

TESTAREA EXPERIMENTALĂ A CAPACITĂȚII DE DECIZIE ÎN CONDIȚII DE INCERTITUDINE

Carmen Dumitrescu

(cdumit2002@yahoo.com)

Universitatea Maritimă din Constanța

Rezumat: Lucrarea prezintă rezultatele cercetării științifice experimentale, desfășurate în Universitatea Maritimă din Constanța, în direcția conceperii și experimentării unui procedeu pentru testarea asistată de calculator a capacității cursanților navaliști de a lua decizii tactice în condiții de incertitudine. Este descris un testor implementat software, destinat testării experimentale a comportamentului decizional, și rezultatele experimentale obținute.

Cuvinte cheie: testare asistată de calculator, decizii, incertitudine, marină civilă.

1. Scopul și etapizarea cercetării

Instruirea ofițerilor în ingineria electromecanică navală se desfășoară pe nave reale și în condiții reale de navigație. În prezent, testarea comportamentului ofițerilor navaliști în situații de urgență se desfășoară în laborator, în condițiile absenței acțiunii unor factori aleatori asupra deciziilor luate de ei în astfel de situații. În aceste condiții, nu sunt puse în evidență unele particularități native și aptitudini sau talente pentru elaborarea celor mai adecvate tactici de acțiune și comportament.

Scopul acestor cercetări științifice este studiul experimental al formării unor deprinderi și automatisme de comportament în condiții normale și în situații de urgență. Este clar că apariția diverselor perturbații influențează procesul de instruire (de asimilare a cunoștințelor și de formare a deprinderilor și automatismelor în privința însușirii unor manevre sau de operare a instalațiilor electromecanice ale navei). Pentru a putea evalua cantitativ aceste influențe și a crea posibilitatea departajării ofițerilor din punctul de vedere al capacității de adaptare la condiții de stres am organizat un experiment științific simulat, destinat testării pe calculator a comportamentului ofițerului în cazul luării deciziilor în condiții de incertitudine.

Conform teoriei lui Skinner [3], [4], stimulul este esențial în procesul de instruire, iar în cazul instruirii asistate de calculator el devine și mai important, deoarece în instruirea pur tutorială prezența și implicarea tutorelui poate constitui un stimul. În exemplele prezentate de Skinner pentru instruirea asistată de calculator se propune, ca procedeu de verificare, solicitarea unor răspunsuri construite de studentul însuși. Skinner a considerat drept stimul, construirea unui răspuns corect. De aceea, s-a considerat necesar ca, după însușirea unei doze de cunoștințe și după trecerea la altă doză, cursantul să poată obține acces la răspunsul corect la doza precedentă (spre a-l putea compara cu cel dat de el). Skinner s-a inspirat din experimentele sale cu porumbei. În viața reală, oamenii se autoinstruiesc și își formează reflexe condiționate tot pe bază de stimuli. De această dată, stimulii sunt confirmări obținute pe viu, ale atingerii scopului urmărit, în cadrul unor acțiuni. În cazurile reale, posibilitatea de a obține stimuli este aleatoare, iar când există posibilitatea obținerii lor, probabilitatea de apariție a lor este subunitară. Cercetările experimentale, efectuate în Universitatea Maritimă din Constanța, au avut ca scop validarea unui procedeu de *testare a capacității de orientare a ofițerilor navigatori în astfel de situații și care este gradul de adaptabilitate a sistemului lor de reflexe condiționate, care, în astfel de situații, le permite să stabilească anumite tactici de acțiune și comportament pentru ca, în condițiile de incertitudine date, să-și continue existența*. Experimentul este în desfășurare și în dezvoltare, iar primele rezultate obținute sunt conținute de prezenta lucrare.

Testorul conceput este un produs software, destinat dezvoltării și evaluării aptitudinilor pentru adoptarea deciziilor în condiții de incertitudine, respectiv, în condițiile unor modificări aleatoare de mediu. Testorul permite examinarea în două etape succesive:

- în prima etapă, studentul este supus unui test de execuție a uneia din două acțiuni A1 și A2 în condițiile probabilităților de stimulare diferite; în etapa doua, sunt promovați numai studenții care au depășit un anumit barem de evaluare la prima etapă al testului deciziilor binare;

- în etapa a doua, studentul execută operația dirijării unei nave submersibile de cercetare a mediului marin, care trebuie să evite un obstacol; condițiile de incertitudine, în acest caz, sunt reprezentate prin indicațiile sonarului, perturbate aleator.

2. Modelul propus pentru confruntarea dintre decident și mediu

În cazul etapei I, studentul supus testării se află în fața a două butoane identice ca aspect, **b1** și **b2**, prin care acesta trebuie să-și exprime decizia $u=(b1=1, b2=0)$ sau $u=(b1=0, b2=1)$ apăsând unul dintre ele pentru a determina o creștere a înălțimii bargrafului S de „succes” cu q , care, atunci când $q=1$, variabila S devine conținutul unui simplu contor al apăsărilor soldate cu succes:

$$S=S+1 \quad (1)$$

Totodată, apăsarea soldată cu succes determină o micșorare cu Q/T a înălțimii C a unui alt bargraf care reprezintă *costul situației de criză*:

$$C=C-Q/T \quad (2)$$

în care T reprezintă intervalul de timp care a trecut de la ultimul succes.

