

# Autonomní automobily – jak otestovat 140 milionů kilometrů v praxi?

V poslední době je v moderních vozidlech používáno čím dál více asistenčních systémů, které mají za cíl poskytovat řidiči včasné informace a aktivně reagovat na případné kolizní stavy. Mezi takové běžně používané systémy patří adaptivní tempomaty, hlídání mrtvého úhlu, kamerové systémy usnadňující parkování a další. Tyto systémy předznamenávají nástup plně autonomních automobilů, které budou moci komunikovat jak mezi sebou (komunikace V2V), tak s prvky infrastruktury (komunikace V2X) a budou se umět pohybovat autonomně bez zásahu řidiče.

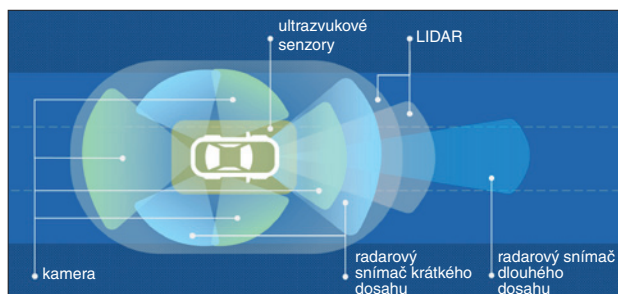
Autonomní systémy spoléhají zcela na signály ze senzorů, které dávají jednotkám řídicím vozidlo představu o okolním světě. Pro kompletní obraz okolního světa se používá

ní signálu: většina asistenčních systémů má svou řídicí jednotku (ECU – *Electronic Control Unit*), která vyhodnocuje informace a komunikuje s ostatními systémy. Výhodou tohoto přístupu je jednodušší testování, protože je možné jednotlivé systémy testovat odděleně.

V souvislosti s autonomními vozidly se však mluví spíše o centrálním zpracování dat, kdy jsou signály z různých typů senzorů odesílány do centrální řídicí jednotky, která má dostatečný výkon na

jejich zpracování a na rozhodování na základě získaných informací. Kompromisem je hybridní architektura, kdy jsou data předzpracována modulem ECM připojeným k senzoru a poté odeslána centrální řídicí jednotce (obr. 2).

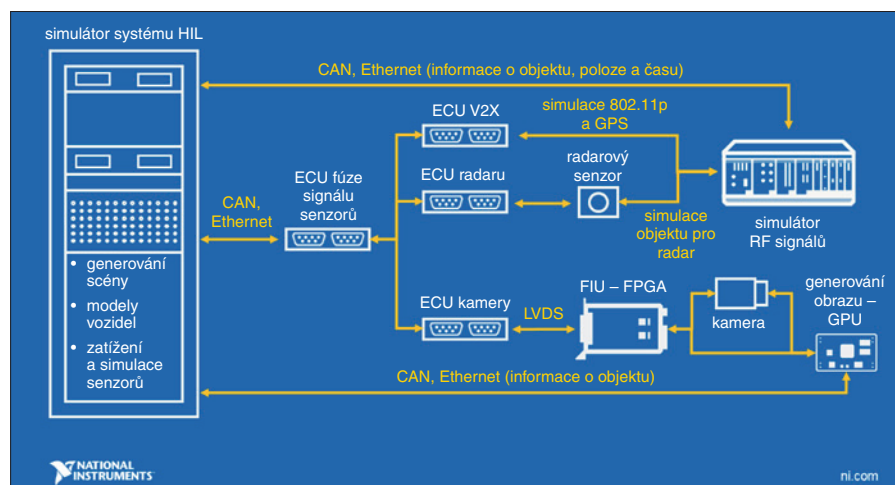
Jak centralizovaná, tak hybridní architektura s sebou nesou podstatně větší požadavky na testování. Systémy už nelze testovat odděleně, ale je třeba integrovat všechny komponenty. Tyto systémy musí procházet komplexními testy. Testování elektronických systémů v automobilech je definováno normou ISO 26262 *Road vehicles – Functional safety*, která systémy dále rozděluje do několika kategorií ASIL (*Automotive Safety Integrity Level*) podle závažnosti důsledků v případě poruchy. Většina pokročilých asistenčních systémů řidiče (ADAS – *Advanced Driver Assistance Systems*) spadá do kategorie ASIL D, což je kategorie s nejpřísnějšími požadavky. Podle této normy musí být spolehlivost systémů testována při jízdě na zhruba 140 milionech kilo-



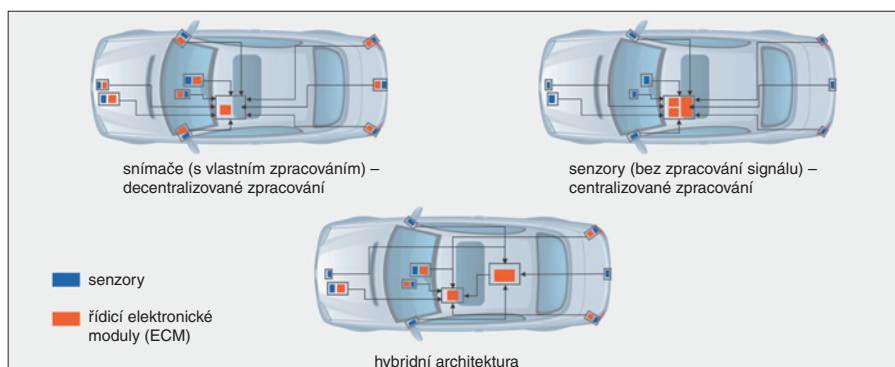
Obr. 1. Vybavení automobilu snímači, senzory a detektory

mnoho senzorů a snímačů od laserových snímačů (LIDAR) přes kamerové systémy po vysokofrekvenční radary s různým dosahem (obr. 1). Každý z těchto senzorů a snímačů má svoje přednosti v určité oblasti detekce okolí. Například pomocí laserových snímačů typu LIDAR je možné s dobrou přesností zachytit pohybující se objekty a prostřednictvím obrazu z kamery potom rozpoznat, o jaký objekt jde. Vysokofrekvenční radary se používají zejména k detekci jiných vozidel v blízkém či vzdálenějším okolí.

