

Optimizarea modalităților de semnalizare a erorilor în interacțiunea om-calculator

Laurențiu P. Maricuțoiu¹

Abstract

In Human-Computer Interaction, error signaling has negative effects both on user's cognitive efficiency, and on user's emotional state. Previous research indicated that such effects are the result of surface processing of error messages. This study aims at analysing the relations between the physical characteristics of error messages and user reactions (cognitive and emotional). Study participants were 110 students (48% male), distributed in 8 experimental conditions. Results indicated that the pictogram specific to the error message and the presence of the word „error“ in the body of the message lead to the apparition of the cognitive and emotional effects we previously described.

Keywords: user interface, error message, cognitive efficiency

Résumé

Les erreurs signalées pendant l'interaction entre l'homme et l'ordinateur ont des effets négatifs autant sur le rendement cognitif de l'utilisateur que sur son état émotionnel. Les études antérieures remarquent le fait que ces effets sont dus à certaines interprétations superficielles des messages d'erreur. Cet étude se propose comme but d'analyser la relation entre les caractéristiques visuelles des messages d'erreur et les effets cognitifs et affectifs de ces messages. À cet étude ont participé 110 étudiants (48% mâles) distribués en 8 groupes expérimentales. Les résultats indiquent que la pictogramme spécifique aux messages d'erreur et la présence du mot „erreur“ dans le texte conduisent aux effets cognitifs et affectifs mentionnés.

Mots clés : interface utilisateur, messages d'erreur, rendement cognitif.

Rezumat

Semnalizarea erorilor în interacțiunea om-calculator are efecte negative atât asupra randamentului cognitiv al utilizatorului, cât și asupra stării sale emoționale. Studiile anterioare indică faptul că aceste efecte se datorează unor procesări de suprafață ale mesajelor de eroare. Studiul de față își propune să analizeze relația dintre caracteristicile fizice ale mesajelor de eroare și efectele cognitive și afective ale acestor mesaje. La studiu au participat 110 studenți (48% de gen masculin), distribuiți în 8 grupe experimentale. Rezultatele au indicat faptul că pictograma specifică mesajului de eroare și prezența cuvântului „error“ din textul mesajului duc la instalarea efectelor cognitive și afective descrise anterior.

Cuvinte-cheie: interfața de utilizare, mesaje de eroare, randament cognitiv

În interacțiunea om-calculator, optimizarea sistemelor de notificare reprezintă un element central al creșterii nivelului de utilizabilitate (engl. *usability*) a oricărui program informatic.

Încă de la sfârșitul anilor '80, dezvoltatorii de programe informatice au constatat că succesul acestor produse depinde de scăderea „costurilor“ asociate învățării acestor programe

¹ Universitatea de Vest din Timișoara.

Adresa de corespondență: lmaricutoiu@socio.uvt.ro.

(Carroll & McKendree, 1987). Această perspectivă a stimulat dezvoltarea de sisteme care să permită utilizarea aplicațiilor în timpul procesului de învățare a noilor programe informatice.

În ultimii ani, din ce în ce mai mulți cercetători au propus o schimbare de perspectivă în ceea ce privește sistemele de notificare în interacțiunea om-calculator. Elementul central al acestei schimbări este evaluarea acestor sisteme dintr-un punct de vedere social, nu numai din punctul de vedere al ergonomiei cognitive.

Într-un studiu care analizează reacțiile non-cognitive ale utilizatorilor, Bailey, Konstan și Carlis (2000) pleacă de la premisa că întreruperile duc la creșterea anxietății utilizatorului deoarece sunt un act de impolitețe din partea calculatorului. În încheierea articolului, autorii afirmă că programele informatice trebuie să adere la acele principii și metode de întrerupere a activității care sunt considerate acceptabile din punct de vedere social. Astfel, optimizarea interacțiunii implică luarea în considerare a normelor de interacțiune socială.

O idee interesantă este cea lansată de Tzeng (2004), care a studiat modul în care utilizatori studenți s-au raportat la un program de calculator care își cerea scuze atunci când greșea. Rezultatele acestui experiment au indicat o internalizare a eșecului în cazul utilizatorilor din condiția „computer care se scuză“, comparativ cu utilizatorii din grupul de control. Alături de acest efect, utilizatorii din condiția „computer care se scuză“ s-au declarat mai mulțumiți de programul utilizat, mai respectați de către calculator și mai confortabil în interacțiunea cu calculatorul.

Politețea în interacțiunea om-calculator este teoretizată de către Whitworth (2005), care descrie principiile acestui tip de interacțiune. Deși nu citează studiul lui Bailey și colaboratorii (2000), Whitworth dezvoltă ideea interacțiunii politicoase pornind de la o operaționalizare politeții, definită ca „orice acțiune care oferă celui alt controlul asupra interacțiunii sociale, dacă acel control este dorit, de drept sau opțional“ (Whitworth, 2005, p. 355). Pornind de la premisa că oamenii preferă să interacționeze cu persoane politicoase, Whitworth sugerează că oamenii ar prefera să interacționeze cu programe de calculator politicoase și să evite progra-

mele de calculator nepoliticoase. Pornind de la analiza literaturii de specialitate din domeniul politeții interpersonale, Whitworth (2005, p. 357-359) oferă o serie de sugestii pentru îmbunătățirea calității interacțiunii om-calculator:

– *respectarea alegerii utilizatorului* – programele de calculator nu ar trebui să inițieze acțiuni care utilizează resurse ale calculatorului fără permisiune. Această sugestie pornește de la ideea că oamenii sunt proprietarii resurselor calculatoarelor proprii și ar trebui consultați când acestea sunt utilizate;

– *prezentarea programelor într-o manieră accesibilă* – utilizatorii trebuie să poată înțelege ce se întâmplă în calculatorul lor. Această sugestie pornește de la constatarea că multe dintre procesele care rulează în sistemul de operare MS Windows™ au denumiri care nu permit utilizatorului să înțeleagă scopul lor;

– *oferirea de alternative utile* – programele de calculator ar trebui să ofere utilizatorilor alternative pe care aceștia le pot înțelege;

– *înregistrarea și memorarea opțiunilor deja formulate* – odată ce utilizatorului i se solicită formularea unei opțiuni, programul trebuie să înregistreze acea opțiune și să o folosească în continuare.

