

「実用化を目指した組込みシステム用ディペンダブル・オペレーティングシステム」
平成 18 年度採択研究代表者

石川 裕

東京大学 情報基盤センター 教授

並列・分散型組込みシステムのための
ディペンダブルシングルシステムイメージ OS

1. 研究実施の概要

本課題では、本研究領域の共通基盤 P-Bus、静的最悪実行時間予測ツール、高信頼単一システムイメージを提供する並列分散 OS を研究開発する。Linux を核にしたディペンダブル OS を実現するために、ディペンダビリティを阻害する要因ごとにアドホックに Linux カーネルを直接変更するのではなく、安全に OS を拡張できる枠組みである P-Bus を提供する。P-Bus は本研究領域の共通基盤として利用される。平成 19 年度、P-Bus の枠組みを設計し、プロトタイプを開発した。P-Bus の機能検証として、P-Bus 上にリアルタイムスケジューラを実装した。今後、P-Bus の仕様およびソフトウェアを本研究領域内の研究チームに提供し、P-Bus 仕様が評価される。

2. 研究実施内容

平成 19 年度までに決定したディペンダビリティを向上するためのソフトウェアアーキテクチャは以下のとおりである。本研究チームが担当する部分を赤枠で囲む。

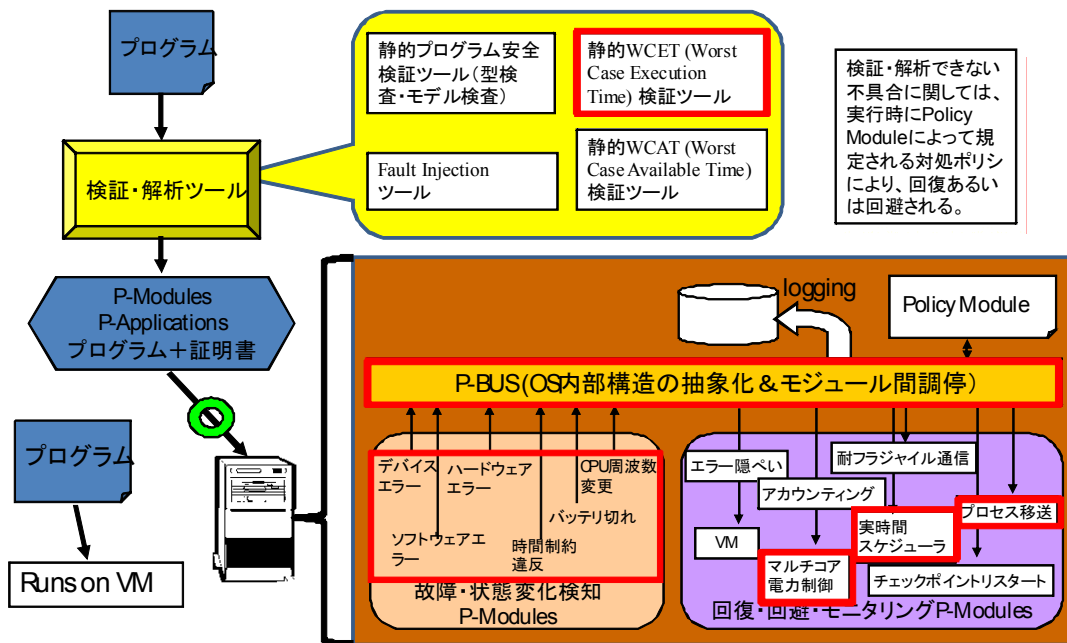


図 1 DEOS アーキテクチャ

平成 19 年度は、以下の項目の研究開発を進めた。

1) P-Bus 設計およびプロトタイプ

安全かつ低オーバーヘッドで拡張できる Linux カーネルを実現するために、Linux のロードダブルカーネルモジュール機構を発展させた P-Bus と呼ばれる枠組みを研究開発してきている。P-Bus は、Linux ロードダブルカーネルモジュールの OS 依存性、曖昧性、閉鎖性などの問題を解決する。図 2 に示す通り、P-Bus は、Core と Components に分かれる。

