

Architektura softwarového řízení: Průlom v navrhování komplexních Hard Real-Time systémů

Úvod do problematiky

Výrobci embedded strojů a zařízení – zejména ti, jejichž produkty mají komplexní rozhraní člověk-stroj (HMI), mnoho pohybových stupňů volnosti a vyžadují hard-real time – tradičně spoléhali na FPGA (Field Programmable Gate Arrays) a DSP (Digital Signal Processors), aby zajistili požadovanou přesnost a výkon.

V dnešní době, kdy výrobci čelí rostoucímu tlaku ze strany trhu na snižování nákladů, zlepšování kvality a odlišení produktu od konkurence, prochází hardwarově zaměřená koncepce intenzivním přezkoumáním.

Přijetí architektury softwarového řízení (Soft Control Architecture) dává výrobcům příležitost splnit všechny tyto požadavky. Umožní jim odlišit produkt a zlepšit konkurenceschopnost výrazným zvýšením objemu výroby a zisku a zkrácením doby do uvedení na trh. Dále mohou snížit náklady na hardware a zmenšit výpočetní stopu při současném zjednodušení a zefektivnění vývoje, použitelnosti a zaškolení obsluhy.

Přechodem k architektuře softwarového řízení se výrobci nejen zbaví závislosti na FPGA a DSP, ale zároveň získají konkurenční výhodu vyplývající z nejnovějších trendů v oboru.

Hlavní směry vývoje zvýhodňující architekturu softwarového řízení:

1. Stále výkonnější technologie procesorů x86,
2. rostoucí obliba komerčně dostupného (COTS) software a hardware,

3. lepší dostupnost a pokrok v oblasti komerčně dostupných průmyslových sběrnic,
4. unifikace komponent při návrhu systému, a
5. dotykové ovládání a technologie snímání pohybů.

Ačkoliv se objevily různé přístupy těžící z těchto trendů, architektura softwarového řízení vyšla z boje jako vítěz.

Využitím podpory hard real-time symetrického multiprocessingu (SMP) na víceprocesorové architektuře a těsnou integrací do prostředí Microsoft Windows výrobci získají silnou a pružnou architekturu softwarového řízení, která přesune hard real-time řídicí logiku (např. PLC

Přijetí architektury softwarového řízení dává výrobcům příležitost odlišit produkt a zlepšit konkurenceschopnost výrazným zvýšením objemu výroby a zisku a zkrácením doby do uvedení na trh.

nebo řízení pohybu) ze specializovaného hardware na softwarové komponenty. S pokroky v oblasti procesorů x86 lze zdrojové kódy v C/C++, tradičně kompilované a spouštěné na DSP či FPGA, přenést na real-time operační systém (RTOS), nebo real-time rozšíření Microsoft Windows, jako je IntervalZero RTX 2009. Výsledkem je hard real-time aplikace se schopností SMP, běžící přímo na platformě x86 bez potřeby FPGA nebo DSP.

Softwarové komponenty jsou provozovány na běžném vícejádrovém procesoru x86 a používají otevřené standardy a komunikační architektury, jako jsou USB a real-time Ethernet.

Rozšíření Windows o reálný čas RTX 2009 společnosti IntervalZero je jednou z klíčových součástí architektury softwarového řízení. Se schopností hard real-time a škálovatelného SMP v prostředí Windows na více jádrech umožňuje významné snížení nákladů jak výrobce, tak i zákazníka.

Možnosti odlišení produktu pro komplexní hard real-time systémy

Při návrhu strojů a zařízení je skutečnou hodnotou – zdrojem duševního vlastnictví a odlišení produktu od konkurence – právě logika, vykonávaná při provádění úkolu. Kde je vykonávána – jestli na DSP, FPGA nebo na procesoru x86 – není tak důležité, jako dříve. V závislosti na konkrétní aplikaci může být logika zachycena v DSP nebo FPGA hardware – např. žebříčková logika v PLC – nebo jako softwarový algoritmus v C/C++ programu na čipu x86.

Výběr platformy a architektury pro implementaci logiky je diktován několika důležitými požadavky, jako jsou form factor, výkon a uživatelský prožitek.