Nevoia de optimizare a modalităților de semnalizare a erorilor

Toate aceste componente sociale ale interacțiunii om-calculator sunt însă ignorate în momentul în care sistemul de operare trebuie să semnaleze apariția unei erori. Mesajele de eroare sunt modalități de semnalare a unei defecțiuni sau a unei probleme în lucrul cu un program de calculator personal (PC). Prin natura lui, mesajul de eroare este un eveniment intruziv în activitatea de operare a calculatorului, eveniment care semnalează existența unei defecțiuni interne (eroarea de sistem) sau a unei operații greșite din partea utilizatorilor (eroarea de utilizare).

Literatura de specialitate care a analizat efectele întreruperilor asupra performanței utilizatorilor s-a axat pe diverse forme de întrerupere: mesaje tip pop-up, e-mail-uri, intervenția

experimentatorului, telefon etc. Studiile acestor forme ale întreruperilor au identificat apariția unui fenomen denumit de Ballas, Heitmeyer și Perez (1992, p. 129) *deficit de automatizare*. Deficitul de automatizare apare ca urmare a limitelor resurselor cognitive ale utilizatorului, în situația în care trebuie să rezolve sarcini multiple în același timp.

Apariția unei întreruperi presupune (a) accesarea informațiilor necesare rezolvării sarcinii secundare, (b) eliminarea din memoria de lucru a informațiilor legate de sarcina principală, (c) rezolvarea sarcinii secundare, (d) eliminarea din memoria de lucru a informațiilor legate de sarcina secundară și (e) accesarea informațiilor necesare rezolvării sarcinii principale. Experimental, existența unui deficit de automatizare poate fi observată prin răspuns întârziat din partea utilizatorului, răspuns mai puțin precis din partea utilizatorului, senzația subiectivă de pierdere a controlului și senzația subiectivă de stres (Ballas și colaboratorii, 1992). Diminuarea efectelor cognitive ale întreruperilor (în general) sau ale mesajelor de eroare (ca formă particulară de întrerupere) poate duce la evitarea unor erori de utilizare a calculatoarelor sau a oricărei mașini dependente de calculatoare. De exemplu, McFarlane (1999) relatează cazul unui avion prăbușit deoarece în timpul verificărilor pre-decolare echipajul a fost întrerupt de către controlorul de trafic, iar ulterior nu au finalizat verificările.

Prezența deficitului de automatizare ca urmare a mesajelor de eroare a fost demonstrată experimental (Maricuțoiu 2007, 2009). Rezultatele acestor studii au arătat că utilizatorii trec printr-o scădere drastică a eficienței procesării cognitive, în sarcini imediat următoare apariției mesajelor de eroare. Această scădere a eficienței procesării cognitive apare în contexte în care o întrerupere „obișnuită“ din partea calculatorului nu are efecte semnificative statistice. Aceste rezultate indică faptul că mesajele de eroare prezintă forme particulare ale întreruperilor, cu efecte mult mai puternice decât întreruperile studiate până în acest moment de literatura de specialitate.

Mai mult, se pare că aceste mesaje de eroare generează afectivitate negativă. Literatura de specialitate a evidențiat creșterea nivelului

anxietății ca stare ca urmare a întâlnirii unui mesaj de eroare (Maricuțoiu, 2006) sau creșterea nivelului agresivității utilizatorului ca urmare a mesajelor de eroare (Bessiere, Ceaparu, Lazar, Robinson, Shneiderman, 2004). În ceea ce privește anxietatea, rezultate raportate anterior au demonstrat că instalarea acesteia ca urmare a mesajelor de eroare duce la creșterea variațiilor randamentului procesării (Maricuțoiu, 2009). Aceste rezultate ne indică faptul că randamentul procesării scade atât datorită deficitului de automatizare, cât și datorită interferenței cu starea emoțională a utilizatorului.

Optimizarea semnalării erorilor în interacțiunea om-calculator

Una dintre primele lucrări care atrage atenția asupra necesității îmbunătățirii modului în care sunt semnalate erorile este cea realizată de Brown (1983). Încă de la începutul anilor '80, autorul citat anterior afirma că „utilizatorul învață dacă un sistem este prieten sau dușman atunci când utilizatorul comite greșeli în utilizare“ (p. 246). Analizând limitele mediilor de programare existente la acel moment, Brown (1983) oferea o serie de sugestii pentru designul mesajelor de eroare generate de greșelile de programare.

Ideile lansate de Brown sunt dezvoltate de Shneiderman (1986), care consideră că utilizatorii sunt descurajați de modul în care calculatorul comunică stagiul de executare a sarcinii. Mai mult, autorul citat anterior oferă o analiză a comunicării erorilor într-un context de utilizare mai larg decât în interacțiunea cu mediile de programare. Pentru a optimiza aceste modalități de comunicare, Shneiderman (1986) propune următoarele direcții de acțiune:

- a) creșterea atenției programatorilor în ceea ce privește conținutul mesajului;
- b) evaluarea mesajelor din punctul de vedere al controlului calității și derularea unor teste de calitate;
- c) dezvoltarea unor norme (engl. *guidelines*) de formulare a mesajelor de eroare:
 - acestea trebuie să aibă un ton pozitiv – mesajele nu trebuie să conțină termeni precum „invalid“, „ilegal“, „eroare“ sau „incorect“;

– acestea trebuie să fie specific și să descrie problema într-un limbaj accesibil utilizatorului – mesajele nu trebuie să conțină formularea „syntax error“ sau coduri de programare obscure;

– mesajele trebuie să asigure utilizatorului un anumit nivel de control, prin formularea unor opțiuni de genul „Salvează“ sau „Explică“.

