

論文概要

九州工業大学大学院情報工学府 情報創成工学専攻

学生番号	17675010	氏名	尾崎 雄一
論文題目	GPU を用いた OS レベルでの障害検知に関する研究		

1 はじめに

システムに障害が発生するとその上で動作しているすべてのサービスが影響を受けるため、利用者や管理者にとって大きな損失となる。そのため、システムの障害をできるだけ早く検知して、障害からの復旧を行う必要がある。システムの障害の検知を行うには監視対象システムの外部から監視する手法と内部で監視を行う手法が挙げられる。しかし、外部から監視する場合は障害の発生まで検知できないことが多く、障害についての詳細な情報を得ることも難しい。一方、内部で監視する場合は十分な情報が得られるが、障害の種類によっては検知機能自体が正常に動作しなくなる可能性がある。

本研究では、GPU を用いて OS レベルのシステム障害を検知するシステム GPU Sentinel を提案する。

2 GPU Sentinel

GPU Sentinel は図 1 のように監視対象システム内部の GPU 上で動作してシステムの監視を行うことにより、OS レベルの詳細な情報を利用した障害検知を行うことができる。GPU は CPU やメインメモリから独立したハードウェアであり、OS に障害が発生しても GPU 上の検知プログラムは動作し続ける可能性が高い。また、検知プログラムを並列に実行することにより様々なシステムの状態を同時に監視することができる。

GPU Sentinel では、GPU で動作する検知プログラムがメインメモリを参照することによりシステムの状態を取得する。GPU からメインメモリにアクセスできるようにするために、先行研究 [1] で開発されたメモリ管理機構を用いてメインメモリを GPU のメモリにマッピングする。マッピングは検知プログラムの起

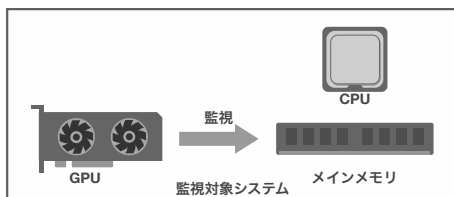


図 1: システム構成図

動時に一度だけ行われ、その後のシステム障害の影響は受けない。

検知プログラムを容易に記述できるようにするために、仮想マシン用に開発された LLVM フレームワーク [2] を GPU に対応させた。LLVM は検知プログラムが OS のデータを参照する際に、そのアドレスを GPU 上のアドレスに変換する処理をプログラムの中間コードに挿入する。LLVM を用いることで、OS のソースコードを用いて検知プログラムをカーネルモジュールのように記述することができる。

GPU Sentinel がシステムの障害を検知した際には、メインメモリ上に配置されたビデオメモリに画像データを書き込むことによって管理者への通知を行う。管理者はハードウェアのリモートコンソール機能を用いることで、表示された画像を確認することができる。

3 実験

GPU Sentinel がシステムの障害を検知できることを確認する実験を行った。まず、スピンドロックを用いて CPU コアをデッドロックさせ、1 秒間コンテキストスイッチが発生しない場合に障害と判断する検知プログラムを実行した。その結果、デッドロックを検知して画面に障害発生を通知する画像が表示された。

次に、メモリを大量に使用するプログラムを用い、空きメモリ量が閾値を下回った時に障害と判断する検知プログラムを実行した。その結果、OS がプロセスを強制終了させる前にメモリ不足を検知することができた。

4 まとめ

本研究では、GPU を用いて OS レベルのシステム障害を検知するシステム GPU Sentinel を提案し、OS が応答しなくなる障害も検知できることを確認した。今後の課題は、他の種類の障害にも対応できるようにすることである。

参考文献

- [1] 山本裕明, GPU を用いた安全なシステム監視, 平成 27 年度九州工業大学卒業論文.
- [2] 植木あずさ, LLVM の中間表現を用いた IDS オフロードの開発支援, 平成 26 年度九州工業大学卒業論文.