

Egy áramlási modell implementálása a forgalomszabályozásban

Gacsal Sándor*, Hidvégi Timót**

*Budapesti Műszaki Főiskola, KVK, Bécsi út 94-96, Budapest, 1034. gacsal.sandor@gmail.com

**Széchenyi István Egyetem, Egyetem tér 1. Győr, 9026. hidvegi@sze.hu

A cikk bemutat egy alapmodellt, egy módszert, amelynek segítségével - és természetesen a megfelelő eszközökkel - egy gyorsforgalmi út kereszteződését úgy szabályozhatjuk, hogy a gyorsforgalmi úton csak kritikus esetben állítjuk meg a forgalmat, egyébként csak - adott esetben - lassítjuk.

1. BEVEZETÉS

Az előadásunk során egy olyan alapmodellt és annak implementálását ismertetjük, amelynek segítségével csökkenthető a kialakulandó torlódás valószínűsége egy kereszteződésben. Tekintettel arra, hogy a későbbi terveink között szerepel több módszer kipróbálása, tesztelése is, ezért olyan tesztkörnyezetet alakítottunk ki, amelynek segítségével a modellek megvalósítása egyszerűen megoldható. Kézenfekvőnek tűnik a különböző programozható logikák (CPLD, FPGA) alkalmazása. A következő fejezetben több egyszerűsített megoldást mutatunk be, milyen módszerekkel valósítható meg a kitűzött cél. A negyedik fejezetben találjuk a tesztkörnyezet leírását. Végül az utolsó - ötödik - fejezetben olvashatjuk a konklúziókat, illetve a jövőbeni terveket.

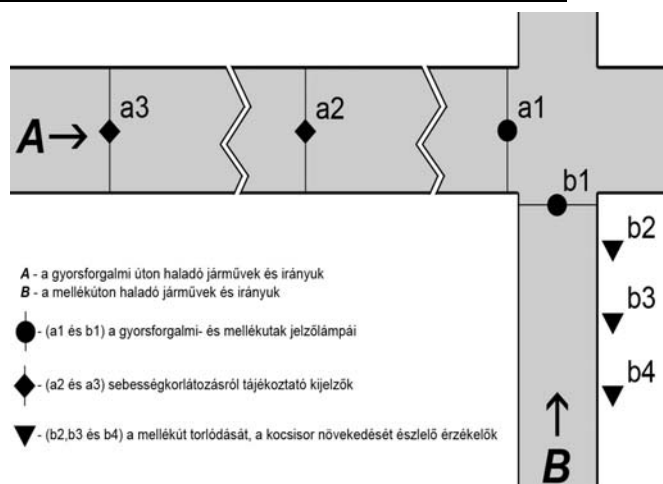
2. AZ ALAPMODELL BEMUTATÁSA

2.1 A kereszteződés

Az elképzelés szerint (1. ábra) adott egy gyorsforgalmi út (A) valamint egy a gyorsforgalmi utat keresztező mellékút (B). Ezek menetiránya megegyezik az ábrán jelölt iránnyal. Mindkét út a kereszteződés torkolatánál rendelkezik forgalmi jelzőlámpával ("a1" és "b1").

2.2 A kitűzött cél

A modellel azt szeretnénk elérni, hogy az "A" irányból érkező forgalom lehetőség szerint folyamatos mozgásban legyen úgy, hogy a "B" irányból érkező forgalmat is el tudjuk engedni. Mindezt úgy szeretnénk megvalósítani, hogy az "A" irányú forgalmat csak lassítjuk, illetve kritikus esetben megállítjuk. A lassítást az "A" jelölésű úton (az ábrán "a2" illetve "a3") kihelyezett digitális sebességkorlátozó táblák segítségével érjük el. Ezek a sebességkorlátozó táblák a kereszteződés előtt korábban figyelmeztetik az "A" forgalom résztvevőit, hogy milyen mértékű lassítást kell eszközölniük ahhoz, hogy a kereszteződésbe érve biztosan zöld utat kapjanak. Kritikus esetnek azt tekintjük, amikor a "B" forgalom már olyannyira feltorlódott, hogy képtelenség lenne a "B" irányú kocsisort úgy elengedni, hogy az "A" forgalmat ne állítsuk meg. A "B" forgalom torlódását elképzelésünk szerint három érzékelővel ("b2", "b3", "b4") figyeljük.