Ofițerul-decident trebuie să-l diminueze pe C cât mai mult posibil (prin decizii binare repetate, acționând **b1** sau **b2** intuitiv) în condițiile în care *efectul* deciziei luate este afectat de acțiunea perturbatoare *ostilă* a mediului. Acesta este, de fapt, modelul unui joc între doi combatanți: *ofițerul-decident și natura ostilă*. Decidentul transmițând $+1$ pe un buton urmărește ca, prin încercările sale, să micșoreze costul situației de criză *luptând împotriva* celui alt combatant, care este *natura ostilă*. Natura se opune încercând să transmită -1 *pe același* buton pe care decidentul transmite $+1$ apăsându-l. Natura urmărește menținerea constantă a costului prin anihilarea obținerii de succes în cazul unora din acțiunile decidentului. Totodată, decidentul încearcă să „evite” butonul prin care natura transmite în același moment $s = -1$, urmărind ca natura să *irosească în „gol” lovitura sa cu -1* . Dar dacă și decidentul (cu $+1$) și natura (cu -1) *atacă simultan același buton, rezultatul acțiunii decidentului este EȘEC (adică nul). Decidentul câștigă doar dacă natura atacă cu -1 un buton diferit de cel apăsător de către decident.*

Din motivele prezentate mai sus, cele două butoane **b1** și **b2**, care sunt la dispoziția decidentului pentru a ataca prin apăsarea unuia din ele provoacă la ieșire $+1$, adică succes, cu probabilități diferite, $p1$ și, respectiv, $p2$ și anume:

- apăsarea repetată de N ori a lui **b1** provoacă *succes* numai pentru o proporție de aproximativ $F1$ din apăsări;

$$F1=N \times p1 \quad (3)$$

în care $F1$ este frecvența succesului, iar $P1$ este probabilitatea de a obține un succes la apăsarea lui **b1** (știind că, pentru N de ordinul sutelor, probabilitatea este aproximată prin frecvența relativă $F1/N$);

- apăsarea repetată de N ori a lui **b2** provoacă *succes* numai pentru o proporție de aproximativ $F2$;

$$F2=N \times p2 \quad (4)$$

Diferența dintre cei doi combatanți constă în faptul că decidentul poate raționa și, gândind, poate evalua caracteristicile tacticii adoptate de natură în lupta dintre cei doi combatanți. Astfel, poate să-și adapteze propria strategie pentru ca procentajul succeselor să fie superior procentajului de eșecuri. Spre exemplu, dacă decidentul constată că, la un moment dat, apăsând **b1** obține mai des succes decât apăsând **b2**, el va apăsa în continuare numai **b1** deoarece pentru el devine clar că $p1 > p2$.

3. Testorul capacității de decizie

Schema bloc a testorului. Testorul este un simulator, implementat software, care se bazează pe un algoritm ce controlează probabilistic rezultatul obținut în urma apăsării uneia dintr-o pereche de taste **b1** și **b2**. Astfel, una din taste produce *succes*, cu probabilitatea $P1$ la apăsarea ei, iar cealaltă tastă produce *succes* la apăsarea ei cu probabilitatea $P2=1-P1$. Aceasta înseamnă că, dacă se apasă de 100 de ori aceeași primă tastă **b1**, se obține succes numai într-un număr de aproximativ $N1 = 100 \times P1 < 100$ din cazuri.

