

Virtuální výcvik pyrotechniků i holografické velení: FEL ČVUT vyvíjí technologie, které mění přípravu i řízení operací

29.4.2026 - | Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze

Jak bezpečně trénovat práci s nevybuchlou municí? A jak získat v reálném čase přehled o složité situaci v terénu? Odpovědi na tyto otázky hledají výzkumníci z Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze. Týmy vedené prof. Jiřím Žárou a dr. Davidem Sedláčkem z katedry počítačové grafiky a interakce vyvíjejí dva projekty, které využívají virtuální a rozšířenou realitu pro výcvik i rozhodování v kritických situacích - od práce pyrotechniků až po řízení robotických systémů v terénu.

Virtuální realita jako bezpečný trénink pro vysoce rizikové situace

Výcvik specialistů na zneškodňování nevybuchlé munice (EOD) je dlouhodobý a náročný proces, který se dnes opírá o kombinaci teorie a omezeného praktického tréninku. Reálné scénáře jsou však logisticky i bezpečnostně náročné - a často je nelze opakovat v dostatečné variabilitě.

Právě zde vstupuje do hry virtuální realita. Výzkumníci z FEL ČVUT ve spolupráci s ženisty Armády ČR vytvářejí prostředí, ve kterém mohou specialisté trénovat celé rozhodovací procesy - od prvního kontaktu s podezřelým objektem až po návrh bezpečného postupu jeho zneškodnění.

Na rozdíl od běžných simulací se projekt nesoustředí na „mechaniku zásahu“, ale na správné vyhodnocení situace. Klíčové je rozpoznání typu munice, zhodnocení rizik a volba správného postupu.

„Nejde o to naučit se jeden konkrétní zásah, ale pochopit celý proces - jak munici identifikovat, jak k ní bezpečně přistoupit a jak se rozhodnout v dané situaci,“ vysvětluje prof. Jiří Žára, vedoucí katedry počítačové grafiky a interakce, který projekt EOD řídí.

Virtuální scénáře přitom nejsou statické. Výzkumníci pracují s procedurálním generováním prostředí, díky kterému se situace mění a nejsou předvídatelné. „Chceme, aby výcvik nestál na pouhém zapamatování scénáře, ale aby uživatel musel skutečně přemýšlet a reagovat na nové podmínky, podobně jako v reálném nasazení,“ doplňuje dr. David Sedláček, která řídí Laboratoř virtuální a rozšířené reality.

Součástí systému jsou také simulace reálných nástrojů - například detektorů kovů nebo spektrometrů - které umožňují „nalezení“ a identifikaci výbušniny. Významnou roli hraje i analýza chování uživatele: systém sleduje pohyb ve scéně a vyhodnocuje, zda byly dodrženy bezpečnostní postupy.

Důležitou součástí projektu je také trénink práce s roboty pro zneškodňování munice. „Speciální EOD roboty jsou drahé a v praxi jich bývá jen omezené množství. Virtuální prostředí nám umožňuje trénovat jejich ovládání ve větším rozsahu,“ říká prof. Žára.

„Moderní technologie dnes zásadně proměňují nejen samotné bojiště, ale i způsob přípravy vojáků. Virtuální realita nám umožňuje efektivně simulovat situace, jejichž nácvik by byl v reálném prostředí časově i finančně velmi náročný. V oblasti EOD vidím její velký přínos zejména v tréninku rozhodovacích procesů - tedy v tom, jak správně identifikovat munici, zvolit bezpečný postup a

minimalizovat rizika. Zároveň otevírá prostor pro širší využití, například ve spojení s 3D modelováním, které může výrazně usnadnit výcvik i pochopení fungování jednotlivých typů munice,“ říká podplukovník Ing. Martin Turek, náčelník Centra technické a informační podpory 15. ženijního praporu Armády České republiky.

Holografický velín: přehled o situaci ve třech rozměrech

Druhý projekt, označovaný jako HOLO-Swarm, se zaměřuje na řízení operací a rozhodování v reálném čase. Vzniká ve spolupráci se Skupinou multirobotických systémů (MRS) vedenou prof. Martinem Saskou, která na katedře kybernetiky FEL ČVUT dlouhodobě vyvíjí autonomní drony a robotické systémy.

Dnešní systémy pro sledování situace v terénu jsou často založeny na dvourozměrných mapách, které mají při práci s větším množstvím dat své limity. Řešením může být rozšířená realita. Výzkumníci z FEL ČVUT proto vyvíjejí systém, který umožňuje zobrazit celé „bojiště“ jako interaktivní 3D model přímo v prostoru před uživatelem.

„Klasické mapy jsou ploché a práce s nimi je omezená. My chceme dát uživateli prostorový pohled na situaci a možnost s ní interaktivně pracovat,“ popisuje dr. David Sedláček.

Uživatel využívá průhledové AR brýle a vidí před sebou trojrozměrný model terénu, do kterého se promítají aktuální data. Systém zobrazuje pohyb jednotek – například rojů dronů – jejich plánované trasy i aktuální stav. „Uživatel si může vybrat, jaká data chce sledovat – od základní telemetrie až po detailní 3D rekonstrukci okolí. Cílem je, aby měl co nejlepší přehled o tom, co se v terénu děje,“ říká Sedláček.

Systém zároveň umožňuje do řízení aktivně zasahovat. Velitel může zadávat nové cíle, upravovat trajektorie nebo přeplánovat misi a sledovat, jak se změny projeví. Velkou výhodou je také sdílení dat mezi více uživateli. „Stejný virtuální prostor může sdílet více lidí – ať už jsou na jednom místě, nebo na různých stanovištích. Všichni vidí stejnou situaci a mohou ji společně řešit,“ doplňuje Sedláček.

Na realizaci projektu HOLO-Swarm se podílí také společnost QuaternAR, která působí v segmentu obranných technologií. Její software se využívá v armádním prostředí, včetně Armády České republiky, ale i ve Spojených státech nebo Izraeli.

„Semiautonomní robotické prostředky budou v budoucnu tvořit páteř obrany, zejména v situaci, kdy potenciální protivník disponuje výrazně většími lidskými zdroji. Rozšířená realita umožňuje lepší pochopení situace na bojišti a hlubší vnoření operátora do řízení těchto prostředků,“ říká Jan Hovora, ředitel společnosti QuaternAR.

Od obrany ke kritické infrastruktuře

Ačkoliv oba projekty vznikají v rámci obranného výzkumu (program PRODEF), jejich využití je výrazně širší.

„Tyto technologie nejsou jen pro armádu. Vidíme jejich využití i v integrovaném záchranném systému nebo při ochraně kritické infrastruktury, kde je potřeba rychle vyhodnocovat situaci a rozhodovat,“ říká prof. Jiří Žára.

Oba projekty jsou zatím ve fázi prototypů. Výzkumníci nyní testují první verze systémů a ověřují jejich použitelnost v praxi. „Jsme na začátku a teprve ověřujeme, jak dobře budou tyto přístupy fungovat v reálném nasazení. Klíčové bude testování s uživateli a další vývoj,“ uzavírá dr. David Sedláček.

<https://fel.cvut.cz/cs/aktualne/novinky/84108-virtualni-vycvik-pyrotechniku-i-holograficke-veleni-fel-cvut-vyviji-technologie-ktete-meni-pripravu-i-rizeni-operaci>