

Soluții imersive pentru experiența utilizatorului în învățământul superior



ZSIGMOND IMRE

Îndrumător: Prof. Dr. PÂRV BASIL

Facultatea de Matematică și Informatică
Universitatea Babeș-Bolyai

Rezumat

Cuprins

1	Motivarea cercetării	1
1.1	Cuvânt înainte și scopurile cercetării	1
1.2	Structura tezei	2
1.3	Contribuții originale	2
2	Cercetarea de bază pentru o platformă de gamification	4
2.1	Tehnici de joc folosite în educație	4
2.2	Banc de lucru pentru gamification	4
2.2.1	Descrierea soluției	4
2.2.2	Detalii tehnice ale evaluării automatizate	5
2.2.3	Pornind către primul experiment	6
2.3	GamifyCS: primul studiu de caz	6
2.3.1	Descrierea studiului	6
2.3.2	Analiza datelor	8
2.4	GamifyCS: Al doilea studiu	9
2.4.1	Descrierea studiului	9
2.4.2	Analiza datelor pentru al doilea studiu de caz	10
3	Încurajări ale excelenței	12
3.1	Insigne digitale în educație	12
3.2	Descoperiri în privința utilizării insinelor digitale în educație	12
3.2.1	Procedura de evaluare	12
3.2.2	Tipuri de insigne	12
3.2.3	Rezultatele raportate	13
3.2.4	Aplicații	14
3.3	Acordarea insinelor	14
3.3.1	Nevoia de insigne	14
3.3.2	Algoritmul de premiere	15
3.3.3	Integrarea insinelor digitale și analiza de cod static în gamifyCS	15

4 Tehnici avansate de gamification	17
4.1 Introducere	17
4.1.1 Personalizarea gamification-ului	17
4.2 Componente	18
4.2.1 Elemente de gamification	18
4.2.2 4.2.2 Trăsături psihologice	19
4.2.3 Tipuri de jucători	19
4.3 O ontologie care să lege gamification-ul de trăsături psihologice	20
4.3.1 Măsurători și formule	20
4.3.2 Formalizarea regulilor de joc	22
4.4 UX Avansată: realitatea augmentată și utilizarea ei cu gamification	23
4.4.1 Detectare de fețe	23
4.4.2 Afecțiuni ale pielii	23
4.4.3 UX Avansată: realitate augmentată – soluție și experiment	24
Referințe	26

Capitol 1

Motivarea cercetării

Cuvinte cheie: Gamification, Experiență utilizator, Evaluare automată, Design studiu, Analiza datelor, Analiza codului static, Ontologie, Realitate augmentată

1.1 Cuvânt înainte și scopurile cercetării

Această teză de doctorat este rezultatul cercetării mele proprii asupra subiectelor experiențelor imersive de utilizator, sub forma gamification-ului, în studiul informaticii. Lucrul meu la teză a început în 2016 sub coordonarea profesorului Dr. Bazil Pârv. Principalul obiectiv al cercetării noastre reprezintă aplicarea unor tehnici de gamification în educația universitară. Pentru a îndeplini acest obiectiv am identificat următoarele scopuri subordonate:

1. Să creăm și să validăm o platformă de gamification
2. Să personalizăm experiența învățării prin tehnici dinamice de gamification
3. Să studiem efectele aplicate ale tehnicilor de gamification în educația superioară

Primul nostru scop subordonat a început prin a analiza literatura de specialitate. Prin ea, am identificat rapid o nevoie de cercetare de bază. Platforma workbench de gamification a fost scrisă, ținând cont de experimente succesive viitoare. Ea a fost creată pentru a putea fi extinsă, configurată și măsurată. Principala abordare a presupus proiectarea și arhitectura de baze de date, proiectare web, algoritmi de verificare a corectitudinii și analiza de date. Pentru scopurile noastre de cercetare am fost interesați să studiem feedback-ul instantaneu și tehnicile narrative de gamification. Inițial, pentru a le compara cu status quo-ul. Apoi pentru a adăuga schimbări bine definite, pentru a proiecta un experiment în jurul lor, pentru a analiza datele și pentru a-l repeta pentru cele mai bune performanțe, plecând de la varianta anterioară pentru noul experiment.

A doua noastră abordare a fost preocupată cu explorarea unor direcții alternative pentru utilizarea conceptului de gamification pentru a îmbunătăți experiența utilizatorului. Scopurile noastre de cercetare au presupus explorarea literaturii de specialitate pentru facilitarea unor experimente viitoare în jurul abordării principale. De asemenea, am căutat să punem fundația pentru un plan pe termen lung la care să ajungă abordarea principală. Mai exact, personalizarea educației prin tehnici dinamice de gamification, legate de personalitatea studentului. În

cele din urmă, ca un al treilea scop subordonat, am dorit să cercetăm utilizarea acestor tehnici cu alte tehnologii, mai exact cu Realitatea Augmentată. Al doilea scop a presupus analiza de cod static, tehnici de învățare automată, evaluări ale literaturii de specialitate, crearea de ontologie și aplicări ale realității augmentate. A fost identificată integrarea analizei de cod static și testată, ca prototip, pentru a fi folosită în abordarea principală. În paralel, a fost dezvoltată o ontologie care să conecteze gamification-ul de trăsături de personalitate, și, separat, o soluție de realitate agumentată a fost creată pentru a ajuta în studiul bolilor.

1.2 Structura tezei

Capitolul 2 cuprinde un workbench de gamification, conceput pentru a întreprinde diverse experimente. Nevoia de experimente inițiale a fost identificată, și verficatorul de corectitudine inițial a fost construit, apoi website-ul a fost construit, cu toate trăsăturile necesare primului experiment. A fost creat conținutul ramificat al materialului de curs OOP, laolaltă cu diverse scenarii de test. Primul experiment și-a propus feedback instantaneu și / sau narative împotriva controlului, oferind o susținere concludivă teoriei noastre. Al doilea experiment a amplificat rezultatele primului, concomitent adunând date pentru experimentele noastre ulterioare și pentru ontologia prezentată în capitolul 3.

Capitolul 3 conține evaluarea noastră a literaturii de specialitate, legată de utilitatea insinelor digitale. Au fost parcurse 45 de lucrări axate pe informatică, identificând tipuri, rezultate și aplicări ale insinelor. În continuare, am întreprins o investigare în legătură cu felul în care insignele digitale pot fi integrate în sistemul prezentat în capitolul anterior, concluzionând că analiza de cod static e necesară. A urmat o demonstrare legată de cum poate fi integrată în aplicația principală, alături de tehnicile de învățare automatizată pentru generarea insinelor.

Capitolul 4 conține ontologia creată pentru a lega tehnicile de gamification de două tipuri de trăsături de personalitate. Scopul ontologiei a fost să personalizeze experiența de utilizator în funcție de personalitatea utilizatorului. Am demonstrat mecanismul necesar acestei mize. Investigații adiționale legate de cum poate fi integrată în aplicația principală au fost întreprinse. Capitolul continuă prin descrierea unei aplicații de realitate augmentată și a unui studiu creat pentru a simula patologii în indivizi, pentru a putea antrena studenții de medicină în diagnosticare, încurajând competiția prin folosirea unor tehnici de jocuri.

1.3 Contribuții originale

Contribuțiile originale introduse în această teză sunt cuprinse în capitolele 2, 3 și 4 și sunt următoarele:

Contribuții teoretice:

- Proiectarea arhitecturii de software pentru implementarea unor tehnici de gamification, pentru studenți de informatică [Secțiunea 2.2.1]
- Algoritm pentru evaluarea corectitudinii software-ului prin manipulări de I/O [Secțiunea 2.2.2]
- Proiectare experimentală și rularea primului experiment pe o grupă de an întregă de studenți de informatică (200+) [Secțiunea 2.3.1]
- Analiza de date în raport cu primul experiment [Secțiunea 2.3.2]

- Proiectare experimentală și rularea celui de-al doilea experiment pe o grupă de an întregă de studenți de informatică (200+) [Secțiunea 2.4.1]
- Analiza de date în raport cu al doilea experiment [Secțiunea 2.4.2]
- Evaluarea literaturii de specialitate legată de utilizarea insinelor digitale [Secțiunea 3.2]
- Proiectare experimentală pentru implementarea și acordarea de insigne [Secțiunea 3.3]
- Ontologia pentru conectarea unor tehnici de jocuri de trăsături de personalitate [Secțiunea 4.3]
- Proiectarea experimentală și rularea unui experiment la scară redusă, legat de utilitatea aplicării de RA unor studenți de medicină [Secțiunea 4.4.3]
- Exemplu de formalizare de regulă de joc, pentru utilizare în raționarea de ontologie [Secțiunea 4.3.2]

Contribuții practice:

- Implementarea arhitecturii propuse [Secțiunea 2.2.2]
- Testarea de scripturi pentru a verifica teme [Secțiunea 2.2.2]
- Crearea de conținut tehnic personalizat, bazat pe grafice, pentru 5 alegeri narative [Secțiunea 2.3.1]
- POC de verificare a plagiatului pentru integrarea aplicației principale [Secțiunea 2.2.3]
- POC de analiză de cod static pentru integrarea aplicației principale [Secțiunea 3.3.3]
- Clasificator pentru arbore decizional, pentru a genera insigne digitale [Secțiunea 3.3.2]
- Funcții pentru distribuirea studenților unor experiențe de utilizator, bazate pe indicatorii studenților [Secțiunea 4.3.1]
- POC de ontologie pentru integrarea aplicației principale [Secțiunea 4.3.1]
- Aplicație de realitate augmentată care să permită proiectarea unor reprezentari de patologii pe fețe [Secțiunea 4.4.1]
- Tehnici de jocuri care să facă aplicația de realitate augmentată mai competitivă [Secțiunea 4.4.3]

Capitol 2

Cercetarea de bază pentru o platformă de gamification

2.1 Tehnici de joc folosite în educație

Acest capitol e dedicat lucrului întreprins în privința primului și celui de-al treilea scop subordonat de cercetare. El detaliază dezvoltarea principalei platforme de gamification și implementarea tehnicilor de feedback instantaneu și de gamification narativ. El descrie proiectarea a două studii empirice la scară medie, implementarea metodologiei și analiza datelor colectate.