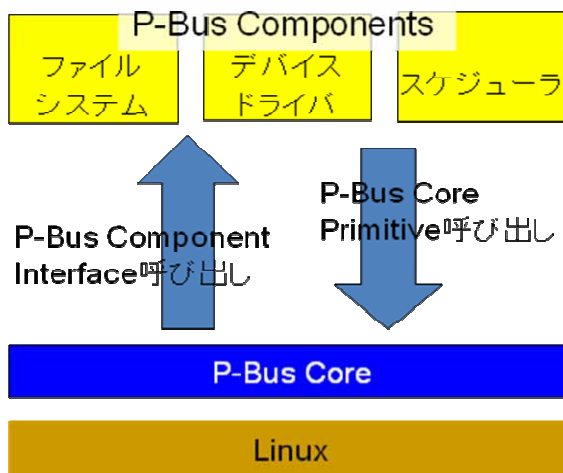


図 2 P-Bus アーキテクチャ

P-Bus Core

P-Bus Core は、カーネルの基本機能を抽象化し、カーネル拡張に必要なプリミティブを P-Bus Component に提供する。図 3 に示す通り、P-Bus Core は、デバイス、プロセス・スレッド、スケジューラ、メモリ管理など、カーネル機能をオブジェクトとして抽象化する。

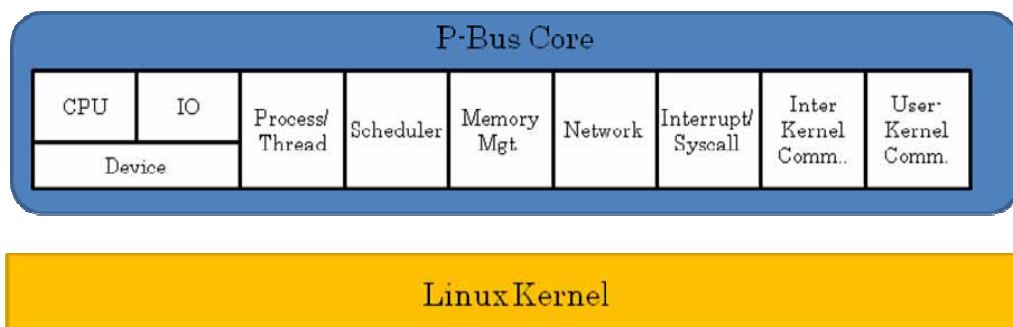


図 3 P-Bus Core オブジェクト

P-Bus Component

カーネル機能の変更あるいは拡張機能は P-Bus Component によって実現される。P-Bus Component は、P-Bus Core オブジェクトから呼び出される関数（インターフェイス）を定義する。たとえば、スケジューラのアルゴリズムを変更する P-Bus Component を記述する場合には、P-Bus Core スケジューラオブジェクトが呼び出す `add_thread`、`switch_thread` 関数を定義する。P-Bus Core スケジューラオブジェクトのプリミティブには、`pbus_sched_add`、`pbus_sched_switch` などがある。

スケジューラおよびメモリ管理、リモートカーネル間通信機構の P-Bus インターフェイスを設計し、プロトタイプを開発した。

2) 高性能マルチコアマルチプロセッサ管理機構

マルチコア上で複数 Linux カーネルを稼働させる機構を実現した。

3) シングルシステム機能を実現するための機構

シングル IP アドレスを提供する分散システムを実現するという観点から、Linux カーネルを直接変更して実現した。この経験をもとに、P-Bus に必要な機能を平成 20 年度設計・実装する。

4) 時間制約保証・検証ツール RETAS の SH プロセッサへの移植

我々が開発中の時間制約保証・検証ツール RETAS は、基本ブロック毎に実機上での実行時間を計測する。測定精度を上げるためにタイムスタンプカウンタを用いる。SH プロセッサはタイムスタンプカウンタは特権モードでしかアクセスできないため、タイムスタンプカウンタを制御するカーネルモジュールを開発した。

5) 障害管理システム設計&プロトタイプ

故障→異常→障害関係を表現する `error relation tree` と機器データベースから、障害が発生した時に、故障個所を自動判別するシステムの設計とプロトタイプを実装した。

3. 研究実施体制

(1)「石川」グループ

①研究分担グループ長:石川裕(東京大学 教授)

②研究項目

- ・高信頼組込シングルシステムイメージ OS