

Technológie súčasnosti pre telematiku, informačné a zábavné systémy v automobiloch

Rafinovanosť telematiky a informačných a zábavných systémov v automobiloch narastá vysokým tempom. Už samotní výrobcovia áut a ich hlavné dodávatelia prezentujú zariadenia, ktoré ponúkajú všetko od dynamickej navigácie a dopravných informácií v reálnom čase až po DVD prehrávače, digitálne rádiá, funkcie ovládané hlasom alebo automatické núdzové volania na 9-1-1.

Otázka časovania

Aby návrhári systémov zvládli takéto náročné úlohy, využívajú vo svojich riešeniach známe operačné systémy reálneho času s chráneným režimom, umiestnené na 32-bitových procesoroch, ktoré poskytujú priamu podporu pre rôzne automobilové technológie vrátane komunikačných zberníc J1850, CAN a MOST. Tieto systémy napriek svojej sofistikovanosti musia spĺňať rovnaké požiadavky na časovanie ako staršie hardvérovo-sofтверové riešenia. Napríklad od chvíle, keď sa takýto systém zapne, musí byť riadiaca jednotka telematiky schopná prijať správy z CAN zbernice v rámci časového intervalu 60 až 100 milisekúnd. Problém však je, že nabíehanie (bootovanie) zložitých softvérov bežiacich na takýchto zariadeniach môže veľmi ľahko trvať niekoľko stoviek milisekúnd a viac.

Kritické operácie

Jednotky, ktoré tvoria automobilovú telematiku, príp. informačné a zábavné systémy, tradične nabiehajú z beznapätového stavu (úplne vypnuté) alebo z reštartu CPU (návrat zo stavu, keď bola SDRAM vypnutá). Kritickými závislými operáciami počas procesu nabiehania (bootovania) môžu byť:

- prijatie správ zo zbernice CAN po zapnutí v rozmedzí 30 až 100 ms,
- odpoveď na tieto správy do 100 ms od ich prijatia,
- snímanie správ Triedy 2 zo zbernice auta a odpovedanie na znovuaktivované udalosti,
- inicializácia vysieláča MOST a odpovedanie na požiadavky MOST.

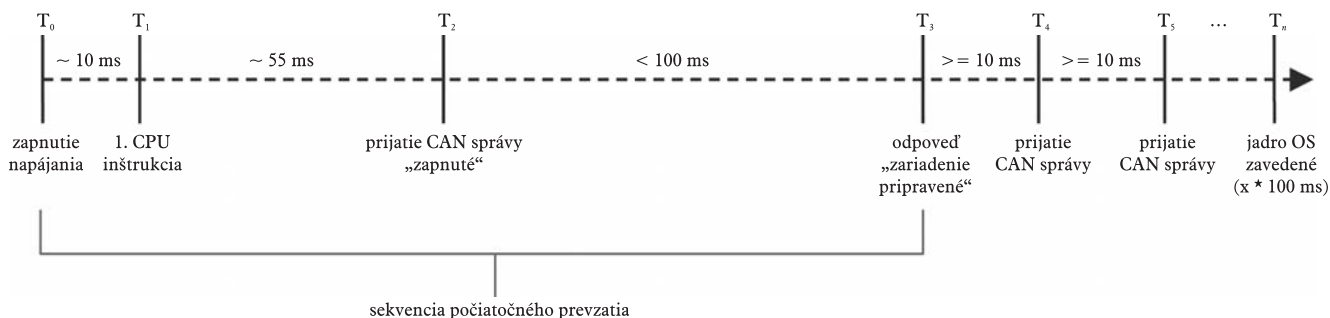
Mnohé z týchto operácií musia byť vybavené v rámci desiatok milisekúnd od zapnutia systému. Aby sa takáto požiadavka splnila, mnohé návrhy závisia od prídavného komunikačného procesora alebo externého napájacieho modulu, čo je relatívne jednoduché riešenie, ale drahé. Vďaka prelomovej technológii, ktorú vytvorili pracovníci spoločnosti QNX Software System, už takéto hardvérové riešenie nie je potrebné. Prístup, ktorý dostal názov „technológia miniovládčov“, sa skladá z malých, vysokovýkonných ovládačov zariadení, ktoré sa štartujú predtým, ako sa iniciuje jadro operačného systému. Miniovládčové definované v samozavádza-

com programe systému dokážu reagovať na správu zapnutia v krátkom, prijateľnom čase a zabezpečiť, že žiadna z ostatných správ sa počas nabiehania operačného systému nestratí. Len čo sa operačný systém naštartuje, miniovládčové môžu ďalej bežať alebo prenechať riadenie plne funkčným ovládačom, ktoré sa môžu dostať k všetkým správam, ktoré zachytili miniovládčové.