FPGA a DSP ovládaly trh v oblasti hard real-time pro řízení pohybu a dalších komplexních, vysoce přesných a výkonných systémů. To však již neplatí. Technologický pokrok umožnil výrobcům nasadit převratnou architekturu softwarového řízení, která mění pravidla hry.

U mnoha real-time systémů byly v minulosti požadavky na výkon tak striktní, že FPGA a DSP byly jedinou použitelnou volbou pro implementaci logiky. Tím byla architektura

předurčena. I když by byl programátor desetkrát výkonnější při použití IDE jako např. Microsoft Visual Studio zaměřeným na procesory x86, dokud výsledný produkt nemohl uspokojit požadavky na výkon, nemělo z obchodního hlediska cenu používat produktivnější vývojová prostředí.

Během posledních deseti let hard real-time systémy založené na x86 rostly stabilním tempem, jak společnosti stále více používaly real-time založený na software – například Siemens tak učinil se svým Simatic WinAC RTX PLC. Nicméně FPGA a DSP nadále ovládaly trh v oblasti hard real-time pro řízení pohybu a dalších komplexních, vysoce přesných a výkonných systémů. To však již neplatí. Technologický pokrok umožnil výrobcům nasadit převratnou architekturu softwarového řízení, která mění pravidla hry.

Mění se konkurenční prostředí pro embedded systémy

Jak jsme již zmínili výše, v oblasti embedded zařízení je pět různých trendů, které tlačí výrobce k používání architektury softwarového řízení. Využití už jednoho z nich při návrhu stroje dává náskok před konkurencí, všechny dohromady však znamenají jasné odlišení se od zbytku trhu.

Jakmile porozumíme trendům, je jednoduché vidět, jak efektivní je nasazení architektury softwarového řízení.

1. Stále výkonnější technologie procesorů x86

Po dlouhou dobu požadavky na výkon zastíňovaly ostatní požadavky kladené na embedded real-time systémy. Pokud stroj nepracoval tak, jak byl navržen, příliš nezáleželo na uživatelském rozhraní. Požadavky na výkon a přesnost byly často natolik těsně svázány, že jedinou použitelnou možností pro hard real-time byly zákaznické obvody (ASIC - Application-specific Integrated circuits), DSP nebo FPGA.

Navíc, protože real-time komponenty byly izolovány a kritická logika běžela na DSP, FPGA či RTOS, pokud vývojář

potřeboval komplexní uživatelské rozhraní, realizoval jej pomocí operátorské pracovní stanice s obecným operačním systémem (General Purpose Operating System – GPOS). Jinými slovy, architektura vyžadovala dvě výpočetní platformy v dvouúrovňové konfiguraci client (GPOS) / server (RTOS).

S pokrokem ve vícejádrových x86 procesorech, multiprocesorových počítačích a 64bitových procesorech je tato dvouúrovňová architektura již překonána.

Ve skutečnosti real-time subsystém, který může plánovat běh vláken mezi více jader či procesorů s implementovaným SMP, snadno předstihne řešení založená na DSP nebo FPGA.

Osvobození od architektury, která izoluje real-time subsystém, výrobci mohou soutěžit na novém poli a inovovat s novou architekturou, nabízející lepší uživatelský prožitek v unifikovaném vývojovém prostředí a která dále šetří náklady na produkt a zvyšuje efektivitu používání.

Protože se výkon procesorů x86 tolik zvýšil, je možné, aby i jednojádrový procesor překonal aplikace založené na FPGA a DSP. Je tedy možné přesunout funkcionalitu z FPGA a DSP ze speciálních desek (např. desky pro řízení pohybu) na jedno z jader vícejádrového systému. Přínosy budou podrobně diskutovány dále, ale je důležité uvést, že zisk a kvalita se výrazně zvyšují při snížení celkových nákladů.

Pro další zvýšení výkonu systému se mnoho výrobců posouvá směrem ke čtyřjádrovým procesorům, kde hard real-time procesy běží paralelně na více jádrech. To dále zlepšuje pozici architektury x86 vůči aplikacím založených na FPGA a DSP.

V mnoha ohledech se opakuje válka mezi CISC a RISC. Víme, kdo tehdy vyhrál a proč.

Nelítostný tlak na zdvojnásobení výkonu x86 se samozřejmě nezastaví u více jader. Například, 64 bitů nabízí větší pružnost a podporuje funkcionality požadované ostatními trendy, které ovlivňují ideální

architekturu pro hard real-time systémy.

