

REALIZAREA PRACTICĂ A MODELULUI COGNITIV DE RESTABILIRE A IMAGINII SCENEI

Igor MARDARE

Universitatea Tehnică a Moldovei

The practical realization of the cognitive model of restoration of defective images of stages by means of the intellectual system based on Kohonen neural network is presented. The feature of realization is stage-by-stage restoration of images. Images with a small degree of deficiency are restored initially. On their basis using base elements, hypotheses of restoration of images with a high degree of deficiency as well as invisible images are offered.

Introducere

Conform abordării cognitiv-structurale [1,6], rezolvarea problemei de restabilire a imaginilor se efectuează pe calea de realizare a *modelului cognitiv*. Componenta de bază a Sistemii Intellectuale de Restabilire a Imaginilor (SIRI) reprezintă rețeaua de neuroni Kohonen de concurență [3]. Rețeaua de neuroni poate fi modelată destul de eficace cu ajutorul pachetului de programe MATLAB 7.01 ce include pachetul de neuroni NNTool și pachetul programelor de utilizare Image Processing Toolbox [4,5]. Pachetul de neuroni NNTool conține mijloace instrumentale pentru proiectare și realizare a rețelelor de neuroni. Image Processing Toolbox reprezintă instrumentarul destinat pentru introducerea, transformarea și cercetarea imaginilor. Utilizarea comună a acestor pachete în componența SIRI va permite rezolvarea efectivă a problemele de restabilire a imaginilor.

Metoda de restabilire a imaginii scenei

Metoda propusă de realizare a modelului cognitiv de restabilire a imaginii scenei poliobiecte prevede un proces în 3 etape. La prima etapă se identifică imaginile reale și se restabilesc imaginile scenei cu grad redus de defectare, a căror restabilire SIRI este învățată. Dacă la terminarea etapei toate imaginile scenei vor fi identificate și restabilite, atunci procesul de restabilire a imaginii scenei se termină. În caz contrar, dacă rămân imagini defectate ale obiectelor, se realizează a doua etapă de restabilire. A doua etapă de restabilire a imaginilor prevede întrebuințarea elementelor de bază [6] pentru restabilirea imaginilor defectate cu grad înalt de defectare. Imaginile reale și restabilite identificate la prima etapă reprezintă obiectele-cheie pentru determinarea elementelor de bază. Etapa a treia de restabilire a imaginilor reprezintă procesul de construire semantică a scenei. În limitele acestui proces se examinează ipotezele de posibilă prezență a obiectelor elementelor de bază, a obiectelor principale sau subordonate care sunt introduse în imaginea scenei restabilită conform rezultatelor de efectuare a primei și a celei de-a doua etape. Consecutivitatea prezentată a etapelor și procedurilor (algoritmilor) de restabilire a imaginilor se folosește în calitate de metodă de restabilire a imaginii scenei defectate cu ajutorul SIRI (Fig.1).

La algoritmul de restabilire se impun cerințe de sensibilitate la toate imaginile bazei de date utilizate.

Efectuarea experimentului la restabilirea imaginii scenei

Vom cerceta imaginea defectată a scenei "Workplace of the operator of a personal computer". Imaginea scenei conține un șir de imagini defectate. În afară de aceasta, la imaginea scenei sunt defecte în formă de pete albe, unde aproximativ pot să se găsească unele obiecte. Imaginea scenei va fi considerată restabilită cu condiția de restabilire a tuturor imaginilor cuprinse în scenă. Adăugător, în calitate de variante ale imaginii scenei restabilite se examinează ipotezele de completare a petelor albe cu obiectele posibile. Conform denumirii scenei, se face concluzia că elementul de bază de conținut al acestei scene reprezintă clasa de obiecte "Computer". La obiectele tipice ale acestei clase se referă "System unit", "Monitor", "Keyboard", "Mouse", "Printer", "Skaner", "Acoustic box", la fel și careva altele. Vom introduce semne distinctive ale imaginilor obiectelor scenei: X1, X2, X3, ... cum este arătat în Figura 2.

