

Flottamenedzsmet rendszerek adatátviteli módszerei

Aradi Szilárd
Dr. Bécsi Tamás

A GPS és GSM technológiák fejlődésének, valamint a beruházási és kommunikációs költségek csökkenésének köszönhetően egyre elterjedtebbek az on-line járműkövető rendszerek. Az ilyen jellegű megoldások mind funkcionalitásukban, mind az átvitt adatok mennyiségében folyamatosan bővülnek, ami a rendszeres elemek komplexitását nagyban növeli. Jelen cikkünkben a járműkövető rendszereket az adatátvitel megbízhatósága szempontjából vizsgáljuk, ami általános célú rendszereknél a használhatóságot és a szolgáltatás minőségi szintjét növeli, míg biztonsági igényű rendszereknél (pl.: vasúti területen) az alapvető tulajdonságok közé tartozik.

The spread of the on-line fleet management systems was greatly accelerated by the constant decrease of the communication and investment costs of GPS/GSM technologies. The functionality and the amount of transmitted data are constantly improving among these systems, increasing their complexity. In this paper the reliability of the data transfer is examined, which enhances the applicability and quality of service in general purpose fleet management systems. While in safety-critical environment (e.g. in railway applications) it is an essential property.

BEVEZETÉS

A gazdasági igény a járműkövető rendszerekre a személy- és áruszállításban jelentkező növekvő versenyhelyzet hatására erősödött meg, elsősorban a közúti közlekedés területén, azonban az elmúlt években vasúti területen is igény mutatkozott a komplex flottamenedzsmet rendszerek iránt.

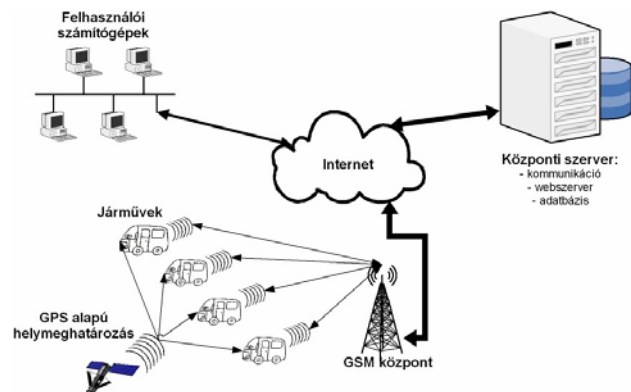
Az on-line járműkövető rendszerek terjedését nagyban segítette a kommunikációs költségek folyamatos csökkenése, valamint az adatátviteli sebesség növekedése. Ezeknek a rendszereknek az alkalmazása nagyon sok olyan előnnyel jár, amelyek megteremtik a létjogosultságát mind a közúti, mind pedig a vasúti közlekedésben.

Az megbízhatósági és rendelkezésre állási igények, a járműkövető rendszerekkel szemben, egyre nagyobbak. Ez a cikk egy általános on-line járműkövető rendszer lehetséges felépítését mutatja be, külön hangsúlyt fektetve az adatátvitel megbízhatóságára és az on-line rendelkezésre állásra.

RENDSZER

Az on-line flottamenedzsmet rendszerek általános felépítését az 1. ábra szemlélteti. A rendszer három fő eleme:

- a fedélzeti egység,
- a központi szerver,
- a felhasználói számítógépek.



1. ábra: Az on-line járműkövető rendszerek általános felépítése

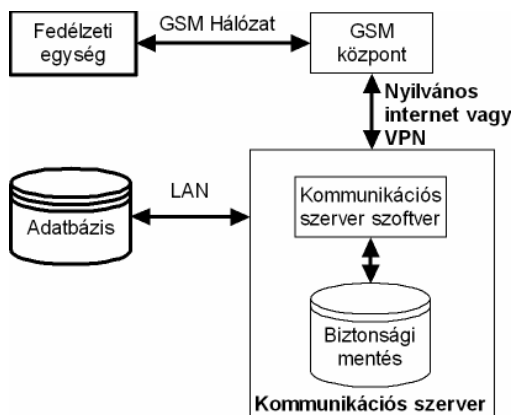
A rendszer működése a következő. A járművön lévő fedélzeti egységek mérik a jármű működési paramétereit (kapcsolók, relék állapota, energiafelhasználás, motorparaméterek stb.), és pozícióját (GPS alapú helymeghatározás segítségével), valamint tárolják a járművezető által megadott adatokat (a szállított áru adatai, az aktuálisan végzett tevékenység megnevezése stb.). Ezeket az értékeket előre definiált események bekövetkeztekor (vészjelzés, hirtelen gázolajszint csökkenés stb.), illetve előre definiált időközönként elküldik egy központi szervernek.

