

B-033

Apache サーバの実行中ライブラリに対する入替えの評価

Evaluation of Replacing for Running Library Program of Apache Server

西野裕一† 谷口秀夫†
Yuichi Nishino Hideo Taniguchi

1. はじめに

計算機によるサービスは、さまざまな場面で提供されるようになった。また、これらのサービスの実現にはソフトウェアが深く関与している。このため、ソフトウェア保守作業では、サービスを一時停止させる必要がある。しかし、24時間連続でサービスを提供する場合、このような一時停止は好ましくない。このため、動作中のソフトウェアを停止させることなく、その内容を変更する方法[1]が提案されているが、メモリの使用量が増加する問題点がある。我々は入替え前後でメモリ使用量を抑えることが出来る[2][3]を提案し、評価した。

本稿では、実アプリケーションを用いた評価として、Apacheサーバに提案手法を適用した結果を報告する。

2. 入替え法[3]

2.1 基本方式

本入替え方式は、次の処理流れで構成される。動的リンクとオペレーティングシステムを利用して動的リンクライブラリ（以下、LS）の使用状況を監視し、LSの状態把握を行う。LSの状態により、入替え可能か否かを判断する。入替え要求システムコールが発行された時、入替え可能であった場合に入替えを行い、入替え可能でなかった場合は入替え可能になるまで待って入替えを行う。

2.2 入替え要求システムコール

入替え要求システムコールの流れを図1に示す。最初に、旧LS名からファイル識別子を得る。次に、入替え対象LSに対して既に入替え要求処理を行っている場合、その入替え要求処理の終了を待つ（以下、入替え完了待ち処理）。その後、入替え対象LSに対して、入替え可能になるまで待つ（以下、入替え可能状態待ち処理）。入替え可能状態になると、新LSを旧LSへ複写する（以下、LS複写処理）。この入替え可能状態待ち処理とLS複写処理を行っている間、入替え対象LSを参照しようとしたプロセスがあれば、入替え要求システムコール終了時まで一時停止させる。LS複写処理終了後、入替え完了待ち処理を行っているプロセスがあれば、待ちを解除する。また、入替え処理中に入替え対象LSを参照しようとした場合、入替え可能状態を保持するために、プロセスを一時停止させているので、このプロセスの待ちを解除する。

3. Apacheサーバについて

Apacheサーバは、Webページの読み出し要求時の応答時間を短縮するため、複数の子プロセスを起動している。この様子を図2に示す。図2は5個の子プロセスを起動している場合である。各子プロセスは、libapr-0.so.9ライブラリを呼出した状態で要求の到着を待っている。

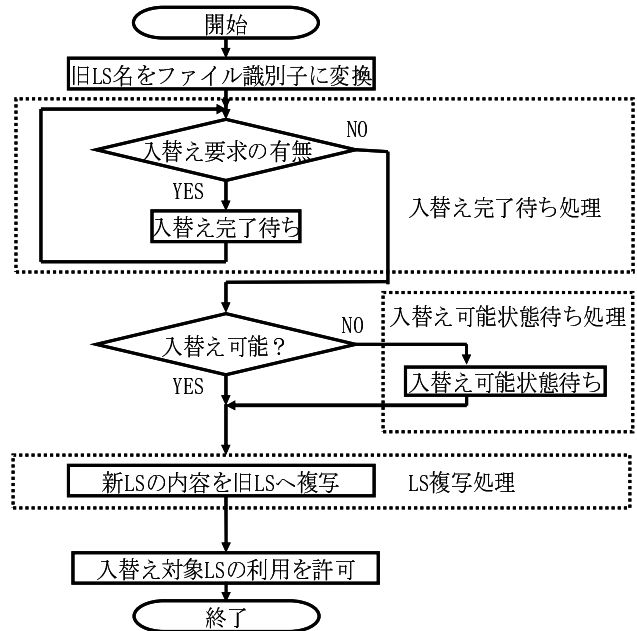


図1 入替え要求システムコールの流れ

4. 評価と考察

4.1 測定の項目と環境

測定では、この libapr-0.so.9 ライブラリ（以下、入替え対象LS）を入れ替える場合について、入替え要求システムコール処理時間と ApacheBench（以下、AB）による応答時間を評価し、考察する。

具体的には、ABを利用して100m秒間隔でWebページを読み出す。利用したWebページは岡山大学大学院自然科学研究科のトップページ（17181bytes）相当である。Apacheサーバの子プロセス数は5個であり、ハードウェアクロックカウンタを利用した。

Apacheサーバは、プロセッサ Celeron2.8GHz、メモリ量 256MB の FreeBSD4.3-RELEASE を基に本入替え機能を有する計算機である。AB搭載計算機は、プロセッサ

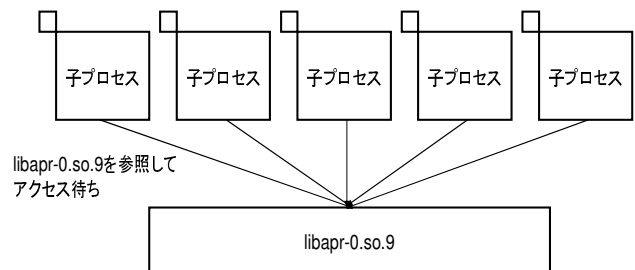


図2 Apacheサーバの子プロセスの様子

† 岡山大学 大学院自然科学研究科

Celeron2.4GHz, メモリ量 765MB の FreeBSD4.3-RELEASE である. 両者を 100Mbps で接続して測定した. なお, 測定では, 入替え前後での LS の内容は同一である.

