

EGYEDI TERVEZÉSŰ TELEMETRIAI RENDSZER FEJLESZTÉSE BOSCH ELEKTROMOBIL JÁRMŰHÖZ, ZIGBEE VEZETÉK NÉLKÜLI HÁLÓZATON

UNIQUELY DESIGNED TELEMETRY SYSTEM DEVELOPMENT TO A BOSCH ELEKTROMOBIL VEHICLE ON ZIGBEE WIRELESS NETWORK

Méhes László, Trohák Attila***

ABSTRACT

This paper describes a telemetry system for an Elektromobil vehicle. The Bosch Elektromobil race is car race for engineer students. The mechanical design and construction are very important and also important the optimization of the complete car. This telemetry system is developed to be able to monitoring the live behavior of the Elektromobil vehicle. The system use a Microchip PIC microcontroller to handle the velocity, the RPM and the G force sensors and the on board dashboard. Furthermore the microcontroller sends these values on ZigBee wireless network to the Java data manager and dashboard application on the host computer. With the test results we could refine the vehicle behavior.

1. BEVEZETÉS

A Bosch Elektromobil verseny 2012-ben 4. alkalommal kerül megrendezésre. A verseny célja, hogy 4-5 főből álló főként egyetemista csapatok egy olyan járművet építsenek, amelyet a Bosch által gyártott akkumulátoros kéziszerszámok hoznak mozgásba. A versenyen több kategóriában indulnak a járművek, többek között egy körversenyen, egy gyorsasági versenyen, valamint a műszaki megoldásokat is díjazták. A 8 darab akkumulátoros kéziszerszám, mint meghajtó motor nem lebecsülendő, ugyanis a 2011-es versenyen a döntőbe került járművek sebessége elérte a 35-40 km/h-t is, és a 2012-es versenyen részt vevő járművek verseny sebessége előre láthatólag akár az 50 km/h-t is eléri!

Ilyen sebesség és a kiélezett verseny mellett nem csupán a gépészeti megoldások fontosak a jobb eredmények elérése érdekében. A korábbi évben is alkalmazott csapatunk egy fedélzeti fordulatszám-mérő és sebességmérő, amely nagymértékben hozzájárult a verseny eredményes teljesítéséhez, mivel hasznos segítséget nyújtott a pilóta számára. Ennek

továbbfejlesztéseként a 2012-es évben kidolgozásra kerül egy olyan ZigBee alapú vezeték nélküli szenzor hálózatot, amely egy telemetriai rendszer alapjaként szolgál és közel valós idejű adatokat szolgáltat a jármű pillanatnyi állapotáról.

2. HARDVER FELÉPÍTÉS

A járművön elhelyezett elektronika megtartotta eddigi műszerfal jellegét és továbbra is sebesség, illetve fordulatszám adatokat közöl a pilótával. Az aktuális sebesség kijelzésére két darab hét szegmenses kijelző került felhasználásra, illetve kilenc pár nagy látószögű LED-et a fordulatszám megjelenítésére a jobb láthatóság miatt. A kijelző szerkezetet egy MAX6957 típusú port bővítő és LED meghajtó áramkör vezérli, melyhez SPI porton keresztül lehet hozzáférni. Ezen LED meghajtó segítségével a kijelzésre használt eszközök eltérő fényerősségét is kompenzálni lehet, mivel minden egyes kimenetén áramgenerátor segítségével vezérelhető a LED-ek fényereje. Valamint a korábbi években a pilóta számára zavaróan nagy fényerőt sötétben, illetve az alig láthatóan kis fényerőt napsütésben is kompenzálni tudja, mivel minden kimenetére egyszerre alkalmazva is lehet áramerősséget állítani analóg módon. Amennyiben elég idő nyílik a verseny előtti felkészülésre, úgy ezen funkció is megvalósításra kerül.