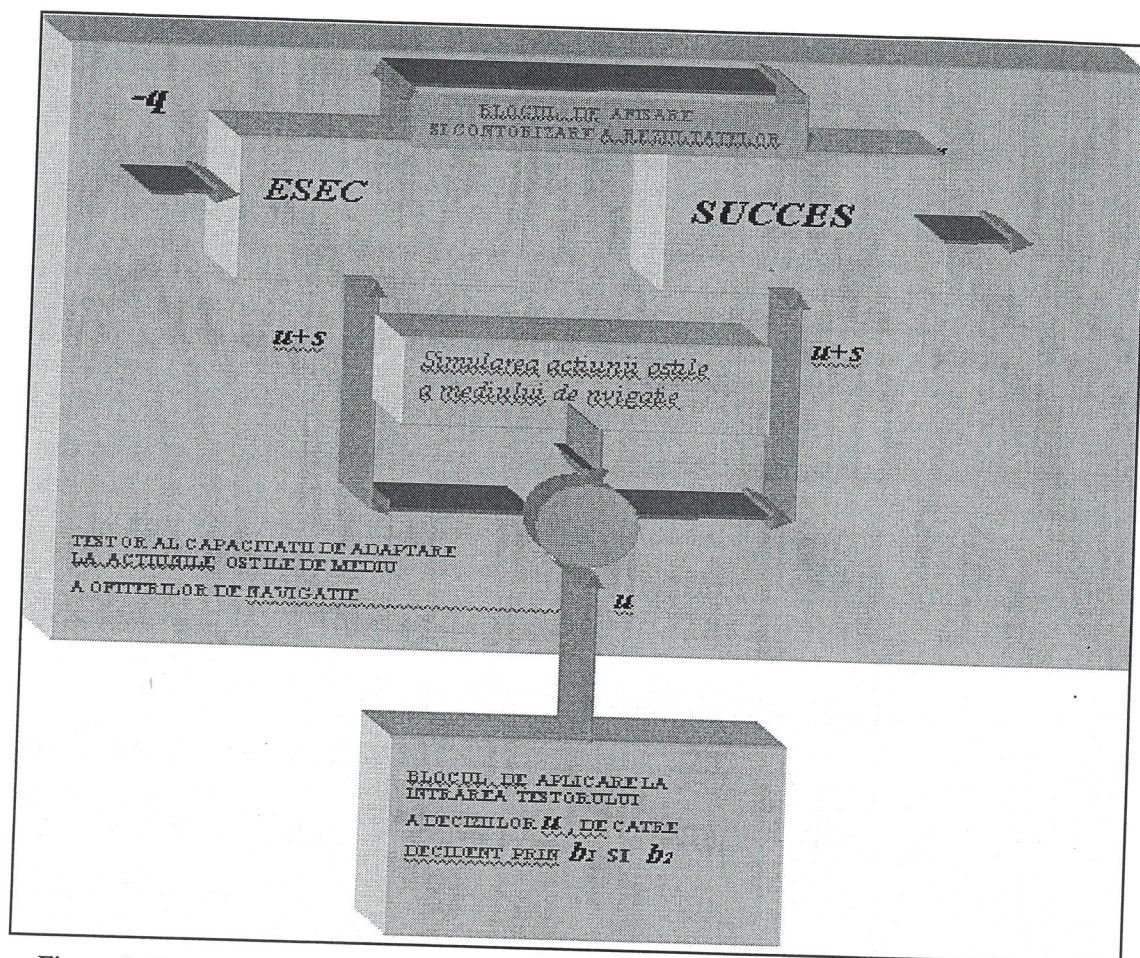


Figura 1. Structura sistemului de testare a capacității de decizie în condiții de incertitudine

Valorile probabilităților asociate tastelor sunt fixate, în prealabil, în zece trepte, între zero și unu: 0; 0.1; 0.2; ... 0.8; 1. Dacă, spre exemplu, se execută 1000 de apăsări consecutive numai a tastei *b1* se obține succes în aproximativ 500 de cazuri înseamnă că $p1=p2=0.5$ și este dificil de obținut un procent al succesului mai mare de 50%. Probabil că acum intervine intuiția și flerul. Dacă însă se constată pe parcurs că apăsarea lui *b1* dă succes mai des decât în cazul apăsării lui *b2* înseamnă că $P1 > P2$ și, deci, apăsând consecutiv numai tasta *b1* se asigură un procentaj de succes superior celui de eșecuri.

Schema bloc a testorului conceput este prezentată în figura 1. Testorul este compus din următoarele blocuri implementate software: **Blocul de aplicarea deciziei adoptate de către studentul-decident** la intrarea testorului, compus din cele două butoane identice, care pot fi acționate prin apăsare; **Blocul pentru simularea condițiilor de incertitudine** în care are loc adoptarea deciziilor de către ofițerul supus testului de evaluare a capacității de decizie în situații de criză; **Blocul pentru analiza rezultatului deciziei** adoptate și recalcularea costului situației de criză; **Blocul pentru afișarea stimulului prin trasarea evoluției bargrafului de cost, pe parcursul desfășurării experimentului.**

În continuare, sunt prezentate succint doar blocurile mai importante și filosofia care a stat la baza conceperii testorului.

Blocul pentru simularea condițiilor de incertitudine. Problema care trebuie rezolvată în privința simulării condițiilor de incertitudine, se referă la generarea unor șiruri aleatoare de cifre binare, în care cifra +1 apare cu probabilitatea $P1$, iar zerourile apar evident cu probabilitatea $P2 = 1 - P1$.

În majoritatea limbajelor de programare, sunt disponibile instrucțiuni prin care sunt generate șiruri de numere aleatoare, cuprinse în intervalul $[0,1]$, cu distribuție uniformă. Toate limbajele de programare posedă instrucțiuni dedicate implementării algoritmilor de generare a șirurilor de numere pseudoaleatoare. În Matlab există, pentru acest scop, funcția *rând(N)* în care N este lungimea șirului de numere reale x cu valori din banda $[0,1]$ uniform distribuite.

```

S=rand(10,50); S1=S;
for i=1:10
for j=1:50
if S1(i,j)>0.2
    S1(i,j)=1
else
    S1(i,j)=0
end
end
end
text(0,4,'PROBABILITATE P1=0.8')

```

a)

```

S=rand(10,50);
for i=1:10
for j=1:50
if S(i,j)>0.8
    S(i,j)=1
else
    S(i,j)=0
end
end
end
S2=S
text(-1,88,'PROBABILITATE P2=0.2')

```

b)

Figura 2. Secvențele de comenzi pentru generarea a două șiruri a 500 numere binare aleatoare:

a) cu $P(x=1)=0.8$ și b) cu $P(x=1)=0.2$

În figura 2, sunt prezentați algoritmi și secvențele de comenzi Matlab pentru generarea șirurilor de numere binare, destinate sistemului conceput pentru testarea capacității de decizie.

