



افزایش عملکرد تشخیص خطا از طریق CRC موازی محاسبات روی معماری‌های چند هسته‌ای

محمدجواد خانی^{*} محمود احمدی^{*}

آگروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه رازی، ایران.

Persian
Abstract

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت: 27 February 2026

اصلاح: 02 July 2026

پذیرش: 27 July 2026

انتشار آنلاین: 20 August 2026

کلمات کلیدی:

بررسی افزونگی چرخه‌ای (CRC)، محاسبات موازی، چندنخی، بهره‌وری انرژی، ارزیابی عملکرد.

بررسی افزونگی چرخه‌ای (CRC) همچنان یکی از پرکاربردترین مکانیسم‌های تشخیص خطا در سیستم‌های ارتباطی، ذخیره‌سازی و تعبیه‌شده است. با این حال، پیاده‌سازی‌های نرم‌افزاری CRC مرسوم از وابستگی‌های ترتیبی ذاتی رنج می‌برند که استفاده کارآمد از پردازنده‌های چند هسته‌ای مدرن را محدود می‌کند. این مقاله یک چارچوب CRC موازی مبتنی بر نرم‌افزار تعمیم‌یافته را برای معماری‌های چند هسته‌ای با استفاده از نخ‌های POSIX (pthreads) ارائه می‌دهد. چارچوب پیشنهادی از چندین نوع CRC، از جمله CRC-۸، CRC-۱۶، CRC-۳۲، CRC-۶۴ و CRC-۱۲۸، در یک مدل پیاده‌سازی یکپارچه پشتیبانی می‌کند. برای حفظ صحت در حین اجرای موازی، این چارچوب از یک مکانیسم ترکیبی CRC مبتنی بر GF(۲) به جای تجمیع ساده XOR استفاده می‌کند. مرحله ترکیب با استفاده از حساب چندجمله‌ای و عملیات جابجایی مبتنی بر ماتریس بر روی GF(۲) فرموله شده است و تعادل بین محاسبات CRC موازی و سریالی را تضمین می‌کند. روش پیشنهادی با استفاده از اندازه‌های بار کاری متعدد و پیکربندی‌های نخ ارزیابی شد. تحلیل تجربی شامل زمان اجرا، توان عملیاتی، تأخیر، رفتار مقیاس‌پذیری و تخمین انرژی تحت تعداد رشته‌های مختلف است. نتایج نشان می‌دهد که اجرای موازی به طور قابل توجهی عملکرد را برای مجموعه داده‌های بزرگ بهبود می‌بخشد و تقریباً ۳ تا ۴ برابر افزایش سرعت را در پلتفرم ارزیابی شده به دست می‌آورد، در حالی که صحت دقیق CRC را حفظ می‌کند. بحث مقایسه‌ای با رویکردهای بهینه‌سازی CRC نمونه، از جمله روش‌های جدول جستجو، برش بر اساس ۸، CRC بردارسازی/SIMD شده و تکنیک‌های CRC با کمک سخت‌افزار، نیز ارائه شده است تا چارچوب پیشنهادی را در چشم‌انداز وسیع‌تر بهینه‌سازی CRC قرار دهد. اگرچه چارچوب ارائه شده بر قابلیت حمل، پشتیبانی چند متغیره و موازی‌سازی نرم‌افزاری با حفظ صحت تأکید دارد، مقیاس‌پذیری همچنان تحت تأثیر سربار همگام‌سازی، محدودیت‌های پهنای باند حافظه و ویژگی‌های سخت‌افزاری قرار دارد. به طور کلی، رویکرد پیشنهادی یک چارچوب نرم‌افزاری قابل حمل و تعمیم‌یافته برای شتاب‌دهی CRC موازی با حفظ صحت در سیستم‌های چند هسته‌ای عمومی ارائه می‌دهد.

© 2026. تمامی حقوق محفوظ است.

^{*} نویسنده مسئول.

آدرس‌های رایانامه: m.khani@razi.ac.ir (م. خانی)،

m.ahmadi@razi.ac.ir (م. احمدی)

تمامی حقوق محفوظ است. ISSN: 2322-4460 © 2026