Tehnicile de joc, în general, sunt discutate mai aprofundat în secțiunile 3.1 și 4.2.1. Cele două tehnici utilizate sunt feedback-ul instantaneu, implementat ca notare automată, și constructele narrative, după cum am putut deriva utilitatea lor din literatura de specialitate.

Odată cu proliferarea tehnicilor de gamification folosite în literatura de specialitate, o lipsă de cercetare de bază a fost constatată. Un sentiment împărtășit de [Dicheva et al. (2015)]. O explorare sistematică a paradigmei a fost întreprinsă, începând de la cele mai bune practici actuale și adăugând etapizat elemente noi de gamification, comparându-le cu unele anterioare, validând fiecare pas, progresiv. Această abordare este în contrast cu simpla îmbunătățire a tehnicilor de evaluare [Chrysafiadi et al. (2018)]. Miza finală este să explorăm personalizarea tehnicilor de gamification în funcție de trăsăturile de personalitate ale studenților. Abordarea noastră a acestei provocări a presupus crearea unui workbench de gamification, o platformă online care să țină cont de posibilitatea unor configurări și expansiuni viitoare.

2.2 Banc de lucru pentru gamification

2.2.1 Descrierea soluției

Instrumentul propus trebuie atât să valideze temele, cât și să fie un workbench solid de gamification. Procesul, în general, începe printr-o încărcare de partea studentului. Arhiva e salvată local, pe server, extrasă, curățată și pregătită pentru verificări de plagiat.

Necesitățile propuse au dictat majoritatea deciziilor noastre arhitecturale. Un site web a fost ales pentru accesibilitate mai ușoară, mai exact un website proiectat folosind ASP.NET MVC în C#. Site-ul are un număr mare de pagini dedicate administrării de date pentru profesori, în mare parte CRUD-uri, și un număr mai mic de pagini care pot fi accesate de studenți.

2.2.2 Detalii tehnice ale evaluării automatizate

Feedback-ul instantaneu e una dintre cele mai simple idei din gamification, însă este de asemenea una dintre trăsăturile cele mai dificil de implementat coerent. Feedback-ul aproape instantaneu ajută considerabil în procesul de învățare, oglindind lumea reală.

Pentru a obține un ciclu de feedback rapid, o platformă de evaluare automatizată a trebuit să fie proiectată. Automatizând pe deplin verificările de corectitudine, s-a decis distribuirea exercițiilor, laolaltă cu verificările anti-plagiat semi-automatizate. Posibilitatea de a avea parte de feedback aproape instantaneu ar putea să nu fie fezabil din punct de vedere tehnic în viitor, mai ales ținând cont că anumite tehnici de gamification necesită analiză de cod static.

Verificarea de corectitudine pentru rezolvări generale de probleme ar putea constitui o teză de doctorat separată, și în întregime divergentă față de țintele acesteia. Pentru a ne restrânge, fiecare exercițiu primit de un student a avut secvențe de input și output bine definite.

Pentru ca acest instrument să fie folositor și pentru a putea fi aplicat în multe cursuri și integrat unor nevoi diverse, el a trebuit să susțină mai multe limbaje de programare. Soluția a fost să fim agnostici cu privire la limbaj din perspectiva codului și să inserăm doar diferite funcții care aveau sarcina să se ocupe de trăsăturile unor limbaje de programare specifice.

Executarea proiectului încărcat a fost una din problemele centrale ale automatizării sale. Am căutat simultan să susținem câteva limbaje potențiale. În timpul experimentelor doar instanța C++ a fost folosită, deși ar fi funcționat, de asemenea, și Python sau C#.

Din acest punct, legat de corectitudinea verificării, un cod sursă a fost compilat și legat, în cazul limbajelor de programare care au avut nevoie de compilare, sau acordat interpretului în caz contrar. Instance separate ale executabilului rezultat sunt rulate pentru fiecare test pentru a asigura rulări curate. Simultan, input-ul și output-ul standard (stdio) sunt redirectionate. Scenariile de test sunt evaluate, instanțele închise și rezultatele sunt salvate pentru a fi afișate mai târziu.

Pentru ca exercițiile studenților să fie testabile, necesitățile au trebuit să fie specificate cu claritate. La rândul lor, testele sunt o serie de secvențe de input oferit și de output preconizat. Output-ul preconizat e, de obicei, o expresie obișnuită. Să ilustrăm printr-un exemplu înainte de a continua să discutăm aspectele interne: o cerință a unei teme a solicitat catalogarea unor hărți vechi. Comenzile de consolă de adăugare și afișare au fost specificate să ia următoarea formă:

- `add mapCatalogueNumber, stateOfDeterioration, type, yearsOfStorage`
- `list`

Un test care a căutat să verifice comanda `add` cu un input valid a început prin a trimite următoarele date aplicației: `add 1234, used, geographic, 20`, apoi trimis: `list`. În fine, expresia regulată care

verifica output-ul a fost: `.*(1234)*.*used.*geographic.*20`. A se nota că expresia regulată ignoră orice formatare pe care studentul ar fi putut-o adăuga. După primul studiu, studentul ar avea posibilitatea să extindă rezultatul testului pentru a vedea întregul registru I/O.

Suport a fost adăugat pentru scenariile mai lungi, cu output-uri preconizate multiple în secvență. Un exemplu ar fi pentru testarea comenzii `delete`, unde o rubrică trebuie adăugată mai întâi, apoi `delete` e chemat, iar output-ul ar trebui să verifice lipsa rubricii adăugate anterior. Verificatorul trebuie să se asigure că `add` funcționează mai întâi, altfel ar da un rezultat pozitiv fals. Verificatorul semnalează succesul numai dacă toate regexurile de output preconizate se potrivesc.

2.2.3 Pornind către primul experiment

Firele narative reprezintă una dintre atuurile RPG-urilor [G Gygax (1974)], de unde originează unele dintre tehnicile de gamification în forma și utilizarea lor populară. Ele adaugă imersiune experienței și conferă un sentiment de scop soluționării exercițiilor. Dacă un grup a fost selectat pentru a primi constructe narative, atunci acesta a văzut un text alternativ pentru temele lor, care făceau parte dintr-o poveste suprastructurată.

Implementarea concretă a firelor narative a luat în principal forma afișării unor texte diferite, bazate pe alegerile făcute de studenți, și care afișau informații în momente specifice.

Verificarea de plagiat constituie una dintre funcționalitățile de bază pentru profesori, care nu poate fi pe deplin automatizată [Hage et al. (2010)]. Un încărcător automat POC a fost construit pentru site, însă datorită preferinței profesorului pentru un încărcător existent, nu a fost utilizat.

Interfața utilizatorului a fost proiectată în mod specific pentru a fi minimalistă și receptivă. Țelul a fost să eliminăm factorii perturbatori și să ne mulțumim pe standardele generației contemporane. În ceea ce privește precauțiile de securitate ale site-ului: pentru logare și autorizare în funcție de rol, au fost folosite controale standard ASP.NET MVC, care au fost declarate suficient de sigure.

2.3 GamifyCS: primul studiu de caz

2.3.1 Descrierea studiului

Gamification-ul aplicat presupune un spectru vast de opțiuni și strategii. Întrebarea cercetării, pe care a fost bazat primul nostru studiu, e în ce fel feedback-ul instantaneu și / sau firele narative se compară cu metodele tradiționale. Experimentul a fost desfășurat de-a lungul unui întreg semestru de 14 săptămâni, cu toți cei 210 studenți fiind împărțiți în 14 subgrupe. 4 cadre experimentale au fost create, cu toate combinațiile de elemente, 3 subgrupe pentru fiecare cadru experimental și 5 pentru grupul de control.