PROBABILITATE P2=0.2

S2=

```

0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

```

PROBABILITATE P1=0.8

S1=

```

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1
1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

```

Figura 3. Cele 2 șiruri S1 și S de câte 500 numere binare aleatoare: cu $P(x=1)=0.8$ și cu $P(x=1)=0.2$

În figura 3, sunt prezentate două șiruri S și S1 de 500 numere binare. Șirul S este caracterizat de probabilitatea $P=0.2$ de apariție a cifrei 1, iar S1 este caracterizat de probabilitatea $P=0.8$ de apariție a cifrei 1. Se poate observa și cu ochiul liber această diferență a frecvenței de apariție a cifrei 1 în cele două matrice.

Blocul de aplicare a comenzii și simularea procesului de confruntare. Cele două șiruri de numere binare generate condiționează rezultatul acționării celor două butoane ale testorului prin intermediul cărora studentul testat își exprimă decizia sa de acțiune pentru a obține maximum de succes din 250 de acționări. El, fără a cunoaște care din cele două butoane produce succes mai des, trebuie să afle acest lucru singur, prin tatonări. Studentul trebuie să stabilească prin ce diferă cele două butoane din acest punct de vedere. Dacă cel testat ar acționa numai același buton (de probabilitate maximă 0.8) de 250 de ori ar obține în cca. 80% din cazuri succes, iar în restul de 20% eșec. În primul rând, studentul testat nu știe care din cele două butoane este de probabilitate maximă, iar în al doilea rând el nu cunoaște cam ce valori au probabilitățile asociate butoanelor de a produce succes atunci când sunt acționate. Prin tatonări repetate, el va încerca să afle care din butoane este mai eficace și, în funcție de aceasta, va acționa în consecință.

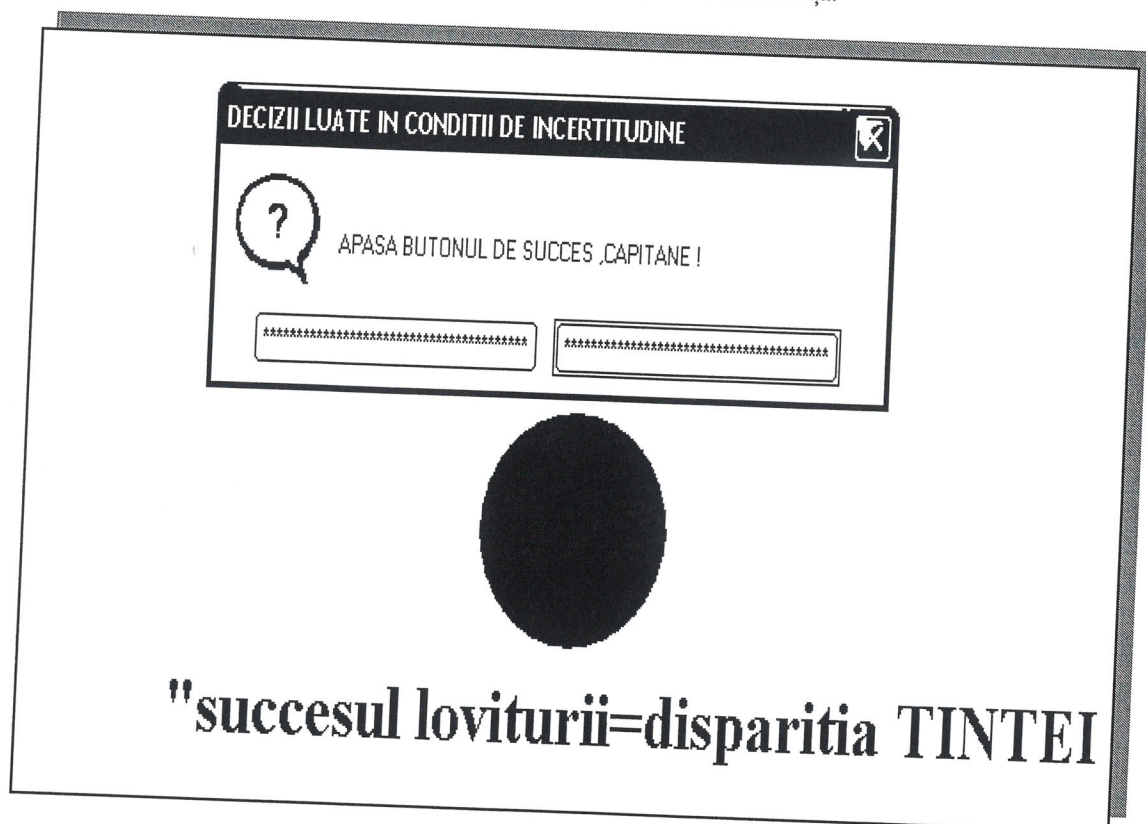


Figura 4. Caseta de dialog QUESTDLG cu cele două butoane prin care cel testat își exprimă opțiunea în funcție de rezultatele (de „succes” ori „eșec”) obținute la apăsări anterioare

