



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta dopravní, Ústav řídicí techniky a telematiky
Konviktská 20, Praha 1, 110 00

Směrové dopravní průzkumy s využitím softwaru rozpoznání SPZ/RZ

Průběžná zpráva projektu SGS za rok 2010

Výzkumná zpráva LSS 396 / 11



Řešitelský tým:

Ing. Martin Langr

Ing. Bc. Tomáš Kučera

Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.

Ing. Josef Kocourek, Ph.D.



Obsah

Obsah	2
1 Úvod.....	3
1.1 Podpora projektu	3
1.2 Cíle a postup realizace projektu	3
1.3 Návrh systému pro realizaci směrových průzkumů.....	3
1.4 Potřebné vybavení	4
2 Software rozpoznání SPZ/RZ.....	5
2.1 ATEAS Security s.r.o.....	6
2.1.1 Popis systému LPR Reader	6
3 Hardware a další vybavení.....	10
3.1 Počítač.....	10
3.2 Videokamera	10
4 Testování systému	12
4.1 Výsledky	13
5 Závěr	15
5.1 Pokračování projektu.....	15
Přehled literatury	16
Seznam obrázků	16
Seznam tabulek	16

1 Úvod

Současný nezadržitelný vývoj automobilové dopravy a s ním související nárůst přemísťovacích vztahů vyžadují stále větší nároky na výstavbu a rekonstrukce dopravní infrastruktury, popř. organizaci či regulaci dopravy ve městech. Podklad pro jakoukoliv změnu v uspořádání komunikační sítě vychází z prognózy dopravy. Prognózou dopravy se v dnešní době zabývá nespočet firem či institucí, vytvářejí se programy, které simulují pohyby dopravních proudů na základě dodaných parametrů, popř. jejich změn. Avšak dle [1] je, kromě jiného, nezbytnou podmínkou pro plánování a projektovou přípravu, stavbu, rekonstrukci či lepší využití komunikace znalost současného stavu dopravních problémů. Ten se dá zjistit pomocí různých metod dopravními průzkumy a rozborů. Pomineme-li množství průzkumů dělených dle různých kritérií, můžeme konstatovat, že největší vypovídající hodnotu dostaneme z kvalitně provedeného směrového průzkumu. V případě, že budeme mít dostatek dat o jednotlivých vozidlech a jejich trasách, dokážeme ze směrového průzkumu, kromě intenzit dopravních proudů mezi jednotlivými zdroji a cíli cest, určit i ostatní charakteristiky dopravního proudu, jakými jsou např. cestovní rychlost, hustota, skladba a další ukazatele dopravní situace ve sledovaném území závislé na předchozích hodnotách, jakými jsou např. objízdné trasy (v současné době velmi diskutované téma v souvislosti se zavedením výkonového zpoplatnění dálnic a některých vybraných úseků silnic I. třídy).

Dopravní plánování či modelování je možné úspěšně realizovat za předpokladu kvalitních dat, která lze získat především pomocí dopravních průzkumů. Směrové dopravní průzkumy patří mezi ty náročnější, pokud uvažujeme jejich technické a organizační zajištění. A právě návrhem systému, který by realizaci tohoto typu průzkumů usnadnil a zkvalitnil, se zabývá projekt, jehož průběžnou zprávu po prvním roce realizace právě držíte v rukou.

1.1 Podpora projektu

Žádost o podporu projektu byla počátkem roku 2010 podána do Studentské grantové soutěže realizované na ČVUT v Praze. Po zhodnocení všech přihlášených žádostí grantovou komisí, bylo rozhodnuto o podpoře tohoto záměru. Projekt bylo přiřazeno označení **SGS10/220/OHK2/2T/16**.

1.2 Cíle a postup realizace projektu

Hlavním cílem projektu realizovaného na ČVUT v Praze Fakultě dopravní je vytvořit systém, který bude schopen retrospektivně vyhodnotit směrový průzkum na základě videozáznamů pořízených dostupným technickým vybavením s malou chybovostí, časovou nenáročností a maximální spolehlivostí.

Lze však uvést 4 základní cíle, které byly v prvním roce realizace projektu sledovány.

- Cíl 1 – Řízení a management projektu
- Cíl 2 – Pořízení potřebného zařízení (software, hardware)
- Cíl 3 – Testování pořízeného systému rozpoznání registračních značek vozidel
- Cíl 4 – Realizace testovacích dopravních průzkumů, jejich analýza a vyhodnocení

Tyto 4 základní cíle zároveň tvoří osnovu harmonogramu, který určoval postup řešení projektu tak, aby došlo k jejich úspěšnému naplnění.

1.3 Návrh systému pro realizaci směrových průzkumů

Metod směrových průzkumů existuje několik, avšak jejich spolehlivost a odchylka od reality je různá. Výhody a nevýhody jednotlivých metod jsou podrobně popsány v kapitole 5.5.3 [2].

Jako nejspolehlivější vychází zápis RZ nebo SPZ (dále jen registrační značka, resp. značky). V současné době se metody využívá v několika variantách způsobu provádění, v závislosti na možnostech instituce, která průzkum realizuje:

Za klasickou variantu můžeme považovat zaznamenávání registračních značek do formuláře a následný přepis do databáze v elektronické podobě. Z principu dané varianty je vidět jak potřeba množství sčítačů, tak spotřeba času na přepis. Výsledek kromě jiného závisí i na pozornosti pracovníků v obou fázích průzkumu. V případě kapacitních komunikací je zapotřebí posílit lidské zdroje a to tak, že na každý jízdní pruh připadají dva sčítači – jeden diktuje a druhý zapisuje.

