

Lektorský komentář

Článek sa venuje závažnému problému modelovania prepravných a dopravných vzťahov prihraničných oblastí, ktoré sa stali veľmi dôležitými po otvorení schengenského priestoru. Vysoko hodnoteným prvkom je, že STU sa podarilo vytvoriť široké konzorcium odborníkov zo zainteresovaných krajín a vzájomne zosúladiť metodiky riešenia k získaniu adekvátnych výsledkov. Nie vždy sa podarí tento krok zrealizovať uspokojivo, čo môžeme potvrdiť aj z našich skúseností pri riešení cezhraničných projektov s Poľskom a Maďarskom. Projekty „Dopravný model AT-SK“ a „BRAWISIMO“ majú veľký význam pre riešenie medzioblastných vzťahov nielen na riešenom území, ich výsledky sú všeobecne použiteľné pri dopravnom modelovaní. Verím, že deklarovaná dostupnosť výsledkov bude aj prakticky reálna, čo by bolo na Slovensku, žiaľ, veľmi neobvyklé.

Projekt WiWIT bol venovaný hlavne kompetenčným problémom, ktoré sa stávajú v súčasnosti v dopravnej politike čoraz dôležitejšími.

Autor svojim príspevkom poukázal na svoje dlhoročné aktivity v oblasti dopravného plánovania a na kvalitné a pre prax veľmi hodnotné a potrebné výsledky. Tieto budú využité pri ďalších projektoch riešenia medzinárodných prepravných vzťahov, ktoré v súčasnosti reflektujú hlavne na snahy zefektívnenia spolupráce krajín V4.

Prof. Ing. Ján Čelko, CSc., Žilinská univerzita v Žiline
Stavebná fakulta, Katedra cestného staviteľstva

Poloautonomní a autonomní vozidlové systémy z pohledu technických norem

Dr. Ing. Jiří Plíhal
ÚTIA AV ČR

Ing. Pavel Nedoma, Ph.D.
ŠKODA AUTO a.s.

Vozidlové asistenční systémy zaznamenaly za poslední roky významný vzestup. Do popředí se dostávají nejen systémy na zvýšení aktivní a pasivní bezpečnosti účastníků silničního provozu, jako systémy pro zvýšení stability jízdy, ale i systémy pro zvýšení komfortu cestujících či ekologických parametrů jízdy. Tyto systémy procházejí dlouhým vývojem od stadia výzkumných projektů až po proces normalizace v rámci normalizačních orgánů CEN, CENELEC, ETSI, ISO a dalších. Například v rámci Mezinárodní standardizační komise ISO se této oblasti věnují pracovní komise TC22 a TC204. Zatímco TC22 řeší zejména samostatné řídicí systémy, TC204 řeší systémy ve vazbě na okolí, jako varovné systémy před neúmyslným výjezdem z jízdního pruhu, pomoc při manévrování při nízkých rychlostech či varovné systémy podpory sledování bočních překážek. Stále více se tyto pracovní skupiny věnují přechodu na autonomní řídicí systémy, které umožňují řidiči zvládnout dopravní situace po omezený časový okamžik. [Klíčová slova: vozidlové systémy, asistenční systémy, systémy pro zmírnění kolize, autonomní a poloautonomní systémy řízení]

In last years vehicle assistant systems noticed significant upward trend. Not only systems for active and passive road users safety, such as vehicle drive stability enhancement, come to the foreground, but also those for passenger comfort and/or ecological aspects of driving increasing. These systems are passing a long-term processing from the research design stage up to standardization procedures in the frames of CEN, CENELEC, ETSI, ISO and other standardization authorities.

For example, in the frames of ISO International Standard Organization two commissions, i. e. TC22 and TC204 operate in this field. While the TC22 commission deals mainly with self-driving systems, the TC204 commission works on systems in relation to surroundings, such as Lane Keeping Assistance Systems, Forward Vehicle Collision Mitigation Systems or Cooperative Intersection Signal Information and Violation Warning Systems. Increasingly these working groups pay attention to autonomous driving systems transition considering these systems enable the driver's control of traffic situations for a limited time.

