

Off-line flottamenedzsent architektúra gyakorlati megvalósítása

Aradi Szilárd, Bécsi Tamás
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésautomatikai Tanszék
1111 Budapest, Bertalan L. u. 2. Z. épület 401.
szilard.aradi@auto.bme.hu
becsi.tamas@mail.bme.hu

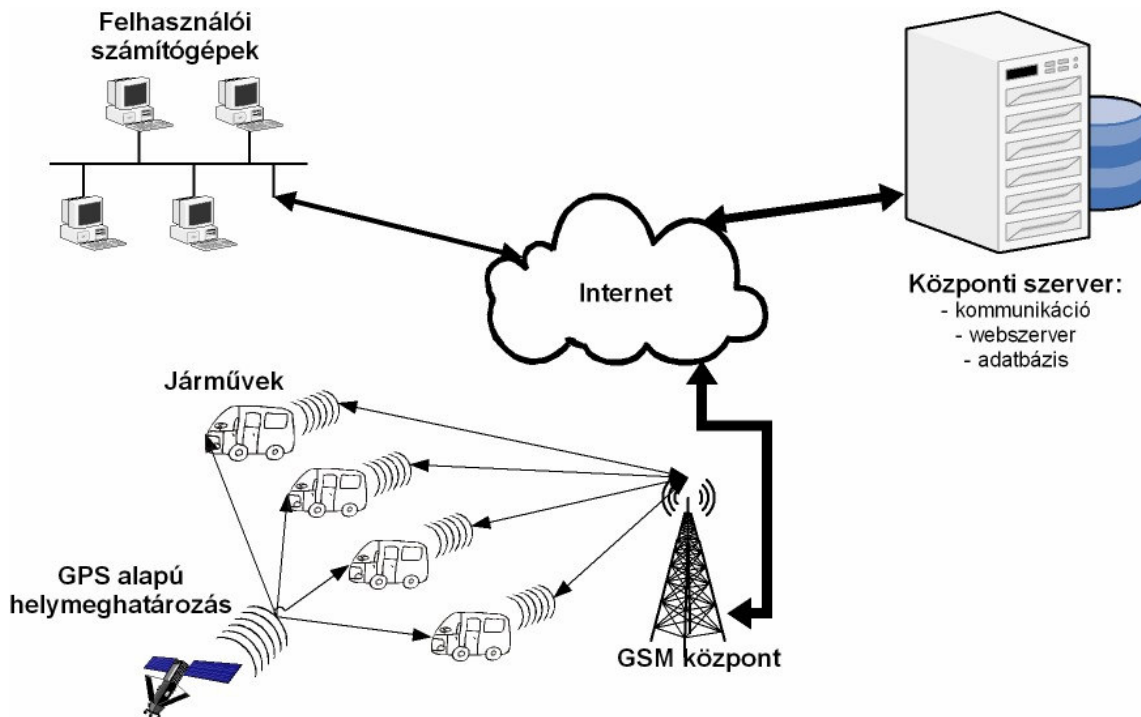
Tartalmi összefoglaló

A mikroelektronika és a mobil távközlés gyors ütemű fejlődésének köszönhetően a kilencvenes évek végére megvalósíthatóvá vált a járművek egyre szélesebb körű fedélzeti diagnosztikája és műholdas nyomon követése. Mindezen vívmányok adták a technológiai háttérét a flottamenedzsent rendszerek kialakulásának. A folyamatos (on-line) járműkövetés az adatátviteli költségek miatt nem minden esetben kifizetődő, és nem is feltétlenül szükséges. Gyakran elegendő a jármű követése során felgyűlt adatok utólagos kiértékelése. Jelen cikkünkben egy kivehető memóriakártyát, valamint az IEEE 802.11b/g [1] vezeték nélküli adatátviteli technológiát kombináltan alkalmazó rendszerarchitektúrát mutatunk be.

1. Bevezetés

A flottamenedzsent rendszereknek alapvetően két csoportra bonthatók: on-line és off-line rendszerekre.

On-line rendszerek esetén (1. ábra) a járműfedélzeti egységek előre definiált időközönként vagy események bekövetkezésekor valamilyen vezeték nélküli adatátviteli (általában GSM) hálózaton keresztül elküldik az aktuális földrajzi pozícióadataikat és a jármű olyan mért működési paramétereit, mint sebesség, üzemanyag-felhasználás.



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

Az adatok egy központi adatbázisba kerülnek, melynek segítségével folyamatosan nyomon követhetők a járművek. Az on-line rendszerek hátránya, hogy állandó költséget jelentenek, ami kisebb méretű járművekből álló flotta esetén nem minden esetben gazdaságos.