Další možnou variantou je diktování registračních značek do hlasového záznamového zařízení – výhodou je menší počet sčítačů a relativně levné pořízení zařízení. Opět je ale potřeba dbát na zvýšenou pozornost v momentě diktování i přepisu údajů. Hluk z komunikace negativně ovlivňuje výsledek.

Dopravní proudy je také možno zaznamenávat pomocí videokamery a následně z videozáznamu ručně přepisovat registrační značky do databáze. Kromě úspory lidských zdrojů má i výhodu v možnosti opětovné kontroly provedeného průzkumu a dohledatelnosti chyb.

Dnes asi nejpokrokovější technologie dokáže pomocí videokamery a počítače rozeznávat registrační značky přímo na komunikaci v reálném čase a ukládat je do databáze. Každé takové stanoviště musí být vybaveno kamerou, počítačem (notebookem), softwarem pro rozeznávání registračních značek, dostatečným zdrojem el. energie a vyškoleným pracovníkem. Úspěšnost zařízení je velmi vysoká, vyžaduje však odborné nastavení hardwaru i softwaru. Největším jeho záporem je ale nemožnost jakékoli zpětné kontroly vyhodnocení (tu provádí sčítač během samotného průzkumu) a v neposlední řadě pořizovací cena. Cena jednoho vybaveného stanoviště bez softwaru se v současné době pohybuje okolo 50.000,- Kč.

Ideálním nástrojem pro provedení a vyhodnocení směrového průzkumu je zařízení, které je bezpečné (z hlediska bezpečnosti sčítačů na stanovištích v terénu), nenáročné na obsluhu, vysoce spolehlivé, zpětně kontrolovatelné a cenově dostupné. Takovým zařízením se rozumí software, který dokáže rozeznat registrační značky vozidel z videozáznamu pořízeného na sledované komunikaci. Provedení průzkumu je bezpečné, vyškolený pracovník nastaví videokameru na začátku průzkumu a tu pak sleduje ze vzdáleného místa mimo komunikaci, popř. má na starosti více stanovišť v momentě, kdy je kamera zajištěna proti krádeži. Stanoviště s videokamerou může zaznamenávat více pruhů jednoho dopravního proudu na více kapacitních komunikacích, tím snižuje jak počet stanovišť, tak počet potřebných pracovníků na jejich obsluhu. Samotné vyhodnocení pak provádí jeden konkrétní koordinátor celého průzkumu, který má možnost kdykoli pomocí obrazového záznamu ověřit spolehlivost výstupu. Výstupem je databáze, která obsahuje kromě registračních značek i přesný čas průjezdu a v případě, že by bylo možné porovnat údaje s registrem vozidel, dala by se jednoduše určit skladba dopravního proudu na sledované komunikaci. Cena každého stanoviště je cca 5x nižší než cena zařízení, které zaznamenává registrační značky v reálném čase.

1.4 Potřebné vybavení

- Software rozpoznání SPZ/RZ vozidel
- Dostupná technika pro záznam videa a potřebné příslušenství
- Výpočetní technika pro analýzu videozáznamů

2 Software rozpoznání SPZ/RZ

Nejdůležitější součástí navrhovaného systému je kvalitní software pro rozpoznání registračních značek vozidel. Na trhu je již celá řada softwarů, které jsou využívány pro nejrůznější dopravní využití od měření rychlosti vozidel až po ovládání vjezdů do hlídaných areálů či parkovišť. Projekt si neklade za cíl vývoj takové aplikace, ale chce využít již existujícího komerčního produktu, který je dostupný na trhu.

Na počátku byl proveden průzkum trhu se systémy rozpoznání registračních značek vozidel. Osloveno bylo více než 10 společností, které mezi jinými službami nabízí i „čtení“ značek vozidel. Jednotlivé systémy byly hodnoceny především na základě jejich technologie a finanční dostupnosti s ohledem na potřeby a možnosti projektu. Nakonec byla především z důvodů finanční dostupnosti a ochotě spolupracovat i na dalším vývoji softwaru zvolena spolupráce se společností ATEAS Security a.s.