[Keywords: vehicle systems, assistant systems, collision mitigation systems, autonomous and semi-autonomous driving systems]

ÚVOD

Organizace SDO (Standard Developing Organizations) jsou definovány jako „profesionální společnosti, průmyslová a obchodní společenství a členské organizace, které vyvíjejí technické normy v různých vědních oborech, přičemž tyto normy mohou vytvářet s vlastními členy nebo ve spolupráci s ostatními členy SDO a zájmovými stranami.“

Z pohledu autonomních řídicích systémů uvádíme tyto organizace:

- 1) Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO (www.iso.org) složená z národních normalizačních orgá-

nů, které reprezentují ISO v jejich zemích. Centrální sekretariát se nachází ve Švýcarsku v Ženevě. V kontextu autonomního řízení jsou významné technické komise (TC):

- ISO/TC204 (pracovní skupiny WG1, WG3, WG9, WG14, WG16, WG18),
 - ISO/TC22 (SC03, SC32, SC 33, SC39),
 - ISO/AWI.
- 2) Evropský institut pro telekomunikační normy (ETSI), který připravuje normy v oblasti informačních a komunikačních technologií (ICT).

- 3) Společnost automobilových inženýrů Society of Automotive Engineers (SAE), která působí mezinárodně. Byla založena v USA a je odbornou organizací zaměřenou na různé formy dopravy (letecká, automobilová).
- 4) Evropský výbor pro normalizaci (CEN) spojující národní normalizační orgány 33 evropských zemí.
- 5) Institut elektrických a elektronických inženýrů Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), který je světovou odbornou organizací se sídlem v USA.

Klíčová mezinárodní legislativa spojená s dopravní bezpečností je založena na dvou úmluvách: „Vídeňské úmluvě o dopravní bezpečnosti“ a „Vídeňské úmluvě o dopravním značení a signálních návěstích“. Obě úmluvy byly podepsány 73 stranami ve Vídni roku 1968.

1. VÝVOJ ASISTENČNÍCH FUNKCÍ ŘIDIČE

Minulý a potenciální budoucí vývoj asistenčních systémů řidiče je znázorněn na obr. 1. Rané asistenční systémy byly založeny na proprioceptivních senzorech, což jsou senzory měřící vnitřní stav vozidla, jako je rychlost kol, akcelerace nebo úhlová rychlost. Ty umožňují kontrolu dynamiky vozidla s cílem co nejlépe následovat trajektorii vybranou řidičem. Jedním z prvních aktivních asistenčních systémů, založených na proprioceptivních senzorech, byl antiblokovací systém ABS, který začala od roku 1978 sériově vyrábět firma Bosch.

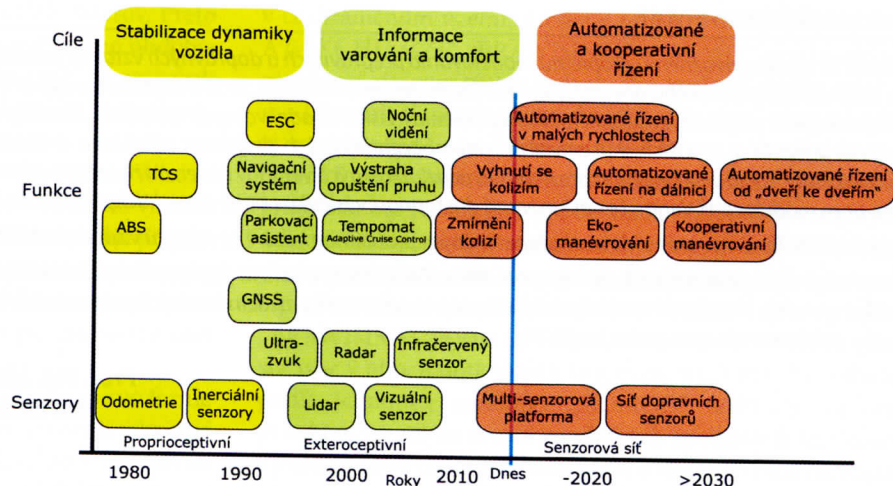
S postupem času se pronikání těchto asistenčních systémů řidiče značně zvýšilo a systémy zachránily bezpočet lidských životů. Od listopadu 2014 přibyl legislativním požadavkem pro každé nové vozidlo vyrobené v Evropské unii i systém ESC.