Az off-line rendszerek működésük során a járműfedélzeti berendezés folyamatosan rögzíti egy kivehető memóriakártyára a fent felsorolt adatokat. Ebben az esetben az adatok kiolvasása a járművek telephelyén történik, egy kártyaolvasóval ellátott PC segítségével. Ebben az esetben kommunikációs költségek megspórolhatók. Hátránya, hogy az adatok kiolvasása nehézkes és nagy az emberi-erőforrás igénye.

A kétféle rendszer - a fentiekől eltekintve - hasonlóan épül fel. Fő részei a járműfedélzeti egység és a központi szerver. A fedélzeti egység egy mikrokontrollerre épül, amely kezeli a helymeghatározáshoz használatos GPS (Global Positioning System) vevőt, valamint a járműparaméterek méréséhez szükséges egyéb perifériákat. Mindkét rendszerrel szükség van adatbázis szerverre, valamint egy szoftverrendszerre, amely az adatok megjelenítését, szűrését és kiértékelését lehetővé teszi. Nagyban megnöveli a használhatóságot, ha ezek a funkciók weboldalon keresztül is elérhetőek.

2. Kitekintés

Jelenleg az on-line flottamenedzsment rendszerek az elterjedtebbek. A különböző gyártók rendszerei nagyon hasonlóan egymásra, mindegyik műholdas helymeghatározást használ, és az adatokat mobilhálózaton keresztül GPRS szolgáltatás segítségével küldik a központba. Mindegyiknél állandó költséget jelent az adatátvitel. Emiatt az ilyen rendszerek csak nagyobb méretű járművek (teherautók, nyergesvontatók) esetén kifizetődőek, illetve olyan cégeknél, ahol a fuvarszervezés hatékonyságát erősen javítja a folyamatos járműkövetés.

A kisebb járműveket (személyautók, dobozos áruszállítók, mikrobuszok stb.) tartalmazó flották esetén, illetve ott ahol nincs szükség dinamikus fuvarszervezésre, nem kifizetődő, és felesleges az on-line rendszerek használata. Ilyenkor elég az adatok időszakos kiolvasása, és kiértékelése, amely segítségével elemezhető az adott időszak járműhasználata. Így könnyen kiszűrhető a magáncélú használat, ellenőrizhető az útvonal, és a sebességekből következtetni lehet a vezetői stílusra. Erre használhatók jelenleg a kivehető memóriakártyás off-line rendszerek. Használatukat azonban nagyban nehezíti a nehézkes adatkiolvasás.

Erre lehet megoldás a következő fejezetben felvázolt rendszer.

3. Struktúra

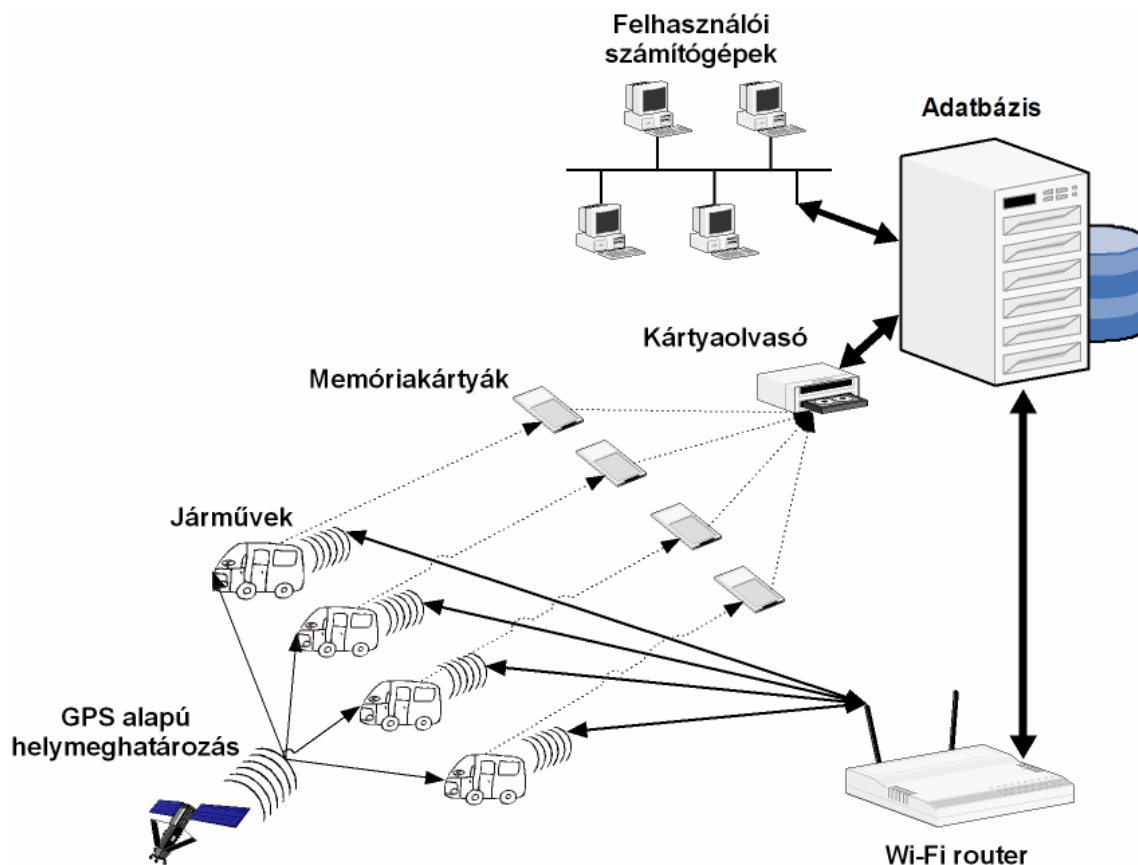
A IEEE 802.11b/g alapú adatátvitellel kibővített off-line flottamenedzsment rendszer elvi felépítése a 2. ábrán látható. A rendszer fő elemei a következők:

- járműfedélzeti berendezés
- adatbázis szerver
- felhasználói számítógépek

A rendszer működése során, a fedélzeti berendezések előre beállított időközönként lekérlik a GPS vevőtől az aktuális adatokat (dátum, idő, pozíció stb.), és mintát vesznek a különböző analóg jeladók (akkufeszültség, üzemanyagszint, hőmérséklet stb.) értékeiből. Városi forgalomban 20 másodperc, városon kívül 1 perc mintavételezési időköz elegendő. Fejlettebb rendszerek másodpercenként lekérlik a GPS vevő adatait, és a sebesség, vagy a megtett út függvényében állítják az adatrögzítési időintervallumot. Digitális jelek (gyújtáskapcsoló állása, ajtók állapota stb.) mérésénél a jel változásának mindenképpen adatrögzítési eseményt kell generálni, itt nem megfelelő a mintavételezés. A mért értékek kódolt formában kerülnek rögzítésre a kivehető memóriakártyán, így elkerülhető az adatok illetéktelen átirása.

Az adatok letöltése a jármű telephelyre érkezéskor megkezdődik. A fedélzeti berendezések csatlakoznak egy Wi-Fi (Wireless Fidelity) routerhez, és kapnak egy helyi hálózati IP (Internet Protokoll) címet. A járművek és a router között így létrejön egy vezeték nélküli helyi hálózat (WLAN). A router vezetékes kapcsolattal csatlakozik a telephely helyi hálózatához (LAN), vagy közvetlenül az adatbázis szerverhez. Egy Wi-Fi router egyszerre maximum 255 kapcsolatot képes

kiszolgálni, ami – figyelembe véve, hogy a legtöbb esetben a járművek nem egyszerre érkeznek a telephelyre – megfelelően nagy méretű flottát képes kiszolgálni.



2. ábra: IEEE 802.11b/g alapú adatátvitellel kibővített off-line rendszer elvi felépítése

Az adatátviteli rendszer az OSI (Open System Interconnection) [2] modell alapján, az 1. táblázatban bemutatott módon épülhet fel.

A fedélzeti egység a hálózati kapcsolat létrejötte után kapcsolódik az adatbázis szerverhez, és megkezdí az adatok feltöltését. Az adatkommunikáció TCP (Transmission Control Protocol) vagy UDP (Universal Datagram Protocol) [3] alapon működhet, ezért a szerver oldalon szükség van egy TCP vagy UDP szerveralkalmazásra, amely – egyszerre több klienst kezelve – fogadja az adatokat, és beilleszti egy SQL adatbázisba. A szoftver tetszőleges operációs rendszer alá kifejleszthető, vagy lehet platformfüggetlen programnyelvet (pl.: JAVA) használni, így hordozhatóvá válik az alkalmazás.

A szerver a beérkezett adatrekordokról nyugtát küld a fedélzeti berendezésnek, így biztosítva adatbiztonságot. Azon adatrekordokat, amelyekre nem érkezett nyugtáüzenet a fedélzeti berendezés tovább tárolja, így probléma esetén a kivehető memóriakártyáról leolvasható.

