

Personal Stream Tool – mindenkinek
DVB-S-S2-T-T2-C, IP és ASI interfész



A tartalomból:

- HbbTV trükkök
A hibrid televíziózásban óriási potenciál van
- A PCR mérése
A PCR Analyzer modul bemutatása
A PCR mérése az IP átvitel sajátosságaival bonyolítva
Ismeretek azok számára akik többet szeretnének tudni
- Personal Stream Tool mindenkinek
Új PST változatok
- Hibakeresési segédlet IV
A cikksorozat befejező része
- Adatsebesség mérés PST-vel
Mennyi? 30. Mi 30? Mi mennyi?
- PST Extra szolgáltatások-2
Egyidejűleg többszörös felhasználás

CableWorld

hírek

A CableWorld Kft. technikai magazinja
2017. február



Számunk fő témája:

A PCR hiba mérése

64.

HbbTV trükkök

Szakmai titkok a piros gombról

"Gyermekkorunk óta, ahányszor csak meglátunk egy piros gombot, ellenállhatatlan vágyat érzünk, hogy megnyomjuk. Legtöbbször, sajnos, hiába. Most azonban valóra válhat régi vágya! Itt a HbbTV, a televíziózás új dimenziója!"

A szolgáltatás segítségével, a távirányító piros funkciógombjának megnyomásával, akár csatornánként más-más interaktív tartalomhoz juthat a nap huszonnégy órájában!"

Az Antenna Hungária ezzel a szöveggel és az alábbi linken megtekinthető kedves animációs filmmel népszerűsíti a hibrid televíziózást (HbbTV) Magyarországon, mint a MinDig TV kiegészítő szolgáltatását. <http://mindigtv.hu/mindigtv/mindig-tv-plusz>

Annak ellenére, hogy a HbbTV-ben óriási potenciál van, a tartalomszolgáltatók, úgy tűnik, egyelőre nem látnak benne túl nagy fantáziát. Ez egyrészt érthető, hiszen a piackutatások szerint a HbbTV kompatibilis televíziók száma hazánkban még mindig egymillió eladott darab alatt van.

De kinek kell a drága és pontatlan piackutatás, ha a technológia lehetővé teszi, hogy naplózzunk az összes olyan eszköz típusát, firmware verzióját, böngésző típusát és verziószámát, IP címét, MAC címét stb., amit a tesztidőszak alatt bekapcsoltak?! Ráadásul ehhez még a piros gombot sem kell megnyomni.

Ez azt jelenti, hogy ha egy tartalomszolgáltató vagy akár a műsorszórtó kíváncsi rá, hány HbbTV képes eszközön érik el a szolgáltatását, akkor megbízhat egy hibrid televíziózásra specializálódott céget, hogy egy rövid tesztidőszak alatt regisztráljon minden olyan vevőkészüléket, amin megjelenítették az adott tartalmat, miközben a készülék csatlakozott az internethez.

Ahogy korábbi cikkeinkben is leírtuk, ehhez be kell illeszteni egy új hivatkozást (Application Signalling Descriptor) az adott tv-csatorna PMT táblájába, ami a webes tartalom linkjét tartalmazó elemi adatfolyamra (Application Information Table) mutat.

Az AIT tábla szerkesztése egyébként meglehetősen bonyolult, hiszen az internetes linken kívül számos egyéb paramétert is meg kell benne adni (application type, organization id, application id, control code, application profile stb.) mégpedig úgy, hogy szinkronban legyen a honlap paramétereivel. Máskülönben a webes tartalom nem jelenik meg a tévéken.

Visszatérve a statisztikákhoz, a HbbTV szerverrel nem csak a vevőkészülékek paramétereit, hanem az előfizetők tévénézési szokásait is monitorozhatjuk. Ha minden tv-csatornához külön AIT táblát készítünk, ak-

kor gyakorlatilag másodperc alapon naplózhatjuk, hogy az adott készüléken melyik tv-csatornát nézték.

A valós nézettségi adatoktól pedig csak egy lépés a célzott reklám. A reklámblokkokat a műsorosok értékesítik, ahogy a lineáris anyagokhoz kapcsolódó internetes tartalmakat is ők szerkesztik. Éppen ezért a felugró ablakok és az egész képernyőt letakaró videók indítása ütemezhető. Az előfizetők adott esetben észre sem veszik, hogy a reklámidők alatt nem a lineáris adást, hanem a nézettségi adatok alapján direkt nekik szánt hirdetéseket látják.

Ahogy a műsorszórtók jó része sem tudja, hogy a videó, hang, teletext stb. adatfolyamok mellett az egyes tv-csatornához tartozó AIT táblákat is továbbítja. Pedig ha tudná, akkor eszébe juthatna, hogy felugró ablakokkal milyen kényelmes lenne értesíteni az előfizetőit az ÁSZF változásokról, ill. emlékeztetni őket a díjfizetésre. Talán azon is elgondolkozna, hogy vajon mennyivel kevesebb hibabejelentés érkezne, ha szolgáltatás kiesés esetén ki lehetne íratni egy üzenetet a képernyőre.

Az okostévék önmagukban is kínálnak egyfajta interaktivitást, hiszen az újabb típusokon bármilyen weboldal betölthető, viszont a néző ilyenkor elszakad a lineárisan sugárzott tartalmaktól. A hibrid tévénézés előnye, hogy a piros gomb megnyomásával egyszerűen juthatunk tv-csatorna, illetve tv-műsor specifikus információkhoz internetcímeik begépelése nélkül.

Ilyen módon bármilyen műsor interaktívvá tehető. Nem kell mobil a tévés szavazásokhoz, se ahhoz, hogy megrendeljünk egy terméket, ha megtetszett a reklámban. Az alábbi linkre kattintva érdemes megnézni, hogy is néz ez ki a gyakorlatban. A szlovén partnerünk megosztott néhány rövid videót a weboldalán az általa kínált HbbTV alkalmazásokról és interaktív reklám szolgáltatásokról. <http://castoola.com/#recent>

A hibrid televízió ötvözi a klasszikus műsorszórás stabilitását az IP alapú rendszerek interaktivitásával. A videotéka, webrádió, multimédiás műsorújság, pizza rendelés, időjárás előrejelzés és minden egyéb IPTV-s alkalmazás HbbTV-vel is megvalósítható, ráadásul set-top box nélkül. Ez hatalmas előny lehet szállodai televízió rendszerek kialakításánál is, ahol a legnagyobb költséget rendszerint a minden szobában elhelyezendő, speciális szoftverrel működő, drága hoteltévé és set-top boxok jelentik.

A technológia európai térhódítását látva a HbbTV aligha tűnik el a süllyesztőben, mint a 3DTV, hanem a végnapjait élő lineáris televíziózás utolsó esélye lesz.

Baranyai Zoltán

A PCR mérése

A PCR Analyzer modul bemutatása

A digitális televíziótechnika többek között abban különbözik az analógtól, hogy a kép és a hang tömörítése során elszakadunk az időtől. Másként fogalmazva; egy kép vagy hang szakasz tömörítése után egy olyan adathalmaz van a kezünkben, amelynek semmilyen kapcsolata nincs az idővel.

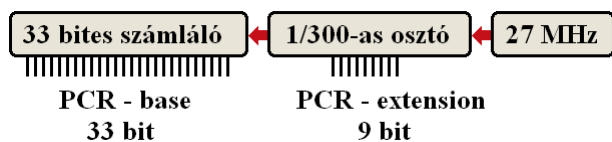
A fényképezés folyamatában hasonló a helyzet. A digitális fényképező a dátum felvitelével kapcsolja az időtengelyhez az eseményt. A mozgó kép esetében a PCR (Program Clock Reference) tölti be ezt a szerepet.

Az IP technológia bevezetése számos területen módosította a korábbi elképzeléseket, ezért ebben a cikkben az elméleti alapok rövid áttekintése után az egyszerűbb kérdésekkel foglalkozunk, és külön cikkben bonyolítjuk a PCR méréseket az IP átvitel sajátosságaiival.