Studenții din subgrupele cu feedback instantaneu au putut încărca soluții, oricând în timpul zilei și din orice loc cu acces la internet. Studenții din subgrupele fără feedback instantaneu au trebuit să vină la facultate în timpul orelor de laborator programate, și să își încarce soluțiile numai în acele intervale de 2 ore, altfel încărcarea a fost dezactivată.

Studenții din subgrupele cu fire narative au ales una din cele 4 genuri narative la primul laborator la care au participat. Cele patru au fost alese în funcție de obișnuințele de lectură cele mai frecvent întâlnite, o concluzionare integrată după o cercetare a pieței. Ele au fost: *fantasy*, *sci-fi*, *horror* și *mister*. După aceea, toate

textele temelor, inclusiv examenele de laborator, au format fire narative cuprinse în acele genuri. Studenții din subgrupe fără fire narative au primit exerciții aleatorii de rezolvat, fără prea mult text în afară de detalii tehnice neglijabile.

În cazul studiului prezent, abordarea mai specializată a scrierii de fire narative pentru care am optat a fost de natură diegetică. Infrastructura cursului nostru gamificat s-a asemuit cu precădere beletristicii interactive.

Studenții care au primit fire narative de gamification au fost imersați în unul din patru cicluri diegetice, în care au progresat linear și unde rezultatele s-au acumulat etapizat în funcție de propriul lor progres de-a lungul semestrului.

Pentru a facilita distribuția acestor sub-artere ramificate unor grupe diferite de studenți, toate ciclurile și structurile lor au fost modelate pentru a se asemena cu grafice direcționate. O reprezentare a graficului direcționat poate fi văzută în figura 2.1.

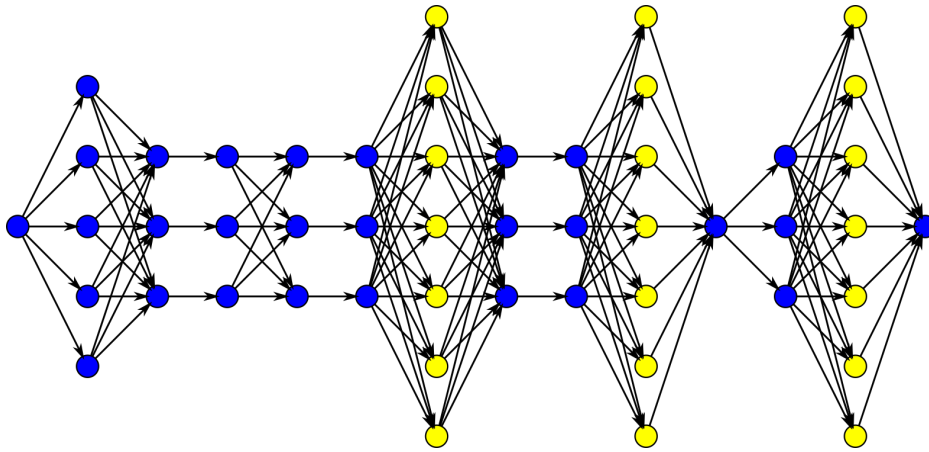


Fig. 2.1 Structura progresiei narative.

Finalurile multiple pe care studenții le-au primit în cele din urmă le-au oferit un deznodământ, atât pentru ciclul narativ ales, cât și pentru cursul aferent.

Pentru a asigura compatibilitatea temelor de lucru dintre firele narative și pentru a reduce volumul de lucru, orice temă particulară a avut o variantă fără fir narativ și una pentru fiecare din cele 4 tipuri de fire narative. Practic toate variantele au fost echivalente și, așadar, nici un grup nu a avut o experiență mai dificilă sau mai ușoară.

Pentru fiecare student, date diverse au fost strânse și anonimizate înainte de analiză. Toate soluțiile încărcate au fost stocate, împreună cu timpul lor de lucru și rezultatele testelor. Acest lucru a permis verificarea gradelor de implicare. Un chestionar (bazat în principal pe scala Likert) a fost compus și trimis studenților în săptămânile 4 și 12, cu aceleași întrebări, pentru a monitoriza schimbările de-a lungul timpului. Câteva întrebări deschise, în al doilea set de chestionare, au fost adăugate pentru a obține date mai detaliate.

Întrebările au presupus următoarele teme: cât de interesante au fost exercițiile, cât de clare erau textele exercițiilor, cât de mult a ajutat testarea automatizată a codului pentru completarea și prezentarea exercițiilor, dacă ar dori să aibă parte de testare automatizată a codului la alte cursuri, utilitatea evaluărilor de cod, proporția dintre detaliile narative și tehnice și mulțumirea cu alegerile narative.

Experimental group	Text Interesting	Text Clarity	A.T. for creation	A.T. for presentation	A.T. preferred
No Story, Instant Feedback	3.14	2.60	3.28	3.53	3.52
Story, Instant Feedback	3.63	2.26	4.10	4.32	3.90
Story, Late Feedback	3.58	2.48	3.19	3.39	3.55

Table 2.1 Centroizii datelor

2.3.2 Analiza datelor

Diverse experimente de analiză a datelor au fost întreprinse pentru a verifica legăturile dintre rezultatele evaluărilor la lucrările de laborator pentru studenți cu instalații diferite de laborator și, de asemenea, legăturile dintre aceste rezultate de laborator și rezultatele a două examinări anticipatorii obligatorii.

Notele evaluărilor au fost afișate pentru un număr de 199 de studenți și 3 discipline, după ce toți studenții fără note au fost eliminați din analiză. Disciplinele respective au fost materiile obligatorii Fundamentele Programării și Structuri de Date, iar nota finală de laborator a fost pentru Programarea Orientată înspre Obiect. Cei 199 de studenți au fost împărțiți de-a lungul datoriilor lor de muncă de laborator în următoarele grupe: studenții de la 1 la 63 au fost însărcinați cu îndatoriri tradiționale de laborator, studenții de la 64 la 113 au fost puși în grupa fără fire narative și cu feedback instantaneu, studenții de la 114 la 157 au fost puși în grupa cu fire narative și feedback instantaneu și studenții de la 158 la 199 au făcut parte din grupa cu fire narative și feedback întârziat.

Diverse metode de analiză de date tradiționale și neclare au fost utilizate pentru această serie de experimente. Teoria seturilor neclare a fost creată de Lotfi A. Zadeh în 1965 [Zadeh (1965)] ca o cale de a opera cu conceptele de neclaritate și incertitudine. Un set neclar ține, astfel, cont de gradele variate de apartenență pe care fiecare fragment de dată o posedă când aparține de anumite clase.

Metodele de analiză de date neclare dezvoltate la Cluj au fost utilizate. Foarte eficiente pentru scopul nostru au fost diversele metode de regresie neclară și grupare neclară.

Testarea regresiei lineare

Eforturi de a determina relațiile dintre notele de examinare, la examene prelabile necesare, și nota finală de laborator pentru toți cei 199 de studenți au fost întreprinse.

Testarea substructurilor de grupare

Următoarea analiză are în vedere lămurirea întrebării dacă o analiză de grupare al setului de note pentru aceiași 199 de studenți cu 3 discipline e structurată în orice fel în jurul celor patru clase pre-etichetate. În acest punct algoritmul FDHC a fost utilizat, cu un prag de partiție neclară de 0.4. Acest lucru a condus la o ierarhizare de grupare neclară de patru clase.

E foarte interesant de remarcat că structura prototipurilor neclari (centroizi) ai celor patru clase neclare finale arată un clivaj însemnat al notelor, confirmând că substructura grupării cu patru clase identificată este într-adevăr

reală. Faptul că studenții grupului de control sunt în mare parte plasați în clasele de note mai mari poate părea să indice o altă evaluare întreprinsă de un alt profesor.

Per total, trendul este clar: textul e mai interesant cu elemente narative și testarea automatizată e preferată în tandem cu feedback-ul instantaneu.

2.4 GamifyCS: Al doilea studiu

2.4.1 Descrierea studiului

Primul nostru studiu de caz a generat multe date și întrebări. Ne-am propus să le elucidăm înainte de a adăuga mai multe elemente de gamification. De la bun început, următoarele întrebări de cercetare au fost propuse:

- Dacă se schimbă rezultatele Promovat/Nepromovat ale testelor în registre I/O se îmbunătățește claritatea textelor? Au vreun efect asupra unei alte laturi măsurabile?
- În ce fel este afectată alegerea firelor narative dacă se permite să nu se aleagă nici un fir narativ?
- Există vreo diferență semnificativă din punct de vedere statistic între notele pe care studentul le-a primit și rezultatele la care ne-am fi așteptat bazându-ne pe notele FP și SDA sau pe notele de anul trecut?
- Studenții care se descurcă mai bine sau mai rău posedă anumite trăsături psihologice comune sau au preferințe comune pentru anumite fire narative?
- Pot fi corelați anumiți factori psihologici cu preferința pentru tehnici neimplementate de gamification, și dacă da, ce factori putem lega de ce tehnică?
- * Studenții preferă să studieze informatica online sau offline?