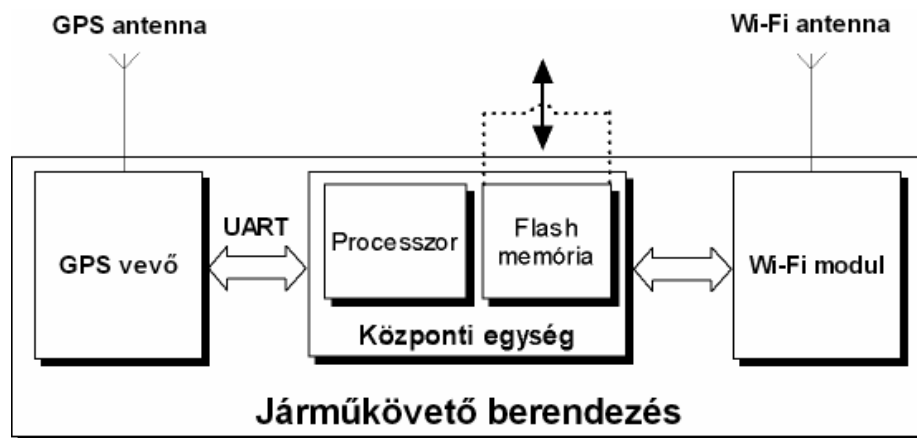
A fedélzeti berendezés (3. ábra) főbb elemei a következők:

- GPS vevő
- mikrokontroller
- Wi-Fi modul
- memóriakártya

OSI modell	Használt protokoll vagy szolgáltatás	Megvalósítás a fedélzeti egységben	Megvalósítás a központi szerveren
Fizikai réteg	802.11 b/g PHY, 100BASE TX	2,4 GHz-es RF adó- vevő kontrollerrel (Wi-fi modulban)	Hálózati kártya
Adatkapcsolati réteg	802.11 b/g MAC/LLC, Ethernet	Media Access Controller (MAC) processzor (Wi-fi modulban)	
Hálózati réteg	Internet Protocol (IP)	Wi-Fi modulban lévő processzor vagy a modulhoz csatlakozó mikrokontrollerben megvalósított szoftver.	Operációs rendszer
Átviteli réteg	Transmission Control Protocol (TCP) vagy Universal Datagram Protocol (UDP)		TCP vagy UDP szerver objektum (Szerver szoftver)
Viszonylati réteg	Viszonylat kialakítása TCP-vel (TCP socket) vagy UDP-vel (UDP socket)		Kliens szál (Szerver szoftver)
Megjelenési réteg	Előre definiált adatrekordokkal történő adatsere	Mikrokontrollerben megvalósított szoftver.	Kliens programszál és SQL programszál (Szerver szoftver)
Alkalmazási réteg	SQL szerver	–	SQL szerver (MSSQL, MySql stb.)

1. táblázat: Az adatátviteli rendszer felépítése

A GPS vevő napjainkban nagyon sok gyártó kínálatában megtalálható. Fejlesztési célokra a kereskedelmi forgalomban kapható, nyomtatott áramkörbe építhető modulok használatosak. Ezek közös jellemzője, hogy valamilyen soros interfészen keresztül, programozható időközönként küldik az NMEA (National Marine Electronics Association) szabványban [4] meghatározott táviratokat.



3. ábra: A járműkövető berendezés elvi felépítése

Közúti járművek követésére a legalkalmasabb a GPRMC típusú távirat [5], amely az alábbi adatokat tartalmazza:

- UTC (Coordinated Universal Time) idő
- dátum (UTC)

- pozíció érvényessége
- földrajzi hosszúság (század fokperc pontossággal)
- földrajzi szélesség (század fokperc pontossággal)
- sebesség (tengeri mérföldben, tizedes pontossággal)
- irány
- mágneses eltérés
- ellenőrző összeg

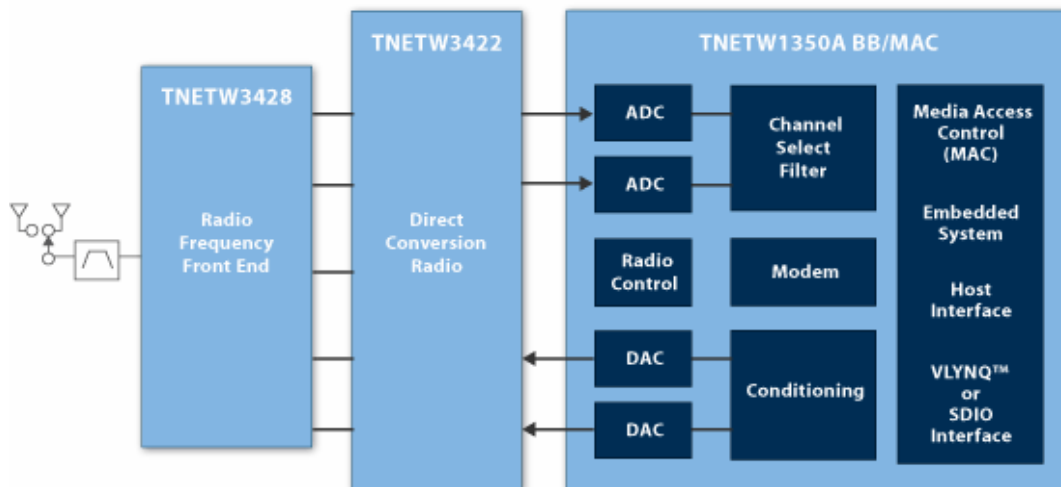
A GPS vevők - típustól függetlenül- legtöbb fontos tulajdonságukban nagyon hasonlóak. A kiválasztásnál azonban a következő szempontokat mindenképpen szem előtt kell tartani:

- csatornaszám (egyszerre fogható műholdak száma)
- differenciális GPS képesség (WAAS/EGNOS)
- éledési idők
- teljesítményfelvétel

A központi egység fő eleme egy 8 vagy 16 bites mikrokontroller. A három legelterjedtebb platform az Intel, a Motorola és a Microchip. A kiválasztást a fejlesztői tapasztalat, és a fejlesztőeszközök megléte dönti el. A nagy számú változathól a következő szempontok alapján kell szelektálni:

- soros port sebessége
- processzor sebessége
- nagy számú digitális ki-, bemenet (memóriakártya kezeléshez)
- Analóg-digitál (A/D) átalakítók (analóg érzékelőkhöz)
- teljesítményfelvétel

Kivehető memóriakártyának bármely hordozható készülékekben használatos flash alapú kártya (CF, SD/MMC, xD stb.) használható.



4. ábra: A Wi-Fi modul egy lehetséges felépítése (forrás: <http://www.ti.com>)

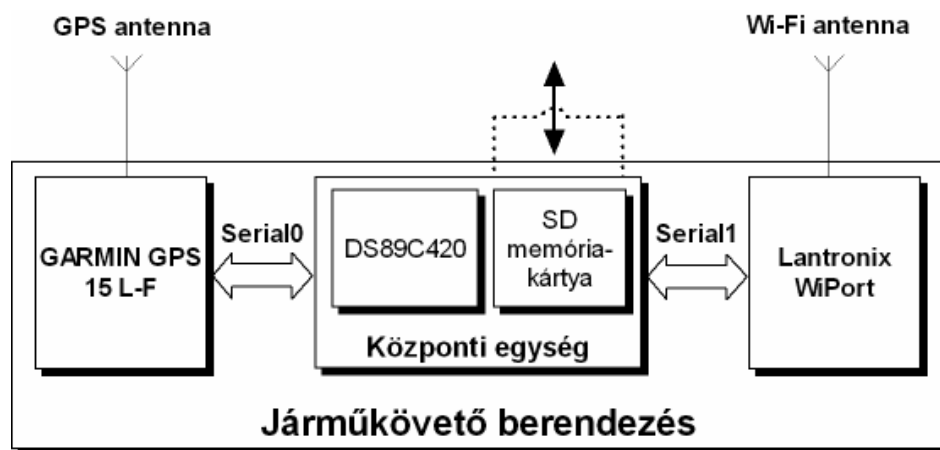
A Wi-Fi modul kialakításánál alapvetően kétféle módszer létezik. Az első megoldás, hogy a IEEE 802.11 b/g szabványnak megfelelő MAC (Media Access Controller) kontrollert és alapsávu processzort tartalmazó csiphez illeszteni kell az alkalmazásnak megfelelő kimeneti teljesítményű, 2.4 GHz-es rádiófrekvenciás eszközöket. A 4. ábrán egy Texas Instruments [6] eszközökből összeállított egység látható.

Az ilyen rendszerek hátránya, hogy bonyolultabb a tervezési folyamat, valamint a hálózat kezelését csak az adatkapcsolati rétegig valósítja meg. Így a TCP/IP protokollokat a központi egység controllerében lévő szoftvernek kell megvalósítani, ami a szoftverfejlesztést is hosszadalmassá teszi. Nagymennyiségű sorozatgyártás esetén, azonban gazdaságosabb ez a megoldás.

A másik lehetőség a közelmúltban kifejlesztett, és bevezetésre került processzoros Wi-Fi modulok. Ezekben integrálva találunk egy – a fentihez hasonló – egységet, egy hozzá csatlakozó processzossal, amely kezeli a Wi-Fi egységet, és az átviteli rétegig megvalósítja a hálózati kapcsolatot. Ezek a modulok könnyen illeszthetők aszinkron soros adatátvitellel bármilyen mikrokontrollerhez, és egyszerű parancsok segítségével vezérelhetők.