A fedélzeti egység lelke egy PIC24HJ128GP204 típusú Microchip PIC mikrovezérlő. Ezen mikrovezérlő 16 bites működésű és 128 KB program memóriával bír, valamint 80 MHz-es működési frekvencia mellett 40 MIPS-es adatfeldolgozásra képes. Ez az egység fogadja a sebesség és fordulatszám szenzoroktól érkező jeleket, továbbá feldolgozza, majd megjeleníti azokat a fedélzeti műszerfalon a pilóta számára.

A fordulatszám, illetve sebességmérő szenzorokat egy-egy reflexiós optocsatoló alkotja. A sebesség mérése az első kerékre szerelt féktárcsák felületén történik, mivel ennek kialakítása éppen megfelelő ezen funkcióra.

* MSc. mérnök informatikus hallgató, Miskolci Egyetem, Automatizálási és Kommunikáció-technológiai Tanszék

** Egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Automatizálási és Kommunikáció-technológiai Tanszék

A féktárcsán található lyukak szakítják meg a fény visszaturkózásához szükséges felületet, ennek köszönhetően generálódik egy külső megszakítás a mikrovezérlő számára. Az aktuális fordulatszám mérése is hasonló elveket követ. Itt a meghajtó eszközök behajtási pontján kerül sor a mérésre a tengelyen elhelyezett fényvisszaverő tükör segítségével.

A rendszer része még két darab háromtengelyű gyorsulásmérő szenzor is, melyeknek a vízszintes síkkal párhuzamos két tengelye került felhasználásra. Ezen szenzorok a járművet érő erőhatásokkal arányos analóg jelet szolgáltatnak, továbbá az autó orrában és a hátsó lökhárítóján kerültek elhelyezésre. A mikrovezérlő terhelésének csökkentése érdekében a gyorsulásmérő eszközök az XBee gyártmányú ZigBee rádiós chiphez csatlakoznak, amely képes négy darab analóg jel fogadására és automatikus továbbítására előre meghatározott időközönként. Továbbá a mikrovezérlőtől érkező sebesség és fordulatszám érzékelőkkel mért értékek továbbítására is ezen XBee modul szolgál. Az XBee modul és a mikrovezérlő közötti kapcsolat UART-on keresztül valósul meg.

Továbbá a fedélzeti egység rendelkezik egy GPS modullal is, mely a megfelelő jelszint illesztés után UART-on keresztül kapcsolódik a mikrovezérlőhöz. Majd a koordináta adatok beérkezése után a mikrovezérlő tovább küldi azokat az XBee modulon keresztül a számítógép számára. Ennek segítségével a bejárt pálya vonala és pályán belüli pozíciója is meghatározható a járműnek, azonban ennek pontosságát a sebesség és a műholdakra történő rálátás is nagymértékben befolyásolja.

A rendszer részét képezi egy számítógépi egység is, amely a számítógép USB portjára csatlakozik. Az egységen található USB-soros átalakító chip segítségével a számítógép számára egy soros portot emulál, melyre a számítógépi programból könnyedén kapcsolódni lehet. Ez az egység a fedélzeti párjához hasonlóan, szintén rendelkezik egy XBee vezetékek nélküli modullal, amelynek segítségével fogadja a járművön elhelyezett modultól érkező adatokat. Ennek köszönhetően a tesztelési és felkészülési időszakban a jármű működés közbeni paraméterei monitorozhatóvá válnak. Így a különböző gépészeti beállítások járműre gyakorolt hatásai összehasonlíthatóak. Ennek köszönhetően olyan részletekre és beállítási lehetőségekre derül fény, amelyekre eddig talán nem is gondoltak a mechanikai beállítások végzői. Ennek eredményeként jobban a versenykörülményekhez alkalmazkodó beállításokat lehet alkalmazni a járművön, hogy sikeresebb eredménnyel záruljon a verseny!

