

ELEKTRONICKÁ KONTROLA BEZPEČNÉ VZDÁLENOSTI

V dnešní době s rostoucím počtem automobilů a tím rostoucí dopravní kapacitou jsou více viditelné i další problémy: znečišťování ovzduší, dopravní nehody a přeplněné vozovky. Proto jsou moderní automobily vybavovány elektronickým řízením motoru za účelem splnění přísných emisních limitů, elektronickými systémy podvozku (ABS, ASR, ESP) za účelem zvýšení bezpečnosti a komfortními systémy (klimatizace, el. stahování oken, apod.) za účelem usnadnění řízení a zpříjemnění často dlouhého pobytu za volantem. Dnes již poměrně standardní zavedení elektronických systémů motoru a podvozku do automobilu umožňuje další využití.

Při řízení motorového vozidla je člověk omezen svými biologickými limity. Např. při brzdění je běžná reakční doba řidiče 1s., tzn. že při rychlosti 72 km/h ujede nebrzděné vozidlo 20 m. Člověk v krizových situacích podléhá panice a není schopen se rozhodovat a reagovat racionálně. Důležitým lidským faktorem je také únava. Řízení automobilu je náročné jak fyzicky tak zejména psychicky. Unavený řidič pak není schopen pružně a správně reagovat. Je tedy snaha výrobců automobilů „předat“ některé činnosti řízení samotnému automobilu, resp. jeho elektronickým systémům. Na konci pomyslného žebříčku stojí automaticky řízený automobil, to je však hudba budoucnosti, proto se alespoň podívejme na systémy, které jsou dnes k dispozici. Jmenované technologie umožňují bezpečnější jízdu a také snižují řidičovu zátěž při řízení vozidla. Jedním z takových systémů je ACC (Adaptive Cruise Control) – Aktivní regulátor rychlosti jízdy nebo též aktivní tempomat.

SYSTÉMY ACC

Systémy ACC především pomáhají udržovat bezpečnou vzdálenost mezi vozidly, elektronicky přizpůsobí rychlost vozidla, když to vyžaduje dopravní situace. Pro snímání dopravní situace kolem vozidla a regulace rychlosti jízdy se užívá čelní radar, který určuje, které překážky jsou v předpovídané cestě vozidla. Postranní senzory upozorní, jestliže nějaké vozidlo nebo objekt vstoupil do řidičova mrtvého úhlu pohledu. Přední senzory odhalí vozidlo jedoucí vpředu

a udržují bezpečnou vzdálenost od toho vozidla. Zadní radar poskytne záložní pomoc. Dalším systémem použitým v ACC systému je systém detekce blízkého objektu (NODS). Další radarové měniče mohou být účinnou pomůckou ve všech dopravních situacích k poskytnutí varování o bezprostředně hrozících rizicích a signálního varování nutného ke změně směru. NODS pomáhá nepřetržitě monitorovat tzv. mrtvý úhel řidičova vidění, usnadňuje parkování a také varuje řidiče před možným riskantním manévrem. NODS pracuje se senzory, které jsou umístěny v externí oblasti vozidla, systém má konfigurovatelnou snímací plochu a je složen ze stavebnicového systému, který zabezpečuje pružnost a cenovou přístupnost pro výrobce.

Obecně má systém ACC tyto výhody:

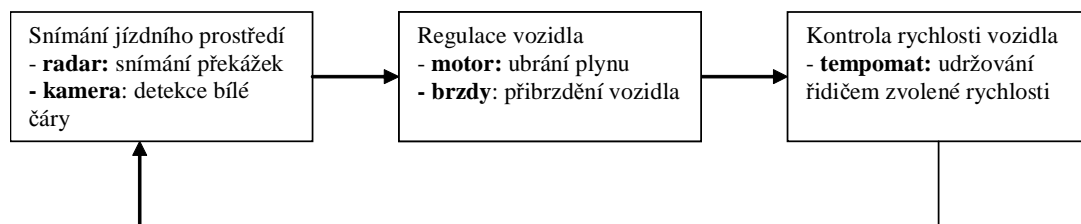
- poskytuje řidiči zvýšený přehled o situaci,
- funguje automaticky a zvyšuje připravenost řidiče,
- zvyšuje řidičovu jistotu při parkování,
- udržuje bezpečnou vzdálenost mezi vozidly,
- pracuje dobře v podmínkách špatné viditelnosti,
- pracuje dobře během otáčení vozidla,
- samočinně brzdí bez zásahu řidiče,
- poskytne řidiči delší čas k reakci.