4. Mintaalkalmazás

A kísérleti rendszer megvalósítását a 3. fejezet szempontjai alapján végeztük. A pozíció meghatározását a Garmin 15 L-F típusú GPS vevő [7] végzi, amely TTL (Tranzisztor-Tranzisztor Logika) jelszintű aszinkron soros interfészen keresztül kapcsolódik a központi egységhez.



5. ábra: A kísérleti járműkövető berendezés felépítése

A központi egységbe egy Dallas/Maxim DS89C420 típusú [8], Intel 8051 kompatibilis mikrokontroller került. E típus processzora 12-szer gyorsabb, mint a hagyományos 8051-es kontrollereké. Így az egy gépi ciklust igénybe vevő utasítások futási ideje, a megfelelő óra jel használatával, akár nanosecundumos nagyságrendig csökkenthető. A controller legfontosabb jellemzői:

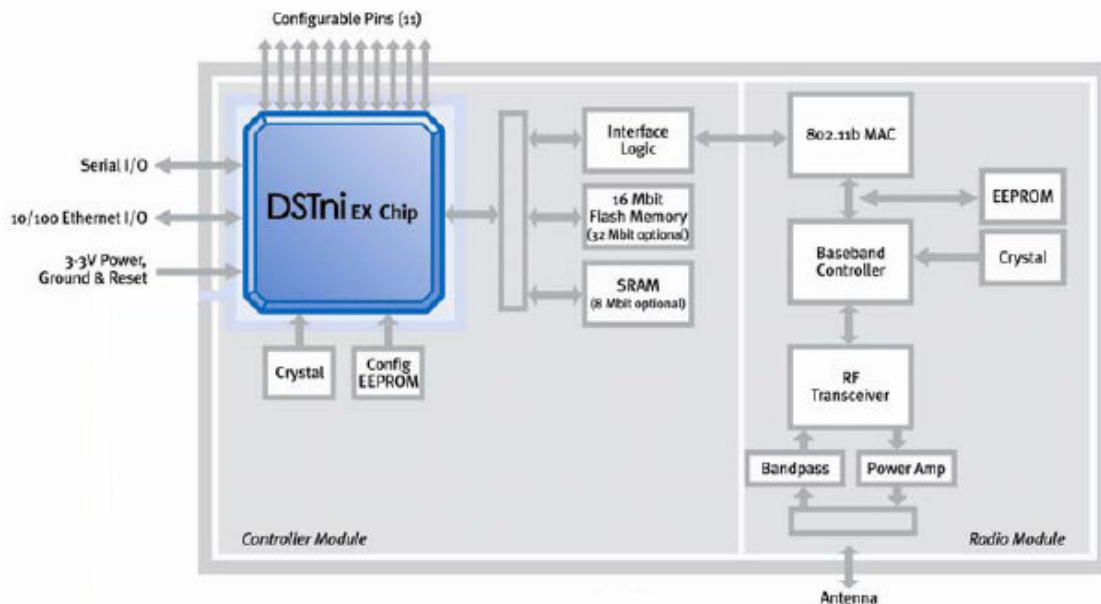
- 8051 kompatibilitás
- maximum 33 MHz-es órajel
- 1 órajel-periódus = 1 gépi ciklus
- 1 ciklusú utasítások futási ideje 30 ns
- 2 full-duplex, nagy sebességű, aszinkron soros port
- 16 kbyte programmemória
- 1 kbyte RAM

- 4x8 kétirányú, digitális port
- 3 16 bites időzítő/számláló

A fenti felsorolásból látható, hogy a kontroller nem tartalmaz A/D átalakítót, ami szükséges az analóg jelek méréséhez. Ezt egy külső ADC0834 típusú [9] A/D konverter beépítésével oldottuk meg. Ennyi kompromisszumot kellett kötni a nagy processzor-, és adatátviteli sebesség érdekében.

Kivehető memóriakártyának Secure Digital (SD) [10] típusú flash alapú memóriát választottunk. Ez a kártya megbízható technológiára épül, nagyon széles az alkalmazási területe, jó a műszaki támogatottsága, és alacsony ára miatt, nagyon gazdaságos a használata. A processzorhoz Serial Peripheral Interface Buson (SPI) [11] keresztül lehet illeszteni. Ez egy szabványos, 3 vezetékes szinkron, full-duplex, soros adatátviteli protokoll. A DS89C420-ban nincs önálló SPI periféria, ezért szoftveresen valósítottuk meg 3 szabad I/O port segítségével az adatátvitelt.