A fedélzeti egységek mobilhálózaton keresztül kommunikálnak a központi szerverrel. A beérkezett adatok ellenőrzésre kerülnek, és egy adatbázisban tárolódnak. Amennyiben szükséges, a központi szerver riasztást küldhet egy adott e-mail címre vagy akár mobiltelefonra is. Ebben a struktúrában megoldható a szerverről a jármű felé történő kommunikáció is. Ennek segítségével a beérkezett adatsomagokat vissza lehet igazolni, szöveges üzenet küldhető a vezető számára, illetve beállíthatók a fedélzeti egység működési paramétereit.

Folyamatosan (on-line) követhetőek és figyelhetőek a mozdonyok, valamint a központban tárolt adatok utólagos (off-line) kiértékelésével az üzemeltetés paramétereit (szállítási teljesítmények, energiafelhasználási adatok, járművezetők tevékenységei, munkaideje stb.) követhetjük nyomon.

ADATÁTVITELI ÚT

Az on-line járműkövető rendszereknél az adatokat nagy megbízhatósággal és integritással kell eljuttatni a járműről egy központi adatbázisba.



2. ábra: Az adatátviteli út felépítése

Az adatátviteli kiinduló pontja (2. ábra) a járműfedélzeti egység, amely egy modem segítségével GSM (Global System for Mobile communications) hálózaton keresztül kapcsolódik a kommunikációs szerverhez. A szerver fogadja az adatokat, majd a megfelelő ellenőrzések és konverziók után, egy adatbázisba írja az információkat.

Fedélzeti berendezés

A fedélzeti berendezés egy mikroszámítógépre épülő adat-gyűjtő, tároló, és továbbító eszköz. A fedélzeti egység felépítésénél fontos szempont a robusztusság (EMC védelem, rázkódásvédelem stb.) és a modularitás. A kommunikációt egy GSM modem valósítja meg, amely szintén rendelkezhet saját mikroszámítógépes erőforrásokkal (CPU, RAM, flash memória), így képes lehet a teljes kommunikációs protokollt kezelni.

GSM hálózat

A járműkövető rendszerek jelenleg a nyilvános GSM hálózatot használják adatátviteli célokra. Erre három lehetőség használható járműkövető rendszerek esetén:

- SMS alapú,
- adatkapcsolt és
- csomagkapcsolt adatátviteli technológia.

Napjainkban a csomagkapcsolt adatátvitel az egyeduralgó. Ezek közül a legelterjedtebb a GPRS (General Packet Radio Service), illetve a nagyobb adatátviteli sebességet biztosító EGPRS (Enhanced GPRS). A 3G hálózatokban lehetőség van még az UMTS és a HSDPA használatára, azonban az alacsony lefedettség és az eszközök magas ára miatt a technológia még nem terjedt el a járműkövető rendszerekben.

A csomagkapcsolt technológia előnyei a következők:

- állandó kapcsolat,
- nagyobb adatátviteli sebesség,
- adatmennyiség alapú számlázás,
- alacsony költségek.

Az SMS alapú adatküldés használata megfelelő lehet biztonsági tartaléknak a GPRS szolgáltatás hiánya esetén, valamint speciális adatok (pl.: riasztás) közvetlenül, mobiltelefonra történő küldésére.