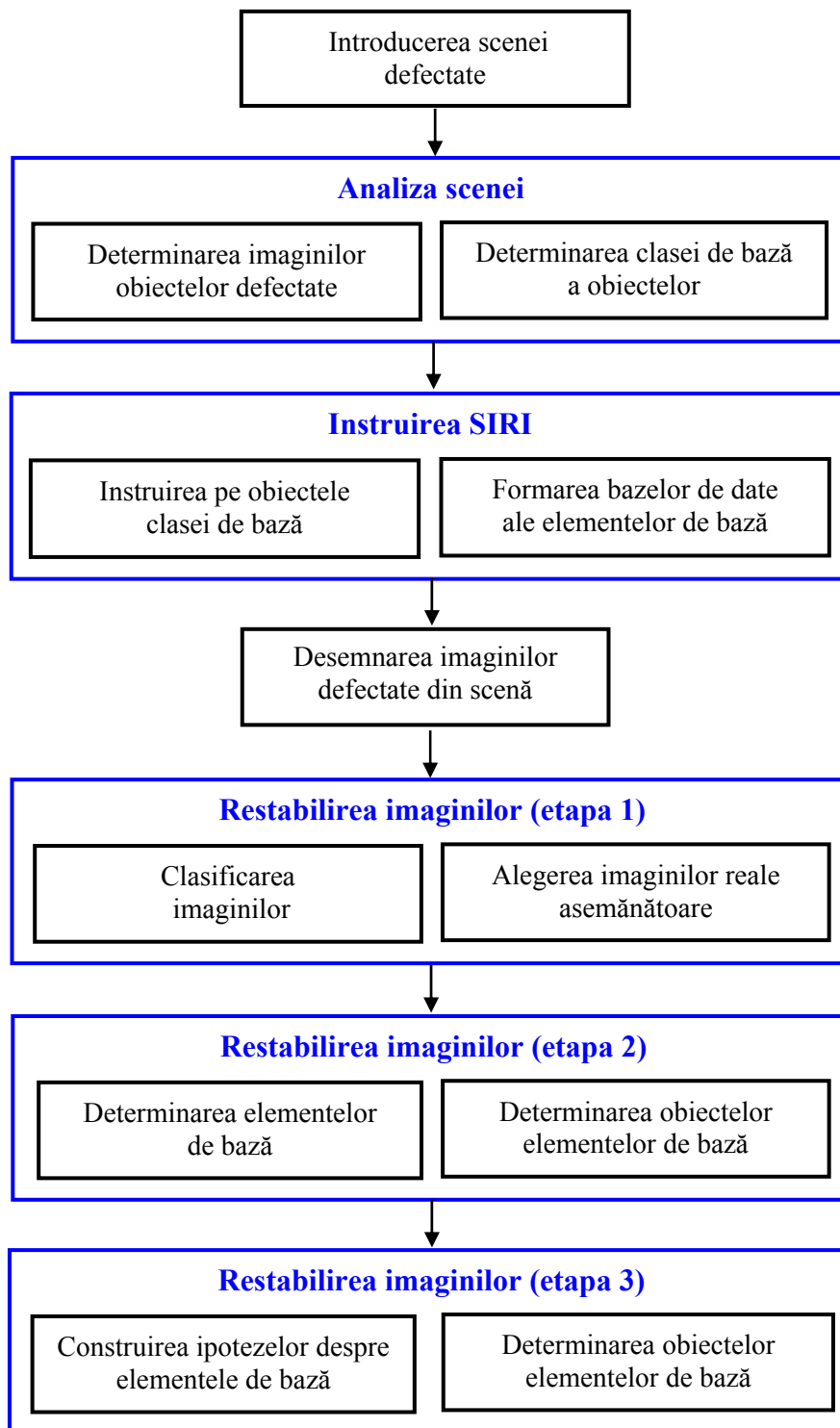


Fig.1. Metoda de restabilire a imaginii scenei defectate.



Fig.2. Reprezentarea defectată a scenei.

Modelul cognitiv de restabilire a imaginii poate fi realizat cu condiția că SIRI era instruită. Instruirea SIRI înseamnă instruirea memoriei asociative, a rețelelor de neuroni multistratificate de răspândire directă și a rețelelor de neuroni de concurență [2]. Instruirea trebuie să se desfășoare la obiectele tipice ce alcătuiesc clasa obiectelor “Computer” și la obiectele caracteristice pentru clasa “Workplace of the operator ...”, spre exemplu: “Office table”, “Seat”. În afară de aceasta, procedura de instruire SIRI prevede crearea bazelor de date ale elementelor de bază [6].

Fie SIRI este realizată în baza procesorului intelectual, reprezentat în [2], al cărui element de bază reprezintă rețeaua de neuroni de concurență a lui Kohonen. Imaginile a 8 clase de obiecte ale extrasului de instruire (L1÷L10), (L11÷L20), (L21÷L30), (L31÷L40), (L41÷L50), (L51÷L60) (L61÷L70), (L71÷L72) sunt arătate în Figura 3.