Exteroceptivní senzory zahrnují ultrasonické, radarové, lidarové nebo video senzory a do jisté míry i přijímače GNSS (globální navigační satelitní systém). Poskytují informace o situaci vně vozidla, o přítomnosti ostatních účastníků silničního provozu, stejně jako o poloze vozidla.

2. ÚROVNĚ AUTOMATIZACE

V závislosti na normách existují různá měřítka úrovně automatizace silničních vozidel. Funkce autonomního řízení budou postupem času modernizovány a bude nutné ověřovat jejich funkce při praktických testech.

Na obr. 2 jsou popsány všechny normou specifikované úrovně automatizace podle SAE J3016 [2]. Měřítka SAE sahá od úrovně 0, která představuje neustálý dohled „lidského činitele“ (řidiče) po úroveň 5, která je definována neustálým dohledem



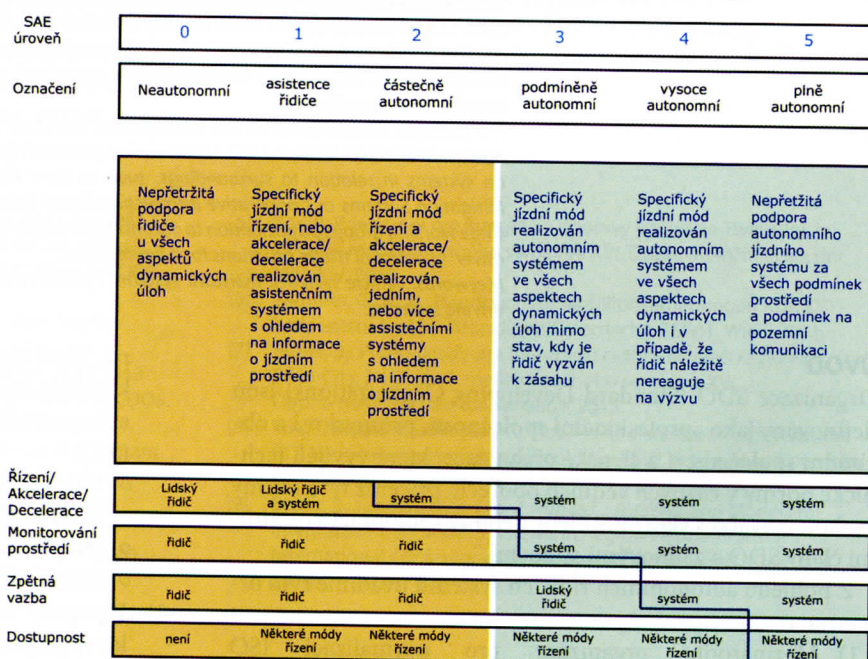
Obr. 1 Vývoj vozidlových systémů směrem k autonomnímu kooperativnímu řízení [8]

automatizovaného řídicího systému. Na nižších úrovních 0–1 je řidič hlavním akčním prvkem a je zodpovědný za veškeré rozhodování a monitorování systému během řízení. Na úrovni 2 je řidič zodpovědný za převzetí vedení vozidla v případě chyby. Na úrovních automatizace 3–5 bude systém monitorovat řídicí prostředí a se vzrůstající úrovní se bude zvyšovat i počet rozhodnutí a funkcí převzatých systémem.

Pro úroveň 0-2 je řidičova pozornost zaměřena pouze na řízení (úkol řízení). Pokud vznikne chyba, bude muset lidský řidič reagovat během „sekundy“. Na úrovni 3 se reakční čas lidského řidiče rozšiřuje na několik sekund. Nakonec na úrovni 4 a 5 reaguje systém během řízení vozidla nezávisle a nutný reakční čas řidiče se zvyšuje na několik minut [3].

Z pohledu mezinárodních norem v oblasti automatizovaného řízení je J306 hlavním dokumentem.

Vývojem adaptivních tempomatů[11] byl vytvořen nový milník v historii asistence řidiče. Díky začlenění elektronického systému ovládání brzdy, kontroly řízení a použití (done-



Obr. 2 Úrovně automatizace podle SAE J3016

dávna velmi nákladné, nyní výrazně dostupnější) radarové technologie je v současnosti uskutečnitelné automatizované řízení. Když byla v roce 1999 představena technologie ACC, byly tyto prvky použitelné zpočátku pouze při rychlostech vyšších než 30 km/h [12]. Dnes mají systémy s automatickou převodovkou schopnost využít tyto prvky i při nižších rychlostech a například automaticky následovat vozidla v dopravní zácpě.

