

Rádióhálózatok Zigbee-adatátvitel alapján

Turi Gábor – Macro Budapest Kft.



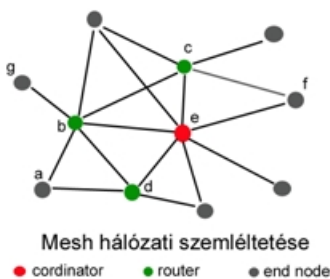
A Zigbee egy rádiós adatátviteli szabvány, melyet neves elektronikai fejlesztő és gyártó cégek kezdeményezésével és tagságával létrehozott „Zigbee Alliance” szervezet alkotott meg. Tartalmát 2004-ben véglegesítették. A cél: kis adatátviteli sebességű és kis hatótávolságú, alacsony energiafelhasználású, kis komplexitású hálózati rendszerben – és nem engedélyköteles frekvenciasávban – üzemeltethető rádiók megalkotása volt. Olyan vezeték nélküli eszközök létrehozását teszi lehetővé, amelyekre a Bluetooth, a WIFI, a Wi-Max, a Wireless USB vagy egyéb szabványú rádiók nem adnak megfelelő megoldást. Elsődleges felhasználási területei: az iparszenzor-hálózatok, az épületautomatizálás és a világítástechnika.

A Zigbee adatátviteli szabvány alapján az architektúra három fő rétegből áll, melyet az 1. ábra szemléltet:

- a frekvenciasávokat, a csatornakiosztást, a modulációs sémát, az adatsebességet, vagyis a „Media Access Layer-t” (MAC) és a „Physical layer-t” (PHY) az IEEE 802.15.4 szabvány határozza meg,
- a Zigbee Alliance specifikálta a logikai hálózatot, a biztonsági és adatvédelmi eljárást és az alkalmazási profilt, melyek a firmware-stack-ben valósulnak meg. Minden mikrokontroller/RF csipkombináció saját Zigbee stack-et igényel, melyet leggyakrabban a mikrokontroller vagy az RF-csip gyártója, esetenként a modulgyártók és pár független szoftver cég is kínál,



1. ábra



2. ábra

- Az alkalmazási réteget profilkok definiálják, melyeknek két típusa lehet:
 - a Zigbee Alliance által elfogadott publikus profil, mely a különböző gyártók által készített eszközök közötti együttműködést hivatott garantálni. Ezen publikus profillal alkalmazott eszközök kaphatják meg a „ZigBee Certified Product” tanúsítványt, minden egyéb esetben egyedi profilról van szó, ami zárt rendszerekben minden további nélkül használható, de más Zigbee-eszközökkel való együttműködése nem várható el, és Zigbee tanúsítványt sem kaphatnak.

A szabványokról részletesebben a www.zigbee.org oldalon olvashatunk. A Zigbee-rendszert a Mesh hálózati topológia nyújtotta előnyök kihasználására tervezték. A topológiát a 2. ábra mutatja be.

A hálózati elemeknek három típusa van:

- a Coordinator kitüntetett funkciójú, a hálózat létrehozásáért és fenntartásáért felel,
- a Router elsődlegesen útvonal-irányítási és átjátszó (repeater) feladatokat old meg, de ezeken túl további feladatokat is láthat,
- az End Node csökkentett funkciójú eszköz, elsősorban rövid üzenetváltási feladatokra alkalmas. Útvonal-irányításra nem képes, kizárólag végpont lehet.

A Zigbee-rendszer előnyei

- Alacsony költség. A csipszet szintű megoldás körülbelül 10-12 \$, míg a használatra kész, modul szintű megoldások – 100 db-os tételre kalkulálva – 20-25 \$ körül elérhetők. Figyelembe véve a fejlesztési időt és költségeket, valamint a vizsgálati eljárás igényeit, a kész rádiómodulok használata hatékonyabbnak bizonyul, ha a gyártási sorozatok nem érik el a néhány ezer tizedes példányos nagyságrendet.
- Hálózatki terjedés. A routerek kettős, I/O-eszköz és repeater funkciója alapján felépülő Mesh-rendszer a rádiók hatótávolságát megsokszorozza, akár egy város méreteit is elérheti.
- Az átviteli akadály leküzdése. Ha két hálózati pont közötti kommunikációs akadály van (például a rádióhullámokat elnyelő közeg vagy nem kívánt reflexió stb.), akkor a rendszer dinamikus routolás útján keres tiszta kapcsolatot a célállomáshoz. Mindez automatikusan történik.
- Alacsony energiafogyasztás. Az End Node-ok rövid üzenetváltások között alvó üzemmódba kapcsolhatnak, ekkor minimális az áramfelvételük. A rádiós eszközök telepes táplálása nemcsak az adat-, de a tápkábelek kiépítését is szükségeltelené teszi, ami jelentősen csökkenti a kivitelezési költségeket.
- Több forrású termék. A Zigbee-tanúsítvánnyal rendelkező rádiók kompatibilitása lehetőséget ad a felhasználónak, hogy több gyártó rádióját is alkalmazza egy rendszeren belül, vagy beszállítót válthat, megőrizve a termék kompatibilitását.