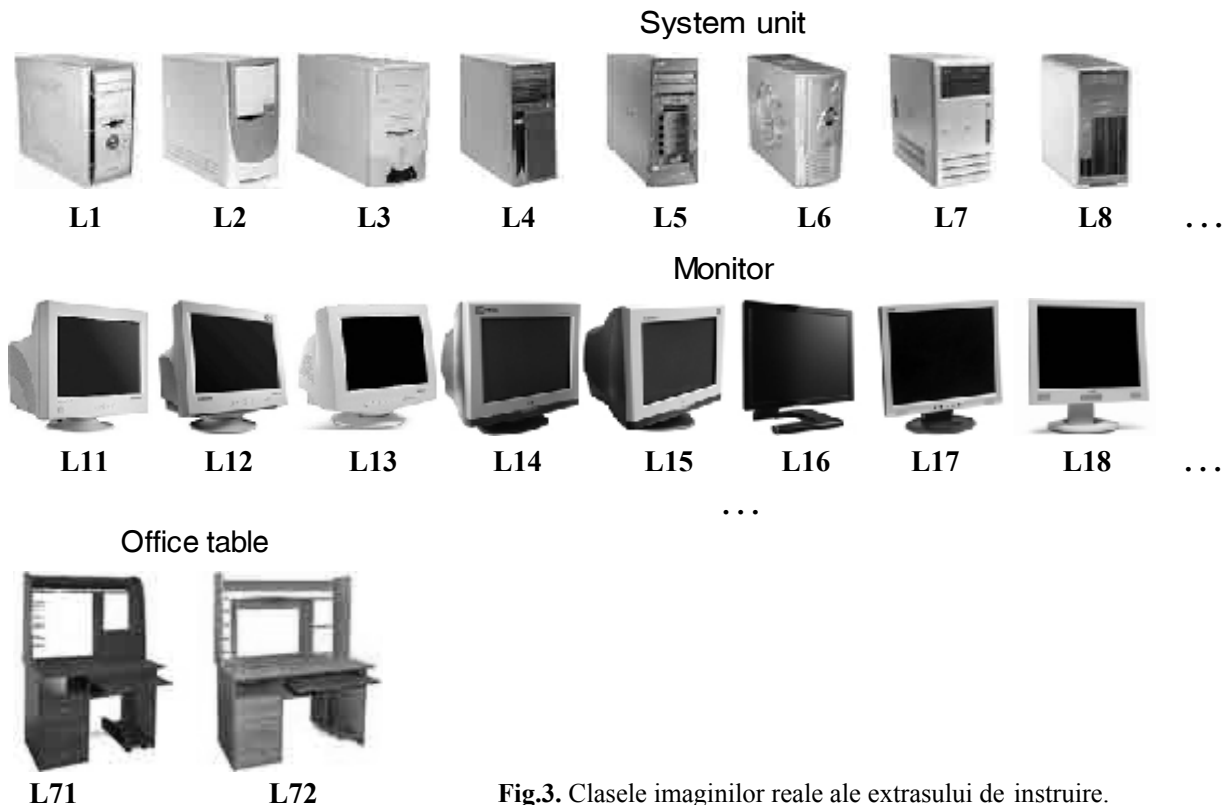


Fig.3. Clasele imaginilor reale ale extrasului de instruire.

În conformitate cu cele 8 clase de imagini examinate, se creează rețeaua de neuroni Kohonen networkKoh [4,5] ce constă din 8 neuroni. Instruirea rețelei se face cu ajutorul extrasului de instruire $p=[L1÷L72]$ pe 1000 epoci. În procesul de autoinstruire a rețelei de neuroni se reglementează numirile formale ale obiectelor și se formează clase de obiecte. Imaginile claselor de obiecte generalizate formate după instruirea rețelei de neuroni sunt reprezentate în Figura 4.

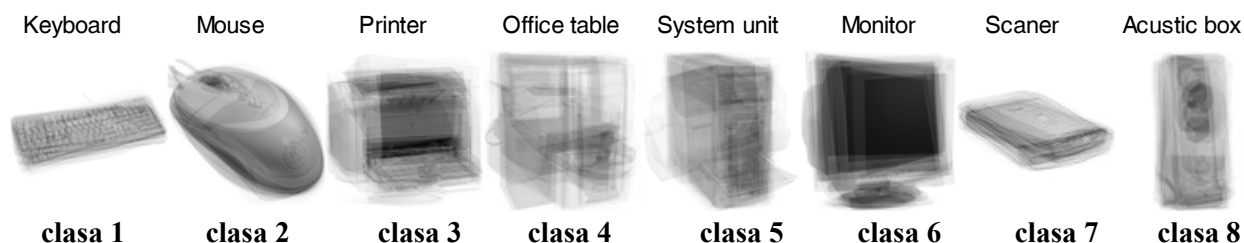


Fig.4. Imaginile claselor generalizate pe 1000 de epoci de instruire a rețelei.