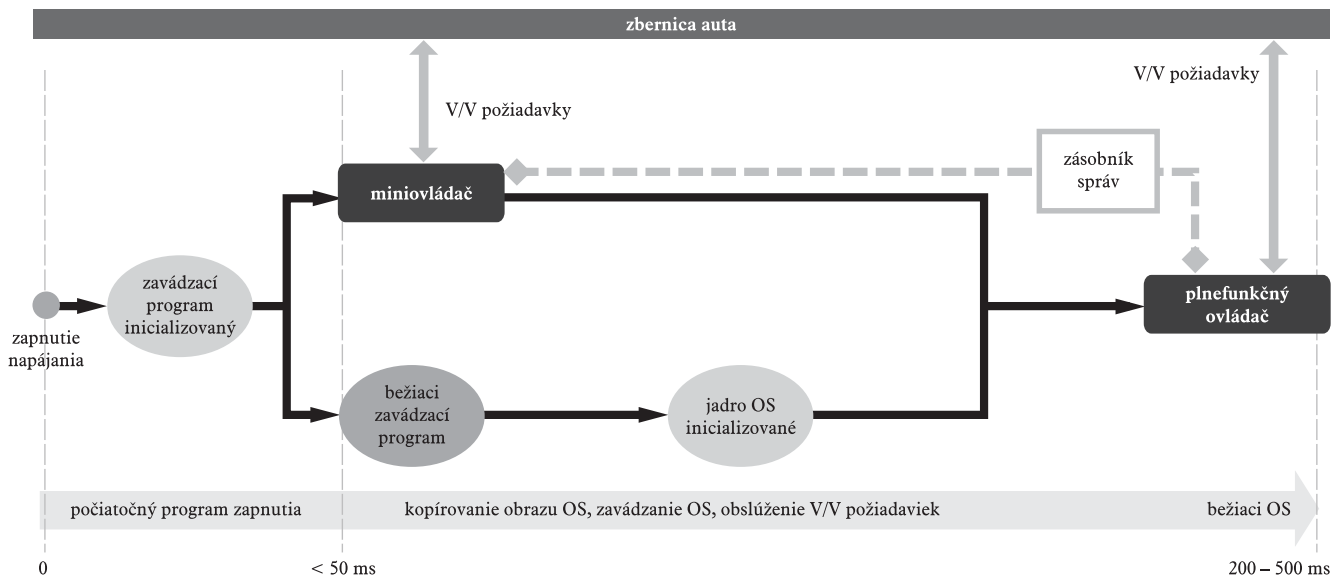
Príklad aplikácie

Uvažujme o zariadení telematiky v automobile pripojené na zbernicu CAN. Keď sa auto naštartuje, hlavná riadiaca jednotka zbernice CAN vyšle správu „Zapnuté“ do všetkých pripojených zariadení do 65 milisekúnd (obr. 1). Softvér v telematickom zariadení musí byť pripravený prijať a potenciálne aj odpovedať na túto správu z CAN v rámci kratšieho časového úseku: 55 milisekúnd alebo ešte menej. Je to preto, že CPU po tom, ako sa zapne, potrebuje približne 10 milisekúnd na spustenie svojej prvej inštrukcie. Navyše, telematické zariadenie musí odpovedať správou „Zariadenie pripravené“ do 100 milisekúnd od prijatia správy „Zapnuté“; to informuje riadiacu jednotku siete, že dané zariadenie je v prevádzke. Ak zariadenie v uvedenom časovom intervale neodpovedá, riadiaca jednotka zbernice to môže považovať za stav, keď zariadenie nie je v prevádzke a môže ho od zbernice odpojiť. Po inicializácii sekvencie zapnutia si musí telematické zariadenie uložiť do zásobníka a potenciálne reagovať na všetky ďalšie správy, ktoré prijíma zo zbernice CAN počas zvyšného času sekvencie nabiehania (bootovania). Ako vidieť z obr. 1, tieto správy môžu prichádzať po jednej každých 10 milisekúnd.

Podľa takéhoto scenára je nepravdepodobné, aby sa jadro operačného systému zinicovalo skôr, ako príde správa „Zapnuté“ zo zbernice CAN, a to práve pre rýchlosť nabiehacieho procesu, ktorý sa skladá z kopírovania operačného systému do RAM, prepnutia CPU z fyzického stavu do virtuálneho a z čakania na stabilizáciu hodín. Čas potrebný na nábeh plne funkčného, uzavretého operačného systému reálneho času zo stavu zapnutia (resetu) až po spustenie prvej používateľskej aplikácie, sa v skutočnosti pohybuje okolo stoviek milisekúnd. Preto musia miniriadiče začať svoju činnosť počas inicializácie systému, a to ešte predtým, ako sa obraz operačného systému skopíruje do RAM.



