Ványa László

PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐ ESZKÖZÖK ELEKTRONIKAI HADVISELÉSI ALKALMAZÁSA SZAKÉRTŐI RENDSZER TÁMOGATÁSÁVAL

A Magyar Honvédség előtt álló feladatok és a haditechnikai eszközpark állapota egyre sürgetőbben ösztönzi a szakembereket, a különböző fegyvernemek fejlesztésével foglalkozó kutatókat, hogy a leghatékonyabb, ugyanakkor leggazdaságosabb megoldásokat keressék a modern kor kihívásaira. A XX. század kétségtelenül legdinamikusabban fejlődő vívmánya, a számítástechnika hallatlan távlatokat nyitott az élet valamennyi területén. A polgári és a katonai feladatok megoldásának nélkülözhetetlen elemévé váltak a számítógépek, amelyek evolúciós folyamatuk során nemcsak műszakilag fejlődtek, a műveletvégzési sebességük, tárolási kapacitásuk nőtt, hanem több elvi generációváltást is átéltek.

Az egyszerű aritmetikai feladatok megoldásától óriási utat járt be az informatika, amíg a mesterséges intelligenciához, a tudásalapú szakértői rendszerekhez eljutott. Ez már gyökeresen más gondolkodásmódot, programozási technikát, és számítástechnikai architektúrát követel. Jelen előadás azt kívánja bemutatni, hogy mik a szakértői rendszerek legfontosabb jellemzői, csoportjai, melyek azok a feladatok, ahol hatékonyan alkalmazhatnánk őket, hiszen mára megvan annak a lehetősége, hogy intenzív alkalmazásba vonjuk az elért eredményeket. A katonai szakfeladatok támogatásának lehetőségei közül egy speciális szakterület, az elektronikai hadviselés példáján, és azon belül is, a pilóta nélküli repülő eszközök harci alkalmazásán szeretnénk bemutatni egy szakértői rendszer létrehozásának fázisait, működését és jellemzőit, valamint azt, hogy milyen előnyöket adhat a parancsnoki döntéshozatalban a gépi, szakértői támogatás lehetőségeinek kihasználása.

A szakértői rendszerek és a mesterséges intelligencia kérdésköre jelentős szakirodalmi forrásanyaggal rendelkezik, így jelen előadás a korlátozott terjedelme miatt csak a legfontosabb gondolatok megragadására, a lehetőségek felvillantására szorítkozhat. A célja a haditechnikai kutatás-fejlesztésben érdekelt szakemberek figyelmének felkeltése, a fegyvernemi alkalmazások ösztönzése.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA — SZAKÉRTŐI RENDSZEREK

A mesterséges intelligencia kifejlesztésének kérdése régen foglalkoztatja az emberiséget, de csak a számítástechnika forradalmának legutóbbi évtizedeiben vált megvalósíthatóvá. A mesterséges intelligencia kutatások célja olyan számítógépes rendszer megalkotása, amely a problémák megoldása során az emberi gondolkodás mechanizmusához hasonló viselkedést mutat.

A mesterséges intelligencia szempontjából az alábbi emberi tulajdonságok megvalósítása kulcsfontosságú: [6]

- hatékony probléma-megoldási képesség bonyolult, alternatív lehetőségek esetén is;
- kommunikációs képesség:
  - természetes nyelvű kommunikáció;
  - magyarázatátadási, indoklási képesség;
  - érzékelési képesség, környezeti interakció képessége.
- bizonytalan szituációk kezelése;
- kivételek kezelésének képessége;
- tanulás képessége, az ismeretek bővülésével változó probléma-megoldási képesség.

Az 50-es években indultak meg az első MI kutatások. Általános problémamegoldó (GPS — General Problem Solver) módszereket kerestek, amelyek több területen univerzálisan alkalmazhatók. A véges számú megoldás bejárásával és az optimális esetek kiválasztásával dolgozó módszerek az esetek túlnyomó többségében kombinatorikus robbanáshoz[1] vezettek, ezért csak korlátozott körben váltak be.