A rendszer korlátai és gyakorlati tulajdonságai

- Az ad-hoc önszervező hálózatban egy 16 bites hálózati cím jelöli az egy rendszerbe tartozó egységeket.
- Maximum 65 535 eleme lehet egy hálózatnak, és mindegyiknek egyedi, 64 bites azonosítója, címe van.
- Az adatbiztonságot növeli a 128 bites titkosítás, az adatismétlés és visszaigazolás a protokoll része.
- A Routerek és a Coordinator egyben végpontok is lehetnek, tehát csatlakozhatnak eszközökhöz, szenzorokhoz
- A Routerek és a Coordinator funkciójuk miatt nem állíthatók alacsony fogyasztású „sleep” módba.
- Az end node-ok egymás közt közvetlenül kapcsolatot fenntartani nem képesek, ez csak a routeren keresztül valósulhat meg.
- A hálózati topológia alapvetően Mesh (hálós), de kialakulhat pont-pont kapcsolat, Star- (csillag) vagy Tree- (fa) struktúra. Erre csak közvetett ráhatásunk van, a fizikai elhelyezés és az egységek funkcióinak megszüntetésével.
- A 2,4 GHz-es, szabad rádiósávra vonatkozó korlátozások miatt két egység közti távolság (radio HOP) – alkatrésztípustól és a fizikai környezettől függően – tipikusan 50-150 méter lehet. (A Zigbee Alliance a 868 és a 915 MHz frekvencia körül is kijelöl egy-egy sávot.)
- 2,405 GHz-től 2,480 GHz-ig 5MHz-enként található a 16 csatorna.

- A rádiólink 250 kb/s, maximális sebességéből a nagy biztonsági szintet megvalósító protokoll miatt a hasznos adatsebesség hozzávetőleg a jelzett fele.

A Zigbee-hálózat tervezésénél hasznos és megfontolandó gyakorlati tapasztalatok

A 2. ábrán szemléltetett hálózatban a vonalak az egymástól elérhető távolságban lévő rádiók kapcsolatát szimbolizálják. Tegyük fel, hogy az „a” egység a távoli „f”-nek szeretne adatokat küldeni. Ez például az „a-b-c-f” útvonalon valósulhat meg. Ha valamely oknál fogva a „b” egység kiesne a működésből, az automatikus routolás az „a-d-e-f” kapcsolatot építené fel, viszont a „b” egységen túl a kizárólag hozzá kapcsolódni képes „g”-t is elvesztenénk, mert „g” csak egy kapcsolódási ponttal rendelkezett. E példának tanulsága, hogy a Zigbee-protokoll, felhasználóbarát funkciói mellett is, a Wireless-rendszereknél – a kivitelezés helyszínéhez alkalmazkodva – jól átgondolva kell az egyes elemeket elhelyeznünk. A legtöbb esetben helyszíni terjedési tesztek szükséges elvégezni. A 2,4 GHz frekvenciájú rádiózás már mikrohullámú jellegűt mutat, a jelterjedés egyenes vonalú, ami gyakorlatilag azt jelenti, hogy legjobb, ha az antennák „rálátanak” egymásra. Hagyományos téglafalon még képesek áthatolni a rádióhullámok, de vasbeton falazatban már nagyobb a veszteség, párás, ködös levegőben pedig számolni kell a rádiójelek elnyelődésével. A hálózat területen működő WIFI-berendezések, valamint a nagy teljesítményű villamosipari gépek okozta zavarokra ugyancsak figyelmet kell fordítani.

A ZigBee létrehozásakor fontos szempont volt az alacsony energiafelhasználás. Lényegesen kevesebbet fogyaszt, mint egy WIFI- vagy Bluetooth-eszköz. A kis adatforgalmú alkalmazásokban telepes táplálással akár 5-10 éves telepélettartam is elképzelhető, mert az adatváltás kellően gyors, és a rádió az idő

nagy részét „sleep” üzemmódban töltheti. A folyamatos működésben lévő End Node-ok, illetve a Router-ek és a Coordinatorok 20-40 mA áramot is felvehetnek, vagyis ilyen esetekben gondoskodni kell a folyamatos áramforrásról vagy a gyakori akkumulátortöltésről.

A hazai alacsony darabszámú gyártásokban a használatra kész Zigbee-moduloknak van realitása. A modulgyártók többsége egy rádiócsipet mikrokontrollerrel társít, s ahhoz egyedi, leggyakrabban UART profilú stack-et programoz. A gyakorlatban ez annyit jelent, hogy soros porton keresztül vagy AT parancsokkal, esetleg egyéb protokoll által kezelhetjük az eszközt. Rendszerint a mikrokontroller szabadon maradt GPIO, ADC, DAC, PWM lábait is kihasználhatjuk. Ezek a tulajdonságok az előnyét és a hátrányát is jelentik egyben: az UART-porton szinte minden alkalmazáshoz jól illeszthető, de a nem publikus profil miatt nem lehet ZigBee kompatibilis, ezért csak zárt rendszerben használható.

A leírt részletek a kényes, problematikus területeket érintették, ez azonban nem jelenti azt, hogy a rádiós használatot mellőzni kell. A Zigbee-rendszer felhasználóbarát, alkalmas kis adatforgalmú hálózatok költséghatékony megvalósítására.

Felhasznált irodalom:

www.zigbee.org, www.cirronet.com,

ZigBee™ Wireless Transceiver Engineering Options, Cirronet Inc.

Macro Budapest Kft.

1115 Budapest

Tétényi út 8.

Tel.: (+36 1) 206-5701, 206-5702, 203-0277

Fax: (+36 1) 203-0341

www.macrobp.hu