Azonban a fent felsorolt indokok miatt a GPRS a legmegfelelőbb technológia, mely a vonalkapcsolt GSM szabványon alapuló csomagkapcsolt hordozószolgálat. A GPRS rádió interfésze a GSM szabványra épül úgy, hogy bevezetésével a GSM vonalkapcsolt technológia változatlan marad. Éppen ezért a GPRS a GSM rádiós interfészen is használta GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) modulációs eljárást alkalmazza. A GPRS rádiós interfészen az adatsomagokat rádiós blokkokként továbbítják, minden blokk 456 bitet tartalmaz. A rádiós erőforrások a blokkokhoz kerülnek kijelölésre, nem pedig a forgalmi csatornához, mint a GSM-ben. Ez sokkal hatékonyabb kihasználást tesz lehetővé, a GPRS ugyanis dinamikusan csak akkor jelöl ki rádiós erőforrást, ha valóban van adatforgalom. Ezáltal több felhasználó osztozik ugyanazon a fizikai csatornán, és a cellában a GSM és a GPRS felhasználók közösen férnek hozzá a rádiós erőforrásokhoz. A GPRS lehetővé teszi, hogy egy mobil állomás egy TDMA (Time Division Multiple Access - időosztásos többszörös hozzáférés) keret több időrészben is adhat (multi-slot operation), továbbá az adási (uplink) és vételi (downlink) irány külön kezelhető, ezzel a GPRS támogatja az aszimmetrikus forgalmat.

A gyakorlatban 3 időrés fogható össze, így a rádiócsatorna 40,2 kbit/s sebességet biztosít, ami az alkalmazói réteg szintjén 30-33 kbit/s sebességre csökken az alkalmazástól függően.

Az EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) más modulációs eljárásra épül, mint a GSM, bevezeti a 8-PSK (Phase Shift Keying) modulációt, mellyel nagyobb átviteli sebesség érhető el. Az EDGE keretében a továbbfejlesztett EGPRS alkalmazói szinten legfeljebb 220 kbit/s sebesség elérését teszi lehetővé.

Ezek az adatátviteli sebességek a járműkövető rendszerekhez – megfelelően megtervezett protokoll esetén – elegendőek, így nem szükséges a 3G hálózat használata.

Kommunikációs szerver

A kommunikációs szerver a járműkövető rendszerek központi eleme.

A szerver fő feladatai a következők:

- adatok fogadása a járművekről,
- adatok ellenőrzése,
- adatok nyugtázása,
- járművezető azonosítása,
- adatok adatbázisba írása,
- riasztás küldése, amennyiben szükséges,
- fedélzeti egységek működési paramétereinek beállítása,
- távdiagnosztika,
- szoftverfrissítés.

Az adatekrdok fogadása IP (Internet Protokoll) alapon történik. A szállítási réteg lehet TCP vagy UDP. A kommunikációhoz nem érdemes magasabb szintű protokollt használni (pl.: FTP), mert a sok fájlművelet nagyszámú kliens (több ezer jármű) esetén lelassíthatja a rendszert. Érdemesebb egy saját IP alapú kommunikációs protokollt kifejleszteni.

Adatbázis

A járműről érkező adatok tárolására a legalkalmasabb egy megfelelően megtervezett relációs adatbázis. Így az utólagos kiértékelések elkészítése sokkal hatékonyabb lehet. Az adatbázisnak tárolnia kell a beérkezett adatokon kívül, a járművezetők azonosításához szükséges adatokat is. Az adatbázis szerver kialakításánál nagy gondot kell fordítani az adatbiztonságra és a rendelkezésre állásra.

PROTOKOLL

Az adatátviteli kialakításánál a 3.2 fejezetben részletezett előnyök miatt a GPRS technológiát választjuk, emiatt az IP (Internet Protokoll) alapú kommunikáció adott. (A továbbiakban IP rövidítés alatt IPv4 protokollt értjük.) Ebben az esetben az OSI modell szerinti fizikai, adatkapcsolati és hálózati rétegek adottak a jármű és a szerver oldalán is. Az első három réteg megvalósítását a GSM modem, a GSM hálózat és a szerver hardvereszközei, operációs rendszere és szoftverei valósítják meg. A szállítási réteg protokolljánál a két legelterjedtebb megoldási lehetősége a User Datagram Protocol (UDP) és a Transmission Control Protocol (TCP).

Az UDP egy kicsi, egyszerű, üzenet-központú szállítási protokoll, melyet az IETF (Internet Engineering Task Force) RFC 768-as szabványa tartalmaz. Az UDP egy nagyon egyszerű interfészt biztosít a hálózati réteg és a felsőbb rétegek (viszonylati és alkalmazási réteg) között. Az UDP protokoll használata esetén nem alakul ki viszonylat a forrás a cél között, a csomagokat elkészítés nélkül adják fel a kommunikáció során. Ezért az UDP-t a kapcsolat nélküli protokollok közé sorolják. Az UDP nem garantálja a felsőbb rétegek számára az üzenet megérkezését és sorrendjét, továbbá a küldő nem kap információt az általa elküldött üzenet státuszáról. Az adatcsomagok a továbbítás során elveszhetnek. A protokoll használata esetén a sorrendet és a megbízhatóságot a felsőbb rétegeknek kell biztosítaniuk. Kis mérete és egyszerűsége miatt gyors és hatékony, ezért időkritikus alkalmazásokban (pl.: IP alapú hangátvitel) jól használható.