În cadrul experimentărilor, s-a folosit o casetă *questdlg* de interfață grafică pentru dialog cu două butoane, a cărei imagine grafică este prezentată în figura 4. În aplicația implementată, și experimentele executate generatoarele celor două șiruri de numere aleatoare binare au fost concepute să genereze câte un singur număr binar din șir la fiecare apăsare de buton, și nu un bloc de 500 de numere ca în figura 3.

4. Exemplificarea desfășurării experimentului

Studentul testat nu cunoaște nimic privitor la modul în care este organizat și controlat de calculator experimentul. El vede în fața sa doar cele 2 butoane și așteaptă apariția țintei. Misiunea lui este ca, la intrarea țintei în vizor, să acționeze unul din butoane pentru a determina distrugerea și dispariția țintei, străduindu-se să obțină un număr cât mai mare de succese de acest gen. Distrugerea unei ținte apărute în vizor reprezintă un stimul pozitiv în căutarea soluției care conduce la un cât mai mare succes. Și invers, ratarea țintei (eșecul) reprezintă stimul negativ, un fel de penalizare pentru decizia proastă luată, care s-a soldat cu insucces. Pentru a stimula interesul celui testat în vederea obținerii unor rezultate cât mai bune pe parcursul întregului experiment, acesta era informat, de la început, că se află în competiție cu calculatorul și pentru a învinge calculatorul-adversar el trebuie să se mobilizeze pentru a distruge un

număr cât mai mare de ținte. Aceasta era tot ce trebuia să știe cel testat, fiind singurele informații care se transmiteau acestuia înainte de începerea experimentului. În prima etapă privind testarea capacității de decizie în condiții de incertitudine, experimentul s-a desfășurat în două variante de parcurs.

Principalele restricții impuse și respectate pe parcursul organizării și desfășurării experimentului din prima etapă privind testarea capacității de adoptare a deciziilor în condiții de stres sunt prezentate în figura 5. Necunoașterea unor detalii privind organizarea experimentului de către cel testat îl determină să se concentreze numai pe direcția atingerii singurului obiectiv, de a obține maximum de succese.

La finalul experimentului, studentul testat trebuia să completeze un chestionar în care i se cerea să explice cum a gândit adoptarea deciziei și cum a procedat la alegerea tacticii de contracarare a acțiunilor adversarului simulat pe calculator.