A 60-as években az általános probléma-megoldó programok helyett speciális feladatokat megoldó módszereket kezdtek keresni. Hatékony formalizálási, reprezentációs módszereket, keresési, rendezési stratégiákat, következtetési módszereket dolgoztak ki. A 70-es évekbe ismerték fel, hogy a problémamegoldás képessége nem az eljárási képességektől, következtetési módszerektől függ, hanem attól, hogy mennyi és milyen magasan kvalifikált ismeretanyag halmozódik fel az adott területet illetően. Kialakultak a tudásreprezentációs módszerek„ majd a tudásalapú technológia. Ezek célja most már nem általános, hanem specifikus problémák hatékony megoldása lett. A 80-as években Japán elindítja az ötödik generációs számítógépes programot, amelyre válaszul Európában és az USA-ban is intenzív MI fejlesztési hullám kezdődik.

[1] Ilyen például a sakk, amely egyszerű alapszabályokkal leírható, kis számú elemből (32 figurából) áll, mégsem lehetséges az összes játék előállítása, illetve nyerő stratégia gépi kidolgozása.[9]

A MI fő kutatási területei [9] szerint:

— matematikai tételbizonyítás;
— játékok;
— robotika;
— látás;
— természetes nyelvek feldolgozása;
— tudástechnológia.

A tudásalapú rendszerek[2] olyan MI programok, amelyben a tárgyköri ismeretek az ismeretbázisban, a program egyéb részeitől elkülönítve vannak jelen, általában szimbolikus formában. A tudásalapú rendszerek közül azokat, amelyek egy adott szűk szakterület szakértői ismereteinek felhasználásával magas szintű teljesítményt nyújtanak, szakértői rendszereknek[3] nevezzük. Ezek az emberi szakértőkhöz hasonlóan javaslatokat tudnak adni, a felhasználó egyenrangú „beszélgető partnerei", a feltett kérdésekre válaszol és válaszait meg is képes indokolni. A körülmények megfelelő szintű meghatározottsága mellett elfogadható javaslatokat is tesznek.

A tudásalapú rendszereket a tudomány rendkívül szerteágazó területein kezdték alkalmazni és továbbfejleszteni. Ilyen klasszikus alkalmazási példák [6]:

— *DENRAL:* ismeretlen szerves vegyületek molekula-szerkezetét határozza meg mérési adatok alapján;
— *INTERNIST/CADUCEUS:* több mint 500 belgyógyászati betegség diagnosztizálását támogató rendszer;
— *MYCIN/NEOMYCIN:* a vér bakteriális eredetű fertőzései és az agyhártyagyulladás diagnosztizálásában és terápiájában segíti az orvosokat;
— *PROSPECTOR:* ásvány-lelőhelyek felkutatásában támogatja a geológusokat;
— *HEARSAY:* angol beszédmegértő rendszer;
— *R1/XCON:* VAX számítógépek konfigurálását támogatja, a vevő igényeinek megfelelő komponenseket határozza meg;
— *GenAID:* nagyteljesítményű elektromos generátorok valós idejű távolról történő monitorozását és távdiagnosztizálását támogatja;
— *AUTHORIZER'S ASSISTANT:* hitelkártyával fizetők hitelképességének megállapításában segít, megfelelő adatbázisokkal való együttműködésben;
— *AIRPLAN, TATR, KNOBS:* repüléstervező, tüzérségi céltervező és általános katonai folyamattervező rendszer.

