FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2002. március 22-23.

TDM-RING ADATÁTVITELI HÁLÓZAT

Szolnoki Tibor

Summary: The TDM-RING is a new conception of the low-cost, low-level and medium speed control networks. This network and its protocol are suitable for to transmission of control signals, full-duplex human speaking and medium quality broadcast. This network is can be used particularly in hospitals, old people's home and hotels. The main advantage of this network: using of only two simple wire bus for communication. And the used hardware is extremely cheap, but very scalable, and plug & play configurable. For example, a typical nurse call system is able to manage about 20 patient's rooms, 110 patients, 2 external phone lines, 4 fixed broadcast channels, 7 full-duplex channels for speaking, and lots of services, by using of this network.

Bevezetés

Egy betegfelügyelő- és őrző - ismertebb nevén nővérhívó - rendszer kifejlesztése alatt merült fel az igény egy olyan vezérlő- és adatátviteli hálózatra, aminek megfelelően nagy teljesítménye lehetővé teszi nemcsak adatok és vezérlőjelek átvitelét, hanem digitális formában többcsatornás, kétirányú hangátvitelre is képes. Az egyik legfontosabb szempont pedig a költségek minimális szinten tartása, hogy az ezzel a rendszerrel megépített nővérhívó rendszer a közép- és kelet-európai kórházak, és ápolási intézmények számára is elérhető legyen. Cél volt továbbá, hogy a rendszer ne legyen sokkal költségesebb az analóg, de szinte összehasonlíthatatlanul alacsonyabb tudású eszközöknél. A teljes rendszer kulcsa egy olyan hálózat és működési elv kifejlesztése volt, ami alapján határozza meg a rendszer egészét. Ennek a hálózatnak a neve TDM-RING lett.

TDM-RING hálózat

A hálózat kifejlesztése összetett feladatot jelentett, mivel a hálózat működését és az ezt működtető hardver és szoftver elemeket egyszerre kellett tervezni. Fejlesztéskor szempont volt, hogy ez megbízható de alacsony költségű alkatrészekkel legyen megvalósítható. Figyelmbe kellett venni, hogy

egy-egy a hálózaton lévő egység - modul - nem csak a központtal, hanem pl. beszédátvitel céljából más modulokkal is létesíthet egy időben kapcsolatot. Egyszerű hardverrel viszont a csomagkapcsolás nem valósítható meg. Újabb gondot okozott az is, hogy nagyszámú egység között (max. 127) kell olyan soros jellegű buszt létesíteni, ami több száz, akár ezer méter összhosszúságú hálózaton képes legalább 1 Mbs sebességű adatot megbízhatóan továbbítani. Ez egy időosztásos (TDM), gyűrű topológiájú (RING) hálózattal lett megvalósítva. A külső egységek - modulok - egy gyűrű alakú hálózatra vannak felfűzve, saját egységsszámmal rendelkeznek. A gyűrű eleje és vége a központban

1. ábra

találkozik. (1. ábra) Az átvitel fizikai szinten RS422, egyszerű csavart érpár. Ilyen elrendezésben minden egység nem csak az adó-vevő szerepét látja el, hanem jelismétlést is végez, így a hálózat mérete jelentősen növelhető az eredeti RS422 szabványban megengedettekhez képest [1]. Mivel az egységek között így fizikailag csak egyirányú pont-pont kapcsolat van, a

hálózati lezárásokat egyszerűbb elvégezni, megszüntetve így a káros jeltorzulásokat. A gyűrű alakú hálózat újabb előnnyel is jár, két tetszőleges modul a hálózat két félkörívén azonos időben full-duplex kapcsolatot létesíthet egymással. A hálózaton az adatok továbbítása folyamatosan, keret - frame - rendszerben történik. A keret egyforma időszeletekre - slotokra - van osztva. Egy időszlet 1 startbit 8 adatbit és 1 stopbitből áll. Egy bitidő 1 μ s. A modulok a vett jeleket nem csak ismétlik, hanem pontos szinkronizálás után fél bit késletetéssel küldik tovább, megelőzve így a bitek időbeli torzulását, biztosítva ezzel hogy a többi modulon való áthaladás után is az adatok sérülésének esélye minimális legyen. A legelső időszlet csak a keret szinkronizálását szolgálja. A további időszeletekből (S_0-S_3 a parancsküldésre, a további fennmaradó időszeletek ($S_4..S_n$) pedig a hangcsatornák továbbítását végzik, ADPCM kódolásban. Egy időszlet elkódolva 2 db 14-16 bites hangmintát szállíthat. (2. ábra)