3. SZOFTVER FELÉPÍTÉS

A telemetriai rendszer részét képezi a számítógépes szoftver is, amely Java nyelven került implementálásra. Ezen alkalmazás felhasználja a JAVA XBEE API-t,

amely lehetővé teszi, hogy az USB-re csatlakozó XBee modul az emulált soros porton keresztül elérje a Java alkalmazás. Továbbá ennek segítségével az XBee modul nem csupán AT parancsokkal vezérelhető, hanem API parancsok segítségével is, valamint így a távoli modulok is vezérelhetővé, konfigurálhatóvá válnak.

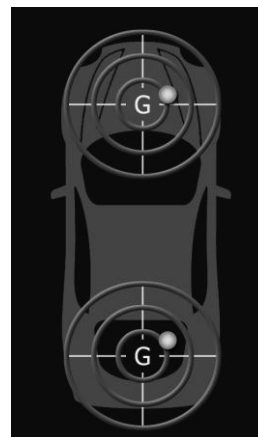
Továbbá ezen alkalmazás fogadja és feldolgozza a járműtől érkező sebesség, fordulatszám, G erő és GPS adatokat. A sebesség és fordulatszám megjelenítéséről két darab, a közúti forgalomban résztvevő autókól ismert megjelenésű analóg kijelző gondoskodik. Ezek élő képet adnak a jármű paramétereiről. Ezt az 1. ábrán lehet megtekinteni.



1. ábra. A fordulatszám és sebesség kijelző

Látható még az 1. ábrán, hogy visszajelzők is alkalmazásra kerültek, melyek a járművel való kapcsolatról adnak információt, illetve a jármű néhány további paraméteréről is, mint a kézifék állapota és az autó karosszériájának orrában elhelyezett LED logo működési állapota.

A G erő megjelenítése a 2. ábrán látható grafikus ábra segítségével történik. A célkeresztben mozgó narancs színű golyók az erőhatás irányát mutatják, elmozdulásuk ezzel az erővel arányos. Az autó orrában és hátulján elhelyezett gyorsulásmérők azt a célt szolgálják, hogy a jármű kanyar közbeni viselkedés is megfigyelhető legyen, így, ha eltérő értéket mutat a két érzékelő, abból következtetni lehet a jármű kicsúszására, alul-, vagy túlkormányozottságára is.



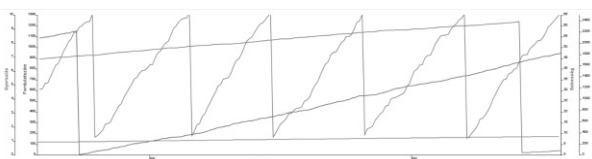
2. ábra. G erő kijelző

A GPS koordináták alapján számított pozíció adatok egy statikus térképen kerül megjelenítésre, mivel a tesztek és a verseny helyszíne is előre ismert, továbbá ezen helyszíneken kizárólag vezeték nélküli internetkapcsolat rendelkezésre állása esetén lehetne online térkép szolgáltatást elérni. A statikus műholdképek a Google Maps-ról kerültek felhasználásra az alkalmazásban. A térkép működés közben mutatott képét a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra. Jármű pozíció a pályán.

Továbbá az adatok rögzítésre kerülnek a mérés során, melyet később vissza lehet nézni és utólag kielemezni. De nem csupán a fenti adatok monitorozhatóak, hanem az ezekből származtatható és becsülhető további adatok is. Ilyen például a gyorsulás, a megtett út hossza, egy kör ideje, a teljes táv hossz és ideje, a nyomaték, az akkumulátorok aktuális töltöttségi szintje, illetve további adatok is szükség szerint. Ezek egy kéttengelyes diagramon kerülnek megjelenítésre, melynek x tengelye az idő, y tengelye pedig színek szerint a kijelzendő érték. Erre egy teszt példát a 4. ábrán lehet megtekinteni.



4. ábra. Generált próbaadatok a kijelzőn.

A túl sok adat által okozott zavaró hatás miatt, a megjeleníteni kívánt görbék egyesével kiválaszthatóak, továbbá a görbéhez tartozó segédvonalak is aktiválhatóak külön-külön. Ennek köszönhetően mindig pontosan annyi információ áll a felhasználó rendelkezésére, amennyire éppen szüksége van.