Structura experimentală de "feedback instantaneu și elemente narative" a generat cele mai bune rezultate în primul studiu de caz. A fost ulterior folosit ca noul nostru punct de plecare. Toți studenții au avut acces la fire narative și feedback instantaneu. În afară de a repara mici probleme în cod și în text, aceeași structură a fost menținută, pentru a facilita comparațiile. Cele două reclamații principale de anul trecut în secțiunea cu întrebări deschise a chestionarului au implicat: (a) neclaritatea cerințelor pentru test; și (b) fie oameni care au avut parte de fire narative și nu le-au dorit, fie vice-versa. Cele două schimbări principale au fost: (a) adăugarea unui registru complet al operațiilor I/O la fiecare rezultat de test și (b) adăugarea opțiunii Default ca o a cincea opțiune pentru setul de fire narative. În rest, totul a rămas neschimbat.

Date variate au fost culese pentru fiecare student, care au fost anonimizate înainte de a începe analiza datelor. Fiecare versiune încărcată a soluțiilor lor fusese stocată, laolaltă cu etichete de timp și rezultate de test. Un chestionar, bazat în principal pe scara Likert, a fost diseminat la mijloc de semestru. Chestionarul fusese complet opțional, și a cerut permisiunea de a analiza datele.

Chestionarul s-a întâmplat să fie programat la 2 săptămâni după restricțiile impuse ca parte a pandemiei de COVID-19. Întrebările pentru studenți, legate de preferințele lor pentru studiul online sau offline pentru curs, seminar și laborator au fost adăugate pe scara Likert. Rezultatele pot fi consultate în tabelul 2.2.

	1		2		3		4		5	
	Brut	%	Brut	%	Brut	%	Brut	%	Brut	%
Curs	28	20.1%	19	13.7%	26	18.7%	23	16.5%	43	30.9%
Seminar	34	24.5%	21	15.1%	30	21.6%	30	21.6%	24	17.3%
Laborator	29	20.9%	21	15.1%	40	28.8%	31	22.3%	18	12.9%

Table 2.2 Preferințele studenților pentru studiu online și offline de la "Categoric în persoană" (scor 1) la "Categoric online" (scor 5).

2.4.2 Analiza datelor pentru al doilea studiu de caz

Pentru a satisface întrebările de cercetare, relația dintre notele de acest an și notele FP și SDA ale anului trecut a fost analizată.

Una dintre primele zone examinate când datele au fost gata pentru a fi analizate a constituit-o compararea răspunsurilor cu primul studiu de caz. Spre surprinderea noastră, toate aspectele măsurabile s-au îmbunătățit semnificativ. Rezultatele comparabile ale celor două experimente sunt rezumate în figura 2.2.

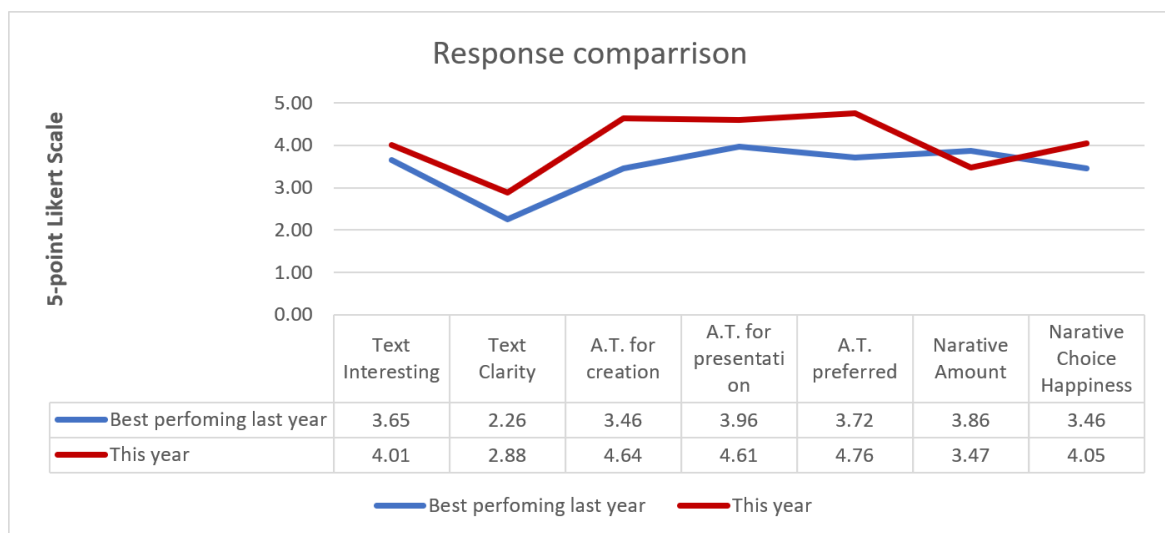


Fig. 2.2 Compararea răspunsurilor între cele două experimente.

Răspunsurile bazate pe preferințele narative au fost grupate, de vreme ce a fost singurul factor măsurabil care nu a putut fi reprezentat ca o cifră pentru matricea de corelare. Există câteva întrebări la care un grup a avut un răspuns radical diferit față de celelalte.

Uitându-ne la panorama oferită de matricea de corelare, câteva tipare emerg. Întrebările legate de text: perceputa claritate a textelor, cât de interesante au fost, cât de mulțumiți au fost studenții în legătură cu preferințele lor narative, și dorința lor de a avea parte de detalii tehnice ascunse îndărătul firelor narative au fost în mod acut și pozitiv corelate cu trăsătura psihologică a agreabilității.

Un alt grup de seturi de răspunsuri puternic corelate au fost legate de diversele preferințe cu privire la testarea automatizată. Au fost, de asemenea, legate de preferința pentru evaluarea de cod și, așadar, respinse de aceia care au avut preferințe narative.

În ce privește numărul de alți studenți care apar într-un clasament, opțiunea "fără clasament" este în mod clar preferată, cu valori de trăsături acoperind întregul spectru al trăsăturilor psihologice.

În ce privește sarcinile cooperative vs. competitive, mai mulți studenți au avut tendința de a prefera cooperarea.

În ce privește preferința pentru mai multe "realizări" ușoare vs. mai puține "realizări" dificile, studenții au avut tendința să prefere prima variantă.

În ce privește cantitatea narativă preferată, aproape toate răspunsurile se află în categoria neutră sau în cea care ar opta pentru o ușoară abordare mai tehnică. Agreabilitatea pronunțată predispune studenții la preferarea a mai mult conținut narativ.

În ce privește feedback-ul instantaneu prin testare automatizată, toate răspunsurile au fost cel puțin neutre, cu cei mai mulți preferând-o în mod cert.

Rezultatele acestui capitol au fost publicate în următoarele articole: [Zsigmond (2019)] descrie eforturile noastre de a crea workbench-ul de gamification descris în secțiunea 2.2. [Zsigmond et al. (2020c)] descrie munca noastră la primul studiu care a implicat platforma, descrisă în secțiunea 2.3. [Zsigmond and Pop (2021)] descrie munca noastră la cel de-al doilea studiu care a implicat platforma, descrisă în secțiunea 2.4.

Capitol 3

Încurajări ale excelenței

3.1 Insigne digitale în educație

Acest capitol este dedicat muncii noastre de a avansa în concordanță cu primul și al doilea scop subordonat al cercetării. El acoperă evaluarea noastră a literaturii de specialitate cu privire la folosirea insinelor digitale în sectoare private și publice. Pornind de la acest fundament al evaluării, sunt prezentate dovezi ale soluțiilor de concept pentru implementarea insinelor digitale în abordarea noastră principală. Soluțiile includ analiza de cod static și învățarea automatizată, precum și un proiect experimental pentru a testa soluțiile.

3.2 Descoperiri în privința utilizării insinelor digitale în educație

3.2.1 Procedura de evaluare

Cercetarea a fost întreprinsă prin intermediul bazelor de date Google Scholar, Scopus, IEEE și Web of Science, precum și prin intermediul unor articole de recenzie cu privire la literatura de specialitate selectată, care rezumă studii diverse legate de aplicarea insinelor în învățământ și în alte medii de educație.

În timp ce am întreprins evaluarea literaturii de specialitate, următoarele 3 aspecte ale insinelor au fost analizate: Ce tipuri de insigne sunt folosite sau definite? Care au fost rezultatele implementării insinelor în diverse contexte? Ce aplicații au folosit insigne și în ce fel?

3.2.2 Tipuri de insigne

Insignele pot fi categorizate pe baza unor criterii diferite, precum funcția, structura sau elementele de proiectare [Facey-Shaw et al. (2018b)]. Alte criterii ar fi zona de aplicare sau trăsături personalizate care sunt unice pentru fiecare experiment întreprins.

