

Využití kamerových záznamů pro zpřesnění vzájemné polohy vozidla a chodce

Use of Camera Recordings for Mutual Position Refinement of a Vehicle and a Pedestrian

Michal Křížák*

Ústav soudního inženýrství VUT v Brně, Brno

Abstrakt

V článku je na případové studii ukázán přístup ke stanovení polohy chodce vůči kameře za využití prvků okolí a porovnání výsledků oproti nesprávnému postupu ovlivněnému navíc ručním oříznutím snímků kamerového záznamu, které je prakticky znehodnotilo. Při stanovení polohy chodce bylo využito experimentu na místě a následně také fotogrammetrie. Dále jsou ukázány postupy prvního znalce při vyhodnocení záznamu palubní kamery, které vedly k jeho nesprávným závěrům.

Klíčová slova: videozáznam, fotogrammetrie, dopravní nehoda, případová studie, chyby.

Abstract

In the article, the approach to determining the position of the pedestrian in relation to the camera using the elements of the environment is shown on a case study, and the results are compared with the incorrect procedure, which is additionally influenced by the manual cropping of the frames from the camera recording, which practically spoiled their information value. An on-site experiment was used to determine the pedestrian's position, followed by photogrammetry. Furthermore, are shown methods of the first expert while evaluating the on-board camera recording and which led to his incorrect results.

Keywords: videorecording, photogrammetry, traffic accident, case study, mistakes.

1. ÚVOD

Jak se s přibývajícím počtem kamer ve vozidlech i mimo nich zvyšuje počet nehod zaznamenaných na videozáznam, zvyšují se nároky na znalce ohledně vyhodnocení kamerových záznamů a zejména jejich správné interpretaci. Jak je zmiňováno v téměř všech pracích zabývajících se touto tematikou, při vyhodnocení záznamu je důležité získané informace také správně interpretovat.

Jak bude ukázáno na následující případové studii nehody, při které byl sražen chodec, při analýze videozáznamu existuje poměrně velký potenciál také pro znehodnocení, či pozměnění videozáznamu do takové míry, že to vede k naprosto nesprávným závěrům, na základě kterých pak byla také provedena rekonstrukce na místě s chybnými závěry.

Pro řešení dané nehody byly při zpracování revizního znaleckého posudku provedeny tři základní kroky pro posouzení postavení chodce vůči vozidlu:

- detailní analýza videozáznamů snímků po snímku,
- znalecký experiment na místě, kterým byla ověřena poloha chodce vůči vozidlu,
- fotogrammetrie místa nehody a posouzení postavení chodce v simulačním programu vůči prvkům okolí ve vytvořeném bodovém mračnu.

2. PŘÍPADOVÁ STUDIE

2.1 Přehled nehody

V daném případě se jednalo o situaci, kdy chodec stál před zaparkovaným vozidlem. Řidič vozidla na chodce zatroubil, vytočil kola plně vlevo a rozjel se, načež došlo ke sražení chodce pravou přední částí vozidla. Pokud nebude uvedeno jinak, popis levé a pravé strany bude v dalším textu uvažován ve směru jízdy vozidla, resp. pohledu kamery. Mezi zatroubením a rozjetím vozidla

Dodáno do redakce: 15. 5. 2023

Recenzní řízení: od 29. 5. 2023 do 11. 6. 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/Sl.2023.1.85>

*Korespondenční adresa: michal.krizak@usi.vutbr.cz



Obr. 1 Situace v místě sražení chodce.
Fig. 1 Situation on pedestrian accident site.

chodec mírně přešlapoval na místě a provedl krátký úkrok směrem vlevo. Situace na místě je také patrná z obr. 1. Chodec dopadl na kapotu vozidla, sklouzl na vozovku, kde zůstal ležet a řidič vozidla s vozidlem zastavil.

K dispozici byly zejména:

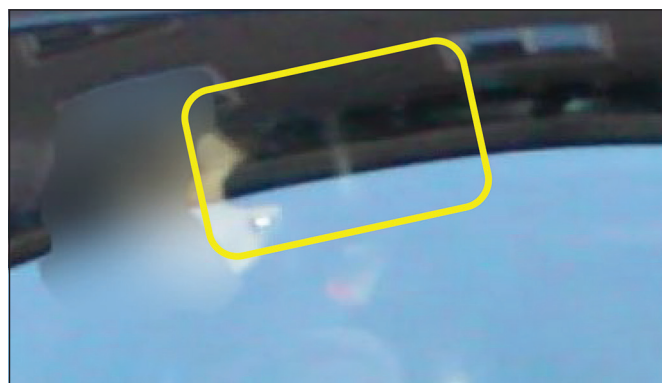
- výpovědi řidiče vozidla, chodce, spolujezdkyně z vozidla a svědkyně ve větší vzdálenosti od místa nehody,
- záznam palubní kamery z vozidla,
- videozáznam z fotoaparátu, který měl chodec,
- videozáznam a protokol z provedené rekonstrukce za účasti prvního znalce.

