



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Деспотева Образовна 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централна: 021 485 2000
Рачунарска служба: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftn@cam.ac.rs

ИНТЕРНАЦИОНАЛНИ
СИСТЕМ
МЕЏУНАРОДНЕ
СЕРТИФИКАЦИЈЕ



Наш број: 01-209/94-5/2

Ваш број:

Датум: 2012-01-10

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 29. редовној седници одржаној дана 28.12.2011. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 13. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

На основу извештаја рецензената прихвата се
Техничко решење – прототип, нова метода (M85) под називом:

ВИЗУЕЛНИ СИСТЕМ ЗА УДАЉЕНИ НАДЗОР САОБРАЋАЈА

Аутори: Марко Панић, Марко Маћешкић, Ненад Продановић, Бранко Брклјач, Драган Летић, Владан Минић, Предраг Лугоња, Дубравко Ђулибрк, Владимир Црнојевић

Техничко решење је развијено у оквиру пројекта **ИНИ-44003**

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Тачност података оверава:
Секретар

Јасмина Димић, дипл. правник

Иван Нешиковић, дипл. правник



Декан
Проф. др Милија Ђесић

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Прототип: Визуелни систем за удаљени надзор саобраћаја

Основни подаци:

Назив пројекта: Интегрисани систем за детекцију и естимацију развоја пожара праћењем критичних параметара у реалном времену

Број пројекта: ИИИ-44003

Руководилац пројекта: др Владимир Црнојевић

Аутори решења: Марко Панић, Марко Маћешкић, Ненад Продановић, Бранко Бркљач, Драган Летић, Владан Минић, Предраг Лугоња, Дубравко Ђулибрк, Владимир Црнојевић
Факултет техничких наука, Нови Сад

Мишљење рецензента:

Предложени прототип за удаљени надзор саобраћаја на разичитим локацијама заснован је на интелигентном систему за видео надзор, коришћењем IP камере, OMAP платформе са Texas Instruments APM процесором, екстерног GPRS модема и сервера за прихват и анализу добијених података. Прототип је намењен бољем искоришћењу постојеће саобраћајне инфраструктуре и побољшању безбедности на јавним местима. Овакав систем за аутоматизован видео надзор саобраћаја пружа ефикасну детекцију различитих саобраћајних догађаја и пренос слика и/или текстуалних порука о догађају ка надзорном центру. Суд о томе да ли је дошло до одређене неправилности или неочекиваног догађаја оставља се оператору у надзорном центру, а предност оваквог система у односу на класични видео надзор је у томе што оператор реагује само по пријему аларма уместо континуалног гледања у мониторе. Аларми се могу прослеђивати на различите локације нпр. оператерима у управи саобраћајне полиције, саобраћајним институтима због бољег управљања саобраћајном инфраструктуром, хитној помоћи у циљу правовременог реаговања и грађанима као систем обавештења о евентуалним застојима на одређеним путним правцима. Развијени систем користи робустне алгоритме високих перформанси из компјутерске визије за аутоматизован видео надзор и мониторинг саобраћаја у реалним условима. Комплетан систем издељен је у три функционална модула:

1. Модул за преузимање слике из видео тока примљеног са IP камере
2. Модул са алгоритмом за анализу слике и уочавање критичне саобраћајне ситуације
3. Модул за слање издвојене слике и/или текстуалних података извучених анализом слике или добијених са осталих сензора који су прикључени на уређај за обраду података на надзираној локацији.
- 4.

Предложено техничко решење је оригинално. Текст техничког решења садржи све потребне компоненте: кратак опис са техничких карактеристикама и проценом техничких могућности, преглед стања у свету, као и детаљан опис самог техничког решења. Рецензент је мишљења да предложено техничко решење треба прихватити.

Мр Анка Кабовић
Институт Михајло Пупин
Волгина 15, Београд

У Београду, 03. децембар 2011. године

Мр Анка Кабовић

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Прототип: Визуелни систем за удаљени надзор саобраћаја

Основни подаци:

Назив пројекта: Интегрисани систем за детекцију и естимацију развоја пожара праћењем критичних параметара у реалном времену

Број пројекта: ИИИ-44003

Руководилац пројекта: др Владимир Црнојевић

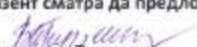
Аутори решења: Марко Панић, Марко Маћешић, Ненад Продановић, Бранко Бркљач, Драган Летић, Владан Минић, Предраг Лугоња, Дубравко Ђулибрк, Владимир Црнојевић
Факултет техничких наука, Нови Сад

