

6J-01

ハードディスクの動作環境の違いを考慮した入出力性能調整法の実現と評価

谷 玲治[†] 長尾 尚^{††} 横山 和俊[†] 谷口 秀夫^{†††}

高知工科大学情報学群[†] 日立製作所^{††} 岡山大学大学院自然科学研究科^{†††}

1. はじめに

現在、一台の計算機上で同時に複数のソフトウェアを稼働させる利用形態が一般的である。この計算機環境の利便性を向上させるため、利用者が直接操作するソフトウェアに対応するプロセスに提供する計算機資源を一定に保ち、プロセスの動作時間を安定させる研究がなされている。これまで著者らは、入出力時間を一定に保つ入出力性能調整法[1]を提案した。しかし、プラットフォーム毎に環境が異なり、入出力処理の挙動に差がある場合、調整精度が悪くなる問題がある。これは、従来手法では調整対象プロセスの要求入出力性能とそのプロセス数によって一意に許容値が算出されることが原因である。そこで、本稿では、入出力性能調整動作を監視し、利用している許容値で入出力性能調整がうまくできていないと判断した場合に許容値を補正する許容値補正法を提案する。

2 入出力性能調整法

入出力性能調整法の目的は利用者が指定する要求入出力性能の入出力デバイスが存在し、調整対象プロセスがそれを占有するかのようみせることである。ここで、要求入出力性能とは、入出力デバイスの処理能力そのものを100%とした百分率の値である。本調整法は、入出力デバイス内部での入出力要求の処理に要する時間（以降、実I/O時間と呼ぶ）を要求入出力性能で割った値を理想の入出力時間とする。調整対象プロセスの要求入出力性能Pのとき、理想の入出力時間の算出式を以下に示す。

$$\text{理想の入出力時間} = \frac{100}{P} \times \text{実I/O時間}$$

本調整法の基本方式を図1に示し、以下に説明する。

- (1) プロセスがシステムコールを発行する。
- (2) 調整対象プロセスがいつ入出力要求を発行しても、理想の入出力時間内に入出力デバイスが処理できるよう、入出力デバイスに発行する入出力要求数を許容値以下に制限する。許容値Aの算出式を以下に示す。

$$A = \max\left(1, \frac{100}{P} - 1\right)$$

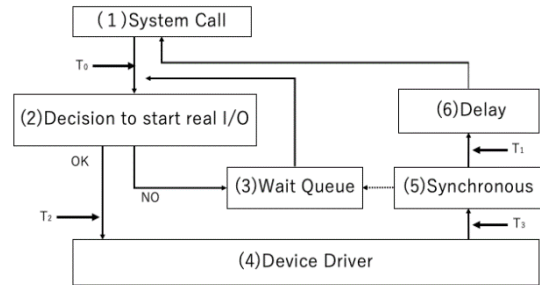


図1 基本方式

- (3) プロセスを待ちキューに登録して待ち状態にする。
- (4) デバイスドライバを介して入出力要求を発行する。
- (5) 待ち処理に同期を送信する。
- (6) 理想の入出力時間になるまで、調整対象プロセスの起床を遅延する。遅延時間の算出式を以下に示す。

$$T_s = \text{理想の入出力時間} - (T_1 - T_0)$$

ここで、実I/O時間は入出力デバイスごとに異なるため、事前に決定できない。そこで、次の方法で計測する。入出力デバイス内部の入出力要求が1つの場合、実I/O時間は、入出力要求の発行から処理完了通知の受信までの時間（図2のT2とT3の差分）である。一方、入出力デバイス内部の入出力要求が複数の場合、実I/O時間は、入出力要求の処理完了通知の間隔（T3の間隔）である。したがって、以下の式により実I/O時間を決定する。

$$\text{実I/O時間} = \min(T_3 - T_2, T_3 \text{の間隔})$$

3 提案手法

3.1 従来手法の問題点

ハードウェア構成や基盤ソフトウェア環境といったプラットフォーム毎の違いによって入出力性能調整の精度が異なる場合がある。一例として、入出力デバイスファームウェアの機能で入出力デバイス内部キューに蓄積されている入出力要求が並び替えられる。そのため、調整対象プロセスの入出力要求が後回しにされることで、理想の入出力時間までに入出力処理が完了しない場合がある。このようにプラットフォーム毎に環境が異なり、入出力処理の挙動に

Implementation and Evaluation I/O Performance Regulation Method
Considering Differences in Hard Disk Operating Environments

[†] Kochi University of Technology

^{††} Hitachi, Ltd.