A Wi-Fi modul esetében a 3. fejezetben szereplő második megoldást választottuk, azaz kerestünk egy processzorral egybeépített Wi-Fi eszközt. A legmegfelelőbbnek a Lantronix WiPort [12] típusú egységét találtuk. A modul soros porton kommunikál a processzorral, beépített TCP és UDP stacket tartalmaz, így megkönnyítette a kommunikációs szoftverrészek kifejlesztését.



6. ábra: A Lantronix WiPort felépítése (forrás: WiPort Integration Guide)

Az eszköz fő tulajdonságai az alábbiak:

- DSTni típusú x86 kompatibilis mikrokontroller
- Soros porton érkező adatok továbbítása IEEE 802.11 b/g vezeték nélküli adatátvitellel
- IP, UDP, TCP protokoll támogatás
- WPA és WEP titkosítás
- 2 soros port (max. 921600 Baud)
- Web alapú konfiguráció
- E-mail riasztás
- 11 szabadon felhasználható, digitális I/O port

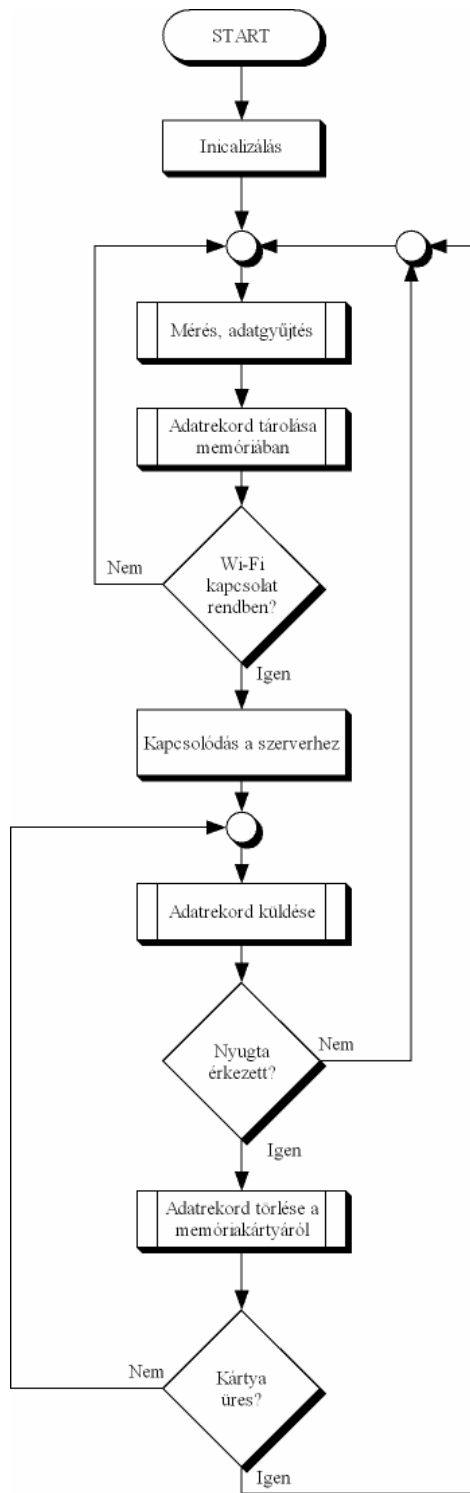
A központi egység processzorát a Keil uVision nevű fejlesztői környezetben készítettük. A kész szoftver letöltése az általunk használt kontrollernél, soros porton keresztül történik, a gyártó által

készített PC-s szoftver segítségével. A letöltés áramkörbe épített kontrollernél is működik, így a prototípus fejlesztésénél sok idő megtakarítható.

A viszonylati réteg protokolljának a TCP-t választottuk, mert az UDP-hez képest, erősebb adatvédelmet, rendezett adatátvitelt használ. További előnye még, hogy az elveszett csomagokat automatikusan újraküldi, a duplán küldött csomagokat eldobja, és feloldja a torlódásokat.