Мишљење рецензента:

Предложени нови систем за удаљени надзор саобраћаја на више надзорних локација заснована на интелигентном систему за видео надзор, коришћењем IP камере и модула за слање слика и описа ванредних ситуација, путем GPRS модема, намењена је бољем искоришћењу постојеће саобраћајне инфраструктуре, али и побољшању безбедности на јавним местима. Интелигентни систем за аутоматизован видео надзор саобраћаја омогућује ефикасну детекцију различитих саобраћајних догађаја и пренос битних слика ка надзорном центру. Коначна одлука о узроцима и последицама саобраћајног догађаја (незгоде) је остављена оператору у надзорном центру. Развијени систем користи робустне алгоритме високим перформанси из компјутерске визије за аутоматизован видео надзор и мониторинг саобраћаја у реалним условима. Сви алгоритми су примењени у оквиру софтверског модула за анализу видео садржаја и лако се интегришу у системе за аквизицију слике и слање обавештења, тј. аларма, оператерима у управи саобраћајне полиције, саобраћајним институцијама због бољег управљања саобраћајном инфраструктуром и даље анализе, као и грађанима зарад боље информисаности о стању у саобраћају. Комплетан систем издељен је у три функционална модула:

1. Модул за преузимање слике из видео тока примљеног са IP камере – представља парсер HTTP протокола путем којег камера шаље MJPEG видео ток. Излаз овог модула су слике, тј. фрејмови видео стрима који се прослеђују модулу за анализу садржаја слике.
2. Модул са алгоритмом за анализу слике и уочавање критичне саобраћајне ситуације – најбитнији модул у систему за интелигентни видео надзор који омогућује детекцију покретних објеката и анализу понашања покретног објекта сво време његовог перзистирања у сцени.
3. Модул за слање издвојене слике и/или текстуалних података извучених анализом слике или добијених са осталих сензора који су прикључени на уређај за обраду података на надзираној локацији.

Предложено техничко решење је оригинално. Комбинује постојећа робустна решења за пренос података и користи нова решења за анализу садржаја слике. Текст техничког решења садржи све потребне компоненте: кратак опис са техничким карактеристикама и проценом техничких могућности, преглед стања у свету, као и детаљан опис новог система за удаљени видео надзор. Рецензент сматра да предложено техничко решење испуњава услове да буде прихваћено.


Мр Валентина Тимченко
Институт Михајло Пупин
Волгина 15, Београд

У Београду, 01. децембар 2011. године

ИИИ 44003 Интегрисани систем за детекцију и естимацију развоја пожара праћењем критичних параметара у реалном времену

Прототип: Визуелни систем за удаљени надзор саобраћаја

Руководилац пројекта: Владимир Црнојевић

Одговорно лице: Марко Панић

Аутори: Марко Панић, Марко Маћешкић, Ненад Продановић, Бранко Бркљач, Драган Летић, Владан Минић, Предраг Лугоња, Дубравко Ђулибрк, Владимир Црнојевић

Развијено: у оквиру пројекта ИИИ 44003

Година: 2011

Примена од: 10.11.2011.

Кратак опис

Развијени прототип омогућава комуникацију између удаљених надзорних локација и надзорног центра у оквиру система за надзор саобраћаја као и алгоритам за обраду слике добијене од камера постављених на надзорној локацији. Пренос података се остварује се уз помоћ GPRS модема екстерног типа, коришћењем TCP- IP протокола. На основу алгоритма имплементираних на уређају за обраду података на надзорној локацији омогућено је ефикасно одређивање броја возила који се нађу у видокругу камере, као и препознавање проблематичне ситуације.

Техничке карактеристике: Реализовани систем заснива се на коришћењу камере, рачунарске јединице са имплементираним клијентским софтвером, и GPRS модема екстерног типа на страни клијента, и рачунара (сервера) са одговарајућим софтвером, базом података и обезбеђеном статичком IP адресом на страни сервера (надзорног центра). За рачунарску јединицу за обраду података у реализованом систему изабрана је „Texas Instruments“ OMAP (Open Multimedia Application Platform) микропроцесорска платформа, базирана на ARM процесору. Клијентски софтвер имплементиран је у програмском језику C коришћењем пакета за компјутерску визију OpenCV-а, док је серверски софтвер израђен у програмском језику C++ и прилагођен за оперативне системе Linux и Windows. Развијени су алгоритми за детекцију покретних објеката и препознавање проблематичних ситуација. Анализа добијених података врши се континуирано, а корисник се алармира у случају процене ванредне ситуације.