1. A PCR-ről röviden

A PCR egy időbélyeg, amelyet a mozgókép felvétele során azért tesznek az adatfolyamba, hogy a lejátszás során azonos sebességre lehessen állítani az idő múlását. A szabvány megalkotásakor még világszerte analóg vevőkészüléket használtak a megjelenítéshez, ezért a PCR-t két részből rakták össze. A PCR első része (PCR base) a kitömörítést és megjelenítést támogatja, a második része (PCR extension) az analóg PAL jel nagy pontosságot igénylő színsegédvívójának (4,43 MHz \pm 2 Hz) előállítását segíti. Az eredeti elképzelés szerint az analóg technika megszűnésével így a második rész majd egyszerűen eldobható lesz, és nem lesz szükség változtatásokra.

A PCR adatot a tömörítő hardver (encoder) nagy pontosságú 27 MHz-es vezérosszcillátorára kapcsolt számláló szolgáltatja. A 27 MHz-es oszcillátorra kötött 300-as számláló kimenete lépteti az első rész számlálóját, a második részt maga a 300-as számláló szolgáltatja az 1. ábra szerint.



1. ábra

A PCR előállításának menete

A számlálók folyamatosan működnek, az encoder a PCR adatok kiküldésének műveletéhez érkezve egyszerűen csak beszúrja a TS-be a számlálók állapotát. A beillesztés hibája a szabvány szerint nem lehet nagyobb, mint \pm 500 ns.

A vételi oldalon a dekóder feladata egy ugyanilyen felépítésű áramkör működtetése. A lejátszás megkezdésekor a dekóder beírja az éppen beérkező PCR adatot a saját számlálójába, és ezután csak a 27 MHz-es oszcillátorának a lassú fel-le hangolgtatásával gondoskodik arról, hogy a vételi oldal számlálói azonos módon álljanak a küldő oldal számlálóiival.

Megjegyzendő, hogy a küldő oldal időnként egy másik 27 MHz-es vezérosszcillátorra is átkapcsolhat (pl. a stúdióból a közvetítőkocsira kapcsolnak). Ilyen esetekben egy bit jelzi a vevő oldalnak, hogy a számlálókba új adatot kell írni és ezzel folytatni a dekódolási folyamatokat.

2. A PCR jelentősége

Mint láttuk a szabvány \pm 500 ns pontossággal írja elő a beillesztési folyamatot. Sajnos a mai napig ezt az értéket követelik meg a különböző szervezetek, még akkor is, ha ez nem indokolt.

A későbbi jelfeldolgozások hatására, például remultiplexelés a fejállomáson, vagy néhány null packet beillesztése a QAM modulátor bemenetén stb., a packetek kisebb-nagyobb mértékben eltolódnak, így az eddigi \pm 500 ns-on belüli hibák nagyobbá válnak. Az ISO/IEC 13818-9 szabványban olvasható, hogy ezek a másodlagos jelfeldolgozó helyek alacsony jitterűnek számítanak, ha a hiba kisebb, mint \pm 25 μ s, és a dekódereknek e jelekkel még hibátlanul kell működniük.

A fejlesztések során készítettünk olyan áramkört, amelyik törli a 33 bites PCR adat egyik vagy másik bitjét és így idéz elő PCR hibát. A mérések azt mutatják, hogy a túlzottan nagy hibák megzavarják a dekóderek működését, de a kisebb hibákat a dekóderek észre sem veszik. A hibahatár nagymértékben függ a dekóder típusától.

3. Az idő adat kiszámítása a PCR adatból

Mint látni fogjuk, a PCR, pontosabban a PCR hibák mérése nehéz feladat. Első lépésként ki kell gyűjteni a PCR adatokat, majd ezeket idő adattá kell konvertálni a következők szerint:

$$PCR = PCR_{base33} * 300 + PCR_{extension9}$$

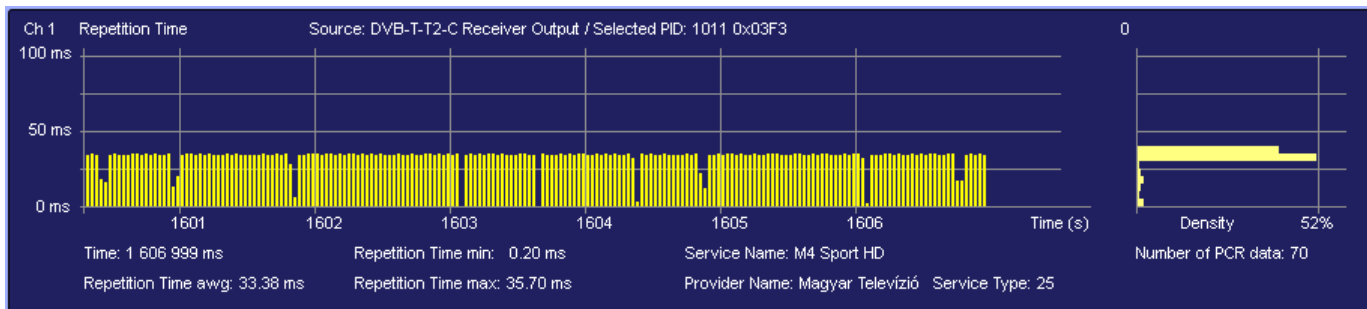
ahol,

PCR az összekapcsolt PCR adat

PCR_{base33} az adaptation fieldből olvasott 33 bites adat

PCR_{extension9} az adaptation fieldből olvasott 9 bites adat

A PCR értéket $1000/27 =$ kb. 37 ns értékkel szorozva egy valós idő adatot kapunk, amely a forrás-oldal bekapcsolása óta eltelt időt mutatja ns-ban.



2. ábra

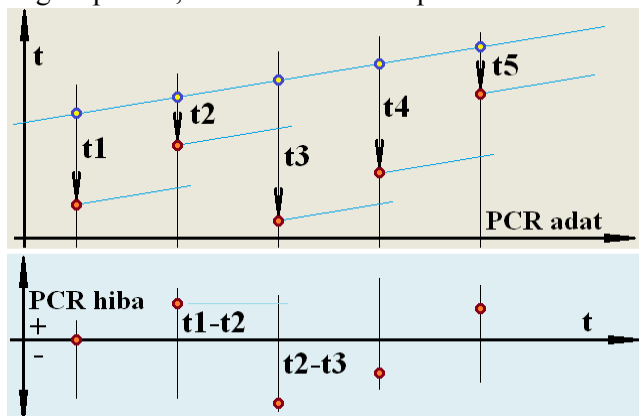
A PCR ismétlődési idő grafikonja a PST-vel mérve

4. A PCR ismétlődési idő mérése

A PCR adatok vizsgálatát a különböző készülékek és szoftverek az ismétlődési idő vizsgálatával kezdik, majd a hardver által lehetővé tett mélységig folytatják az elemzést. A PCR adatok 20 és 100 ms közötti ismétlődési idővel kerülnek beültetésre a transport streambe, így az ismétlődési idő mérése egyszerű feladat. Az adathalmazból különböző stílusú görbék és eloszlásfüggvények rajzolhatók fel. A PST-ben a PCR Analyzer modul az ismétlődési idő grafikonja mellé az eloszlásfüggvényt is felrajzolja, így az egyik budapesti (DVB-T) HD műsor vizsgálata során a 2. ábra szerinti grafikont jeleníti meg.

5. A PCR hibák értelmezése

A PCR hibák vizsgálatához feltétlenül szükséges, hogy a vételi oldalon legyen egy lineárisan változó óra, amelyik igen nagy felbontásban, közel ns-os bontásban, mutatja az idő múlását. A mérés során azt vizsgáljuk, hogy az éppen beérkező PCR adat által mutatott idő mennyiben tér el a lineárisan múló időtől. A 3. ábra felső görbéjén látható, hogy ideális esetben a PCR adatok lineárisan növekedőnek mutatják az idő múlását. A vizsgálati helyre azonban ezek az adatok már kisebb-nagyobb késéssel (t_1 , t_2 ... t_5) érkeznek. A késleltetés abszolútértéke nem megállapítható, ez akár több másodperc is lehet.



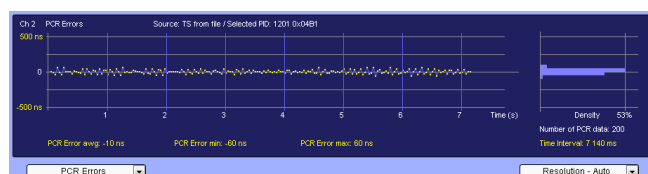
3. ábra

A PCR hiba értelmezése

A PCR mérése során a PCR adatoknak az ideális menettől, a lineárisan növekedő időtől való eltéréseit vizsgáljuk és ábrázoljuk grafikonon (lásd a 3. ábra alsó görbéje).

