et de la logique programmable. Idéal pour l'IA, la robotique et l'automatisation industrielle, BeagleV-Fire fournit le matériel nécessaire pour alimenter les applications de *edge computing* en temps réel (voir l'encadré « **BeagleV-Fire : aperçu des caractéristiques techniques** »).

Principales caractéristiques

1. Processeur :

Le cœur de la BeagleV-Fire est le SoC MPFS025T, qui comprend :

- 4 coeurs RISC-V 64 bits (RV64GC) pour le traitement des applications
- 1 noyau d'amorçage RISC-V 64 bits (RV64IMAC) pour la gestion du système
- Une matrice FPGA programmable, permettant aux développeurs d'accélérer les tâches matérielles personnalisées telles que le traitement des signaux, la cryptographie ou l'inférence IA.

2. Mémoire et stockage :

- 2 Go de RAM LPDDR4 à 1866 MHz garantissent la multitâche et un traitement efficace des données.
- Mémoire flash eMMC de 16 Go offrant un espace de stockage embarqué suffisant pour les distributions Linux et les applications, et un espace de stockage supplémentaire est disponible via l'emplacement microSD.

3. Connectivité et interfaces :

- Gigabit Ethernet avec Realtek RTL8211F PHY pour une mise en réseau à grande vitesse.
- Un port USB-C pour l'alimentation de la carte, la programmation et le transfert de données.

BeagleV-Fire : Aperçu des caractéristiques techniques

Composant	Spécification
Processeur	PolarFire® MPFS025T SoC avec 4x coeurs RISC-V, 1x cœur de démarrage
Mémoire RAM	2 Go LPDDR4
Stockage	16 Go eMMC, emplacement microSD
Ethernet	Gigabit Ethernet, Realtek RTL8211F PHY
Wi-Fi	Emplacement M.2 Key E pour 2,4 GHz/5 GHz
Ports USB	USB-C pour alimentation et données
Caméra	Interface caméra CSI (22 broches)
Extension	En-têtes P8 & P9 cape, connecteur SYZYGY
Alimentation	USB-C (5 V/3 A)
Débogage	JTAG, en-têtes UART
LEDs	12x LEDs programmables
Dimensions	86,38 x 54,61 mm, PCB à 12 couches, conforme RoHS

- Un emplacement M.2 Key E pour l'ajout de modules Wi-Fi, permettant aux développeurs d'intégrer des communications sans fil, telles que le Wi-Fi 2,4 GHz/5 GHz.
- Connecteur de caméra CSI, compatible avec le BeagleBone AI-64, le BeagleV-Ahead et le Raspberry Pi Zero/CM4, permettant l'entrée d'images et de vidéos de haute qualité pour les applications basées sur la vision.

4. Connecteurs d'extension :

Le BeagleV-Fire conserve les connecteurs familiers P8 et P9, offrant une compatibilité avec les connecteurs du BeagleBone Black, ce qui permet une intégration facile avec les modules d'extension existants. De plus, le connecteur haute vitesse SYZYGY permet d'accéder à des périphériques haute performance pour une extension matérielle avancée.

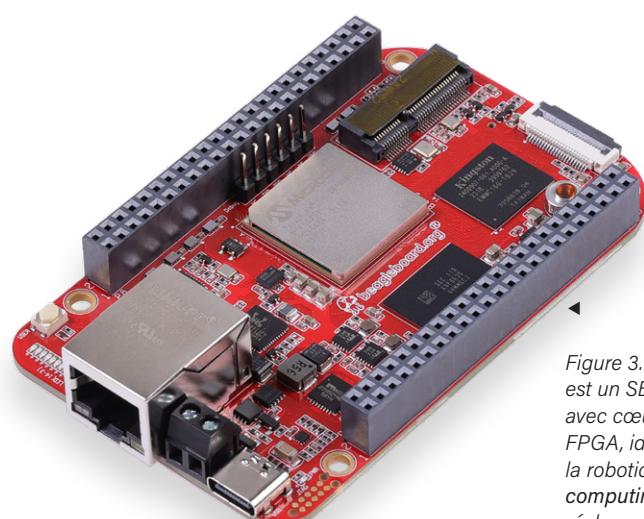


Figure 3. BeagleV-Fire est un SBC polyvalent avec coeurs RISC-V et FPGA, idéal pour l'IA, la robotique et l'edge computing en temps réel.

5. Débogage et développement :

La carte est équipée de :

- Connecteurs de débogage JTAG et UART pour le débogage et la surveillance du matériel de bas niveau.
- Leds et boutons programmables par l'utilisateur pour améliorer les expériences de développement et le retour d'information sur le système.

Applications idéales

- Edge IA et automatisation industrielle :

Avec ses capacités de traitement en temps réel et à son FPGA programmable, BeagleV-Fire est idéal pour des tâches telles que la maintenance prédictive, le contrôle qualité alimenté par l'IA et l'automatisation des usines intelligentes. Sa faible consommation d'énergie le rend adapté aux applications d'IA en périphérie, permettant un traitement en temps réel sans dépendre d'une infrastructure cloud.