Stejný milník přinesly i systémy varující řidiče před neúmyslným výjezdem z jízdního pruhu LDW Lane Departure Warning [13]. Tyto systémy a aktivní systémy pro udržení vozidla v jízdním pruhu, které jsou z nich odvozené, přinesly do automobilového prostředí výhody počítačového vidění.

Inspirovány těmito výzvami pokračují ve výzkumu různé skupiny z průmyslu a akademického sektoru. Rozvoj automatizovaného řízení ve stále složitějších situacích tak může být blízkou budoucností. V roce 2010 rozšířil tým z Technické univerzity Braunschweig v rámci projektu Stadtpilot [14] své aktivity na automatizované řízení ve veřejné dopravě na úseku městského okruhu.

Mezi projekty s velkou odezvou veřejnosti patřil project Urban Challenge společnosti Google, který využívá laserový scanner osazený na střeše vozidla a podrobnou mapu uloženou z předcházející manuální jízdy vozidla. Barevná kamera je využívána k rozpoznání signálů světelné dopravní signalizace. V roce 2013 byl zaznamenán značný nárůst ujetých kilometrů s automatizovaným řízením, kdy bylo ujeté více než 500 000 km.

V srpnu 2013 vedla spolupráce firmy Daimler AG a Výzkumného centra informačních technologií na Technologickém institutu v Karlsruhe (KIT/FZI) k vývoji autonomního řízení vozidla kategorie Mercedes Benz S-Class, čímž demonstrovala vyspělost mono a binokulárních video senzorů vylepšených pouze běžně dostupnými radarovými a GPS senzory společně s digitální mapou. Vozidlo úspěšně ujelo 100 kilometrů po trase Bertha Benz Memorial Route z Mannheimu do Pforzheimu v Německu. Celá jízda se odehrála za přítomnosti chodců, cyklistů, nákladních i osobních vozidel na úzkých městských i mimoměstských pozemních komunikacích v souladu s řízením signály světelné signalizace a dopravními předpisy [15].

3. ROZVOJ TECHNICKÝCH NOREM

Zavedení nových řídicích funkcí a zvýšení úrovně automatizace vyžaduje sadu specifikací a požadavků závislých na tom, jestli je systém vozidla ovlivněn komunikací mezi vozidlem a/nebo dalšími vozidly na pozemní komunikaci. Tyto specifikace nejsou v současnosti normalizované. Jako důsledek je nutné přizpůsobení všech souvisejících technických norem. Můžeme rozlišit dvě kategorie technických norem: technické normy spojené s vozidlem a technické normy spojené s pozemní komunikací.

Normy spojené s vozidlem

Na německém trhu se očekává uvedení vysoce automatizovaných funkcí, a to Traffic Jam Pilot označovaný jako první svého druhu na trhu následovaný Highway Pilot. V situacích, jako jsou dopravní kongesce, bude Traffic Jam Pilot umožňo-

vat automatizované řízení vozidla. Highway Pilot bude rozšířením Traffic Jam Pilot pro vyšší rychlosti. Oba systémy budou omezeny na prostředí rychlostních komunikací. Autoři systémů uvádějí, že složitější prostředí, jako jsou městské oblasti, má vyšší nároky na vnímání, rozpoznávání situací a samotné rozhodování, než jaké vyžaduje jednoduše definované prostředí, jakým je dálnice. Jinými slovy, ať jde o městské nebo dálniční prostředí, je přizpůsobení nebo rozšíření architektury systému o nové požadavky rizikem pro bezpečnost jízdy. V případě nepředvídané události jsou dosaženy hranice systému, systém bude odpovědný za přepnutí do bezpečného stavu a zvládnutí situace. Tento scénář předpokládá vznik dalších softwarových požadavků.

Mimo to v případě hardwarové chyby musí systém i přes nutné omezení funkčnosti zaručit schopnost pracovat bezpečným způsobem. Proto vznikají nové požadavky i na hardwarové komponenty. Automatickou funkčností musí být pokryty různé případy užití, například podmínky typu sněžení, jak je uvedeno v [4]. Takové podmínky mohou dohled senzorů snížit, což vede k rozhodování o tom, jak se systém má chovat v závislosti na okolnostech.