Funcția insignei pe care se pune cel mai mare accent este: motivația, precum și implicarea utilizatorilor în activitatea care folosește elemente gamificate [Facey-Shaw et al. (2018a); Hamari (2017); Majuri et al. (2018)]. Alte funcții menționate de studii sunt schimbarea comportamentală, conștiența, și recunoașterea realizărilor [Facey-Shaw et al. (2018b)].

În evaluarea noastră am descoperit următoarele tipuri de insigne în următoarele cantități în diverse articole: Insigne simple: 9, Insigne progresive: 6, Insigne ascunse: 2, Insigne barate: 2, Insigne-provocări: 3, Insigne negative: 1, Nespecificate: 2. În plus față de aceasta, [Abramovich et al. (2013)] au luat în considerare două modele distincte pentru insignele educaționale: insignele de merit și realizările din jocurile video. [Bista et al. (2012)] au întreprins un studiu în care se prezintă insigne permanente și temporare, insignele temporare fiind reînnoite o dată la câteva săptămâni.

Insignele sunt clasificate în funcție de trăsăturile lor de proiectare.

Insignele diferă în ce privește câmpurile aplicabilității lor. Majoritatea articolelor recenzate se concentrează pe utilizarea de insigne în medii educaționale, care pot fi considerate parte a sectorului public.

3.2.3 Rezultatele raportate

Înainte de a raporta rezultatele, trebuie să punctăm că experimentele de până acum au fost împrăștiate de-a lungul a diverse contexte, ceea ce ne-a oferit rezultate oarecum neconcluzive. Pentru studiile de caz empirice care au fost analizate, 3 categorii de succes au fost alese: Pozitive cu 13 articole, Mixte sau neconcluzive cu 14 articole și Negative cu 4 articole. Ceea ce urmează sunt rezumate ale acestor studii de caz.

Următoarele studii au raportat rezultate **pozitive**. În [Abrams and Walsh (2014)], studenți de liceu au fost subiecții unui grup de studiu al vocabularului, desfășurat online. Autorii raportează o amplificare a timpului de studiu și a numărului de cuvinte memorizate, dar trebuie să luăm în considerare lipsa de grupuri de control. În [Barata et al. (2013)] un curs de programare, la nivel masteral, a fost gamificat. În comparație cu anul anterior, autorii au raportat o amplificare de la 511% la 845% a gradului de angajament și interes de pe forum, în timp ce incrementul de activitate din cazul forumului facultății a fost de 373%. Notele nu au fost mai mari comparativ cu anul precedent, ci doar gradul de implicare al studenților.

Următoarele studii au raportat rezultate **mixte sau neconcluzive**. În [Amriani et al. (2013)], autorii au încercat două căi de a aborda același curs: una demarată cu insigne și gamification, alta fără. La mijlocul semestrului au schimbat parametrii ambelor grupe. Au raportat o majorare ușoară a activității pentru grupul care a trecut de la "fără gamificare" la "gamificare". Între timp, în cazul activității grupului care a trecut de la "gamificare" la "fără gamificare", a putut fi observată o scădere ușoară a activității. Nu a existat nici un grup de control, de tipul care ar fi primit "doar gamificare" sau "nici un grad de gamificare" cu care să poată fi formulate comparații. Cu toate acestea, notele au părut să fie similare pentru ambele grupe. În [De-Marcos et al. (2014)], o competiție axată pe un experiment de gamification a fost pregătită în antiteză cu o rețea socială bazată pe cooperare, și cu un grup de control implicat într-un curs de cunoaștere informatice de bază. În timp ce randamentul a fost similar pentru toate cele 3 grupe, în Word și Excel cei care au avut gamification au rămas în urma celorlalte grupe.

Următoarele studii au raportat rezultate **negative sau nici un rezultat**. În [Hamari (2013)], autorii au implementat un sistem de insigne într-un serviciu de comerț pur utilitar, verificând dacă vizibilitatea insinelor a afectat rezultatele. Rezultatele lor au arătat că insignele nu au avut efect asupra felului în care aplicația lor era folosită, concluzionând că unele contexte mai hedoniste favorizează probabil gamification-ul. Studiul [Hakulinen et al. (2013)] asupra unui mediu de învățare online a raportat că "nu au existat diferențe semnificative între grupul de control și cel experimental", și a menționat că unele insigne au încurajat comportamente nedorite.

3.2.4 Aplicații

În prezent din ce în ce mai multe companii încorporează noțiunea de gamification în aplicațiile lor de mobil și pe paginile lor web. Mai multe aplicații la modă și interesante, care utilizează tehnici de gamification, au fost evaluate, axându-ne pe aplicațiile care îi recompensează pe utilizatori cu insigne. În continuare, aplicațiile evaluate și modul în care utilizează insigne sunt prezentate pe scurt.

Khan Academy e un site web de învățare, care folosește lecții video pentru a preda utilizatorilor diverse subiecte. Utilizatorii primesc recompense, sub formă de insigne, când se uită la videouri instructive, când răspund la întrebări sau când rezolvă teste.

Codecademy este, de asemenea, un site de învățare care predă programare și informatică. Codecademy folosește insigne pentru a monitoriza progresul celor care învață, și pentru a încuraja perseverența.

Duolingo este una din cele mai populare platforme gamificate și educative de învățare a limbilor străine, care folosește diferite elemente de gamification pentru a-i ajuta pe utilizatori să își amplifice activitatea lor de învățare regulată.

Numărul aplicațiilor și companiilor care încearcă să atragă atenția asupra câtorva aspecte importante ale vieții, de exemplu asupra importanței lecturii, conștiința de mediu sau asupra stilurilor de viață sănătoase, s-a înmulțit dramatic. Două aplicații de fitness care folosesc elemente de gamification au fost analizate. Fitocracy oferă insigne de constanță (de exemplu Let's get outta here e acordată după 100 de kilometri parcurși pe bicicletă). Samsung Health include insigne ca recompense, care sunt dobândite dacă un utilizator completează un țel sau dacă el / ea își doboară propriile recorduri într-o activitate anume (de exemplu Best Pace e acordat pentru actul de a depăși propria viteză maximă de umblat).

Numărul de site-uri web și aplicații care încorporează insigne pentru a reflecta aptitudinile reale ale utilizatorilor lor s-a înmulțit în ultimii ani.

3.3 Acordarea insinelor

3.3.1 Nevoia de insigne

Popularitatea insinelor digitale poate fi corelată facil cu ubicuitatea jocurilor video [Hilliard (2013)]. Pentru a acorda în mod eficient insigne digitale unor studenți de informatică, ne trebuie o măsurare precisă a stilului și abilității lor de a scrie coduri, precum și un sistem generalizat de acordare a insinelor care să poată fi folosit în cadrul unor cursuri de nivel universitar.

Analiza de cod static al temelor de programare a reprezentat punctul nodal al cercetării de informatică. Între timp, parametrii specifici ai calității codului reprezintă un subiect dezbătut în mod constant [M. Striwe (2014)].

Codul sursă este menit a fi interpretat de calculatoare. Practicile cele mai bune, bine înțelese, și puterea amplificată de procesare conduc către dezvoltarea unor instrumente de software care impun standarde ale codului. Multe din ele încearcă, de asemenea, să găsească erori înainte și în timpul executării programelor.

Analiza calității codului a fost dezvoltată ca prototip cu *StyleCop* pentru [Zsigmond (2019)]. *StyleCop* este un instrument de analiză de cod static gratuit și deschis, care a fost folosit cu succes în tandem cu proiecte .NET [Q. Zoubi (2012)]. Proiectul *Style-Cop.Analyzers* a fost folosit pentru analiză.

Una dintre cele mai des întrebuințate instrumente de linter este platforma *SonarQube*. Disponibilă gratuit, sub forma unei Ediții Community care susține 15 limbaje de programare populare, *SonarQube* e disponibilă ca o aplicație de server pe mai multe platforme, accesibilă printr-o interfață web.

În plus față de natura sa gratuită și deschisă, au existat două motive importante pentru care am selectat *SonarQube* ca instrumentul următor de analiză statică a platformei noastre. În primul rând, analiza de cod sursă e implementată folosind un sistem plugin. Plugin-urile pot fi create pentru a acoperi noi limbaje sau pentru a îmbunătăți analiza unor limbaje deja susținute, implementând noi reguli și norme de ghidare. În al doilea rând, *SonarQube* include instrumentele necesare pentru a automatiza analiza codului sursă și extracția rezultatelor, ceea ce ne permite să le integrăm fără întrerupere în platforma noastră.

O nouă dovadă de concept a fost creată, care integrează o instanță de server *SonarQube* Community Edition pentru analiza de cod static. Varianta community susține cele mai populare limbaje de programare, cu excepția notabilă a lui C/C++, care e acoperit printr-un plugin cu open-source, aparținând unei terțe părți.

În ce privește analiza statică, o evaluare inițială, folosind codul sursă pentru câteva teme de programare de anul întâi au fost întreprinse. Regulile standard pentru Python ale *SonarQube* au fost utilizate.