6. A PCR hibák megjelenítése fájlban tárolt TS-nél

A teljesség érdekében elsőként azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet a PCR hibákat felrajzolni fájlban tárolt TS esetében, amikor a fájl semmilyen idő adatot nem tárol. Elsőként fontos látni, hogy fájlban tárolt TS esetében csak akkor van lehetőségünk a PCR hibák megjelenítésére, ha a rögzített TS állandó adatsebességű, azaz CBR. A DVB-S-S2-T2-C nagyfrekvenciás átviteli láncok adatsebessége szigorúan állandó, így ezek fájlban rögzített kimenőjele a vizsgálathoz tökéletesen megfelel. Mivel időadatra feltétlenül szükség van az idő múlásának egyenletességét a bájtok (pontosabban packetek) áramának egyenletessége fogja adni. Az időadat számszerűsítéséhez kiolvassuk a fájlból a PCR adatsomagok első és utolsó tagját és e kettőből kiszámítjuk a vizsgálati időintervallum nagyságát. Egy 7 másodperces minta esetében az intervallum nagyságára például 7 140 392 682 ns érték adódik, ha elhanyagoljuk azt az esetet, amikor az első és utolsó PCR minta valamilyen mértékben hibás.

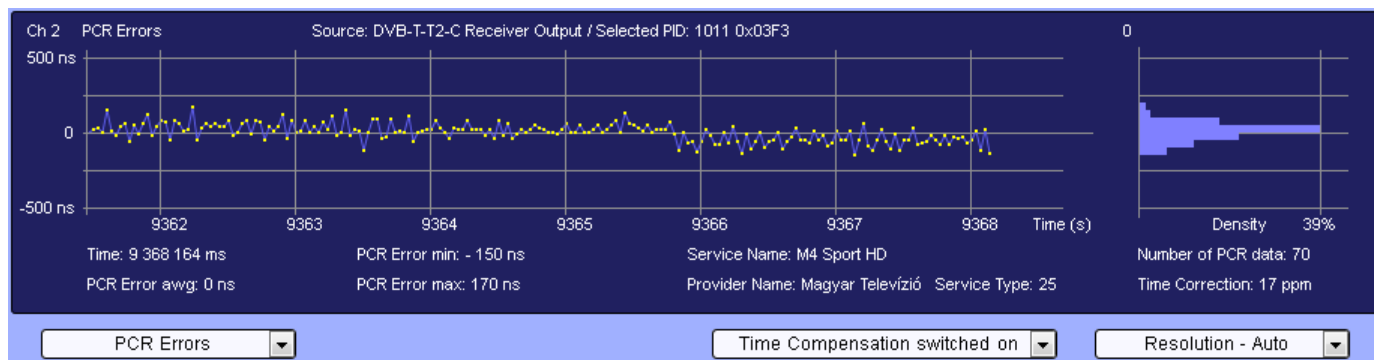


4. ábra

PCR hibák egy fájlból betöltött TS esetén

A 4. ábra egy hihetetlenül szép PCR menetre mutat példát. A 4. ábra készítésekor a fájlból egy DVB-T adó kimenőjét töltöttük be és a PCR hibákat az elmondottak szerint számoltuk. A PST szoftvere Single Application módban nyújt lehetőséget fájlban tárolt TS vizsgálatára.

Ez az a pont, ameddig valamennyi PCR analízátor fejlesztő eljut, mivel eddig semmilyen különleges hardverre nincs szükség, csak szoftvert kell írni.



4. ábra

A PCR hibákat szemléltető mérőlap a PST-ben

7. A PCR hibák mérése

A tényleges PCR hibák a remultiplexelési folyamatokban és az IP átviteli utakon keletkeznek, de ezek a hibák már nem vizsgálhatók az eddig bemutatott módszerekkel, a mérések elvégzéséhez komoly követelményeket kielégítő hardvert kell építeni. A PST-be épített PCR Analyzer modul tervezésénél célunk volt e sokak által jelzett mérés technikai lyuk betöltése, azaz olyan készüléket kívántuk felhasználóink kezébe adni, amely IP környezetben és VBR streamek esetén is lehetővé teszi a PCR alakulásának megbízható vizsgálatát.

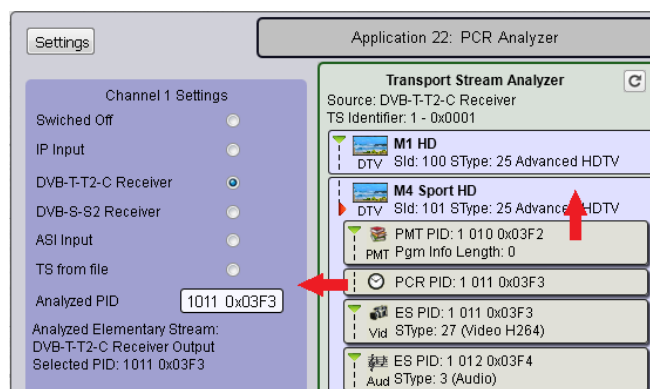
A méréshez olyan hardvert kellett építenünk, amelyik a saját órája szerint képes a packetek érkezési idejét rögzíteni. A Personal Stream Tool új moduljában a 133,333.. MHz-es belső órajelre kötött számláló állapota szolgáltatja az érkezési időt, így a mérőműtől 7,50000 ns felbontású adatokat kapunk. A felbontást nézve ez bőségesen elegendő, ugyanis a PCR csak $1000/27 = 37$ ns-os raszterben változik, azonban mint látni fogjuk a pontosságot illetően igen kemény követelményeket kell még kielégítenünk.

Az FPGA áramkörökkel felépített készülékben a TS packet beérkezésének pillanatában a PCR adatot és a 32 bites számláló állapotát párosítva tároljuk az SDRAM-ban. A kezelőfelület szoftvere ezeket a párosított mintákat olvassa ki és dolgozza fel. A szoftver által előállított mérőlapot a 4. ábra szemlélteti. A PCR vizsgálatának további részleteit már a PST által nyújtott szolgáltatások elemzésével párhuzamosan ismertetjük.

8. A PCR hibák vizsgálata a PST új moduljával

Mint azt korábban bemutattuk a PST szoftvere két különböző szemléltető modulból áll. A PCR analízisa szempontjából a Single Application módot választva teljes mértékben kihasználhatjuk a PCR analízisi lehetőségeket, de emellett más mérés vagy alakítás elvégzésére nincs lehetőségünk. Az Expert View módot választva szabadon mozgathatjuk a PCR modult a 64 be- és a 64 kimenet bármelyikére, így szélesebb körben végezhetünk méréseket.

Mindkét módban a Settings gombra kattintva nyílik meg az a konfigurációs felület, ahol kiválasztható a bemenőjel, majd ezen belül a vizsgálni kívánt elementary stream. Az 5. ábra ebből mutat be részletet.



5. ábra

A műsor nevére kattintva a PCR PID értéke automatikusan íródik a beállítások ablakába

A szolgáltatások közül elsőként ki kell emelni, hogy készülékünk két PCR Analyzer modult tartalmaz, így egyidejűleg két streamet tud vizsgálni, ami igen hasznos az összehasonlításos vizsgálatoknál. A két modul valamennyi beállítása egymástól függetlenül konfigurálható, mintha két mérőműszerünk lenne. Az előzetes felmérések szerint az ismétlődési idő és a PCR hiba egyidejű vizsgálatát, és a két stream PCR hibájának összehasonlítását igénylik leginkább felhasználóink. A PCR ismétlődési idejének mérését 0-100 ms tartományban biztosítja a modul, a min és max értékek, valamint az átlag és az eloszlásfüggvény felrajzolása mellett. A PCR hiba vizsgálatánál ± 500 ns és ± 20 ms között 8 felbontásban van lehetőségünk a vizsgálatra, de élhetünk az automatikus méréshatár beállítás lehetőségével is. A min és a max értékek mellett a PCR hibák eloszlásfüggvénye is látható.

A PCR vizsgálatát a következő oldalon új cikkben folytatjuk azok számára akik további ismereteket kívánnak szerezni a témával kapcsolatban.