Az eddig kifejlesztett több ezer hasonló rendeltetésű rendszer közös tulajdonsága, hogy egy adott szakterület tudásbázisára épülnek, szimbolikus (nem numerikus) információkat tárolnak és heurisztikus (nem algoritmikus) módszerekkel dolgozzák fel őket.[3]

[2] KBS — Knowledge-Based Systems
[3] ES — Expert Systems

A programvezérlésű, Neumann-elvű számítógépek tehát nem felelnek meg erre a célra, mivel azok előre megírt algoritmusokkal dolgozzák fel a bemenő adatokat és szigorú rend szerint képezik a kimenő adatokat. A szakértői rendszer nem adatokat, hanem tudást kezel, algoritmus helyett heurisztikát, vagy szabályokat alkalmaz, nem ismétlődő eljárásokon halad végig, hanem következtetett eljárásokon. A szakértői RENDSZER = TUDÁS + KÖVETKEZTETÉS, míg a hagyományos számítógépes PROGRAM = ALGORITMUS + ADAT.

A speciális feladat speciális fejlesztői környezetet, programokat igényelt. Az ötvenes években Rosenblatt PERCEPTRON nevű rendszere az emberi szem retinájának modellezését tűzte ki célul alakfelismerési feladatok elvégzésére neuronháló segítségével. A neurális hálózatok (Neural Networks) az emberi agy idegsejtjeinek egyszerűsített működését modellezik párhuzamosan felépített architektúrák segítségével. Az elemi processzorok egyszerű átviteli függvényekkel jellemezhetők, és változtatható súlytényezőkkel ellátott összekötésekkel kapcsolódnak egymáshoz, vagyis kommunikálnak. A tudást felügyelet melletti, vagy felügyelet nélküli öntanulással szerzik meg. Napjaink számítástechnikai kapacitásai teszik csak lehetővé a megfelelő számú és rétegű neurális hálózatok kialakítását, amelyekkel például a képfeldolgozásban, távérzékelési anyagok tömeges kiértékelésében és más műszaki probléma megoldásában is jelentős előrelépés történt.[5] A hatvanas években fejlesztették ki a LISP nyelvet, amely numerikus és nem-numerikus adatok feldolgozására szolgáló szimbolikus nyelv. A működése során a program akár saját magát is módosíthatja. A hetvenes években készült el a PROLOG (PROgraming in LOGic) logikai programozási nyelv, melyben a programok és adatstruktúrák azonos szerkezetűek, ez a program is képes saját magát módosítani. Ezek a MI alapnyelvei.

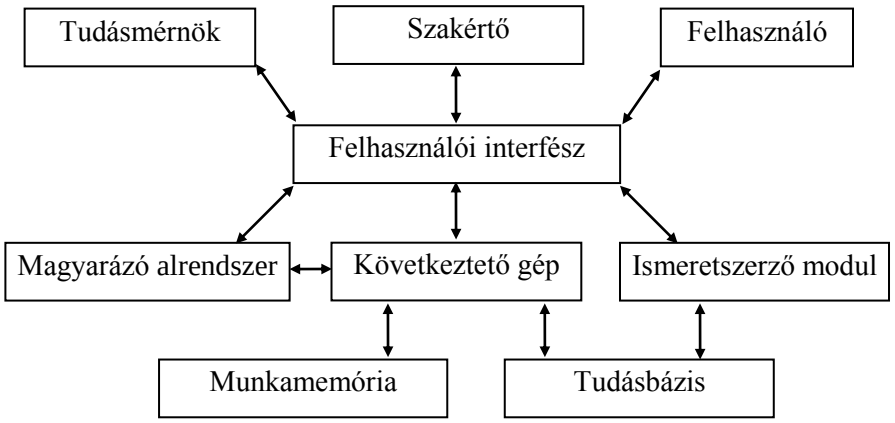
A szakértői rendszerek zajos, nem stabil adatokkal, bizonytalan információkkal is képesek dolgozni a fuzzy-logika[4], illetve más numerikus és heurisztikus módszerek segítségével. A fuzzy-logikai állításokhoz nem a bináris logikában megszokott 0, vagy 1 értékeket rendeljük, hanem egy folytonos, esetleg diszkrét értékű függvényekkel megadható igazságfokot. Egy fuzzy-modellre épülő feldolgozás során meg kell adni a szabályokat, a bemeneti értékeket „fuzzyfikálni" kell — vagyis a fuzzy halmazokra le kell fordítani őket, majd a műveletsor végén az eredményeket „defuzzyfikálni" kell, azaz ki kell számolni a kimeneten megjelenő eredményt.

