

SEGÉDLET

A „TTMER102” - FPGA-alapú hálózati eszközfejlesztés című méréshez

Készült:

A Távközlési és Médiainformatika Tanszék Távközlési mintalaboratóriumában

2017. április

A mérést és segédanyagait összeállította:

Kovács László, Nagy Balázs, Tóthfalusi Tamás és Varga Pál

1. A mérés célja

A mérés során betekintést szeretnénk nyújtani az FPGA alapú eszközök működésébe, és bemutatunk néhány olyan problémát, amit ilyen eszközökkel viszonylag egyszerűen meg lehet oldani.

Az IP hálózatokban sok olyan feladat merül fel, amelyeket nagyobb adatsebességek esetén szoftveresen már nem tudunk hatékonyan kezelni, azonban célhardverekkel, vagy programozható hardver-áramkörök segítségével egyszerűen áthidalhatók.

Ilyen pl. az Ethernet keretek végén található 32 bites checksum-mező értékének kiszámítása, amit már a hagyományos PC-k esetén is a gépben található hálózati csatoló végez, az operációs rendszer és a felhasználó már csak az ellenőrzésen átesett, helyes adatokat kapja meg.

A mérés során a BME-n fejlesztett GPLANAR-110T, FPGA alapú hálózati illesztőkártyát fogjuk használni, illetve az egyes feladatokat ezen az eszközön kell megoldaniuk a hallgatónak a kiadott alap-firmware módosításával.

2. A mérés során felhasznált eszközök

Hardver eszközök:

- Labor PC (2db): a PC-k közül az egyik az FPGA-kártyát és a hozzá kapcsolódó JTAG-programozót tartalmazza, míg a másik gépet forgalom generálására és fogadására használjuk
- GPLANAR-110T FPGA-alapú hálózati illesztőkártya
- 2db 1Gb-es rezes SFP modul a GPLANAR-kártya ethernet hálózatra csatolásához
- Xilinx-kompatibilis JTAG-programozó eszköz
- Ethernet switch, illetve UTP kábelek, amik a PC- illetve a GPLANAR kártya közötti hálózati kapcsolatot biztosítják

Szoftver eszközök:

- A labor PC-ken Debian-Linux operációs rendszer fut
- Xilinx ISE (14.7): az FPGA-firmware fejlesztéséhez szükséges programcsomag
- Xilinx Impact: az FPGA-firmware feltöltéséhez szükséges program (ISE csomag része)
- Wireshark: a GPLANAR-kártya által kibocsátott keretek vételéhez
- tcpdump: ethernet keretek visszajátzására szolgál

3. A hálózati protokollokról

A mérés során az ISO-OSI 7 rétegű hálózati protokollokat leíró ajánlása szerinti működést fogjuk vizsgálni (lásd. TTMER-10), esetünkben a protokoll-stack a következőképpen néz ki:

Layer-1: Fizikai réteg: Ezt a réteget nem vizsgáljuk a mérés során, a GP LANAR kártya, illetve a PC hálózati illesztője elfedi előlünk az átvitel fizikai jellemzőit.

Layer-2: Adatkapcsolati réteg: Esetünkben az Ethernet-MAC réteget jelenti [lényeges mezők: cél MAC cím, forrás MAC cím, Layer-3 protokoll azonosító]

Layer-3: Hálózati réteg: Esetünkben ez az IP fejléceket jelenti [lényeges mezők: Layer-4 protokoll azonosítója, forrás IP cím, cél IP cím]

Layer-4: Szállítási réteg: Esetünkben ez az UDP fejléceket jelenti [lényeges mezők: forrás port, cél port]

A következőkben a mérés során megjelenő adatszerkezeteket mutatjuk meg.

MAC keretfejléc struktúra: (szélesség: 32 bit)

cél cím	
	forrás cím
Protokoll	

IPv4 csomagfejléc struktúra:

Verzió	Fejlécheossz	Típus	Teljes hossz
Azonosító			Flagek + Darabeltolás
Élettartam	Protokoll	Fejléc ellenőrző összeg	
Forrás cím			
Cél cím			

UDP csomagfejléc struktúra:

Forrás port	Cél Port
Hossz	Ellenőrző összeg

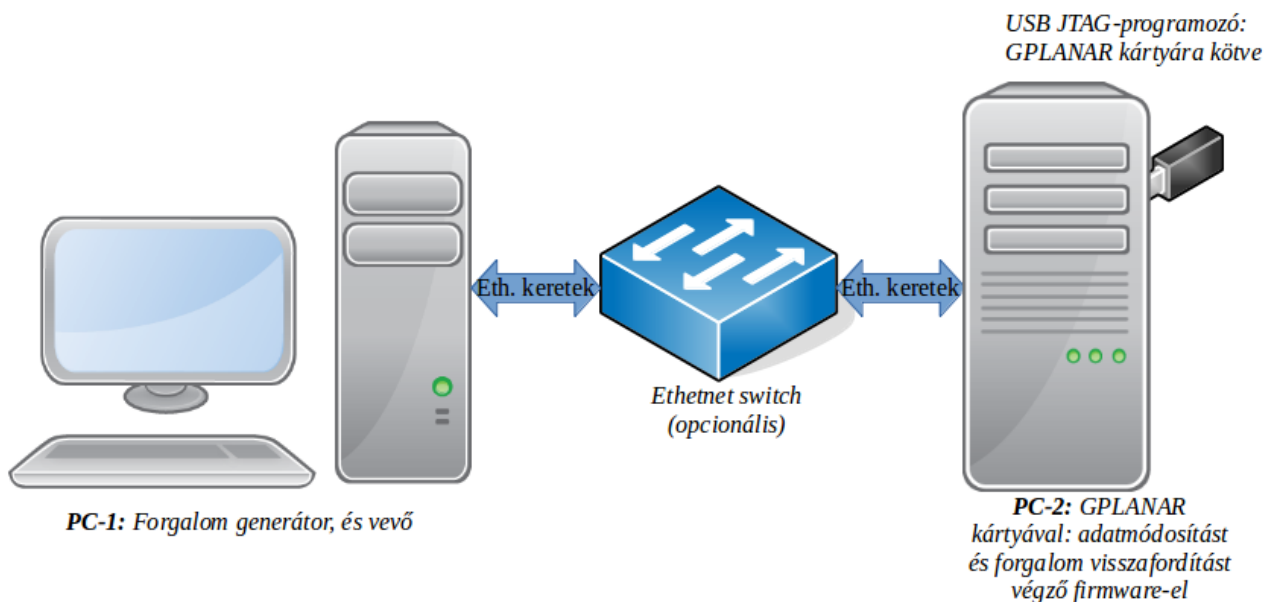
A teljes protokoll-stack a következőképpen néz ki:

MAC fejléc (protokoll = IP)	IP fejléc (protokoll = UDP)	UDP fejléc	Adat (opcionális)
--------------------------------	--------------------------------	------------	----------------------

Wireshark programban vizsgálva:

```
▶ Frame 5: 104 bytes on wire (832 bits), 104 bytes captured (832 bits)
▼ Ethernet II, Src: Cimsys_33:44:55 (00:11:22:33:44:55), Dst: aa:aa:bb:bb:bb:bb (aa:aa:bb:bb:bb:bb)
  ▶ Destination: aa:aa:bb:bb:bb:bb (aa:aa:bb:bb:bb:bb)
  ▶ Source: Cimsys_33:44:55 (00:11:22:33:44:55)
  Type: IP (0x0800)
  Trailer: 000000
  ▶ Frame check sequence: 0x00000000 [validation disabled]
▼ Internet Protocol Version 4, Src: 85.102.119.136 (85.102.119.136), Dst: 17.34.51.68 (17.34.51.68)
  Version: 4
  Header length: 20 bytes
  ▶ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00: Not-ECT (Not ECN-Capable Transport))
  Total Length: 83
  Identification: 0x0003 (3)
  ▶ Flags: 0x00
  Fragment offset: 0
  Time to live: 128
  Protocol: UDP (17)
  ▶ Header checksum: 0x2943 [correct]
  Source: 85.102.119.136.dynamic.ttnet.com.tr (85.102.119.136)
  Destination: 17.34.51.68 (17.34.51.68)
  [Source GeoIP: Unknown]
  [Destination GeoIP: Unknown]
▼ User Datagram Protocol, Src Port: 53714 (53714), Dst Port: 49602 (49602)
  Source port: 53714 (53714)
  Destination port: 49602 (49602)
  Length: 63
  ▶ Checksum: 0x4d6a [validation disabled]
▶ Data (55 bytes)
```

4. A Mérési elrendezés



A PC-1 számítógép végzi a PCAP fájl-ban tárolt, előre összeállított Ethernet-keretek visszajátszását.

A PC-1 és a PC-2-ben lévő GPLANAR kártya a switch-en keresztül, vagy közvetlenül kapcsolódik egymáshoz. A GPLANAR kártyán futó firmware valós időben elvégzi a szükséges módosításokat a vett ethernet kereteken, majd visszaküldi azokat a PC-1-nek. A PC-1-en wireshark segítségével monitorozzuk, és vizsgáljuk a GPLANAR kártya által visszaküldött kereteket.

5. Mérés előkészítése

A mérés előtt kikapcsolhatjuk a PC-1-ben található hálózati kártya IP címét, illetve az ARP-t (címfeloldó protokoll Ethernet hálózatokon). Erre azért lehet szükség, mert a GPLANAR kártya az egyszerűség kedvéért nem végez forrás/célcím ellenőrzést, ezért minden keretre válaszol, nem csak a mérés során visszajátszott forgalomra.

Ehhez nyissunk meg egy terminált, és adjuk ki a következő parancsokat:

a. Rendszergazdai jogosultság elérése (a root, illetve a felhasználói jelszó ismerete szükséges):

```
su
```

vagy:

```
sudo su
```

b. IP cím kikapcsolása, és ARP protokoll kikapcsolása (előtte győződjünk meg arról, hogy a mérés során használt hálózati csatoló neve valóban eth0-e)

```
ifconfig eth0 0.0.0.0  
ifconfig eth0 -arp
```

c. A forgalom visszajátszását a „tcpreplay” nevű programmal végezzük (a sample.pcap fájl tartalmazza a visszajátszandó forgalmat):

```
tcpreplay -i eth0 sample.pcap
```

d. A mérés végeztével a következő parancsokkal állítható vissza újra a hálózati kapcsolatot:

```
ifconfig eth0 down  
ifconfig eth0 up
```