Zigó József

A PCR mérése az IP átvitel sajátosságaival bonyolítva

További ismeretek azok számára, akik többet szeretnének tudni a PCR vizsgálatáról

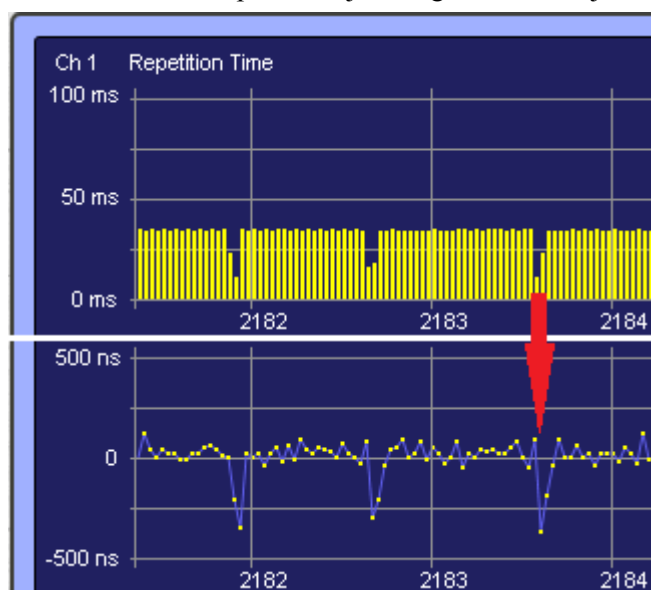
Előző cikkünkben bemutattuk az új PCR Analyzer modulunkat és általános ismereteket adtunk a PCR mérésével kapcsolatban. Ebben a cikkben azok számára kívánunk további ismereteket adni, akik mélyebben érdeklődnek a téma iránt, és komolyabb szakmai ismereteket kívánnak szerezni.

1. A pontosság kérdése a PCR vizsgálatánál

Az előző cikkben láttuk, hogy például 30 ms-os ismétlődési idő esetén a mérőkészülékbe épített órának 30 000 000 ns elteltét kell jeleznie. A PCR 27 MHz-es vezérosszillátora a professzionális stúdiókban 1×10^{-6} , azaz 1 ppm körüli pontosságú. A középkategóriás készülékekben, mint például a PST, a 20...50 ppm-nél pontosabb kristályok alkalmazása az ár és a méret miatt nem jöhet szóba. A PST kristálya 25 ppm-es. A fenti 30 ms-os tartománynál maradva könnyen kiszámítható, hogy már 10 ppm eltérés esetén is 300 ns lesz az eltérés a PCR óra és a mi óránk között.

A korábbi MPEG-2 és -4 encodereknél a PCR beültetése egyenletes időközökkel történt, így a fenti hiba korrigálható konstansként jelentkezett, mondhatjuk, észre sem vettük.

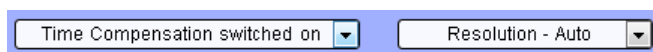
Tapasztaltuk, hogy napjaink bonyolult, statisztikus remultiplexerrel vezérelt HD encodereinél a PCR beültetési idő széles tartományban változik. Ennek következtében a korábbi konstans érték hol kisebb, hol nagyobb zavaró értéként jelentkezik a mérésben. Az 1. ábra montírozott képén ezt a jelenséget szemléltetjük.



1. ábra

A változó ismétlődési idő okozta kiugrások a PCR hibák között

A fejlesztés során kiderült, hogy ezt a „PCR álhibat” csak úgy tudjuk korrigálni, ha a mérőmű frekvenciáját nagy pontossággal ráhúzzuk a PCR óragenerátorára. Megoldásként került a kezelőfelületre a 2. ábrán látható, idő kompenzációt kapcsoló elem, amelyet bekapcsolva a PCR adatcsomag első eleménél a szoftver igyekszik nullára csökkenteni ezt a hibát. A korrekció mértéke a grafikonról leolvasható.



2. ábra

Az idő kompenzáció ki- és bekapcsolását biztosító lenyíló lista.

Kapcsoljuk be az időkompenzációt, ha professzionális rendszerekben nagy pontosságú vizsgálatot kívánunk végezni igen kis PCR hibák környezetében.

Kapcsoljuk ki az időkompenzációt, ha nagyok a PCR hibák, mivel a hibás PCR-hez történő kompenzáció hol fel, hol lefelé húzza a rajzolt görbét.

2. Az átlagos PCR hiba

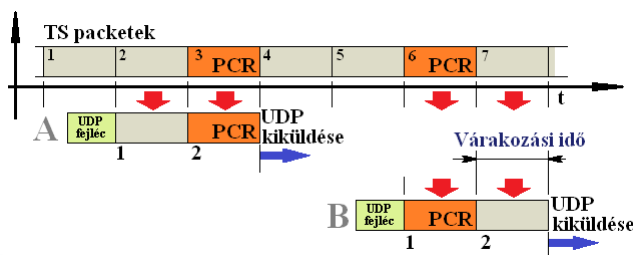
Mint azt előző cikkünkben jeleztük az eredeti PCR-től való eltérés abszolútértéke semmilyen módon nem határozható meg. Annak érdekében, hogy a hibák koordináta rendszerbe rajzolhatók legyenek, elsőként a számtani középértéket kell meghatározni, és ezzel a konstans részt nullára kell csökkenteni. Fejlesztők számára az átlagértékképző modult kikapcsolhatóvá tettük, így a szoftver lehetőséget nyújt a szabályozókörök stabilitásának, lengéseinek stb. vizsgálatára is.

A Time Correction modul bekapcsolása az átlagérték képzést és levonást más úton pótolja, hatása kis PCR hibák esetében azonos.

3. A PCR vizsgálata IP környezetben

Az előző és a mostani cikkünkben is olyan felvételeket mutattunk, amelyeknél a TS packet akadályoztatás, azaz késleltetés nélkül jut a PCR mérő áramkör bemenetére. Az IP átvitel esetében az 1 TS packet/UDP formátum beállításával küldhető a TS packet azonnal a mérő áramkör bemenetére. Fogadjuk el, hogy ilyen esetben a bemutatottakhoz hasonló eredményt kapunk és vizsgáljuk meg a 2 TS packet/UDP formátum esetén előálló helyzetet.

A 3. ábra felül azt szemlélteti, hogy a TS packetek egyenletes ütemben érkeznek az UDP csomagokat előállító modul bemenetére. Az „A” esetben az UDP csomag fejlécének elkészítése után a kettes számú TS packet kerül az UDP fejlécét követő első helyre.



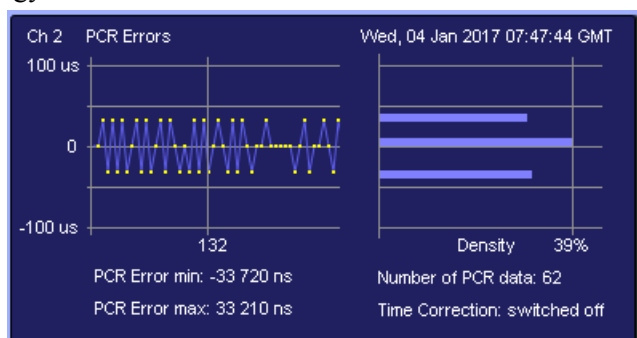
3. ábra

A TS packetek kiküldése az IP hálózatra
2 TS packet/UDP formátum esetén

A PCR adatot hordozó hármasszámú packet „jókor” érkezik, mivel annak beültetése után kész az UDP, ami így azonnal kiküldésre kerül. A „B” esetben a PCR-t hordozó hatos packet azonnal beültetésre kerül az UDP-be, de „nincs szerencséje”, mivel az UDP-ben még van egy szabad hely, így meg kell várnia a következő packet beérkezését és csak ezután kerül az IP hálózatra. Könnyen belátható, hogy várakozási, vagy szakszerűbben késleltetési idő éppen 1 TS packet továbbítási idejével azonos. A cikk készítésénél a DVB-T adás 22,4 Mbit/s sebességű adatfolyamát használtuk, így elsőként számítsuk ki azt, hogy ennél mennyi lesz a várakozási idő. A packet idő nagysága:

$$T_{\text{packet}} = (188 \times 8) / 22,4 \times 10^6 = 67,1 \mu\text{s}$$

Első ránézésre meglepő, hogy a korábban emlegetett 500 ns alatti értékekhez képest ez több mint, két nagyságrenddel nagyobb. Bizonyítsuk elképzelésünk helyességét azzal, hogy megvizsgáljuk a jelenséget a PCR analízátorunkkal is. A kedvezőbb ábraméret érdekében a 4. ábrán a grafikon számunkra érdekes részeit egymás mellé ollóztuk.



