

表 1 実 I/O 時間 (CPU 処理 : I/O 処理 = 1 : 1)

	プロセス数	平均値(ms)	最小値(ms)	最大値(ms)	中央値(ms)
改善前	1	12.0541	3.2939	20.8143	12.0538
	3	13.3007	0.0162	34.5117	12.6360
改善後	1	12.0342	3.4236	20.7664	12.0480
	3	12.1992	3.2164	20.7935	12.3069

表 2 共存する 3 個の被調整プロセスの調整比 (CPU 処理 : I/O 処理 = 1 : 1)

	各プロセス	平均値	最小値	最大値	中央値
改善前	プロセスa	1.8456	0.8141	92.4306	0.9998
	プロセスb	1.5337	0.7879	77.4018	0.9998
	プロセスc	2.2869	0.7666	77.8683	0.9998
改善後	プロセスa	1.0003	0.9743	1.0371	1.0002
	プロセスb	1.0002	0.9041	1.0343	1.0002
	プロセスc	1.0002	0.9772	1.0196	0.9999

3. 評価

3.1 評価内容

評価プログラムは、CPU 処理と I/O 処理を繰り返す被調整プロセス (要求入出力性能 10%) を複数走行させる。CPU 処理は特定のメモリ領域のインクリメント処理とし、I/O 処理は磁気ディスク装置のランダムなアドレスから 512 バイト読み込む処理である。また、インクリメント処理の回数を変更することにより、CPU 処理時間と I/O 処理時間の比率 (以降、処理比率と呼ぶ) を変化させる。

評価環境として、Core i7-4790S(3.2 GHz) プロセッサと磁気ディスク装置 (東芝 DT01ACA050, 容量 500GB, 7200 RPM, 32 MiB キャッシュ) を搭載した計算機を利用した。なお、処理時間は、CPU 処理と I/O 処理を 1000 回繰り返した時間で算出している。

3.2 実 I/O 時間

処理比率が 1 : 1 の被調整プロセスを 1 個および 3 個走行させた場合の実 I/O 時間を表 1 に示す。表 1 から以下のことがわかる。

(1) 改善前は、プロセス数の変化により値が大きく異なる。例えば、平均値で約 9.8%、最大値で約 49.5% の差がある。これに対し、改善後は、プロセス数の変化による値の変化は非常に小さい。したがって、本方法の効果は大きい。

(2) 改善前の最小値は、プロセス数の変化により値が大きく (約 198.0%) 異なる。これは、 S_2 における CPU 割当待ちを抑制できないことに起因する。具体的には、実 I/O 処理を終えたプロセスが CPU 割当待ちをしている間に次プロセスの実 I/O 処理が行われている場合、次プロセスの実 I/O 時間は T_3 の間隔となり、非常に短い値になるためである。

3.3 調整精度

調整精度の評価尺度として、以下の調整比を用いる。

$$\text{調整比} = \frac{T_4 - T_1}{\text{理想の入出力時間}} \quad (3)$$

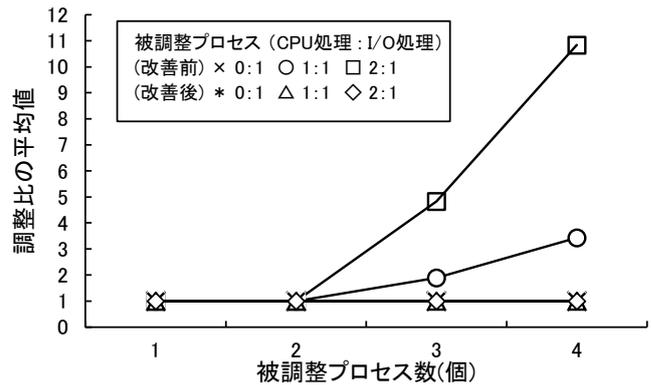


図 2 被調整プロセス数と調整比

処理比率が 1 : 1 の被調整プロセスを 3 個走行させた場合の各被調整プロセスの調整比を表 2 に示す。表 2 から以下のことがわかる。

(1) 改善前は、最大値が中央値や最小値と比べ非常に大きい。例えば、中央値とは最大で約 195.7%、最小値とは最大で約 196.5% の差がある。これは、3.2 節の (2) の理由で実 I/O 時間の算出値が非常に短い値になった場合、式 (3) の分母が非常に小さくなるためである。

(2) 改善後は、3 つの被調整プロセスすべてにおいて、平均値、最小値、最大値、および中央値は理想値の 1 に近い。つまり、改善後は、共存するすべての被調整プロセスの調整精度が高い。

次に、処理比率ごとの被調整プロセス数と調整比 (すべての被調整プロセスの平均値) の関係を図 2 に示す。図 2 から以下のことがわかる。

(1) 処理比率が 0 : 1 の場合、改善前と改善後の両方で被調整プロセス数に関係なく、調整比は理想値の 1 に近い。つまり、共存する他プロセスの CPU 処理の影響がわずかな場合、改善前と改善後の両方で被調整プロセス数に関係なく調整精度が高い。

(2) 処理比率が 1 : 1 と 2 : 1 の場合、改善前は、被調整プロセス数が多いほど調整比が大きくなる。一方、改善後は、被調整プロセス数の変化による調整比の変化は非常に小さく、すべて理想値の 1 に近い。つまり、改善後は、被調整プロセス数に関係なく調整精度が高い。

以上のことから、本方法の効果は大きい。

4. おわりに

共存する他プロセスの CPU 処理の影響を抑制するため、被調整プロセスのプロセス優先度の変更契機を変更した。評価により、共存する他プロセスの CPU 処理の影響を抑制し、複数プロセスの性能調整入出力の調整精度が向上することを示した。

謝辞 本研究の一部は、JSPS KAKENHI 21K11830 による。

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] 佐野弘尚, 山内利宏, 谷口秀夫: *Tender* における資源「入出力」の評価, コンピュータシステム・シンポジウム (ComSys2016) 論文集, Vol.2016, pp.20-27, 2016.