Ve článku je detailně rozebírán pouze pohled z palubní kamery vozidla, pro řešení byl ovšem využit také videozáznam z fotoaparátu chodce, zejména pro stanovení přesného postavení vozidla a pro určení přibližné polohy palubní kamery za prostředním zpětným

zrcátkem na straně spolujezde, která byla na záznamu patrná, viz obr. 2. Přesnější dokumentace nebyla ze strany Policie při DN ani při následné rekonstrukci provedena. Nebylo tak možné ani ověřit, o jakou kameru se jednalo. Její parametry však neměly vliv na výstupy, kdy byla zjišťována poloha chodce pouze vůči prvkům okolí. Ani zkreslení objektivu ani úhel záběru kamery, ani jiný parametr nemůže ovlivnit geometrické uspořádání na daném místě. Odchylka polohy kamery se vzhledem ke geometrickému uspořádání situace projeví v menším rozsahu v postavení chodce. Např. pokud by odchylka polohy kamery byla 10 cm, pak by odchylka polohy chodce byla méně jak 10 cm – chodec musí zůstat na úsečce spojující kameru a okno na domu v pozadí.

I ze záznamu chodce byly porovnávány záběry ze znaleckého experimentu a z nehody a také záběry ze simulačního programu.

Při analýze videozáznamů bylo zjištěno značné množství informací o časovém průběhu událostí na místě včetně doby, kdy



Obr. 2 Poloha kamery patrná z videozáznamu chodce.
Fig. 2 Camera position as seen from pedestrian's videorecording.



Obr. 3 Porovnání postavení chodce na záznamu palubní kamery a při experimentu.
Fig. 3 Comparison of pedestrian's position on dash camera and during experiment.

se chodec díval kterým směrem, jak se choval chodec, co dělal řidič vozidla apod. Ve zkratce z časového hlediska řidič troubil na chodce 4 až 5 sekund před střetem, poté chodec poprvé mírně ukročil doleva. Cca 1,7 sekundy před střetem chodec dokončil tento útok, chvíli na to se vozidlo začalo rozjíždět. Během rozjezdu vozidla udělal chodec další útok směrem vlevo.

Při rekonstrukci za účasti prvního znalce byla stanovována poloha chodce vůči vozidlu. Vzhledem k tomu, že rekonstrukce neprobíhala na přesně stejném místě, nebylo při rekonstrukci možné porovnat postavení chodce vůči okolí. Poloha byla stanovována odhadem k poloze na snímcích kamery a vzhledem k lomu světla světlometu na kalhotách chodce.

2.2 Znalecký experiment

Nejjednodušším způsobem ověření postavení chodce vůči vozidlu bylo porovnat záznam palubní kamery z doby nehody se záznamem palubní kamery pořízeným při znaleckém experimentu, kdy byla poloha chodce po malých krocích měněna. Vozidlo pochopitelně bylo ustaveno do přesně shodné polohy, jako v době nehody (poloha

z doby nehody byla zadokumentovaná ve videozáznamu pořízeným chodcem). Jako první poloha byla zvolena poloha stanovená při rekonstrukci, následně byly polohy chodce po cca 20 cm posouvány k levému boku vozidla. Prostým porovnáním polohy chodce vůči okolí – konkrétně vůči oknům domu v pozadí, pak bylo možné stanovit polohu chodce vůči vozidlu. Porovnání záznamu palubní kamery a záznamu jedné z poloh při experimentu, která byla nejbližší záznamu palubní kamery, je vidět na obr. 3.

2.3 Fotogrammetrie místa a využití simulačního programu

Pro detailnější rozbor postavení chodce a možnost vyhodnocení i drobných změn v postavení chodce byla provedena fotogrammetrie místa a jeho okolí se zaměřením na dům, který snímala palubní kamera.