După cum se poate observa, direcțiile de îmbunătățire specificate de Shneiderman (1986) vizau în special îmbunătățirea capacității utilizatorului de a înțelege mesajul de eroare. Totuși, rezultatele obținute în studii anterioare au indicat în mod repetat că abilitatea utilizatorului de a înțelege mesajul (operaționalizată prin variabila *Gradul de cunoaștere a limbii engleze*) nu are o legătură semnificativă cu reacția utilizatorului față de acesta nici la nivel cognitiv (Maricuțoiu 2007, 2009), nici la nivel afectiv (Maricuțoiu, 2006). Prin prisma acestor rezultate putem spune că reacția utilizatorului apare în urma unei procesări de suprafață a mesajului de eroare, deci îmbunătățirea capacității utilizatorului de a înțelege mesajul de eroare nu ar trebui să ducă la scăderea efectelor negative.

Obiectiv și ipoteze

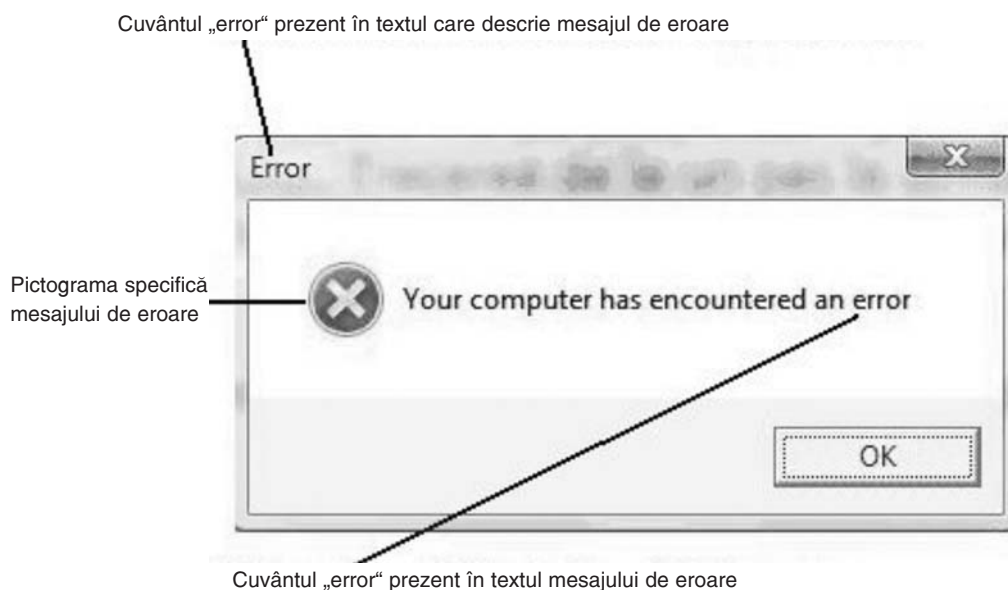
Studiul de față își propune identificarea unor soluții care să ducă la diminuarea efectelor afective și cognitive ale mesajelor de eroare.

Pentru identificarea soluțiilor care să ducă la diminuarea efectelor afective și cognitive ale mesajelor de eroare, pornim de la premiza procesării de suprafață a acestor mesaje. Această premiză este susținută de absența corelațiilor dintre capacitatea utilizatorilor de a înțelege limba engleză și efectele cognitive (Maricuțoiu 2007, 2009) sau efectele afective (Maricuțoiu, 2006) ale mesajelor de eroare. Procesarea de suprafață a mesajelor de eroare implică recunoașterea existenței unei probleme doar în urma analizei elementelor vizuale ale mesajului, fără a fi nevoie de o analiză a sensului mesajului. Din punctul nostru de vedere, elementele vizuale relevante pentru instalarea unei stări emoționale negative și pentru scăderea randamentului cognitiv sunt: elementele grafice specifice mesajului de eroare (pictograma), prezența cuvântului *error* în textul mesajului sau în textul descriptiv al mesajului de eroare.

Pentru atingerea primului obiectiv, am manipulat experimental fiecare dintre aceste trei elemente specifice mesajelor de eroare. Manipularea s-a realizat printr-un design experimental multifactorial intergrup de tip 2X2X2. Drept urmare, propunem următoarele ipoteze de cercetare:

H1a. Absența elementelor grafice specifice mesajelor de eroare (pictograma) va duce la scăderea efectelor fiziologice ale mesajelor de eroare.

Figura 1. Elementele mesajului de eroare luate în considerare în acest studiu



H1b. Absența elementelor grafice specifice mesajelor de eroare (pictograma) va duce la scăderea trăirii subiective a anxietății.

H1c. Absența elementelor grafice specifice mesajelor de eroare (pictograma) va duce la creșterea randamentului cognitiv al utilizatorilor, în sarcina post-eroare.

H2a. Absența cuvântului *error* din textul descriptiv al mesajului va duce la scăderea efectelor fiziologice ale mesajelor de eroare.

H2b. Absența cuvântului *error* din textul descriptiv al mesajului va duce la scăderea trăirii subiective a anxietății.

H2c. Absența cuvântului *error* din textul descriptiv al mesajului va duce la creșterea randamentului cognitiv al utilizatorilor, în sarcina post-eroare.

H3a. Absența cuvântului *error* din textul mesajului va duce la scăderea efectelor fiziologice ale mesajelor de eroare.

H3b. Absența cuvântului *error* din textul mesajului va duce la scăderea trăirii subiective a anxietății.

H3c. Absența cuvântului *error* din textul mesajului va duce la creșterea randamentului cognitiv al utilizatorilor, în sarcina post-eroare.

