

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

1255111 谷玲治 【分散処理 OS 研究室】

I/O Performance Regulation Method Considering Differences in Hard Disk Operating Environment

1255111 Reiji Tani 【 Distributed System and Operating System Lab. 】

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にみせることである。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。

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

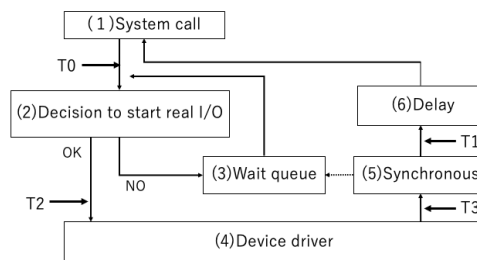


図 1 入出力処理の流れ

- (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。

$$T_s = \text{理想の調整時間} - (T_1 - T_0)$$

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 1 の T_2 と T_3 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（ T_3 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低下する場合がある。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

表1 実験環境

Environment	PC1	PC2	PC3
Processor	3.4GHz 2/4		3.2GHz 4/4
Partition	GPT	MBR	
I/O device	WDC WD1200	WDC WD10T	Hitachi HDP72
	BEVS- 22UST0	PVX16J C3T3	505 GLA360
	120GB	1TB	500GB

表2 測定パターン

Request I/O performance	10, 15, 20, 25, 30(%)
Accumulation time border	5 seconds
Regulation ratio border	1.1

り、入出力処理の挙動に差がある中で、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 許容値補正法

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回を行った。PC2の結果を図3,4に示す。

図3より許容値を補正したことで、提案手法は全ての

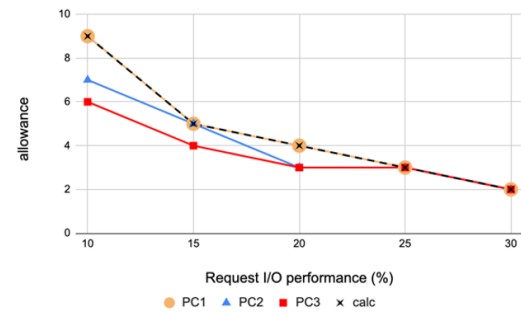


図2 最適な許容値

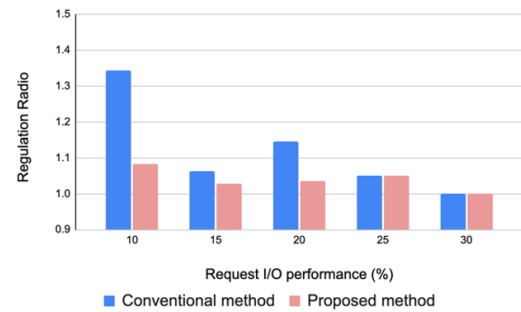


図3 PC2 調整精度

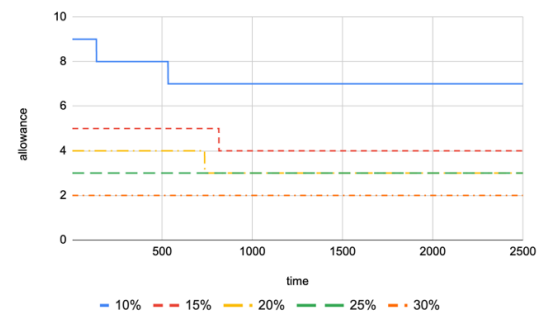


図4 PC2 許容値の推移

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).