

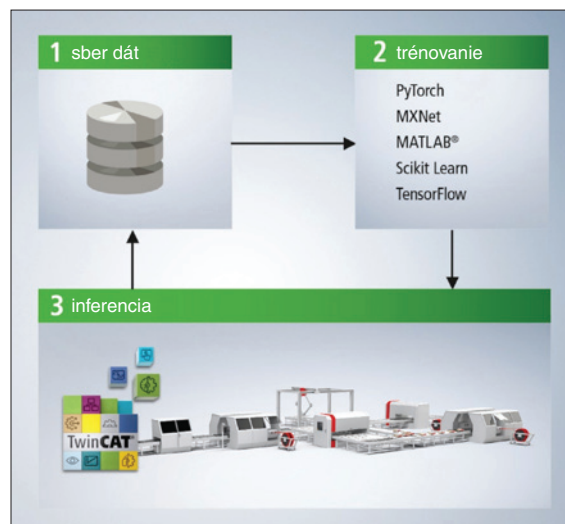
# TwinCAT Machine Learning otvára dvere pre sebaoptimalizáciu automatizačných systémov

Softvérové riešenie TwinCAT (*The Windows Control and Automation Technology*) pre riadenie v oblasti automatizácie založené na báze PC od spoločnosti Beckhoff bolo vždy charakteristické svojou otvorenosťou a modularitou, ktorá bola opakovane dopĺňovaná integráciou obvykle samostatne pracujúcich aplikácií, ako sú spracovanie obrazu alebo monitorovanie stavu zariadení a s ním spojená prediktívna údržba. Použitie prvkov umelej inteligencie (AI – *Artificial Intelligence*) v automatizácii prináša potenciál pre jej ďalšiu optimalizáciu. Strojové učenie (ML – *Machine Learning*), ktoré je integrované do riadiaceho systému s TwinCAT Machine Learning, je považované za najslubnejšiu technológiu v tejto oblasti.

Veľa aplikačných oblastí už profituje z použitia strojového učenia v automatizácii, ako napr. kolaboratívne roboty, inšpekcia kvality s detekciou anomálií alebo optimalizácia strojov s prediktívnym riadením. S produktami TwinCAT Machine Learning Interface Engine (TF3800) a TwinCAT Neural Networks Inference Engine (TF3810) spoločnosť Beckhoff ponúka výrobcov strojov a integrátorom v automatizácii všetky možnosti pre integráciu strojového učenia, napr. spracovanie natrénovaného ML modelu v reálnom čase.

Toto bolo implementované napr. v inteligentnej inšpekcii kvality balenia v reálnom čase pre čínskeho výrobcu instantných rezancov. Nový systém pre inšpekciu kvality, ktorý spoľahlivo deteguje chybné produkty v krátkom čase, môže byť vzhľadom na otvorenosť platformy Beckhoff implementovaný bez modifikovania existujúceho hlavného riadiaceho systému. Ďalším príkladom je stanovenie kvality produkcie výrobných linky na skrutkové kotvy v reálnom čase, v ktorej globálne pôsobiaca firma špecializujúca sa na spojovací materiál stanovila kvalitu puzdra kovovej objímky prislúchajúcej ku kotve skrutky z existujúcich výrobných dát. Komplexná inline kontrola kvality tak môže byť implementovaná bez dodatočných senzorov alebo testovacích staníc. Navyše údaje o kvalite dostupné pre každý proces spojenia môžu byť použité pre ďalšie vyhodnotenie. Schopnosť v reálnom čase implementovať riešenie s ML tak

isto poskytuje optimálnu základňu pre implementáciu mechanizmov pre vyhodnenie chybných častí tak skoro, ako to je možné v procese výroby, a to aj pri veľkosériovej produkcii.



Obr. 1. Pracovný tok začína zberom dát, pokračuje učením a končí integráciou natrénovaného modelu ML do behového prostredia TwinCAT 3

## Pracovný tok začína pri zbere dát

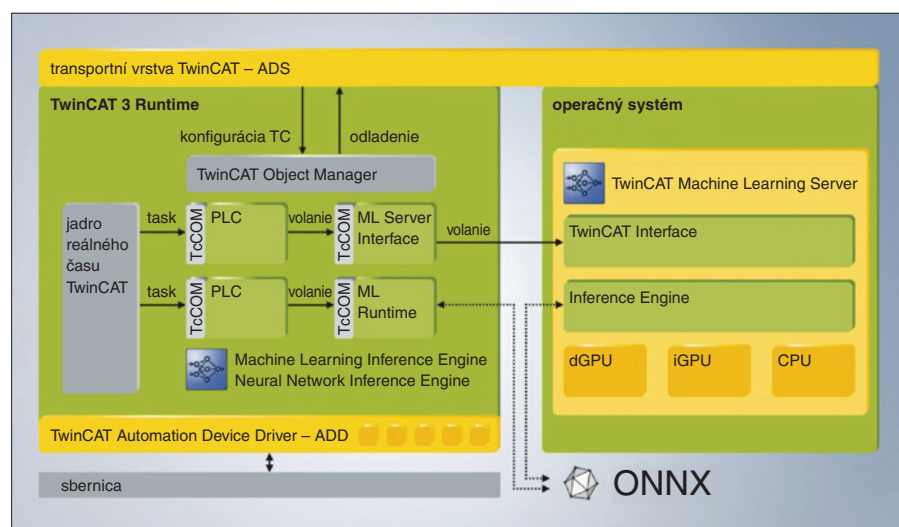
Cyklus pracovného toku pri strojovom učení začína so získaním dát z automatizovaného procesu. Ktoré dáta majú byť nahrávané a vyhodnocované, záleží na príslušnej aplikácii. Spravidla je vhodné začať s konkrétnou a ohraničenou aplikáciou a potom