A TCP a legelterjedtebb IP alapú szállítási protokoll. A TCP-vel együtt fejlesztették az Internet Protokollt is. A TCP megbízható adatátvitelt biztosít a protokollt használó alkalmazási rétegeknek. Az UDP-vel ellentétben - amely azonnal küldi a csomagokat - a TCP az adatküldés előtt létrehoz egy kapcsolatot (TCP socket) a kommunikáló felek között, így a viszonylati réteget is biztosítja.

Amint a fent leírtakból látszik, a két szállítási protokoll nagyban eltér egymástól. Az UDP valós idejű alkalmazásoknál jól használható, mivel egyszerű és gyors, kapcsolat nélküli protokoll. Azonban a kommunikáció megbízhatóságáról a magasabb OSI rétegekben kell gondoskodni. A TCP egy hosszú évek alatt kifejlesztett protokoll, amely folyamatos, közvetlen kapcsolatot biztosít a két végpont között. Megbízhatósága magas fokú, azonban felépítése és működése bonyolult és összetett, emiatt az implementálása nehezebb, valamint az adatátvitel lassabb a nagyobb méretű fejlécek miatt. Ezek a hátrányok azonban ma már nem jelentenek akadályt, mivel a PC-s és szerver operációs rendszerek is széleskörűen támogatják a használatát. Használata a járműoldalon is leegyszerűsödött, hiszen egyre elterjedtebbek azok a GSM modemek, amelyek tartalmazzák ún. „TCP stack”-et, így a kommunikáció egészen a szállítási rétegegig implementálva van az eszközben.

A viszonylati réteg feletti kommunikációs lehetőségeket az adatstruktúra alapján két fő csoportra oszthatjuk:

- Egyszerű (bájtos) adatstruktúra
- Leíró nyelv használata

Az első esetben a járművön mért adatokat nyers formában, előre definiált sorrendben továbbítjuk a szerver felé. Az adatrekord az elején és végén speciális - máshol nem használt - bájtokat tartalmaz, ezzel jelölve egy adat kezdetét és végét. A mezők jelentését, kódolását, mértékegységét és a bájtsorrendet mindenképp szükséges definiálni, hogy az adatok értelmezhetőek legyenek. Az e fajta adatábrázolás előnye, hogy nagyon tömör, így csökkenti az átvitelt

adatmennyiséget. Hátránya, hogy nehezen bővíthető, továbbá hibakeresés esetén nehezen olvasható.

A másik lehetőség egy leíró nyelv használata. Az egyik legelterjedtebb, szabványosított leíró nyelv az XML (Extensible Markup Language), ezért a továbbiakban ezen keresztül kerül bemutatásra ez a módszer.

Az XML a W3C (World Wide Web Consortium) által ajánlott általános célú leíró nyelv, speciális célú leíró nyelvek létrehozására. Az SGML (Standard Generalized Markup Language) egyszerűsített részhalma, mely különböző adattípusok leírására képes. Az XML-en alapuló nyelvek formális módon vannak leírva, így lehetővé téve a programok számára a dokumentumok módosítását és validálását a formátum előzetes ismerete nélkül. A szigorú szintaktikus és elemzési követelmények lehetőséget biztosítanak arra, hogy a dokumentum helyességét és érvényességét ellenőrizzük. Egy helyesen formázott XML dokumentum megfelel minden szintaxis szabálynak. Az a dokumentum, ami nem helyesen formázott, nem tekinthető XML-nek. Egy érvényes dokumentum olyan adatot tárol, ami megfelel a felhasználó által definiált tartalmi szabálynak, ami leírja a helyes adat értékeket és helyeket. Ennek XSD-t (XML Schema Definition) használhatunk. Az XSD sokoldalú adattípus rendszert használ, ami részletes megköteket tesz lehetővé az XML dokumentum logikai szintjén, ezért sokkal robusztusabb érvényesítő keretrendszert követel meg. Az XSD XML-alapú formátumon alapul, minek következtében szokványos XML eszközöket lehet használni a létrehozásához és feldolgozásához, bár az implementációk sokkal többet kívánnak, mint az egyszerű XML olvasási képesség.