3.3.2 Algoritmul de premiere

A defini un sistem de premiere presupune identificarea și înregistrarea "realizărilor", precum și condițiile lor de declanșare. Un bun set de realizări nu poate fi definit tranșant, întrucât trebuie să țină cont de obiectivele cursului, de dificultățile, provocările și ambițiile studenților.

Realizările disponibile și insignele lor asociate pot fi consultate de studenți în orice moment. Studenții pot să consulte insignele deja dobândite.

Schema de premiere descrisă reprezintă prima fază a implementării planurilor noastre pe termen lung. Următoarea fază presupune definirea și utilizarea unor realizări mai complexe, progresive, care recunosc realizările studenților într-un anume câmp subiacent, precum testarea, documentarea sau stilul de a scrie cod. Acesta va fi corelat, de asemenea, cu alte realizări ale studentului care nu au presupus diseminarea unei insigne de sine stătătoare. Acest al doilea tip de realizare, mai complex, folosește reguli mai elaborate, pentru care o implementare mai complexă, de partea serverului, e necesară. Din această cauză, în loc de a defini în mod direct un set de condiționale complexe, o abordare mai generalizată este propusă.

3.3.3 Integrarea insinelor digitale și analiza de cod static în gamifyCS

Sistemul descris în secțiunea 2.2, îmbogățit cu componentele de acordare de insigne și analiza de cod static e pregătit pentru a constitui următorul experiment.

2 grupe de insigne sunt propuse: Realizări și Stil. Insignele din grupa Realizărilor au în vedere performanța și excelența. Insignele din grupa Stil au în vedere realizări minore, sau comportamente dorite. Ținta lor e ca studenții să încerce devieri minore de la planul de studiu optim, precum și ca unele comportamente dorite să fie încurajate.

Pentru a oglindi primul experiment, detaliat în secțiunea 2.3, țelul este să întreprindem o evaluare experimentală a abordării noastre, înscriind toate cele 14 formațiuni de studenți care urmează cursuri de programare. Întrebarea experimentală e în ce mod se schimbă comportamentul studenților în relație cu expunerea la unele, ambele sau nici una din grupele de insigne anterior menționate.

Pentru a evoca un caz tipic în următorul experiment, studenții accesează site-ul, unde văd lista lor de teme și aleg una pe care vor să o încerce. Site-ul afișează versiuni personalizate ale textelor pentru fiecare temă de lucru, bazate pe ce alegere de fir narativ au făcut studenții la începutul semestrului. După ce scriu un cod, ca soluție, îl încarcă. De partea serverului, codul e verificat și pre-procesat, apoi e compilat și executat, deoarece cursul folosește C++. Trei teste sunt întreprinse în paralel: corectitudinea, stilul de scriere a codului și plagiatul. Rezultatele sunt salvate în baza de date și afișate studentului, laolaltă cu orice insigne pe care le-a dobândit de-a lungul procesului. Studentul poate încerca din nou dacă dorește, reîncărcând o soluție modificată.

Rezultatele acestui capitol au fost publicate în următoarele articole: [Zsigmond et al. (2020b)] descrie evaluarea noastră a literaturii de specialitate legată de utilizarea insinelor digitale, proces descris în secțiunea 3.2. [Zsigmond et al. (2020a)] rezumă munca noastră în utilizarea acordării de insigne digitale, pe baza analizei de cod static, după cum am descris în secțiunea 3.3.

Capitol 4

Tehnici avansate de gamification

4.1 Introducere

Acest capitol e dedicat muncii noastre în privința avansării celui de-al doilea și al treilea scop subiacent al cercetării. El va aborda în mai multe detalii subiectul elementelor de gamification. Apoi se va axa pe ontologia noastră, care conectează tipologiile de personalitate de elemente de gamification. În fine, va acoperi munca noastră în privința utilizării Realității Augmentate în educația medicală gamificată, precum și studiul său empiric aferent.

Când luăm în considerare tehnici avansate de gamification, două paliere diferite trebuie explorate. Primul ar fi personalizarea educației prin racordarea unor elemente de gamification la trăsături de personalitate și prin utilizarea ontologiilor. Al doilea palier a fost reprezentat de explorarea Realității Augmentate în combinație cu tehnici de gamification și educația medicală. Să continuăm acum prin a descrie câteva tehnici avansate de gamification.

4.1.1 Personalizarea gamification-ului

În timp ce majoritatea tehnicilor de gamification se concentrează pe utilizarea unei tehnici de joc, de exemplu punctele, pentru toată lumea dintr-un public dat, puțini au încercat să muleze experiența pe individ. Cele două mari obstacole au fost implicitul efort necesar și lipsa informației utile cu privire la metoda corectă de a proceda. Există mențiuni ale mulțării conținutului pe nivelul de aptitudine al celui care învață, dar de obicei puține detalii sunt împărtășite, sau este un proces manual [Kiesler et al. (2011)]. Pentru a obține aceleași beneficii ca și jocurile, procesul de a individualiza elementele de gamification și materialele de studiu trebuie automatizat. Pentru ca automatizarea să funcționeze și să fie ajustabilă în funcție de date noi acumulate din câmp, ontologiile și raționarea pe bază de ontologii reprezintă o opțiune firească.

Când decupăm elemente semantice și structurale în funcție de un nivel individual trebuie să le bazăm pe măsurătorile celui care învață. 3 tipuri de date au fost încorporate în modelul nostru, deși modelul poate fi extins pentru a utiliza mai multe, sau pentru a le ignora pe unele. Cele 3 măsurători luate în considerare sunt: **preferințe narrative** (vezi secțiunea 4.2.1, **trăsături de personalitate** (setul "Big 5" - vezi secțiunea 4.2.2, **tipuri de jucători** (Bartle - vezi secțiunea 4.2.3).

Întrucât prețul celor mai multe dispozitive de realitate augmentată poate fi prea ridicat pentru majoritatea studenților de la medicină, miza investigației noastre a fost să știm dacă studiul lor poate fi îmbunătățit cu laptopuri / telefoane smart, pe care e foarte probabil să le posede. Aplicația noastră suprapune similitudinile unor patologii diverse fețelor oricăror persoane înspre care este îndreptată aceasta. Apoi studentului îi sunt prezentate diferite variante pentru a identifica boala. La rândul lor, ei pot să obțină puncte și să intre în competiție pentru scoruri mari cu colegii lor. Nu numai că studenții obțin o expunere mai variată la patologii, dar sunt motivați și înspre repetiție prin tehnicile de joc. Un studiu la scară mică a fost întreprins cu studenți de medicină din anul trei, utilizând un prototip funcțional care a dat rezultate pozitive.

4.2 Componente

4.2.1 Elemente de gamification

Tehnici de gamification s-au insinuat deja în viața cotidiană. Tehnicile de joc ar trebui privite în contextul unor diverse dinamici și filtre estetice. Lucrarea originală despre acest subiect își are originile în proiectarea de jocuri și a fost menționată în lucrările despre gamification [Hunicke et al. (2004)]. Tehnicile reprezintă componente funcționale în gamification, ele permit interacțiunea cu sistemul. Tehnicile sunt de grad redus, au tendința să se rezume la reprezentarea de date și la algoritmi, sau la reguli specifice. Dinamicile reprezintă sistemul pe care tehnicile îl formează, pe măsură ce jucătorii interacționează cu ele. Estetica reprezintă emoțiile pe care proiectanții își doresc să le stimuleze în jucător, prin intermediul sistemului.

Pentru a extinde sistemul prezentat în secțiunea 2.2.1, și ontologia din secțiunea 4.3, diverse tehnici de joc din literatura de specialitate ar trebui luate în considerare, laolaltă cu câteva aspecte complementare - de ce și când sunt utile și în ce mod pot fi ele implementate. Pentru a reduce mizele modelului, doar cele mai comune elemente au fost integrate în ontologia noastră când a fost inițial proiectată. Următoarele au fost incluse în ontologia noastră:

Feedback instantaneu Feedback-ul instantaneu este precum feedback-ul standard, doar că mult mai rapid. Scurtează ciclul de muncă și recompensă până la nivelul lumii reale și e considerat de către unii ca fiind tehnica de joc cea mai importantă [Zichermann and Cunningham (2011) Bullón et al. (2018)].

Componenta narativă e unul din elementele cele mai robuste ale jocurilor, și tinde să fie unul din elementele de gamification cele mai des utilizate [Dicheva et al. (2015)]. O poveste facilitează imersiunea și conferă un sentiment de telos actului de a rezolva probleme. Cele două dezavantaje ale unei componente narative într-un cadru de gamification sunt specificitatea și calitatea.

Puncte de multe feluri reprezintă o recompensă pentru un comportament dorit, o formă de valută. De asemenea, ele pot reprezenta metoda principală de măsurare a progresului sau a statutului [Nah et al. (2014)]. Ele sunt de obicei implementate adăugând o valoare numerică unei sume totale [Hiltbrand and Burke (2011)]. Ele pot fi o formă de feedback imediat, luate ca un factor de motivație extern [Sailer et al. (2017)].