EFG CZ (AKTION LOOK) Počítač vyhodnotí obraz kamery v okamžiku příjezdu vozidla na kontrolní bod a zjistí pole, ve kterém se nachází SPZ. Z několika po sobě jdoucích snímků se snaží identifikovat a porovnat znaky v poli s SPZ. Nejlépe odpovídající výsledek nabídne jako výsledek rozpoznávání ve znakovém formátu ASCII k dalšímu zpracování. Parametry rozpoznávání a identifikace SPZ je možné detailně nastavit podle lokálních podmínek.
ATEAS Security s.r.o. (LPR Engine) LPR Engine je modul detekce a rozpoznávání SPZ vozidel, který je doplňkem, k libovolné edici ATEAS Security. Tento modul je určen k výkonnému rozpoznávání SPZ vozidel s napojením na stávající událostní řízení v systému. Podporováno je zhruba 50 různých národních i jiných systémů poznávacích značek vozidel.
NITTA Systems s.r.o. (AVS) Automatický vjezdový systém (AVS) je uceleným systémem, jenž řeší evidenci příjezdů a odjezdů vozidel do uzavřených areálů závodů, případně automatické sledování pohybu po areálu. Je založen na rozpoznání SPZ z obrazu snímaného kamerou.
CAMEA Systém automaticky detekuje vozidlo opatřené RZ či SPZ v zorném poli kamery a následně poznávací značku přečte. Tyto procesy probíhají v reálném čase a výsledná rozpoznaná značka je k dispozici bezprostředně po detekci vozidla (do 1 sec). Zařízení je schopno rozpoznávat SPZ/RZ s vysokou pravděpodobností. Úhel mezi kamerou a SPZ/RZ může být až $\pm 30^\circ$.
ControlTech (InSignia 4) Identifikace a rozpoznávání SPZ (LPR- License Plate Recognition) je založeno na technologii snímání a rozpoznávání textu pomocí programu LPRware firmy Zamir. Systém je vybaven snímacím senzorem, který v případě průjezdu vozidla zaznamená sérii fotografií a předá ke zpracování. Na fotografiích je automaticky detekována SPZ a poté jsou jednotlivé znaky rozpoznány a převedeny do digitální podoby.
GeoVision (LPR) Systém pracuje na principu optického rozpoznání textu (OCR). Systém LPR dokáže ve snímané scéně vyhledat a přečíst registrační značku vozidla a s takto získanými údaji dále pracovat v textových databázích.
Alimex (Altex-LPR) Systém pracuje s digitalizovanými obrázky vozidel, které jsou převedeny do formátu JPG nebo BMP. Pomocí OCR funkce provede rozpoznání SPZ a převede její hodnotu na znaky, které jsou zpracovány v řídicím softwaru. Vlastní SW řešení obsahuje knihovnu veškerých dostupných typů (fontů) používaných SPZ v rámci celé Evropské unie a většiny států světa.
Designa Integrovaný systém identifikace SPZ umožňuje automatické rozpoznání SPZ vozidel v systému PM ABACUS. Tyto RZ jsou na vjezdu automaticky čteny pomocí LPR a pomocí metody rozpoznávání obrazu alfanumericky převedeny.

Tabulka 1: Systémy rozpoznání registračních značek vozidel na našem trhu

2.1 ATEAS Security s.r.o.

Společnost ATEAS je českou softwarovou firmou pohybující se na trhu se svým inteligentním systémem správy, dohledu a řízení kamerových systémů. Unikátnost spočívá v možnosti využití IP kamer pomocí běžné internetové sítě. Možným doplňkem zmíněného systému je také ATEAS Security LPR Engine, který umožňuje rozpoznání a čtení registračních značek vozidel až 50 národních systémů značení. Tento nadstavbový modul není ve své komerční podobě schopen samostatného provozu. Díky vstřícné spolupráci se společností ATEAS se však podařilo vytvořit samostatně funkční modul softwaru, který naplňuje požadavky projektu tedy off-line čtení registračních značek z videozáznamu s názvem ATEAS LPR Reader. Na rozdíl od původního modulu tento přímo zohledňuje směrové průzkumy a jejich specifika jako základní způsob jeho využití.



Obrázek 1: Instalační CD a hardwarový klíč systému LPR Reader

2.1.1 Popis systému LPR Reader

Při velkém zobrazení lze říci, že software načte požadované natočené video a následně v něm vyhledá registrační značky vozidel, které zapíše do výsledné databáze. Pojďme se však na celý proces podívat podrobněji. Můžeme jej rozdělit do několika částí. První důležitou částí je načtení videa. Načítání vstupních souborů je implementováno pomocí DirectShow a je tak možné otevřít všechny soubory, pro které operační systém počítače obsahuje platné kodeky. Pokud je tedy pořízené video možné přehrát v běžném přehrávači na daném počítači bude ho možné otevřít a analyzovat i v programu LPR Reader. Toto je výhodné především z důvodu možnosti používání různých typů videokamer s různými druhy výstupů (avi, mpeg, wmv a další) bez nutnosti úprav či transformace videozáznamů na jediný typ souborů. Krom videosouborů je software schopný rozpoznávat registrační značky vozidel rovněž z obrázků formátu jpg a bmp, takže je možné zpracovat i fotografie bez nutnosti snímání videa. Druhou zásadní částí je samotná analýza videa a rozpoznání registračních značek automobilů. Aplikace analyzuje veškeré snímky ve vstupním souboru videa. Analýza spočívá nejprve v dekompresi videa a nutných grafických transformací jako předpřípravy a následně a dále v nasazení několika nezávislých algoritmů. První z nich vyhledá oblasti, kde se nachází registrační značka vozidla. Teprve druhý algoritmus potom pomocí OCR (Optical Character Recognition neboli optické rozpoznání znaků) v těchto oblastech rozeznává konkrétní znaky registračních značek vozidel. Další algoritmy potom zajišťují testování gramatiky a přiřazení rozpoznávaných řetězců znaků k jednotlivým národním systémům značení vozidel. Aplikuje se rovněž algoritmus vy-

nuceného přiřazení národnímu systému na základě únosné míry kaligrafické odlišnosti, který dále zvyšuje spolehlivost výsledku. Poslední částí celého procesu je zápis rozpoznaných dat do databáze, pro jejich další zpracovávání a vyhodnocování. Vytvoření a zápis do této databáze je pro analýzu každého videa volitelné. V případě, že mají být rozpoznány značky krom zobrazení v seznamu v prostředí aplikace i zapsány do externího souboru, je v systémovém adresáři aplikace vytvořen soubor nesoucí název právě analyzovaného videa. Jde o soubor aplikace Microsoft Access, který je velmi rozšířený pro práci s daty. Do souboru s koncovkou mdb jsou tak ve formě tabulky uloženy všechny informace, které má aplikace z průběhu analýzy k dispozici. Ve sloupcích každého řádku jsou údaje o jednom rozpoznávaném vozidle. Jedná se následující údaje:

- pořadové číslo záznamu
- čas záznamu od počátku videa ve třech formátech pro různé možnosti vyhodnocování databáze (čas, počet milisekund a čas ve formátu textu)
- registrační značka v dekorativním stavu
- počet rozpoznávaných znaků
- národní systém registrační značky
- pravděpodobnost rozpoznání dané značky (spolehlivost jejího určení)
- doba trvání rozpoznávacího procesu značky v milisekundách
- souřadnice dvou bodů vymezujících oblast, ve které byla značka rozpoznána

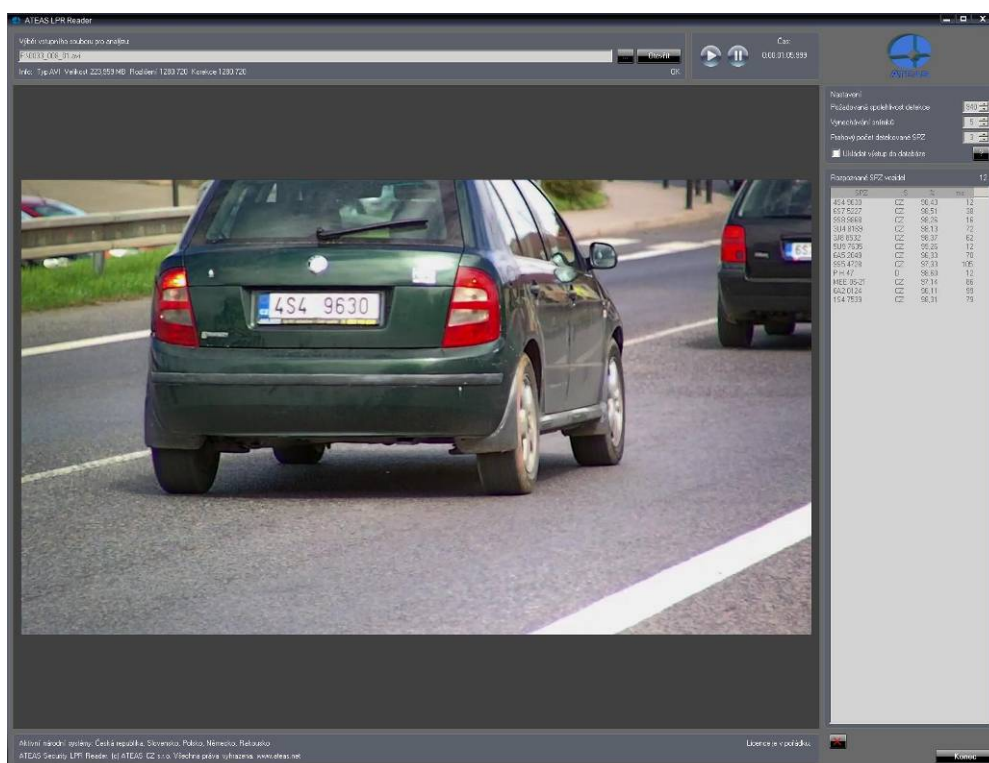
id	offsetdate	offsetms	offsettext	plate	characters	state	quality	readtime	positionx1	positiony1	positionx2	positiony2
1	0:00:05	5138	0:00:00:05:138	1S4 7539	7	CZ	0,984	80	310	109	473	159
2	0:00:07	6640	0:00:00:06:639	6A2 0124	7	CZ	0,96557	132	341	0	503	123
3	0:00:11	11044	0:00:00:11:044	MEE 06-21	7	CZ	0,96814	84	474	101	635	138
4	0:00:21	21054	0:00:00:21:054	P H 47	4	D	0,98425	13	1010	243	1102	295
5	0:00:24	24157	0:00:00:24:157	9S5 4728	7	CZ	0,97386	127	714	111	864	156
6	0:00:41	41074	0:00:00:41:074	3S8 7523	7	CZ	0,96329	63	109	162	263	204
7	0:00:44	43977	0:00:00:43:977	6A5 2049	7	CZ	0,96714	91	672	0	875	40
8	0:00:47	47080	0:00:00:47:080	5U9 7635	7	CZ	0,99229	12	265	46	505	112
9	0:00:49	48682	0:00:00:48:681	3J8 8532	7	CZ	0,97743	62	233	97	483	166
10	0:00:55	55088	0:00:00:55:088	3U4 8169	7	CZ	0,97471	70	322	131	545	195
11	0:00:56	56490	0:00:00:56:489	9S8 9868	7	CZ	0,97843	123	0	164	134	208
12	0:01:04	64097	0:00:01:04:097	6S7 5227	7	CZ	0,99114	10	192	209	440	281
13	0:01:06	65799	0:00:01:05:799	4S4 9630	7	CZ	0,984	67	184	182	434	250

Tabulka 2: Ukázka struktury výsledné databáze se všemi rozpoznávanými informacemi.

Celá aplikace je optimalizována pro zpracování offline materiálů v podobě videa, které musí být pro zajištění dostatečné spolehlivosti plynulé, tak aby zaznamenané registrační značky setrvaly v záběru určitou minimální dobu. Je zřejmé, že kvalita a schopnost rozpoznání značek vozidel je závislá především na kvalitě pořízeného videa. Při využívání v současné době již běžně dostupných HD formátů 1280x720 či dokonce 1920x1080 pixelů je analýza videa i přes vysoký výkon aplikace náročná. To znamená, že při plynulém videu je zpracování náročné na výkon počítače a může trvat o řád déle, než doba trvání videa v závislosti na výkonu procesoru.

