logilin
Logilin formations

Temps réel sous Linux

Suivant les contraintes temporelles imposées par un projet, plusieurs possibilités s'offrent pour le développement applicatif sous Linux.

Depuis les processus ordonnancés en ***soft-realtime*** (temps réel souple) par le noyau standard jusqu'aux extensions s'appuyant sur des micro-noyaux ***hard-realtime*** (temps réel strict) comme Xenomai, ce cours vous propose un cheminement logique et illustré dans le panorama des solutions temps réel disponibles avec Linux.

Tous les concepts théoriques présentés dans le cours font l'objet de mise en pratique par des exemples précis et des séances d'exercices complètes.

Organisation

Audience

Nous limitons habituellement le nombre de stagiaires dans nos sessions à 4 personnes au maximum pour garantir des échanges fluides et conviviaux.

Les sessions à distance se déroulent sur **plateforme Zoom**. Le seul matériel nécessaire est un ordinateur avec une connexion Internet et un micro. Nous conseillons un ensemble casque + micro pour limiter le bruit de fond. Nous suggérons également l'emploi d'une webcam si l'environnement le permet.

Pré-requis

Connaissance de Linux (niveau utilisateur). Notions de langage C.

Durée

2 jours (14 heures)

Travaux pratiques

Sessions à distance : les exercices se déroulent sur des PC Linux et des cartes Raspberry Pi accessibles à distance (connexion SSH / PuTTY / Tera Term).

Thèmes abordés

Ordonnancement sous Linux : introduction, multi-tâches, systèmes multi-processeurs, temps-partagé et priorité.

Temps-réel natif de Linux : ordonnancements Fifo et Round-Robin, limitation du temps réel natif, problèmes temps-réel classiques.

Temps-réel amélioré avec PREEMPT_RT : principes, patch, effets, instrumentation et mesures.

Approches du *hard realtime* avec Linux : principes, installation et test de Xenomai, aperçu de l'API de Xenomai.

Plan détaillé

I – Programmation multitâche et multicoeur

Multi-tâche sous Linux

Processus, *threads*, espaces d'adressage, *mutex*, IPC.

Travaux pratiques

Création de processus, de *threads*, synchronisation des *threads*, utilisation de mémoire partagée, *mutex* inter-processus, files de messages.

Programmation multicœur

Multiprocesseur, multicœur, *hyperthreading*. migrations de tâches, affinités des tâches et des interruptions, confinement des processus, fréquence de fonctionnement du processeur.

Travaux pratiques

Migration de processus, affinités des *threads*, affinités des interruptions.

II - Ordonnancement temps partagé

Ordonnancement

États des tâches, commutations.

Schedulers ; goodness, « O(1) » et CFS. Priorité et « nice ».

Travaux pratiques

Observation du comportement des tâches à priorités modifiées.

III – Temps-réel natif de Linux

Scheduling* Fifo et *Round-robin

Configuration, priorités temps-réel. Garde-fou.

Limitation du temps réel natif

Interruptions monolithiques, amélioration avec les interruptions *threaded*, réveil d'une tâche temps réel, amélioration avec la préemptibilité du *kernel*.

Problèmes temps-réel classiques

Lancement de tâches en parallèle, inversion de priorité, reprise de *mutex*.

Travaux pratiques

Tâche FIFO de priorité maximale, perturbation des tâches par des interruptions, mesure de latence d'interruptions et de réveil des tâches, inversion de priorités, héritage de priorité des *mutex*.

IV – Temps-réel amélioré avec PREEMPT_RT

Patch PREEMPT_RT

Principe, disponibilité, application et compilation du noyau.

Effets du *patch*

Préemptibilité complète, *threaded interrupts*.

Instrumentation et mesures

RT-tests, *cyclictest*, *workbench*, *ftrace*.

Travaux pratiques

Observation des *threaded interrupts*, mesure de latence d'interruptions.

V – Approches du *hard-realtime* avec Linux

Principes

Temps réel strict sous Linux, RT-Linux, RTAI, Xenomai.

Installation et test de Xenomai

Patch, bibliothèque utilisateur, outil *latency*.

Travaux pratiques

Mesure de latence des interruptions avec Xenomai.

Aperçu de l'API de Xenomai

Tâches, sommeils, *timers*, communication et synchronisation.

Conclusion

Discussions libres sur l'ensemble des thèmes abordés.

Travaux pratiques

Expérimentations libres suivant les demandes des stagiaires.

MàJ 02/08/2024