Tím však vývoj zdaleka nekončí a firma Bosch už pracuje na dalším zdokonalení tohoto systému. S přídatnými senzory má ACC v budoucnu nabídnout také komfort při popojíždění v kolonách.

Aktivní tempomat však v žádném ohledu nenahrazuje řidiče, ponechává mu plnou odpovědnost za řízení vozidla. Přesto automatická regulace rychlosti a vzdálenosti mezi vozidly přispívá k pohodlné jízdě. Zatím tyto systémy nemohou být náhradou za bezpečné řízení, mohou potenciálně zvětšit řidičovo podvědomí o stavu provozu na silnici a zpřesnit časovou reakci řidiče.

PRINCIP ČINNOSTI

Problémem, při eliminaci vlivu člověka, je nahrazení jeho činností. Řízení vozidla zahrnuje být si vědom prostředí řízení, činění úsudků a řízení vozidla. Reakce vozidlových systémů (motor, brzdy) je dnes



Obr. 1 Blokové schéma regulace.

díky elektronickému řízení poměrně snadná. Důležité je ale vyřešit problém snímání jízdního prostředí a rozhodování o vhodném zásahu. Technologie snímání jízdního prostředí snímá různé typy překážek na silnici, které zahrnují automobil, tvar silnice a podmínky povrchu silnice. Pro detekci překážek jsou vyvíjeny radary. Laserové radary jsou na trhu již delší dobu, ale trpí nízkou detekční schopností v takových klimatických podmínkách jako déšť a mlha. Z tohoto důvodu se také v dnešní době aktivně vyvíjejí rádiovlnné radarové systémy, nevýhody laseru potlačující. Očekává se, že metody založené na detekci překážek radarem budou mnohem více rozvinuty, ale rozpoznávání tvaru silnice je složitým problémem. Kvůli této složitosti jsou různými společnostmi studovány jiné metody rozpoznávání jízdního pruhu, jako je např. zarážení objektů podobných hřebíkům do středu pruhu a použití kamer k detekci dělících čar – metody zapuštěných hřebíků zahrnující magnetické metody a radiometody. Na druhé straně metoda kamery může být užita v již existující infrastruktuře (tj. dělící čáry), a tak může být použita relativně rychle. Co se týká podmínek detekce snímání podmínek povrchu silnice je nezbytná detekce podmínek před vozidlem.

Ovládání rychlosti vozu je klasická aplikace regulačního cyklu. Řízený regulační systém ovládá rychlost vozu v závislosti na nastavení polohy škrtkové klapky a proto potřebuje senzory snímající rychlost a polohu škrtkové klapky. To také vyžaduje zpětnou kontrolu, aby se požadovaná rychlost udržovala v nastavených mezích.

Mozkem řízeného ovládacího systému je malý počítač, který je normálně vložen do ochranného obalu za palubní deskou. Ten je připojen k ovládání škrtkové klapky, právě tak jako pár senzorů. Dobře řízený ovládací systém přiměřeně akceleruje na hodnotu požadované rychlosti bez dlouhé prodlevy a pak udržuje rychlost s malými výchyly bez ohledu na to jak je vůz zatížen, nebo jak příkrý kopec vyjíždíme.

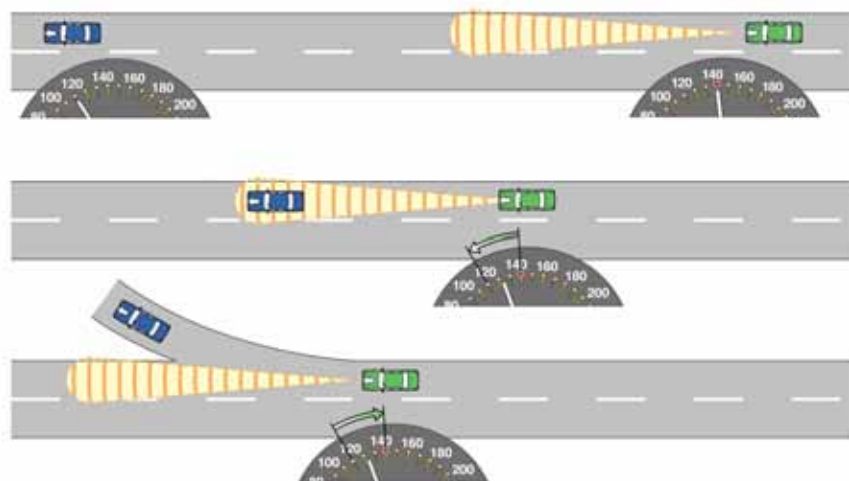
Nejdůležitější vstupní veličina je rychlost vozidla. Řízený ovládací systém pracuje nejvíce s tímto signálem. Nejprve v přiměřeně dimenzovaném ovládacím systému regulace rychlosti jízdy nastaví škrtkové klapku přiměřeně k chybě, tato chyba je rozdílem mezi požadovanou rychlostí a skutečnou rychlostí. Proto, jestliže smyslem regulace rychlosti jízdy je nastavit rychlost 120 km za hodinu a auto jede 110 km za hodinu, tak poloha škrtkové klapky