S ohledem na to, že základním cílem je usnadnění a zpřesnění směrových průzkumů, je tento software, na rozdíl od původního modulu, z něhož vychází, k tomuto účelu přizpůsobený. Při vyšším rozlišení videa není problém rozpoznat i registrační značky vozidel jedoucích v protisměru. Ty by však nebylo od vozidel ve sledovaném směru možné nijak oddělit což by vytvořilo problém zejména při zpracovávání dat. V aplikaci tak byly provedeny některé optimalizace tak, aby byly rozpoznány pouze značky, které jsou na záznamu dominantní. Toto opatření tak na jednu stranu může odfiltrovat vozidla v protisměru, ale ve specifických podmínkách však může přehlédnout i vozidla, jejichž rozpoznání je žádoucí a je nutno na tuto skutečnost při záznamu videa pamatovat. S ohledem na kvalitu a charakter pořízeného zá-

znamu umožňuje software dílčí nastavení procesu zpracování, které tak lze zrychlit. V první řadě jde o nastavení požadované spolehlivosti detekce v rozsahu 85 - 99,9 %. Znamená to, že software považuje za správně rozpoznanou registrační značku pouze tu, kterou rozpozná s pravděpodobností vyšší než je zadaná hranice z daného intervalu. U kvalitních videí se pravděpodobnost či spolehlivost rozpoznání pohybuje kolem 99 %. U méně kvalitních videí lze snížením hranice spolehlivosti detekce zvýšit počet rozpoznávaných značek. Společně s tím se však snižuje spolehlivost detekce. Možnosti tohoto, ale i dalších nastavení, je třeba provádět velmi obezřetně. Druhým nastavitelným parametrem je vynechání snímků. Pokud je videozáznam dostatečně kvalitní a všechna vozidla jsou v záběru dostatečně dlouhou dobu, je tímto způsobem možné přeskocit požadovaný počet snímků a tím snížit celkovou náročnost zpracování videa. Ovšem pokud je kvalita záznamu nižší či jsou některá vozidla v záběru krátkou dobu, může je software díky tomuto nastavení zcela přeskocit. Nastavení je možné pro přeskocení maximálně 10 snímků. Poslední možností nastavení je takzvaný prahový počet detekované značky. Jde o počet, kolikrát musí aplikace rozpoznat danou značku stejným způsobem na po sobě jdoucích snímcích, aby tuto značku vyhodnotil jako správnou. Nastavení je možné k rozmezí 2 až 6 vynucených opakování. Během testů softwaru bylo doporučeno defaultní nastavení aplikace na 94% spolehlivost detekce značek, přeskakování 5 snímků a nutnosti alespoň 3 shodných opakování rozpoznané značky.



Obrázek 2: Pracovní prostředí softwaru ATEAS LPR Reader

Vedle možností nastavení aplikace existují také jisté požadavky, které tato aplikace má na pořízená videa. Aby vůbec mohla plnit svůj úkol rozpoznávání registračních značek, musí mít videa zaručenu určenou kvalitu ve třech ohledech. Musí jít o progresivní záznam s optimálním rozlišením a bez pohybového rozmazání obrazu. Progresivní záznam je nutný, protože aplikace analyzuje každý jednotlivý snímek videa a ten musí být celistvý. Progresivní záznam znamená, že kamera snímá celé snímky v daném rozlišení. Existuje totiž stále ještě rozšířený způsob takzvaného prokládaného snímání. Ten původně vznikl kvůli snížení nároků na velikost datových přenosů, kdy využívá nedokonalosti lidského oka, které není schopno zachytit malé a rychlé změny v obraze. Nejprve jsou tak zobrazena pouze polovina snímku ve formě lichých řádků a poté druhá polovina složena ze sudých řádků obrazu. Výsledné snímky videa

jsou složeny ze dvou polovin následujících snímků, což může při rychlém pohybu tvořit takzvané „rozpadání“ obrazu, který však není možné softwarově analyzovat a vyhledávat registrační značky vozidel. Prokládaný záznam lze sice dodatečně pomocí speciálních programů převádět na progresivní, ale jde již o další krok, který celý proces komplikuje. V současné době jsou již dostupné videokamery, které video zaznamenávají progresivně. Většina však stále využívá záznamu po pulsnímciích. Do budoucna však bude těchto zařízení ubývat, protože již nejsou technologicky opodstatnitelné a celou situaci spíše komplikují. Druhou nutnou podmínkou je optimální rozlišení snímků. Pro práci aplikace není nezbytné co nejvyšší rozlišení celého záznamu, ale pouze optimální rozlišení zaznamenané registrační značky. Její délka na záznamu by měla dosahovat hodnot mezi 80 – 400 pixelů, optimálně potom 150 – 200. Pokud bude značka příliš malá, software ji nedokáže rozpoznat a v opačném případě, tedy bude příliš velká, bude neúměrně zatěžovat průběh celého procesu. Vysoké rozlišení videokamer tedy není nezbytnou podmínkou pro získání kvalitního záznamu, pokud kameru umístíme na vhodnou pozici či má dostatečnou možnost přiblížení obrazu. Vysoké rozlišení lze však úspěšně využít například v případě, kdy není možné vozidla natáčet z dostatečné blízkosti a v rámci záběru zabírají pouze malou plochu. Díky vysokému rozlišení mohou mít tak jejich registrační značky dostatečnou velikost ve zmiňovaném rozsahu pro jejich spolehlivé rozpoznání. Poslední podmínkou je potom pohybové či jiné rozmazání obrazu. To může vzniknout díky velké rychlosti vozidel v kombinaci s příliš dlouhou dobou uzávěrky či díky rozostření videokamery. Software je ještě schopný rozeznat znaky, které jsou na okrajích rozostřeny či rozmazány maximálně v řádu jednotek procent z jejich šířky.

