

Tender における複数プロセス実行時の入出力性能調整法の評価

Evaluation of Methods for Regulating I/O Performance under Multi-Process Execution on *Tender*

矢野 史子[†]
Fumiko Yano

山内 利宏^{††}
Toshihiro Yamauchi

谷口 秀夫[†]
Hideo Taniguchi

1. はじめに

Tender オペレーティングシステムでは、資源「入出力」による入出力性能調整法を実現した [1]. 資源「入出力」には、性能調整入出力と優先度入出力がある. プロセスは、種類の異なる 2 つの資源「入出力」を保有できる [2].

本稿では、本手法の有効性を確認するため、複数プロセスに各入出力性能調整法を適用した場合のプロセスの処理時間を比較し、評価した結果を述べる.

2. 入出力性能調整法

資源「入出力」による入出力性能調整法の基本方式 [1] を図 1 に示す.

「(2) 実 I/O 可否判断処理」は、同時にデバイスドライバへ発行する入出力要求数を制限する. 性能調整入出力を関連付けたプロセスの場合、デバイスドライバへ発行した入出力要求数が許容値未満のとき、デバイスドライバへの入出力要求の発行を許可する. また、優先度入出力を関連付けたプロセスの場合、デバイスドライバへ発行した入出力要求数が 0 個のとき、デバイスドライバへの入出力要求の発行を許可する.

デバイスドライバへの入出力要求の発行を許可されなかったプロセスは、「(3) 待ち処理」において、プロセスに関連付けた資源「入出力」に基づき、待ちキューにつなぐ.

性能調整入出力を関連付けたプロセスは、実 I/O 処理終了後、「(6) 遅延処理」を行い、要求入出力性能に応じて入出力処理時間を調整する. なお、優先度入出力を関連付けたプロセスは、遅延処理を行わない.

文献 [2] では、種類の異なる 2 つの資源「入出力」を関連付ける制御法を提案した. 資源「入出力」とプロセスの関連付けの例を図 2 に示す.

種類の異なる 2 つの資源「入出力」を関連付けたプロセスは、「(2) 実 I/O 可否判断処理」と「(3) 待ち処理」において、性能調整入出力を関連付けたプロセスとして制御される. また、「(6) 遅延処理」において、待ちキューに入出力開始待ち状態の他プロセスが繋がれている場合、性能調整入出力を関連付けたプロセスとして制御される. このため、遅延処理を実行する. 待ちキューに入出力開始待ち状態の他プロセスが繋がれていない場合、優先度入出力を関連付けたプロセスとして制御されるため、遅延処理を実行しない.

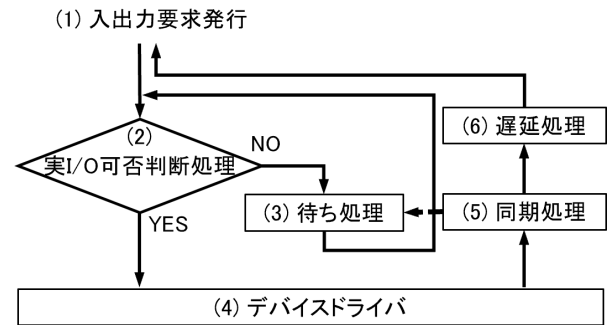


図 1 入出力性能調整法の基本方式

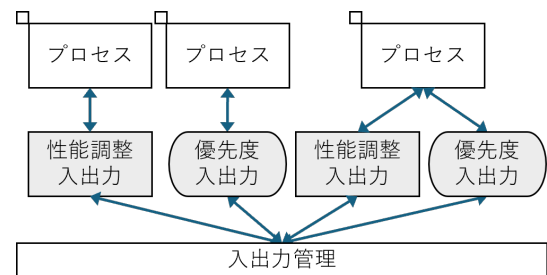


図 2 資源「入出力」とプロセスの関連付け

表 1 各入出力性能調整法の評価条件

優先プロセス (1 個) 非優先プロセス (n 個)	優先度入出力 (0)	性能調整入出力 (100%)
優先度入出力 (0)	場合 1	場合 2
性能調整入出力 (20%, 30%, 50%, 80%)	-	場合 3
性能調整入出力 (20%, 30%, 50%, 80%) + 優先度入出力 (0)	-	場合 4

3. 評価

3.1 評価内容

種類の異なる 2 つの資源「入出力」を関連付ける制御法の有効性を確認するため、複数プロセスに各入出力性能調整法を適用し、処理時間を比較する. 優先プロセス 1 個、非優先プロセスを複数個共存させる. 各プロセスの処理は、外部記憶装置からランダム位置で 512 バイト読み込む処理を 1,000 回繰り返す. 評価条件を表 1 に示す.

評価環境として、Core i3-2100(3.10 GHz) プロセッサと磁気ディスク装置 (Western Digital, 容量 250GB, 7200 RPM) を搭載した計算機を利用した.

[†] 岡山大学大学院環境生命自然科学研究科, Okayama University

^{††} 岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域, Okayama University