A tesztelés közben nyert adatokat és görbéket le is lehet menteni Excel formátumú táblázatokba, melyeknek a későbbi feldolgozása a bemutatott program alkalmazásától függetlenné válik. Ennek köszönhetően akár más gépészeti és matematikai számításokat végző

szoftverek számára importálható adatok kerülnek rögzítésre, melyekkel a beállításokra javaslatot tevő szakemberek könnyebben tudnak a továbbiakban dolgozni. Ezen opció az alkalmazás rugalmasságát nagyban növeli. Az Excel formátum kezeléséhez az alkalmazás a Apache POI-t használja, amely lehetővé teszi a Microsoft formátumok rugalmas kezelését Java nyelvről.

4. KEZDETI TESZT EREDMÉNYEK

Jelenleg még egyetlen kezdeti tesztet sikerült elvégezni. A kapott eredmények biztatóak. A tesztek a Miskolci Egyetem egyik parkolójában lettek elvégezve. A parkolóban egy kör megtételéhez csaknem 250 méter szükséges. A jármű a számítógéptől 120 méter távolságig távolodott el. Ez a távolság az rádiós kommunikáció legnagyobb áthidalandó távolságát is jelenti. Azonban a versenypálya kialakításának ismeretében ettől nagyobb távolságra és rosszabb optikai rálátásra kell számítani.

A teszt során, a járművön elhelyezett elektronikában egy 2,4 GHz-es XBee modul foglalt helyet, amely XBP24-ZB firmware-el volt ellátva. Ezen modul bot antennával volt felszerelve.

A számítógép oldali eszközben egy szintén 2,4 GHz-en üzemelő XBee modul volt megtalálható, azonban ez XB24-ZB típusú firmware-el került alkalmazásra és drót antennával volt felszerelve. A teszt közben a jelerősség értékek a fent leírt modul páros mellett jó értéket mutattak, még a legtávolabbi ponton is!

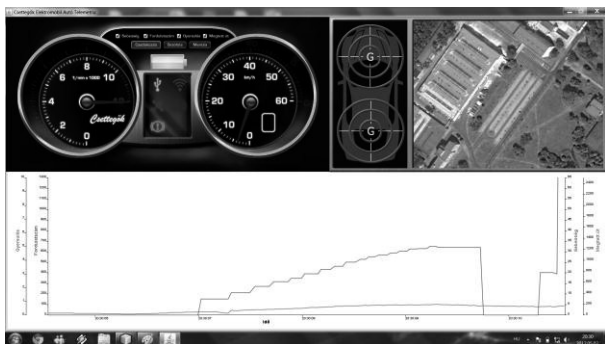
Az adatok beérkezésének sebessége is kiváló. A számítógépen időbéllyeggel vannak ellátva a beérkező fordulatszám és sebesség értékek, ennek köszönhetően megállapítható, hogy a mikrovezérlő programjában beállított frissítési időt a számítógép oldalán megérkező adatok követik, az adatforgalom zavaroktól mentes. A mikrovezérlő által 0,03 másodpercenként küldött adatokat a számítógép oldalán legfeljebb 0,004 másodperces késéssel megérkeztek.

A későbbiekben sor kerül más modul típusokkal is a rendszer kipróbálására, habár az eddigi eredmények nem indokolják azt, hogy ezen a téren bármely változtatás is szükségszerű lenne.

A mérés során fény derült hibákra is. Mindegyik egyformán jelentkezett és következetesen. Minden egyes bukkánónál a teszt ideje alatt a sebesség- és főként a fordulatszám mérő kijelzők értéke hirtelen megugrik. Erre a kivitelezés során elkövetett rossz kontaktok kialakítása adhat választ. Ennek orvoslása hamarosan megtörténik és remélhetőleg a hiba megszűnik.