4. ábra

A PCR görbe 2 TS packet/UDP formátum esetén

Lehet, hogy többen a késett/nem késett állapotokból két szint megjelenését várták, de mint azt korábban láttuk a hibákat átlagolni kell és így korábban, és később érkezők is lesznek. Az eloszlásfüggvény jól szemlélteti, hogy ebben az esetben a hibák három jellemző érték körül csomósodnak. Mielőtt a cikk olvasását folytatnánk, tegyünk kísérletet a számszerű értékek értelmezésére!

4. A PCR mérő hitelesítése

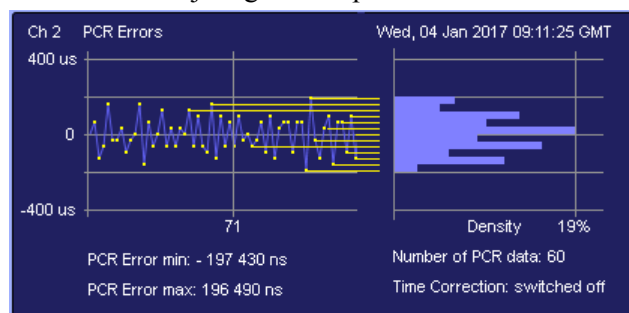
Egy pillanatra sem térünk el a témától, de a vizsgált jelenség kiváló lehetőséget ad egy másik fontos kérdés, a hitelesítés megvilágítására. A PCR Analyzer modul valójában egy újnak számító jellemző mérőműszere, így nagyon fontos kérdés annak eldöntése, hogy valójában jól mér-e, hiteles-e. Mivel a kérdés eldöntésére kalibráló berendezések nincsenek, különböző módszereket kell kitalálni arra, hogy a fejlesztők munkáját ellenőrizzük. Visszatérve a 4. ábrához, számítsuk ki a min és max értékekből meghatározható késleltetési időt.

$$T_{\text{késleltetés}} = 33,21 + 33,72 = 66,93 \mu\text{s}$$

Az eredmény azt mutatja, hogy a számított és a mért érték a hibahatárokon belül azonos, tehát a PCR analízátor helyes értéket mutat.

5. A 7 TS packet/UDP formátum vizsgálata

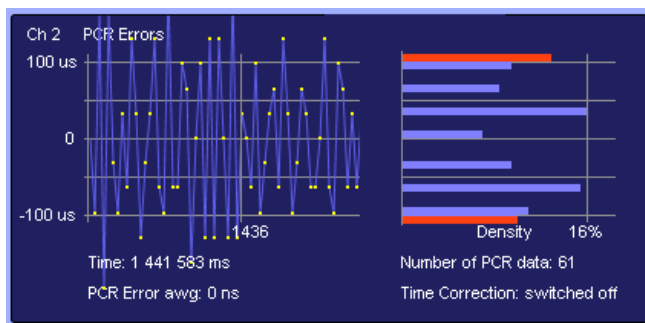
Az IP technológia a gazdaságosság érdekében nem az előbb bemutatott, hanem a 7 TS packet/UDP formátumot használja. Az eddigi jelről maradványként átállítottuk a formátumot és az 5. ábrán megmutatjuk olvasóinknak e formátum jellegzetes képét.



5. ábra

A PCR görbe 7 TS packet/UDP formátum esetén

Vegyük észre, hogy az automata 100 μs -ról 400 μs -ra emelte a méréshatárt. A vízszintes tengely felett és alatt megjelenő 6-6 szintet vízszintes vonalak berajzolásával igyekeztünk kiemelni. A közvetlen összehasonlításra a 6. ábra nagyított képe ad lehetőséget.

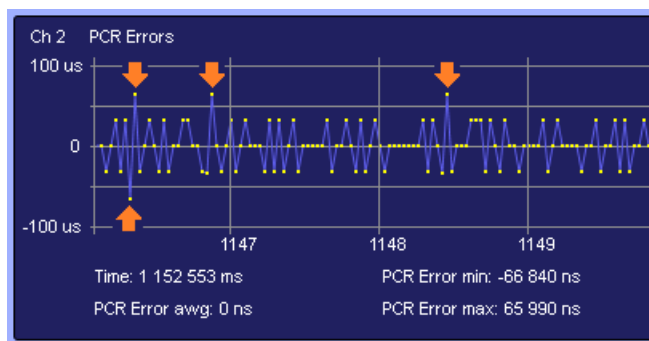


6. ábra

7 TS packet/UDP görbéje nagyított változatban

6. A null packetek eltávolításának hatása

Az IP átvitelnél az adatmennyiség csökkentése érdekében eltávolítjuk a null packeteket, és csak a hasznos packeteket építjük az UDP-be. Bizonyítás nélkül is belátható, hogy 1 TS packet/UDP formátum esetén a null packetek vagy egyéb packetek eltávolításának nincs hatása a PCR menetére. A szemléletesség érdekében most is a 2 TS packet/UDP formátummal kezdjük a jelenség vizsgálatát. A 3. ábránál arról beszéltünk, hogy a PCR-t tartalmazó TS packetnek időnként várakoznia kell az UDP csomagot lezáró packetre. A null packetek eltávolítása esetén ezt úgy kell módosítani, hogy az is előfordulhat, hogy egynél több packet idejéig kell várakozni a kiküldésre, mivel az időközben érkezett packet null packet volt, és beépítés helyett eltávolításra került. Mint azt már sejtjük is, a várakozási idő egy, vagy több packet idejével történő megnövelése újabb szinteket fog megjeleníteni a PCR görbén (lásd 8. ábra).



8. ábra

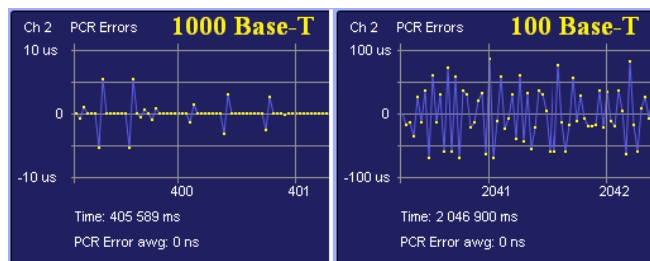
A null packetek eltávolításának hatása a PCR hibákra
2 TS packet/UDP formátum esetén

A 8. ábra felvételén nyíllal jelöltük azokat a helyeket, ahol a null packet eltávolítása új szintet jelentett meg a PCR hibagörbéjén. 7 TS packet/UDP formátumnál a 2×6 szint mellett megjelenő új szinteket már nagyon nehéz észrevenni, azért erről nem mutatunk be felvételt. Természetesen egészen más a helyzet, ha egy streamben valamilyen okból nagyon sok null packet van és ezek eltávolítása kiemelkedően nagy szinteket hoz létre.

7. További hatások elemzése

Az eddigi vizsgálatainkban jól reprodukálható, és számítható eseményekkel foglalkoztunk. A befejező részben a véletlenszerű és nehezen számszerűsíthető eseményeket vesszük szemügyre. Induljunk ki abból, hogy visszatérünk az 1 TS packet/UDP formátumú IP átvitelre, és az 500 ns-os tartományban gyönyörködünk a PCR menetében. A Single Application módról az Expert View módra váltva lehetőségünk nyílik arra,

hogy a PST IP bemenetére más streamet is bekérjünk. Egy másik készülékből ugyanezt a DVB-T adást bekérve nem látunk változást, mivel szinkronban fut a két csatorna. A T adás helyett egy 38 Mbit/s sebességű műholdas adást bekérve (7TS packet/UDP) azonban a 9. ábra szerinti kép jelenik meg.



