**Výzvy a aplikace technologie digitálních dvojčat: komplexní přehled**

**Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review**

Botín-Sanabria DM, Mihaita A-S, Peimbert-García RE, Ramírez-Moreno MA, Ramírez-Mendoza RA, Lozoya-Santos JdJ. 2022. Digital Twin Technology Challenges and Applications: A Comprehensive Review. Remote Sensing. 14(6),1335.

**Klíčová slova:** digitální dvojče, přehled literatury, podpůrné technologie, chytrá města, chytrá mobilita

**Dostupné z:** https://www.mdpi.com/2072-4292/14/6/1335

Digitální dvojčata (DT) jsou nově vznikajícím technologickým přístupem, který se v poslední době těší výrazné pozornosti a to především kvůli nárůstu případových studií zaměřených na řízení životního cyklu a prediktivní analýzu pro různá odvětví a oblasti včetně průmyslu a přírodních věd. Celosvětový trh s DT měl v roce 2019 hodnotu 3,8 miliardy USD a očekává se, že do roku 2025 dosáhne 35,8 miliardy USD. Tato technologie nabízí možnost hlubokého vhledu do detailu vnitřních procesů jakéhokoli systému, interakce mezi různými částmi systému ve vztahu simulaci budoucího chování jejich skutečné fyzické předlohy. Výzkum a implementace DT se staly populárnějšími v určitých oblastech, jako jsou například: inteligentní města, městské prostory, logistika nákladní dopravy, medicína, strojírenství a automobilový průmysl, zemědělství a další. Autoři uvádějí, že DT musí mít předlohu v reálné světě. Bez svého fyzického protějšku by se totiž jednalo o pouhý digitální model nebo digitální funkční popis. Existuje obecný rámec architektury DT, který se skládá ze tří hlavních prvků: fyzického světa, virtuálního světa a propojení mezi nimi. Mezi základní komponenty pak patří senzory ve fyzickém světě (pro sběr informací z reálného prostředí), fyzické dvojče, možnosti zpracování hran, zabezpečení dat, samotné digitální dvojče, možnosti zpracování dat (umožněné strojovým učením, umělou inteligencí, využitím velkých dat atd. a komunikační rozhraní, jako je internet, bluetooth, satelit atd. Důležitou součástí této architektury DT je také vizualizace dat pro uživatele . Reálná předloha je tvořena fyzickým objektem nebo procesem, senzory, akčními členy a možnostmi zpracování dat. Virtuální (digitální) svět se skládá ze samotného digitálního dvojčete, prvků strojového učení a kapacit pro zpracování dat a databází. Realita a virtualita jsou propojeny komunikačním prostředím, kde jsou k dispozici protokoly a specifická rozhraní, například WiFi, bluetooth a kabelové připojení. Uživateli tato architektura následně umožňuje neustálé sledování procesů v systému a jejich vizualizaci. Hlavní přidaná hodnota DT v zemědělství bude spojena s podporou rozhodování na základě minulých a budoucích předpovídaných stavů fyzického dvojčete. DT pro mléčné farmy by mohl využívat simulaci k předpovědi výskytu mastitidy v důsledku intenzivního dojení a to ve vztahu ke konkrétní dojnici. S využitím tohoto DT by chovatel mohl pracovat s více scénáři dojení a vybrat ten, který je pro dojnici nejméně zatěžující. Analýza dat a simulace by probíhaly v místní nebo garantované cloudové infrastruktuře, aby bylo zajištěna bezpečnost dat. Pokročilejší simulace by mohly zkoumat faktory, které již vedly k výskytu mastitidy. V rostlinné produkci by DT mohlo být např. využito pro simulaci přínosnosti a chování nového zařízení či postupu v návaznosti na lokální podmínky a specifika (např. před nákupem sklízecí mlátičky testovat na konkrétním poli spotřebu paliva a poškození rostlin v závislosti na počasí, terénu atp.). V představám budoucího využití se uvažuje o koncepci skládání několika DT jednotlivých farem, z nichž každá má několik učebních komponent. Takový DT bude schopno zohlednit specifika a dynamiku mezi půdními bloky ve vztahu k vodním poměrům, nerovnoměrnosti zásobení živinami, resp. jejich náchylnosti a pravděpodobnosti k vyplavení. Zásadním prvkem je schopnost učení se DT z historických dat a událostí.

**Zpracoval:** Ing. Jan Lukáš, Ph.D., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.. lukas@vurv.cz