

デバッグ支援機構の実装

2015/6/10

藤田将輝

1 はじめに

本資料では、山本が作成していたデバッグ支援機構のコードに機能を追加、および改変し、デバッグ支援機構が動作したことを示す。山本が作成していた機能として、IPI の送信機能とインターバルの生成機能がある。自身が追加した機能として、パケットを配置する機能と受信ディスクリプタを更新する機能がある。また、改変を行った機能としてインターバルを作成する機能がある。パケットを作成する機能については完了していない。このため、パケットの構造を調査し、この機能を実装する。

2 デバッグ支援機構

2.1 デバッグ支援機構の処理流れ

本デバッグ支援環境では、NIC を用いず NIC の割り込み処理を再現するため、NIC の動作を再現するデバッグ支援機構を実装する。デバッグ支援 OS から任意のタイミングで割り込みを発生可能にするため、デバッグ支援機構はデバッグ支援 OS のシステムコールとして実装する。デバッグ支援機構の動作を 1 以下に示し、説明する。

- (1) デバッグ支援 OS 上で動作するプロセスがデバッグ支援機構として実装したシステムコールを発行する。
- (2) デバッグ支援機構が NIC ドライバに処理させるパケットを作成する。
- (3) デバッグ支援機構が作成したパケットを Mint の共有メモリに配置する。
- (4) デバッグ支援機構が Mint の共有メモリに配置された受信ディスクリプタを更新する。
- (5) デバッグ支援機構がデバッグ支援 OS が占有するコアへ IPI の送信要求を発行する。
- (6) 指定されたインターバルを作成する。

2.2 機能

2.1 節の処理流れを実現するため、以下の機能を実現する必要がある。

- (機能 1) パケットを作成する機能
- (機能 2) パケットを Mint の共有メモリに配置する機能
- (機能 3) 受信ディスクリプタを更新する機能
- (機能 4) 指定したコアへの IPI 送信要求を発行する機能
- (機能 5) インターバルを作成する機能

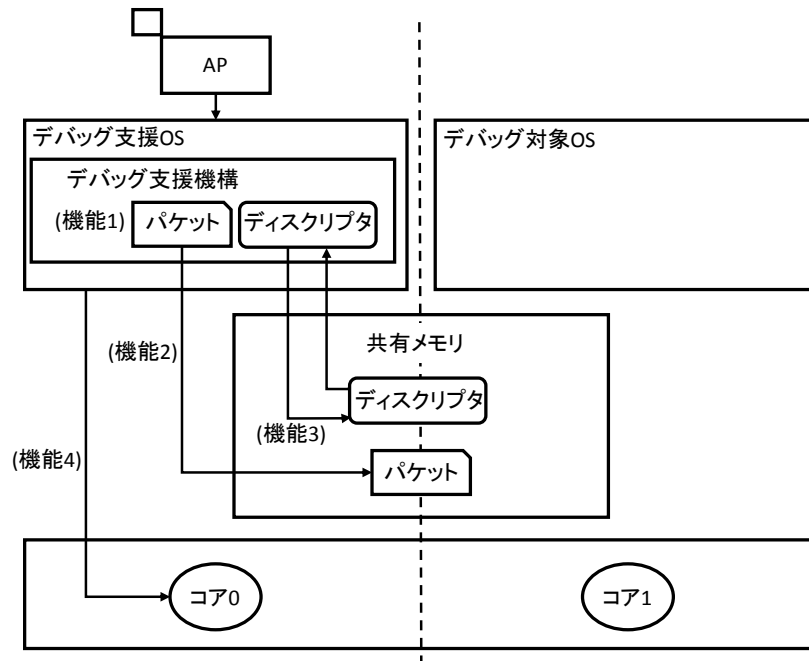


図 1 割り込みがコアに通知されるまでの処理流れ (IPI)

3 山本が実装した機能

山本が実装していた機能は (機能 4) と (機能 5) である．それぞれについて以下で説明する．

(機能 4) 指定したコアへの IPI 送信要求を発行する機能

`apic_icr_write()` によって，IPI 送信用のレジスタである Interrupt Command Register(ICR) に値を書き込むことで IPI を送信する．この際，引数に送信先のコア ID とベクタ番号を指定する．これにより，NIC ドライバの割り込みハンドラが動作し，パケット受信割り込み処理を開始する．

(機能 5) インターバルを作成する機能

`udelay()` 関数を用いて，インターバルを実現している．しかし，`udelay()` では実際はズレが発生する．このため，より正確なインターバルを実現する必要がある．

4 藤田が実装した機能

3 章の山本が作成したコードに藤田が機能を追加した．追加した機能は (機能 1)，(機能 2)，および (機能 3) である．また，山本が実装していた (機能 5) を改変した．追加と改変を行った機能について以下で説明する．

(機能 1) パケットを作成する機能

UDP パケットを作成する機能を作成した．しかし，現在はパケットの構成とヘッダの内容をうまく構成できていない．このため，デバッグ対象 OS で動作する NIC ドライバが配置されたパ

ケットを正常に処理できていない．パケットの構成とそのヘッダの内容を検討する必要がある．

(機能 2) パケットを Mint の共有メモリに配置する機能

memcpy() により，作成したパケットを Mint の共有メモリに配置した．現在は 1 つの割り込みに 1 つのパケットのみを配置し，処理させる．

(機能 3) 受信ディスクリプタを更新する機能

NIC ドライバが共有メモリに配置した受信ディスクリプタをデバッグ支援機構が取得し，更新する機能を実装した．受信ディスクリプタの受信状態を表すビットを立てることにより，NIC ドライバがパケットの受信処理を行う．

(機能 5) インターバルを作成する機能

udelay() 関数はズレが生じるため，for 文で指定したクロック数が経過するまでループさせ，正確なインターバルを実現した．

5 動作確認

作成したデバッグ支援機構の動作確認の手順を以下に示す．

- (1) Mint を用いてデバッグ支援 OS とデバッグ対象 OS を起動する．
- (2) デバッグ支援 OS で NIC を起動する．この際，動作させる NIC ドライバは以下の改変を加えている．
 - (A) 指定されたベクタ番号により動作する割り込みハンドラを追加登録している．
 - (B) Mint の共有メモリに受信バッファを作成する．
 - (C) Mint の共有メモリに受信ディスクリプタを配置する．
- (3) デバッグ支援 OS 上でデバッグ支援機構を呼び出すプロセスを動作させる．

これにより，デバッグ対象 OS の NIC ドライバの割り込みハンドラが動作した．また，割り込みハンドラの処理中で，共有メモリからパケットを取り出し，ソケットバッファに格納していることを確認した．これらから，(機能 2)，(機能 3)，および (機能 4) を実現できていることを確認した．しかし，(機能 1) において，パケットの構成とその内容を正常に構成できていないことが考えられるため，ユーザ空間にパケットを送信できていない．

6 課題

今後の課題として，(機能 1) パケットの作成を実現することである．パケットのプロトコルは UDP としている．最終目標は，ユーザが IP アドレス，ポート番号，サイズを指定し，パケットを作成する機能を実装する．現在は正常に処理されるパケットをキャプチャし，キャプチャしたパケットを NIC ドライバに処理させることでユーザ空間にパケットを送信できている．キャプチャしたパケットの情報からヘッダの情報を確認し，正常に処理されるパケットを作成する機能を実装する．

7 おわりに

本資料では、デバッグ支援機構の実装と動作について述べた。今後の課題として、UDP パケットを作成する機能を実装を行う。