



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Realtime rozšíření OS Linux

srovnání existujících rozšíření v prostředí virtuálního PC

Autor: Bc. Pavel Michal

Vedoucí: Ing. Tomáš Novotný, výzkumná skupina STRaDe

Cíl projektu

Zprovoznit realtime rozšíření OS Linux – Xenomai a RT Patch v prostředí virtuálního PC.

Motivace

Realtime operační systémy musí kromě správného vykonání úlohy garantovat i její včasné vyřízení. Například přerušení musí být obsloužena do stanoveného časového limitu, bez ohledu na právě vykonávané úlohy. Pokud nejsou dodrženy tyto časové limity, může vzniknout škoda na majetku, v nejhorším případně může být ohrožen lidský život. Realtime rozšíření pro operační systém Linux vytváří kompromis mezi univerzálním operačním systémem s velkým množstvím dostupných softwarových nástrojů a realtime systémem, který garantuje včasnou reakci na vyskytlé události.

Výstup projektu:

Tato práce je součástí projektu řídicí jednotky robota založené na OS Linux s realtime rozšířením na platformě BeagleBone. Pro seznámení s realtime rozšířeními pro OS Linux byl zvolen program VirtualBox, protože jednotka BeagleBone nebyla v době tohoto projektu k dispozici. Pro studium problematiky bylo čerpáno z knihy od Yaghmour et al: Building Embedded Linux Systems, O'Reilly 2008. Na testování byly vybrány rozšíření Xenomai a RT Patch.

Xenomai

Rozšíření Xenomai přidává ke standardnímu jádru systému druhé menší jádro, které zpracovává všechna přerušení ještě před tím, než se dostanou do hlavního jádra. Xenomai také umožňuje spouštění realtime aplikací v uživatelském prostoru paměti na rozdíl od rozšíření, která vyžadují realtime aplikace zkompileované jako moduly jádra. Výhodou druhého odděleného jádra je také snazší údržba a vývoj nových realtime aplikací, protože i s novou verzí hlavního jádra zůstává rozhraní realtime aplikací zachováno. Pro dodržení realtime požadavků na aplikaci musí však být využívány pouze služby pomocného jádra – při volání funkcí ze standardních knihoven, které jsou zpracovány v hlavním jádře, mohou vzniknout neočekávané latence.

RT Patch

Jiným přístupem je RT Patch, jehož cílem je upravit standardní linuxové jádro tak, aby realtime procesy byly co nejméně ovlivněny těmi non-realtime a nevznikalo tak nečekané zpoždění při obsluze procesů. To může vzniknout v místech se zámky (mutexy) a obsluhou přerušení. Pro realtime aplikace je možné využít standardní knihovny v linuxovém jádře a pro většinu realtime oblastí (např. robotika) bude RT Patch dostačovat. Pro kritické aplikace s ohrožením života by ale neměl být používán. Přestože je aplikován RT Patch, standardní jádro zůstává zachováno a například některý ovladač může způsobit latenci při obsluze přerušení.

Testování ve VirtualBoxu

Rozšíření byla testována v distribuci Debian 6.0 v programu VirtualBox, který běžel v procesu s nejvyšší prioritou na Windows 7 64b (Intel Core2 Duo 1.3 GHz). S RT Patchem bylo testováno jádro 3.2.6-rt13, Xenomai s jádrem verze 2.6.38.8. Vytížení systému bylo simulováno pomocí příkazu `cat /dev/zero > /dev/null`, pro testování standardního a jádra s RT Patchem byl použit skript `cyclictest` s parametry `./cyclictest -t5 -p 80 -i 10000 -l 10000`. Xenomai byl testován jiným skriptem (využívá služeb sekundárního jádra) `/usr/xenomai/bin/latency`.

	Min	Avg	Max
jádro 3.2.6	0,2	512,8	3457,2
RT Patch	0,8	389,8	2434
Xenomai	-60,31	529,93	2719,53

Tabulka 1: Latence při přepínání realtime procesů, průměr z několika vláken [μs].

Na základě tabulky lze vidět zanedbatelný rozdíl mezi realtime rozšířeními a standardním linuxovým jádrem. Hodnoty dosahují v průměru několika stovek μs , ačkoliv podle testů na Pentiu III 400 MHz dosahovaly v průměru pouze pár desítek μs (<https://rt.wiki.kernel.org/index.php/Cyclictest>). Při testu Xenomai se dokonce vyskytly záporné hodnoty. Problémem je samotná virtualizace, kde se musí o HW prostředky dělit hostující i virtualizovaný systém nebo je dokonce HW prostředek emulován v software.

Tato práce vznikla za podpory projektu TeamIt – Budování konkurence schopných výzkumných týmů v oblasti IT – CZ 1.07/2.3.00/09.0067.