definovať požadované dáta. Tu je rozhodujúca znalosť oblasti, napr. expertíza prevedená spoločne s výrobcou strojov. Beckhoff dodáva nevyhnutný softvér pre získavanie vysokokvalitných dát, napr. kompletné, štruktúrované, strojovo čitateľné a kontextualizované dáta, s produktami ako Database Server, Analytics Logger či TwinCAT Scope.

Ak sú dáta pre učenie dostupné, musia byť načítané a spracované pomocou externého nástroja pre strojové učenie. Z pohľadu užívateľa je k dispozícii množstvo vhodných nástrojov pre strojové učenie. Viaceré z nich sú založené na jazyku Python a sú *open source*, ostatné sú komerčne dostupné, ako MATLAB alebo SAS. Rada štandardných funkcií a sady nástrojov alebo knižníc slúžia ako rozhranie pre prístup k uloženým výrobným dátam. Práca s prostredím pre strojové učenie zahŕňa prípravu a selekciu dát, modelovanie vhodného algoritmu ML a jeho vyhodnocovanie. Výsledok tohto vývojového kroku je naučený model ML, ktorý predstavuje vzťah medzi vstupom a cieľovými údajmi (obr. 1). Rozhranie pre umiestnenie naučeného ML modelu v TwinCAT 3 je práve tak otvorené ako rozhranie pre dáta. Tu je ako priemyselný štandard podporovaný formát súboru *Open Neural Network Exchange* (ONNX).

## Možnosť práce v reálnom čase

Pri implementácii sa modul pre spracovanie modelu ML v cieľovom prostredí Twin-



Obr. 2. Spracovanie modelu ML v reálnom čase ako štandardného modulu v prostredí TwinCAT 3 nevyžaduje žiaden samostatný hardvér a funkcia je implementovaná výlučne pomocou softvéru na rovnakej platforme ako existujúca riadiaca aplikácia

CAT nakonfiguruje tak, aby presne tie výpočtové operácie, ktoré sú opísané v súbore ONNX daného modelu ML, boli efektívne vykonávané na CPU priemyselného PC. V súlade s tým je tento modul schopný bežať v reálnom čase, ktorý sa bez problémov integruje do systému TwinCAT a podporuje všetky zavedené spôsoby programovania v TwinCAT: volanie modulu z PLC a z C++, tak ako aj priame volanie pomocou cyklickej úlohy (*cyclic task*).

Základné vlastnosti produktov TF3800 a TF3810 sú priamy a synchronný prístup do všetkých riadiacich dát, ako aj všetkých uzlov na komunikačnej zbernici. Užívatelia navyše profitujú zo škálovateľného výkonu naprieč spektrom výkonov CPU a funkciou pre neblokujúcu paralelizáciu pre volanie modulu z rôznych kontextov úloh (*obr. 2*).

### Server Engine pre zvyšujúce sa požiadavky na ML

Spoločnosť Beckhoff hodlá koncom roka 2022 uviesť na trh TwinCAT Machine Learning Server (TF3820) ako ďalšiu možnosť pre Inference Engine. S týmto doplnkom TwinCAT začína splňať čoraz prísnejšie požiadavky pre ML v priemyselných aplikáciách:

- modely ML sú čoraz zložitejšie,
- rýchlosť vykonávania by sa mala zvýšiť,
- očakáva sa, že modely ML budú flexibilnejšie.

TwinCAT Machine Learning Server je vo forme štandardnej knižnice TwinCAT PLC a Inference Engine spracovávaný v tzv. takmer reálnom čase (*near real time*): napr. na rozdiel od dvoch predchádzajúcich produktov nie je spracovaný v tvrdom reálnom čase (*hard real*

*time*), ale v oddelenom procese. V tomto smere všetky modely AI v princípe môžu byť spracované pomocou Server Engine a s plnou podporou ONNX. Okrem toho sú pre tento produkt TwinCAT k dispozícii hardvérové možnosti optimalizované pre AI, ktoré umožňujú škálovať výkon. Mimo efektívneho využitia CPU je tiež možný prístup k iGPU procesorov Intel a dGPU napr. od NVIDIA. Tým sa riešia všetky uvedené požiadavky týkajúce sa výkonu a zložitosti, ako aj flexibility modelov ML. Vďaka tejto bohatej sade funkcií je TwinCAT Machine Learning Server ideálne vhodný na použitie ako rozhranie medzi automatizáciou a sektorom dátovej vedy.