2. ábra

Egy tipikus keret hossza 250 μ s ez 4 kHz periódusidőt jelent, ami keretenként két hangmintával számolva minimum 8 kHz mintavételi frekvenciát jelent. Egy hangcsatornához azonban több időszlet is összefogható, így elérhető a 16, 24 vagy 32 kHz mintavételi frekvencia is. Két modul között a full-duplex hangkapcsolat azonos időszeleten a hálózat két félkörívén történik. Ekkor a modulok az adott időszeletet nem továbbítják, hanem kicserélik a másik modul felé küldendővel, a fogadott időszeletet pedig feldolgozzák. Másik gyakori átviteli mód, amikor egy műsort „sugárzó” modul egy csatornára folyamatosan ad, a többi „hallgató” modul pedig csak veszi az ehhez tartozó időszeleteket. Parancstovábbításnál a központ frissíti az S_0-S_3 időszeleteket - cím, utasítás, adat, ellenőrző kód

formátumban -, majd ugyanezen az időszelleteken várja a parancsra a választ. A központ a gyűrűben az adatfolyamot logikailag nem szakítja meg, a gyűrű végén fogadott adatokat a gyűrű elejére továbbítja. Belső átmeneti adatbufferével kiegyenlíti a hálózat vége és eleje közötti időbeli különbséget. A központ egy számítógéppel tartja a kapcsolatot, rajta keresztül az hálózaton folyó kommunikáció lekérdezhető és befolyásolható.

A TDM-RING megvalósítása

Lényeges, a TDM-RING hálózatot kezelő és használó hardver egységek alacsony költsége. A modulokat képző „mag”, közepes teljesítményű DSP processzorok és ASIC - alkalmazás specifikus - áramkörök helyett sokkal kedvezőbb árfekvésű SX28 (Uvicom) mikrokontroller [2] és XCS05 (Xilinx) FPGA [3] áramkör kombinációval megoldható. Az FPGA-ba VHDL nyelven történt a hálózat kezelésének, valamint néhány, a mikrokontrollert tehermentesítő funkciók az implementálása. Az FPGA egy speciális belső 13 bites buszon tart szoros kapcsolatot a mikrokontrollerrel. Az üzembiztosságot is szem előtt tartva egy 3 szintes önellenőrző és hálózatfigyelő időzítő is megvalósításra került, amivel a két fő egység egymás, a saját és a hálózat működőképességét folyamatosan ellenőrzi. Mindkét alkatrész többször újraprogramozható, növelve ezzel a rendszer flexibilitását. A központ egy speciális ISA alapú PC kártya. A kártya szintén FPGA áramkört tartalmaz. A kártya analóg csatornákat nem dolgoz fel, csupán továbbítja azokat. Csak a parancsküldésre és fogadásra alkalmas időszelleteket fogadja és módosítja.