bude vzdálená od požadované skutečnosti poměrně mnoho. Výsledek je to, že vůz „přidá plyn“ a dostane se do požadované rychlosti. Také, kdyby jsme sjížděli příkrý kopec, vůz by neměl akcelerovat vůbec, ale systém by měl vozidlo přibrzďovat. Funkce ACC se pak dají shrnout:

- udržuje optimální bezpečnou vzdálenost od vozidla jedoucího vpředu. Minimalizuje rychlostní rozdíl mezi vozidly,
- pracuje jako bdělý řidič prostřednictvím automobilové brzdy, poskytne dodatečný čas k reakci,
- ovládá akcelerační pedál a brzdicí management ve vysoké hustotě dopravy,
- integruje se snadno s ostatními vozidlovými systémy.

SYSTÉM ACC (ADAPTIVE CRUISE CONTROL) FIRMY BOSH

Systém firmy Bosh je požíván ve vozech BMW řady 7 a Fiatu Stilo. Jedná se v podstatě o další vývojový stupeň tempomatu, který se osvědčil jako komfortní prvek při dlouhých cestách, kdy řidiči pomáhá udržovat požadovanou rychlost. Jakmile vůz dosáhne požadované rychlosti, stačí stisknout páčku tempomatu a elektronika již zařídí vše potřebné pro udržení konstantní zvolené rychlosti. Ovšem v případě silného provozu, kdy se co chvíli mění vzdálenost mezi vozidly, musí řidič sám zasáhnout do předem zvolené rychlosti a podle potřeby přibrzdit nebo přidat plyn, čímž vyřadí tempomat z činnosti. Právě v těchto situacích vyniknou vlastnosti nového systému, který kombinuje funkci tempomatu s radarovým senzorem umístěným v masce chladiče. Tři vysílací a přijímací jednotky integrované do kompaktního radaru rozpoznají vozidlo až na vzdálenost 100 metrů, pod úhlem 8 stupňů, čímž zachytí prakticky všechny tři dálniční jízdní pruhy. Pokud krátkovlnné radarové impulsy (77 GHz) narazí na překážku, odrazí se a změní svoji frekvenci. Tím se bleskově vypočte relativní rychlost i vzdálenost od předchozího automobilu. Regulátor odstavu pak v porovnání s rychlostí vlastního vozu „ubere samočinně plyn“, v případě potřeby zaktivuje brzdy a sleduje vozidlo ve správném odstavu. Jakmile se vzdálenost zvětší, systém opět akceleruje vozidlo na původní rychlost. Systém ACC může být aktivován mezi 30 až 180 km/h.



Obr. 2 Činnost systému ACC.



Obr. 3 Radar používaný firmou Bosch.

SYSTÉM DISTRONIC FIRMY SIEMENS

Systém Distronic firmy Siemens pracuje na stejném principu jako systém firmy Bosch a je používán v mercedesech řady S a CL. Má dosah 150 metrů pod úhlem devíti stupňů v rozmezí rychlostí od 40 do 160 km/h. Distronic je v zásadě naprogramován na časový interval 1,5 s, což při stokilometrové rychlosti odpovídá zhruba 42 metrům. Podle hustoty provozu si ovšem může řidič sám libovolně nastavit vzdálenost, u Mercedesu např. otočným regulátorem na středové konzole. V poloze „Min“ je interval předvolen na sekundu, „Max“ zvolí systém dvousekundový odstup. Střední poloha odpovídá hodnotě 1,5 s, která se při zkušebních jízdách ukázala jako ideální. Radarové signály jsou vysílány a přijímány ve velmi krátkých intervalech, a proto systém rozezná i náhlou změnu rychlosti vozidel jedoucích před vozidlem a automobil zbrzdí mnohem intenzivněji. Je-li situace příliš riskantní, potom zazní dokonce varovný signál a ve sdruženém přístroji se rozsvítí červený trojúhelník, který vyzve řidiče, aby sešlápl brzdu.