Etapa 1 de restabilire a imaginilor. Procesul de identificare a imaginilor reale și restabilirea imaginilor defectate prevede clasificarea imaginilor rețelei de neuroni instruite networkKoh și găsirea în fiecare clasă a imaginii reale cu cea mai mică distanță euclidiană față de imaginea reală identificată sau a imaginii defectate restabilite. Pentru identificarea imaginilor reale și restabilirea imaginilor defectate, fiecare obiect $X1, X2, X3, \dots$ trebuie să fie evidențiat din imaginea scenei. Această procedură poate fi îndeplinită automat cu ajutorul pachetului de programe NeuroSolutions-MATLAB [7] sau manual în pachetul Adobe Photoshop'CS cu instrumentul Filter-Extract [8]. Imaginile evidențiate sunt prezentate în Figura 5.



Fig.5. Imaginea obiectelor scenei ce sunt clasificate.

Rețeaua de neuroni networkKoh clasifică imaginea X2 ca “Acoustic box”, imaginea X6 – ca “Monitor”, imaginea X16 – ca “Keyboard”, imaginea X18 – ca “Office table”, determinând, astfel, numirile formale ale acestor imagini. Celelalte imagini nu se clasifică. Clasificarea imaginilor corespunde posibilităților rețelelor Kohonen pentru care rețeaua este instruită și al căror grad de defectare nu depășește 60%, varierea mărimilor – nu mai mare de $5÷7\%$, orientarea verticală și orizontală – în limitele $5÷10^0$.

Printre obiectele neclasificate sunt cele reale (X3, X4, X7) și imaginile defectate (X1, X5, X9). SIRI, reprezentând o sistemă intelectuală interactivă, necesită determinare din partea omului–operator al imaginilor defectate, care trebuie să fie supuse procedurii de restabilire. Spre exemplu, la numărul a astfel de imagini pot fi raportate imaginile X1, X17.

Pentru identificarea și restabilirea imaginilor clasificate X2, X6, X16, X18 este necesar de ales din extrasul de instruire pentru fiecare imagine imaginea cu cea mai mică distanță euclidiană, iar apoi imaginea corespunzătoare din clasa obiectelor.

Pentru imaginea reală X2 cea mai mică distanță euclidiană din extrasul de instruire L61÷L70 de clasa “Acoustic box” are imaginea L61: $d(X2, L61) = 21,5814$. Pentru imaginea defectată X6 cea mai mică distanță euclidiană din extrasul de instruire L11÷L20 de clasa “Monitor” are imaginea L13: $d(X6, L13) = 35,4995$. Pentru imaginea defectată X16 cea mai mică distanță euclidiană din extrasul de instruire L21÷L30 de clasa “Keyboard” are imaginea L25: $d(X16, L25) = 16,8430$. Pentru X18 cea mai mică distanță euclidiană din extrasul de instruire L71÷L72 de clasa “Office table” are imaginea L72: $d(X18, L72) = 19,6911$. Atunci,

după procedura de clasificare și extragere a imaginilor asemănătoare din clasele de imagini corespunzătoare, imaginea reală X2 se identifică în formă de imagine Ak-1.jpg (“Acoustic box”). Imaginea defectată X6 se restabilește în formă de imagine M-3.jpg (“Monitor”), imaginea defectată X16 se restabilește în formă de imagine K-5.jpg (“Keyboard”), imaginea defectată X18 se restabilește în formă de imagine O-2.jpg (“Office table”). Să remarcăm că în procesul de clasificare și identificare imaginea reală X2 se suprapune pe altă imagine reală Ak-1 “Acoustic box”. Prima etapă de restabilire a imaginii scenei defectate se termină cu introducerea imaginilor primite Ak-1, M-3, K-5 și O-2 în imaginea scenei (Fig.6).



Fig.6. Rezultatul etapei 1 de restabilire a imaginii scenei defectate.