Funkce těchto snímačů se více či méně překrývá, ale v současné době už je lze nalézt v téměř jakémkoliv moderním automobilu. Jelikož byly historicky různé asistenční systémy do vozidel přidávány postupně, přednost dostalo decentralizované zpracová-



Obr. 3. Architektura simulátoru systému HIL



Obr. 2. Vývoj architektury ADAS

metrů. V reálném testování v provozu by to ale bylo téměř nemožné. Plně softwarové simulace zase většinou nejsou schopné zachytit okrajové jevy vznikající v reálném světě. Jak tedy otestovat systémy na 140 milionech kilometrů?

Tento problém dokážou řešit systémy HIL (*Hardware-In-the-Loop*). Principem je propojení simulovaných komponent s reálnými. Simulace je potom realizována v reálném čase, což v praxi znamená, že je např. možné pro řídicí jednotku simulovat chování motoru bez toho, že by jednotka byla k motoru fyzicky připojena. Stejně tak v případě simulace ADAS je možné pro senzory a snímače

typu radarů, kamer nebo detektorů LIDAR simulovat okolí a cíle.

Výhodou platformy National Instruments pro testování systémů HIL je její flexibilita. Při použití uvedené platformy je možné vytvořit komplexní simulátor, který bude schopen provozovat některý z programů pro modelování jízdních situací (např. IPG CarMaker) a na základě jízdních situací generovat simulované signály, které jsou detekovány senzory automobilu. Výsledkem je kompletní test řídicí jednotky ADAS, při němž se ověřuje, jak se bude systém rozhodovat a chovat v reálném provozu (obr. 3).

Podíváme se blíže na test radarů. Radarové snímače většinou fungují v pásmu milimetrových vln s nosnými frekvencemi okolo 24 a 73 GHz. Principem testu je generování simulovaného cíle. Radar tedy vysílá signál, který je přijat testovacím systémem, down-konvertován do rozsahu přijímače, digitalizován a přiveden na hradlové pole, na němž je podle požadovaných parametrů (počet cílů, velikost cíle, vzdálenost) vygenerován signál, který se radaru jeví jako odezva reálného cíle. Polohu a úhel cíle je možné simulovat uložením buď na otočný přípravek, nebo robotické rameno (obr. 4). V závislosti na konfiguraci systému lze generovat několik cílů z různých úhlů. Tuto metodu používá např. vývojové centrum Audi. Na videoprezentaci systému od hlavního vývojáře Audi pro radarové systémy se zájemci mohou podívat zde: <https://www.youtube.com/watch?v=AJSpeq6U4Aw>.



Obr. 4. Simulátor cíle radarů

monitorech, které jsou pak snímány kamerou. Nevýhodou tohoto systému je velikost testovacího pracoviště a složitost testu. Použití monitorů lze obejít tak, že se do systému HIL promítá pouze část výřezu obrazu, kterou kamera aktuálně vidí. Kamera se tedy může uzavřít do přípravku menší velikosti a není nutné mít velké pole monitorů promítajících simulovanou situaci. V některých případech je také možné kameru úplně vynechat a simulovat přímo na fyzické úrovni signál, který by poskytovala kamera v reálném provozu řídicí jednotky systému ADAS. V poslední době je populární sloučení kamery a radaru do jedné komponenty, tzv. racamu. Pro testování těchto systémů je přesná synchronizace obrazových informací pro kameru a vysokofrekvenčního signálu pro radar kritická.

Platforma National Instruments pro testování systémů HIL spolu s řešeními partnerských firem poskytuje flexibilní systém, kte-




Obr. 5. Videoprezentace systému testování radarů od hlavního vývojáře Audi pro radarové systémy je dostupná na <https://www.youtube.com/watch?v=AJSpeq6U4Aw>

Systémy ADAS tedy využívají sloučení informací z různých typů senzorů, proto musí být různé komponenty testovacího systému HIL přesně synchronizovány. Jestliže se testují např. kamery, je možné simulovat obraz ze softwaru pro simulace jízdních situací na

ry je schopen simulovat signály pro radary, snímače LIDAR, kamery, přijímače GNSS a další senzory, které jsou v ADAS používány nebo se v budoucnu používat budou.


Rostislav Halaš, National Instruments




# DREAMland PLC

CELOSVĚTOVÝ DODAVATEL  
PRŮMYSLOVÉ AUTOMATIZACE


[www.DREAMland-plc.cz](http://www.DREAMland-plc.cz)




**PRODEJ  
PRŮMYSLOVÉ  
AUTOMATIZACE**



**OPRAVY  
A DIAGNOSTIKA  
AUTOMATIZACE**



**ODKUP  
A LIKVIDACE  
TECHNOLOGIE**



**VÝROBA  
JEDNOÚČELOVÝCH  
STROJŮ**