Shrnutí: Samotné požadavky na výkon nadále neurčují architekturu embedded systému. Procesory x86 s více jádry, multiprocessingem a 64 bity umožnily vznik převratné architektury, která překonává tradiční embedded prostředí, spoléhající na DSP, FPGA, mikrokontroléry a RTOS.

2. Rostoucí obliba komerčně dostupného software a hardware

Mnoho inkoustu a bitů bylo spotřebováno na popis toho, jak otevřené standardy sníží náklady na systém a zvýší jeho kvalitu. To zde není třeba rozebírat. Postačí, když řekneme, že s rostoucím výkonem x86 se bude posun ke komerčně dostupným komponentům zrychlovat. Všechny komponenty, které dříve vyžadovaly DSP a FPGA pro hard real-time úkoly mohou být nahrazeny za softwarové a běžet na jednom z x86 jader ve vícejádrovém prostředí.

Softwarová PLC od Siemens jsou dobrým příkladem, jak může používání komerčně dostupné technologie způsobit rychlou změnu. Před mezi pěti až sedmi lety začal Siemens nabízet průmyslová PLC, která místo proprietárního hardware běžela na PC. Siemens tak inovoval celé odvětví a tento produkt je stále úspěšný. Výrobci CNC rychle přijali softwarová PLC, když však došlo na vlastní pohybovou logiku, i nadále spoléhali na desky postavené s DSP a FPGA, protože výkon architektury x86 ještě nebyl dostatečný.

Nicméně, jak se výkon a přesnost x86 zlepšovaly ve shodě s požadavky CNC průmyslu, průkopnickí vývojáři strojů zahájili posun k „soft motion“, kde pohybová logika běží na x86.

Ve skutečnosti je nyní možné, aby softwarové PLC běželo na jednom jádru a „soft motion“ na jiném. Celý CNC stroj může být řízen průmyslovým PC bez jediné speciální desky.

V minulosti si vývojáři strojů stěžovali na složitou optimalizaci pro PC, kvůli častým změnám čipsetů. To sice opravdu platí pro běžná PC, různé společnosti však nabízí průmyslová PC s garancí až desetileté dostupnosti.

3. Lepší dostupnost a pokrok v oblasti dostupných průmyslových sběrnic

Pojem „embedded systém“ naznačuje, že nasazený systém je samostatný. Nikoliv. V dnešním světě je vše propojeno, včetně embedded systémů.

Mnoho komplexních systémů vyžaduje komunikaci v reálném čase, ať už prostřednictvím real-time Ethernetu, USB nebo IEEE1394. Real-time standardy se vzrůstající mírou využívají hardware jako jsou USB porty, NIC karty nebo port 1394 na standardních PC.

4. Unifikace komponent při návrhu systému

Dnešní koncoví zákazníci upřednostňují kompletní či předintegrovaná řešení před nákupem jednotlivých komponent a jejich sestavení. Tento trend nutí OEM k přehodnocení rozsahu nabídky jejich produktů.

Aby lépe vyhověli požadavkům zákazníků, zodpovědní OEM hledají cesty k větší vertikální či horizontální integraci.

Dobrym příkladem vertikální integrace jsou vývojáři CNC a strojů, kteří vyvíjí vlastní pohybovou logiku namísto nákupu komponent, jako jsou pohybové desky a softwarová PLC.

Horizontální integraci lze demonstrovat na příkladu prodejce pohybových desek, který rozšíří svou nabídku o PLC. Zákazníci chtějí PLC a pohybovou logiku předintegrované, takže většina dodavatelů pohybové logiky nyní přidává softwarová PLC.

Oba způsoby přináší výhodu koncovým uživatelům, protože více částí je předintegrováno, což snižuje čas do uvedení na trh, zlepšuje kvalitu a snižuje nároky na údržbu.

Tento trend stále sílí, protože škálovatelnost a výkon vícejádrových procesorů umožňují hlubší úroveň integrace, než dříve. Taková Integrace v minulosti nebyla možná,

Komponenty, které dříve vyžadovaly DSP a FPGA pro hard real-time úkoly mohou být nahrazeny za softwarové a běžet na jednom z x86 jader ve vícejádrovém prostředí.

protože pohybová logika vyžadovala vyhrazený procesor/desku a to samé platilo pro PLC. Nyní je k dispozici škálovatelná hard real-time SMP alternativa, vývojáři mohou přesunout logiku řízení pohybu a PLC do nové architektury.