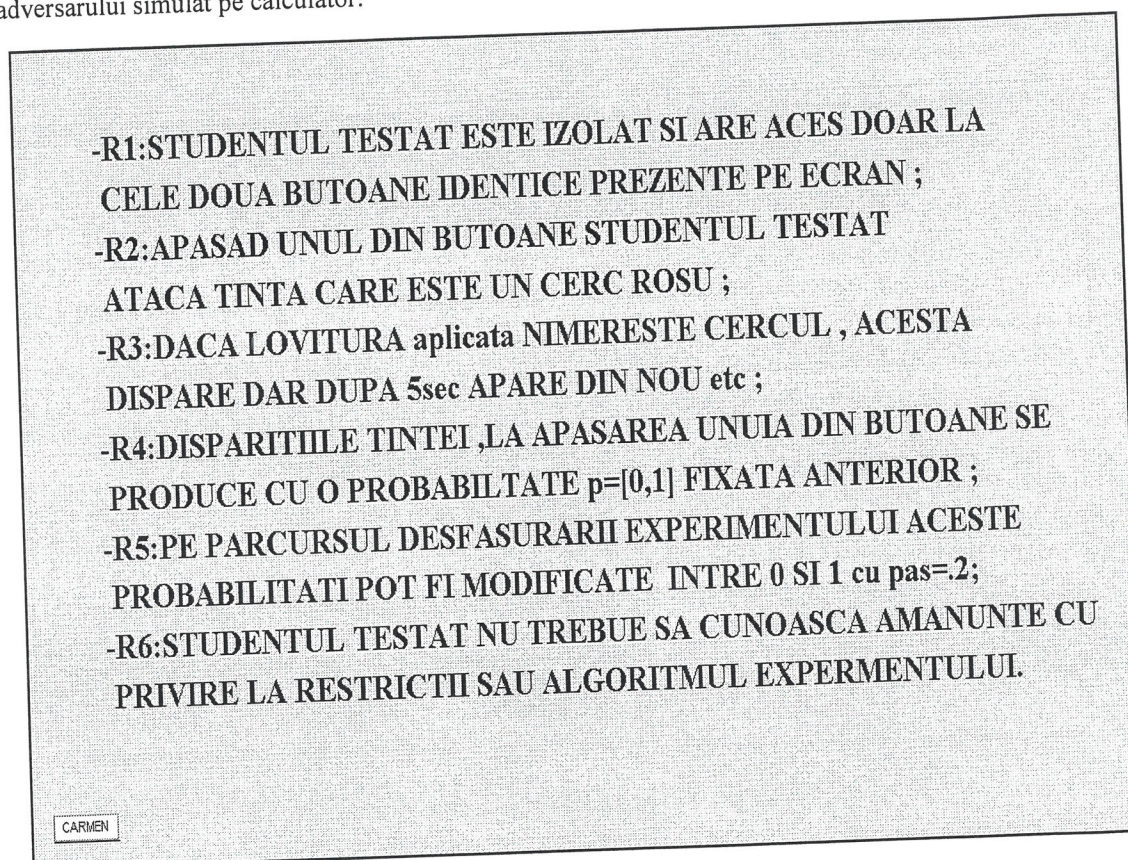


Figura 5. Restricții de organizare a experimentului de testare a capacității de decizie a ofițerilor

Necunoașterea unor detalii privind organizarea experimentului de către cel testat îl determină să se concentreze numai pe direcția atingerii singurului obiectiv, de a obține maximum de succese.

La finalul experimentului, studentul testat trebuia să completeze un chestionar în care i se cerea să explice cum a gândit adoptarea deciziei și cum a procedat la alegerea tacticii de contracarare a acțiunilor adversarului simulat pe calculator.

Așa cum s-a arătat mai sus, pe parcursul unei sesiuni de testare se fac cca. $N=250$ de apăsări în total fie pe butonul de probabilitate maximă, fie pe butonul de probabilitate minimă. Din totalul de N apăsări pe butoane, numai $N_s < N$ se soldează cu succes, iar restul de $N_e = N - N_s$ se soldează cu eșec. În primele sesiuni de testare, probabilitatea de succes a unei taste a fost aleasă foarte ridicată (aproape de 1). În aceste condiții, cel testat descoperea *tasta de maxim* succes după câteva tatonări. Această situație este considerată simplă în raport cu situațiile în care cele două probabilități aveau valori apropiate. Caracteristica experimentelor realizate în etapa a doua constă în faptul că probabilitățile P_{max} și P_{min} nu mai rămân fixate pe aceleași butoane pe tot parcursul întregii sesiuni de testare, ci sunt inversate din când în când, pe parcursul unei sesiuni.