Metodologie

Participanți

Pentru stabilirea numărului de subiecți necesar derulării acestui studiu, am realizat o estimare a volumului eșantionului necesar pentru obținerea unui rezultat semnificativ la $\alpha = .05$, cu o putere statistică de .80, în condițiile în care mărimea efectului așteptată este medie ($f = .25$) și studiul va avea un design de tip 2X2X2 intergrup. Analiza de putere statistică a fost realizată cu ajutorul PowerStaTim 1.0 (Maricuțoiu & Sava, 2007), rezultatele indicând ca optim un număr de 16 de subiecți pentru fiecare condiție experimentală, deci un total de 128 de subiecți pentru derularea studiului.

La studiu au participat 110 studenți (din care 48% de gen masculin, 60% studenți la specializarea Psihologie). Toți subiecții au declarat că dețin un calculator personal, pe care îl folosesc zilnic.

Manipulări experimentale și variabilele dependente

Pentru testarea ipotezelor menționate anterior, vom manipula următoarele variabile independente:

- prezența/absența elementelor grafice;
- prezența/absența cuvântului „error“ în textul descriptiv al mesajului;
- prezența/absența cuvântului „error“ în textul mesajului.

Manipularea acestor elemente și înregistrarea timpilor de răspuns s-a realizat cu ajutorul unui software utilizat anterior de Maricuțoiu (2006, 2007, 2009). Acest software prezintă persoanei testate 24 de sarcini cognitive, sub forma unui test de inteligență. Acest software a fost programat să realizeze următoarele operații: înregistrează timpii de rezolvare ai fiecărei sarcini; înregistrează răspunsurile subiecților la fiecare sarcină; emite un mesaj către utilizator (tipul mesajului specificat anterior testării); înregistrează timpul din momentul apariției mesajului până când utilizatorul va apăsa butonul „OK“; și construiește o bază de date în care să stocheze toate informațiile înregistrate (răspunsul la fiecare item, timpul necesar pentru formularea răspunsului și timpul de citire al mesajului).

Design-ul experimental este unul de tip 2X2X2 intergrup, structurat în Tabelul 1.

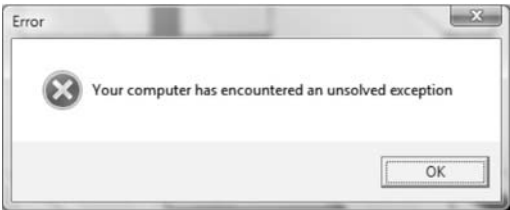
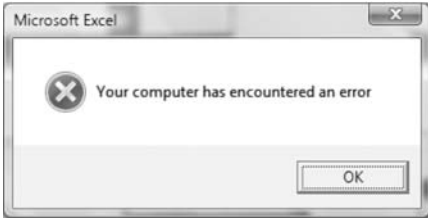

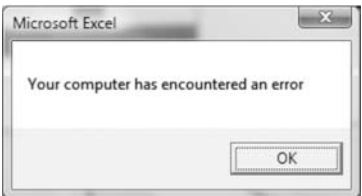

Variabile dependente

Pentru testarea ipotezelor menționate anterior, studiul va analiza următoarele variabile dependente: randamentul cognitiv în sarcina post-eroare și reacția emoțională.

Randamentul cognitiv în sarcina post-eroare reprezintă timpul de rezolvare a sarcinii din prima planșă, după apariția mesajului de eroare. Acest timp de rezolvare este măsurat din momentul apariției problemei pe ecran până în momentul în care utilizatorul oferă un răspuns la problemă.

Reacția emoțională a fost măsurată la sfârșitul sarcinii experimentale și a fost compusă din două măsurători: *reacții organice* și *trăire subiectivă a anxietății*. Reacțiile organice au vizat parametrii cardiovasculari (puls, tensiune), măsurăți cu un dispozitiv automat de măsurare marca Omron (model R7). Am optat pentru

Tabelul 1. Mesajele din condițiile experimentale

Element grafic	Text descriptiv	Textul mesajului	
		Conține cuvântul „error”	Nu conține cuvântul „error”
Prezent	Cuvânt „error” prezent		
	Cuvânt „error” absent		
Absent	Cuvânt „error” prezent		
	Cuvânt „error” absent		

acest model deoarece este unul dintre puținele dispozitive disponibile pe piață care este validat clinic (conform Manualului de utilizare a Omron R7). Deoarece măsurarea tensiunii arteriale este dependentă de locația în care este plasat dispozitivul de măsurare – pe antebraț sau pe încheietura mâinii (conform Manualului de utilizare a Omron R7), am luat în considerare doar pulsul subiecților. Această decizie este susținută și de literatura de specialitate, care afirmă că modificarea ritmului cardiac reprezintă cel mai evident efect fiziologic al reacțiilor emoționale (Roșca, 1974). *Trăirea subiectivă a anxietății* a fost măsurată cu ajutorul listei de adjective PANAS-X (Watson și Clark, 1992). PANAS-X este un instrument compus din 60 de adjective, iar sarcina subiectului este să evalueze pe o scală de la 1 la 5 gradul în care fiecare adjectiv caracterizează starea sa de moment. Aceste două măsurători au fost făcute imediat după finaliza-

rea sarcinii experimentale. Între momentul apariției mesajului de eroare și momentul la care s-au făcut aceste măsurători au trecut, în medie, 2 minute.

Variabile independente și covariate

Alături de manipulările experimentale, ne propunem să controlăm statistic următoarele variabile: *randament cognitiv general* și *stabilitate emoțională*. Randamentul cognitiv general reprezintă media timpilor de rezolvare a problemelor precursore mesajului de eroare. Randamentul cognitiv general a fost introdus în analiză pentru a controla statistic diferențele interpersonale dintre participanți. Stabilitatea emoțională a fost măsurată cu ajutorul Inventarului de personalitate DECAS (Sava, 2008) și a fost introdusă în analiză pentru a controla diferențele interpersonale de la nivelul reactivității emoționale a participanților.