3 Hardware a další vybavení

3.1 Počítač

Krom softwaru je potřebné i další vybavení. Velmi důležitý je počítač, jehož procesor je určující pro rychlost zpracování videozáznamů. Je však pravdou, že především výkon počítače je stále limitujícím faktorem. Všechna testovací videa popisovaného projektu byla analyzována na počítači s dvoujádrovým procesorem Intel Core i5 a bylo dosahováno několikanásobně delší doby zpracování v porovnání s délkou videa. Další potřebné vybavení se již vztahuje pouze k měřicímu stanovišti. Každé měřicí stanoviště průzkumu je potřeba vybavit odpovídajícím a spolehlivým vybavením. Jelikož průzkumy probíhají plošně ve stejném časovém rozmezí je potřeba tolik sad vybavení, kolik je měřících stanovišť. Cílem tohoto projektu je však nastavit celý proces dopravního průzkumu a následného vyhodnocení tak, aby bylo reálně možné vybavit potřebným vybavením i větší počet stanovišť. Vybavením jednoho stanoviště je videokamera a její příslušenství. Jak samotná kamera a její technické vlastnosti, tak i vlastnosti veškerého příslušenství musí splňovat určité podmínky. Zvláště parametry kamery jsou již do jisté míry dány požadovanými vstupními podmínkami softwaru LPR Read.



Obrázek 3: Notebook ACER Aspire pro analýzu videozáznamů

3.2 Videokamera

Aby bylo pořízené video použitelné pro následnou analýzu, je nutné, aby videokamera umožňovala již popisovaný progresivní záznam. Rozlišení záznamu není tím nejdůležitějším parametrem a není tedy třeba, aby kamera disponovala FullHD rozlišením a pro účely většiny průzkumů postačí rozlišení HD tedy 1280x720 pixelů. Výhodou je kvalitní optický zoom. Obvyklý zoom videokamer bývá deseti až dvacetinásobný. Z provedeného výzkumu dále vyplývá, že velkou výhodou je, pokud videokamera umožňuje alespoň částečné manuální nastavení. Velmi přínosné je například manuální ostření, které zamezuje samovolnému automatickému rozostření záznamu při průjezdu vozidel a následnou ztrátu kvalitního obrazu. Rovněž manuální natavení clony a rychlosti uzávěrky může být za nepříznivých světelných podmínek výhodou. Další požadavky na videokamery a jejich příslušenství jsou již dány pouze průběhem a způsobem realizace směrových dopravních průzkumů. Ty se zpravidla provádějí v delších časových blocích (3 – 4 hodiny) někdy i vícekrát za den. Kamera tedy musí být schopna natáčet po celou tuto požadovanou dobu. To znamená, že musí mít jednak zajištěn dostatečný zdroj energie a také dostatečnou kapacitu na paměťovém médiu. Kamery pracují s celou řadou typů paměťových médií či vestavěných disků. Vhodné jsou média, na která se ukládají přímo výsledná videa a která se dají jednoduše zkopírovat přímo do počítače pro ná-

slednou analýzu. Jakékoli komplikace z transportu dat či s nutností jejich transformace komplikují celý proces realizace průzkumu. Při HD kvalitě odpovídá přibližně 1 vteřina záznamu 1 MB výsledného videa. To znamená, že například záznam 4hodinového provozu vozidel zabere v této kvalitě přibližně 15 GB. Například při využití videokamery s paměťovou kartou SD o kapacitě 32 GB by se mohli natočit 2 takovéto bloky. Spíše než kapacita paměti je pro videokamery limitující jejich energetický zdroj. Baterie, kterými jsou kamery vybaveny, zajišťují jejich chod po dobu přibližně 2 hodin. Abychom mohli natáčet déle, je třeba situaci řešit. Možných řešení je několik. U kamer, které mají baterie připojené zvenku na jejich zadní straně, je možné dokoupit další baterie s větší kapacitou, které udrží kameru v chodu dvakrát i vícekrát déle. Kamery, které mají baterie uvnitř, však toto neumožňují. Potom je možné využít například externí zdroje s různou kapacitou. Možností je i pořízení více základních druhů baterií a během průzkumu při volnějším provozu vozidel je v kameře vyměňovat. Během výměny baterií je nutné vypnout kameru a poté ji nastavovat znovu, což může vést ke komplikacím. Je také logické, že výsledný záznam bude rozdělen do více videí. Je tedy nutné pečlivě tato videa dokumentovat, aby při vyhodnocení nedošlo ke zbytečným chybám. Při výčtu potřebného vybavení je nutné vzpomenout i stativ pro pevné a stabilní umístění videokamery a další pomůcky pro bezpečný transport vybavení či jejich ochrany v případě nepříznivého počasí.

V nedávné době byly videokamery, které by splňovali všechny popsane požadavky, na našem trhu spíše výjimkou nebo byly cenově nedostupné. Nyní jsou však videokamery s progresivním záznamem obrazu i s velkým množstvím dalších nastavení běžně dostupné. Rovněž tak i paměťová média s vysokou kapacitou i rychlostí zápisu jsou na trhu již běžnou věcí. Celkově tak lze potřebné vybavení jednoho stanoviště se vším příslušenstvím pořídit za cenu 10 až 15 tisíc korun.



Obrázek 4: Videokamera Samsung HM-200X



Obrázek 5: Videokamera Toshiba Camileo X100

4 Testování systému

Cílem první fáze řešení projektu moderního nástroje pro realizaci směrových průzkumů bylo především otestovat, zda je vůbec možné software rozpoznání registračních značek vozidel pro tyto průzkumy ve větší míře využít. Plánem tedy bylo pořídit všechno potřebné vybavení a následně natočit celou sérii videí s různých míst a tu pomocí softwaru vyhodnotit.