Pozițiile în care se introduc imaginile primite Ak-1, M-3, K-5 și O-2 se determină de starea obiectelor X2, X6, X16 și X18, în special – de fragmentele unghiulare ale conturilor lor. Poziționarea imaginilor primite în scenă se efectuează prin metoda topologică, prin metoda coordonatelor sau manuală. Folosind *metoda topologică* pentru prelucrarea imaginilor, suprapunerea imaginii primite cu imaginea defectată se efectuează cu permutarea imaginii obținute în regiunea imaginii defectate de sus în jos și de la stânga la dreapta [3,9]. Totodată, la fiecare pas de permutare se numără distanța euclidiană între imaginile primite și imaginea defectată. Poziția imaginii primite, în care distanța euclidiană primește valori minime, reprezintă o necunoscută. *Metoda coordonatelor* prevede indicarea coordonatelor punctelor (grupe de puncte) pe suprafața plană a imaginii scenei, în care trebuie să fie introdusă imaginea primită. Poziționarea imaginii primite se face pe unul din punctele unghiulare ale conturului sau prin centrul imaginii [7]. *Metoda manuală* de suprapunere a imaginii primite cu imaginea defectată este analogică metodei coordonatelor și se efectuează de omul-operator în concepția interactivă SIRI.

Etapa 2 de restabilire a imaginilor prevede utilizarea elementelor de bază pentru restabilirea imaginilor defectate rămase X1 și X17. Elementele de bază tipice, create în baza cunoștințelor despre legăturile obiectelor de clasă “Computer”, constau în baza de date Date Domen [6]. Elementele de bază necesare pentru scena

concretă se determină cu ajutorul imaginilor identificate sau restabilite Ak-1 ("Acoustic box"), M-3 ("Monitor") și K-5 ("Keyboard"). Pentru clasa obiectelor "Computer", obiectele "Acoustic box", "Monitor" și "Keyboard" se determină ca obiecte subordonate referitor la obiectul general "System unit" și constă în determinarea elementelor de bază ("System unit"- "Acoustic box"), ("System unit"- "Monitor") și ("System unit"- "Keyboard"). Alegerea uneia din imagini de clasa "System unit": Sb-1, Sb-2, ... se efectuează conform criteriului distanței euclidiene cele mai mici cu imaginea X1 și X17. Cea mai mică distanță euclidiană cu imaginea X17 are imaginea Sb-2.jpg: $d(X17, Sb-2) = 24,1613$, care se alege pentru substituirea imaginii defectate X17 (Fig.7).

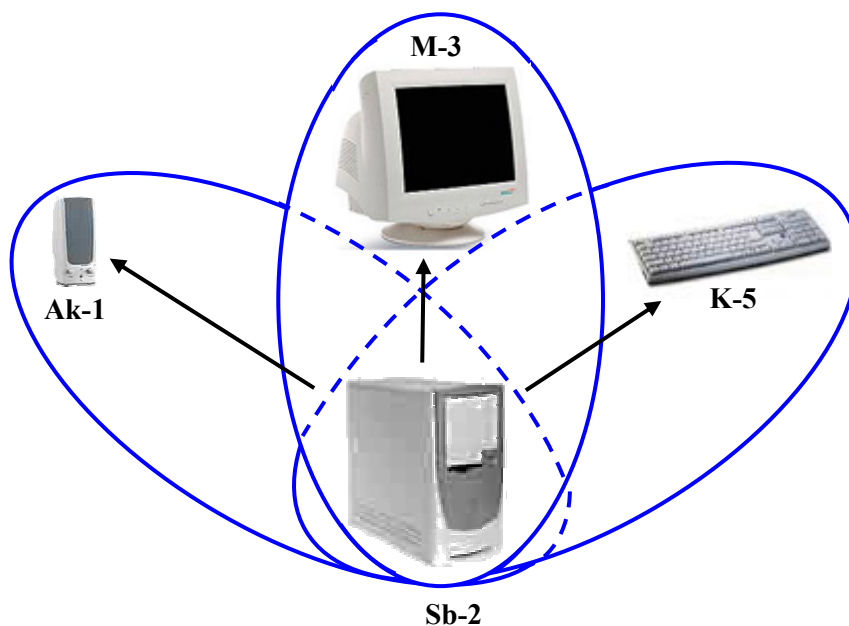


Fig.7. Elementele de bază pentru imaginile Ak-1, M-3 și K-5.

Cu ajutorul imaginii primite Sb-2 ("System unit") în baza de date a clasei de obiecte "Computer", în afară de elementele de bază aduse în Figura 7, se determină un șir de alte elemente de bază, în care "System unit" reprezintă obiectul principal: ("System unit"- "Printer"), ("System unit"- "Skaner"), ("System unit"- "Mouse"), prezentate în Figura 8, la fel ("System unit"- "Web camera"), ("System unit"- "Compact disk") etc.

