Oponentský posudek disertační práce

Název práce: Metodika návrhu synchronizace a obnovy stavu systému odolného proti poruchám
Autor: Ing. Karel Szurman
Školitel: Doc. Ing. Zdeněk Kotásek, CSc.

Předložená dizertační práce se zabývá způsoby návrhu systémů odolných proti poruchám a zejména pak možnostmi synchronizace stavu redundantních modulů po poruše. Cílová architektura jsou obvody (systémy) implementované v programovatelných obvodech FPGA.

Téma práce je bezesporu aktuální, systémy odolné proti poruchám jsou stále více důležité. I když již řadu let existuje mnoho způsobů, jak navrhovat odolné systémy v FPGA, účinné metody pro obnovu stavu po poruše chybí.

Práce je mírně nestandardní povahy. Většina práce je analytická a implementační. Nicméně je fakt, že nalézt nové teoretické přínosy v tomto oboru je dnes velice obtížné. Dizertační práce tak navrhuje možné postupy, jak v FPGA implementovat systémy odolné proti poruchám a jejich použití ilustruje na dvou případových studiích. V tomto vidím bezesporný přínos.

Pouze bych se ohradil proti názvu práce - „metodika“ si vyžaduje průkaznost, ověření dlouholetým používáním (viz např. *Metodika RVVI pro hodnocení výsledků výzkumu*). Což pro nově navržené metody pochopitelně neplatí.

Text práce je dobře strukturovaný, dobře čitelný, obsahuje minimum překlepů a gramatických chyb. Text je rozdělen do devíti kapitol.

Kap. 1 je úvod do problematiky, obsahuje též motivaci.

Kap. 2 uvádí základní teorii, principy systémů odolných proti poruchám. Zaměřuje se zejména na obvody FPGA.

Kap. 3 popisuje současný stav řešeného problému, tj. synchronizace stavu systému po poruše, na různých úrovních.

Kap. 4 stanovuje cíle dizertační práce.

Kap. 5 detailněji popisuje způsoby návrhu systémů odolných proti poruchám, opět se zaměřením na FPGA.

Kap. 6 je jádro dizertační práce – „metodika“ synchronizace stavu rekonfigurovatelných modulů.

Kap. 7 a 8 pak přinášejí dvě případové studie: „Synchronizace stavu systému s dávkovým zpracováním dat“ a „Synchronizace operačního stavu procesorového systému“. Tyto kapitoly představují konkrétní implementace v předchozích kapitolách uvedených technik.

Kap. 9 pak stručně shrnuje výsledky práce a uvádí možná rozšíření práce.

Drobnější komentáře k textu práce

- Obr. 2.22 (NMR) není odkazován. Taktéž Obr. 5.11 a 7.7.
- Kap. 6.2.2: odkazy na Obr. 7.3c a 7.3d jsou špatně. Má být 6.3a a 6.3b.
- Kap. 2.8: TMR lze aplikovat i pro sekvenční obvody pomocí tzv. full-TMR. Zde jsou i sekvenční elementy ztrojeny a nedochází k přechodu do chybného stavu. Toto v podstatě zmiňujete v kap. 5.1.2 (*Synchronizující majoritní volič*).
- Obr. 5.7, 5.8: co je to „Akumulační logika“? Řekl bych, že je to standardní kombinační část sekvenčního obvodu. V této „logice“ se nic neakumuluje.

Zásadnější připomínky a dotazy k obhajobě

- Kap. 7.3: úplně chybí informace o dosažené spolehlivosti. Z kolika poruch (případně jakých) byl systém schopný se zotavit? Jaká byla výsledná spolehlivost při dané intenzitě poruch?
- V kap. 8.5 je naštěstí analýza spolehlivosti provedena, pro jiný systém. Nicméně není mi jasné, jak přesně experimenty probíhaly. Výsledné údaje jsou dány jako funkce veličiny „počet poruch“. Je to počet současně injektovaných poruch? Jaké by bylo dynamické chování zabezpečeného systému? Tj. injektovat jednotlivé poruchy postupně, s danou intenzitou, a sledovat dobu do selhání (MTBF).
- Je možné analyzovat vliv lokality poruchy na pravděpodobnost selhání? Lze identifikovat kritická zranitelná místa (vulnerability points)?
- „Metodika“ je navržena pro relativně starý nástroj Xilinx ISE. Jak by se změnila pro Xilinx Vivado?

Výsledky práce byly prezentovány na pěti mezinárodních konferencích a na pěti doktorandských workshopech. Publikační činnost autora je tedy přiměřená. Nicméně uvítal bych aspoň jednu časopiseckou publikaci.

Závěr

Lze konstatovat, že předložená práce odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu Ph.D. a doporučuji ji k obhajobě.

V Davli, 30. 12. 2020

doc. Ing. Petr Fišer, Ph.D.
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta informačních technologií