Krom samotného softwaru, který je podrobně popsán výše a počítače byly postupně pořízeny i dvě videokamery s rozdílnými parametry. První videokamera značky Toshiba umožňuje velmi snadné uživatelské ovládání a progresivní záznam ve více rozlišeních, včetně toho nejvyššího. Jako kritické místo této kamery však lze označit její jediný automatický režim, který není možné nijak manuálně nastavit. To může především u zaostřování přinést řadu potíží. Byla tak zakoupena i druhá videokamera značky Samsung, která nabízí progresivní záznam sice pouze v rozlišení HD, ale nabízí také široké možnosti v manuálním nastavení ostření i clony a délky expozice. Pomocí sady těchto dvou kamer bylo možné vyzkoušet celou řadu možných kombinací a situací záznamů.



Obrázek 6: Ilustrační fotka záznamu videa v provozu s nutným vybavením měřicího stanoviště.

Byla natočena celá řada testovacích videí různých délek a na různých místech i v různých světelných a meteorologických podmínkách. Videá se rovněž lišila způsobem postavení a nesměrování videokamery. To vše z důvodu nalezení nejproblémovějších situací a návrh jejich možnému řešení. Jednotlivá videa poté prošla analýzou pořízeným softwarem s defaultním nastavením a ke každému videu tak byla přiřazena databáze rozpoznaných registračních značek. Následovala časově nejnáročnější fáze testování softwaru. Každá získaná databáze byla ručně podle původního videa zkontrolována. V případě, že značky některých vozidel nebyly rozpoznány, byly do databáze doplněny společně s poznámkou o důvodu „nerozpoznání“. Stejným způsobem byly doplněny i informace v případě chybného rozpoznání. Díky takto doplněné databázi je možné zpětně popsat nejčastější chyby a potíže včetně jejich příčin.

4.1 Výsledky

Pořízení testovacích videí probíhalo především v Praze, ale také v Náchodě a v okolí Mělníka. Celkem tak bylo pořízeno 47 videí v průměrné délce 1 – 2 minut, v nichž je zaznamenán průjezd více než tisícovky vozidel. Všechna videa byla analyzována aplikací s defaultním nastavením. Následovala podrobná „ruční“ analýza záznamů s doplněním všech nerozpoznaných vozidel a opravou všech chyb. U vozidel, která nebyla rozpoznána, byla zkoumána příčina, kvůli které byla aplikace neúspěšná. Výsledkem je celkem 1093 záznamů, z nichž je 545 správně rozpoznaných vozidel (49,9 %), 38 chybně rozpoznaných vozidel (3,5 %) a 510 nerozpoznaných vozidel (46,6 %).

(Tabulka obsahuje počty jednotlivých záznamů respektive jejich procentuální podíl)

Výsledky analýzy testovacích videí		souhrn A		souhrn B		souhrn C		celkem					
rozpoznané značky													
	správně rozpoznané značky	490	44,83%	545	49,86%	1017	93,05%	1093	100,00%				
	značky rozpoznané v protisměru	55	5,03%										
nerozpoznané značky													
ovlivnitelné	špatné umístění kamery	255	23,33%	472	43,18%								
	neostřý záběr	98	8,97%										
	velký jas záběru	59	5,40%										
	horní stín na značce	30	2,74%										
	velká vzdálenost vozidla	22	2,01%										
	neznámý důvod	8	0,73%										
neovlivnitelné	zakrytí části značky	18	1,65%	38	3,48%	76	6,95%						
	nečitelná značka	13	1,19%										
	poničená či chybějící značka	3	0,27%										
	krátký čas značky v záběru	3	0,27%										
	nepodporovaná gramatika značky	1	0,09%										
chybně rozpoznané značky													
	znovunačení značky	18	1,65%	38	3,48%								
	chyba v rozpoznání značky	12	1,10%										
	rozpoznání jiného textu	5	0,46%										
	nepodporovaná gramatika značky	3	0,27%										

Tabulka 3: Tabulka výsledků analyzovaných videí

Skupinu správně rozpoznaných značek vozidel není třeba dále zkoumat. Zato skupina chybně rozpoznaných značek za pozornost již stojí. Skoro polovinu všech chybových záznamů tvoří znovunačené registrační značky s chybou. Načtení stejné značky dvakrát po sobě je logicky nesmyslné a software to také neumožňuje. Vlivem optické vady či změny světelných podmínek však může dojít k situaci, kdy software vyhodnotí již rozpoznanou značku jako novou a zapíše ji do databáze. Toto druhé rozpoznání je pak doprovázenou chybou, kdy například část předchozí české značky může být označeno za značku německou. Třetinu chyb tvořily špatně rozpoznané značky. Tedy ty, u kterých došlo ke špatnému určení gramatiky a státní příslušnosti vozidla. Pouze jednotlivé případy chybného rozpoznání registračních značek tvořily případy, kdy byly rozpoznány části jiných textů uvedených na vozidle (5 případů) a kdy šlo o značky nepodporovaných státních systémů (3 případy). Mezi chyby lze zařadit i případy, kdy software sice správně rozpozná značku vozidla, které se však pohybuje v opačném směru, než který sledujeme. K tomu dochází především při nevhodném nastavení videokamery. V několika testovacích záznamech tak rozpoznané značky vozidel v protisměru tvořily zásadní podíl.