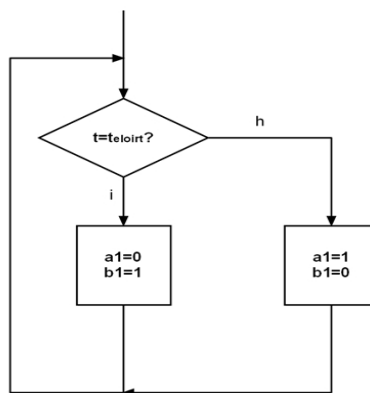


1. ábra A kereszteződés blokkvázlata

3. EGYSZERŰSÍTETT MEGOLDÁSOK

3.1 Megoldás időalap felhasználásával

Az adott kereszteződésben a forgalom irányítása többféleképp is történhet. Ha mindkét forgalomnál megengedett, hogy piros jelzést kapjanak, egyszerűen bizonyos időközönként egyik, illetve másik forgalmat engednénk el (2. ábra).

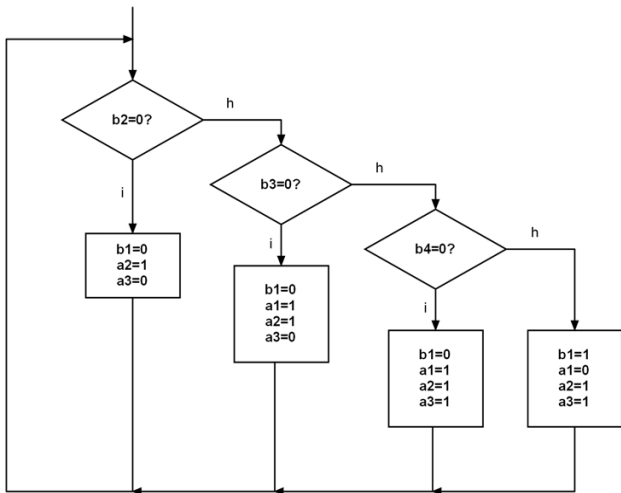


2. ábra Az időalappal megvalósított szabályozás egyszerűsített módja

Ez azonban több okból is előnytelen. Például, tegyük fel, hogy valamelyik irányból egyáltalán nem érkezik forgalom a zöld útra, és a másik úton áll a forgalom, akkor feleslegesen tartjuk állva a kocsisort ahelyett, hogy zöld jelzéssel átengednénk őket.

3.2 Megoldás érzékelőkkel figyelt forgalomsűrűsége alapozva

Másik megoldás lehetne az is, ha pusztán az érzékelőkre hagyatkoznánk, és annak az útnak adnánk zöld jelzést, amelyen az adott pillanatban nagyobb a forgalom (3. ábra).



3. ábra A csak az érzékelők megfigyelésére alapozott átengedés egyszerűsített megoldása

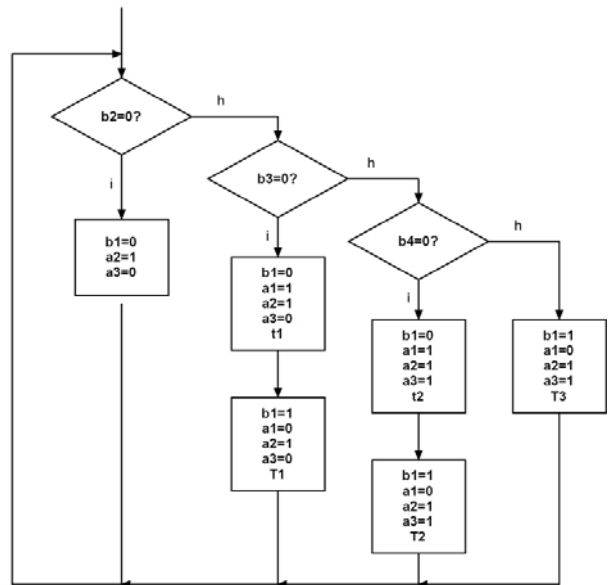
Ez viszont azt a problémát vetné fel, hogy adott esetben "B" irányból valamilyen oknál fogva nagy forgalom keletkezne, így a gyorsforgalmi út ("A") sűrűn, esetleg folyamatosan piros jelzésnél állna. Ezáltal a gyorsforgalmi út prioritásban a mellékút alá kerülne.