Procedură

Studiul a fost organizat în spațiile Centrului de Studii și Cercetări Psihologice din Timișoara și a implicat trei etape. Într-o primă etapă, participanții au fost introduși într-o sală în care au completat Inventarul de personalitate DECAS (Sava, 2008). Ulterior, participanții au fost invitați individual într-o încăpere, pentru a completa etapa experimentală pe calculator. Ultima etapă s-a desfășurat tot individual și a presupus măsurarea parametrilor fiziologici și completarea de către subiecți a listei de adjective PANAS-X (Watson și Clark, 1992). Măsurarea parametrilor fiziologici și completarea listei de adjective PANAS-X (Watson și Clark, 1992) a fost realizată în aceeași sală, imediat după ce subiecții au finalizat sarcina pe calculator. Intervalul de timp dintre apariția mesajului și înre-

gistrarea datelor privind reacția afectivă a variat între 1 și 4 minute (cu o medie de 2 minute).

Rezultate obținute

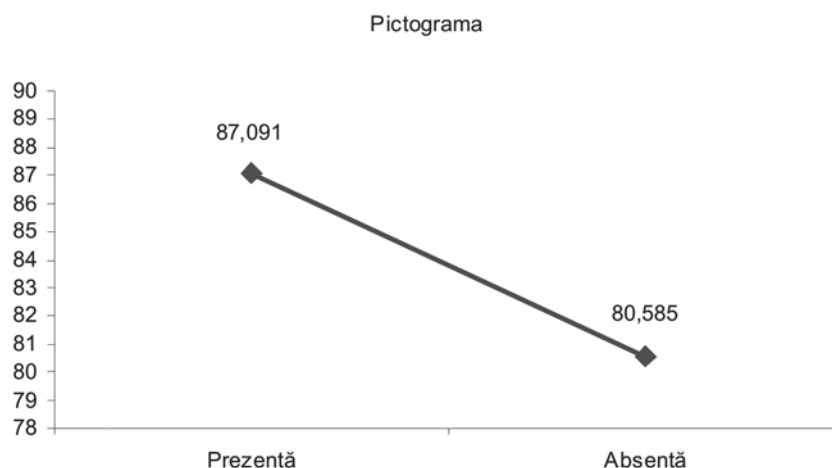
Factori ce influențează pulsul post-experiment

Ritmul cardiac reprezintă cel mai bun indicator fiziologic al instalării unei stări emoționale. În studiul de față pulsul a fost înregistrat imediat după finalizarea sarcinii experimentale, utilizând un aparat automat de măsurare a ritmului cardiac și a tensiunii arteriale. Analiza statistică a rezultatelor a implicat folosirea analizei de covarianță (ANCOVA), iar rezultatele sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabel 2. Rezultatele analizei de covarianță (VD = puls)

	SS	df	MS	F	p	Eta pătrat parțial	Putere statistică
Stabilitate emoțională	799,269	1	799,269	4,224	.042	.041	.530
Error în text	1,346	1	1,346	0,007	.933	.000	.051
Error în bara de stare	62,042	1	62,042	0,328	.568	.003	.088
Pictograma	953,271	1	953,271	5,037	.027	.048	.604
Error_text * Error_bară	1,558	1	1,558	0,008	.928	.000	.051
Error_text * Pictograma	279,293	1	279,293	1,476	.227	.015	.225
Error_sus * Pictograma	64,810	1	64,810	0,342	.560	.003	.089
Error_text * Error_bară * Pictograma	26,095	1	26,095	0,138	.711	.001	.066
Eroare intergrup	18734,571	99	189,238				
Total	781265,000	108					

Figura 2. Variația ritmului cardiac în funcție de prezența/absența pictogramei



Analiza statistică a relevat efecte semnificative ale variabilei independente *Pictogramă* ($F(1,99) = 5,037, p = .027$) și ale covariatei *Stabilitate emoțională* ($F(1,99) = 4,224, p = .042$).

Analizând statisticile descriptive prezentate în Tabelul 3, putem observa că absența pictogramei în structura mesajului de eroare duce la scăderea ritmului cardiac a utilizatorilor. După cum se poate observa din Figura 2 (sau din Tabelul 3) pulsul mediu al participanților în condiția „pictogramă prezentă” a fost de 87.09 bătăi pe minut, iar pulsul mediu al subiecților din condiția „pictogramă absentă” a fost de 80.58 bătăi pe minut. În ceea ce privește relația semnificativă dintre ritmul cardiac și stabilitatea emoțională, această corelație este una negativă: $r(106) = -.206, p = .033$.

Rezultatele prezentate până în acest moment au oferit suport pentru ipoteza H1a (pre-

zența/absența pictogramei influențează ritmul cardiac al utilizatorilor). Datele obținute în cadrul acestui experiment au infirmat ipoteza H2a (prezența/absența cuvântului *error* în textul descriptiv influențează ritmul cardiac al utilizatorilor) și ipoteza H3a (prezența/absența cuvântului *error* din textul mesajului influențează ritmul cardiac al utilizatorilor).

Factori ce influențează Anxietatea ca stare

Anxietatea ca stare a fost măsurată cu ajutorul scalei „Frică” din cadrul listei de adjective PANAS-X (Watson și Clark, 1992). Această listă a fost completată individual de către participanți, imediat după finalizarea sarcinii experimentale. Statisticile descriptive ale celor 8 grupe experimentale sunt prezentate în Tabelul 5.