Viac informácií pre záujemcov je na [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com).

(BECKHOFF Automation s. r. o.)

## Konferencie o biomorfním průmyslu

V rámci Mezinárodního strojírenského veletrhu v Brně se uskutečnila velmi zajímavá konference s názvem Biomorfní průmysl – změna paradigmatu průmyslové výroby s využitím umělé inteligence a dalších digitálních technologií. Konference se zaměřila na zformulování vize české ekonomiky za využití umělé inteligence jako klíčového přístupu k digitalizaci na firemní i národní bázi.

Pro mnoho odborníků je „biomorfní průmysl“ nový pojem. Krátce lze říci, že jde o komplexní pohled na průmyslový podnik s využitím všech v současné době diskutovaných metod umělé inteligence, jako je např. strojové učení, využívaných ve všech podnikových procesech.

Konference byla rozdělena do čtyř bloků, které byly zakončeny panelovou diskusí.

Hlavním tématem prvního bloku konference byla budoucnost průmyslu a vize české ekonomiky s důrazem na digitální transformaci průmyslového prostředí.

Úvodem tohoto bloku byly okomentovány trendy, které v posledních čtyřech letech v českém průmyslu a jeho digitální transformaci převládají. Současně byl také věnován prostor současné situaci v oblasti energetiky a postupné implementaci pokročilých digitálních systémů v energetickém managementu firem.

V jednotlivých příspěvcích zazněla stanoviska a zkušenosti jednak zástupce státní správy – Ministerstva průmyslu a obchodu (Petr Očko, náměstek MPO), jednak reprezentantů české součásti velké nadnárodní korporace (František Podzimek, Siemens) a středně velké české firmy expandující do zahraničí (Jaroslav Řasa, Abra Software). Nechyběl příklad využití algoritmů umělé inteli-

gence pro kritické plánování v jednom z největších podniků v České republice (Lukáš Kousal, Škoda Auto).

Následující panelová diskuse se týkala:

- snah a odvahy implementovat pokročilé digitální technologie ve firmách různé velikosti s různou vlastnickou strukturou,
- ochoty spolupracovat i s firmami méně digitálně zralými a tím je přimět k posílení jejich digitální transformace,
- lidských zdrojů a práce se stávajícími i nově přichozími zaměstnanci.

Téma druhého bloku bylo chytrá data a umělá inteligence jako cesta k biomorfnímu průmyslu. V rámci panelu odborníci diskutovali o třech faktorech pokročilé digitalizace: chytrých datech, asistenční umělé inteligenci a nezbytné standardizaci umožňující vzájemnou interoperabilitu výrobních prvků. Cílem panelu bylo nastínění možností českého průmyslu a využití příslušných digitalizačních technologií s ohledem na možnou obchodní expanzi.

Třetí blok konference se věnoval otázkám digitální infrastruktury, která je základem digitálních továren, otázkám rizik souvisejících s pořízením a provozem této infrastruktury a možností jejího financování.

Nejdůležitějším prvkem budoucí digitální infrastruktury jsou sítě 5G, v budoucnu i 6G,

kteř by díky svým vlastnostem měly plně pokrýt požadavky podniků – a to jak z hlediska funkcí a dostupnosti, tak z hlediska bezpečnosti. Příspěvky jednotlivých členů bloku a následná panelová diskuse se detailně věnovaly těmto tématům:

- vlastnosti, přínosy a dostupnost sítí 5G pro průmysl a logistiku, cíle vývoje sítí 6G,
- současnost a budoucnost veřejných sítí 5G a příklady konkrétního využití pro průmysl a logistiku,
- specifiky a regulační rámec kybernetické bezpečnosti digitální infrastruktury v průmyslu a logistice,
- státní pomoc a podpora,
- financování budování digitální infrastruktury.

Závěrečný blok si vzal za cíl diskutovat o možnosti expanze české ekonomiky. Zajímavé bylo srovnání podpory aktivit spojených s rozvojem středisek výzkumu a vývoje umělé inteligence a celkové digitalizace průmyslu u nás a v Kanadě. Panelová diskuse upozornila na nedostatky ve vzdělávání technických odborníků, což bylo považováno za jeden ze zásadních limitujících faktorů rozvoje českého průmyslu do budoucna.

Cíle konference bylo ze strany přednášejících bezezbytku dosaženo. Prezentace a diskuse zcela naplnily danou tematiku. Do příštích ročníků si lze jen přát, aby organizátoři věnovali více pozornosti propagaci konference a případně zúžili množství zajímavých témat tak, aby každé dostalo tolik časového prostoru, kolik si zaslouhuje.

Radim Adam