2H-03

マイクロカーネルOSにおけるNICドライバプロセスの入替え性能の比較

澤田 淳　　山内 利宏　　谷口 秀夫
岡山大学大学院自然科学研究科

1　はじめに

OS 機能の不具合への対処や機能向上において，計算機の提供するサービスの停止を抑制し，動作中のプログラムを変更できる機能が有効である．本稿では，マイクロカーネル構造を有する MINIX3[1] と ***AnT*** オペレーティングシステム [2] について，データ送信中の NIC ドライバプロセスの入替え，特に新 NIC ドライバプロセス生成時の実 I/O 時間を含む場合について，評価結果を報告する．

2　OS サーバ入替え機能

OS サーバ入替えの処理流れを図 1 に示す．

MINIX3 の入替え要求は，Reincarnation Server（以降，RS サーバ）への依頼として発行され，入替え処理は，入替え要求プロセス，RS サーバ，Data Store サーバ（以降，DS サーバ），旧 OS サーバ，および新 OS サーバの 5 つのプロセスによって行われる．入替え要求プロセスが行う処理は，以下の 3 つである．

（処理 1）OS サーバプログラムのファイル形式の確認（OS サーバプログラムの読み込み）
（処理 2）OS サーバの設定ファイルの読み込み
（処理 3）入替え要求の発行

また，RS サーバが行う処理は，以下の 4 つである．

（処理 1）新 OS サーバの生成と起動
（処理 2）新旧 OS サーバ間での OS サーバの内部状態に関する情報（以降，状態情報）の引き継ぎ
（処理 3）旧 OS サーバの保持する依頼に関する情報（以降，依頼情報）の引き継ぎ
（処理 4）旧 OS サーバの終了

なお，状態情報は，DS サーバを介して引き継ぎ，依頼情報は，旧 OS サーバの依頼情報を新 OS サーバに複写することで引き継ぐ．

AnT の入替え要求は，入替え要求システムコールとして発行され，入替え処理は，入替え要求プロセス，旧 OS サーバ，および新 OS サーバの 3 つのプロセスによって行われる．入替え要求プロセスが行う処理は，以下の 5 つである．

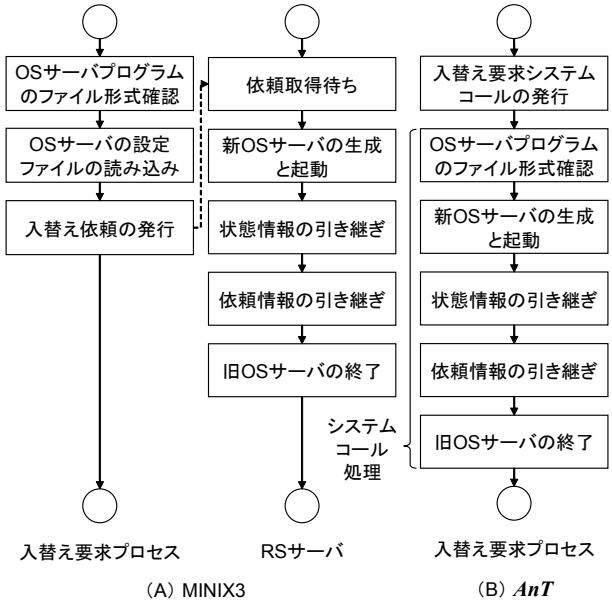

図 1　OS サーバ入替えの処理流れ

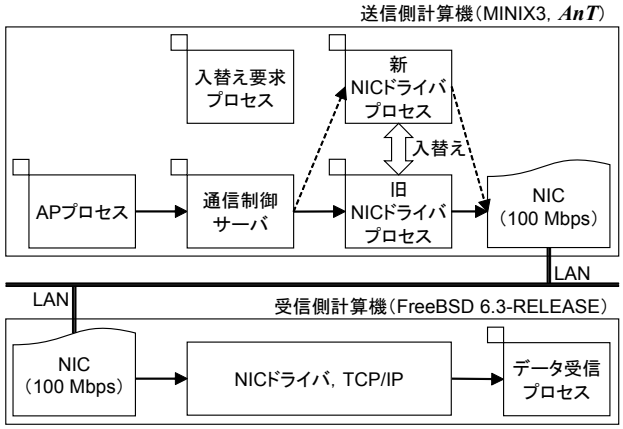

図 2　評価した OS サーバ入替えの処理

（処理 1）OS サーバプログラムのファイル形式の確認（OS サーバプログラムの読み込み）
（処理 2）新 OS サーバの生成と起動
（処理 3）新旧 OS サーバ間での状態情報の引き継ぎ
（処理 4）旧 OS サーバの保持する依頼情報の引き継ぎ
（処理 5）旧 OS サーバの終了

なお，新旧 OS サーバ間での状態情報と依頼情報の引き継ぎは，プロセス間での共有領域を用いて複写レスで行う．

Comparison of Replacement Performance of NIC Driver Process in Microkernel OSes
Jun Sawada, Toshihiro Yamauchi, Hideo Taniguchi
Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