Az XML szabvány definiálja a szintaktikát, saját XSD készítésével pedig, definiálni lehet az adatok érvényességét is. A kommunikáció során a séma egyik oldalról támogatja a megfelelő XML felépítést, míg a másik oldalról a fogadott adatok validálására használható. Amennyiben a séma definiálását, és az adatok validálását következetesen végezzük, valamint - a lehetőségek szerint - minél jobban szigorítjuk, úgy az érvénytelen, vagy hibás adatok már az adatfeldolgozás elején kiszűrhetők.

Az alkalmazási réteget csak a szerver oldalon van értelme definiálni. A réteg feladata a strukturált, jól kereshető, könnyen hozzáférhető, és lehetőleg platformfüggetlen adattárolás. Erre a legalkalmasabb egy SQL (Structured Query Language) alapú, relációs adatbázis. A kommunikációs szerver az adatbázisba helyezi el az adatokat, valamint innen kérdezi le a járművezető azonosításához szükséges adatokat. Az adatbázis szerver fűthet a kommunikációs szerverrel egy hardveren, vagy egy - helyi hálózaton elérhető - különálló adatbázisszerveren. A legfontosabb és a legnagyobb terheléssel járó feladat a járműről érkező adatok beillesztése. Itt kétféle stratégia választható.

Összefoglalva a fentiek az adatátviteli rendszer a következőképpen épülhet fel az OSI-modell szerint.

OSI modell	Használt technológia
Fizikai réteg	GSM és 100BASE-TX
Adatkapcsolati réteg	GPRS és Ethernet
Hálózati réteg	Internet Protokoll (IP)
Átviteli réteg	TCP vagy UDP
Viszonylati réteg	TCP socket vagy szoftver
Megjelenési réteg	Rekordstruktúra vagy XML
Alkalmazási réteg	SQL szerver

1. táblázat: Az adatátviteli rendszer felépítése

MEGBÍZHATÓSÁG NÖVELTÉSE

A járműkövető rendszereknek megbízhatóság szempontjából két fő tulajdonságuk van:

- adatátvitel biztonsága,
- on-line rendelkezésre állás

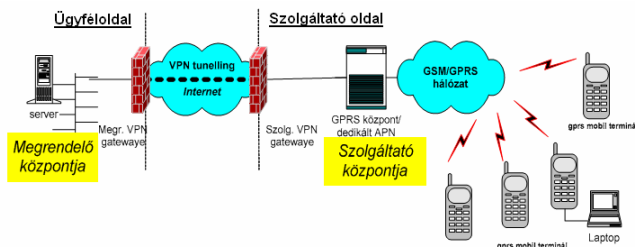
Az első tulajdonságon az értendő, hogy a járműről gyűjtött adatok változatlan tartalommal bekerülnek az adatbázisba. Ehhez meg kell határozni egy maximális időtartamot, ami után az adatot elveszetteknek tekintjük.

A második tulajdonság azt fejezi ki, hogy a járműkövető rendszer működési ideje alatt, egy adott járműfedélzeti egység mekkora időtartamban van on-line kapcsolatban a kommunikációs szerverrel.

Módszerek a biztonság növelésére

Ebben a fejezetben - cikk céljának megfelelően - a hálózati kapcsolat, és a szerver biztonságával foglalkozunk.

A GSM hálózat minőségi paraméterei (QoS), valamint az adatátviteli út felépítése a hálózati rétegig adottak. Azonban a GSM szolgáltatók biztosítanak egy olyan lehetőséget, amivel az adatátvitel a biztonsága nagyban növelhető. Egyéni mobilinternet szolgáltatás esetén minden ügyfél ugyanazt az GPRS elérési pontot (APN) használja. Így az ügyfelek bármely IP címmel rendelkező gépet elérnek és elérhető is válnak bárki számára. Ennek megfelelően a szerver fogadó portjának is elérhetőnek kell lennie minden IP címről. Szerver oldalon tűzfal segítségével le lehetne korlátozni a bejövő kapcsolatokat, azonban alapszolgáltatás használata esetén a mobil eszközök dinamikus IP címmel rendelkeznek, azaz minden hálózati bejelentkezésnél más IP címet kapnak. Lehetőség van azonban a 3. ábrán látható adatátviteli út kiegészítésére.