Ve skutečnosti mnoho samostatných systémů může být nahrazeno jediným, vysoce integrovaným systémem, což dále zlepšuje kvalitu, rychlost uvedení na trh a snižuje náklady.

5. Dotykové ovládání a technologie snímání pohybů.

Nepodceňujte sílu uživatelského prožitku. Jak jsme viděli, real-time systémy v minulosti vyžadovaly architekturu oddělující uživatelský prožitek od hard real-time subsystému. Zaměřit se na dosažení průlomu ve výkonu spíše, než v uživatelském prožitku dávalo dokonalý smysl. Úžasný prožitek byl zbytečný, když stroj nemohl dosáhnout požadované vázané latence a přesnosti.

Nyní, když pohybová logika může běžet na různých architekturách a je možná těsnější integrace, výrobci a vývojáři strojů vidí zlepšený uživatelský prožitek jako jeden ze způsobů odlišení se od konkurence. To je přesně ten důvod, proč se Microsoft Windows rychle stal strategickou platformou pro jednoduché embedded systémy. Proto se

také Windows rychle stává strategickou platformou pro komplexní zařízení a stroje s požadavky na hard real-time a komplexním HMI.

Platforma Windows vede v podílu na trhu a má za sebou většinu vývojových prostředků. Stal se de facto standardem pro uživatelský prožitek. Není žádným překvapením, že společnosti vstupující na trh s novou multimediální technologií nejprve cílí na Windows, protože představuje příležitost k nejvyšším výnosům.

Pro proprietární RTOS, nebo i open-source real-time řešení je nemožné držet krok s uživatelským prožitkem, který nabízí Windows. A jak jsme viděli, v tradiční dvouúrovňové hard real-time architektuře RTOS ani nemusel. Tato architektura však zdvojnásobovala mnoho nákladů: dvě čipové sady, dvě sady nástrojů, dva balíky zdrojových kódů, dva vývojové týmy atd. Těsnější integrací systémů náklady výrazně klesají.

Tempo změny uživatelského prožitku se zrychluje, což hraje ve prospěch Microsoftu. Dvě nové technologie, které Microsoft inovuje, ve skutečnosti dramaticky změnil způsob, jakým každodenní uživatelé embedded systémů pracují s řešeními založenými na PC. Použití „Surface“ technologií, které podporují dotykovou interakci (například použití prstů pro přibližování a posouvání) je připraveno v současných vydáních Silverlight a Windows 7. Představme si lékařský ultrazvuk, který technikovi umožní zoom ukázáním na konkrétní část obrazu místo spoléhání se na trackball nebo joystick. Tato technologie – a její schopnost odlišit se – se stane většinovým řešením s vydáním a rychlým přijetím Windows 7.

Microsoft také pracuje na snímání pohybu. Ve špinavém průmyslovém prostředí, kde by nedávalo smysl použít dotykovou obrazovku, systém snímání pohybu umožní operátorovi například nastavit počáteční polohu CNC stroje. Pohyby rukou může operátor projít nastavovací procedurou rychleji.

Tato technologie je stále ještě poněkud futuristická,

ale pointa zůstává stejná. Microsoft se velmi angažuje v nastavení standardů pro uživatelský prožitek. Když je nyní uživatelský prožitek schopen být zdrojem odlišení komplexních embedded systémů od konkurence, Microsoft Windows je správná volba. Žádná jiná společnost není schopná držet krok s tempem inovace.

Klíčové charakteristiky převratné architektury softwarového řízení

Technologie mění prostor pro konkurenci. Než může být zhodnocen jejich přínos, je třeba prozkoumat ideální charakteristiky nové architektury. Jaké jsou nejlepší postupy definující architekturu softwarového řízení či průlomovou architekturu, těžící z výhod a příležitostí uvedených výše?