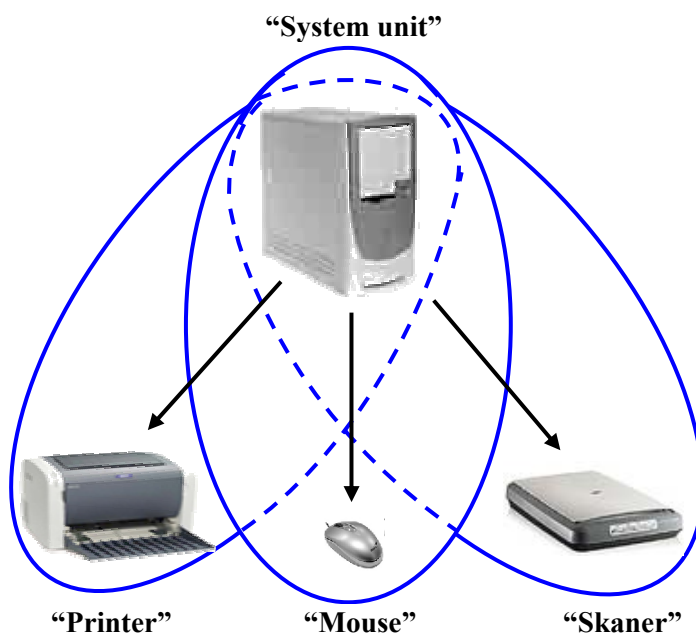


Fig.8. Elementele de bază pentru imaginea "System unit".

Elementele de bază prezentate în Figura 8 pot fi utilizate pentru aprecierea obiectelor subordonate reprezentate în ele în calitate de variante pentru restabilirea imaginii defectate X1. Determinarea distanței euclidiene între imaginile X1 și P-3 (“Printer”), X1 și Ms-4 (“Mouse”), la fel X1 și S-6 (“Skaner”) nu dă drept exclusiv considerabil nici unuia din obiectele P-3 și S-6 și exclude din apreciere introducerea în scenă în locul imaginii X1 a obiectului Ms-4. Astfel, variantele de introducere în locul imaginii defectate X1 a obiectelor P-3 și S-6 sunt identice. În acest caz, următoarea etapă de restabilire a imaginilor constă în aprecierea elementelor de bază, în care obiectele P-3 (“Printer”) și S-6 (“Skaner”) sunt principale. În Figura 9 sunt reprezentate elementele de bază (“Skaner”-“Photo”) și (“Skaner”-“Text document”), la fel (“Printer”-“Cartridge”), (“Printer”-“Text document”), (“Printer”-“Paper for printer”).

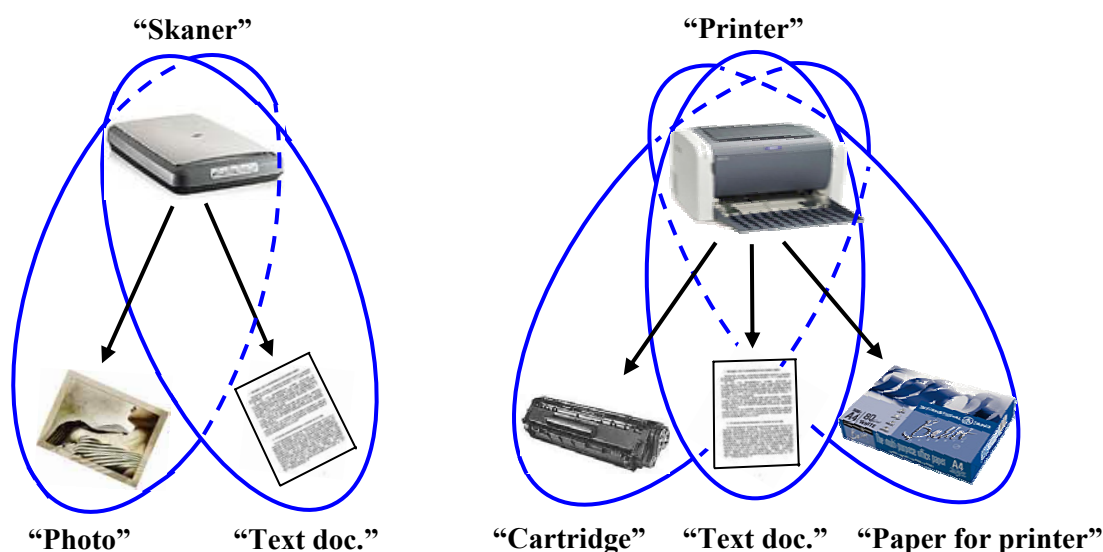


Fig.9. Elementele de bază pentru imaginile “Skaner” и “Printer”.