3. ábra: Biztonságos hálózati kapcsolat kialakítása (T-Mobile)

Ilyenkor a mobil eszközök (járműfedélzeti egységek) egy dedikált APN-hez kapcsolódnak, amelyet csak az adott flotta SIM kártyáival lehet elérni. A szolgáltató az ügyféllel egy erős titkosítással ellátott VPN (Virtual Private Network) csatornát alakít ki. A járműfedélzeti eszközök ezen keresztül érik el a kommunikációs szervert. Ebben a struktúrában a fedélzeti egységek csak a kommunikációs szerver látják, amely tűzfal mögött van, így védett a külső támadásokkal szemben. Megállapítható, hogy ez a rendszer nagyfokú biztonságot garantál mind a járműfedélzeti egységek, mind pedig a kommunikációs szerver számára.

Az adatátviteli út kialakításánál a protokoll definiálása a következő lépés. Meg kell határozni a szállítási, viszonylati és megjelenési réteget. A megbízható kommunikációt igénylő alkalmazások számára a TCP a megfelelőbb, ez biztosítja a szállítási és viszonylati réteget. Erre kell építeni egy felsőbb szintű protokollt, amely biztosítja a kommunikációt a szerver és a járművek között. Erre a feladatra a – már bemutatásra került – XML-t választottuk, mivel sok előnye mellett, az egyetlen jelentősebb hátránya (nagyobb

mennyiségű adatot kell átvinni) manapság már sem többletköltséget, sem pedig jelentős sebességsökkenést nem okoz.

Az on-line rendelkezésre állás növelése

Az on-line rendelkezésre állás legjelentősebb befolyásoló tényezője a GSM hálózat. Ezt befolyásolni nem lehet, azonban érdemes megvizsgálni a korlátait. Az első paraméter a területi lefedettség, különös tekintettel a GPRS lefedettségre. A Nemzeti Hírközlési Hatóság adatai szerint mindhárom szolgáltató legalább 99%-os területi lefedettséggel rendelkezik, és elméletileg a teljes szolgáltatási területén elérhető a GPRS. A gyakorlatban ez némileg kevesebb, a GPRS területi lefedettség 97% körül alakul. Közúti járműkövető rendszereknél az arány még jobb is lehet, mivel a közutak lefedettségére nagyobb hangsúlyt helyeztek a hálózatok kiépítésénél. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a vasútvonalak mentén rosszabb a helyzet.

A következő fontos paraméter a rendelkezésre állás. Az éves rendelkezésre állást hatóságilag előírt módon kell meghatározni a következő módon:

$$Rendelkezésreállás = \frac{AUT}{AUT + ADT} \times 100\% \quad (1)$$

Ahol:

ADT a teljes kiesési idő (a szolgáltatás megszűnése és annak visszaállítása között eltelt idő),

AUT a működési idő (a szolgáltatás elindítása és annak megszűnése között eltelt idő),

AUT+ADT a teljes megfigyelési idő.

A rendelkezésre állás meghatározásakor nem kell figyelembe venni az előfizetői végberendezéseket, a rádiós területi fedettség veszteségeit, és a forgalmi torlódásokból eredő veszteségeket. A rendelkezésre állás számításakor az egyes bázisállomások teljes kiesését kell figyelembe venni. Az előírások szerint a GSM PLMN (Public Land Mobile Network) rádiótelefon rendszer bázisállomásainak az előre tervezett szolgáltatási szünetek kivételével (< 4 óra/év) az év minden napján napi 24 órán keresztül éves átlagban 95%-os rendelkezésre állással a rendeltetésszerű használatra alkalmasnak kell lennie. Ugyanez az érték vonatkozik az internet szolgáltatásra is, azonban a tavalyi adatok alapján a szolgáltatók ennél jobbat, 99,61 %-ot értek el. Fontos felhívni a figyelmet a torlódásokból eredő veszteségekre, mivel a GPRS kapcsolat alacsonyabb prioritású mint a hanghívás. Ezért terhelt cellákban előfordulhat, hogy a hálózati torlódások miatt bizonyos ideig nem lehet az adatokat eljuttatni a járműről a központra.

