

Fórum o deterministickém Ethernetu

Ve dnech 27. a 28. dubna se ve Vídni konala konference s názvem Deterministic Ethernet Forum. Akci pořádala firma TTTech za spolupráce se sdruženími Industrial Internet Consortium, OPC Foundation a Open Fog. Strategickými partnery byly firmy B&R a Intel, sponzory Cisco, Infineon, Magna, Nebbiolo Technologies, NXP, Renesas a Rexroth.

Co je deterministický Ethernet a proč je jedinečný?

Deterministický Ethernet je segmentovaná síť přepojovaného Ethernetu, v níž je garantováno doručení zpráv. Umožňuje v jedné síti současně přenášet bezpečnostně relevantní zprávy, zprávy v reálném čase i běžnou komunikaci. Protože podporuje standardní protokoly vyšších vrstev průmyslového Ethernetu (bez nutnosti použití pro překlad komunikační brány), lze deterministický Ethernet označit jako IoT ready.

Je však třeba upozornit, že vlastnosti reálného času jsou dostačující pro úlohy IoT, ale pro úlohy vyžadující přesnou synchronizaci nevyhovují – deterministický Ethernet nemá ambice nahradit síť EtherCAT, Ethernet Powerlink apod. O odolnosti deterministického Ethernetu proti kybernetickým útokům, zejména typu DoS, jsme psali v [1].

Standardizaci deterministického Ethernetu se zabývají různé instituce, např. IEEE a SAE. V současné době se deterministického Ethernetu týkají zejména standardy skupiny IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 802.1BA (AVB – Audio Video Bridging) a IEEE 802.1Qbv (TSN – Time Sensitive Networking; pre-standard) a SAE AS6802 (TTE – Time Triggered Ethernet). Standardizace otevírá cestu deterministickému Ethernetu jak do světa průmyslového IoT (IIoT), tak do oblasti bezpečnostně relevantních sítí reálného času v automobilovém průmyslu a dopravě. Rozvoj trhu přiměl výrobce polovodičových součástek k tvorbě dedikovaných čipů pro deterministický Ethernet, což zpětně snižuje cenu komponent a podporuje další vývoj.

Čím je deterministický Ethernet jedinečný? Garantuje časování v reálném čase pro stovky řídicích funkcí složitých systémů, zaručuje potřebnou šířku pásma pro vyhrazenou komunikaci i při značném trvalém nebo nárazovém zatížení sítě a garantuje doručení zprávy i při poruchách v síti.

Použití deterministického Ethernetu snižuje náklady na instalaci, protože standardizace snižuje počet typů a variant hardware a zkracuje dobu instalace a uvedení do provozu. Přechod na jednotné síťové standardy také zjednodušuje projektování a technickou podporu.

Deterministický Ethernet původně vznikl pro využití v automobilech a jiných dopravních prostředcích, ale stále více se prosazuje i v průmyslové automatizaci.

Deterministický Ethernet v průmyslové automatizaci

Využití deterministického Ethernetu v průmyslové automatizaci se věnovala společná přednáška Heinera Langa z firmy Bosch Rexroth a Hanse Wimmera z firmy Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik. Název jejich přednášky byl *Jednotný komunikační jazyk – průmyslová automatizace a OPC UA over TSN*.



Obr. 1. Představují se pořadatelé a partneři konference Deterministic Ethernet Forum

Heiner Lang ilustroval situaci na příkladu výrobní linky v automobilovém průmyslu: její součástí jsou stroje, dopravníky a roboty od různých výrobců využívající různé průmyslové sběrnice. Je lhostejné, zda k tomu vedou důvody technické, historické, nebo cenové, jisté je, že integrace strojů a zařízení je proto tvrdým oříškem. Navíc je třeba brát ohled na požadavky bezpečnostních funkcí a nově také na požadavky na zabezpečení proti kybernetickým útokům.

Ethernet se postupně stává jednotným nástrojem pro komunikaci v celé průmyslové automatizaci. Řídicí systémy přitom komunikují s provozní přístrojovou technikou (snímači, akčními členy atd.) a mezi sebou navzájem prostřednictvím sítí průmyslového Ethernetu, zatímco s panely HMI a systémy řízení podniku (MES, ERP apod.) prostřednictvím běžného Ethernetu s OPC UA. V současné době má téměř každý řídicí systém svůj server OPC UA. OPC UA je tak vhodným nástrojem pro integraci strojů a zařízení ve výrobní lince, jestliže není třeba komunikace v reálném čase. Toto omezení nyní odstraňuje standardy TSN a mechanismus OPC Pub/Sub. OPC UA over TSN přitom tvoří rámeček

komunikace, na němž spočívají komunikační profily jednotlivých skupin zařízení.

