

マルチコア上での ソフトウェアフォルトトレランス技術に関する研究

川口 貴司 (0810015)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2010 年 2 月 9 日

キーワード: マルチコア, 高信頼, プロセスペア, フォルトトレランス.

組み込みソフトウェアが, 社会インフラから生活家電やテレビなどの身近な機器まで, あらゆるものに組み込まれ, その信頼性は一層重要になってきている. しかしながら, 信頼性を向上させるための施策は一般的に高コストであり, コスト制約の厳しい民生品にそのまま適用することは困難である. したがって, 民生品に見合ったコストで実現可能な高信頼化の施策が必要とされている.

機器の高信頼化に有効な施策としては, 従来からフォルトトレランス技術があり, 人命にかかわる機器や社会インフラなどの大規模なシステムでは, この技術を用いた高信頼化の施策がなされてきた. しかしながら, こうした施策はハードウェアの冗長構成や, ソフトウェアフォルトトレランスの機能の実装が必要であり, 開発コストとの兼ね合いから, 民生品では施策しづらかった. 一方で, 高性能化や高機能化要求に対する技術として, 組み込み向けマルチコアチップが実用化され, 今後マルチコアを活用した組み込みソフトウェアの高性能化, 高機能化が期待されている.

本研究は, 従来主として, 高性能化目的に用いられてきたマルチコアを利用して, 民生品レベルの組み込み機器を, 安価かつ手軽に高信頼化することを目的とする. 具体的なアプローチとして, マルチコアを利用したプロセスペアの方式を提案するとともに, 提案方式に沿ったアプリケーション開発を支援するためのフレームワークを実現する.

本論文ではまず, マルチコアを利用したプロセスペアの方式を提案する. プロセスペアの実装には, マルチプロセッサ環境が必要であるため, CPUチップとハードウェア部品の増加により, 開発費の増加と実装環境の大型化が伴う. マルチコアの最大の特徴は, マルチプロセッサ環境が一つのチップで構築されている点である. この特徴を活かし, プロセスペアを従来よりも安価かつコンパクトに実現可能である. マルチコア向けのプロセスペアの方式を検討する際は次の点を考慮した.

- 一つのマルチコアチップで実現可能であること

- エラーの種類やアプリケーションに依らず，ある程度汎用的に用いることが可能であること
- アプリケーションプログラムにプロセスペアの為の仕組みを作り込む必要性が少ないこと

民生品レベルの組み込み機器においては，特に開発期間の制約も厳しく，本方式を利用するための開発負担を減らすことが望まれる．そこで，提案手法の導入を支援するためのフレームワークを実現した．本フレームワークには次の狙いがある．

- アプリケーションを新規に開発する際の開発を効率化する
- 既存のシングルコア向けのアプリケーションを基にした開発を効率化する
- フレームワークの基本機能を応用し，マルチコアを利用したリカバリブロックの導入を支援する

また，より手軽にフレームワークを利用できるように，実現したフレームワークにオプションとして，フレームワークへの適用作業を支援するスクリプトを作成した．

提案方式とフレームワークに関して，評価を行った．

方式の評価；

- 例題で起こしたエラーに対して，CPU切替機能が適切に動作することを確認した
- 計測した切替時間は2ミリ秒であり，生活家電などの民生品にとって十分な特性を持つと考える．

フレームワークの評価；

- 実装サイズは15Kbyteであり，チップのメモリサイズと比較し，十分に小さい
- 既存サンプルプログラムを用いて開発特性を評価，既存プログラムの大部分を再利用し，提案方式を実現した．

上記結果より，本アプローチが民生品の高信頼化に有効な施策の一つとなることが期待される．