Mnohem početnější skupinu tvoří 496 nerozpoznaných vozidel. Bližším sledováním lze i tuto skupinu více determinovat. Příčiny toho, proč software při průjezdu vozidel nezaznamenal jejich registrační značku lze principiálně rozdělit do dvou základních částí. Jde o příčiny, které můžeme během natáčení ovlivnit a které nikoli. Pokud mají některá vozidla své značky natolik znečištěné či dokonce postrádají některé jejich části, stávají se tyto značky nejen pro softwarové rozpoznání nečitelné. Rovněž náhlé zvýšení hustoty dopravy a tvorba kolon vozidel zvláště ve městech může vést k tomu, že si vozidla navzájem zakrývají značky nebo je jejich zobrazení omezeno na tak příliš krátkou dobu, se kterou si software nedokáže poradit. Toto lze sice operativně řešit změnou nasměrování kamery, ale předem takovou situaci neo-

vlivníme. Rovněž také neovlivníme průjezd vozidel se značkou národního systému, který software nepodporuje.

Ovlivnit lze však 43 % případů, které software nedokázal rozpoznat. Ve všech případech jde o důvody, které lze vhodným způsobem a přípravou eliminovat. V 255 případech nebyla značka vozidla rozpoznána, protože kamera byla nevhodně umístěna. Konkrétně šlo o případ, kdy byl z nadjezdu filmován provoz na dálnici D8. Při použití videokamery s lepšími parametry (větší možnost přiblížení, větší rozlišení a manuální ostření) by byla zajištěna mnohem vyšší úspěšnost. 98 značek nebylo rozpoznáno z důvodu rozostření záznamu. Rovněž tento nedostatek lze řešit použitím kvalitnější videokamery s manuálním ostřením, s níž nebude docházet k samovolnému rozostření. V 59 případech bylo na vině příliš silné sluneční světlo, které po odrazu od značky způsobilo ztrátu čitelnosti a tím i možnosti rozeznání. I 30 dalších značek nebylo rozeznáno kvůli slunci, kdy horizontální stín vržený hranou vozidla přes celou délku značky změnil kontrasty barev natolik, že si s nimi software neporadil. Obě komplikace lze řešit lepší volbou měřicího stanoviště, kde nebudou světelné podmínky tolik ovlivňovat výsledek či se nabízí možnost využití nastavení clony a délky expozice či nějaké formy slunečního filtru pro odstranění příliš velkého jasu. Dále se objevilo několik případů, kdy vozidla z různých důvodů projela moc daleko od kamery což lze eliminovat volbou její lepší polohy a také několik případů u kterých nebyl žádný důvod zjištěn.

5 Závěr

I když se může výsledek necelé poloviny správně rozpoznaných registračních značek zdát jako důkaz malé spolehlivosti nasazení softwaru LPR Reader pro účely realizace směrových průzkumů, průběh celého testování ukazuje opak. Dalších 43 % případů se totiž nachází v oblasti, kterou lze různými způsoby řešit a zařadit tak celou tuto skupinu mezi úspěšně rozpoznané značky. Tím by se dosáhlo více než 90% úspěšnosti. Absolutní většina „problémových“ značek nebyla rozpoznána kvůli snížené kvalitě videozáznamu. Kvalita se tak ukazuje jako jedna ze zásadních podmínek úspěšnosti. Za kvalitou záznamu však musíme vidět krom volby vhodné techniky i její optimální nastavení a vhodnou volbu měřicích stanovišť. Praxe ukazuje, že pokud jsou splněny dostatečné vstupní parametry, je software maximálně spolehlivý a úspěšný. Limitující je tedy pouze získání kvalitních videozáznamů.

5.1 Pokračování projektu

Lze předpokládat, že nasazení tohoto softwaru při realizaci směrových průzkumů bude velmi přínosné a v tomto směru bude pokračovat i další činnost tohoto projektu. Dále je tak zpřesňována a doplňována metodika získávání kvalitních záznamů, kterou budou následovat další zkoumání použité metody v porovnání s klasickými postupy směrových průzkumů. Krom toho bude pokračovat i komunikace s vývojáři použitého softwaru s cílem zlepšení jeho vlastností. Žádoucí by bylo rozšíření podporovaných národních systémů, neboť současná situace jich podporuje pouze 5 (český, slovenský, německý, polský a rakouský). Hlavním cílem dalšího vývoje je však zvýšení výkonu aplikace. V této chvíli totiž dokáže využít pouze jedno jádro procesoru. Pokud by tedy aplikace dokázala pracovat „vícevláknově“, tedy použít více procesorů naráz, výrazně by tím zkrátila dobu zpracování.

Přehled literatury

- [1] Kočárková Dagmar, Ing. Bc.; Kocourek Josef, Ing., Ph.D.; Jacura Martin, Ing.: Základy dopravního inženýrství, Praha 2009
- [2] Jířava Petr, Doc. Ing., CSc.; Slabý Petr, Doc. Ing., CSc.: Pozemní komunikace 10 Dopravní inženýrství, Praha 1997

Seznam obrázků

Obrázek 1: Instalační CD a hardwarový klíč systému LPR Reader.....	6
Obrázek 2: Pracovní prostředí softwaru ATEAS LPR Reader	8
Obrázek 3: Notebook ACER Aspire pro analýzu videozáznamů	10
Obrázek 4: Videokamera Samsung.....	11
Obrázek 5: Videokamera Toshiba Camileo X100	11
Obrázek 6: Ilustrační fotka záznamu videa v provozu s nutným vybavením měřicího stanoviště.....	12

Seznam tabulek

Tabulka 1: Systémy rozpoznání registračních značek vozidel na našem trhu	5
Tabulka 2: Ukázka struktury výsledné databáze se všemi rozpoznanými informacemi.....	7
Tabulka 3: Tabulka výsledků analyzovaných videí	13