Rezultatele analizei statistice confirmă rezultatele obținute în analiza anterioară. Variația anxietății ca stare este influențată semnificativ

Tabel 3. Statistici descriptive ale celor 8 grupe experimentale (VD = Puls)

Cuvântul <i>error</i> prezent în mesaj	Cuvântul <i>error</i> prezent în bara ferestrei	Pictograma	N	Medie	Abatere standard
NU	NU	NU	13	81,00	17,87
		DA	14	87,21	18,79
		Total	27	84,22	18,27
	DA	NU	14	78,57	13,43
		DA	14	89,78	9,09
		Total	28	84,17	12,62
	Total	NU	27	79,74	15,46
		DA	28	88,50	14,54
		Total	55	84,20	15,50
DA	NU	NU	12	80,58	12,73
		DA	14	83,50	8,07
		Total	26	82,15	10,36
	DA	NU	14	82,21	13,54
		DA	13	87,92	14,93
		Total	27	84,96	14,24
	Total	NU	26	81,46	12,93
		DA	27	85,63	11,85
		Total	53	83,58	12,45
Total	NU	NU	25	80,80	15,29
		DA	28	85,35	14,31
		Total	53	83,20	14,82
	DA	NU	28	80,39	13,36
		DA	27	88,88	12,04
		Total	55	84,56	13,32
	Total	NU	53	80,58	14,17
		DA	55	87,09	13,25
		Total	108	83,89	14,03

de prezența sau absența pictogramei specifice mesajului de eroare ($F(1,100) = 5,201, p = .025$)

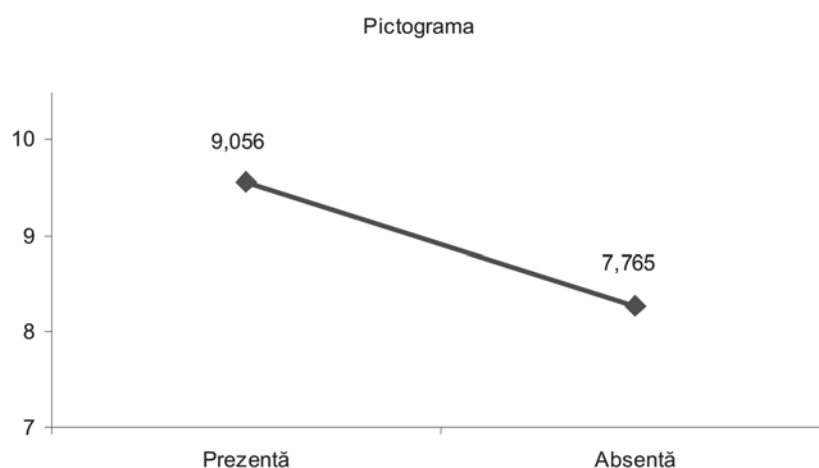
și de variațiile *Stabilității emoționale* ($F(1,100) = 4,714, p = .032$).

Tabel 4. Rezultatele analizei de covarianță (VD = anxietatea ca stare)

	SS	df	MS	F	p	Eta pătrat parțial	Putere statistică
Stabilitate emoțională	28,237	1	28,237	4,714	.032	.045	.576
Error în text	11,090	1	11,090	1,851	.177	.018	.271
Error în bara de stare	9,181	1	9,181	1,533	.219	.015	.232
Pictograma	31,152	1	31,152	5,201	.025	.049	.617
Error_text * Error_bară	3,143	1	3,143	0,525	.471	.005	.111
Error_text * Pictograma	4,443	1	4,443	0,742	.391	.007	.137
Error_sus * Pictograma	0,905	1	0,905	0,151	.698	.002	.067
Error_text * Error_bară * Pictograma	2,607	1	2,607	0,435	.511	.004	.100
Eroare intergrup	598,966	100	5,990				
Total	8406,000	109					

Tabelul 5. Statistici descriptive ale celor 8 grupe experimentale (VD = Anxietatea ca stare)

Cuvântul <i>error</i> prezent în mesaj	Cuvântul <i>error</i> prezent în bara ferestrei	Pictograma	N	Medie	Abateri standard	
NU	NU	NU	13	8,07	1,70	
		DA	14	9,14	2,53	
		Total	27	8,63	2,20	
	DA	DA	NU	14	7,50	1,82
			DA	14	8,28	2,58
			Total	28	7,89	2,23
	Total	Total	NU	27	7,77	1,76
			DA	28	8,71	2,55
			Total	55	8,25	2,23
DA	NU	NU	10	8,20	2,20	
		DA	13	9,61	3,12	
		Total	23	9,00	2,79	
	DA	DA	NU	14	7,42	2,65
			DA	13	9,23	2,48
			Total	27	8,29	2,68
	Total	Total	NU	24	7,75	2,45
			DA	26	9,42	2,77
			Total	50	8,62	2,73
Total	NU	NU	23	8,13	1,89	
		DA	27	9,37	2,78	
		Total	50	8,80	2,47	
	DA	DA	NU	28	7,46	2,23
			DA	27	8,74	2,53
			Total	55	8,09	2,45
	Total	Total	NU	51	7,76	2,09
			DA	54	9,05	2,65
			Total	105	8,42	2,47

Figura 3. Evoluția Anxietății ca stare în funcție de prezența sau absența pictogramei


În mod similar cu rezultatele obținute în analiza datelor fiziologice, absența pictogramei din cadrul mesajului primit de participanți a dus la scăderea nivelului de frică autoraportată.

Rezultatele prezentate în Tabelul 5 nu indică relații semnificative între anxietatea ca stare și prezența cuvântului *error* în textul mesajului (rezultat ce infirmă ipoteza H2b) sau între anxietatea ca stare și prezența cuvântului *error* în textul care descrie mesajul (rezultat ce infirmă ipoteza H3b).

Factori ce influențează Randamentul cognitiv în sarcina post-eroare

Randamentul cognitiv a fost măsurat prin înregistrarea timpului de rezolvare a planșei

imediat următoare mesajului de eroare. Din cei 110 de participanți, am eliminat cinci subiecți care au înregistrat timpi de rezolvare în afara intervalului de $\pm 2\sigma$ față de medie. Acești