Realizări sau insigne: a se consulta secțiunea 3.2.

Misiuni și queste: Misiunile sau questele reprezintă obiectivele spre care trebuie să se orienteze jucătorii în lumile respective. De obicei există un context diegetic pentru acțiunile care trebuie îndeplinite.

Tabele cu scoruri: Tabelele cu scoruri sunt un element UI, afișate public, de obicei sub forma unui tabel, care arată ordinea jucătorilor în funcție de măsurători predeterminate [Aldemir et al. (2018) Özhan and Kocadere

(2020)]. De obicei, măsurătorile sunt un anumit tip de puncte. Ele servesc drept un instrument de comparație socială pentru grup, încurajând competiția [Al-Towirgi et al. (2018)].

Niveluri: conceptul de niveluri reprezintă o tehnică de progresie, popularizată de RPG-urile de tip tabletop [Tibor and Dávid (2007)]. După acumularea unei anumite cantități de puncte (de obicei denumite experiență sau Xp) o bornă este atinsă.

Avatari: avatarii reprezintă o persona virtuală a jucătorului [Passos et al. (2011)]. De obicei, ele constă doar într-un nume, uneori li se asociază și o poză. Avatarii îl anonimizează pe jucător, eliberându-l de constrângerile sociale.

4.2.2 Trăsături psihologice

În psihologie, trăsăturile pot fi definite ca "tipare pe termen relativ lung de comportament, gândire sau emoție, care diferă de la un individ la altul". Taxonomia tipologiilor de personalitate "Big Five" a fost aleasă ca modelul nostru, fiind utilizată amplu în psihologie [Goldberg (1993)]. Modelul Big Five folosește un limbaj cotidian și o asociere de cuvinte pentru a categoriza oamenii în funcție de 5 dimensiuni: deschidere față de experiențe, conștiinciozitate, extraversiune, agreabilitate și nevrotism.

Deschiderea față de experiențe include posedarea unei imaginații active, sensibilitatea estetică, interese largi, o fire imaginativă și un comportament perspicace. Fațetele generale asociate acestei trăsături sunt: fantezia, estetica, sentimentele, acțiunile, ideile, valorile.

Conștiinciozitatea include comportamentul scrupulos, meticolos, înrădăcinat în principii, ghidat de sau conformat conștiinței individuale. Fațetele asociate sunt: competența, ordinea, sentimentul de datorie, încercarea de a obține realizări, auto-disciplina, intenționalitatea.

Extraversiunea presupune un comportament vorbăreț, deschis, energic, iar individul care o posedă își proiectează personalitatea în exterior. Fațetele asociate sunt: căldura afectivă, spiritul gregar, spiritul asertiv, activitatea, căutarea de stimulare, emoțiile pozitive.

Agreabilitatea include un comportament bun, plin de simpatie pentru alții, cooperant, cald și atent. Fațetele asociate sunt: încrederea, supunerea, altruismul, atitudinea tranșantă, modestia, flexibilitatea mintală.

Nevrotismul include comportamente anxioase, deprimare, auto-reflexive, impulsive sau vulnerabile, la care se adaugă afișarea unei ostilități furioase. Fațetele asociate sunt: anxietatea, ostilitatea, depresia, conștiința de sine, impulsivitatea, vulnerabilitatea.

Ontologia noastră folosește această taxonomie, însă nu o necesită. Cu câteva ajustări, sistemul pe care îl propunem poate fi folosit cu același efect având în subsidiar o altă teorie, dacă și numai dacă aceasta constituie o cale validă de a-l măsura într-un fel pe cel care învață.

4.2.3 Tipuri de jucători

[Bartle (1996)] a definit, în taxonomia sa, 4 tipuri de jucători: Ucigași, Socializatori, Înfăptuitori și Exploratori. Aceste patru personaje reprezintă cadrane de-a lungul axei "preferinței de a interacționa cu alți jucători vs. a explora lumea" și a axei preferinței pentru interacțiune vs. acțiune unilaterală. Tipologiile diferite au acțiuni preferate divergente în timpul jocului.

Taxonomia rămâne utilă pentru clasificarea jucătorilor și a fost inclusă în ontologia noastră. O descriere scurtă a tipologiilor de jucători ar fi următoarea:

Tipul *Ucigașului* prosperă în condiții de competiție cu alți jucători în locul competiției cu lumea în sine. În ipoteza noastră, tehnicile care i se potrivesc profilului unui "ucigaș" sunt tabelele cu scoruri pentru a arăta statutul, bătlăliile, pentru a oferi ocazia confruntării cu alți oameni și afișările performanței.

Tipul *Înfăptuitorilor* preferă recompense tangibile în lume, acestea pot fi puncte, insigne, obiecte, prestigiu etc. Ei au tendința să depună efort pentru a "câștiga" jocul sau pentru a-l completa 100%. În ipoteza noastră tehnicile care i se potrivesc înfăptuitorului sunt punctele, realizările și progresia.

Socializatorii joacă jocuri datorită celorlalți jucători, mai curând decât datorită jocului în sine. Jocul nu e mai mult decât un instrument care facilitează interacțiunea cu alți oameni. În ipoteza noastră, tehnicile care i se potrivesc unui socializator sunt questele și misiunile colective.

Exploratorii preferă să descopere detalii ale lumii, caracteristici ascunse, puzzle-uri, erori și "Easter eggs" (trimiteri secrete). În ipoteza noastră, tehnicile care i se potrivesc exploratorului sunt narativele, misiunile opționale și realizările.

Întrucât o experiență antrenantă diferă în funcție de fiecare tipologie de jucător, trebuie să ne asigurăm că în contextul educației, unde cei care învață se vin din toate zonele spectrului, nici un tip particular de jucător nu se vă găsi ignorat.

4.3 O ontologie care să lege gamification-ul de trăsături psihologice

4.3.1 Măsurători și formule

Când am construit ontologia noastră, a răsărit problema de a decide ce tehnici de joc să folosim, bazându-ne pe multele măsurători acumulate despre cel care învață. Trebuie să avem grijă, întrucât pentru un student cu un grad pronunțat de anxietate, nu e constructiv să fie expus unui cadru extrem de competitiv. Reversul e la fel de valabil.

Pentru fiecare tehnică de joc există câteva modalități de a le afișa, și câteva experiențe pe care le oferă. Măsurători diferite trebuie să fie asociate unor tipuri diferite, în cadrul unei singure tehnici de joc.

Soluția își propune să definească distanțe pentru măsurătorile diferite și să folosească Formula 1 și 2 pentru a lua deciziile pe baza ei. Formula 1 garantează că valorile minimale sunt respectate de-a lungul tuturor măsurătorilor aplicate studentului pentru o sub-categorie de tehnică dată, în timp ce cel puțin o valoare maximă este concomitent respectată. Formula $M_1 \dots M_n$ se referă la fiecare măsurătoare relevantă a unui student, de exemplu Extraversiunea sau tipologia de Înfăptuitor. Formulele $V(x)$ oferă valoarea măsurată a unui profil într-un interval $[0, 100]$, de exemplu o valoare de Extraversiune de 35. $V_{min}(x)$ oferă pragul minimal al măsurătorii unui student pentru tehnica de gamification curentă, în vreme ce $V_{max}(x)$ oferă pragul maxim. Formula presupune că valorile folosite sunt disjuncte și din ce în ce mai mari. Formula matematică este:

$$(\forall x \in \{M_1 \dots M_n\}, V(x) > V_{min}(x)) \wedge$$

$$(\exists x \in \{M_1 \dots M_n\}, V(x) < V_{max}(x))$$

În timp ce formula 1 oferă rezultatele preconizate din orice tehnică de gamification unică, un caz general ar trebui să fie prezentat pentru implementarea non-protege. Formula 2 extinde Formula 1, considerând toate

		M1		M2		M3		M4		M5	
		Nevrotism		Extraversiune		Ucigaș		Înfăptuitor		Socializator	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
G1	NoLeaderboard	0	20	0	20	0	5	0	5	0	10
G2	NextTwo	20	40	20	40	5	20	5	20	10	30
G3	Group	40	60	40	60	20	50	20	50	30	50
G4	Year	60	80	60	80	50	60	50	60	50	70
G5	AllTime	80	100	80	100	60	100	60	100	70	100

Table 4.1 Valorile propuse pentru tehnica de table cu scoruri

tehnicele de gamificare sub forma G1... Gm. Funcțiile Vmin(x,y) oferă pragul minimal pentru măsurătoare și tehnică, în timp ce Vmax(x,y) oferă pragul maxim.

$$\exists x \in \{G_1 \dots G_m\} (\forall y \in \{M_1 \dots M_n\}, V(y) > V_{min}(x,y)) \wedge (\exists y \in \{M_1 \dots M_n\}, V(y) < V_{max}(x,y))$$

Ontologia descrisă a fost creată și testată în protege. Ontologia poate fi interogată folosind SPARQL pentru a obține elementele structurale și semantice de gamification, pentru un student dat. Un exemplu de element structural ar fi un sub-tip de Tabel de scoruri, în timp ce un exemplu de element semantic ar fi sub-tipul Preferinței pentru tipul de Poveste. Integrarea cu proiectul GamifyCS a fost testată ca prototip, și integrarea deplină așteaptă alte implementări de tehnici de gamification, precum și mai multe experimente care să o valideze. O panoramă arhitecturală asupra proiectului cu subsistemele folosite în prezent și testate ca prototip poate fi găsită în Figura 4.1.