9. ábra

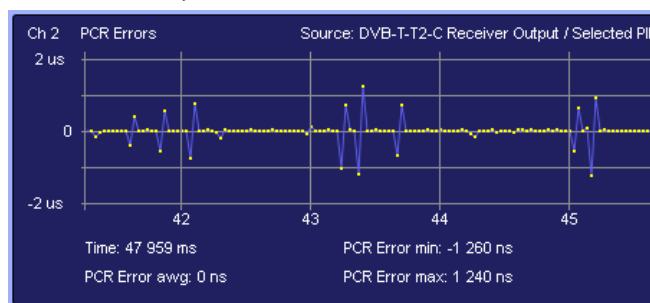
Az UDP packetek ütközésének hatása a PCR-re

A megjelenő hibák okát keresve először határozzuk meg a nagyméretű zavaró UDP packet továbbításának idejét a gigabites hálózaton:

$$T_{UDP/IG} \sim 1400 \text{ bájt} \times 8 \text{ bit} \times 1 \text{ ns} = 11,2 \mu\text{s}$$

Vélhetően már magyarázni sem kell, hogy amikor a PCR-t tartalmazó packetünk egy hajszállal később érkezik az IP bemenetre, mint a 11,2 μs továbbítási idejű UDP, akkor a PCR-t tartalmazó packetnek ennyi ideig várakoznia kell a switch-ben. Egyéb ütközéseknél ez a várakozási idő a 0 és a 11,2 μs között bármennyi lehet, tehát nem szintek, hanem mindenféle értékű hibák alakulnak ki. A jobb oldali képen a 100 Mbit/s switch-csel készített felvétel látható. Itt az értékek tízszeresedtek!

Visszatérve a Personal Stream Tool belső felépítésére elmondjuk, hogy a DVB-T vevő, a sat vevő és az ASI bemenet egy 430 Mbit/s sebességű belső buszra dolgoznak. A buszon egyesével kerülnek továbbításra a packetek, így kisebb mértékben, de itt is fellép a packetek ütközése, mint az a 10. ábrán is látható.



10. ábra

A TS packetek ütközése a PST belső buszán

Bízunk benne, hogy cikkünkben sikerült megmutatni, hogy a PCR mérése milyen bonyolult és összetett téma, és sikerült rávilágítani arra, hogy milyen körülmények között kell eljárnia annak, aki megbízható, a valóságot tükröző méréseket kíván végezni.

Zigó József

Hibakeresési segédlet IV.

Útmutató a megoldáshoz

Cikksorozatunk folytatásaként az időszakos hibák tanulmányozása után az alábbi hasznos tanácsokkal szeretnénk segíteni a hibák forrásainak meghatározásában. Keletkezésük helye szerint a hibák három csoportba sorolhatók: átviteli hibák, készülékek meghibásodásából eredő hibák, valamint transport stream szintű hibák.

1. Átviteli (RF) hiba

Ide sorolandók a rádiófrekvenciás átvitelből adódó hibák, amelyekért a hálózat elemei, illetve esetenként valamilyen külső zavartatás okolható. Ellenőrizendő paraméterek: bithibaarány (BER), modulációs hibaarány (MER), vivő/zaj arány (CNR), ill. konstelláció.

Külső (vagy belső) zavartatásból eredő hiba esetén először is CNR romlik, illetve ebből adódóan a BER értéke nő, ami kép- és hanghibákhoz vezet. Nézzünk utána, van-e zajbetörés a hálózaton, és ellenőrizzük, hogy sávhatárolt jeleket kapcsoltunk-e az összegzőre.

Vegyük figyelembe, hogy a mérőműszerek a QAM csatornák szintjének átlagértékét mutatják, aminél a pillanatnyi értékek akár 10 dB-lel is magasabbak lehetnek. Az erősítők túlvezérlése keresztmodulációt, torzítást, és digitális jeleknél BER növekedést okoz.

2. Készülék meghibásodás, lefagyás

Készülékhibára gyanakodjunk, ha egyszerre több tv-csatorna, azaz egy teljes adatfolyam esik ki. Bár a tartalékolás drága, különösen a mai, erősen integrált fejállomásokon, mégis erősen javasolt. Legalább a rendszer kritikus pontjait biztosítsuk ilyen módon.

3. Transport Stream szintű hiba

Ha az RF átviteli paraméterek tökéletesek, mégis akadozik a kép és/vagy a hang, transport stream szintű hibákat keressünk. A legtöbb kéziműszer a folytonossági hibákat sem mutatja, vagyis a TS szintű hibák felderítésére alkalmatlan. A korábbiakban bemutatott PST-t viszont kifejezetten erre fejlesztettük.

A beépített DVB tunerrel TS szinten ellenőrizhetjük a műholdas, kábeles és földi digitális, az ASI interfésszel pedig az ASI forrásjeleinket. A készülék különlegessége, hogy emellett 64 db IP jelfolyam egyidejű analizálására is képes. A rendszer több ponton való monitorozásával egy esetleges hiba könnyedén behatárolható.

4. A hibakeresés módszere

Alapszabály, hogy a mérések, illetve a hibakeresés során lépésenként haladjunk. Csak akkor lépünk tovább, ha meggyőződünk róla, hogy a legutóbbi változ-

tatás után a rendszer működésében nem történt érdemi változás, és a hibajelenség továbbra is fennáll. A hibakeresést nehezíti, ha a tapasztalt jelenséget nem egy, hanem több probléma együttesen okozza. Tovább bonyolítja a helyzetet, ha a hibajelenség csak időszakosan, naponta, vagy még ritkábban észlelhető. Ilyenkor értelemszerűen hosszabb idejű mérésekre van szükség. A hiba elhárítása akár hetekig is eltarthat.

5. Hibabejelentő kérdőív

Ha nincs automata felügyeleti rendszerünk, akkor egy esetleges szolgáltatáskiesésről jó eséllyel csak az előfizetői hibabejelentések után értesülünk. A hibabejelentések rendszerint pontatlanok és túlzóak, ezért alig-alig segítenek a hiba elhárításában. Természetesen nem várható el az ügyfélszolgálatostól, hogy saját ötletei alapján kérdezze ki az egyébként is felfokozott idegállapotban lévő hibabejelentőt a hiba jellegéről, de egy előre elkészített kérdőívvel segíthetjük a munkáját. A kérdőív segítségével az alábbi információkat célszerű begyűjteni.

a) hibajelenség leírása

Fontos behatárolni, hogy kép- vagy hanghibáról van-e szó. Előfordul, hogy a kettő egyszerre jelentkezik. A videó blokkosodása és a hang akadozása folytonossági hibákra, azaz csomagvesztésekre enged következtetni. Tipikus jelenség még a hang időbeli elcsúszása, ami PCR hibára utal. Ha az idegen nyelvű hangsáv szólal meg alapértelmezésként az előfizető vevőkészülékén egy tv-csatorna alatt, akkor a tévé régió beállításai után a hangsávok sorrendjét érdemes ellenőrizni az adott szerviz PMT táblájában. A táblák szerkesztésénél vegyük figyelembe, hogy egyes vevőkészülékek előnyben részesítik a többcsatornás hangsávokat.

b) a hibajelenség észlelésének időpontja

Elsősorban azt kell tisztázni, hogy időszakos hibáról van-e szó, vagy a hibajelenség a bejelentés ideje alatt is fennáll. Az utóbbi esetben azonnal elkezdhetjük a hiba forrásának behatárolását.

c) a hiba behatárolása

Alapvető információ, hogy a bejelentő melyik tv-csatornákon észlel hibát vagy szolgáltatáskiesést. Ez alapján a forrásjelektől indulva egészen az előfizetői végpontig lépésről-lépésre végigkövethetjük a jel útját. Ha mindent rendben találunk és nem érkeztek további hibabejelentések, valószínűsíthető, hogy a problémát az előfizetői végpont után kell keresni.

Majernik Zoltán

Personal Stream Tool mindenkin

Értékesítőink évekkal ezelőtt jelezték, hogy a kábeltelevíziós piac napról-napra telítettebb a digitális jel-feldolgozó készülékekkel (remultiplexerek, modulátorok stb.), ezért a fejlesztésnek új, várhatóan jövedelmet hozó irányvonalakat kellett megjelölnie.

A fejlesztés és a cég vezetése a mérés technika azon ágát látta célszerűnek megjelölni, amelyik a digitális rendszerek üzemeltetői vonalát támogatja. Az új irányvonal első terméke Personal Stream Tool, vagy röviden PST volt. Túljutva a piaci bevezetésen, az első 100 darab értékesítésén, látni lehet a döntés helyességét. Cikkünkben a termékpalletta szélesítését, az elmúlt év végén megjelent új változatokat mutatjuk be.

