

ÚLOHA INFORMÁCIÍ O ÚZEMÍ PRI VÝVOJI A VYUŽÍVANÍ SYSTÉMOV MODELOVANIA A SIMULÁCIE KONFLIKTNÝCH SITUÁCIÍ

Ing. Mikuláš RYBÁR CSc.

Ministerstvo obrany SR, Stredisko strategických štúdií

Prírodné prostredie - územie, vodstvo, klimatické, meteorologické, astronomické i ďalšie podmienky priestorov, v ktorých sa odohrávali konfliktné situácie, ozbrojené stretnutia, vojny, bitky, boje, migrácie obyvateľstva, anexe území, a pod. mali v histórii vždy veľký význam.

Slávni vojvodcovia, velitelia boli nielen dobrými stratégmi (taktikmi), ale aj majstrami vo vyhľadávaní (výbere) a využívaní najvhodnejších priestorov, meteorologických a ďalších podmienok pre uskutočnenie rozhodujúcich stretnutí s protivníkom. Veľmi často, vďaka tejto ich schopnosti, dokázali optimálne využiť vlastnosti územia a víťaziť aj nad súperom, ktorý mal v silách a prostriedkoch prevahu.

Príkladov z dávnej i relatívne blízkej minulosti je mnoho. Priestor bol a je i naďalej dôležitým faktorom ozbrojeného zápasu.

Z histórie môžeme sledovať, že význam a potreba informácií o priestore bojovej činnosti sa zvyšovali s rozvojom armád, vojenskej techniky a vojenstva vôbec. Menili sa formy a metódy získavania, spracovania, dokumentovania a využívania informácií. Podľa objektívnych potrieb sa menil rozsah, sortiment, nároky na presnosť, detail a aktuálnosť údajov o území. Od osobnej rekognoskácie terénu, kvalitatívnych verbálnych "cestopisných" charakteristík (schématických nákresov, snímok, vývoj došiel až k súčasným digitálnym formám informácií a geografickom prostredí.

So vznikom a rozvojom pravidelných armád sa informácie o území začali využívať nielen bezprostredne pri príprave a vedení bojovej činnosti, ale aj v microvom období pri výcviku vojsk, v príprave veliteľov a štábov, v rôznych formách vojenských cvičení, manévrov, vojnových hier, nácvikov - ako špecifických modelov predpokladanej bojovej činnosti.

Na tieto účely boli využívané nielen bežné topografické mapy, plány, neskoršie fotosnímky, no aj špeciálne pripravené fyzické modely terénu - cvičiská, strelnice, makety terénu, plastické stoly, a pod.

S ďalším rozvojom prostriedkov modelovania bojovej činnosti, najmä matematických modelov a počítačových simulácií i v súvislosti s budovaním automatizovaných systémov velenia, sa zásadne menia aj požiadavky na formu informácií o území. Nastala doba jej digitalizácie. Vedľa pôvodných analógových a alfabetických informácií, sa ukázala ako nevyhnutelná a čím ďalej významnejšia - forma digitálna. Táto nová forma, podobne ako analógová, musí plniť tiež dve základné funkcie - geometrickú a kvalitatívne - popisnú.

V rôznych typoch modelov a simulácií bojovej činnosti sa pritom uplatňujú rôzne formy informácií o území s rôznym proporcionálnym zastúpením jednotlivých prvkov. Ich geometrický aspekt musí byť však vyjadrený v každom prípade.

V súčasnej dobe existujú a využívajú sa tri základné kategórie prostriedkov modelovania a simulácie (MaS) bojovej činnosti: "živá", "virtuálna" a "konštruktívna", resp. "kombinovaná" (z uvedených troch základných). Je vhodné ich na tomto mieste stručne charakterizovať tak, aby sa lepšie objasnili špecifické požiadavky na informácie o území pre každú kategóriu simulácie osobitne.

1. "Živé" simulácie (Live Simulations) boli až do nedávnej doby jedinou významnou kategóriou simulácie bojovej činnosti. Patria k nej všetky druhy "klasických" vojenských cvičení, manévrov a vojnových hier jednostranných, dvojstranných, s úplne alebo čiastočne vyvedenými vojskami, výskumné cvičenia a vojskové skúšky, rôzne návčky, a pod.. Ich charakteristickým znakom je, že sa konajú v reálnom teréne, s organickými bojovými prostriedkami, v zavedených organizačných štruktúrach, podľa platných zásad prípravy a vedenia bojovej činnosti, s najpravdepodobnejším protivníkom a podľa predpokladaných scenárov bojovej koafeiktnej situácie. Sú vykonávané bez počítačovej podpory.