Evaluarea probabilității găsirii în scenă a unuia sau a mai multor obiecte subordonate reprezentate în Figura 9 de elemente de bază în imaginea scenei restabilită determină probabilitatea prezenței obiectului principal corespunzător în scenă. În intenția de a găsi în imaginea defectată scenele obiectelor subordonate “Photo” și/sau “Text document”, prezența obiectului principal “Skaner” e mai puțin probabilă decât în intenția de a găsi obiectele subordonate “Cartridge” și/sau “Text document”, și/sau “Paper for printer” în prezența obiectului principal “Printer”.

Gradul *de risc*, legat cu alegerea unuia din obiectele “Skaner” sau “Printer” pentru introducerea în scena restabilită, se determină *de preț*, care se indică după criteriul *frecvenței de adresare* la obiect. Conform rezultatelor evaluărilor experte, frecvența de adresare la obiectul “Printer” e mai mare. Spre exemplu, în sistema de 10 baluri prețul de alegere a obiectului “Printer” este de 4 unități condiționate, iar prețul alegerii obiectului “Skaner” – de 2 unități condiționate. Cu cât mai mare este prețul de alegere a obiectului, cu atât mai mic este riscul de introducere a obiectului în scenă [6]. Din motivele menționate, imaginea P-3.jpg (“Printer”) se alege pentru substituirea imaginii defectate X1 (Fig.10).

În rezultatul efectuării etapei 2 de restabilire a imaginilor în baza elementelor de bază s-a făcut alegerea obiectelor pentru substituirea în scena restabilită a imaginilor neclasificate defectate. Astfel, după două etape s-au restabilit toate SIRI indicate ale imaginilor scenei defectate.

Etapa 3 de restabilire a imaginilor constă în construirea ipotezelor de existență în imaginea restabilită a scenei obiectelor elementelor de bază, ale căror obiecte principale sau subordonate sunt în scenă.

Să cercetăm elementele de bază (Fig.8,9), ale căror componente sunt imaginile reprezentate în Fig.10: P-3, Ak-1, M-3, K-5, Sb-2, O-2. Evaluând posibilitatea de existență a elementelor de bază (“System unit”-“Mouse”), (“Printer”-“Paper for printer”), (“Printer”-“Text document”) în scena restabilită ca pe deplin motivată, presupunerea despre existența obiectelor Ms-4.jpg “Mouse”, Bp-1.jpg “Paper for printer” și Td-1.jpg “Text document” este foarte posibilă. Această presupunere se adevărește de cunoștințele despre intrarea,

în majoritatea cazurilor, a obiectului “Mouse” în complexul utilajului “Computer”, la fel și de informația despre dezavantajul maximal al lucrului cu obiectul “System unit” fără obiectul “Mouse” (prețul de alegere este de 10 unități condiționate). În calitate de loc posibil de poziționare în scena restabilită a obiectului “Mouse” se presupune locul din extrema dreaptă a obiectului “Keyboard”. Această poziție este destul de verosimilă, așa cum la imaginea defectată a scenei în acest loc a fost prezent un defect în formă de pată albă. Orientarea obiectului “Mouse” (Ms-4) într-o oarecare măsură poate fi coordonată cu orientarea obiectului “Keyboard” (K-5) (Fig.11).



Fig.10. Rezultatul introducerii obiectului “Printer” în imaginea scenei.

Cunoașterea faptului că la exploatarea obiectului “Printer”, în mod natural, sunt necesare resurse de hârtie, presupune existența obiectului “Paper for printer” (prețul alegerii este de 6 unități condiționate). Pentru determinarea poziționării acestui obiect se utilizează cunoștințele despre periodicitatea alimentării obiectului “Printer” cu obiectul “Paper for printer”. De aceea, obiectul “Paper for printer” nu trebuie să se amplaseze în zona operativă (alăturată) a operatorului PC. Atunci, în rezultatul analizei spațiilor libere ale scenei restabilite se presupune poziționarea obiectului “Paper for printer” (Bp-1) în nișă deasupra sertarelor obiectului “Office table” (O-2) (Fig.11). Poziția obiectului Bp-1 la fel influențează proiecția imaginii. Argumentările indicate nu exclud amplasarea obiectului “Paper for printer” în partea dreaptă de departe a mesei de comandă a obiectului “Office table”.