Jak jsme viděli, hra byla vyrovnaná, pokud všechny strany byly nuceny oddělit hard real-time subsystém od komplexního uživatelského rozhraní. Všichni výrobci měli

Mnoho samostatných systémů může být nahrazeno jediným, vysoce integrovaným systémem, což dále zlepšuje kvalitu, rychlost uvedení na trh a snižuje náklady.

dvě sady hardware a nástrojů, dva balíky zdrojových kódů, dva vývojové týmy atd. Navíc, tým zabývající se real-time částí byl často orientován na hardware a používal značně odlišné procesy, než tým, zabývající se uživatelským rozhraním.

To vyžadovalo pečlivou koordinaci a komplikovalo komunikaci. Jelikož všichni výrobci čelili stejným výzvám a nákladům, získání konkurenční výhody bylo obtížné.

Se zvýšeným výkonem vícejádrové platformy x86 a unifikovaným systémem je možné provozovat jak hard real-time, tak i komplexní HMI na jednom integrovaném systému. Převratnou příležitostí je použití jediného IDE pro uživatelské rozhraní a hard real-time subsystém.

Tento přístup zjednodušuje a zefektivňuje vývojový proces, protože je pouze jedno vývojové prostředí a jedno cílové prostředí. Vývojové týmy mluví stejným jazykem, takže komunikace a koordinace je jednodušší. To se přímo promítne do zvýšené kvality a kratší doby do uvedení na trh.

Ve snaze po využití zvýšeného výkonu platformy x86 vidí průmysl dvě základní cesty, které soupeří o to, stát se oporou architektury softwarového řízení – SMP a asymetrický multiprocessing (AMP) nebo virtualizace.

Z různých důvodů může integrované vývojové prostředí poskytnout to nejlepší z obou světů při použití SMP (viz Obrázek 1). Systém Windows je známý kvalitním uživatelským rozhraním světové třídy, ale nevyhovuje požadavkům na hard real-time. Role RTOS by měla být v poskytování dostatečného deterministického výkonu a nikoliv grafického uživatelského rozhraní.

Nakonec, prostředí se skutečným SMP je nevhodnějším modelem pro dosažení škálovatelnosti která umožní, aby multiprocesorové prostředí x86 výkonově překonalo DSP nebo FPGA.

Příznačným rysem skutečně deterministické implementace SMP pro Windows je hard real-time rozšíření, které v této konfiguraci slouží jako RTOS. Rozšíření přidává real-time plánovač a některé jiné funkce, umožňující spouštění vláken v deterministickém real-time kontejneru bez omezení Windows. V takové konfiguraci je vyžadována pouze jedna instance Windows a jedna instance real-time rozšíření bez ohledu na počet použitých procesů. To znamená, že systémové prostředky jako paměť nejsou přetížené a není třeba spravovat více instancí jednoho software. Systémové objekty a prostředky, jako IPC objekty a sdílená paměť jsou spravovány jedinou instancí subsystému. Všechna vlákna na jakémkoliv procesoru mají stejný, přímý přístup k prostředkům.

Tento přístup je v ostrém kontrastu k AMP nebo virtualizačním architekturám (Obrázek 2), které sice přinášejí

velkou komplexitu a přizpůsobitelnost, ale nemohou poskytnout stejnou škálovatelnost, jakou nabízí skutečné SMP. Jsou dva modely AMP/virtualizace.

První virtualizační model je heterogenní implementace, kde architektura podporuje dva různé operační systémy na jednom procesoru. Druhý model je označován jako homogenní implementace, architektura zde replikuje stejný OS Windows s real-time rozšířením na více virtuálních strojích.

V heterogenním virtualizačním modelu je hardware rozdělen. Operační systém, který zajišťuje uživatelské rozhraní běží na jednom, nebo více jádrech a RTOS na odděleném jádře. Hardware je rozdělen hypervisorem a i když oba systémy běží na jednom zařízení, uživatelské rozhraní je odděleno od real-time subsystému stejným způsobem, jako v neefektivní a nákladné dvouúrovňové architektuře popsané výše. Výrobci to oproti tradiční architektuře nepřinášejí žádné výhody – znovu potřebuje dvě sady nástrojů, dva vývojové týmy atd.