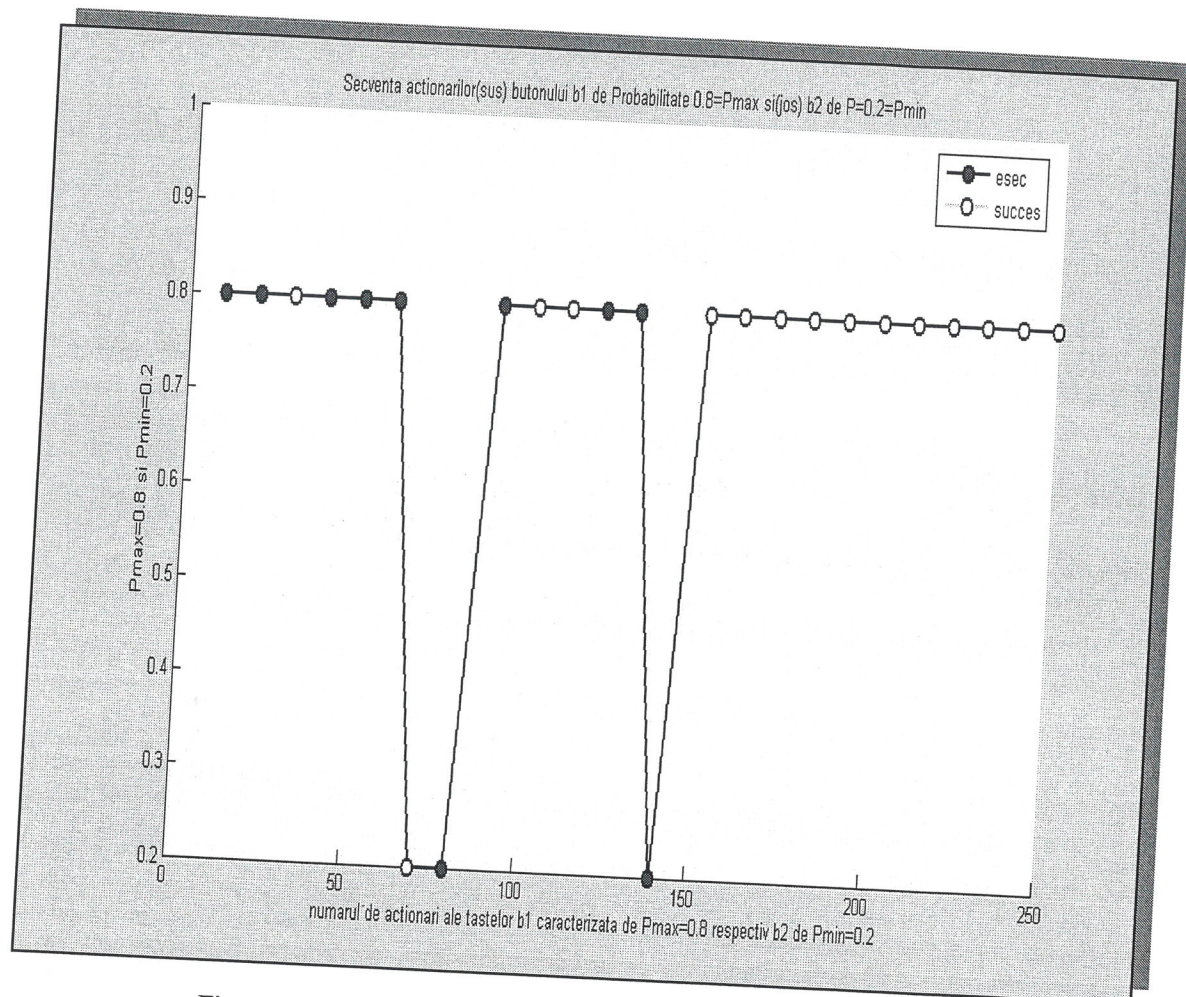


Figura 6. Exemplu de evoluție a tastării pe parcursul unei sesiuni

Principala caracteristică a experimentului în prima etapă constă în faptul că valorile P_{max} și P_{min} sunt menținute constante și atașate de aceleași butoane. Pe parcursul unei sesiuni, cel testat schimbă butonul pe care îl apasă în căutarea variantei de maxim succes. În figura 6, este prezentată o secvență cu astfel de comutări de pe un buton pe altul, pe parcursul unei sesiuni.

5. Rezultate experimentale

Pentru a cerceta experimental cum reacționează tactic studentul testat la mărirea complexității situației, s-a organizat un șir de sesiuni de test în care diferența dintre probabilitățile de succes a celor 2 butoane a fost crescută treptat. În figura 6, sunt prezentate rezultatele experimentale mediate, obținute în aceste sesiuni de experimente. Rata de apăsări pe tasta de maximă probabilitate este:

$$R_m = N_m / N$$

în care N_m este numărul de apăsări pe tasta de maxim, din totalul de N apăsări pe parcursul întregii sesiuni de testare. (5)

P1 ; P2	0.8; 0.7	0.8; 0.6	0.8; 0.4	0.8; 0.2
Nr. de acționări pe tasta cu Pmax	180 din 250	188 din 250	205 din 250	213 din 250

P1; P2	0.6 ; 0.5	0.6; 0.4	0.6; 0.3	0.6; 0.2
Nr. de acționări pe tasta cu Pmax	177 din 250	180 din 250	195 din 250	203 din 250

Figura 7. Rezultate experimentale privind tactica adoptată la creșterea complexității situației

Din datele experimentale, prezentate mai sus, rezultă că rata de apăsări pe tasta de maxim are tendința de creștere proporțional cu creșterea diferenței dintre probabilitățile Pmax și Pmin atașate celor două taste.

Aceasta caracterizează un comportament logic și normal a celui testat și la trierea concurenților pentru promovarea în etapa doua a testării experimentale, s-a ținut cont de acest criteriu obiectiv de evaluare asistată de calculator a calităților concurentului.

Tabel 1. Rezultate experimentale privind influența CREȘTERII diferenței (Pmax-Pmin) asupra ratei de apăsări a tastei de probabilitate maximă

P1 ; P2	0.8 ; 0.7	0.8 ; 0.2	0.6 ; 0.5	0.6; 0.2
100Nm/N %	61.4	73.7	63	74.8

Pentru reconfirmare, s-a conceput o altă variantă de experiment cu alți 10 studenți, iar datele mediate obținute sunt prezentate în tabelul 1. Rezultatele acestui experiment au arătat că o creștere de la 0.1 la 0.4 a diferenței dintre probabilități, provoacă o creștere a ratei Rm % de apăsări pe tasta de probabilitate maximă cu aproape 12 procente. Această legitate este un indicator de normalizare a comportamentului celui testat.

După cum s-a văzut din figura 7, pe parcursul desfășurării unei sesiuni de testare, studentul descurajat de unul sau două eșecuri consecutive la acționarea unei taste, o acționează pe cealaltă. În acest context, s-a cercetat experimental pe lângă creșterea ratei Rm și altă reacție a studentului testat (ca urmare a măririi complexității situației) și anume influența creșterii complexității situației asupra numărului de comutări de pe un buton pe altul, în cadrul unei întregi sesiuni de testare. Acest aspect este caracterizat prin rata de comutări Rc sau procentajul C% de comutări:

$$C\% = 100N_c/N \quad (6)$$

în care Nc este numărul de comutări de pe o tastă pe alta de-a lungul întregii sesiuni de testare.

