

## Posudek vedoucího bakalářské práce

**Student:** Jan Doležal

**Název:** Ovladače a knihovny pro OS RTEMS podporující grafické karty současných PC počítačů

Úkolem práce bylo navrhnout grafický ovladač pro systém RTEMS, který bude podporovat grafické karty používané na počítačích PC. K mnoha současným grafickým kartám není dostupná kompletní dokumentace a jejich řízení na hardwarové úrovni je natolik složité, že implementace ovladače i pro jednu konkrétní kartu se blíží komplexnosti celého systému RTEMS. Sdružení výrobců grafického hardware a karet VESA (Video Electronics Standards Association) však definuje standardní služby na úrovni firmware karet (VESA BIOS), které umožňují karty ovládat bez plné znalosti jejich hardware. Toto řešení bylo studentem vybrané, implementované a po splnění připomínek správců a komunity vývojářů projektu RTEMS byl ovladač zahrnutý do hlavního vývojového stromu systému RTEMS.

Obecně použitelný grafický ovladač pro počítače třídy PC je pro systém RTEMS důležitý především proto, že platforma pc386/x86 slouží při vývoji jako obecný standard, existuje pro ní nejvíce emulátorů a emulace na počítačích se shodnou architekturou je obvykle nejefektivnější. Vyvinuté a otestované knihovny se pak většinou používají ve vestavných aplikacích. Pokud postačuje menší výkon, jsou pak většinou cenově výhodnější jiné procesorové architektury (ARM, MIPS, atd.). Přesto pro aplikace náročné na výpočetní výkon je RTEMS nasazovaný i na počítačích třídy PC a to někdy i s grafickým uživatelským rozhraním. Takovým zajímavým příkladem využití systému RTEMS je přístroj pro vyšetření sluchu, kdy je nutné použít systém s minimálními latencemi, protože se zpracování a generování signálů provádí v aktivní akustické zpětné vazbě. Analyzátor zároveň vyžaduje pro nastavení a prezentaci výsledků grafické rozhraní. Podobnou aplikací je mixážní systém nebo generátor hudebních efektů. Přitom dříve dostupná řešení umožňovala RTEMS na počítačích PC používat jen v minimálním grafickém rozlišení a na zastaralých kartách.

Studenta zadání zaujalo a do projektu vstupoval s velmi dobrými znalostmi nízkoúrovňového programování architektury procesorů x86 a platformy PC. Po tom, co provedl rozbor možností řešení, jsem se s ním dohodl na dalším postupu řešení s využitím vstupních bodů firmware (standard VBE 3.0) určených pro volání z chráněného režimu procesoru. Tato volba se ukázala jako chybná. Podpora standardu VBE 3.0 na mnoha kartách neúplná, vstupní bod pro chráněný režim buď úplně chybí nebo vyžaduje detekci a opravu chybné funkce za běhu. Student zjistil tyto problémy pozdě a byl nucen termín odevzdání práce odložit. V druhé iteraci se vydal cestou, která je obecně pro přepnutí grafických karet do požadovaného režimu používanější a toto řešení se mu podařilo zdárně dokončit a integrovat do primárního zdrojového kódu systému RTEMS.

Student splnil zadání a zpracování textu práce je také na odpovídající grafické úrovni a v přiměřené míře práci dokumentuje. Podrobná, sedmdesátistránková, generovaná dokumentace se pak nachází na přiloženém CD. Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím stupněm **výborně (A)**.

Na práci je možné navázat integrací emulátoru strojového kódu architektury x86 do systému RTEMS. Toto řešení by nebylo omezené pouze na nastavení režimu při startu systému a zároveň by umožnilo používání PCI grafických karet i v systémech s jinou architekturou než x86. Přitom v hodnocené práci implementovaná podpora VBE a EDID by byla plně využita.

V Praze, dne 12.1.2015

Ing. Pavel Píša, Ph.D.  
Katedra řídicí techniky  
Fakulta elektrotechnická  
České vysoké učení technické