A szakirodalom igen sok úgynevezett szakértői rendszervázat (shell) ismer. Ezek lényege, hogy a SZAKÉRTŐI RENDSZER = VÁZ + SZAKÉRTŐI TUDÁS, vagyis a fejlesztők olyan vázak megépítésén dolgoznak, amelyekben univerzális következtetési eljárások vannak, így függetlenek az alkalmazás során feltöltendő szakértői tudás milyenségétől. Ezen igen rövid áttekintés után vizsgáljuk meg a szakértői rendszer általános elvi felépítését.

[4] A fuzzy jelentése: élettelen, homályos, bizonytalanul körülhatárolt.

A SZAKÉRTŐI RENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

Az 1. ábrán egy általános felépítésű szakértői rendszer főbb részei és kapcsolatai láthatók.



1. ábra. A szakértői rendszer vázlatos felépítése

A *tudásmérnök* (Knowledge engineer) olyan számítástechnikai szakember, aki a tudásalapú rendszer tervezését és fejlesztését végzi, rendelkezik a MI módszereinek elvi és gyakorlati ismereteivel, képes az adott szakterületen tudásszerző tevékenységre is. Szoros kommunikációt folytat a tárgykör szakértőjével.

A *szakértő* (Expert) elismert szaktekintélye az adott területnek, sokéves tapasztalata alapján kiemelkedő problémamegoldó képességgel rendelkezik, nagymennyiségű, rendszerezett tudás birtokában van. A legfontosabb, hogy tudását, ismereteit, gyakorlati tapasztalatait képes és hajlandó átadni.

A *felhasználó* olyan személy, aki a szakterületi problémát a szakértői rendszerrel folytatott párbeszéd útján kívánja megoldani.

A *felhasználói interfész* lehetővé teszi az input adatok bevitelét és a konzultáció, párbeszéd során itt jelennek meg a megoldások, illetve a kért magyarázatok. A megjelenési felület lehet szöveges, menüválasztásos, vagy ikonvezérelt. A fentebb felsorolt személyek az interfész más-más felületén dolgoznak, anélkül, hogy a benne dolgozó többi modullal foglalkozniuk kellene.

Az *ismeretszerző modul* a szakterület tudásanyagának, ismereteinek, szabályrendszerének betáplálására szolgál. Formalizált ismeretek bevitelével lehetővé teszi a tudásbázis aktualizálását.

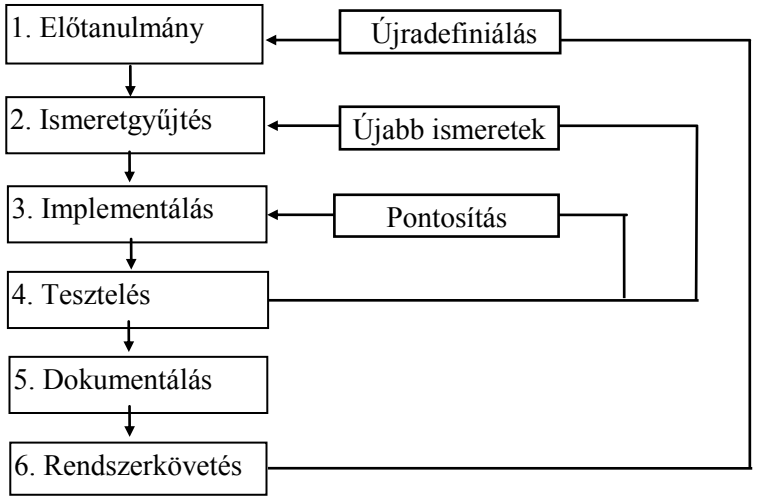
A *tudásbázis* egyrészt eseteket leíró tényeket tárol, másrészt heurisztikákat, azaz szabályokat, módszereket, amelyeket a megoldás során használni lehet. A tudásábrá-

zolás formája lehet *szemantikus háló* (az objektumok és tulajdonságaik, kapcsolataik hálóval kerülnek reprezentációra), *frame* (olyan adatstruktúra, amely az objektum valamennyi adatát és a hozzá tartozó eljárásokat is tartalmazza), *szabály* („ha..., akkor ...” formájú kijelentéseket ír le), vagy *logikai kifejezés*.