3.3 A célszerű kombinált megoldás

A harmadik és egyben a legcélszerűbb megoldásnak az tűnik, ha az előbb említett két megoldást ötvözzük és mind az időalapot, mind az érzékelőkkel figyelt forgalomsűrűsége is felhasználjuk. Elsősorban különböztessünk meg négy napszakot, ezáltal négy működési időszakot. Az első napszak legyen az éjszaka, a második legyen a reggeli csúc, a harmadik a délutáni nyugodtabb időszak, a negyedik pedig az esti csúc - csak, hogy időbeli sorrendet tartsunk. Az elképzelésünk szerint az első (reggeli) és a harmadik (délutáni) időszak egyaránt működhetne időalapú beosztással (1. ábra). A két időszak között a különbség a zöld jelzések időtartamában mutatkozik meg, hiszen az éjjeli forgalom jobbra arányaiban kisebb, mint a délutáni.

A második (reggeli csúc) illetve a negyedik (esti csúc) időszakban viszont felhasználnánk mind az időalapot, mind az érzékelőink által szolgáltatott információt, mely szerint mekkora a prioritásban alacsonyabb szinten lévő mellékúton a kocsisor. Ezen információ segítségével az alábbi módon

(4. ábra) tudnánk az "A" és "B" forgalmakat szabályozni, törekedve arra, hogy az "A" forgalom lehetőség szerint csak sebességkorlátozó jelzést kapjon.



4. ábra A kombinált - érzékelők ill. időalap - felhasználásával szabályozott átengedés egyszerűsített megoldása

3.4 A "B" úton lévő kocsisor torlódását figyelő érzékelők működése

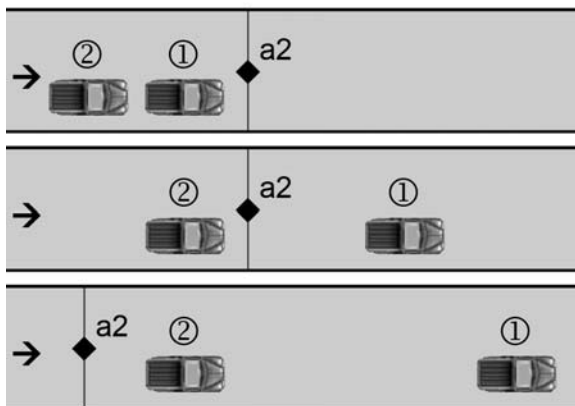
A három érzékelő a forgalmi jelzőlámpa előtt helyezkedik el. Sorrendben a "b4", "b3", "b2" érzékelők majd a "b1" forgalmi jelzőlámpa található. Amikor egy jármű elhalad a "b4" érzékelő előtt, figyeljük, hogy mely további érzékelők mellett halad el, így meghatározhatjuk helyzetét "b4" és "b1" pontok között. Ha elhalad mindhárom ("b4", "b3" és "b2") érzékelő előtt valamint a "b1" forgalmi lámpa piros jelzést ad, akkor a jármű "b2" és "b1" pontok között található. Ha a "b2" nem érzékeli az adott járművet, akkor a jármű "b2" és "b3" között található, tehát a kocsisor már elkezdett növekedni. A kocsisor növekedése akkor éri el azt az értéket, amivel előidézzük a már említett kritikus állapotot, amikor egy jármű elhalad "b4" mellett, de a többi érzékelő előtt nem. Ekkor a rendszer jelzi, hogy nagyobb mértékű torlódás van a "B" úton, és kénytelenek vagyunk az "A" forgalmat megállítani.

3.5 A "B" irányú forgalom zöld jelzésének időtartamai és az "A" forgalom lassításának módja

Ha a "B" úton lévő kocsisor az érzékelők szerint "b1" és "b2" pontok közé tehető, akkor rövidebb t1 időtartamra kell "b1"-re zöld jelzést adni, valamint az "A" forgalmat csak "a2" táblán kell felszólítani X km/h-ra történő sebességcsökkentésre. Ha "B" úton a kocsisor vége már "b2" és "b3" pontok között található akkor már hosszabb T2 időre (T2>T1) kell zöld jelzést adni a "B" forgalomnak. Ekkor az "A" forgalmat először az "a3" táblán X km/h-ra, majd "a2" táblán Y km/h-ra (X>Y) való sebességcsökkentésre kell

felszólítani. Ha a "B" úton a kocsisor vége "b3" és "b4" pontok között található, akkor a már említett kritikus helyzet áll elő. Ekkor az "A" forgalmat mindkét sebességkorlátozó táblával kell lassítanunk, illetve T3 időtartamra ($T3 > T2 > T1$) "a1" jelzőlámpára piros, "b1" jelzőlámpára zöld jelzést adnunk.