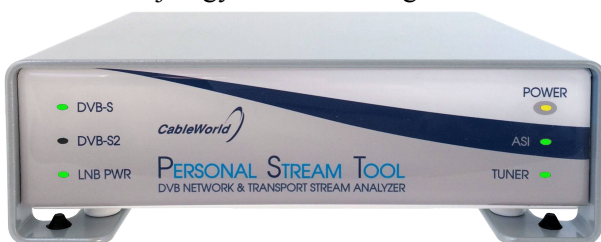
A korábbi fejlesztéseink eredményeinek felhasználásával a PST első változata DVB-T-T2-C vevőt és ASI interfészt tartalmazott a vezérléseket ellátó 64 IP bemenettel és 64 IP kimenettel rendelkező egység mellett. Aki már hallott a PST-ről, annak elsőként a következő kép ugrik be.



A DVB-T-T2-C vevőt tartalmazó PST-6101 változat

Az elmúlt év során befejeződött a T vevőhöz hasonlóan silicon tunert tartalmazó műholdvevő egység fejlesztése is. A beérkező felhasználói igények kielégítésére elsőként azt a változatot állítottuk össze, amelyik a T tuner helyett a DVB-S-S2 jelek vételére alkalmas tunert tartalmazza.

A második fényképen látható változat szolgáltatásait a műholdvevő fej táplálására alkalmas tápegység beépítésével növeltük. A tápegység programozható kialakításával a szerviz munkát végző szakemberek hibaelhárító munkáját igyekeztünk támogatni.



A DVB-S-S2 vevőt tartalmazó PST-6201 változat

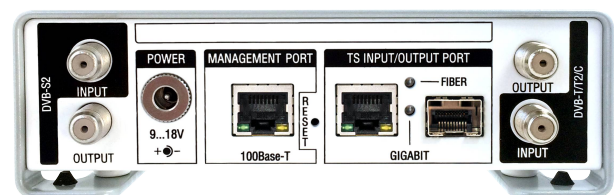
A műholdvevőt a földi vevővel azonos méretben sikerült elkészíteni, így a készülék hátlapjának mechanikai módosítására nem volt szükség.

Sokan mondják, hogy az IP elterjedésével az ASI átvitel meghalt, a továbbiakban nincs rá szükség, ezért a harmadik változatban az ASI interfész helyére is tunert építettünk. A DVB-S-S2 és DVB-T-T2-C tunert tartalmazó változat fényképe látható a harmadik képen.



A két tunert tartalmazó PST-6300 változat

Ez a változat már a hátlap módosítását is igényelte. Az új hátlap kialakítást szemlélteti következő fényképünk.



A két tunert tartalmazó PST hátlapja

A készülékek webes kezelőfelületét biztosító szoftver a bekapcsolás folyamatában megvizsgálja a belső buszhoz kapcsolódó modulok típusát és ennek megfelelően alakítja a kijelzéseket, így mindhárom változat azonos szoftverrel működtethető.

24 órás, folyamatos üzemhez a PST rack változatát ajánljuk. Mivel a rack vázban sokkal nagyobb hely van, a rack kivitel a két tunert és az ASI interfészt is tartalmazza. A kezelőfelület szoftvere a fentiekkel azonos.

Természetesen a hardver fejlesztésével párhuzamosan a szoftver is folyamatosan új modulokkal bővül. Többségében külföldi partnereink kérésére készült a január óta letölthető PCR Analyzer-t tartalmazó v1.06 változat, amely, mint újságunk cikkeiből is látható, komoly hiánypótlónak számít világviszonylatban is.

Már félig kész a márciusi újdonság, amely minden versenytársunkat felülmúlóan fog jegyzőkönyvet készíteni a transport streamről. A felhasználónak nincs egyéb teendője, mint kiválasztani a mérendő adatfolyamot, majd elindítani a vizsgálatot. Az eredmény egy pdf formátumú jegyzőkönyv lesz, amelyből a TS valamennyi jellemzője, beleértve az ETSI TR 101 290 ajánlást is, kiolvasható. A jegyzőkönyv mérete esetenként a 100 oldalt is meg fogja haladni annak érdekében, hogy mindenki megtalálja benne a számára szükséges információkat.

Csehi László

Adatsebesség-mérés a PST-vel

Újságunk előző cikkeiből kiderült, hogy IP átvitel esetében a PCR jitter akkor tartható alacsony szinten, ha egy UDP csomagban csak egy TS csomagot viszünk át a gyakorlatban szokásos hét helyett. Könnyen belátható, hogy ugyanakkora adatsebességű transport stream átvitele 1 TS csomag/UDP formátumban nagyobb adatátviteli sebességet igényel, mint 7 TS csomag/UDP-t használva.

Ennek oka egész egyszerűen annyi, hogy az IP fejlécet és a CRC négy bájtját hétszer kell átvinni egy helyett. Ebben a cikkben arra szeretném felhívni az olvasó figyelmét, hogy amikor egy transport streamet átvisszünk az IP hálózaton, akkor ne csak a transport stream adatsebességével számoljunk, hanem az IP fejlécek miatti adatsebesség-növekedést is vegyük figyelembe.

A Personal Stream Tool műszerrel lehetőségünk van megmérni a beérkező transport stream, egy adott szervíz, vagy egy adott PID sebességét, valamint azt is meg tudjuk mérni, hogy a készülék TS Input/Output csatlakozójára mennyi adat érkezik egységnyi idő alatt. Ezzel a funkcióval a hálózatunkon lévő adatszórásokat tudjuk detektálni. Amennyiben a hálózatunk megfelelően működik, és nincs rajta ellenőrizetlen broadcast adatforgalom, akkor ugyanez a funkció segíthet nekünk megmérni a transport stream és az IP stream adatsebességei közötti különbséget, ami az IP fejlécek átviteléből adódik.

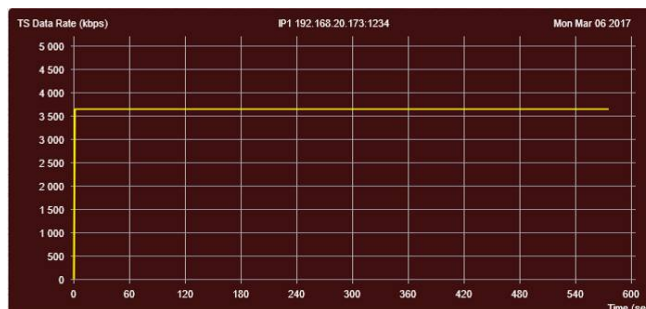
A fejléc felépítése a következőképpen néz ki: az Ethernet fejléc 14 byte, az IP fejléc 20 byte, az UDP fejléc 8 byte hosszú. Egy TS csomag 188 byte hosszú, ebből 1..7 darabot tudunk egy UDP csomagban továbbítani. Összesen 230..1358 byte között lehet egy UDP csomag mérete. Kiszámítható, hogy a fejlécek miatt akár 20%-kal nagyobb átviteli sebesség szükséges ugyanakkora adatsebességű TS átviteléhez 1 TS csomag/UDP stream esetében a 7 TS csomag/UDP streamhez képest. A kapcsolódó számítások eredményét az 1. ábra táblázatán foglaltuk össze.

TS csomag / UDP	1	2	3	4	5	6	7
TS bytes / UDP	188	376	564	752	940	1128	1316
TS bytes + fejléc (byte)	230	418	606	794	982	1170	1358
Adatsebesség növekedés 7TS/UDP-hez viszonyítva (%)	18.6	7.7	4.1	2.3	1.2	0.5	0.0
Adatsebesség növekedés a TS adatsebességhez képest (%)	22.34	11.17	7.45	5.59	4.47	3.72	3.19

1. ábra

Az UDP csomag összetevőinek nagysága 1 TS packet/ UDP-től a 7 TS packet/UDP formátumig

Mit is jelent ez a gyakorlatban? Első esetben megvizsgáltunk egy olyan transport streamet amiben csak egy műsort továbbítottunk (SPTS - Single Program Transport Stream). Megmértük a transport stream adatsebességét a Personal Stream Tool TS Data Rate Meter funkciójával. A TS adatsebessége 3,65 Mbit/s volt, a mérési eredményt a 2. ábra szemlélteti.