Takéto "klasické" simulácie bojovej činnosti sa však v poslednej dobe podstatne menia, zdokonaľujú, modernizujú a skvalitňujú v troch hlavných smeroch:

- osoby, zbrane a zbraňové systémy sa na cvičenia vybavujú prostriedkami súpravami na laserovú simuláciu priamej strelby, účinkov ručných granátov a mín (mínových polí), matematickú simuláciu účinkov zbraní na nepriamu strelbu, zariadeniami na automatické meranie súradníc polohy bojových prostriedkov a presného času s okamžitým prenosom nameraných údajov do vyhodnocovacích stredísk na ďalšie spracovanie a vyhodnotenie;
 - zavádzajú sa automatizované systémy velenia využívané v živých simuláciách na počítačovú podporu informačných a rozhodovacích procesov cvičiacich veliteľov a štábov.
- V počítačoch a počítačových sieťach automatizovaných systémov velenia, sa algoritmicky

- riešia modely bojovej činnosti konštruktívneho typu (analyticko - popisné, optimalizačné a štatistické);
- do automatizovaných systémov velenia a riadenia začínajú prenikať "inteligentné" (expertné) systémy na počítačovú podporu riešenia úloh velenia a riadenia, ktorých algoritmy nie sú založené na rigorózných matematických modeloch. Medzi ne patria aj "expertné systémy" na hodnotenie bojových (operačných) vlastností priestoru bojovej (operačnej) činnosti. Inteligentné systémy predstavujú novú kvalitu v informácii rozhodovacích procesov vo velení vôbec.

2. "Virtuálna"simulácia je dnes najmodernejšia kategória simulácie bojovej činnosti. Realizuje sa v simulátoroch s virtuálnou realitou, alebo v sieťach takýchto simulátorov. Ich konštrukcia predstavuje v princípe špeciálny počítačový informačný systém, umožňujúci interaktívnu komunikáciu človeka operátora, s počítačom v reálnom čase.

Základnými reprezentantmi prostriedkov "virtuálnej simulácie" v armáde sú "trenažéry - simulátory s virtuálnou realitou". Ich konštrukcia reprezentuje s väčšou, či menšou mierou vonkajšej podobnosti jednotlivé bojové prostriedky (či ich podstatné časti) - lietadlá, vrtuľníky, tanky, BVP, OT, automobily, PT a PL prostriedky, ženíjné stroje a pod. Sú budované na báze výkonných počítačov, audiovizuálnej, pohybovej a ďalšej techniky, matematických modelov reálnych objektov a procesov, pomocou ktorých sa za interaktívneho pôsobenia obsluhy simulátora (operátora) generuje v reálnom čase umelé "fotorealistické" - virtuálne prostredie: priestor bojovej činnosti (terén, klimatické, meteorologické, astronomické a ďalšie vplyvy), procesy bojovej činnosti (paľba, pohyb, zabezpečenie, velenie a riadenie) - teda vzájomná interakcia sil a prostriedkov "bojujúcich" strán. Umele, pomocou technických zariadení - displejov, premietacích zariadení, reproduktorov, pohyblivých plošín, dátových vest. a pod., sú generované vizuálne, zvukové, hmatové a ďalšie efekty, ktoré pôsobia na zmyslové, vestibulárne, či vegetatívne orgány človeka (operátora) podobne ako reálne prostredie bojovej činnosti, skutočný boj.

Jednotlivé simulátory sa prepojujú do siete typu LAN a WAN a umožňujú distribuovanú virtuálnu simuláciu bojovej činnosti (DIS - VR) taktických jednotiek až do úrovne brigáda pozemného vojska.

3. Konštruktívna simulácia je najrozšírenejšia, často označovaná ako univerzálna metóda, so širokými aplikačnými možnosťami.

Základom konštruktívnej simulácie sú logicko-matematické modely vyjadrené spravidla rovnicami, či sústavami matematických rovníc, nerovníc (algebraických, diferenciálnych, integrálnych, atď.) a algoritmami, či sústavami uzavretých, alebo otvorených algoritmov, pričom parametre (konštantné, premenné) a vzájomné väzby týchto sústav majú deterministickú, alebo stochastickú interpretáciu (význam) hmotno-energetických, či myšlienkovno-informačných objektov a procesov ozbrojeného stretnutia (konfliktnej situácie).