- Robotique et systèmes de vision :

La prise en charge de la caméra CSI intégrée, ainsi que la capacité de la carte à s'interfacer avec des capteurs et des actionneurs via les connecteurs P8/P9, la rendent bien adaptée à la robotique guidée par la vision, aux systèmes autonomes et à la détection d'objets basée sur l'intelligence artificielle.

- Exploration du matériel Open-Source :

Les développeurs, les bricoleurs et les chercheurs peuvent explorer l'architecture RISC-V de pointe tout en utilisant le FPGA pour accélérer des tâches telles que le cryptage des données, l'apprentissage en profondeur et le traitement des données en temps réel. La disponibilité de ressources open-source étendues, associée à la richesse des E/S de la carte, en fait un excellent choix pour l'expérimentation matérielle et le prototypage.

Mise en route et outils de développement

BeagleV-Fire est soutenu par un écosystème de développement complet. Les développeurs peuvent rapidement flasher les derniers logiciels du FPGA (*gateware*) sous Linux sans outil supplémentaire. *Gateware* peut également être flashé en utilisant FlashPro5/6 et Libero SoC Design Suite, ce qui facilite la conception et le débogage FPGA. Flasher Linux est aussi simple que de flasher une sdCard avec des outils comme Balena etcher. La carte prend également en charge Cockpit, SSH et l'accès au port série pour le développement et la gestion du système, ce qui permet aux développeurs de se plonger facilement dans leurs projets.

BeagleV-Fire offre une opportunité unique de travailler avec un SoC RISC-V associé à un FPGA dans un SBC compact et abordable. Que vous exploriez l'IA à la périphérie, que vous développez des systèmes autonomes ou que vous créez des applications avec accélérations matérielles personnalisées, BeagleV-Fire offre une plate-forme puissante et flexible pour stimuler l'innovation.

Pour plus d'informations sur le BeagleV-Fire et pour

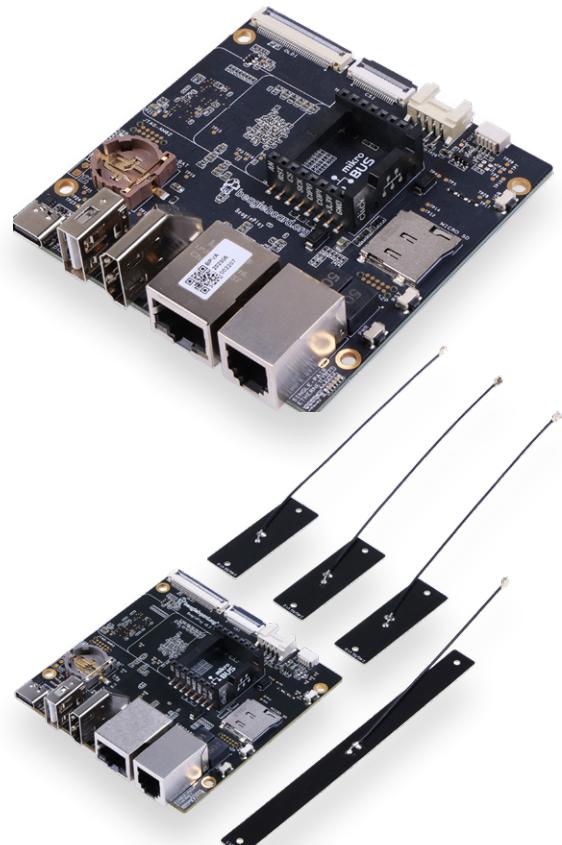
accéder à des tutoriels, veuillez consulter la documentation officielle de BeagleBoard.org [4].

BeaglePlay et BeagleConnect Freedom : un duo puissant pour le développement de l'IdO

BeaglePlay [5] et BeagleConnect Freedom [6] (**figures 4 et 5**) sont deux cartes complémentaires de la Fondation BeagleBoard.org, conçues pour simplifier le développement de l'IdO en fournissant un matériel puissant et open-source, avec une intégration facile des capteurs et de la connectivité.

BeaglePlay : une passerelle IdO à la connectivité inégalée

BeaglePlay est un ordinateur monocarte doté du processeur quadricœur Texas Instruments AM6254, offrant une grande puissance de calcul. Il excelle dans la création d'une passerelle IdO ou d'un hub d'automatisation grâce à sa large gamme d'options de connectivité. Que vous ayez besoin de Wi-Fi (2,4 GHz/5 GHz), de Gigabit Ethernet, d'Ethernet à paire unique ou d'un réseau sans fil Sub-1 GHz, BeaglePlay facilite la connexion des capteurs et des périphériques IdO grâce à des interfaces intégrées telles que mikroBUS, Grove et QWIIC. De plus, il prend en charge le HDMI pour les écrans et le CSI pour les caméras, ce qui le rend polyvalent pour les solutions IdO industrielles et domestiques.