A *munkamemória* a felhasználóval folytatott konzultáció során nyert új adatok, tények elhelyezésére szolgáló rövidtávú memória, amely a párbeszéd végén törlődik. A munkamemória speciális formája a *blackboard* (tábla), amely más szakértői rendszerrel, vagy több egyszerre dolgozó modullal való eredmény-, és információcsere közösen használható területe.

A *következtető gép* (Inference engine) a feladatok megoldása során a megfelelő következtetési módszerekkel dolgozza fel a tudásbázisban tárolt tárgyköri tudást. Nagyban támogatja a magyarázó alrendszer működését.

A *magyarázó alrendszer* (Explanation facility) a felhasználó kérésére megindokolja, hogy egy adott kérdést miért tett fel, megindokolja, hogy egy megoldáshoz hogyan jutott el, miért nem egy másik megoldást javasolt. Lehetőség van a következtetési folyamatban visszafelé követni az alkalmazott szabályokat, eredményeket. A szakértői rendszer fejlesztésében a tudásmérnöknek kitüntetet szerepe van. A probléma feltárása, a megoldási módszerek, heurisztikák feltérképezése mellett a terület szakértőjének tudását, probléma megoldási folyamatát is mélyen ismernie kell. A tudást analizálnia kell, formalizálnia és dokumentálnia, majd a kiválasztott fejlesztőeszközre rátelepíteni. A fejlesztési folyamat mindvégig interaktív a megrendelő, a szakértő és a fejlesztő között. A fejlesztés történhet prototípustechnikával, vagy fejlesztési modellel. A 2. ábrán a fejlesztésmodell felépítése látható.



2. ábra. A szakértői rendszer fejlesztésének folyamata

A PILÓTANÉLKÜLI REPÜLŐGÉPEK ELEKTRONIKAI HADVISELÉSI ALKALMAZÁSÁT TÁMOGATÓ SZAKÉRTŐI RENDSZER

A haditechnikai alkalmazások széles köre sorolható be a szakértői rendszerek valamely problématípusába (procedurális problémák, diagnosztizáló problémák, monitorozó problémák, konfiguráló problémák, tevékenységtervező és ütemező problémák) [2]. A haditechnikai korszerűsítés és főleg a vezetés megújítása során készültek más fegyvernemi elgondolások is [4]. A rendelkezésre álló szűk terjedelem miatt csak nagy vonalakban vázolom fel a címben jelzett szakértői rendszer legfontosabb sarokpontjait.

Abból kell kiindulni, hogy ez a rendszer több más szakértői rendszerekkel (felderítő, elektronikai hadviselési, légvédelmi, meteorológiai stb.) együttműködésben oldja meg a feladatot. A feladat pedig az, hogy a rendelkezésre álló felderítési adatok és dinamikus helyzetinformációk alapján a rendszer tervezze meg a küldetésben résztvevő repülőeszközök és kiszolgálók mennyiségét, konfigurációját, tegyen javaslatot a fedélzeti elektronikai eszközök összeállítására, műszaki paramétereire, a repülési útvonalak lehetséges változataira.

A tervezési folyamat egy része algoritmikus módszerekkel elemezhető, szimulációs programokkal értékelhető az egyes tényezők befolyásoló hatása, modellezhetők az egyes tevékenységi változatok.