A mikrokontroller szoftverének működését a 6. ábra szemlélteti. A processzor indulásakor inicializálni kell a használandó perifériákat. Be kell állítani a soros port, és az időzítők regisztereit, engedélyezni a használatos megszakításokat. Indulás után a főprogram egy időzített, végtelen ciklusba kerül. A ciklus első függvénye a beállított mintavételezéssel végzi a mérést és adatgyűjtést, majd átadja a GPS vevőtől és a szenzoroktól kapott paramétereket az SD kártyát kezelő függvénynek, amely azokat a flash memóriába írja. A következő lépésben a kontroller aktiválja a WiPort modult, és válaszra vár. A rádiós egység ekkor megpróbál csatlakozni a konfigurációjában tárolt SSID-vel (Service Set Identifier) rendelkező vezeték nélküli hálózathoz. Ehhez a ugyanazt az SSID-t kell beállítani a használt Wi-Fi routeren is. Ez a gyakorlatban a jármű telephelyén lévő eszközön kell elvégezni. Ha sikeres a csatlakozás, akkor azonnal megpróbál TCP viszonylatot kialakítani a szerver felé. Ha ez is rendben megtörtént, akkor pozitív visszajelzést küld a kontrollernek. Ekkor a szoftver meghívja az adatrekordokat soros porton kiküldő függvényt, amely nyugtát vár a szervertől, mindenküldés után. Ha a nyugta megérkezett, akkor a kártyát kezelő függvény törli az adatrekordot. Amennyiben egy adott idő alatt nem érkezik válasz, akkor az adatok továbbra is a kártyán tárolódnak, és a szoftver a főciklus elejére ugrik.

A szerver oldalon Delphi környezetben készítettünk egy Win32 TCP szerveralkalmazást, amely fogadja a beérkezett adatokat, és egy SQL adatbázisba írja őket. A szerver alaphelyzetben egy adott TCP portot figyel. Amennyiben egy kliens csatlakozik a portra, akkor a szoftver egy új programszál (thread) indít a számára. Ettől a kezdve ez a programszál, csak az adott klienst szolgálja ki. Így a program egyszerre nagyszámú kapcsolat kiszolgálásra képes. A fogadott adatokat szintaktikailag ellenőrzi, majd ellenőrző összeget számol, és helyes eredmény esetén nyugtát küld a kliens felé. Ezután a megfelelő adatrekordokat átadja egy másik programszálaknak. Ez a szál a szoftver indulásakor létrejön és kapcsolódik az SQL szerverhez. Működés közben fogadja a kliensszálaktól érkező rekordokat és az adatbázisba illeszti őket.



6. ábra: A mikrokontrollerben futó szoftver folyamatábrája

5. Összefoglalás

A cikkben felvázolt rendszer megoldást nyújthat a kisebb méretű járművekből álló flották követésére, valamint olyan esetekben, amikor nem szükséges a járművek folyamatos megfigyelése. A rendszer beruházási költsége alacsonyabb, mint az on-line rendszereké, és az üzemeltetés során az adatátviteli költségek is megspórolhatók. A költségeket tovább csökkenti a teljesen automatizált adatletöltés, mert így a flotta kezelése, gyorsabbá, és hatékonyabbá válik.

További felhasználói lehetnek egy ilyen rendszernek a tömegközlekedési vállalatok. A megállók és a járművek felszerelése hasonló eszközökkel lehetővé teszik a megállótól megállóig történő járműkövetést. Szükségtelenné válik, hogy minden egyes jármű közvetlen kapcsolatban legyen a központtal, elég a megállóknak hálózati elérést biztosítani. Így az üzemeltetési költségek, ennél a felhasználási módnál is csökkennek.

Figyelembe véve az ingyenes vezeték nélküli internetelérést (Hotspot) biztosító helyek számának növekedését a nagyvárosokban, további lehetőség az ún. „kvázi on-line” rendszer kifejlesztése. Ekkor a járműfedélzeti berendezés folyamatosan figyelné a vezeték nélküli hálózatot, és amennyiben szabad csatlakozási lehetőséget talál, akkor azon keresztül feltölti az adatait a központi szerverre. Ebben az esetben azonban lehallgathatóvá válnak az adatok, ami sok megoldandó biztonsági kérdést felvet.

Irodalom

- [1] IEEE 802.11 standards, <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>
- [2] ISO 7498:1984 Open Systems Interconnection - Basic Reference Model, <http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards>
- [3] IP, TCP, UDP specifications, <http://tools.ietf.org>
- [4] NMEA 0183 Standard
- [5] NMEA sentences, <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>
- [6] Texas Instruments, <http://www.ti.com>
- [7] Garmin GPS 15 L-F datasheet, <http://garmin.hu/termekek/index.php?pid=271>
- [8] DS89C420 datasheet, <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS89C420.pdf>
- [9] ADC 0834 datasheet, <http://www.national.com/mpf/AD/ADC0834.html>
- [10] Secure Digital card physical layer specification, <http://www.sdcard.org/sdio/Simplified%20Physical%20Layer%20Specification.PDF>
- [11] Serial Peripheral Interface Bus reference manual, http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/S12SPIV3.pdf
- [12] Lantronix WiPort datasheet, <http://www.lantronix.com/device-networking/embedded-device-servers/wiport.html>