Svou přednášku zakončil Heiner Lang poselstvím jejich generálního ředitele Volkmar Dennera: „Věříme otevřeným platformám, otevřeným standardům, koncepci *open source* a strategickým aliancím.“

Na jeho přednášku navázal Hans Wimmer konstatováním, že k pyramidovému uspořádání komunikačních systémů, kde dole jsou sběrnice pro komunikaci se snímači a pohony, nad nimi systémy pro komunikaci mezi řídicími systémy a moduly a zcela nahoře Ethernet a OPC UA, přibudou harmonizované standardy IIoT jako boční vrstva spojující všechny komunikační a řídicí úrovně (nabízí se zde srovnání s koncepcí NOA – MAMUR Open Architecture [2], ačkoliv ta je určena pro procesní výrobu, kdežto tématem této přednášky byla výrobní linka v automobilovém průmyslu, tedy typicky diskretní výroba). Dva základní stavební kameny nové architektury jsou OPC UA a TSN. Jde v obou případech o plně otevřené standardy použitelné ve všech průmyslových oborech a s širokou komunitou podporovatelů. Poznání významu OPC UA a TSN přivedlo firmu B&R k tomu, aby se, spolu s firmou Bosch Rexroth a dalšími významnými firmami z oboru, aktivně podílela na harmonizaci standardů a dalším technickém rozvoji specifikace OPC UA over TSN.

Deterministický Ethernet v automobilech

O využití deterministického Ethernetu v automobilech hovořil Harald Zweck z firmy Infineon Technologies. Moderní automobily využívají takové množství snímačů a systémů, že pro jejich řízení již dávno nestačí dobře známá sběrnice CAN. Komunikační síť ve vozidle musí být deterministická a současně musí mít velkou šířku pásma pro přenos velkých objemů dat. Objem přenášených dat lze zvětšit tím, že se pro každý systém nainstaluje speciální kabeláž. To je ale řešení, které by vozidlo prodražilo, způsobilo mu četné konstrukční problémy a zvětšilo jeho celkovou hmotnost. Lepším řešením je zvolit vhodný způsob řízení komunikace, který zabrání kolizím zpráv v síti.

Jean-François Chouteau, viceprezident střediska pro ADAS firmy Renesas Electronics Corporation, ve své přednášce hovořil o cestě od podpůrných systémů ADAS – *Advanced Driver-Assistance Systems*, k autonomním vo-

Tab. 1. Od asistenčních systémů k autonomnímu řízení (zdroj: přednáška Jean-Françoise Chouteau)

| | Úroveň 1 – podpora řidiče | Úroveň 2 – částečná automatizace | Úroveň 3 – podmíněná automatizace | Úroveň 3 – vysoký stupeň automatizace | Úroveň 4 – plná automatizace |
|--------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Jízda vpřed | ACC LKA | AEB TJA | AEB + řízení směru vozidla | automatická jízda po dálnici | automatická jízda ve městě |
| Couvání a boční strany vozidla | LCA CTA | | | | |
| Parkování | Surround View (couvací a boční kamery) | automatické parkování | zaparkování na dálku | automatický „valet parking“ | plně autonomní vozidlo |
| | ADAS | | autonomní vozidlo | | |

Vysvětlivky:

| | |
|-----------------------------|--|
| ACC | <i>Adaptive Cruise Control</i> , adaptivní tempomat |
| LKA | <i>Lane Keep Assist</i> , asistent jízdy v jízdním pruhu |
| LCA | <i>Lane Change Assist</i> , asistent změny jízdního pruhu |
| CTA | <i>Cross Traffic Alert</i> , varování před projíždějícími vozidly při couvání z parkovacího místa |
| Surround View | obraz z couvacích a bočních kamer dává řidiči přehled o překážkách kolem vozidla |
| AEB | <i>Autonomous Emergency Braking</i> , samočinné nouzové brzdění |
| TJA | <i>Traffic Jam Assist</i> , asistent při jízdě v koloně |
| automatické parkování | systém automaticky navádí řidiče při parkování |
| zaparkování na dálku | řidič vystoupí z vozidla, které pod jeho dohledem zaparkuje (směr a rychlost jízdy ovládá dálkovým ovladačem nebo aplikací v chytrém telefonu) |
| automatický „valet parking“ | po dojezdu na místo (např. k vjezdu do parkovacího domu) řidič vystoupí, vozidlo samo vyhledá volné parkovací místo a odjede zaparkovat |

zidlům. Nejlépe to vystihuje tabulka sestavená na základě jeho prezentace (tab. 1).

Je zřejmé, že roste nejen počet senzorů, ale také požadavky na zpracování jejich signálů. Moderní vozidlo má až dvanáct ultrazvukových senzorů, šest až osm radarů, dvanáct kamer a čtyři snímače LIDAR. Signály ze všech snímačů jsou kombinovány s informacemi o poloze z GPS a informacemi z ostatních vozidel, popř. prvků infrastruktury, a na jejich základě systém přijímá rozhodnutí, která potom využívá, podle daného stupně autonomie, k řízení vozidla.