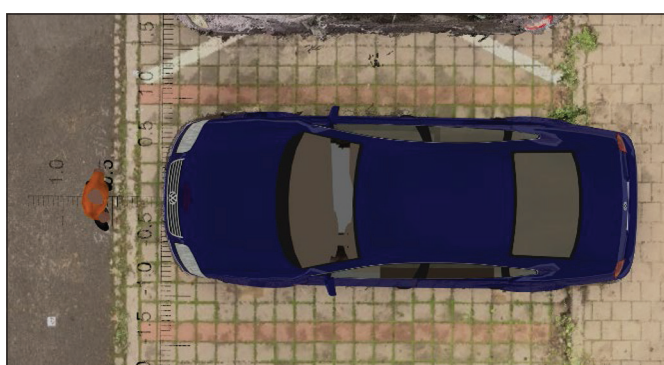
Snímky pro fotogrammetrii byly pořizovány pouze „z ruky“ ve výšce očí, případně z natažených rukou nad hlavou. Z praktického hlediska je zpracování modelu pomocí fotogrammetrie je relativně časově náročné, i když samotné pořízení fotografií nikoliv. V daném případě bylo pořízeno celkem 273 snímků za dobu cca 15 minut.



Obr. 4 Pozice snímků při fotogrammetrickém modelování.
Fig. 4 Camera positions from photogrammetry modelling.



Obr. 5 Postavení chodce v simulačním programu vůči bodovému mračnu okolí.
Fig. 5 Pedestrian's position in simulation software in relation to point cloud of the scene.



Obr. 6 Postavení chodce v simulačním programu vůči bodovému mračnu okolí.
Fig. 6 Pedestrian's position in simulation software in relation to point cloud of the scene.

Pozice pořízení snímků jsou viditelné na obr. 4 (modré obdélníky). Následné zpracování trvalo cca 2 hodiny převážně strojního času, následně čištění a úpravy bodového mračna zabraly do 1,5 hodiny.

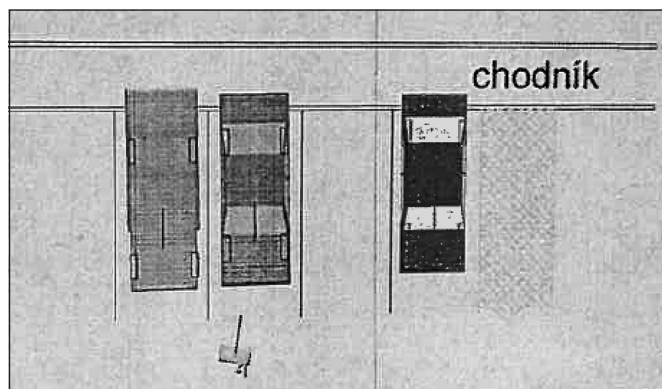
S výsledným modelem, který byl vyčištěn o zbytečné body (vzdálené body, nebo body, které nesouvisely s řešením), bylo dále pracováno v simulačním programu Virtual Crash, je však možné použít libovolný program umožňující práci s bodovými mračny, modely a pohledy ve 3D, kde byla ustavena poloha vozidla, v něm byla umístěna kamera a následně byla nastavována poloha chodce tak, aby odpovídala záznamu palubní kamery. Výsledná poloha chodce je viditelná na obr. 5 a 6. Je vidět, že chodec stál přibližně ve střední části vozidla, mírně k levému boku vozidla. Zobrazovaná poloha je ještě před prvním ukročením chodce vlevo z pohledu kamery.

Na obr. 6 jsou zvýrazněné v bodovém mračnu zachycené polohy nohy chodce zaznamenané při znaleckém experimentu. Je vidět, že kvalita bodového mračna byla dostatečně velká i pro zaznamenání takto jemných detailů na místě.

Ačkoliv se tedy jedná o relativně náročnou metodu, lze získat velmi detailní a přesný model daného místa, na základě kterého lze dospět k výsledným závěrům a zpřesnění informací získaných jinými metodami, např. prostým porovnáním postavení chodce z videozáznamu a při experimentu na shodném místě.

3. VLIV POSTUPU PRVNÍHO ZNALCE NA JEHO ZÁVĚRY

Znalec, který zpracovával znalecký posudek pro Policii, stanovoval polohu chodce nejprve blíže nespécifikovaným porovnáním pohledu ze simulace v programu PC-Crash se záznamem palubní kamery. Následně byla provedena rekonstrukce na místě DN, na základě které znalec konstatoval, že jím stanovená poloha



Obr. 7 Prvním znalce stanovené postavení chodce.
Fig. 7 Position of pedestrian as per the first expert.



Obr. 8 Fotografie pořízená ze záznamu palubní kamery vozidla Policií ČR a snímek použitý znalcem (nejedná se o shodný okamžik).
Fig. 8 Picture from dash camera made by Police and picture used by first expert (pictures are not from the same time).