4.2 入替え要求システムコール

入替え要求システムコールの処理時間を表 1 に示す. 表 1 より以下のことが分かる.

- (1) 入替え要求システムコール全体の処理時間(810ms)は, 入替え可能状態待ち時間(474ms)と LS 情報複写処理時間(315ms)の影響が大きいことが分かる.
- (2) 入替え可能状態待ち時間は 474m 秒である. これは次の理由による. 入替え可能状態になるには, 入替え対象の LS が未使用状態にならなければならない. 子プロセスは入替え対象 LS を呼出中状態としてアクセスを待っている. したがって, アクセスを子プロセスの数分受け取らなければ入替え可能状態にならない. 測定では子プロセス数を 5 個, アクセス間隔 100m 秒であるため, 入替え可能状態待ち時間は, 5 回のアクセスを受け取る時間である 400m 秒~500m 秒になる.
- (3) LS 情報複写処理時間は 315m 秒である. これは, 入替えを行っている LS (大きさ 432KB) の実 DK 入出力の影響と推察する.

なお, 本測定では, 入替え対象 LS に対し, 複数の入替え要求を行っていないため, 入替え完了待ち時間は短い.

4.3 応答時間

応答時間を図 3 に示す. 図 3 は, AB で 100m 秒周期で Web ページを読み出した時, 入替え要求を行った際の応答時間の変遷である. 図 3 より以下のことが分かる.

- (1) 73 番目から 77 番目までは, 応答時間が長く, その値は約 100m 秒減少している. これは, 次の理由による. 72 番目と 73 番目のアクセスの間に入替え要求が行われ, 子プロセスは 5 個であるため, 73 番目から 76 番目までの 4 回のアクセスでは入替え可能状態待ちが発生している. 77 番目のアクセス (5 回目) により入替え可能状態になり, LS 複写処理が開始される. アクセスの間隔は 100m 秒である. 以上のことから, 上記の現象となる.
- (2) 77 番目から 80 番目についても, 応答時間が長く, その値は約 100m 秒減少している. これは, 77 番目のアクセスにより開始された LS 複写処理が 315m 秒要するためである.

以上のことから, Apache サーバにおいて実行中 LS を入れ替える際, サービスの応答時間に与える影響を以下に述べる.

- (1) プロセッサ処理時間は短いため, アクセス要求間隔と実 DK 入出力時間が影響を与える.
- (2) 入替え要求が発生した直後のアクセス要求から, 応答時間に影響が生じる.

表 1 入替え要求システムコールの処理時間

通番	測定項目	処理時間
1	入替え要求システムコール全体	810m 秒
2	入替え完了待ち時間	0.251 μ 秒
3	入替え可能状態待ち時間	474m 秒
4	LS 複写処理時間	315m 秒

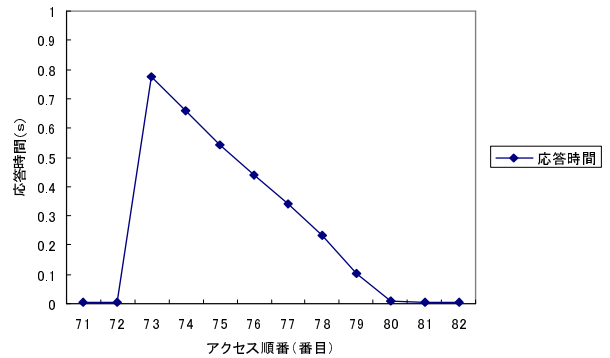


図 3 応答時間

- (3) 応答時間の影響は, 最初に影響を受けたものが最も大きく, 影響の程度は単調減少する.
- (4) 応答時間の最大遅れ時間 T は, 子プロセス数 N の時に, 入替え要求後に N アクセスが要求されるまでの時間 $T1(N)$, および入れ替える LS (大きさ S) を DK 内で複写する時間 $T2(S)$ の和($T=T1(N)+T2(S)$)である.
- (5) 応答時間に影響が生じる時間は, 応答時間の最大遅れ時間 T 相当である.

5. おわりに

動的リンク機能を利用した実行中プログラムの部分入替え法について Apache サーバを用いた評価を報告した. この結果から, Apache サーバが使用する入替え対象 LS を入れ替える時のオーバーヘッドは, 子プロセス数分のアクセスが要求される時間と入替え対象 LS の大きさに依存することが分かった. 子プロセス数分のアクセスが要求される時間は, 入替えを行うユーザが行うことによって, 影響を小さく出来ると考えている. つまり, 入替えの時間は実質入れ替えられる LS の大きさに依存すると考えることが出来る. したがって, 本測定で用いた入替え対象 LS の入替え時間は約 315m 秒近くに短縮出来る. この時間は入替えの利便性から考えて影響は小さい.

残された課題として, Apache サーバ以外のサービスでの評価がある.

謝辞 本研究の一部は, 科学研究費補助金基盤研究 (B) (課題番号: 18300010) による.

参考文献

- [1] Iulian Neamtii, Michael Hicks, Gareth Stoye, Manuel Oriol, "Practical Dynamic Software Updating for C*," Proceedings of the 2006 ACM SIGPLAN conference on Programming language design and implementation pp 72-83, June 2006.
- [2] 山本敦, 谷口秀夫, "動的リンク機能を利用した実行中プログラムの部分入替えにおけるプログラム状態把握法," 信学論 (D-I), vol. J88-D-I, no. 4, pp. 800-812, April 2005.
- [3] 吉原隼人, 谷口秀夫, "動的リンクライブラリの実行中入替えを可能にする基本機構," 情処研報, 0S-97, pp. 25-32 (2004).