A forgalom lassításával azt érjük el, hogy a lassításra nem figyelmeztetett és a lassításra már figyelmeztetett járművek között egy üres teret hozunk létre (5. ábra).

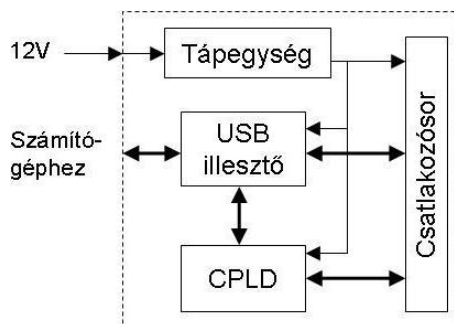


5. ábra A követési távolság növekedése a megfelelő üres tér eléréséhez

A létrehozandó tér méretét a "B" kocsisor mérete határozza meg, mégpedig oly módon, hogy a "B" forgalmat, úgy tudjuk elengedni, hogy az üres tér annyi idő alatt fogyjon el, mint amennyi idő szükséges a "B" kocsisor átgengedéséhez. Az 5. ábrán mindkét jármű elhalad az "a2" sebességkorlátozó tábla alatt, de csak 2-es számú jármű halad át korlátozó jelzésen. Ahogy az ábra is mutatja a 2-es számú jármű - a két jármű különböző sebességéből fakadóan - folyamatosan leszakad az 1-es számú járműről, létrehozva a szükséges üres teret.

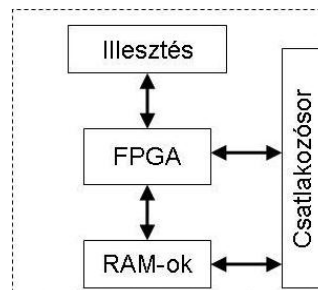
4. TESZTKÖRNYEZET

A tesztkörnyezet kialakításakor szempont volt az, hogy szinte tetszőlegesen egyéb hardver könnyen illeszthető legyen hozzá. Ezért esett a választás a PC104-es szabványra. A tesztártya [4],[5] tervezésekor a buszcsatlakozót módosítottuk, egyszerűbb lett. Az elkészült tesztpanel blokkvázlata látható a 6. ábrán, amely a számítógép USB portján érhető el.



6. ábra A tesztkörnyezet alaplapja

Ez a tesztártya a teljes tesztkörnyezet „alaplapjának” is értelmezhető, hiszen ezen a kártyán állítjuk elő a különböző tápfeszültségeket és számítógéppel való kapcsolattartás is ennek az áramkörnek a feladata. Sőt, a CPLD [3] miatt kisebb modellek is kipróbálhatóak ezen a panelon. Ehhez a kártyához, alaplaphoz csatlakozhatnak egyéb tesztpanelek is. Ilyen tesztáramkör blokkvázlata látható a 7. ábrán.



7. ábra Aritmetika kártya FPGA-val

Ezzel a kártyával bonyolultabb módszerek is tesztelhetőek, hiszen a nagyteljesítményű SPARTAN FPGA-n [3] olyan architektúrák [2] is implementálhatóak, amelyek bonyolultabb számítások elvégzésére is alkalmasak.

5. KONKLÚZIÓ

Mivel jelen elképzelés még kezdeti fázisban van, így további tervekben szerepel a modell, és annak a megvalósításának a bővítése, fejlesztése valamint optimalizálása. Szeretnénk a jövőben egyéb módszereket is implementálni. Például egy nemlineáris parciális differenciál-egyenlettel leírt áramlási modellt [1]. Ezzel az eljárással tovább tudnánk optimalizálni az "A" forgalom szabályozását is.

6. REFERENCIÁK

- Tyn Myint, Lokenath Debnath (1987), „Partial Differential Equations for Scientists and Engineers”, *Elsevier Science Publishing*, New York.
- Kai Hwang (1979), „Computer Arithmetic Principles, Architecture, and Design” *John Wiley & Sons*, New York.
- www.xilinx.com
- Gábor Marton, Timót Hidvégi (2006), „Professional, Configurable Development System for Microcontroller, FPGA and its application” *7th International Symposium Of Hungarian Researchers on Computational Intelligence*, Budapest, 445-450 pp.
- Hidvégi Timót (2007), „Útjelzések, akadályok felismerése valós időben”, *Innováció és fenntartható felszíni közlekedés*, Budapest.