Техничке могућности: Брзо процесирање података добијених са камере, одређивање параметара саобраћајног тока, класификација возила, детекција застоја на саобраћајницама и детекцију саобраћајних незгода.

Реализатори: Факултет техничких наука, Нови Сад – Technomobile Protech.

Корисници: Technomobile Protech

Подтип решења: Прототип, нова метода (M85)

Стање у свету

Многи комерцијални системи за надзор саобраћаја не прате возила, већ само детектују њихово присуство у зонама од интереса (слично индуктивним петљама које се постављају испод пута). Овакви системи имају веома ограничену примену у апликацијама за интелигентни надзор саобраћајница.

Постојећи системи за видео надзор се у великој мери ослањају на човека и његов труд да детектује и предвиди опасне ситуације. У данашње време, технологија је достигла ниво када је постављање камера и система камера за видео надзор постало поприлично јефтино, али је проналажење људи који би непрестано посматрали снимке са свих камера постало изузетно скупо, али и непоуздано. Поред тога што човек не може бити концентрисан на анализу видео материјала довољно дуго времена, људски мозак није у стању да у реалном времену обради количину информација садржану у компликованим сценама.

Системи за видео надзор који су тренутно у употреби користе стандардну хардверску опрему (камере, сензоре и сл.) и комерцијално доступне софтверске пакете за интеграцију комплетног система. Ти софтверски пакети користе се за пренос сигнала са свих камера и сензора у систему у једну концентрациону тачку (центар за видео надзор), где се сигнали са свих камера и сензора могу независно прегледати и снимати. Међутим, они не нуде никакве могућности за било коју врсту интелигентне анализе скупљених сигнала. Управо то је разлог због ког су ови софтверски пакети дизајнирани као тзв. системи отворене архитектуре, што значи да их је могуће надоградити специјализованим софтверским модулима. Различити модули се развијају и посвећени су специфичним апликацијама као што су надзор саобраћаја, надзор људи на јавним местима (станице, стадиони, јавне зграде, аеродроми...)

У модерним системима за видео надзор, користе се аутоматизована решења уместо човека који непрестано анализира дешавања у региону од интереса, покривеном камерама за видео надзор, а сам корисник се алармира само у случају ванредне ситуације. Интензивна истраживања у области компјутерске визије у последњој деценији допринела су развоју алгоритама за аутоматску анализу видео података, као и софтвера способних за самостално доношење одлука на основу садржаја у слици. Међутим, постојећи алгоритми најчешће су операбилни само у контролисаним, лабораторијским условима или су изузетно рачунски захтевни и не могу функционисати у реалном времену. Постоји неколико комерцијално оријентисаних решења која су довољно робустна да се изборе са изазовима реалних видео секвенци са задовољавајућом тачношћу.

Дизајн

Систем за удаљени надзор саобраћаја реализован је модуларно, чиме је омогућена флексибилност, универзалност и лака надоградња. Сви модули клијентског дела су писани у програмском језику C++ за „Linux“ и „Windows“ окружења, док је софтвер за серверски део решења писан у програмском језику Java, чиме је аутоматски омогућена платформска независност. На уређају за обраду података имплементиран је клијентски софтвер (израђен у програмском језику C). Клијентски софтвер се састоји из три функционалне целине (софтверска модула) који су реализовани као посебне класе:

- Модул за преузимање слике из видео тока примљеног са IP камере
- Модул са алгоритмом за анализу слике и уочавање критичне саобраћајне ситуације
- Модул за слање издвојене слике и/или текстуалних података извучених анализом слике или добијених са осталих сензора који су прикључени на уређај за обраду података на надзираној локацији.

Оваквом организацијом клијентске апликације, постиже се могућност веома широке примене система. Тако се, на пример, изменом модула са алгоритмом за анализу слике могу детектовати различите ситуације, без мењања осталих делова апликације.

Сви модули клијентске апликације раде паралелно, у посебним програмским нитима, које су међусобно синхронизоване коришћењем мутекса и условних променљивих библиотеке „PThread“. Нит задужена за читање слике из видео тока при пријему нове слике шаље сигнале нити која је задужена за анализу слике, тј. препознавање проблематичне ситуације. Уколико је таква ситуација уочена ова нит шаље сигнал трећој нити која је задужена за слање података у надзорни центар. Како процес слања података путем GPRS везе најдуже траје (од 10 до 20 секунди по слици), ради несметаног рада користи се и ред опслуживања, који посредује између нити за анализу слике и нити за слање. На овај начин постигнута је максимална искоришћеност ресурса (меморије и процесора), јер се операције обраде и слања слике активирају само када је то неопходно.