Obr. 9 Snímek z palubní kamery se zvýrazněným výřezem použitým znalcem.
Fig. 9 Picture from dash camera with highlighted section used by the first expert.

byla stanovena korektně. Postavení chodce dle prvního znalce je zachyceno na obr. 7.

Při provádění rekonstrukce byla na základě fotografií Policie ČR vytvořených ze záznamu palubní kamery a na základě snímků z videa, které vytvořil znalec stanovena poloha chodce mimo obrys vozidla před pravým předním světlometem vozidla. Rekonstrukce neprobíhala na přesně stejném místě, takže nebylo možné porovnat postavení chodce na původním záznamu vůči prvkům okolí (domu v pozadí). Bylo tedy vycházeno jen z odhadu postavení chodce dle jeho polohy na obrázku.

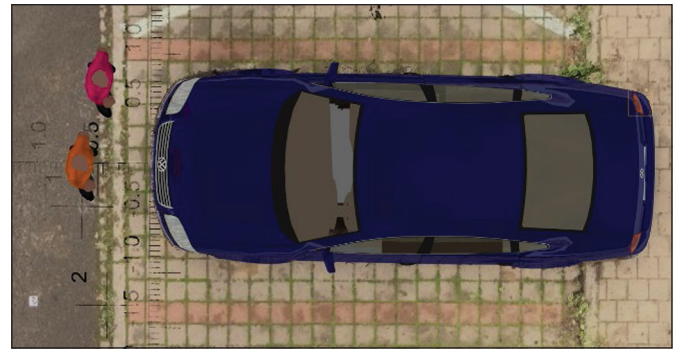
Fotografie Policie i snímky použité znalcem jsou na obr. 8. Snímky nezobrazují shodný čas, postavení chodce se tedy liší, porovnáním s originálním snímkem ze záznamu kamery je však zřejmé, že snímky byly ručně oříznuty. Je nutné zdůraznit, že se nejednalo pouze o jeden snímek, který je zde zobrazen pro ilustraci a bylo evidentní, že znalec každý snímek ořízнул jiným způsobem, je tedy možné téměř jistě vyloučit, že k těmto ořezům došlo omylem. Pro porovnání je na obr. 9 zachycen snímek časově odpovídající snímku znalce. Na snímku je vyznačen výřez, který první znalec použil na obrázku. Je vidět, že byla znalcem oříznuta nesymetricky

zejména první část snímku. Takový ořez, ze kterého bylo následně znalcem vycházeno, nejspíše vedl k výraznému ovlivnění vnímání polohy chodce vůči vozidlu. To bylo patrné i z videozáznamu z provádění rekonstrukce a komunikace mezi komisařem a znalcem, kdy postavení chodce na snímku rozebírali (mj. nad snímky policie konstatovali že „... ale tady nestojí uprostřed, že?“).

Z jakého důvodu znalec i Policie snímky tímto způsobem ořezávali, proč ve znaleckém posudku toto znalec alespoň nezmínil, a proč potom z ořezaných snímků bylo vycházeno při stanovení polohy chodce (polohou chodce vůči snímku jako celku), když navíc nebylo možné při rekonstrukci provést porovnání postavení chodce s okolím, zůstává nevyřešenou otázkou.

Při rekonstrukci komisař, ani znalec nebrali v potaz tvrzení chodce, ani neověřovali polohu chodce v porovnání s videozáznamem pořízeným chodcem. Kdyby toto bylo provedeno, muselo by být zjištěno, že z polohy stanovené při rekonstrukci nemohl chodec natočit záběry, které natočil.

Jako další sporný postup bylo stanovení polohy chodce na základě lomu světelného kužele světlometu vozidla na nohavici chodce (myšlen byl zlom horní hrany obrazce světla, který prodlužuje



Obr. 10 Porovnání postavení chodce dle prvního znalce a dle záznamu palubní kamery.
Fig. 10 Comparison of pedestrian's position according to the first expert and dash camera recording.

dosvit na pravé straně). Primárním problémem bylo, že tento nepatrný zlom znalec určil na nohavici kalhot, které samy o sobě nejsou rovnou plochou a světlo na nich vytváří různé obrazce. Druhým a zásadním problémem bylo, že znalec vycházel z předpokladu, že se jednalo o světlý kužel pravého světlometu, aniž by zdůvodnil, proč. Analýzou videa bylo zjištěno, že se však jednalo o světlý kužel z levého světlometu.