Společnost Renesas uvedla na své vývojářské konferenci v dubnu 2017 v Japonsku koncepci Renesas Autonomy, zacílenou na další posilování pozice v oblasti automobilového průmyslu. Její mikroprocesorové jednotky se vyznačují vynikajícím poměrem výpočetního výkonu a spotřeby elektřiny. V sortimentu jsou jednotky pro základní, středně náročné i vysoce náročné úlohy: RH850 a R-Car, včetně zcela nových jednotek R-Car Gen3. Vždy zaručují požadovanou funkční bezpečnost i zabezpečení proti kybernetickým útokům. Svě úkoly plní nejen v silničním provozu, ale Renesas dodává i sady a platformy vhodné pro zkoušky a testování automobilů.

Cloud computing patří minulosti

Flavio Bonomi, zakladatel a výkonný ředitel firmy Nebiolo Technologies a představitel sdružení Open Fog, ve své přednášce uvedl, že cloud computing již patří minulosti, protože internet věci potřebuje dostat zpracování informací blíže k „věcem“, tedy z cloudu do fogu, ze vzdálených „oblaků“ do „mlhy“, která věci obklopuje. Dále však upřesnil, pro jaké případy a za jakých podmínek je tvrže-

ní o konci cloud computingu platné. Jde zejména o oblast průmyslového internetu věcí, IIoT, protože zde fog představuje nutný spojovací prvek mezi koncovými body, tj. „věcmi“, a cloudem. Fog je nutný proto, že v cloudu je obtížné nebo nemožné realizovat některé bezpečnostní funkce a pracovat v reálném čase. K tomu je třeba zpracování dat přiblížit k provozu. Fog computing se může stát tím, co skutečně umožní konvergenci provozní přístrojové techniky (OT) a informačních systémů (IT). Nódy fogu jsou vlastně průmyslové počítače schopné práce v reálném čase, vysoce spolehlivé a dostupné, se škálovatelným výpočetním výkonem a s možností realizovat bezpečnostní funkce. Umožní virtualizaci a konsolidaci tradičních průmyslových počítačů, řídicích jednotek a komunikačních prvků průmyslových sítí. Výraznou výhodou je to, že zatímco u cloudu lze počítat s odezvou v řádu desetin milisekund až jednotek minut, u fogu je cyklus díky lokálnímu zpracování dat zkrácen na stovky mikrosekund až milisekundy. Protože nódy fogu např. výrobní linky umožňují deterministické propojení jednotlivých prvků, je nasnadě, že fog computing a deterministický Ethernet spolu úzce souvisejí. Přínosem využití fog computingu v průmyslových výrobních linkách je přechod od omezených, limitovaných a manuálně konfigurovaných průmyslových sítí k modulárním a flexibilním sítím strojů a nódu fogu, které se nastavují zcela automaticky a umožňují vytvářet i značně složité, ale přitom plně transparentní struktury.

Open Fog Consortium je sdružení více než padesáti firem. Zakládajícími členy jsou ARM, Cisco, Dell, Intel, Microsoft a Univerzita v Princetonu. Cílem sdružení je podpořit výzkum a vývoj v oblasti architektury

fog computingu, vytvářet testovací pracoviště a scénáře využití fog computingu v IoT.

Závěr

Rok 2017 je v oblasti deterministického Ethernetu plný očekávání: významní výrobci automatizační techniky uvádějí na trh produkty umožňující komunikaci v sítích TSN, na trhu se již objevily první čipy pro switche s funkcemi TSN (na konferenci jeden z nich představila firma Intel), a dokonce se již uplatňují v komerčně vyráběných vozidlech, očekává se, že se objeví první automobily s úrovní 3 autonomního řízení, a IIC s podporou mnoha předních průmyslových firem uvedlo do provozu testovací pracoviště (*testbed*) pro síť TSN.

A jednou z významných akcí v oboru deterministického Ethernetu bylo i toto prestižní a bohatě navštívené (více než 200 účastníků z celého světa) fórum. Bližší informace o něm zájemci najdou na www.de-forum.com.

Další významnou akcí bude konference TSN – Technology and Applications, kterou pořádá časopis Computer und Automation ve spolupráci s asociací AVNU ve dnech 20. a 21. září 2017 ve Stuttgartu (www.tsn-conference.de).

Literatura:

- [1] HUMMEN, René, Oliver KLEINEBERG a Petr BARTOŠÍK. Zabezpečení sítí TSN v moderní automatizaci. *Automa*. Děčín: Automa – ČAT, 2017(5), 32–33. ISSN 1210-9592.
- [2] BARTOŠÍK, Petr. Otevřená architektura NAMUR jako brána k využití přínosů průmyslu 4.0 v procesní výrobě. *Automa*. Děčín: Automa – ČAT, 2017(4), 14–15. ISSN 1210-9592.

Petr Bartošík