Модул за издвајање слике из видео тока:

При реализацији апликација везаних за видео надзор, основни корак је издвајање слике из видео тока који шаље IP видео камера. Овај модул реализован је као читач и парсер HTTP протокола путем којег камера шаље MJPEG видео ток. Модул је реализован коришћењем „Curl“ библиотеке за рад са HTTP протоколом која је подржана у „Linux“ и „Windows“ окружењу чиме се доприноси универзалности овог модула. Оптимизацијом програмског кода и директним радом са меморијом постигнута је висока ефикасност при читању слика у боји брзином од 12 слика у секунди. Излаз овог модула су појединачне слике у захтеваном формату (jpeg, bmp или IplImage) које се прослеђују модулу за анализу.

Модул са алгоритмом за анализу слике:

Овај модул прима појединачне слике које пристижу са камере или из неког видео записа и врши њихову обраду и анализу. Алгоритам за анализу је реализован коришћењем библиотеке OpenCV.

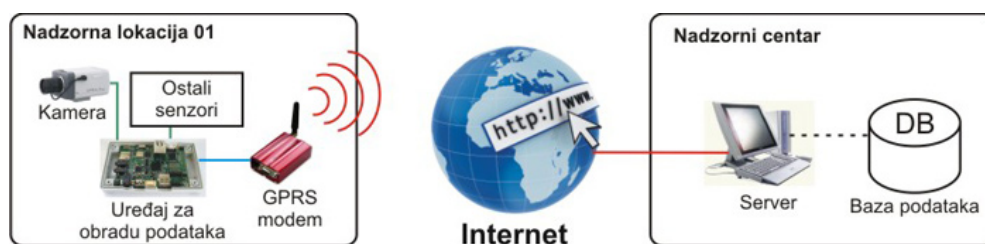
Основна ограничења алгоритма су перформансе IGEP уређаја, који има ограничене ресурсе, као и сама чињеница да алгоритам мора да ради на снимцима у реалном времену. Сам алгоритам је подељен у две основне целине - одвајање објеката од статичне сцене, и њихово накнадно праћење и предикција кретања.

Одвајање објеката се заснива на разлици тренутног фрејма од слике позадине. На слици разлике се затим врши морфологија медијан филтром (Median Filter) чиме се добијају целовити блобови. Блобови у суштини представљају објекте од интереса чије се кретање прати. За освежавање позадине се користи метода апроксимативног медијана (Approximate median method - АММ). АММ се своди на смањивање (или повећавање) вредности слике позадине на местима где се тренутни фрејм разликује од позадине преко одређене вредности. Тако се добија освежена слика позадине која се користи за наредни фрејм.

Праћење објеката се заснива на коришћењу Калмановог филтра. Калманов филтер има две целине - предикција наредног стања и корекција грешке предикције. Прво се издвајају различити објекти из слике блобова на основу повезаних компоненти. За праћење објеката се користе њихови центроиди и у обзир се узима положај објекта у слици и његова брзина кретања. При истраживању је коришћено и убрзање објекта за предикцију стања, али је се показало да систем са положајем и брзином ради довољно прецизно, као и да је отпорнији на грешке услед несавршене сегментације и избора обележја за праћење. Предикција положаја се користи у наредном фрејму где се помоћу методе најближег суседа (Nearest Neighbor - NN) објекти придружују одговарајућим блобовима. У обзир су узети и случајеви спајања и раздвајања објеката односно блобова који их представљају (Split&Merge).

Модул за слање података путем GPRS-а:

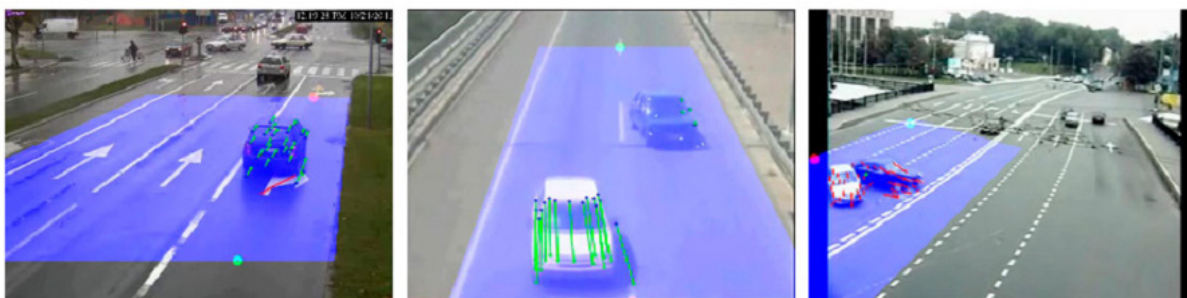
Модул за слање података користи предности HTTP протокола и GPRS технологије и директно је повезан са серверским делом апликације. Наиме, GPRS модем, који се користи за слање података, овде се користи као „Интернет gateway“, преко ког се слика шаље у надзорни центар коришћењем одговарајућег HTTP метода. На Сл. 1 приказана је функционална блок шема система за удаљени видео надзор саобраћаја.