Výsledkem kumulace uvedených nesprávných postupů znalce pak bylo i při rekonstrukci stanovení polohy chodce zcela v rozporu se záznamem palubní kamery z doby události, jak je vidět z obr 10. Na něm je růžově oblečený chodec v pozici dle prvního znalce a rekonstrukce, oranžově oblečený chodec je v pozici odpovídající záznamu palubní kamery.

Na závěr rekonstrukce bylo zjištěno, že při výjezdu vozidla v postavení chodce během rekonstrukce ani po provedených úkrocích chodce nedošlo ke kontaktu vozidla s chodcem. Rekonstrukce tak jen prokázala, že v poloze, ve které byl chodec ustaven při rekonstrukci, se v době nehody nemohl nacházet.

4. POROVNÁNÍ ŘEŠENÍ ZVOLENÝCH V PRVOTNÍM A REVIZNÍM ŘEŠENÍ VĚCI

Prvotní posudek:

- Primárně ruční oříznutí snímků z videozáznamu kamery a zkreslení vnímání o poloze chodce vůči palubní kameře. Chodec se po ořezu nacházel v pravé místo levé části snímku.
- Při rekonstrukci nebyl zadokumentován pohled palubní kamery pro porovnání se záznamem z DN. Nebylo možné porovnat ani polohu chodce vůči okrajům snímku.
- Rekonstrukce prováděna na jiném místě, díky čemuž nebylo možné porovnat postavení chodce vůči prvkům okolí (domu v pozadí) a vůči kameře.
- Při rekonstrukci nesprávně stanovená poloha chodce na základě oříznutých snímků z videozáznamu. Byla určena pouze jedna poloha, nikoliv více a poloha nebyla důkladně ověřena vůči záznamům palubní kamery a videozáznamu chodce.
- Dalším prvkem pro stanovení polohy chodce byl lom světla na nohavici chodce. Nohavice není rovný povrch, vznikají na ní tedy různá zkreslení světla. Navíc nebylo řešeno, zda lom pochází z pravého nebo levého světlometu vozidla. Ve skutečnosti byly kalhoty chodce nasvícené levým světlometem.

Revizní posudek:

- Experiment byl prováděn na přesně shodném místě, bylo tedy možné vycházet při porovnání i z postavení vůči ostatním prvkům okolí (dům v pozadí).
- Chodec byl ustanoven do několika postavení, při každém byl zadokumentován záběr z palubní kamery i z kamery chodce. Bylo pak možné posoudit, které postavení odpovídalo skutečnosti.
- Provedeno fotogrammetrické zpracování místa a vytvoření 3D modelu pro další zpracování. Tím bylo možné ve 3D prostředí ustanovit chodce v simulačním programu do shodné polohy vůči domu v pozadí jako v době DN.
- Bylo pracováno s původními neoříznutými snímky kamerových záznamů. Nemohlo dojít ke zkreslení vnímání při změně postavení chodce na snímku.

5. ZÁVĚR

Lze shrnout, že se opět potvrdilo, že nesprávným zacházením s kamerovým záznamem došlo k jeho naprostému znehodnocení a nesprávné interpretaci s výsledky velmi odlišnými od skutečnosti. Při řádném provedení rekonstrukce na shodném místě a při ověření a porovnání záběrů palubní kamery z doby nehody a rekonstrukce by jednoznačně bylo možné stanovit korektní postavení chodce a nebylo by nutné spoléhat na v lepším případě velmi nepřesné odhady, navíc zkreslené oříznutím záběru palubní kamery.

Provedení experimentu na místě, kdy byl chodec ustavován postupně na různá místa časově nezabralo víc, než provedení rekonstrukce – časová náročnost experimentu byla cca 1 hodina včetně přípravy. Výsledkem byla nesrovnatelně vyšší kvalita výstupů pro porovnání s kamerovým záznamem z DN.

Rozdíly ve výsledku jsou pak dosti podstatné – první znalec konstatoval, že řidič mohl chodce bezpečně objet oproti situaci, kdy chodec stál ze začátku uprostřed vozidla, postupně pak i víc k levé straně a kde řidič neměl možnost chodce objet, tím spíše bezpečně objet.

6. LITERATURA

- [1] Archív ÚSI VUT.

Správná citace:

KŘIŽÁK, M. Využití kamerových záznamů pro zpřesnění vzájemné polohy vozidla a chodce. *Soudní inženýrství*, 2023, 34(1), 85–91.
DOI: <http://dx.doi.org/10.13164/SI.2023.1.85>. ISSN 1211-443X.