

表 1 評価環境

物理計算機	プロセッサ	2.5GHz 4cores
	メモリ	8GB
	入出力デバイス	5400rpm SATA/600 HDD
仮想計算機	プロセッサ	1core
	メモリ	256MB

の入出力スケジューラで制御する。これにより、複数のプロセスが入出力要求を発行した場合、ゲスト OS にとっての実 I/O 時間は、物理計算機に比べて大きく変動する。例えば、他プロセスにより VMM のキャッシュミスが増え、実 I/O 時間が伸び得る。そこで、事前評価により、この変動を明らかにする。

評価環境を表 1 に示す。FreeBSD ver11.2 と bhyve ver.1.10.5 を用いて仮想計算機環境を構築した。評価プログラムには、2GB のファイルに対して 8KB のランダム読み込みを 1000 回繰り返す処理を用いた。ここで、磁気ディスク装置は待機状態が続くと、省電力化のためにディスクの回転を停止し得る。このため、プロセスの起動直後は実 I/O 時間が安定しない場合がある。100 回目から 900 回目の入出力時間を用いることで、上記の影響を除いた。

実 I/O 時間の分布を図 2 に示す。図 2 より、走行プロセス数が 1 のとき、ほとんどの実 I/O 時間が 0.1 ミリ秒未満である。一方で、走行プロセス数が 2 の場合、実 I/O 時間が 0.1 ミリ秒から 10 ミリ秒以上まで広く分布し、変動が大きいことが分かる。

3.2 改善方法

実 I/O 時間が大きく変動すると、式(1)で算出する理想の入出力時間も大きく変動し、調整対象プロセスの入出力時間が不安定になる。この結果、利用者が直接操作するソフトウェアの実行速度が不安定になり得る。そこで、式(4)で計測した実 I/O 時間を蓄積し、この平均値を実 I/O 時間として、式(1)に用いる。これにより、理想の入出力時間の変動を抑制し、ソフトウェアの実行速度を安定できる。

4. 評価

調整精度を用いて、入出力時間を精度良く調整できたか否かを評価する。調整精度の算出式を以下に示す。調整精度は、1 に近いほど調整の精度が良いことを表す。

$$\text{調整精度} = \frac{\text{実際の入出力時間}}{\text{理想の入出力時間}} \quad (5)$$

要求入出力性能ごとの平均の調整精度を図 3 に示す。図 3 より、従来方式では、調整精度が非常に高い値であり、実 I/O 時間の変動を抑えられず、入出力時間をうまく調整できていない。一方で、過去 10 回の実 I/O 時間の平均値を採用することで、実 I/O 時間の変動を抑え、調整精度を大きく改善できることが分かる。

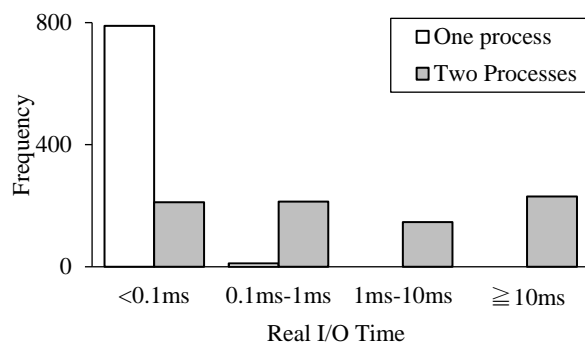
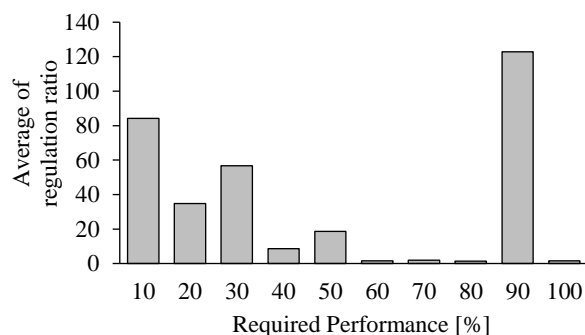
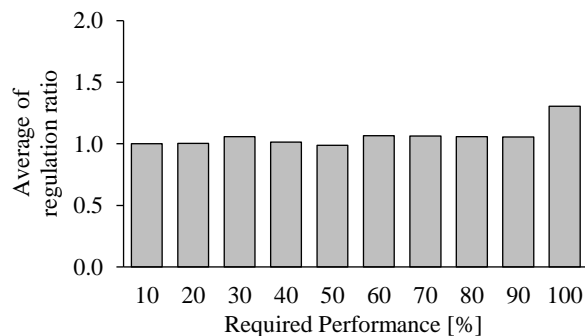


図 2 実 I/O 時間の分布



(A) 従来方式



(B) 提案方式 (過去 10 回の実 I/O 時間の平均値を採用)

図 3 平均の調整精度

5. おわりに

仮想計算機における入出力性能の調整法の評価を述べた。仮想計算機では実 I/O 時間が大きく変動するため、過去の平均の実 I/O 時間を用いることで、この影響を除き、高い精度で入出力時間を調整できる。

残された課題として、多数のプロセスが走行する場合の評価がある。

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,” 電子情報通信学会論文誌(D), Vol.J103-D, No.03, 2020.