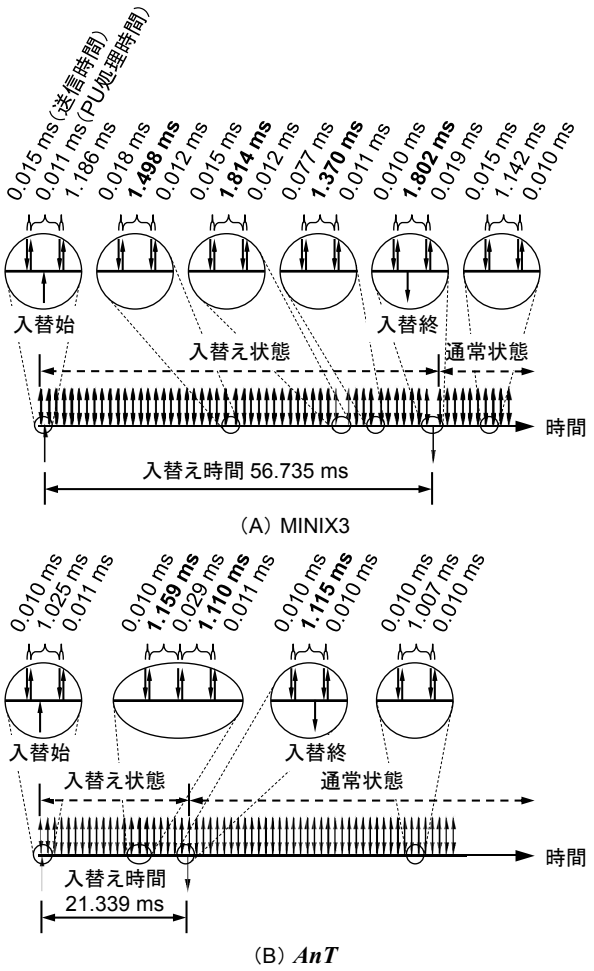

図 3　入替え処理とデータ送信処理の時間

3　評価

3.1　内容

評価した OS サーバ入替えの処理を図 2 に示す．

入替え要求から終了までの時間（以降，入替え時間），および AP プロセスのデータ送信処理の時間を評価した．なお，データ送信処理は，PU 処理（1 ms）と送信処理を繰り返す処理である．PU 処理は，変数のインクリメントを繰り返すプロセッサ処理とした．また，送信処理は，通信制御サーバへの処理要求から終了までの処理であり，Linux でのソケットへの write 処理に相当する．具体的には，TCP/IP 通信による 1024 bytes の送信処理とした．

測定には，Intel Core i7（3.2 GHz，1 コアのみ使用），Realtek 8139 PCI Ethernet Card（100Mbps），および TOSHIBA DT01ACA050（SATA 6 Gbit/s，7200 rpm）を搭載した 2 台の計算機を使用した．また，データ送信処理中の任意の契機に NIC ドライバプロセスを 1 回入替えた．

3.2　考察

入替え処理とデータ送信処理の時間を図 3 に示す．

入替え時間について，以下のことがわかる．

（1）***AnT*** の入替え時間は，21.339 ms である．その大半は，入替え処理における新 NIC ドライバプロセス（プログラムサイズ：30 KB）の生成時間であった．

（2）MINIX3 の入替え時間は 56.735 ms であり，***AnT*** に比べて 35.396 ms（＝ 56.735 − 21.339）長い．これは，プロセス生成に加え，NIC ドライバプロセスの設定ファイルの読み込みや RS サーバ，DS サーバに対する依頼の授受が発生するためである．なお，***AnT*** の NIC ドライバプログラムのサイズを MINIX3 と同じく 67KB とした場合，***AnT*** の入替え時間は 23.797 ms であった．このため，MINIX3 の場合，NIC ドライバプログラムのサイズが入替え時間に与える影響は大きくない（全体の半分以下）．

データ送信処理について，以下のことがわかる．

（1）送信時間は，MINIX3，***AnT*** ともに入替えの有無によらず 0.01 ms 程度で一定である．これは，送信処理に比べて PU 処理が長いため，送信処理中に入替え処理が行われなかったためである．

（2）PU 処理時間は，入替えを行わない場合の時間に比べ 1 割以上増加した箇所が複数ある．MINIX3：4 箇所，***AnT***：3 箇所である．また，増加時間の総和は，MINIX3：2.040 ms，***AnT***：0.366 ms である．MINIX3 の増加箇所の数と増加時間の総和が大きい理由は，MINIX3 の入替え時間における PU 処理が ***AnT*** より長いためである．

なお，同様の測定を 10 回行った時，入替え時間は，MINIX3：50 ms〜60 ms，***AnT***：19 ms〜25 ms であった．しかし，送信処理中に入替えは発生せず，PU 処理中に入替えが発生しても，PU 処理の増加時間は 1 ms 以下であった．したがって，いずれの OS においても入替えが PU 処理に与える影響は小さいといえる．

4　おわりに

MINIX3 と ***AnT*** について，NIC ドライバプロセスの入替え性能を比較した．MINIX3 の入替え時間は，NIC ドライバプロセスの設定ファイルの読み込みや RS サーバ，DS サーバに対する依頼の授受により，***AnT*** の入替え時間に比べて 35.396 ms 長くなることを示した．いずれの OS においても入替えが PU 処理に与える影響は小さいことを示した．

参考文献

[1] Andrew S. Tanenbaum, Jorrit N. Herder, and Herbert Bos：Can we make operating systems reliable and secure?, IEEE Computer Magazine, Vol.39, No.5, pp.44–51 (2006).

[2] 岡本 幸大, 谷口 秀夫：***AnT*** オペレーティングシステムにおける高速なサーバプログラム間通信機構の実現と評価, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J93-D, No.10, pp.1977–1989 (2010).

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.