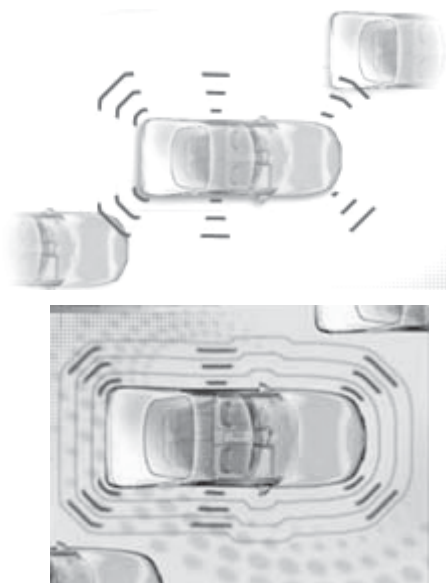


Obr. 4 Funkce systému Distronic.

SYSTÉM FIRMY VISTEON

Firma Visteon nabízí automobilovým výrobcům adaptivní tempomat a inteligentní radar „Zámotek“ dva zdokonalené radarové systémy, které mohou zvětšit řidičovu připravenost na silnici v různých dopravních podmínkách. Inteligentní radar „Zámotek“ je odvozen z radarové technologie užívané v leteckém průmyslu. Systém vytvoří síť, která sleduje všechny čtyři strany vozidla a odhaluje překážky nebo objekty, které brání vozidlu v jízdě. Tento systém je součástí ACC. Senzory sledují tzv. mrtvý úhel řidičova výhledu a pomáhají se zaparkováním vozidla. Visteonův adaptivní radarový snímač poskytuje průběžnou kontrolu a informaci o relativní

rychlosti a vzdálenosti nejbližších vozidel v dráze zorného pole radaru.



Obr. 5 Síť vytvořená systémem firmy Visteon.

TECHNICKÝ POPIS SYSTÉMU VISTEON

Adaptivní tempomat (ACC) od firmy Visteon posunuje vpřed vlastnosti snímacího radaru, který dodává k řidiči informace a varuje před potenciálním rizikem. Tento systém užívá radar s dlouhým dosahem a technologii mobilních telefonů k vytvoření inteligentního snímacího systému, který poskytne zvýšenou jistotu pro řidiče a je cenově přístupný.

ACC radarový snímač od firmy Visteon snímá relativní rychlost a vzdálenost vozidla, které je nejbližší v dráze uvnitř zorného pole radaru. Pro přispění k lokalizaci vpředu jedoucího vozidla se využijí dva přesně uspořádané svazky paprsků pracující s frekvencí 76 GHz. Určení úhlové polohy objektů v trase se provádí změřením a srovnáním amplitud každého vracejícího se paprsku. Cílem je včlenit radarový měnič do jediného komplexního bloku skládajícího se z analogické jednotky (anténa, kombinovaný vysílač-přijímač, analogové zpracování) a radarového digitálního procesoru (zpracování signálu, držení jízdní stopy a sběrníkové rozhraní CAN).

Dalším komponentem je mikrovlnný vysílací/přijímací modul (MMW T/R), který vytvořený signál ve tvaru vlny přivádí do antény (přenos). Dále pracuje jako detektor odražených signálů přijatých anténou vytváří nízko frekvenční signály pro analogové zpracování signálu ve vyhodnocovací jednotce (přijetí). Anténa má parabolické čočky se spodním reflektorem a přenáší fixovaný paprsek jedním pulsem bez nějakého mechanického převodu – to poskytne elektromagnetickou vlnoplochu, která se rozšiřuje přes ovzduší a dodává odražené signály od cíle zpět do MMW přijímacího modulu (přijetí). Analogové zpracování signálu zajišťuje MMW T/R modul. Má výstupní nízkonapěťový signál, který lze filtrovat a zesílit na úroveň, která umožňuje extrakci použitelné informace (zjištění cíle). Součástí modelu je A/D převodník, který je řešen jako uzavřený, aby bylo možno zvětšit filtrační funkci za účelem maximalizovat celkový výkon senzorů. Digitalizované výstupy