Obr.1 Príklad časovej sekvencie inicializácie pre telematický systém pripojený na zbernicu CAN



Obr. 2 Telematický systém s bohatou softvérovou výbavou postavený na báze operačného systému reálneho času QNX Neutrino® môže vďaka využitiu miniovládačov odpovedať na správy „Zapnuté“ prichádzajúcu z CAN zbernice v intervale kratšom ako 40 ms, a to bez potreby prídavného komunikačného procesora

Opis architektúry

QNX® miniovládače sú postavené tak, aby zabezpečili použiteľnosť periférnych zariadení počas nabiehania systému. Len čo sa periférne zariadenie iniciuje, ďalšie fázy procesu nabiehania musia splniť časové obmedzenia dané systémom, najmä čítanie a prípadné odpovedanie na prijaté správy zo zbernice, ku ktorej je periférne zariadenie pripojené. Miniovládače sú zložené z dvoch základných prvkov:

- Funkcia výmeny – zabezpečuje prístup na čítanie zápis k hardvéru periférneho zariadenia a realizuje ostatnú logiku súvisiacu s miniovládačom, napr. čítanie, ukladanie do zásobníka a odpovedanie na správy.
- Uskladňovanie dátových správ – časť pamäte, umožňujúca funkciu výmeny, uskladňuje všetky správy, ktoré miniovládač prijme. Tieto správy sú následne dostupné aj pre používateľské aplikácie alebo plne funkčné ovládače zariadení.

Keď sa už miniovládač nainštaluje, zavolá sa počas procesu nabiehania systému jeho funkcia výmeny, aby bolo zabezpečené, že žiadne správy sa nestratia. Na spustenie funkcie výmeny môže systém využiť nasledujúce možnosti:

- vyvolanie (pooling) – systém vyvolá funkciu výmeny miniovládača v rôznych časoch počas sekvencie nábehu aby zistil, či periférne zariadenie prijalo nejaké údaje; zdrojový program nábehu (bootovania) môže vyvolať funkciu výmeny v intervaloch definovaných používateľom;
- vyvolanie (pooling) na základe prerušenia časovača – funkcia výmeny miniovládača vystupuje ako pseudoprerušovacia jednotka závisiacia od systémového časovača, pričom funkcia sa vyvoláva v pevných časových intervaloch;
- prerušenie zariadenia – mechanizmus prerušenia zariadenia priradzuje funkciu výmeny miniovládača priamo do zdroja prerušenia zariadenia; prerušenie zariadenia môže potom nastať iba v prípade objavenia sa hardvérovej udalosti.

Prerušenie zariadenia je v mnohých prípadoch najžiaducejší spúšťač mechanizmu, ale nemusí byť dostupný vo všetkých systémoch alebo počas daného procesu nábehu. Preto môže systém zapnúť spúšťač mechanizmu vtedy, keď prechádza z jednej fázy procesu nábehu do inej.

Hladký prechod

Keď systém nabehne, riadenie môže od miniovládača prevziať plne funkčný ovládač, a to bez straty údajov alebo prípadných časových strát. Plne funkčný ovládač sa jednoducho pripojí k pre-

rušovaču zariadenia a miniovládač sa potom môže odpojiť. Plne funkčný ovládač sa navyše môže pripojiť k všetkým správam, ktoré si miniovládač uložil vo svojom zásobníku, čo zabezpečí hladký prechod. Ak systém nepotrebuje plne funkčný ovládač, miniovládač bude jednoducho pokračovať vo svojej činnosti.

Opis riadiacej sekvencie

Činnosť miniovládača možno zhrnúť do niekoľkých základných krokov:

1. Miniovládač preberá riadenie systému v presne určených intervaloch počas inicializačnej nábebovej sekvencie. Ide o metódu volania, keď ešte nie sú zapnuté hardvérové prerušovače. Preto môže mať miniovládač malý zásobník protokolov. Takáto logika bude postačujúca na:
 - inicializáciu hardvéru,
 - uskladnenie prichádzajúcich správ v zásobníku údajov,
 - v prípade potreby odpovedanie na kritické udalosti.
2. V nejakom bode procesu nabiehania sa zapnú hardvérové prerušenia. Systém potom môže vyvolať miniovládač na základe prerušenia.
3. Len čo sa nainštaluje operačný systém, miniovládač môže prenechať riadenie plne funkčnému ovládaču.
4. Plne funkčný ovládač bude mať k dispozícii kompletný zásobník protokolov. Po naštartovaní vie čítať a spracovávať všetky údaje zozbierané miniovládačom počas sekvencie nábehu.

Univerzálna CPU sa vďaka týmto technikám nábehu (bootovania) môže správať rovnako ako prenajatý procesor. Laboratórne testy systému, založenom na procesore Freescale MPC5200 s frekvenciou 396 MHz napríklad dokázali, že miniovládač dokáže jednoducho pracovať s 1 milisekundovým intervalom správ. Inými slovami, ak sa údaje posielajú do zariadenia každú milisekundu v zapnutom režime, dokáže miniovládač úspešne prijať a spracovať všetky údaje, zatiaľ čo samotný systém je v stave nábehu (bootovania). Podobné výsledky sa dosiahli aj na procesoroch založených na architektúre ako SH-4 alebo ARM.

Publikované so súhlasom autorov.

Sheridan Ethier

softvérový inžinier QNX Software Systems
e-mail: sheridan@qnx.com

Randy Martin

manažér pre automobilový priemysel QNX Software Systems
e-mail: randy@qnx.com