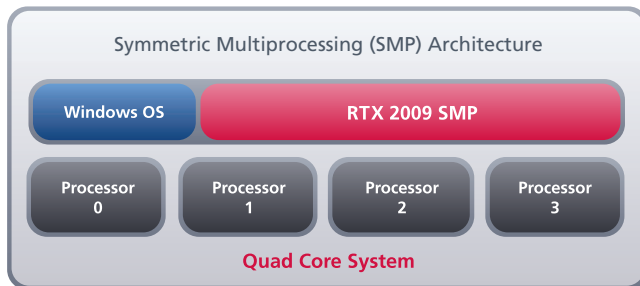
V homogenním virtualizačním modelu jsou Windows a real-time rozšíření Windows replikovány na tolika jádrech, kolik je potřeba. Řešení postavené na quad-core vyžaduje hypervisor a nějakou kombinaci čtyř kopií Windows nebo kopie hard real-time subsystému. Pokud tyto instance potřebují vzájemně komunikovat nebo sdílet prostředky, musí programátor vyvinout ekvivalent meziprocesní komunikace a pro synchronizaci systémů musí být vytvořena volání vzdálených procedur. Tento přístup vyžaduje značné přizpůsobení na straně výrobce, protože nezbytná koordinace a verzování s sebou nesou problémy s kvalitou a spravovatelností.

Režie na meziprocesní komunikaci a hypervisor způsobuje příliš mnoho latence, než aby homogenní model mohl konkurovat SMP.

Poslední virtualizační architektura stále čeká na uvedení na trh. Jedná se o nejvýhodnější platformu pro hard real-time embedded systémy, které těží z výhod SMP.

Tato budoucí platforma je směsí heterogenní a homogenní implementace a představuje pro Microsoft příležitost zvítězit na trhu s embedded hard real-time virtualizací. Smíšené virtualizační prostředí umožní uživatelskému

Obrázek 1



Pozoruhodným příznačným rysem skutečně deterministické implementace SMP pro Windows je hard real-time rozšíření, které v této konfiguraci slouží jako RTOS. Rozšíření přidává real-time scheduler a některé jiné funkce, umožňující vláknům vyžadujícím determinismus běh v real-time kontejneru mimo omezení Windows.

rozhraní Windows běh ve virtualizačním prostředí HyperV, hard real-time rozšíření v SMP módu a vzájemnou komunikaci přes přímou paměť.

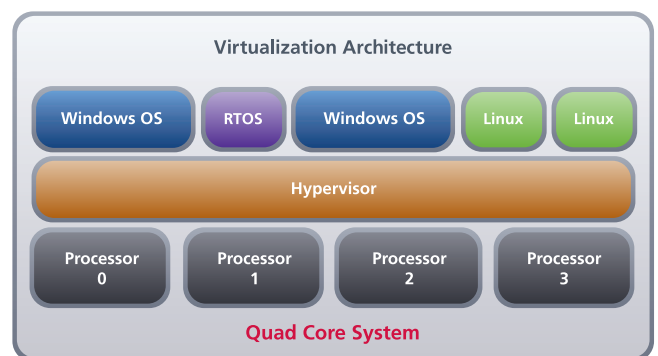
Toto řešení je v kontrastu s řešením s virtuálním strojem s Windows, protože Windows a real-time subsystém mohou běžet na různých jádrech, přičemž real-time subsystém běží v SMP módu.

Existují i další výhody SMP oproti virtualizačnímu modelu s Windows bez HyperV.

SMP bere multiprocessorový hardware jako sdílený prostředek s jedním real-time subsystémem běžícím přes všechny konfigurované procesory. Cílem virtualizace je izolace, což je v protikladu k integraci. Například, možnost přístupu ke všem prostředkům přímo umožňuje škálovatelnost systému. Získání výhody díky vícejádrovému čipu znamená, že výrobce musí být schopen přiřadit procesy a vlákna více jádrům a nastavit priority vláken uvnitř jader. Pouze kernel se schopností SMP může plánovat vlákna přímo na jádra.

AMP virtualizační systémy mají pro každý virtualizovaný OS jeden plánovač, takže se komunikace a synchronizace mezi vlákny rychle stává příliš komplexní pro alokaci vláken na jiné jádro, než to, na kterém právě běží proces. Už toto samo o sobě omezuje hodnotu virtualizačního prostředí,

Obrázek 2



V heterogenním virtualizačním modelu je hardware rozdělen. Operační systém, který zajišťuje uživatelské rozhraní běží na jednom, nebo více jádrech a RTOS na odděleném jádře. Výrobci to oproti tradiční architektuře nepřináší žádné výhody – znovu potřebuje dvě sady nástrojů, dva vývojové týmy...

protože nedostatek přímé meziprocesní komunikace omezuje možnost škálovat.