Továbbá a sebességmérő kalibrálásából adódó helytelen megjelenítésre is fény derült, amit a következőkben szintén javítani fogok.

A teszt alatt készített egyik pillanatkép az 5. ábrán látható:



5. ábra. Első tesztkép az elindulás pillanatában.

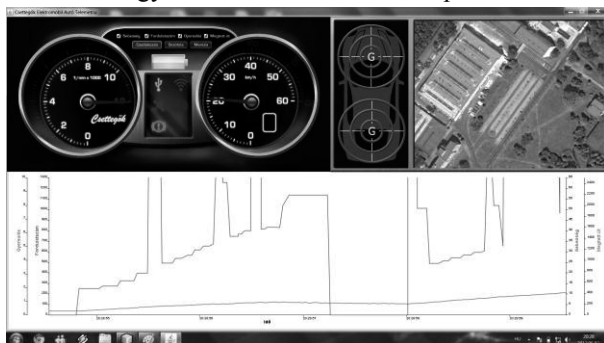
Az 5. ábrán jelzett diagramon a kék szín a fordulatszámot, a halványpiros szín a sebességet jelzi. A fentebbi analóg típusú kijelzők közül a bal oldali mutatja a fordulatszámot és jobb oldali a sebességet.

A további számított adatok nem kerültek megjelenítésre, hogy tisztább képet kaphassunk a működésről.

Az ábrán látható, hogy elindulás után a fordulatszám gyorsan emelkedik, majd a sebességváltás ideje alatt visszaesik. A későbbiekben pedig alacsonyabb fordulatszámmal újra indul és folytatódik a hajtás a második sebességfokozatban. Végül a fordulatszám értéke hirtelen megugrik. Ezen megugrás a korábban már említett üttesten elhelyezkedő egyenetlenségnek, valamint a hibás kontaktusoknak.

A sebesség eközben folyamatosan emelkedik, majd a fordulatszám nullára csökkenése alatt, vagyis a sebességváltás idejére elkezdi lecsökkenni. Majd mikor a következő fokozatban ismét elindul a hajtás, akkor a sebesség nagysága is fokozódni kezd. Az 5. ábrán látható értékek a vártak megfelelő eredményeket mutatják.

A 6. ábra egy hibás értéket mutató képet ábrázol:



6. ábra. Hibás értékek a kijelzőn.

A 6. ábráról leolvasható a korábban említett bukkanók által okozott fordulatszám érték kiugrások. Az eredmények az 5. ábrával hasonlatosak, a sebességváltás folyamatát mutatják második fokozatból harmadik fokozatba.

4. ÖSSZEZÉS

A rendszer jelenleg tesztelés alatt áll, azonban a tesztelés közbeni használatra eddig csupán egyetlen lehetőség nyílt a jármű mechanikai és szerkezeti kivitelezésének késése miatt, így még nem kiforrott a rendszer működése.

Ezen cikk írásáig még a versenyre nem sor, így a verseny körülmények közötti használatról nem sikerült tapasztalatokat szerezni. A továbbiakban a verseny követelményeihez való szorosabb hozzáigazítása következik a telemetriai rendszernek és a jármű mechanikai beállításainak is.

A rendszer továbbfejlesztési lehetőségei adottak és egy későbbi projekt keretein belül sor kerülhet rá. Mind a grafikus felület sokoldalúbbá tétele, mind a mérhető értékek számának további szenzorokkal történő bővítése megoldást jelenthet egy eredményesebb verseny felkészüléshez a jövőben.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg a Miskolci Egyetem Automatizálási és Kommunikáció-technológiai Tanszékén.

6. IRODALOM

- [1.] MÉHES L.: Logisztikai rendszerek vezeték nélküli hálózatának GPS-alapú jelerősség mérése
- [2.] FALUDI R.: Building Wireless Sensor Networks, ISBN: 978-0-596-80773-3
- [3.] <http://poi.apache.org/>
- [4.] <http://code.google.com/p/xbec-api/>