Egy betegfelügyelő és kommunikációs rendszer TDM-RING hálózattal

A hálózat jelenlegi formájában könnyen alkalmazható betegfelügyelő - nővérhívó - rendszerekhez. [4] A moduloknak funkció szerint négy alapvető típusa van: betegmodul, szobai modul, telefonvonal illesztő modul, és rádiós modul. Minden modul a fentebb említett alkatrész páros - SX és FPGA - köré épül. Különbség csupán a kiegészítő perifériák között van. Az analóg modulok - beteg, telefonvonal illesztő és rádiós - analóg interfészt (A/D és D/A átalakítók), a szobai modulok pedig kijelzőket tartalmaznak. Minden modul tartalmaz szabadon felhasználható ki és bemeneteket is. A kézibeszélővel ellátott betegmodulok a betegek ágyai felé kerülnek elhelyezésre. Ezen a modulon tudnak a betegek hívást kezdeményezni, fogadni, valamint a hálózaton sugárzott műsorokat hallgatni. A szobai modulok szobaként kerülnek felszerelésre. Nyugalomban a pontos időt jelzi kijelzés esetén vezérli a folyosón, az ajtó fölé helyezett lámpát. A telefonvonal illesztő modulok lehetővé teszik hagyományos analóg telefonvonal illesztését a hálózatra, valamint az automatikus hívásfogadást. A rádiós modulok az FM sávban fogható rádióadásokat közvetítik a TDM-RING hálózatra. A központ szerepét egy ipari PC - színes LCD kijelzővel és érintőképernyővel - látja el. A program C++ nyelven írt, Linux operációs rendszer alatt, X11 grafikus felületen fut. A központon futó program kérdezi le folyamatosan a modulok állapotát a TDM-RING hálózaton keresztül. A modulok állapotváltozásainak megfelelően kijelzi a betegek jelzéseit, vezérli és folyamatosan ellenőrzi a hálózatot. Beszédátvitel

céljára a TDM-RING hálózaton időszeleteket foglal le, és felprogramozza a modulokat erre. A modulok ezenkívül a helyi hanggeneráláshoz - kicsörgés, foglalt szignál stb. - jelzésére alkalmas szoftver elemeket is tartalmaz. A rendszer üzembe helyezését nagyban segíti az automatikus modul érzékelés és konfigurálás. A rendszer videó megfigyeléssel való kiegészítése jelenleg fejlesztés alatt áll. Több ilyen rendszer a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei kórházban már sikerrel működik. Csupán a központi program átírásával a rendszer alkalmas lehet hotelekben a portaszolgálat segítésére is.

Összefoglalás

A TDM-RTNG hálózat, és az ehhez kifejlesztett megoldások segítségével egy kedvező árú, sok szolgáltatást nyújtó kommunikációs rendszer építhető. Például egy betegmodul, ami a legösszetettebb feladatot végzi, és egy komplett nővérhívó rendszerben a legmeghatározóbb, teljes anyag- és gyártási költsége is alacsonyabb árfekvésű (kb. 50 €), mint egy közepes teljesítményű DSP mikroprocesszor. A teljesen analóg rendszerekkel ellentétben, - a TDM-RING hálózatban minden főbb alkatrész és összetevő többször programozható - a későbbiekben új szolgáltatások vezethetők be, biztosítva ezzel a rugalmasságot, bővíthetőséget. A kész áramkörök méretei is igen csekélyek a fent említett betegmodul hagyományos furatszerelt alkatrészekkel egy 7 x 14 cm-es nyomtatott áramkörön elfér. Minden, a jelen dolgozatban említett megoldás, hálózat és protokoll, valamint hardver és szoftver megvalósítás a szerző saját kutatási és fejlesztési eredményei.

Felhasznált irodalom és publikációk

- [1] *Texas Instruments: Data Transmission Seminar.*, 1998, USA (6-12 old.)
- [2] *Uvicom: SX28*, 2000, USA (http://www.ubicom.com/pdf_files/techdocs/sx28.pdf)
- [3] *Xilinx: The Programmable Logic Data Book.*, 1999, USA
- [4] *Szolnoki Tibor: Kórházi kommunikációs rendszer.*, 2001, Gábor Dénes Főiskola TDK

Köszönetnyilvánítás

Köszönet Dr. Raffay Csabának a munkámhoz való segítségnyújtásért, és Dr. Jedlovsky Pálnak az FMTÜ-re felkészítésért és tanácsokért.

Név: Szolnoki Tibor, főiskolai hallgató (Gábor Dénes Főiskola)

Cím: Miskolc 3529, Vécsey u. 6., Magyarország

Telefon: (+36 20)9511-675

E-mail: szolnoki@freemail.hu