Takýmito sústavami rovníc a algoritmov sa teda popisujú (modelujú) všetky základné komponenty ozbrojeného stretnutia (konfliktnej situácie):

- priestor bojovej činnosti (terén, klimatické a meteorologické vplyvy, vplyv ročnej a dennej doby, a pod.);
- sily a prostriedky oboch bojujúcich strán zoskupených do príslušných bojových zostáv;
- procesy bojovej činnosti hmotno-energetické (paľba, pohyb, zásobovanie, a pod.);
- informačno-rozhodovacie procesy (prieskum, zhromažďovanie informácií, hlásenia, príprava a vydávanie rozhodnutí, rozkazov, nariadení, povelov a pod.).

V súčasnej dobe sa logicko-matematické modely spracovávajú takmer výhradne vo forme aplikačných programov (s príslušnými bázami dát) na ich riešenie počítačovou technikou. Ručné spôsoby výpočtu sa používajú výnimočne, spravidla len v rámci výuky ako ilustračné didaktické príklady alebo v iných špeciálnych prípadoch.

Riešenie takýchto modelov na počítačoch PC sa uskutočňuje buď formou centrálného spracovania (na jednom počítači), alebo distribuovane - v počítačovej sieti typu LAN alebo WAN.

Do tejto kategórie MaS patria:

- modely teórie streľby a teórie duclov;
- matematické popisné modely čiastkových prvkov a procesov bojovej činnosti;
- optimalizačné modely operačného výskumu;
- modely Lanchesterovej teórie;
- štatistické, resp. štatisticko-analytické modely.

Pre každú uvedenú kategóriu MaS sú informácie o území (priestore) nevyhnutné.

Požiadavky na ich formu a obsah sú však špecifické, rozdielne.

1. Pre živé simulácie "klasického" typu - bez počítačovej podpory, plne postačujú existujúce "klasické" formy informácií o území: topografické mapy, plány, snímky, vojensko-geografické popisy a katalógy súradníc geodetickej siete (s priebežne aktualizovaným obsahom), makety terénu a pod..

U živých simulácií s počítačovou podporou sa požiadavky na formu a obsah informácií rozširujú v závislosti na stupni kvality a rozsahu počítačovej podpory, najmä na programovej vybavenosti nasadenej počítačovej techniky. Okrem "klasických" topografických informácií sa požadujú v obmedzenom rozsahu digitálne údaje, usporiadané do príslušných báze dát.

Pri počítačovej podpore na úrovni matematických popisných modelov kalkulácií (operačne taktických a tylových úloh) a optimalizačných úloh operačného výskumu spravidla postačujú číselné údaje o bodových a čiarových objektoch, (uzloch, hranách), topografickej situácie, výškopisné údaje o reliéfe terénu.

Číselnými údajmi týchto objektov sa vyjadrujú spravidla ich geometrické, výkonnostné, zdrojové, obranné či ochranné charakteristiky, ktoré sa využívajú spolu s taktickými informáciami ako vstupné údaje pre aplikačné programy riešenia príslušných výpočtových úloh na počítači.

2. Na "virtuálnu" simuláciu, resp. pre simulátory s virtuálnou realitou sú potrebné také digitálne údaje o teréne, ktoré umožňujú fotorealisticke generovanie obrazu povrchu terénu a atmosferických javov, t. j. tak, ako ich vidí pozorovateľ zo svojho stanovišťa (pozorovateľne, vozidla, lietadla a pod.) - vo dvoj či trojdimenzionálnom čiernobielym, alebo farebnom vyjadrení na zobrazovacích vizuálnych počítačových systémoch.

Na tento účel sa informácie o území vyjadrujú ako informácie o tzv. polygónoch - najmenších plôškach terénu, ktoré majú rovný povrch a rovnakú povrchovú charakteristiku.

Počet vrcholov polygón môže byť v princípe rôzny. Najčastejšie sa však používajú štvoruholníkové alebo trojuholníkové polygóny. Každý polygón je popísaný polohovými súradnicami (x, y) a nadmorskou výškou (z) všetkých svojich vrcholov (geometrické informácie) vo zvolenom súradnicovom systéme a kvalitatívnymi charakteristikami jeho povrchu: farbou, farebným odtieňom, jasom, povrchovou štruktúrou (informácie o kvalite).

