Szkolenie: The Linux Foundation
LFD435 Developing Embedded Linux Device Drivers

DOSTĘPNE TERMINY

2026-11-23 | 4 dni | Warszawa / Wirtualna sala
2026-12-01 | 4 dni | Kraków / Wirtualna sala

Cel szkolenia:

Ten 4-dniowy kurs ma na celu pokazanie doświadczonym programistom, jak tworzyć sterowniki urządzeń dla wbudowanych systemów Linux, i dać im podstawowe zrozumienie oraz znajomość jądra Linux.

Po opanowaniu tego materiału będziesz zaznajomiony z różnymi rodzajami sterowników urządzeń używanych w Linux i zostaniesz wprowadzony do wielu odpowiednich interfejsów API, które będą używane podczas pisania sterowników urządzenia.

Podczas gdy omówimy wewnętrzne elementy jądra i algorytmy, przeanalizujemy głęboko tylko te funkcje, które są zwykle używane w sterownikach urządzeń. Więcej szczegółów na temat takich rzeczy, jak planowanie, zarządzanie pamięcią, itp., odnaleźć można w bardziej skoncentrowanym na jądrze kursie.

Plan szkolenia:

- Wprowadzenie
  - Przedmiot szkolenia
  - Kim jesteś
  - The Linux Foundation
  - Szkolenia The Linux Foundation
  - Programy certyfikacyjne i cyfrowe identyfikatory
  - Dystrybucje Linux
  - Przygotowanie systemu
  - Rzeczy zmieniają się w Linux
  - Dokumentacja i linki
- Czynności przygotowawcze
  - Procedury
  - Wersje jądra

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

    - Źródła jądra i użycie Git
    - Sprzęt
- Jak pracować w projektach OSS **
    - Omówienie wniesienia prawidłowego udziału
    - Badanie i zrozumienie DNA projektu
    - Określ czym chcesz się zająć
    - Zidentyfikowanie osób odpowiedzialnych, ich przepływu pracy i metod
    - Uzyskaj wczesne wejście i pracę w otwartym środowisku
    - Przekazuj przyrostowe bity, zamiast dużych fragmentów kodu
    - Zostaw swoje ego przed drzwiami: nie bądź wrażliwy
    - Bądź cierpliwy, rozwijaj relacje długoterminowe, bądź pomocny
- Cross-Development Toolchain
    - The Compiler Triplet
    - Wbudowany Linux Distribution Cross Compiler
    - Linaro
    - CodeSourcery
    - Crosstool-ng
    - Buildroot
    - OpenEmbedded
    - Yocto
- QEMU
    - Czym jest QEMU?
    - Emulowane architektury
    - Formaty obrazu
    - Dlaczego używać QEMU?
    - Laboratorium
- Podstawowa konfiguracja Target Development Board z uSD
    - Dlaczego używamy kart uSD?
    - Uzyskanie SW na karcie uSD
    - Dlaczego używanie kart uSD jest złym pomysłem?
    - Laboratorium
- Uruchamianie Target Development Board przez Ethernet
    - Korzystanie ze sprzętu zwirualizowanego
    - Łatwiejszy sposób na rozwój
    - Cele laboratorium
    - Laboratorium

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

- Konfiguracja jądra, kompilacja, uruchamianie
  - Konfiguracja jądra dla Development Board
  - Laboratorium
- Sterowniki urządzeń
  - Typy urządzeń
  - Mechanizm a polityka
  - Unikanie bloków binarnych
  - Zarządzanie energią
  - Jak aplikacje korzystają ze sterowników urządzeń
  - Przechodzenie przez wywołania systemowe dostępu do urządzenia
  - Numery błędów
  - Printk()
  - Devres: Managed Device Resources
  - Laboratorium
- Moduły i sterowniki urządzeń
  - Makra module_driver()
  - Moduły i Hot Plug
  - Laboratorium
- Zarządzanie pamięcią i alokacją
  - Pamięć wirtualna i fizyczna
  - Strefy pamięci
  - Tabela stron
  - Kmalloc()
  - _get_free_pages()
  - Vmalloc()
  - Płyty i alokacje pamięci podręcznej
  - Laboratorium
- Urządzenia znakowe
  - Węzły urządzeń
  - Liczby główne i drugorzędne
  - Rezerwacja dużych/mniejszych numerów
  - Dostęp do węzła urządzenia
  - Rejestracja urządzenia
  - Udev
  - Dev_printk() i Associates
  - Struktura file_operations

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

- Punkty wejścia sterowników
- Struktury plików i Inode
- Różne sterowniki znaków
- Laboratorium

- Funkcje jądra
  - Komponenty jądra
  - Przestrzeń użytkownika a przestrzeń jądra
  - Czy są wywołania systemowe?
  - Dostępne wywołania systemowe
  - Algorytmy planowania i struktury zadań
  - Kontekst procesu
  - Laboratorium
- Przesyłanie między użytkownikiem a przestrzenią jądra
  - Przesyłanie między przestrzeniami
  - Put(get)_user() i copy_to(from)_user()
  - Bezpośredni transfer: Jądro I/O i mapowanie pamięci
  - Jądro I/O
  - Mapowanie stron użytkownika
  - Mapowanie pamięci
  - Funkcje przestrzeni użytkownika dla mmap()
  - Punkt wejścia sterownika dla mmap()
  - Dostęp do plików z jądra
  - Laboratorium
- Sterowniki platformy
  - Czym są sterowniki platformy?
  - Główne struktury danych
  - Rejestrowanie urządzeń platformy
  - Przykład
  - Twarde dane platformy
  - Nowa droga: drzewa urządzeń
  - Laboratorium
- Drzewa urządzeń
  - Czym są drzewa urządzeń?
  - Co robią a czego nie drzewa urządzeń
  - Składnia drzewa urządzeń
  - Przechodzenie przez drzewa urządzeń

