

パケット受信処理の再現

2015/5/14

藤田将輝

1 はじめに

本デバッグ支援環境において、擬似パケットを正常に処理できることを示すため、本資料では、変更の加えられていない NIC ドライバで破棄されずに上位層に送られるパケットを複製し、Mint を用いてこれを処理させることでパケット受信処理を再現したことを記述する。まず、2 台の計算機を用いて、一方の計算機から他方の計算機へ UDP パケットを送信する。この際、受信側の NIC ドライバ中で受信したパケットをキャプチャする。キャプチャしたパケットの内容を複製し、パケットを作成する。ここで、Mint を用いて 2 つの OS を動作させる。一方の OS は作成したパケットを Mint の共有メモリに配置し、IPI を他方の OS が占有するコアへ送信する。他方の OS が占有するコアが IPI を受信すると配置したパケットに対し、パケット受信割り込み処理を行う。これらの処理によりパケット受信処理の再現を行う。また、本資料中のパケット受信処理とは NIC ドライバがパケットをソケットバッファに格納し、アプリケーション層まで送る処理とする。

2 パケットのキャプチャ

本実験では正常に処理されるパケットを複製し、これを IPI を契機として NIC ドライバに処理させることでパケット受信処理を再現する。本章ではパケットのキャプチャ方法について説明する。一方の計算機から他方の計算機へ「Recieved Message」というメッセージを含んだ UDP パケットを送信する。受信側の計算機で受信したメッセージを標準出力に出力するプログラムを動作させ、「Recieved Message」と表示されることを確認した。この際、受信側計算機上で動作する NIC ドライバに、送信側計算機の MAC アドレスからのパケットであれば、このパケットを指定したアドレスが指すメモリに配置する操作を追加した。配置されたパケットの内容をカーネルのメッセージバッファに格納し、内容を確認した。確認した内容からパケットを作成した。また、NIC ドライバはパケットの受信処理を行う際、受信ディスクリプタという受信したパケットと受信バッファの情報を保持する構造体を参照し、この情報からパケットを処理する。パケットの受信処理を再現するには、この受信ディスクリプタの内容も必要である。このため、受信ディスクリプタの内容も複製した。

3 パケット受信処理再現の構成

本章では、パケットの受信処理を再現する際の構成について説明する。Mint を用いて 2 つの OS を動作させる。NIC の動作を再現する OS と、パケット受信処理を再現する OS である。これらの OS、複製したパケット、および複製した受信ディスクリプタを用いてパケット受信処理を再現する。NIC の

動作を再現する OS は以下の機能を持つ．なお，以下の機能は全て 1 つのシステムコールによって実現している．

- (1) パケットを Mint の共有メモリに配置する機能
- (2) 受信ディスクリプタを共有メモリから取得し，更新する機能
- (3) 自身のもつコアから指定したコアへ IPI を送信する機能
- (4) 指定した間隔で指定した回数以上の機能を実行する機能

パケット受信処理を再現する OS は NIC を保持し，以下の機能を持つように NIC ドライバを改変している．

- (1) NIC ドライバの初期化処理中で Mint の共有メモリを NIC の受信バッファとする機能
- (2) 受信ディスクリプタが示す受信バッファのアドレスを Mint の共有メモリとする機能
- (3) 受信ディスクリプタを Mint の共有メモリに配置する機能
- (4) 一方の OS から送信された IPI によってパケット受信割り込み処理が動作する機能

4 パケット受信処理の再現

3 章で示した環境を用いて，パケット受信処理を再現する．本章では，パケット受信処理の再現の流れと結果について説明する．パケット受信処理の再現の流れを以下に示す．

- (1) NIC の動作を再現する OS は，複写したパケットを Mint の共有メモリに配置する．
- (2) NIC の動作を再現する OS は，Mint の共有メモリから受信ディスクリプタを取得し，キャプチャした受信ディスクリプタの内容に更新する．
- (3) NIC の動作を再現する OS は，自身の占有するコアへ IPI の送信要求を発行する．
- (4) 要求を受けたコアは指定されたコアへ IPI を送信する．
- (5) 指定されたコアが IPI を受信すると，割り込みハンドラとして，NIC ドライバのパケット受信割り込み処理が動作する．
- (6) (1) で配置したパケットが処理され，ソケットバッファに格納される．
- (7) ソケットバッファが上位層に送られる．

以上の操作を行い，2 章で示したものと同一プログラムを動作させると，「Recieved Message」と出力された．これにより，パケット受信処理を再現できたことを確認した．

5 今後の課題

今後の課題として，以下の課題が考えられる．

- (1) 任意のサイズと内容のパケット作成
- (2) 短い間隔かつ連続でパケットを処理させた際に正常に処理できる間隔の限界の調査

(3) 実際の NIC を用いた際と本環境を用いた際の最大通信量の比較

6 おわりに

本資料では、正常に処理されるパケットを複製し、本環境で処理させることで、パケットの受信処理を再現できることを示した。これにより、本環境において NIC ドライバのパケット受信割り込み処理を再現できることを示した。今後は、5 章の課題について取り組む。