Funkční bezpečnostní standard ISO26262 [5] publikovaný v roce 2011 nabízí obecný přístup k vývoji E/E systémů nezávislých na specifické aplikaci. Výše zmíněné užití případy se týkají automatického řízení, které v současné době není pokryto normou popisující funkční bezpečnost ISO26262. Další verze normy má být publikována v roce 2018. V současnosti je zahrnutí tématu automatizovaného řízení do normy v diskuzi. Pokud jde o bezpečnost automatizovaných funkcí v silničních vozidlech, je třeba vytvořit nové normy pro specifikaci a je třeba také vytvořit novou architekturu.

Normy spojené s pozemní komunikací

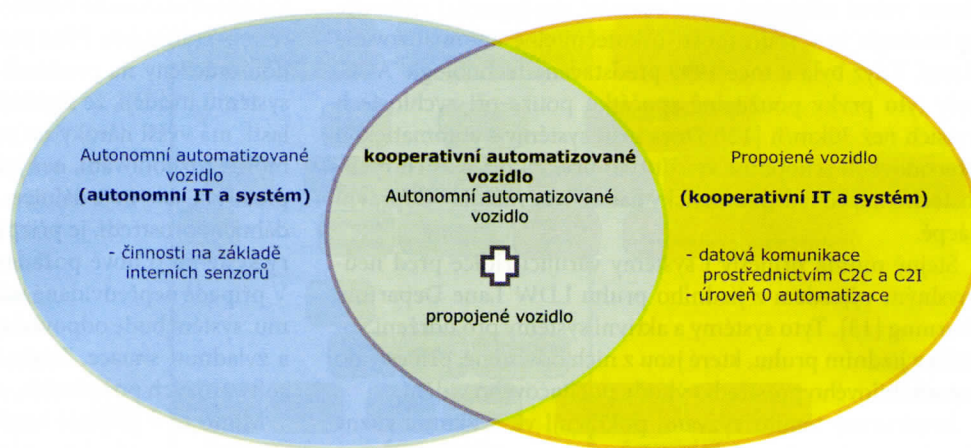
Během několika let bude řidiče podporovat celá řada inteligentních dopravních systémů (ITS) a nakonec i systém provádějící úkoly řízení. ITS zahrnuje pokročilé asistenční systémy řidiče (ADAS), vozidlové informační systémy a dopravní telematiku (Traffic Telematics) [7]. Základem pro ITS jsou tři hlavní prvky: informace, komunikace a satelitní technologie.

Autonomní automatizovaná vozidla operují izolovaně od ostatních vozidel a používají pouze satelitní data, inerciální senzory a radary pro navádění vozidla, jak je znázorněno na obr. 3. Bez jakékoliv bezdrátové komunikace V2C, V2I nebo V2X a bez komunikačních technologií jsou funkce autonomního automatizovaného vozidla omezené. Na druhé straně kooperativní vozidla sice poskytují potřebnou datovou komunikaci, ale neposkytují žádné automatizované funkce. V případě, že je rozhodnutí o automatizovaném vedení vozidla realizováno na základě dat z vozidlových senzorů a dat poskytnutých z okolí vozidla, nazýváme vozidlo kooperativní či propojené.

4. ZÁVĚR

Představení prvních částečně automatizovaných ovládacích funkcí v běžném provozu se očekává v roce 2016 [6]. Tyto funkce vyžadují zejména data z okolí vozidla, což vede ke vzniku nového termínu „kooperativní řízení“ (cooperative driving). Zlepšování informovanosti každého účastníka

silničního provozu prostřednictvím autonomních vozidel, komunikace vozidlo-vozdlo V2V (Vehicle-to-Vehicle) v reálném čase a komunikace vozidlo-dopravní infrastruktura [1] je průběžným trendem. Další vývoj autonomního a kooperativního řízení přináší nové požadavky na informační bezpečnost systému s ohledem na dostupné zdroje dat jak na vozidlové sběrnici, tak na straně dopravní infrastruktury. To povede k vytváření technických norem spojených s vozidlovými systémy a komunikačním propojením. Kromě uvedených zásadních technologických průlomů v minulosti, očekáváme další nové průlomy v budoucnosti. Vědomí vozidla o jeho okolí se stává stále celistvějším a detailnějším. To je dáno



Obr. 3 Ilustrace vztahů propojených automatizovaných vozidel a kooperativních vozidel podle [6]

zejména inovacemi v oblasti zpracování obrazu, které přichází s 6-D [9], obrazovými radarovými systémy [10] a s vylepšenými systémy určování polohy.

