

Jádro Linux a dynamicky konfigurovaná platforma s procesory Microblaze

Ing. Petr Cvek, Prof. Ing. Ondřej Novák, CSc

Abstrakt

Cílem práce je navrhnout a zprovoznit systém na obvodu FPGA běžící na variabilním počtu procesorů architektury Microblaze. Přičemž jednotlivé procesory budou mít různé optimalizace nebo koprocessory. Procesory během standardního běhu operačního systému bude možno na rekonfigurovatelném FPGA zastavit a nahradit jiným procesorem optimalizovaným na konkrétní úlohu. Práce je součástí náplně doktorského studia.

Úvod

FPGA (Field-programmable gate array) jsou obvody, ve kterých lze navrhnout libovolný logický obvod, toho se používá na levné prototypy nebo speciální použití (rychlé zpracování velkého množství dat). V dnešní době kapacita FPGA velká natolik, že je možné do nich umístit několik procesorů. Některé FPGA umožňují v provozu návrhu jeho celek, nebo část změnit. Bylo by tedy možné vyměnit celý procesor. Procesorů pak může být více s různými optimalizacemi.

První část této práce se zabývá řešením návrhu hardwarové části podporující tuto činnost. Druhá část práce pak softwarovou částí. Konkrétně přidání podpory symetrického multiprocessingu (SMP) do jádra Linux.

Experiment a metody

Návrh se bude testovat na produktech prakticky jediného výrobce FPGA (Xilinx), neboť pouze tato firma podporuje rekonfiguraci a vyrábí obvody v dostatečné míře a kapacitě. Náplní první částí práce je zejména přizpůsobení návrhového systému výrobce. Zde se jedná o vývojové prostředí na sestavení jednoduché platformy pro různé embedded aplikace. Přidání podpory se týká ověření schopností architektury Microblaze pracovat ve dvou a více procesorech, zde se jedná o:

- Podporu SMP pro cache.
- Vytvoření vlastního řadiče přerušení.
- Ovládání činnosti jednotlivých procesorů (procesory je třeba před vyjmutím zastavit, popřípadě resetovat).

Hardwarová část je v současné době realizována virtuálně v simulátoru. V budoucnu se bude používat deska Xilinx ML605 s FPGA řady Virtex 6.

Druhá část práce je přidání podpory pro jádro Linux. Zde je nutné vyřešit obecné problémy SMP jako je:

- Podpora atomického zamykání z důvodu možného přístupu z více procesorů (problém read-modify-write).
- Upravení podpory hotpluggingu.

- Vytvoření ovladače rekonfigurace.
- Úprava plánovače úloh pro správně rozdělování procesorů.

Výsledky a diskuze

Výsledků zatím mnoho není, nicméně z hardwarové části bylo vytvořeno řešení ovladače přerušení a ovládání procesorů. Bylo zjištěno, že procesory Microblaze neumí hardwarově atomicky zamykat zapisované hodnoty, je nutné navrhnout vlastní podporu na datové sběrnici.

V linuxovém jádře byla doplněna podpora meziprocesorové komunikace a změněna podpora atomických zámků.

Závěr

V současné době je veškerá práce v počátečním stavu. Výsledky jsou tedy jen částečné, byť úspěšné. V dalších letech výzkumu se bude provádět implementace návrhu do fyzického zařízení a jeho následovné testování.

Poděkování

Rád bych poděkoval Martinu Rozkocovi za vývoj řadiče rekonfigurace FPGA a Tomáši Drahoňovskému za výzkum přesunu hardware mezi rekonfigurovanými oblastmi.

Reference

- [1] Jonathan Corbet and Alessandro Rubini and Greg Kroah-Hartman, Linux Device Drivers, 3rd Edition, O'Reilly Media, Inc.
- [2] kolektiv autor., Linux - Dokumentační projekt, 4. aktualizované vydání Computer Press, 978-80-251-1525-1.
- [3] Linux Cross Reference [online]. [cit. 2012-05-17]. <http://lxr.free-electrons.com>