A fenti értékek alapján elmondható, hogy a nyilvános GSM hálózat általános célú járműkövetésre kiválóan alkalmas, azonban biztonsági igényű alkalmazások (pl.: vasúti területen) esetén nem megfelelő. Vasúti területen azonban érdemes számba venni – a néhány éven belül kiépítésre kerülő – GSM-R (GSM for Railway) rendszert.

Az on-line rendelkezésre állás megfelelő szinten tartásához elengedhetetlen a megbízható szoftverek kifejlesztése a járműfedélzeti egységben és a szerver oldalon.

A szerverszoftver biztonságáról már esett szó az előzőekben, és láttuk, hogy megfelelő adatkezeléssel biztosítani lehet, hogy veszteségmentes legyen az adatküldés. Ennél nagyobb problémát jelent a rendelkezésre állás biztosítása, mivel ebben az esetben a szoftver illetve hardver leállásokat (melyek az adatbiztonságot nem befolyásolják) a lehető legnagyobb mértékben ki kell küszöbölni. A hardver esetében a fent említett nagy megbízhatóságú szerverarchitektúrát választva, és azt megfelelő környezetben (temperált szerverszoba, szünetmentes tápellátás, redundáns internet kapcsolat) elhelyezve, a rendelkezésre állás magas szinten tartható.

A szoftver megbízhatóságát a következő szempontok figyelembe vételével lehet növelni:

- pontos specifikáció,
- megfelelően lehatárolt funkciók,
- moduláris felépítés,
- egyszerűsége, átláthatóságra és tesztelhetőségre való törekvés,
- részletesen megtervezett tesztek végrehajtása (modulok verifikációja, teljes szoftver validációja)
- funkcionális, terheléses, biztonsági, hibakezelési és tartós tesztek,
- folyamatos dokumentálás.

Mindezen kritériumok megvalósításának részletezése meghaladja a cikk kereteit, azonban az ennyiből is látszik, hogy a magas rendelkezésre állású szoftverek megvalósítása, nagy körülmények között igénylő, bonyolult és sokrétű feladat.

ÖSSZEGRZÉS

A cikkben bemutatásra került a járműkövető rendszerek adatátviteli technológiáinak ismertetése. Az OSI-modell alapján ismertettük az egyes rétegek esetében használható szabványokat és protokollokat. Kiválasztottuk a megbízhatóság szempontjából legoptimálisabb megoldást. Megvizsgáltuk a szerver oldali adatkezelés biztonsági kérdéseit, és bemutattunk egy – a kifejlesztett protokollal együtt használható – biztonságos adatkezelési módszert. Végül megvizsgáltuk az on-line rendelkezésre állást befolyásoló tényezőket a GSM hálózat és a szoftverfejlesztés szempontjából. Megállapítottuk, hogy biztonságkritikus alkalmazások esetén a GSM hálózat nem ad kielégítő rendelkezésre állást, különösen tekintettel a

torlódásokból eredő veszteségekre. Ezért vasúti területen mindenképpen számba kell venni a jövőben a GSM-R használatát.

Irodalom

- [1] HÍRKÖZLÉSI ÉS INFORMATIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET: *Távközlő hálózatok és informatikai szolgáltatások*. On-Line könyv. <http://www.hte.hu>
- [2] Nemzeti Hírközlési Hatóság: *Hírközlés-statisztikai Adatbázis* http://www.nhh.hu/hirk_stat
- [3] ARADI SZ.: *Vasúti távfelügyeleti rendszer mozdony fedélzeti berendezés alkalmazásával*. In: *Vezetékek Világa*. 2007/1. (2007). 27-31 oldal. p.
- [4] ARADI SZ.: *Server Architecture Development for On-line Tracking of Large-sized Vehicle Fleet*. In: *Periodica Polytechnica*. 36/1. (2008)
- [5] R. LYU, M *Handbook of Software Reliability Engineering*. McGraw-Hill publishing, 1995, ISBN 0-07-039400-8
- [6] WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: *Extensible Markup Language (XML) 1.1 (Second Edition)* <http://www.w3.org/TR/xml11>
- [7] WORLD WIDE WEB CONSORTIUM: *XML Schema* <http://www.w3.org/XML/Schema>

Ábrajegyzék

1. ábra: Az on-line járműkövető rendszerek általános felépítése
2. ábra: Az adatátviteli út felépítése
3. ábra: Biztonságos hálózati kapcsolat kialakítása (T-Mobile)