Tabel 2. Rezultate privind influența diferenței (Pmax-Pmin) asupra ratei de comutări

P1 ; P2	0.8; 0.7	0.8; 0.2	0.6; 0.5	0.6; 0.2
Numărul de comutări Nc	123	97	98	81

Rezultatele experimentale, obținute în acest caz, sunt prezentate în tabelul 2, iar analiza datelor evidențiază influența creșterii diferenței între cele două probabilități asupra tendinței de scădere a ratei de comutări de pe un buton pe altul.

Este normal să considerăm situația complicată atunci când diferența dintre cele două probabilități este mare deoarece în această situație studentul rămâne practic cu un singur grad de libertate pentru manevrarea spre succesul maxim. Butonul cu probabilitate de succes foarte mică devine practic inutil. Cu toate acestea, rezultatele experimentale din figura 5 au demonstrat că cei testați obțineau rezultate superioare tocmai în aceste situații. Aceste rezultate au determinat continuarea experimentărilor cu faza doua a primei etape. În această a doua fază, pe parcursul unei sesiuni de testare, se efectuau prin program, de mai multe ori, inversări ale probabilităților Pmax și Pmin de pe un buton pe altul fără avertizarea celui supus testului. Studentul testat trebuia să observe singur producerea acestor modificări ale mediului în care el trebuia să obțină un număr cât mai mare de acționări soldate cu succes ale celor două butoane. Rezultatele

experimentale obținute demonstrează că, și în aceste condiții, se manifestă aceleași legități ca și în faza anterioară când P_{max} și P_{min} rămăneau atașate acelorași butoane pe tot parcursul sesiunii de testare.

Tabel 3. Rezultatele experimentului în condiții de inversare a probabilităților

$P_1 ; P_2$	0.8; 0.4		0.8; 0.	
Sesiune de testare	Fără inversare de probabilități	Cu inversare de probabilități	Fără inversare de probabilități	Cu inversare de probabilități
Rata de succes în %	77	76	69	81
Nr. de comutări de pe un buton pe altul	85	2	29	6
% de comutări de pe butonul cu P_{max} pe cel cu P_{min} !	65	1	55	15
% de comutări de pe butonul cu P_{min} pe cel cu P_{max} !	47	0.5	27	3

Pentru a putea compara comportamentul, rezultatele experimentale prezentate în tabelul 3 au fost obținute în varianta fără inversare și cu inversare a probabilităților. Pe parcursul unei sesiuni de testare, au fost făcute trei inversări ale probabilităților. Ceea ce este remarcabil pentru aceste experimente este faptul că rezultatele obținute de cei testați, în condițiile inversării probabilităților, sunt superioare celor obținute în condițiile neinversării. Spre exemplu, în cazul $P_{max}=0.8$, $P_{min}=0.2$ fără inversare, rata de succes este de 69%, iar în condițiile cu inversare, rata este 81%; în cazul $P_{max}=0.8$, $P_{min}=0.4$ diferența este doar de un procent. Un rezultat deosebit, care a fost remarcat în seria de experimentări efectuate cu inversarea probabilităților, constă în faptul că numărul de comutări de pe un buton pe altul a scăzut până la valori neglijabile.

6. Concluzii

Cu toate că sunt notabile realizările în domeniul teoriei deciziilor aferente sistemelor caracterizate de incertitudini, literatura de specialitate nu conține indicații privitoare la extinderea sau aplicarea rezultatelor acestor cercetări în domeniul instruirii asistate de calculator. Principalele contribuții și rezultate obținute în domeniul testării asistate de calculator a ofițerilor navaliști sunt:

- stabilirea unui criteriu obiectiv de evaluare a capacității de adaptare a deciziilor și a comportamentului logic și normal, în condiții de incertitudine și situații complexe;
- conceperea și implementarea unui simulator destinat testării asistate de calculator a ofițerilor navaliști, destinat evaluării capacității de decizie în condiții de incertitudine.

Bibliografie

1. **DUMITRESCU, C.:** Elemente teoretice ale proiectării proceselor de instruire e-. În: *Lucrările Sesiunii anuale de comunicări științifice cu participare internațională – Strategii XXI-2006, secțiunea E-learning și software educațional*, 13-14 aprilie 2006, București, Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”, ISBN: 973-7854-35-7 (13) 978-973-7854-35-3.
2. **DUMITRESCU, C.:** Requirements and Steps în Achieving Computer Aided Education. În: *Proc. of the 3rd Balkan Region Conference on Engineering Education, „Advancing Engineering Education”*, 12 - 15 September 2005, Sibiu, Romania, ISBN: 973-739-147-0, <http://brcee2005.ulbsibiu.ro/>.
3. **SKINNER, B. F.:** *The Science of Learning and the Art of Teaching*, Harvard, “Educational Review”, 1964.
4. **SKINNER, B.F.:** *Teaching Machines*, Science Review nr. 27, 1958.