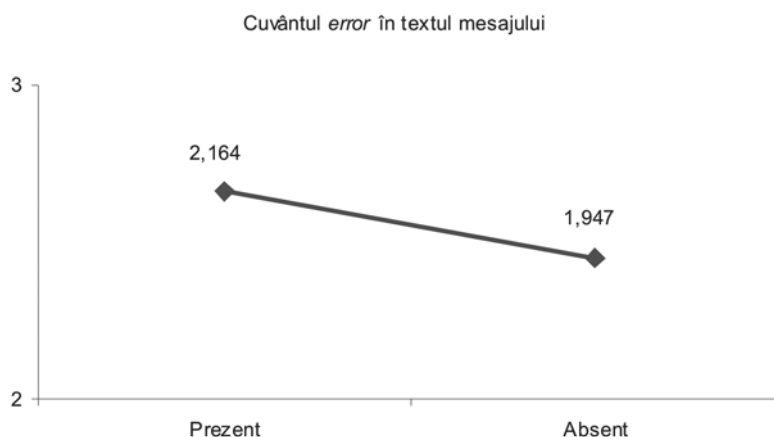
Rezultatele obținute au indicat mai mulți factori care influențează variația randamentului cognitiv în sarcinile post-eroare. Astfel, variabila noastră dependentă este influențată de randamentul cognitiv general ($F(1,96) = 19,916$, $p < .001$), de prezența cuvântului *error* în textul mesajului ($F(1,96) = 5,822$ și de interacțiunea între cele trei variabile independente ale acestui studiu ($F(1,96) = 8,016$, $p = .006$).

Analizând mediile celor 8 grupe experimentale, putem observa faptul că existența cuvântului *error* în textul mesajului a dus la creș-

Tabelul 6. Rezultatele analizei de covarianță (VD = Randament cognitiv)

	SS	df	MS	F	p	Eta pătrat parțial	Putere statistică
Randament cognitiv general	4,038	1	4,038	19,916	0,000	.172	.993
<i>Error</i> în text	1,180	1	1,180	5,822	.018	.057	.666
<i>Error</i> în bara de stare	0,453	1	0,453	2,235	.138	.023	.316
<i>Pictograma</i>	0,559	1	0,559	2,759	.100	.028	.376
Error_text * Error_bară	0,356	1	0,356	1,754	.188	.018	.259
Error_text * Pictograma	0,699	1	0,699	3,448	.066	.035	.452
Error_sus * Pictograma	0,187	1	0,187	0,922	.339	.010	.158
Error_text * Error_bară * Pictograma	1,625	1	1,625	8,016	.006	.077	.800
Eroare intergrup	19,464	96	0,203				
Total	466,788	105					

Figura 4. Evoluția timpului de rezolvare a problemei post-eroare în funcție de prezența/absența cuvântului *error* în textul mesajului



Tabelul 7. Statistici descriptive ale celor 8 grupe experimentale (VD = Randament cognitiv)

Cuvântul <i>error</i> prezent în mesaj	Cuvântul <i>error</i> prezent în bara ferestrei	Pictograma	N	Medie	Abatere standard	
NU	NU	NU	11	1,90	0,43	
		DA	13	1,94	0,54	
		Total	24	1,92	0,48	
	DA	NU	14	2,15	0,42	
		DA	14	1,91	0,45	
		Total	28	2,03	0,45	
	Total	NU	25	2,04	0,43	
		DA	27	1,92	0,49	
		Total	52	1,98	0,46	
	DA	NU	NU	12	2,21	0,42
			DA	13	2,03	0,51
			Total	25	2,12	0,47
DA		NU	14	2,00	0,49	
		DA	14	2,22	0,59	
		Total	28	2,11	0,54	
Total		NU	26	2,10	0,46	
		DA	27	2,13	0,55	
		Total	53	2,11	0,51	
Total		NU	NU	23	2,07	0,44
			DA	26	1,98	0,52
			Total	49	2,02	0,48
	DA	NU	28	2,07	0,46	
		DA	28	2,06	0,54	
		Total	56	2,07	0,49	
	Total	NU	51	2,07	0,45	
		DA	54	2,02	0,53	
		Total	105	2,05	0,49	

terea timpului de rezolvare a problemei post-experiment.

Se poate observa faptul că media cea mai mare (2,226) a fost înregistrată la grupul experimental care a întâlnit mesajul „clasic“ de eroare, iar media cea mai mică (1,909) a fost înregistrată la mesajul care s-a diferențiat cel mai mult de mesajul de eroare (fără pictogramă și fără cuvântul *error* în textul mesajului sau în textul descriptiv al mesajului).

Discuții

Studiul de față și-a propus ca obiectiv principal identificarea unor soluții de optimizare a modului în care calculatorul raportează apariția erorilor. Pentru atingerea acestui obiectiv, participanții au fost împărțiți în 8 grupe experimentale și, în funcție de grupa experimentală, au întâmpinat opt tipuri de mesaje de eroare. Prin cele opt mesaje de eroare au fost manipulate trei variabile independente: prezența/absența pictogramei și prezența/absența cuvântului *error* în textul mesajului sau în textul care descrie mesajul de eroare. În cadrul acestui experiment, putem considera că grupul de control este cel care a întâmpinat un mesaj de eroare „clasic“ și îmbunătățirea constatată la nivelul variabilelor independente este evaluată prin raportare la acest grup. Din punctul nostru de vedere, optimizarea raportării erorilor implică reducerea efectelor afective și cognitive ale acestor mesaje.

Rezultatele indică faptul că elemente diferite ale mesajului de eroare au efecte diferite. Conform rezultatelor obținute în acest studiu, anumite elemente influențează reacțiile afective și alte elemente influențează efectele cognitive ale mesajelor de eroare.

Astfel, se pare că elementele grafice ale mesajelor de eroare (pictograma) influențează semnificativ reacția afectivă a utilizatorilor. Atât în cazul măsurătorilor fiziologice (ritmul cardiac), cât și în cazul autoevaluărilor obiective, am obținut rezultate care indică faptul că absența elementului grafic duce la scăderea semnificativă a acestor parametri. Mai mult, acest rezultat a fost obținut în contextul în care stabilitatea emoțională a fost menținută constantă (deoarece a fost introdusă ca și covariată). Ast-

fel, efectele au putut fi observate generalizat, indiferent de nivelul de reactivitate emoțională al utilizatorilor.