Literatura

- [1] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015) Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren: Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten. Available via <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StB/broschuer-e-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?blob=publicationFile>. Accessed 9th Nov. 2015
- [2] SAE International On-Road Automated Vehicle Standards Committee (2014) Standard J3016: Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems.
- [3] Dokic J. et al. (2015): European roadmap smart systems for automated driving. EPoSS: European Technology Platform on Smart Systems Integration. Available via http://www.smart-systems-integration.org/public/documents/publications/EPoSS_Roadmap_Smart_Systems_for_Automated_Driving_V2_April_2015.pdf
- [4] Becker J., Helmle M. (2015): Architecture and system safety requirements for automated driving. In: Meyer G., Beiker S. (ed) Road Vehicle Automation 2. Lecture Notes in Mobility, vol. 2. Springer, Cham, pp. 37-48
- [5] International Organization for Standardization (2011) Road Vehicles - Functional Safety. ISO 26262, 2011
- [6] Alkim T. (2015): Infrastructure requirements for automated driving systems. Presentation presented at the ISO/TC204, Hangzhou, 23rd Apr. 2015,
- [7] Vaa T. (2007): Modelling driver behaviour on basis of emotions and feelings: Intelligent transport systems and behavioural adaptations. In: Cacciabue PC(ed) Modelling Driver Behaviour in Automotive Environments, Springer, London, pp. 208-232
- [8] Bengler K., Dietmayer K., Färber B., Maurer M., Stiller CH., Winner H.: IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine vol. 6, no. 4, Winter 2014, Three Decades of Driver Assistance Systems
- [9] Müller T., Rabe C., Franke U.: Dense 6D – Position und Bewegung robust an jedem Bildpunkt. In: Maurer M., Dietmayer K., Färber B., Stiller C., Winner H. (Eds.), 7. Workshop Fahrerassistenzsysteme FAS2011, Walting, 2011
- [10] Köhler M., Schür J., Schmidt L.-P.: Antenna Concept for an Automotive Radar Sensor at 150 GHz, Radio and Wireless Symposium (RWS), 2013
- [11] Winner H.: Adaptive Cruise Control in: Eskandarian A. (Ed.), Handbook of Intelligent Vehicles, Springer, 2012
- [12] Jones W.D.: Keeping cars from crashing, Spectrum, IEEE, vol.38, no. 9, pp. 40,45, September 2001
- [13] Ishida S., Gayko J.: Development, evaluation and introduction of a lane keeping assistance system, IEEE Intelligent Vehicles Symp., (Parma, Italien), pp. 943–944, June 2004
- [14] Saust F., Wille J., Lichte B., Maurer M.: Autonomous Vehicle Guidance on Braunschweig's Inner Ring Road within the Stadtpilot Project. In: IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2011, pp. 169-174
- [15] Ziegler J., Bender P., Schreiber M., Lategahn H., Strauss T., Stiller C., Dang T., Franke U., Appenrodt N., Keller C.G., Kaus E., Herrtwich R.G., Rabe C., Pfeiffer D., Lindner F., Stein F., Erbs F., Enzweiler M., Knöppel C., Hipp J., Haueis M., Trepte M., Brenk C., Tamke A., Ghanaat M., Braun M., Joos A., Fritz H., Mock H., Hein M., Zeeb E.: Making Bertha Drive - An Autonomous Journey on a Historic Route. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine vol. 6, no. 2, pp. 8–20, 2014

Lektorský komentář

Článek shrnuje současnou situaci v oblasti rozvoje pokročilých asistenčních systémů silničních vozidel, vysoce automatizovaných systémů a systémů umožňujících plně automatickou jízdu. Článek mapuje jejich vývoj a črtá budoucnost. Toto jde v paralele s aktuálními, připravovanými a revidovanými normami a mezinárodními doporučeními. Vhodně referencuje důležité mezinárodní zdroje. Závěr je ovšem poněkud nejasný.

Doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav dopravních prostředků