▲ Figure 4. BeaglePlay, un SBC de passerelle IdO avec le processeur TI AM6254, offre de nombreuses options de connectivité pour la création de hubs IdO polyvalents.



Caractéristiques principales :

- Processeur : AM6254 (quadricœur Arm Cortex-A53)
- Mémoire : 2 Go DDR4, 16 Go de stockage eMMC
- Connectivité : Wi-Fi, Ethernet, BLE, Sub-1 GHz, Ethernet à paire unique
- Extension : mikroBUS, Grove, QWIIC, CSI, etc.

Grâce à son architecture plug-and-play et à sa facilité d'utilisation, BeaglePlay permet d'ajouter facilement des capteurs, des actionneurs et des indicateurs. Sa compatibilité avec des milliers de modules d'extension prêts à l'emploi simplifie le prototypage et le développement de systèmes complets.

BeagleConnect Freedom : l'IdO sans fil en toute simplicité

BeagleConnect Freedom est une plateforme matérielle ouverte, sans fil, construite autour du microcontrôleur TI CC1352P7, ce qui en fait un complément idéal à BeaglePlay pour créer des nœuds IdO sans fil et à faible consommation. Elle prend en charge les protocoles sans fil Bluetooth Low Energy (BLE) à 2,4 GHz et Sub-1 GHz, ce qui permet aux nœuds de capteurs de communiquer sur de longues distances. Avec ses deux prises mikro-BUS, ses capteurs intégrés et ses fonctions de gestion de charge de batterie, il est prêt pour le prototypage rapide de l'IdO.

Principales caractéristiques :

- Processeur : CC1352P7 (Arm Cortex-M4 à 48 MHz)
- Sans fil : BLE, Sub-1 GHz IEEE 802.15.4

- Extension : 2 prises mikroBUS pour capteurs et actionneurs
- Alimentation : support de batterie LiPo avec capacités de charge

BeagleConnect Freedom est parfait pour construire des nœuds IdO qui communiquent sans fil avec BeaglePlay, formant ainsi un réseau robuste d'appareils connectés.

Comment utiliser BeaglePlay et BeagleConnect Freedom ensemble

Lorsqu'ils sont utilisés ensemble, BeaglePlay agit comme un hub central ou une passerelle, tandis que BeagleConnect Freedom sert de nœuds de capteurs sans fil. Par exemple, vous pouvez utiliser BeaglePlay comme processeur central pour collecter les données de plusieurs BeagleConnect Freedom répartis sur une large zone. Cette combinaison vous permet de mettre en place un réseau maillé de capteurs sans vous soucier du câblage, ce qui le rend idéal pour les maisons intelligentes, l'automatisation industrielle ou la surveillance environnementale à grande échelle.

Voici comment vous pouvez combiner leurs avantages :

1. Configurez BeaglePlay en tant que hub IdO, en le connectant à votre réseau via Wi-Fi ou Ethernet.
2. Déployez des nœuds BeagleConnect Freedom dans votre maison, votre usine ou votre environnement pour transmettre sans fil des données de capteurs (comme la température ou l'humidité) à BeaglePlay.
3. Utilisez Zephyr RTOS sur BeagleConnect Freedom pour programmer et gérer les nœuds de capteurs.
4. Surveillez ou contrôlez le réseau grâce au traitement puissant de BeaglePlay et aux intégrations dans le cloud.

La combinaison de la connectivité élevée de BeaglePlay et des capacités sans fil à faible consommation de BeagleConnect Freedom crée un écosystème IdO flexible, évolutif et efficace pour les amateurs comme pour les professionnels.

Avec ces outils, le développement IdO n'a jamais été aussi accessible ! Que vous soyez un développeur chevronné ou débutant, BeaglePlay et BeagleConnect Freedom vous offrent toute la flexibilité matérielle et logicielle dont vous avez besoin. 

VF : Laurent Rauber — 240630-04

Figure 5. BeagleConnect Freedom, une plateforme sans fil avec le microcontrôleur TI CC1352P7, prend en charge les nœuds IdO longue portée avec le protocole BLE et Sub-1 GHz.

LIENS

- [1] BeagleMod : <https://www.beagleboard.org/boards/beaglemod>
- [2] BeagleY-AI : <https://www.beagleboard.org/boards/beagley-ai>
- [3] BeagleV-Fire : <https://www.beagleboard.org/boards/beaglev-fire>
- [4] Documentation officielle de BeagleBoard.org : <https://docs.beagleboard.org/>
- [5] BeaglePlay : <https://www.beagleboard.org/boards/beagleplay>
- [6] BeagleConnect Freedom : <https://www.beagleboard.org/boards/beagleconnect-freedom>