Cunoașterea despre produsul funcționării obiectului “Printer” prevede existența obiectului “Text document” (Td-1). Locul de poziționare a acestui obiect pe masa de comandă a obiectului “Office table” (O-2) presupune o mulțime de variante. Obiectul Td-1 poate fi plasat atât în zona operativă de lucru a operatorului PC, cât și în dreapta, cu diferite variante de orientare. Însă, orientarea obiectului Td-1 către operator este cea mai preferabilă. Una dintre variantele poziționării obiectului “Text document” (Td-1) în zona operativă

a părții de mijloc a obiectului “Office table” (O-2) este arătată în Figura 11. Un alt argument al posibilității de găsim în scenă a obiectului “Text document” poate fi introducerea destul de deasă a informației de pe obiectul “Text document” în obiectul “System unit” cu ajutorul obiectului “Keyboard” (prețul alegerii – 7 unități condiționate).

Următoarea completare a scenei restabilite poate fi introducerea a celui de-al doilea obiect “Acoustic box”. Această acțiune este bazată pe cunoașterea despre completarea sistemului Media Player, ce intră în componența obiectului “Computer”, cu două obiecte “Acoustic box” (prețul alegerii este de 10 unități condiționate). Poziționarea obiectului doi “Acoustic box” se determină de cunoașterea despre necesitatea formării efectului de sunet stereofonic, analizei spațiilor libere și amplasării, de obicei simetrice, a astfel de obiecte. Atunci, obiectul doi “Acoustic box” (Ak-1) se instalează în partea stângă pe raftul de sus al obiectului “Office table” (O-2) (Fig.11).



Fig.11. Rezultatul final de restabilire a imaginii scenei.

Poziționarea imaginilor amplasate Ms-4, Bp-1, Ak-1 se efectuează manual.

Introducerea obiectelor noi în scena restabilită poate fi continuată cu ajutorul altor elemente de bază, spre exemplu: (“System unit”-“Compact disk”), (“Monitor”-“Protective screen”), (“Mouse”-“Rug”) etc.

Este evident că dimensiunile, poziționarea, orientarea și gama de culori a unora din imaginile restabilite nu corespund întru totul parametrilor lor reali în imaginea reală a scenei “Workplace of the operator of a personal computer” (Fig.12).

Totuși, ipotezele examinate, ce folosesc elementele de bază, care, la rândul lor, sunt primite în baza cunoștințelor despre obiecte și legătura lor [6], nu încalcă caracterul compozițional și de sens al imaginii scenei defectate restabilite “Workplace of the operator of a personal computer”.



Fig.12. Imaginea reală a scenei.

Concluzii:

- ✓ Imaginea scenei restabilite depinde de: rezultatele de instruire SIRI; de imaginile reale ale obiectelor utilizate pentru instruirea SIRI; cunoștințele aplicate pentru crearea elementelor de bază; cunoașterea funcționării, aplicării și interdependenței obiectelor elementelor de bază.
- ✓ Realizarea modelului cognitiv permite restabilirea imaginii scenei defectate în limitele concordanței compoziționale și de sens cu imaginea reală a scenei.

Referințe:

1. Mardare I. Elaborarea modelului cognitiv de restabilire a imaginii // Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova. - Chișinău, 2006, p.184-187.
2. Mardare I. Realizarea modelului cognitiv de restabilire a imaginii // Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova. - Chișinău, 2006, p.188-194.
3. Mardare I. Robototehnica. Inteligența artificială: Manual pentru studenții instituțiilor de învățământ superior. - Chișinău, 2006. - 363 p.
4. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. МАТЛАВ 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 1104 с.
5. Кетков Ю., Кетков А., Шульц М. Мастер Matlab 7: программирование, численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 752 с.
6. Мардаре И. Когнитивно-структурный подход построения интеллектуальных систем восстановления изображений: Монография. - Chișinău: Tehnica-Info, 2006. - 219 с.
7. Natarajan K., Subramanian V. Texture classification: using neural networks to differentiate a leopard from its background. University of Florida FL, USA. <http://www.neurosolutions.com/products/nsmatlab/>.
8. Учебник по Adobe Photoshop 7.0. <http://www.compdoc.ru/grafics/photoshop/textbook7/index.shtml>.
9. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника / Пер. с англ. - Москва: Мир, 1989. - 624 с.

Prezentat la 24.05.2007