z analogické vyhodnocovací jednotky jsou zpracované digitálním pomocným procesorem (DSP). Tento procesor provádí výpočet přes frekvenční spektrum z přijatého signálu Rychlou Fourierovou transformací (FFT). Frekvenční analýza studuje ale i rozkmit obsažený z přijatého spektra a umožňuje digitální zpracování v rozlišovací jednotce a lokalizaci vozidel na cestě. To pak umožní sledování cíle a konečně i možnost výběru významného cíle pro ACC regulaci. Digitální procesní jednotka přijímá zpracovaný signál přes datovou sběrnici CAN. Tato informace se určuje z rychlosti vozidla a stáčivé rychlosti a užívá se k vybraní cíle cesty. Významná cílová data (skládají se z relativní rychlosti, vzdálenosti, úhlové polohy, informací o boční rychlosti a akceleraci) je možno následně poslat ACC podélnému ovladači, který ovládá regulátory (klapku, brzdy, převodovku) pomocí spojovací linky. Spojovací linka (např. CAN) je definovaná v systémové úrovni. Radarový senzor vytváří soustavu drah ze signálů odražených od cílů. Systém odvodí parametry (relativní rychlost, vzdálenost, úhlovou odchylku) s každou související dráhou. Vozidlo je ovládáno v závislosti na objevení a zmizení vozidla v oblasti zorného pole radaru. Systém NDOS využívá se senzorů, pracujících na frekvenci 24 GHz. Snímaná oblast může být libovolně upravena. Stavebnicový systém nabízí přizpůsobivost s jinými palubními systémy. Využitelný rozsah 6–30 m. Obnovovací frekvence 10 Hz. Zásadní činností tohoto systému je varování řidiče, aby se vyhnul vytvoření riskantního manévru, jako například odbočit do pruhu obsazeného dalším vozidlem.

MIKROVLNNÝ RADAR

Mikrovlnný radar je senzorem, který může měřit vzdálenost k objektu, rychlost a azimut objektů vysláním mikrovlnného signálu a přijímáním signálu odraženého od objektu. V současné době je pro automobily v Japonsku, USA a Evropě radiofrekvenční pásmo vymezeno od 76 do 77 GHz. Firma Hitachi vyvinula mikrovlnnou radarovou jednotku namontovanou na čelo automobilu, která může zároveň měřit vzdálenost, negativní rychlost a azimut vozidel vpředu. Tato mikrovlnná radarové zařízení obsahuje mikrovlnný integrovaný obvod MMIC (mikrovlnný monolitický integrovaný obvod) pro vysokofrekvenční modul, který vysílá a přijímá 76 GHz radiové vlny. MMIC chipset se skládá ze čtyř chipů: oscilátor regulující napětí, zesilovač výkonu a dva

přijímače. Radarové zařízení zaměstnává dva krátkovlnné CW radary ze kterých je vysílán krátkovlnný signál a je měřena relativní rychlost objektů z tzv. Popplerovy frekvence a vzdálenost k objektu z fáze přijatých signálů. Pro měření azimutu je užitá monoimpulzní technika, kde jsou signály odražené od vozidel přijímány dvěma anténami a směr vozu je určen z amplitudového poměru těchto dvou přijatých signálů

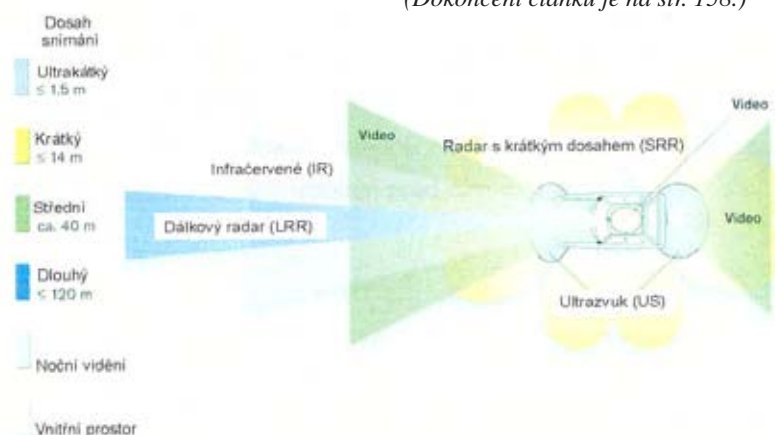
Jednolitý mikrovlnný integrovaný obvod (MMIC) v technologickém radarovém měničích nabízí nižší cenu a vyšší spolehlivost v hromadné výrobě. Když jej srovnáváme s Gunnovou diodou s hybridním obvodem použitým u krátkovlnných automobilových radarů, MMIC technologie má zřetelné výhody:

- Gunnovy diodové obvody vyžadují naladění, které ovlivňuje jejich schopnost soustředěně produkovat signály v nízkých hladinách,
- MMIC technologie využije procesu výroby zautomatizovaných polovodičů s nízkými náklady,
- MMIC technologie zužuje počet složek nutných k sestavení systému,
- MMIC technologie poskytne zlepšenou tepelnou stabilitu.