A szakértői tudásbázisban tárolódnak a repülők adatai, a fedélzeti rendszerek paraméterei, az elektronikai támogatás és ellentevékenység eljárásrendszere, célobjektumainak adatai, valamint a vezetéshez szükséges eljárások, szabályok, kritériumok. Az együttműködő szakértői rendszerek a térinformatika által biztosított technológia és eszközök segítségével támogatják a három dimenziós terepértékelést, a felderítő rendszerrel együttműködve a fenyegetettséget és a célobjektumok elektronikai elérhetőségi viszonyait.

A felderítő és a légvédelmi szakértői rendszer adatai alapján tervezhető, ütemezhető a küldetés, értékelhető a várható ellenséges tevékenység. Az elektronikai hadviselési szakértői rendszer a célelosztásban, a zavarhatékonyságot értékelő elemzésekben, az optimális zavarparaméterek beállításában, valamint a szárazföldi elektronikai hadviselési erőkkel való együttműködés kérdéseiben támogatja a tervezést.

Igen fontos kérdés a rendszer interaktivitása, vagyis, hogy milyen mértékben valósítható meg a külső információforrások —– szenzorok — adatainak bejuttatása és a döntések, javaslatok minél kisebb reakcióidőn belüli számításba vétele. A reakcióidő csökkentése elsősorban a számítási gyorsaságtól függ, mivel a megváltozott adatok esetleg a teljes feldolgozási eljárás újrafuttatását okozhatják.

A JÖVŐ

A mesterséges intelligencia egy másik kiemelt területe a robotika, az automatizált rendszerek fejlesztése, amelyek széleskörű alkalmazása prognosztizálható a XXI. századi korszerű hadseregekben. A távérzékelés, az automatizált kép-, és jelfeldolgozás, a bevetéstervezés, a távvezérlés, a mérésautomatizálás, a kommunikáció, és a számítástechnika jelentős eredményeket ért el külön-külön is, de csak a közeljövő fejlesztései fogják megmutatni, hogy együttesen milyen feladatok megoldására lesznek képesek. A szakirodalom szerint [2] paradigmaváltásra van szükség a MI kutatások területén, mivel a beharangozott ígéretek, és a kutatásba fektetett költségek nagyobb eredményeket igényelnek. Az új stratégia a több feladattal egyszerre foglalkozó, a közös munkát egymástól elfogadó és az eredményeket egymással megosztó rendszereket preferálja, több média információjának szintézisét, és ami talán a legfontosabb, az alkalmazó igényeinek leginkább megfelelő formában.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] FEKETE István, GREGORICS Tibor, NAGY Sára: Bevezetés a mesterséges intelligenciába. LSI oktatóközpont A Mikroelektronika Alkalmazásának Kultúrájáért Alapítvány, Budapest, 1999.

[2] FUTÓ Iván (szerk.) Mesterséges intelligencia. Aula Kiadó, Budapest, 1999.

[3] GÁBOR András szerk.: Szakértő rendszerek ’88. Számítástechnika-Alkalmazási Vállalat Budapest, 1988.

[4] GASPARICS Péter—RUTTAI László—MISIK Tibor: A légvédelmi rakétacsapatok harcvezetésének fejlesztési lehetőségei, a légvédelmi szakértői rendszer. Új Honvédségi Szemle 1997/1. 42-60.

[5] HORVÁTH Gábor szerk.: Neurális hálózatok és műszaki alkalmazásaik. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998.

[6] SÁNTÁNÉ TÓTH Edit: Tudásalapú technológia, szakértői rendszerek. Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Kar Kiadó Hivatala, második javított kiadás, 1997, 1998.

[7] SIMONS G. L.: Szakértői rendszerek és mikrók. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.

[8] VÁMOS Tibor.: A mesterséges intelligenciáról. „Mérés és Automatika”, 35. évf., 12. sz., 1987., 425-432. o.

[9] Yoshiaki SHIRAI—Jun-ichi TSUJII: Mesterséges intelligencia. Alapelvek, alkalmazások. Novotrade Rt. Budapest, 1987.