



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Department of Automation and Applied Informatics

# Kamerás forgalomszámláló rendszer fejlesztése és integrációja

MASTERS THESIS

*Készítette*

Barancsik Lilla

*Konzulens*

Dr. Csorba Kristóf

2017. március 2.

# Tartalomjegyzék

<b>Kivonat</b>	<b>4</b>
<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Introduction</b>	<b>6</b>
0.1. Traffic load estimation . . . . .	6
0.1.1. Goals and techniques . . . . .	6
0.1.2. Some results in traffic monitoring . . . . .	6
0.2. The SOLSUN project . . . . .	6
0.2.1. Project goals and constraints . . . . .	6
0.3. Organization of the thesis . . . . .	6
<b>1. System framework and operation</b>	<b>7</b>
1.1. Basic concepts and terms . . . . .	7
1.1.1. Timeline image . . . . .	7
1.1.2. Framestrip . . . . .	7
1.2. Operation process and software components . . . . .	7
1.2.1. Processing steps and plug-in architecture . . . . .	7
1.2.2. Media storage . . . . .	7
1.2.3. Paralell processing . . . . .	7
1.3. System configuration . . . . .	7
1.4. Classification method . . . . .	7
1.5. Testing the system . . . . .	7
1.6. Overview of the operation of the sensor . . . . .	7
<b>2. The calibration process</b>	<b>8</b>
2.1. Analysis of the calibartion process . . . . .	8
2.2. Solution propositions ?? . . . . .	8
<b>3. System robustness</b>	<b>9</b>
3.1. Discussion on the test results . . . . .	9
3.2. Error causes . . . . .	9
3.2.1. False positive errors . . . . .	9
3.2.2. False negative errors . . . . .	9

3.3. Solutions . . . . .	9
<b>Köszönetnyilvánítás</b>	<b>11</b>
<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>12</b>
<b>Appendices</b>	<b>13</b>
F.1. VideoMixer application . . . . .	13
F.2. Advertisement application . . . . .	14

## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott *Barancsuk Lilla*, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a diplomatervet meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy autentikált felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2017. március 2.

---

*Barancsuk Lilla*  
hallgató

# Kivonat

Amellett, hogy a közutak forgalmi adatainak nyilvántartása az önkormányzatok kötelező feladata, a forgalomszámlálás sokféle értékes információt szolgáltat. Segítségével megbecsülhetők az adott útszakasz károsanyag-kibocsátása és terheltsége, amivel hozzájárul a meglévő úthálózat üzemeltetéséhez, beruházások tervezéséhez. A real-time forgalomszámláló rendszerek pedig alkalmasak forgalmi dugók detektálására, megelőzésére is.

Napjainkban a kézi forgalomszámlálást egyre inkább felváltják az automatizált módszerek. A radaros és az útba építhető (induktív hurkos) rendszerek mellett a videofelvétel alapján történő számlálás örvend a legnagyobb népszerűségnek. A korlátozott erőforrású, beágyazott környezetben azonban továbbra is kihívást jelent a képfeldolgozáson alapuló számlálás valós idejű megvalósítása. Az elterjedt, nagy számításigényű háttér-eltávolítást és feature-pont követést használó megoldások sokszor nem érik el a kívánt pontosságot vagy sebességet.

Dolgozatomban egy, a forgalomtömeg becslésére alkalmas rendszert mutatok be, amely az utat felülről vevő kamera képét dolgozza fel. Célom egy olyan lámpatestbe építhető intelligens szenzor megalkotása volt, amely adott korlátozott erőforrású hardveren is képes valós időben működni, az elhaladó járművek számát, típusát adott pontossággal megállapítani, valamint megbecsüli sebességüket és követési távolságukat.

Dolgozatomban részletesen bemutatom a rendszer magját alkotó szoftver működését és felépítését, valamint a videóképek feldolgozásának folyamatát, melynek alapja többféle, hatékony videófeldolgozási módszer összekapcsolása: háttér-eltávolítás, tripwire-alapú számlálás, ill. kis számításigényű adatgyűjtés és osztályozás kombinálása, ezek elnyelése egyesítése. Kitérek a rendszert kiegészítő, a valós forgalomban való működést lehetővé tevő szoftver- és hardverkörnyezetre, a távolról történő kalibrációt és tesztelést megvalósító alkalmazásra és a rendszer konfigurációjának menetére. Részletezem az alkalmazás pontosság- és sebességtesztelésének mikéntjét, a tesztek eredményét, valamint a továbbfejlesztési lehetőséges útjait is.

# Abstract

The registration of traffic data of public roads is not only a compulsory task of local governments, but the traffic count provides valuable information of various kinds. It can be used to estimate the pollution emission and load of a road, which contributes to the operation of the current facilities and to the appropriate planning of new investments. Moreover, real-time traffic monitoring systems are able to detect and even to avoid traffic jams, too.

Nowadays, manual surveillance are more and more being replaced by automatized methods. Besides the radar-based systems and inductive loop detectors installed in the road, the video-based traffic detection is among the most popular methods. However, its real-time implementation, by means of image processing, is still challenging in resource-limited embedded systems. The popular algorithms of background subtraction and feature point tracking are usually associated with a computational cost being too high to meet the accuracy and speed requirements.

In this work, I introduce a system for traffic estimation, based on the processing of the video stream of a camera installed above the road. My goal was to device an intelligent sensor that can be installed within a street-lighting lamp, and it operates in real-time on the given resource-limited hardware. It is able to determine the number and type of the vehicles passing by with an acceptable accuracy, and also to estimate their speed and following distance.

The operation and architecture of the core software and the video processing task is presented in detail in this work. The main idea is the combination of various efficient video processing methods: background subtraction, tripwire-based counting, and data mining and classification algorithms of low computational cost, respectively. The benefits of each algorithm is exploited via their appropriately combined use. The supplementary software and hardware elements, wich facilitate the remote calibration, testing, and the configuration process are discussed. Moreover the accuracy and speed testing process and the results are presented besides possible ways of improvement.

# Introduction

## 0.1. Traffic load estimation

### 0.1.1. Goals and techniques

### 0.1.2. Some results in traffic monitoring

## 0.2. The SOLSUN project

### 0.2.1. Project goals and constraints

## 0.3. Organization of the thesis

# 1

## System framework and operation

### 1.1. Basic concepts and terms

#### 1.1.1. Timeline image

#### 1.1.2. Framestrip

### 1.2. Operation process and software components

#### 1.2.1. Processing steps and plug-in architecture

#### 1.2.2. Media storage

#### 1.2.3. Paralell processing

### 1.3. System configuration

### 1.4. Classification method

### 1.5. Testing the system

### 1.6. Overview of the operation of the sensor



# 2

## The calibration process

2.1. Analysis of the calibration process

2.2. Solution propositions ??

# 3

## System robustness

**3.1. Discussion on the test results**

**3.2. Error causes**

**3.2.1. False positive errors**

**3.2.2. False negative errors**

**3.3. Solutions**

# Conclusions

# Köszönetnyilvánítás

Ez nem kötelező, akár törölhető is. Ha a szerző szükségét érzi, itt lehet köszönetet nyilvánítani azoknak, akik hozzájárultak munkájukkal ahhoz, hogy a hallgató a szakdolgozatban vagy diplomamunkában leírt feladatokat sikeresen elvégezze. A konzulensnek való köszönetnyilvánítás sem kötelező, a konzulensnek hivatalosan is dolga, hogy a hallgatót konzultálja.

# Irodalomjegyzék

# Appendices

## F.1. VideoMixer application

## **F.2. Advertisement application**