Pri znalosti súradníc stanovišťa a (podľa vzťahov pre centrálnu premietanie) smeru osi pozorovania pozorovateľa, je možné vypočítať geometrický tvar a vyjadriť optický vnem každého polygónu terénu tak, ako sa javí pozorovateľovi z jeho stanovišťa, teda ako sa mu javí pozorovaný úsek terénu v celku. K získaniu stereoskopického videniu sa obraz počíta pre každé oko osobitne. Údaje o štruktúre povrchu polygónu sa využívajú k výpočtom imitácie rôznych funkcií simulovaného objektu v priebehu jeho "bojovej činnosti" - pohybu, maskovania, z odolňovania a pod.

Formátová úprava informácií o polygónoch (digitálna mapa musí zodpovedať požiadavkám príslušného systému generovania obrazov (CGI - Computer Generated Image).

V súčasnej dobe sa presadzujú medzinárodné štandardy vyjadrovania informácií o území (i systémov CGI).

3. Pre účely "konštruktívnej" simulácie sa využívajú rôzne formy digitálnych údajov o území. O niektorých sme už hovorili v súvislosti ich využitia k výpočtom jednoduchých popisných, či optimalizačných modelov aplikovaných v živých simuláciách (informácie o bodových a čiarových prvkoch topografickej simulácie).

Najvýznamnejšou a najpoužívanejšou metódou konštruktívnej simulácie je však tzv. "štatistické modelovanie" bojovej činnosti. Štatistické modely vypracované pre rôzne stupne velenia, druhy vojsk a logistiku, operujú veľmi širokou škálou digitálnych informácií o území. Tieto informácie sú tak isto štandardne upravené do príslušných báze dát o území, ktoré sú základnou súčasťou digitálnej mapy (strojovej, číselnej mapy a pod.).

Takúto digitálnu mapu tvoria tri základné zložky:

- báza dát - blok formalizovaných informácií o relatívne stálych vlastnostiach územia s vypovedacou schopnosťou na úrovni značkových kľúčov
- súbor programov pre ukladanie, spracovanie a výdaj informácií z báze dát (riadenie bázy);
- súbor štandardných programov pre riešenie typických kalkulačných topogeodetických úloh používaných pri simulácii bojovej činnosti.

Geometrickú osnovu digitálnej mapy tvorí pravidelná geometrická sieť štvorcového, alebo šesťuholníkového tvaru, ktorou sa rozdeľuje plocha územia na pravidelné elementárne plošky vhodného rozmeru (10×10 , až 100×100 m i viac). Rozmery elementárnych plošiek závisia na parametroch modelu, resp. na rozsahu či úrovni modelovaného stretnutia (taktická, operačná, strategická, globálna). Konštrukcia siete vychádza z pravouhlého alebo zemepisného systému súradníc zavedeného na používaných topografických mapách a podľa neho sa jednotlivé plošky digitálnej mapy označujú (čísľujú). Vlastnosti jednotlivých plošiek sa vyjadrujú číslícou formou v príslušnom kóde. Úplný popis plošky tvorí usporiadaná postupnosť čísiel - vektorom terénu.

Jednotlivé zložky vektorov môžu napr. vyjadrovať; nadmorskú výšku, priechodnosť, ochranné a maskovacie vlastnosti terénu, dôležité situačné objekty a pod. Takéto údaje slúžia ako vstupy pre jednotlivé programy (podprogramy) simulačného systému.

V poslednej dobe sa v rámci konštruktívnej simulácie aplikovanej vo výcviku i v systémoch velenia a riadenia začínajú využívať rôzne systémy umelej inteligencie, najmä tzv. expertné systémy. Takéto systémy sú vyvíjané aj pre hodnotenie "topografickej situácie" v rámci metodiky práce veliteľa a štábu pri plánovaní a vedení bojovej činnosti.

Pre expertné systémy však už nestačia informácie len zo súčasne používaných báz dát. Musia byť doplnené o tzv. bázu znalostí (sústavy programov a expertných pravidiel, ktoré sú schopné na základe informácií z bázy dát o území kvalitatívne na vysokej odbornej úrovni hodnotiť jednotlivé vlastnosti terénu z hľadiska aktuálnej taktickej operačnej situácie a navrhovať efektívne spôsoby využitia týchto vlastností).

Problematika vývoja expertných systémov tohto zamerania je u nás zatiaľ len v počiatkových výskumných riešeniach.