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

- Powiązania drzewa urządzeń
- Obsługa drzewa urządzeń w programach rozruchowych
- Korzystanie z danych drzewa urządzeń w sterownikach
- Współistnienie i konwersja starych sterowników
- Laboratorium

- Przerwania i wątki
  - Czym są przerwania i wątki?
  - Wyjątki
  - Przerwania asynchroniczne
  - MSI
  - Aktywowanie/dezaktywowanie przerwań
  - Czego nie można robić w trakcie przerwania
  - Struktura danych IRQ
  - Instalowanie programu obsługi przerwań
  - Laboratorium
- Pomiary czasu
  - Rodzaje pomiarów czasu
  - Jiffies
  - Uzyskiwanie aktualnego czasu
  - Źródła zegara
  - Zegar czasu rzeczywistego
  - Programowalny interwalometr
  - Licznik znaczników czasu
  - HPET
  - Going Tickless
- Zegary jądra
  - Wstawianie opóźnień
  - Czym są zegary jądra?
  - Funkcje zegara o niskiej rozdzielczości
  - Implementacja zegara o niskiej rozdzielczości
  - Zegary wysokiej rozdzielczości
  - Korzystanie z zegarów wysokiej rozdzielczości
  - Laboratorium
- Ioctls
  - Czym są Ioctls?
  - Punkty wejścia sterowników dla Ioctls

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70

BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

- Zablokowane i bezzamkowe Ioctle
- Definiowanie Ioctls
- Laboratorium

- Unified Device Model i sysfs
  - Unified Device Model
  - Podstawowe struktury
  - Prawdzeiwe urządzenia
  - Sysfs
  - Przykłady kset i kobject
  - Laboratorium
- Firmware
  - Czym jest Firmware?
  - Ładowanie Firmware
  - Laboratorium
- Usypianie i Kolejki Oczekujące
  - Czym są Kolejki Oczekujące?
  - Usypianie i wybudzanie
  - Przechodzenie do szczegółów usypiania
  - Ekskluzywne usypianie
  - Szczegóły wybudzania
  - Ankietowanie
  - Laboratorium
- Obsługa przerwania: Odroczone funkcje i sterowniki użytkownika
  - Połówki górne i dolne
  - Softirqs
  - Zadania
  - Kolejki Robocze
  - Nowe API Kolejki Roboczej
  - Tworzenie wątków jądra
  - Wątkowe programy obsługi przerwań
  - Obsługa przerwań w przestrzeni użytkownika
  - Laboratorium
- Sprzęt I/O
  - Bariery pamięci
  - Przydzielanie i mapowanie pamięci I/O
  - Dostęp do pamięci I/O

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

- Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA) **
  - Czym jest DMA?
  - Ograniczenia pamięci DMA
  - Maski DMA
  - DMA API
  - Pule DMA
  - Scatter/Gather Mappings
  - Laboratorium
- Urządzenia technologii pamięci - MTD (System Plików Pamięci Flash)
  - Czym są urządzenia MTD?
  - NAND vs. NOR vs. eMMC
  - Moduły sterownika i użytkownika
  - System plików Flash
  - Laboratorium
- Sterowniki USB
  - Czy jest USB?
  - Topologia USB
  - Terminologia
  - Punkty końcowe
  - Deskryptory
  - Klasy urządzeń USB
  - Obsługa USB w Linux
  - Rejestrowanie sterowników urządzeń USB
  - Przenoszenie danych
  - Przykład sterownika USB
  - Laboratorium
- Ankieta zamknięcia i oceny
  - Ankieta ewaluacyjna

** Te sekcje mogą być uznane za częściowo lub w całości opcjonalne. Zawierają materiały źródłowe, tematy specjalistyczne lub przedmioty zaawansowane. Instruktor może zdecydować się na ich pokrycie lub nie, w zależności od doświadczenia uczestników i ograniczeń czasowych.

Wymagania:

Aby jak najlepiej wykorzystać kurs powinieneś posiadać:

Znajomość podstawowych interfejsów i metod jądra, takich jak pisanie, kompilowanie, ładowanie i

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001

rozładowywanie modułów, używanie podstawowych operacji synchronizacji oraz podstaw alokacji i zarządzania pamięcią, takich jak LFD420 (Kernel Internals and Development).

Poziom trudności



Certyfikaty:

Uczestnicy otrzymają certyfikaty podpisane przez The Linux Foundation.

Prowadzący:

Certyfikowany trener The Linux Foundation.

Compendium Centrum Edukacyjne Spółka z o.o.
ul. Tatarska 5, 30-103 Kraków, tel.: (12) 298 47 77
ul. Postępu 18B, 02-676 Warszawa, tel.: (22) 417 41 70
BNP Paribas Bank Polska S.A.
Oddział w Warszawie
Nr konta: PL 20 1600 1462 1853 6451 3000 0001