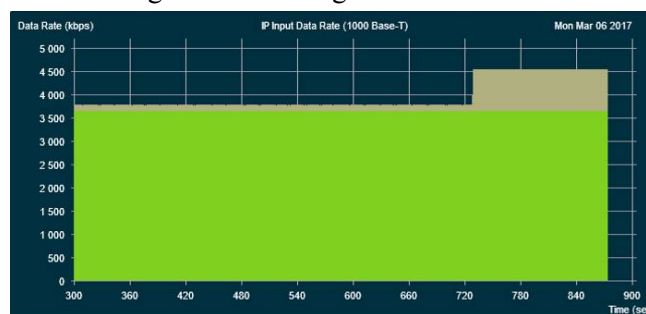


2. ábra

A vizsgált SPTS adatsebességének mérőlapja

Ugyanezt a streamet megvizsgáltuk a PST IP Input Data Rate mérő moduljával is. 7 TS csomag/UDP átviteli mód esetében az IP stream adatsebessége 3,78 Mbit/s volt. A TS és az IP streamek közötti különbség a fejléc átviteléből adódik, értéke 130 kbit/s.

Mérés közben a formátumot 7 TS csomag/UDP-ről 1 TS csomag/UDP-re átváltva a 3. ábrán látható módon változtak meg az adatsebesség értékek.



3. ábra

A hasznos adatok adatsebességének és az Etherneten továbbított adatok adatsebességének viszonya

Az ábrán jól látható, hogy a TS adatsebessége (zöld terület) nem változott, azonban a teljes adatsebességünk (barna terület) 4.54 Mbit/s lett. A fejlécek adatsebessége 130 kbit/s helyett ~900 kbit/s lett (ld. barna növekményt).

A mérést elvégeztük nagyobb adatsebességű, több programos (MPTS – Multi Program Transport Stream) streammel is. Ebben az esetben 38 Mbit/s-os TS adatsebesség mellett a bruttó adatsebesség 1 TS packet / UDP formátumnál 47 Mbit/s körüli.

De Vescovi Róbert

Personal Stream Tool

Extra

A PST-Extra sorozat keretében olyan alkalmazásokat, megoldásokat mutatunk be, amelyek a gépkönyvben nem kerülnek publikálásra, azonban igen hasznosak lehetnek különleges feladatok megoldásánál.

Előző cikkünkben a fájlban tárolt adatok vizsgálatát egészítettük ki néhány új gondolattal, mostani cikkünkben a TCP átvitel jellegzetességéből adódó lehetőségeket fogjuk kihasználni.

Mint tudjuk, a webes kezelőfelület TCP/IP átvittel kapcsolódik a készülékhez, ami azt jelenti, hogy a web böngésző igyekszik a lehető leghamarabb elszakadni a készüléktől és csak a legszükségesebb esetekben csatlakozik a készülékhez ismét. Wireshark programmal vizsgálva a PST és a számítógép közötti kommunikációt az összekapcsolódás ideje pontosan meghatározható.

A témával kapcsolatban egy másik jellemzőről is említést kell tenni. Néhány évvel ezelőtt tapasztaltuk, hogy a Firefox böngésző nagyon „türelmetlen” volt, azaz ha nem sikerül rövid időn belül letöltenie a kért anyagot, azonnal jelezte annak elérhetetlenségét. Vélhető, hogy a Firefox fejlesztőinek többen is jelezték, hogy nincs mindenkinek „szupergyors” internet kapcsolata, azaz jobb lenne, ha a böngésző „türelmesebb” lenne. Az utóbbi években ezen változtattak, és így most már meglehetősen sokat, akár több másodpercet is vár a böngésző, ha szükséges.

A PST kapcsolódási idejének vizsgálatához indítsunk el példaként egy adatsebesség vizsgálatot. Mint az 1. ábrán is látható, a lekérdezés 11 packetből áll és $2665 - 2449 = 216$ ms ideig tart, majd a szoftver 1000 ms-ot vár a következő lekérdezésig.

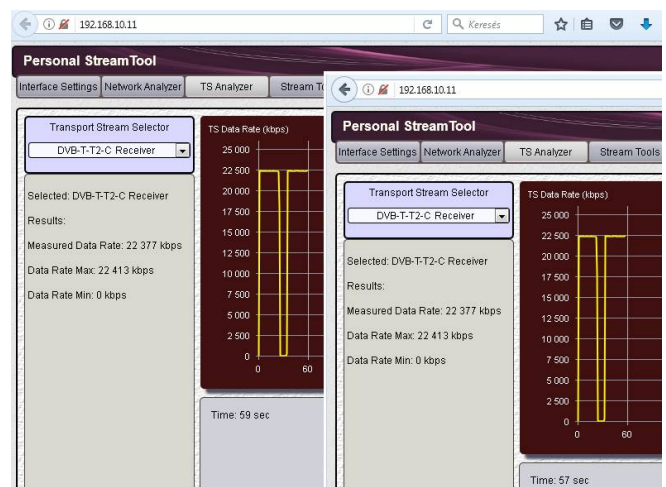
Time	Source	Length	Info
0.000	192.168.10.246	66	54248->http(80) [SYN] Seq=0 Win=8192 Len=0 MSS=1464 WS=4 SA
1.433	192.168.10.246	54	54249->http(80) [ACK] Seq=299 Ack=1496 Win=65206 Len=0
2.449	192.168.10.246	66	54250->http(80) [SYN] Seq=0 Win=8192 Len=0 MSS=1464 WS=4 SA
2.450	192.168.10.11	60	http(80)->54250 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=
2.450	192.168.10.246	54	54250->http(80) [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=65250 Len=0
2.450	192.168.10.246	351	GET /SEHDACK11 HTTP/1.1
2.451	192.168.10.11	1504	[TCP segment of a reassembled PDU]
2.664	192.168.10.246	54	54250->http(80) [ACK] Seq=298 Ack=1451 Win=65250 Len=0
2.665	192.168.10.11	98	HTTP/1.1 200 OK (text/plain)
2.665	192.168.10.246	54	54250->http(80) [FIN, ACK] Seq=298 Ack=1495 Win=65206 Len=0
2.665	192.168.10.11	60	http(80)->54250 [ACK] Seq=1495 Ack=299 Win=16384 Len=0
2.665	192.168.10.11	60	http(80)->54250 [FIN, ACK] Seq=1495 Ack=299 Win=16384 Len=0
2.665	192.168.10.246	54	54250->http(80) [ACK] Seq=299 Ack=1496 Win=65206 Len=0
3.681	192.168.10.246	66	54251->http(80) [SYN] Seq=0 Win=8192 Len=0 MSS=1464 WS=4 SA

1. ábra

Egy adatsomag lekérdezése TCP/IP környezetben

A kisebb számítógépek, tabletek stb. hibátlan működése érdekében szoftvereinket mi is „türelmes változatban” készítjük, azaz a ciklusokat csak az előző adatok feldolgozásának befejezése után indítjuk.

Üzemszerű használat esetén egyszerre csak egy menü (pl. adatsebesség mérés egy TS-en) jeleníthető meg, de most használjuk ki a bevezető sorai mögött megbúvó lehetőségeket. Indítsunk el egymás után két böngészőt ugyanarról a PST-ről.



2. ábra

Két böngésző egyidejű futtatása ugyanarról a PST-ről

A második ábrán még ugyanazt a bemenőjelet vizsgáljuk a két felületen. A második böngésző két másodperces késéssel fut, mivel ennyivel később indítottuk el, de jól szemlélteti a helyes működést.

Természetesen ugyanannak az adatfolyamnak két felületen történő vizsgálatára nincs szükség, de máris értelmet nyer az elrendezés, ha a felületeken különböző adatfolyamok vizsgálatát állítjuk be. Az idő adatokból látszik, hogy három, négy esetleg öt böngésző egyidejű futtatása sem reménytelen.

Tovább bonyolítva a helyzetet a böngészőkön eltérő vizsgálatok is indíthatók. Például lehetne a második böngészőn a PID Analyzer modult futtatni. Üzemszerű változatokat eredményez, ha a böngészőket különböző számítógépeken indítjuk el. A variációk nagy száma miatt egy adott kombináció működőképessége csak helyszíni próbával állapítható meg.

Majernik Zoltán