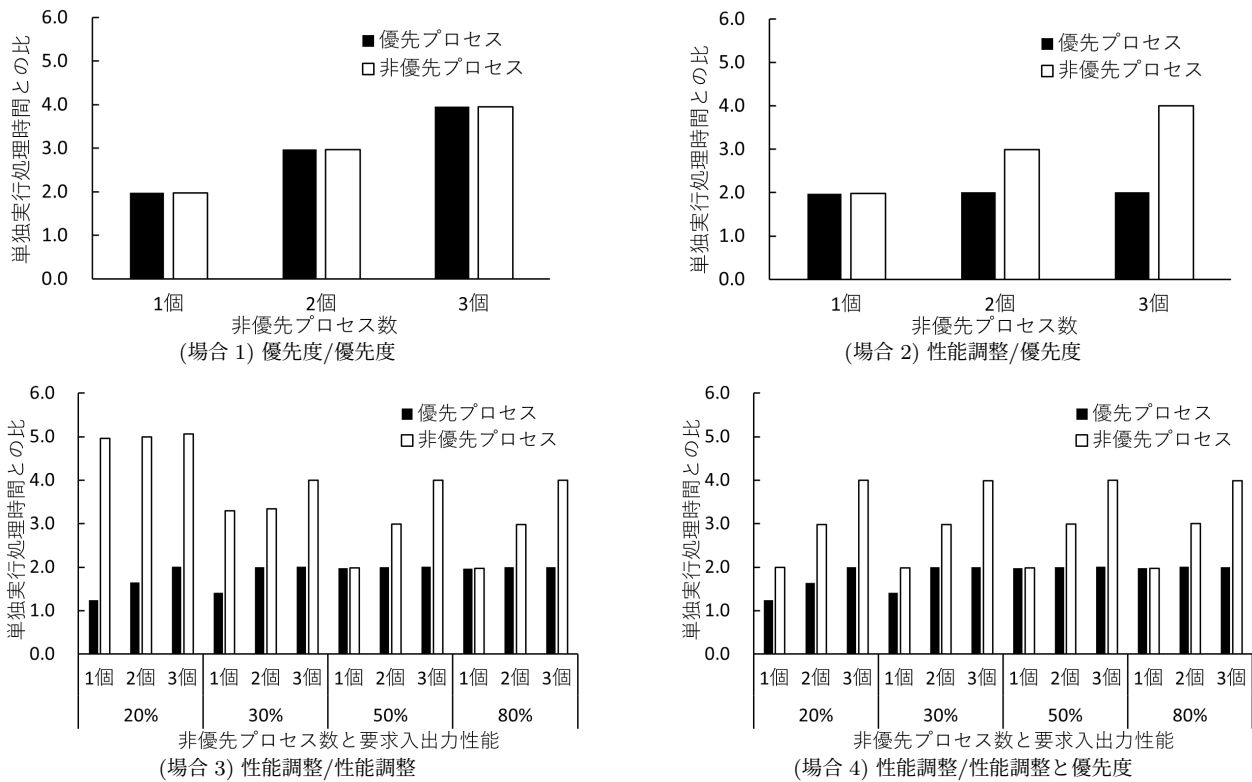


図 3 各評価条件におけるプロセスの処理時間

3.2 評価結果

各評価条件におけるプロセスの処理時間を図 3 に示す。図 3 より、以下のことが分かる。

(1) 優先プロセスと非優先プロセスが同じ資源「入出力」を保有する場合 (場合 1) は、優先プロセスの処理時間は、単独実行処理時間に比べ同時走行プロセスの数だけ遅くなる。これは、両者のプロセスが入出力処理を繰り返すため、優先プロセスの入出力処理終了直後に非優先プロセスの入出力処理が開始されるためである。

(2) 優先プロセスは、性能調整入出力 (要求入出力性能 100%) を保有することにより、待ち処理において優先プロセスが非優先プロセスより優先され、入出力処理時間を短くできている。具体的には、以下のようになる。

(A) 非優先プロセスが優先度入出力を保有する場合 (場合 2) は、上記 (1) の理由で優先プロセスの処理時間は単独走行処理時間に比べ 2 倍遅くなるものの、非優先プロセス数の変化の影響を受けない。

(B) 非優先プロセスが性能調整入出力を保有する場合 (場合 3, 場合 4), 優先プロセスの処理時間は、基本的に非優先プロセス数の変化の影響を受けず、単独走行処理時間に比べ 2 倍になる。なお、非優先プロセスが保有する性能調整入出力の程度が低い (要求入出力性能 20%, および 30%) 場合、非優先プロセスが遅延処理を実行する影響により、優先プロセスの入出力処理終了直後に非優先プロセスの入出力処理が開始されない場合が生じる。このため、優先プロセスの入出力開始待ち時間が削減され、優先プロセスの処理時間は単独実行処理時間に比べ、2 倍未満となる。

(3) 非優先プロセスが種類の異なる 2 つの資源「入出力」を保有する場合 (場合 4), 非優先プロセスの処理時間は、性能調整入出力に加え優先度入出力を保有することにより、非優先プロセスが性能調整入出力のみを保有する場合 (場合 3) の非優先プロセスの処理時間より短くなる。これは、非優先プロセスが保有する性能調整入出力の程度が低い (要求入出力性能 20%, および 30%) 場合に明確である。性能調整入出力に加え優先度入出力を保有することにより、待ちキューに入出力開始待ち状態の他プロセスが繋がれていない場合の遅延時間が削減され、入出力処理待ちの状態が減少する。

4. おわりに

複数プロセス実行時において、プロセスに種類の異なる 2 つの資源「入出力」を関連付ける制御法の有効性を示した。優先プロセスは、性能調整入出力の保有により、複数プロセスが共存しても処理時間の長大化を抑制できることを明らかにした。また、非優先プロセスは、低い程度の性能調整入出力と優先度入出力の種類の異なる 2 つの資源「入出力」の保有により、優先プロセスの処理時間に与える影響を抑制し、自身の処理時間を短くできることを明らかにした。

参考文献

- [1] 一井晴那, 長尾尚, 山内利宏, 谷口秀夫: *Tender* オペレーティングシステムにおける資源「入出力」の実現と評価, 情報処理学会研究報告, vol.2011-OS-118, No.19, pp.1-8, 2011.
- [2] 利徳虹希, 山内利宏, 谷口秀夫: *Tender* における資源「入出力」のスループット向上手法, 2020 年電子情報通信学会総合大会 情報・システム講演論文集 1, p.48, 2020.