KAMERA S „IMAGE PROCESSING“

Protože mikrovlnný a laserový radar musí měřit vzdálenost k objektu s omezeným výkonem, je těžké získat široké pole rozhledu. Proto jestliže vozidlo, které je ve slepé skvrně radaru najednou vjede před dané vozidlo objeví se zpožděná decelerace nebo nouzové brzdění, které dává řidiči nepříjemný pocit. K vyřešení tohoto problému je používána kamera s širokouhlými čočkami, aby včas rozpoznala vozidla, která jedou v blízkosti daného vozidla. V této kameře je pomocí sběrnice 32 bitového mikroprocesoru Super H spojena „FROM paměť“, vysokorychlostní operační paměť RAM a speciální LSI videochip pro přenos obrazu. FROM paměť (určená pouze ke čtení světelným paprskem) je čip, který obsahuje program rozpoznávající obrázky. Nejprve jsou rozpoznána vozidla, která míjí vozidlo v sousedních jízdních pruzích, ze vstupního obrázku kamery. Potom je určena dráha vozidla na základě vlastností míjejícího vozidla, přičemž je měřena i jeho relativní rychlost a pozice. Dále jestliže vozidlo, jehož dráha je sledována, přejede do pruhu ve kterém jede toto vozidlo, alarm varuje řidiče a systému ACC je zaslán požadavek na deceleraci.

(Dokončení článku je na str. 158.)



Obr. 6 Současné možnosti snímání jízdního prostředí.

prostředí pohybovat. Při velmi dobrých světelných podmínkách je scanner schopen detekovat i barvu povrchu měřeného bodu, takže výsledné zaměřené prostředí pak působí velmi věrohodně.

Poznámka autorů: tento způsob má z hlediska následné analýzy několik nedostatků: při zaměřování 3D objektu je potřeba zajistit na něj dohlednost. To znamená, že například vozidlo je zapotřebí nasnímat alespoň ze tří různých úhlů a tato snímání poté nějak složit dohromady. Zařízení je schopné zaměřit každý bod na který vidí, ale samo neumí rozlišit, o co se jedná. Tzn. např. brzdná stopa zde nebude samostatně zaměřena. Jedině by bylo možné na její trajektorii položit nějaké prostorové objekty, které zaměřeny budou.

Dále je-li několik objektů v zákrytu z pozice přístroje, bude zaměřen jen první a z dalších případná přečnívající část. V praxi to znamená, že nebudou zaměřeny například objekty, které se nacházejí v zákrytu svodidel, stromů, vlastního terénu (prohlubně, příkopy, atd.) a jiné.

Dále byla předvedena řada výsledků nárazových zkoušek, a to jednak klasických, tedy s automobily tentokrát při nízkých rychlostech, ale i netradičních jako například náraz stavebním kolečkem do osobního automobilu.

Před vlastní konferencí bylo zasedání prezidiální rady EVU, kde se probíraly organizační záležitosti.

Motorová vozidla

Dokončení článku ze str. 156 (Vlk, Kollhammer: "Elektronická kontrola bezpečné vzdálenosti").

DALŠÍ VÝVOJ

Firma Hitachi pracuje na rozvoji systému Inteligentního vozidlového dálničního systému (ITS), který nazývá R&D. ITS se pokouší učinit řízení automobilu bezpečnější, uvolnit dopravní zácpy a ochránit životní prostředí. Pozice automobilu v ITS je systém pokročilého bezpečného vozidla (ASV), což je mobilní jednotka pro realizaci účinného řízení v bezpečí a pohodlí. Za krajní formu ASV může být považováno „automatické řízení“. V nejbližší

budoucnosti se dá očekávat optimalizace systému pro snížení spotřeby paliva především účinným řízením motoru během akcelerace a rozšíření oblasti zastavení přívodu paliva při brzdění motorem během decelerace. Uvažuje se také o tom, že vozidla s ACC budou jezdit po dálnicích s limitovaným přístupem. Není zanedbatelné, že systém, který může nabídnout řidiči zvýšení bezpečnosti z cestování za různých dopravních podmínek může mít vliv na prodejnost vozidla.

Barevné ilustrace k článku jsou na 2 str. obálky.