^{†††} Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

表 1 評価環境

Environment	PC1	PC2	PC3
Processor	3.4GHz		3.2GHz
Core / thread	2 / 4		4 / 4
Memory	DDR3 8GB		
Partition	GPT	MBR	
Interface	SATA3.0 6Gb/s		
I/O device	WDC WD1200 BEVS- 22UST0 120GB	WDC WD10TP VX16JC3 T3 1TB	Hitachi HDP72505 GLA360 500GB

表 2 計測パターンとパラメータ

Request I/O Performance	10, 15, 20, 25, 30 (%)
Accumulation time border	5 second
Regulation Ratio border	1.1

差がある中で、調整対象プロセスの要求入出力性能とそのプロセス数によって一意に許容値が算出される従来手法では、これに対応できない。

3.2 提案手法

入出力性能調整動作を監視し、許容値を補正する許容値補正法を提案する。

入出力性能調整を利用している間、各調整対象プロセスの理想の入出力時間に対して、各入出力処理に要した実際の入出力時間が超過した時間 T_{over_i} を T_{ama} に蓄積する。蓄積された T_{ama} が決められた閾値に達した時、蓄積対象の区間における平均調整精度 Reg を計測し、その調整精度 Reg が一定水準を満たさない場合、許容値 A を 1 つ下げる。調整精度 Reg に問題がない場合、そのままの許容値 A を利用し、調整を続ける。これにより、プラットフォームに適合した許容値に補正することで調整対象プロセスの入出力処理をユーザが求める要求入出力性能で実現できる。

4 評価

本調整法が入出力時間をうまく調整できるか否かを次の調整精度を用いて評価する。

$$\text{調整精度} = \frac{\text{実際の入出力時間}}{\text{理想の入出力時間}}$$

ここでは、良い調整精度を 1.1 以下としている。各プラットフォームにおいて、最適な許容値に補正できているか否かは事前に調査実験を行った結果である図 2 を正解データとし、その結果と許容値補正の推移を比較して評価する。

評価は、表 1 に示す 3 種の計算機を用いた。評価は、2GB のテキストファイルに対してランダム読み込みを 5000 回繰り返すプログラムを、10 個のプロセスで走行させた。本実験を表 2 に示す条件ごとに 50 回行った。PC2 の結果を図 3, 4 に示す。

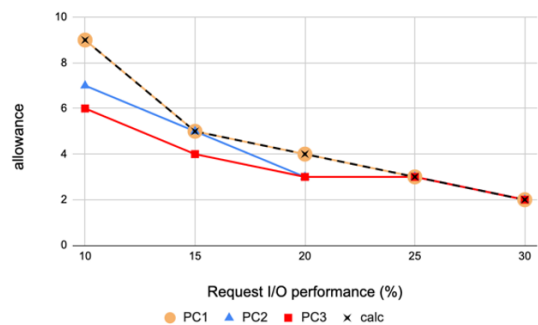


図 2 最適な許容値

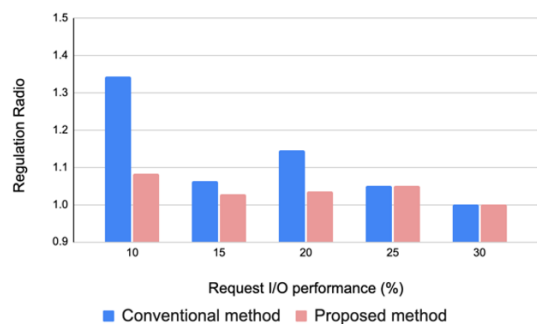


図 3 PC2 調整精度

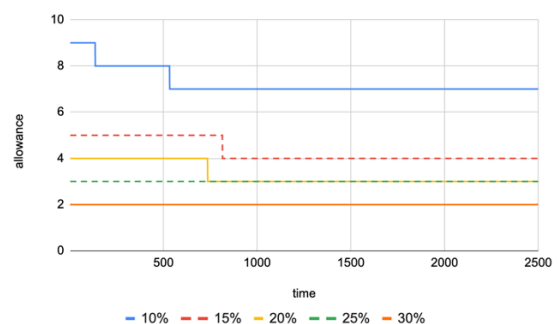


図 4 PC2 許容値の推移

図 3 より許容値を補正したことで、提案手法は全ての条件で調整精度が 1.1 以下と良い精度を示した。図 2, 4 より提案手法は PC2 における最適な許容値に近い値を維持できた。PC1, PC3 についても同様に調整精度が向上し、最適な許容値を維持する結果となった。

5 おわりに

入出力性能調整法として、許容値補正法の提案と評価を行った。提案手法を用いることで調整精度が向上した。また補正した許容値は動作環境における最適な許容値に近い値を維持できる。

参考文献

- [1]長尾尚, 田辺雅則, 横山和俊, 谷口秀夫”各プロセスの入出力性能の調整による入出力スループットの低下を抑制する制御法の実現と評価,” 信学論 (D), Vol. J103-D, No. 3, pp. 159-170 (2020).