În ceea ce privește variațiile randamentului cognitiv în sarcina post-eroare, acestea pot fi atribuite atât randamentului cognitiv general (măsurat înaintea apariției mesajului de eroare), cât și elementelor mesajelor de eroare. Conform rezultatelor noastre, prezența sau absența cuvântului *error* în textul mesajului de eroare influențează semnificativ timpul necesar pentru rezolvarea sarcinii cognitive următoare. De asemenea, s-au înregistrat variații semnificative ale randamentului cognitiv, în funcție de combinarea tuturor elementelor care compun interfața grafică a mesajului de eroare. După cum era de așteptat, cea mai mare diferență dintre medii se poate constata între media timpilor de răspuns a grupului care a primit un mesaj cu o interfață „clasică“ și media timpilor de răspuns a grupului care a primit un mesaj de eroare care semnală o „problemă“ (nu o eroare) și nu avea elementele grafice specifice.

În concluzie, rezultatele obținute indică faptul că efectele afective și cognitive ale mesajelor de eroare pot fi diminuate printr-o modificare a interfeței grafice și a modului în care este formulat mesajul de eroare. Astfel, dispariția elementului grafic (pictograma) poate îmbunătăți modul în care utilizatorii reacționează afectiv la aceste mesaje nedorite. În ceea ce privește conținutul mesajului de eroare, se pare că recomandările făcute de Shneiderman (1986) în urmă cu 20 de ani își păstrează actualitatea: prezența cuvântului *error* duce la scăderea randamentului cognitiv al utilizatorilor în sarcinile post-eroare. În plus, cele trei elemente analizate în acest studiu au un efect aditiv asupra randamentului cognitiv al utilizatorilor.

Reproiectarea interfeței mesajelor de eroare trebuie să ia în considerare atât recomandările lui Shneiderman (1986) legate de formularea mesajului în sine, cât și elementele grafice ale mesajului (care sunt importante pentru reacția afectivă a utilizatorilor). În plus, considerăm că o îmbunătățire semnificativă a reacțiilor utilizatorilor s-ar putea obține în urma aplicării principiilor de politețe în interacțiunea om-calculator (Whitworth, 2005).

Pornind însă de la rezultatele identificate prin acest studiu, pentru optimizarea modalităților de raportare a erorilor în interacțiunea om-calculator, trebuie luate următoarele măsuri:

- modificarea elementelor grafice ale interfeței – renunțarea la pictograma specifică mesajelor de eroare;
- eliminarea cuvântului *error* din textul mesajului și din textul descriptiv al mesajului de eroare;
- identificarea unei soluții tehnice care să nu mai permită întreruperea utilizatorului din activitatea sa principală, decât dacă eroarea vizează strict programul utilizat în acel moment;
- formularea unor mesaje de eroare care să țină cont de nivelul de cunoștințe al utilizatorului, astfel încât acesta să poată identifica opțiuni comportamentale viabile.

Bibliografie

- Bailey, B. P., Konstan, J. A. & Carlis, J. V. (2000). Measuring the effects of interruptions on task performance in the user interface. În: *IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics 2000 (SMC 2000)* (pp. 757-762), IEEE.
- Ballas, J. A., Heitmeyer, C. L. & Pérez, M. A. (1992). Evaluating two aspects of direct manipulation in advanced cockpits. În: P. Bauersfeld, J. Bennett & G. Lynch (Eds.) *Proceedings of CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 127-134), New York: ACM Press.
- Bessiere, K., Ceaparu, I., Lazar, J., Robinson, J.P., & Shneiderman, B. (2004). Social and Psychological Influences on Computer User Frustration. În Bucy, E. and Newhagen, J. (eds.) *Media Access: Social and Psychological Dimensions of New Technology Use* (pp.169-192). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, P.J. (1983). Error Messages: The Neglected Area of The Man/Machine Interface? *Communications of the ACM*, 26, 246-249.
- Carroll, J.M. & McKendree, J. (1987). Interface Design Issues for Advice-Giving Expert Systems. *Communications of the ACM*, 30, 14-31.
- Maricuțoiu, L.P & Sava, F.A. (2007). *PowerStaTim 1.0 – Analiza puterii statistice și a mărimii efectului*. Disponibil la: www.psihologietm.ro începând cu data de 1.07.2008.
- Maricuțoiu, L.P. (2006). Emotional response to computer error messages. *Psihologia Resurselor Umane*, 4(2), p.46-53.
- Maricuțoiu, L.P. (2007). Efecte cognitive ale mesajelor de eroare. În Marhan, A.M., Popovici, D.M. (editori): *Volumul de lucrări al celei de-a Patra Conferințe Naționale de Interacțiune Om-Calculator – ROCHI 2007*, București: Matrixrom, p. 75-78.
- Maricuțoiu, L.P. (2009). Efecte psihologice ale mesajelor de eroare. Interferența dintre reacțiile cognitive și afective ale utilizatorului. *Revista de Psihologie Aplicată*, 10, 15-25.
- McFarlane, D. C. (1999). Coordinating the interruption of people in human-computer interaction. În Sasse, A., Johnson, C. (Eds.) *Proceedings of Human-Computer Interaction (INTERACT'99)*, Amsterdam: IOS Press, 295-303.
- Roșca, Al. (1974). Afectivitatea. În Roșca, Al. (coord.) *Psihologie generală*. București: E.D.P., p. 400-418.
- Sava, F. (coord.) (2008). *Inventarul de personalitate DECAS. Manualul de utilizare*. Timișoara: Editura ArtPress.
- Shneiderman, B. (1986). Designing Computer System Messages. *Communications of the ACM*, 25, 610-611.
- Tzeng, J.Y. (2004). Toward a more civilized design: studying the effects of computers that apologize. *International Journal of Human-Computer Studies*, 61, 319-345.
- Watson, D. & Clark, L.A. (1992). On Traits and Temperament: General and Specific Factors of Emotional Experience and Their Relation to the Five Factor Model. *Journal of Personality*, 60(2), 441-476.
- Whitworth, B. (2005). Polite Computing. *Behaviour & Information Technology*, 24, 353-363.