Kromě přístupu ke zdrojům je třeba brát v úvahu i data. SMP jádra musí mít okamžitý a přímý přístup ke sdíleným datům. AMP silně spoléhá na programátorem vyvinutý mechanismus ekvivalentní meziprocení komunikace a kopírování paměti pro zajištění přístupu ke sdíleným datovým oblastem. Při vykonávání paralelního kódu pak může dojít k poškození dat a problémům se synchronizací.

SMP je lepší, než virtualizace, protože spoléhá na menší paměťovou stopu pro vlastní real-time subsystém. Malá paměťová stopa zlepšuje celkový výkon systému a škálovatelnost. V ideálním případě na čtyřjádrovém systému by real-time rozšíření mělo vyžadovat pouze cca 250k paměti pro běh vlastního subsystému bez uživatelských aplikací. Ve virtualizovaném prostředí bude real-time rozšíření vyžadovat paměť pro každou instanci na každém jádru, na rozdíl od jedné instance SMP pro všechna potřebná jádra.

Konečně, i když to vyžaduje trochu přemýšlení, škálovatelnost nasazeného SMP je parametrizovatelná, pokud je k tomu kód od začátku navrhován. Jinými slovy, kód stačí napsat jednou a výkon bude škálován automaticky se zvyšujícím se počtem procesorů bez změn kódu nebo i jen rebuildu.

Shrnutí: Nejlepší postupy, které SMP prostředí nabízí, jsou

- Jedno společné IDE a GUI světové třídy – např. Microsoft Windows
- Jediná instance real-time subsystému, vykonávaná přímo na několika přiřazených procesorech
- Všechny prostředky viditelné pro všechny real-time procesy
- Plánování real-time vláken pro několik procesorů, nebo vyhrazení určité logiky specifickému jádru
- Přímý přístup ke sdíleným datům bez dodatečných kopií a vysokého vytížení IPC
- Minimalizace požadavků na systémovou paměť – stopu / spotřebu energie

- Kód je vytvářen jen jednou s parametry pro paralelizaci

Zatímco virtualizace je koncepčně výhodná, jelikož zjednodušuje každou izolovanou instanci, meziprocení komunikace je nezbytná pro škálovatelnost.

Nejlepší postupy při použití architektury softwarového řízení

Architektura softwarového řízení těží ze všech posledních technologických pokroků – zvláště vícejádrových x86 procesorů – a rovněž spojuje to nejlepší z obecně použitelných operačních systémů a RTOS. Představuje revoluční přístup v návrhu systémů a mění způsob konkurence na trzích tradičně spoléhajících na DSP a FPGA, jako jsou průmyslová automatizace, medicínské systémy, testování a měření a digitální média.

Jak bylo uvedeno na začátku, klíčem k architektuře softwarového řízení je přesun hard real-time řídicí logiky (jako jsou PLC nebo pohybová logika) ze specializovaných hardwarových komponent na softwarové. S pokroky v x86 procesorech mohou výrobci kód v C/C++, tradičně překládaný pro DSP nebo FPGA, přenést na rozšíření Windows s vlastnostmi, jaké má RTOS. Rozšíření běží jako hard real-time aplikace se schopností SMP přímo na x86, čímž odstraňuje potřebu FPGA nebo DSP pro vykonávání logiky. Softwarové komponenty běží na vícejádrovém, běžném x86 procesoru a používají jak otevřené standardy, tak klasické komunikační protokoly jako jsou USB a real-time Ethernet. Pohled na rozdíl mezi SMP návrhem CNC stroje a tradičním, na hardware zaměřeným návrhem je na obrázcích 3 a 4.

Architektura softwarového řízení sestává ze tří součástí: Windows, vícejádrové čipy x86 a hard real-time rozšíření se schopností SMP.

Windows zajišťuje optimální uživatelský prožitek a je základem architektury. Je podstatně jednodušší dodat Windows schopnost reálného času, než se při vývoji RTOS pokoušet držet krok s rozvojem uživatelského rozhraní.

