



Formation Comprendre la stack audio sous Linux embarqué

Séminaire en ligne, 4 sessions de 4 hours

Dernière mise à jour : 20 May 2024

Titre	Formation Comprendre la stack audio sous Linux embarqué
Objectifs opérationnels	<ul style="list-style-type: none">• Être capable de comprendre les bases de la théorie audio : analogique vs. numérique, échantillonnage, formats audio, composants matériels audio• Être capable de comprendre l'architecture de ASoC, le sous-système du noyau Linux pour les périphériques audio des systèmes embarqués, le rôle des différents drivers et la représentation Device Tree correspondante• Être capable d'écrire un Device Tree décrivant la topologie des composants matériels audio dans un système Linux embarqué• Être capable d'utiliser des possibilités de routage audio avancées, la gestion de l'énergie audio et des composants audio complexes tels que les périphériques auxiliaires et les amplificateurs• Être capable de configurer les composants ALSA en espace utilisateur et les widgets ALSA• Être capable de mettre en oeuvre les différentes APIs en espace utilisateur pour la lecture et l'enregistrement audio, ainsi que le serveur audio PipeWire et le framework multimedia GStreamer
Durée	Quatre demi-journées - 16 h (4 h par demi-journée)
Méthodes pédagogiques	<ul style="list-style-type: none">• Présentations animées par le formateur, par visioconférence. Les participants peuvent poser des questions à tout instant.• Démonstrations pratiques réalisées par le formateur, par vidéoconférence. Les participants peuvent poser des questions à tout instant.• Messagerie instantanée pour questions entre les sessions (réponse sous 24h, hors week-end et jours fériés)• Version électronique des supports de présentation, des instructions et des données de travaux pratiques. Les supports sont librement disponibles sur https://bootlin.com/doc/training/audio.
Formateur	Un des ingénieurs mentionnés sur : https://bootlin.com/training/trainers/



Langue	Présentations : Français Supports : Anglais
Public visé	Ingénieurs qui ont besoin d'une compréhension en détail des concepts audio, des composants matériels utilisés pour l'audio dans les systèmes embarqués et du fonctionnement de la stack audio sous Linux.
Pré-requis	<ul style="list-style-type: none">• Connaissance et pratique des commandes UNIX ou GNU/Linux : les participants doivent être à l'aise avec l'utilisation de la ligne de commande Linux. Les participants manquant d'expérience sur ce sujet doivent se former par eux-mêmes, par exemple en utilisant nos supports de formation disponible à l'adresse bootlin.com/blog/command-line/.• Expérience minimale en développement Linux embarqué : les participants doivent avoir une compréhension minimale de l'architecture d'un système Linux embarqué : rôle du noyau Linux par rapport à l'espace utilisateur, développement d'applications espace utilisateur en C. Suivre la formation <i>Linux embarqué</i> de Bootlin, disponible sur bootlin.com/training/embedded-linux/, permet de remplir ce pré-requis.• Niveau minimal requis en anglais : B1, d'après le <i>Common European Framework of References for Languages</i>, pour nos sessions animées en anglais. Voir bootlin.com/pub/training/cefr-grid.pdf pour une auto-évaluation.
Équipement nécessaire	<ul style="list-style-type: none">• Ordinateur avec le système d'exploitation de votre choix, équipé du navigateur Google Chrome ou Chromium pour la conférence vidéo.• Une webcam et un micro (de préférence un casque avec micro)• Une connexion à Internet à haut débit
Modalités d'évaluation	Seuls les participants qui auront assisté à l'intégralité des journées de formation, et qui auront obtenu plus de 50% de réponses correctes à l'évaluation finale recevront une attestation individuelle de formation de la part de Bootlin.
Handicap	Les participants en situation de handicap qui ont des besoins spécifiques sont invités à nous contacter à l'adresse training@bootlin.com afin de discuter des adaptations nécessaires à la formation.



