VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika
spojovatelka:+420 597 321 111,

Posudek disertační práce

Energetický efektivní zpracování dat na uzlech bezdrátové sítě

Autor práce Ing. Vladimír Červenka

Disertační práce se zabývá bezdrátovými senzorovými sítěmi, kdy autor klade důraz na zajištění co největšího výpočetního výkonu při nízké energetické náročnosti bezdrátového senzorového uzlu. Autor ve své práci uvádí cíle své práce, z těchto bodů vybírám bod, který považuji za nejdůležitější:

„Navrženou hardwarovou platformu překonat současné paradigma, že uzly bezdrátové senzorové sítě jsou na úkor energie výpočetně omezená zařízení. Tedy dokázat, že senzorové uzly nutně nemusí disponovat výpočetně a paměťově omezenými kontroléry, aby dosáhly nízké spotřeby energie, a to v aktivním i úsporném režimu."

Za tímto účelem doktorand provedl analýzy současného stavu a dospěl k závěrům:

- Analýza protokolů MESH sítí. Zde doktorand posuzoval propustnost dat na aplikační vrstvě, zpoždění při směrování a samo-opravnou schopnost sítě. Ze současných protokolů si doktorand vybral protokol LWM - Lightweight Mesh.
- Doktorand provedl analýzu hardwarových platforem pro uzly bezdrátových senzorových sítí. Autor prováděl analýzu a měření spotřeby energie při definované výpočetní zátěži. Doktorand vybírá architekturu ARM Cortex s podpornými obvody.
- Na senzorovém uzlu je aplikován operační systém reálného času s podporou řízení spotřeby. Doktorand z možných verzí RTOS systémů vybírá FreeRTOS.

Podstata disertace je v navrženém principu autonomního příjmu dat v senzorovém uzlu. Původní koncept aktivoval hardwarovou platformu v pravidelných časových intervalech, i když nebyly přijímány žádné data. Doktorand tuto skutečnost eliminoval vlastním návrhem, kdy v pravidelných intervalech se aktivují obvody pouze RF přijímače a pouze v případě, že uzel přijímá data, potom se aktivuje potřebná zbývající část uzlu. Zjednodušeně řečeno, protože tato myšlenka byla realizována vlastním návrhem hardwarové platformy a příslušnou modifikací RTOS operačního systému.

Doktorand realizoval dva prototypy uzlů senzorové sítě na bázi procesorů ARM Cortex M4F a Cortex M3. Tyto prototypy a komerční platformu Iris s kontrolérem Atmel ATmega1281 experimentálně ověřil. Závěr experimentálního ověření je, že uzel s ARM Cortex M4F má nejnižší spotřebu energie a navržený způsob příjmu dat má až 8.36 krát menší spotřebu energie než původní koncept příjmu dat.

Na závěr se doktorand zabývá myšlenkou, zda režie operačního systému RTOS nezvyšuje příliš spotřebu v porovnání s aplikací bez operačního systému. Zvýšená spotřeba asi 1,76 krát vyšší a doktorand to považuje za dobrý výsledek.

Doktorand ve své práci uvádí hypotézu H1 a svým návrhem systému a experimentem prokázal její pravdivost. Hypotéza H1 zní: „Uzly bezdrátové senzorové sítě mohou být výpočetně nezávislé a jsou schopny provádět výpočty, jako např. 512-bodá FFT, přímo na uzlech s nižší energetickou náročností, než s pomocí distribuovaných výpočtů."

Závěrečné zhodnocení:

- Disertační práce svým námětem odpovídá současnému stavu vědy v této oblasti. Senzorové sítě jsou jednak samostatnou kapitolou a také se stávají součástí nových technologii jako je Internet of Things nebo Internet of Everything. Velmi důležitou oblastí je také snižování spotřeby elektronických zařízení.
- Původnost a originálnost spatřuji v návrhu autonomního příjmu dat, který byl aplikován na současné technologie. Celkově toto řešení vedlo ke snížení energetické spotřeby při dostatečném výkonu uzlu na předzpracování snímaných dat.
- Náplň disertační práce byla publikována dostatečně v impaktovaných časopisech.
- Uvedený přehled činností doktoranda a jeho publikační činnost svědčí o jeho vědecké erudici.
- U doktoranda si vážím skloubení hardwarového a softwarového řešení. Jedná se o systémový přístup. Podle mého názoru, se právě tímto směrem ubírá elektronika budoucnosti s tím, že se to bude více překlápět k softwarovému řešení.
- Předložená disertační práce podle mého názoru odpovídá obecně uznávaným požadavkům a doporučuji ji k obhajobě.

Ostrava 10. 11. 2014

doc. Ing. Jaroslav Zdrálek, Ph.D.

Otázky k obhajobě:

- Nejdříve konstatování. Atmel AVR 8 bitový kontrolér byl uveden prvně na trh v roce 1996, http://en.wikipedia.org/ wiki/Atmel_AVR. Silicon Labs uvedl ARM Cortex M3 v roce 2008 a ARM Cortex M4F v roce 2013, http://en.wikipedia.org /wiki/EFM32. Mezi těmito architekturami je velký časový rozdíl.

  Podle Vašeho názoru, jak se na Vámi dosažených výsledků projevila historie definice architektur a aplikovaných výrobních technologii jednotlivých kontrolérů.

- Doktorand ve své práci uvádí dva časové diagramy, obr. 7.1 a obr. 7.2 a tomu adekvátní spotřebu energie 2 346 Joulů a 4 122 Joulů, str. 84.

  Prosím, charakterizujte tuto spotřebovanou energii ve formě watt sekunda nebo napětí, proud a čas.