Abychom získali jediné IDE, Windows musí být rozšířen o real-time scheduler a ostatní rysy RTOS. Pak už je to jen otázka výběru nejlepšího real-time rozšíření.

Požadavky na real-time rozšíření Windows jsou striktní. Hard real-time se schopností SMP je předpokladem pro

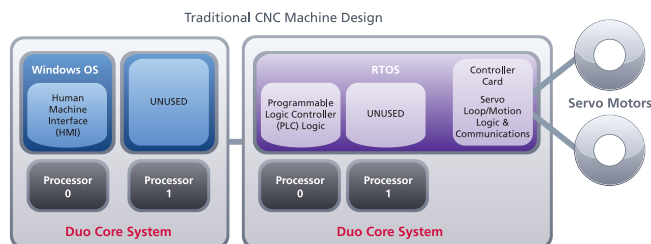
- dostatečnou škálovatelnost
- úroveň výkonu požadovanou pro migraci logiky z DSP a FPGA na software, běžící na x86 a
- optimalizaci využití x86 vícejádrových procesorů

I když je obtížné poskytnout přímo data z výkonnostního testu, protože se PC od sebe liší, je třeba poznamenat, že minimální sleep time pro Windows je 1 milisekunda +/- 7,5 milisekund. IntervalZero RTX nabízí 1 mikrosekundový timer, ale protože se jedná o velmi krátký čas, zákazníci často využívají 100 mikrosekundový timer s jitterem pouze 2 mikrosekundy. Další zákazníci se rozhodli pracovat s 20 mikrosekundovým timerem, což je hodnota požadovaná pro plnohodnotnou náhradu DSP a FPGA v různých průmyslových odvětvích. Nyní uvažujeme běh více vláken paralelně přes několik jader. Pointou je, že RTX je schopno poskytnout ekvivalentní determinismus jako RTOS nebo konkurenční rozšíření a výkonově překonává DSP a FPGA.

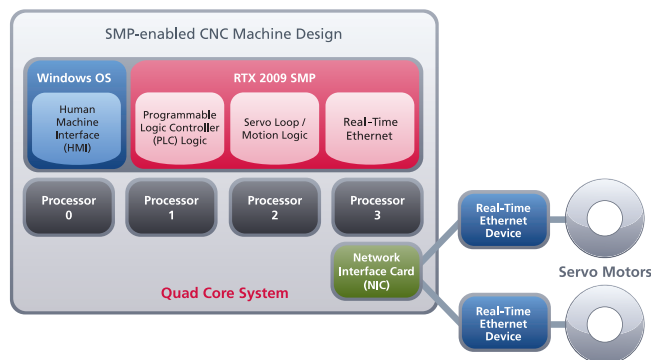
Zároveň jsou vícejádrové čipy x86 schopné podpory SMP a splňují požadavky na škálovatelnost a výkon.

To přináší skutečné výhody. Architektura softwarového řízení dává výrobcům jasné konkurenční výhody ve zvýšeném objemu výroby a zisku, kvalitě výroby, fyzické stopě a podstatném snížení nákladů. Nádavkem ke snížení výrobních nákladů může architektura softwarového řízení zlepšit operační efektivitu výrobce. Díky náhradě hardwarových komponent za softwarové už není potřeba nic skladovat a části jsou replikovatelné bez omezení.

Obrázek 3



Obrázek 4



IntervalZero RTX umožňuje škálovatelné, hard real-time SMP

RTX 2009 společnosti IntervalZero je základní složkou nové architektury softwarového řízení. Ekonomické přínosy z jejího uplatnění jsou velice přesvědčivé a její včasné nasazení znamená významnou konkurenční výhodu.

RTX je jediné řešení na světě, které se hladce integruje do Microsoft Visual Studio IDE, které rozšiřuje Windows o hard real-time s vázanou latencí a umožňuje práci na vícejádrových procesorech s nativním SMP.

IntervalZero

dataPartner[®]

www.datapartner.cz

tel.: +420 380 420 111 • e-mail: kontakt@datapartner.cz

dataPartner s.r.o. • Senovážné nám. 15 • 370 01 České Budějovice

IntervalZero.com

Copyright © 2010 IntervalZero, Inc. All rights reserved. All trademarks, trade names, service marks and logos referenced herein belong to their respective companies