1^{ère} demi-journée

Cours - Représentation audio numérique

- Qu'est-ce que le son ?
- Théorie de l'échantillonnage
- Taille des échantillons, fréquence d'échantillonnage
- Formats audio : I2S, LJ, RJ, DSPA, DSPB
- AC97
- IEC 61937 (S/PDIF and HDMI)
- PDM

Introduction des notions de base utilisées pour représenter des ondes audio.

Cours - Matériel

- Signaux
- Interfaces audio numériques sur les System-on-chip
- Interfaces audio numériques sur les codecs audio
- Amplificateurs
- Horloges et fournisseurs d'horloges

Présentation du matériel impliqué dans la lecture ou l'enregistrement audio.

Cours - Le sous-système ASoC du noyau Linux

- ASoC : le sous-système ALSA pour les System-on-chip dans le noyau Linux
- Description des cartes audio dans le Device Tree : *audio-graph-card*, *simple-audio-card*
- Drivers dans le noyau Linux pour les cartes audio
- Drivers dans le noyau Linux pour les codecs audio
- Contrôles audio dans le kernel
- Drivers dans le noyau Linux pour les interfaces audio des System-on-chip

Introduction au sous-système du noyau Linux pour la gestion audio dans les systèmes embarqués.



2^{ème} demi-journée

Cours - Mécanismes supplémentaires du noyau Linux relatifs à l'audio

- *regmap, regcache*
- Support DMA

Présentation des mécanismes du noyau Linux couramment utilisés en lien avec le support audio.

Cours - Autres composants audio

- Périphériques auxiliaires, amplificateurs, muxing
- Détection Jack
- Convertisseur de fréquence d'échantillonnage asynchrone

Présentation de composants supplémentaires utilisés pour certaines cartes audio.

Cours - Routage

- Routage de flux audio
- DAPM : *Dynamic Audio Power Management*

Présentation du routage audio et de la gestion d'énergie pour l'audio.

3^{ème} demi-journée

Cours - Espace utilisateur et configuration matérielle

- Plug-ins ALSA
- *asound.conf*
- Configuration de cartes son en espace utilisateur

Configuration des chemins et effets audio depuis l'espace utilisateur.

Démo - Exemples de configuration de cartes audio

- Changement d'ordre des canaux audio
- Séparation de canaux audio
- Ré-échantillonnage
- Mixing
- LADSPA

Mise en oeuvre des plug-ins ALSA



Cours - Espace utilisateur et configuration des contrôles audio

- *amixer*
- *alsamixer*
- API en espace utilisateur
- Sauvegarde de l'état des contrôles : *alsactl*, *asound.state*

Configuration des chemins et effets audio depuis l'espace utilisateur.

Démo - Configuration des contrôles

- Démonstration de *alsamixer*
- Exemples de fichiers *asound.state*
- Application custom

Configuration des contrôles de cartes audio.

Cours - Espace utilisateur : lecture et enregistrement audio

- API de ALSA en espace utilisateur

Lecture et enregistrement de samples audio

4^{ème} demi-journée

Cours - Résolution de problèmes

- Résolution de problèmes courants
- *vizdpm*

Présentation de la résolution de problèmes courants.

Démo - Résolution de problèmes

- Exemples de problèmes courants et leur résolution.



Cours - Pipewire

- Introduction à Pipewire
- Configuration de Pipewire
- Outils autour de Pipewire (pwdump, pw-cli, ...)
- Gestion de session et de *policy* avec Pipewire
- Modules de Pipewire et filtrage
- *WirePlumber*

Utiliser Pipewire comme serveur audio.

Démo - Pipewire

- Lancer pipewire sur une cible embarquée
- Inspecter la configuration et les propriétés
- Routage dynamique et *patchbay*
- Utilisation des modules et de *Filter-Chain*

Utiliser Pipewire et des configurations avancées.

Cours - Le framework multimedia GStreamer

- *GStreamer*
- Pipelines GStreamer
- Plugins GStreamer

Utiliser GStreamer pour la lecture et l'enregistrement audio.

Démo - GStreamer

- Lancer gstreamer sur une cible embarquée
- Créer différents pipelines

Exécuter Gstreamer et utiliser différents pipelines audio.