Сл. 1. Функционална блок шема система за удаљени надзор саобраћаја

Примена

Описани модули су тестирани одвојено и заједно у оквиру реализованог система. Коришћени су видео снимци резолуције 384x288 пиксела са три 8-битна канала RGB. Снимци су добијени са IP камере са различитих локација у граду и на отвореном путу и садрже случајне догађаје како нормална кретања возила тако и кретања возила у супротном смеру, неправилна скретања и заустављања и сударе. На Сл. 2 су приказане неке слике коришћене као тест локације развијеног система.



Сл. 2. - Изглед процесуираних секвенци са камера за видео надзор у граду и на отвореном путу

У реализованим верзијама преко TCP сокета и преко HTTP протокола постоји двосмерна комуникација. У реализацији преко TCP сокета, након сваког пакета се проверава да ли је дошло до грешке, а слика се склапа и снима на фајл систем сервера након пријема свих пакета. За целокупан пренос слике величине од око 60 KB приликом тестирања било је потребно око 2 минута. У реализацији преко HTTP протокола, информације о пошљаоцу, подацима и сами подаци се шаљу заједно, у форми HTTP захтева (заглавље + подаци) који се на серверу обрађује, уз размену порука са клијентом. Приликом тестирања, овај систем се показао једноставнији и ефикаснији, јер је за пренос исте слике од 60 KB било потребно од 14 до 16 секунди. Поред тога, у реализацији система путем TCP сокета, приликом развоја клијентске и серверске апликације потребно је водити рачуна о истовременом приступу више клијентских апликација серверу (конкурентни приступ). Такав приступ је потребно уградити у ове апликације кроз сложене моделе комуникације који обезбеђују чекање на конекцију, истовремену комуникацију путем више сокета и друго. Овај проблем се много једноставније решава у реализацији комуникације путем HTTP протокола, јер се о конкурентном приступу брине „Apache Tomcat“ веб сервер. Сам веб сервер, према основним подешавањима, омогућава пријем и обраду података које истовремено шаље и до сто клијената. Резултати тестирања указују на предности HTTP комуникације у односу на класичну комуникацију путем директног слања TCP пакета. Осим тога широка распрострањеност и популарност HTTP протокола препоручује његову употребу.

Развијен систем демонстрира способност аутоматске детекције различитих саобраћајних догађаја и пренос битних слика ка надзорном центру. Коначна одлука о узроцима и последицама саобраћајног догађаја (незгоде) је остављена оператору у надзорном

центру. Због аутоматске детекције саобраћајних догађаја и квалитета система за удаљени надзор који се одликује слањем само битних података у надзорни центар, омогућена је брза реакција у виду аларма у реалном времену.

Техничке карактеристике

Коришћен је уређај за обраду података на надзорној локацији базиран на поменутој TI OMAP платформи са ознаком „IGEPv2 Board“ (слика 3.). Ради се о веома компактном, а веома моћном рачунару са следећим карактеристикама:

- РС перформансе при веома ниској потрошњи енергије,
- могуће је изабрати неки од 4 нивоа перформанси и додатно оптимизовати потрошњу,
- 1,200 Dhrystone MIPS (Million Instructions Per Second – мера брзине извршавања софтвера) коришћењем ARM Cortex-A8 процесора са 256KB L2 кеш меморије и блоком до 600MHz,
- OpenGL® ES 2.0 са подршком за 2D/3D графички акцелератор у стању да рендерује 10 милиона полигона по секунди,
- TMS320C64x+ DSP специјализован за обраду сигнала са блоком до 430MHz почетни капацитет од 128 MB LPDDR и 256 MB Nand Flash меморије.



Сл 3. „IGEPv2 Board“ мини рачунар - поређење са кредитном картицом