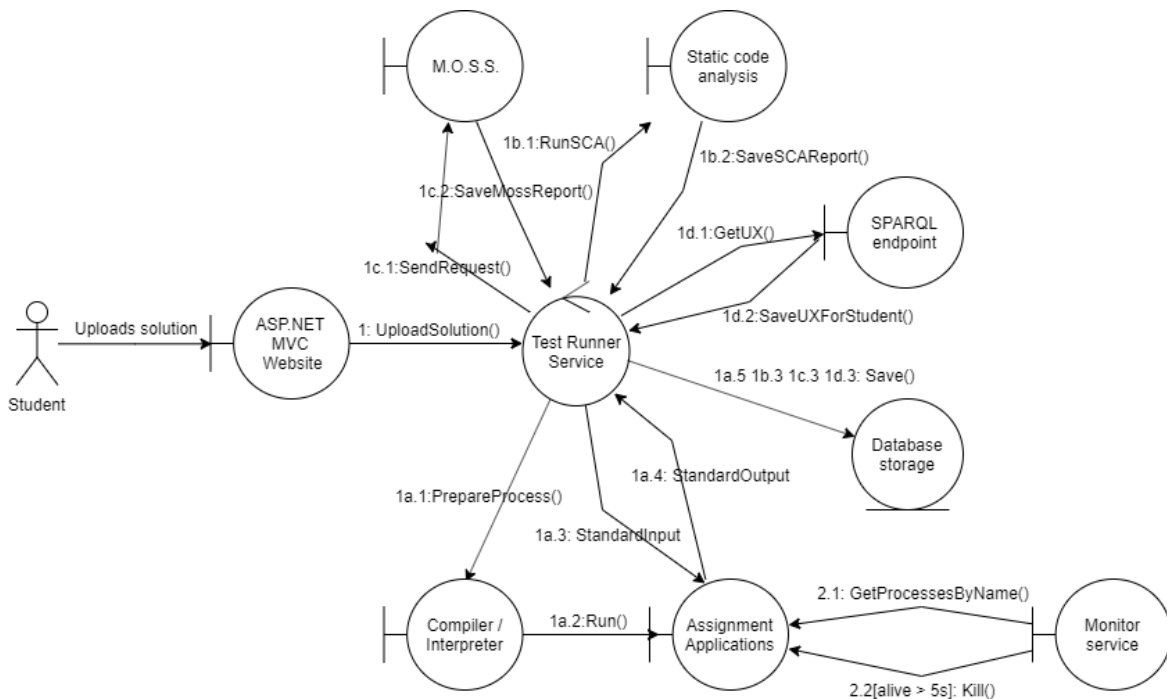


Fig. 4.1 Arhitectura proiectului GamifyCS

Feedback instantaneu: Soluția prezentată în secțiunea 2.2.1.

Fire narrative și misiuni: Soluția prezentată în secțiunea 2.2.3.

Realizări: Soluția prezentată în secțiunea 3.3.

Puncte și tabele de scoruri: Deocamdată punctele sunt folosite doar sub formă de note. Acordarea de note în urma completării cu succes a tuturor cerințelor a fost integrată de experimentul doi, prezentat în secțiunea 2.4. Tabelele de scoruri nu au fost testate ca prototip deloc.

Avatari: avatari au fost reprezentați prin fotografii și nume, oferite studenților cu substituie narativă în text. Deocamdată nu au fost testați ca prototip sau susținuți.

Statut, progresie și excelență: Trăsăturile legate de statut ar implica posibilitatea de a viziona profilurile / avatarii celorlalți, de a vedea punctele și realizările lor, sau un tabel de scoruri, care trebuie încă testate ca prototipuri odată ce acele trăsături vor fi finisate. Progresia și excelența vor fi testate ca prototip împreună cu sistemul de realizări pe deplin integrat.

4.3.2 Formalizarea regulilor de joc

Ontologiile cu proteje pot fi folosite cu multă utilitate ca un motor de raționare. Pentru acest lucru trebuie să ne formalizăm setul de reguli. Pentru a demonstra cum acest lucru poate fi făcut, următoarea schemă a fost extrasă din lucrarea noastră axată pe generalizarea mutărilor de șah după n dimensiuni [Cristea et al. (2019)]. Formalizarea mutărilor extinde [Hurd (2005)]. Definițiile diferite de cele de mai jos rămân precum în articolul original. Pentru clarificare: i, j se referă la un număr de dimensiune $<N$ și k se referă la toate numerele de dimensiune $<N$ care diferă de i și j .

$$boardSize \equiv 8;$$

$$dim\ i(d_1, \dots, d_n) \equiv d_i;$$

$$board_n \equiv \{pos, i \mid dim\ i\ pos < boardSize\};$$

$$sameDim\ i\ pos_1\ pos_2 \equiv (dim\ i\ pos_1 = dim\ i\ pos_2);$$

$$sameDiag\ i\ j\ pos_1\ pos_2 \equiv (dim\ i\ pos_1 + dim\ j\ pos_2 = dim\ i\ pos_2 + dim\ j\ pos_1) \vee \\ (dim\ i\ pos_1 + dim\ j\ pos_2 = dim\ i\ pos_2 + dim\ j\ pos_1);$$

$$diff\ m\ n \equiv \begin{cases} n - m, \text{ dacă } m \leq n \\ m - n, \text{ altfel} \end{cases}$$

$$diff\ i\ pos_1\ pos_2 \equiv diff(dim\ i\ pos_1)(dim\ i\ pos_2);$$

Nebunul se poate deplasa spre orice pătrat, de-a lungul unei diagonale care pornește din pătratul său.

$$biAtt\ pos_1\ pos_2 \equiv sameDiag\ i\ j\ pos_1\ pos_2 \wedge pos_1 \neq pos_2 \wedge diff\ k\ pos_1\ pos_2 = 0;$$

Tura se poate deplasa spre orice pătrat, de-a lungul liniei drepte a pătratului său.

$$roAtt\ pos_1\ pos_2 \equiv sameDim\ i\ pos_1\ pos_2 \wedge pos_1 \neq pos_2 \wedge diff\ k\ pos_1\ pos_2 = 0;$$

Regina combina miscarile nebunului si turei.

$$quAtt\ pos_1\ pos_2 \equiv roAtt\ i\ j\ pos_1\ pos_2 \vee biAtt\ i\ j\ pos_1\ pos_2;$$

Când efectuează aceste mișcări, nebunul, tura sau regina nu pot să se miște peste piesele care le stau în cale. Calul poate să se deplaseze spre unul din pătrate, cel mai apropiat de cel pe care stă, dar nu pe aceeași linie dreaptă sau diagonală.

$$knAtt\ pos_1\ pos_2 \equiv (\text{diff}\ i\ pos_1\ pos_2 = 1 \wedge \text{diff}\ j\ pos_1\ pos_2 = 2) \vee \\ (\text{diff}\ i\ pos_1\ pos_2 = 2 \wedge \text{diff}\ j\ pos_1\ pos_2 = 1);$$

Regele se poate deplasa spre orice pătrat adiacent neatacat de una sau mai multe dintre piesele oponentului. Piesele oponentului sunt considerate că ar ataca un pătrat, chiar dacă respectivele piese nu pot, ele însele, să se deplaseze.

$$kiAtt\ pos_1\ pos_2 \equiv pos_1 \neq pos_2 \wedge ((\text{diff}\ i\ pos_1\ pos_2 = 1) \vee \\ (\text{sameDiag}\ i\ j\ pos_1\ pos_2 \wedge \text{diff}\ i\ pos_1\ pos_2 = 1))$$

4.4 UX Avansată: realitatea augmentata și utilizarea ei cu gamification

4.4.1 Detectare de fețe

Chipul uman este un obiect foarte dificil de detectat, deoarece poate să aibă multe forme și culori, e foarte dinamic și de multe ori nu are trăsături regulate. De dragul pragmatismului am ales un tip de realitate augmentată lipsit de indicator și am folosit chiar fața umană ca un indicator. Esența aplicației noastre este Open Computer Vision Library (OpenCV), împreună cu un motor de joc care poate opera pe mai multe platforme, mai exact Unity3D. Algoritmii de clasificare utilizați în acest proiect pentru detectarea fețelor și a obiectelor este AdaBoost, cu o abordare de învățare automatizată propusă de Paul Viola și Michael Jones, bazată pe clasificatorii de cascadă Haar Feature [Viola et al. (2001)].

OpenCV este un program gratuit și cu sursă disponibilă axat pe tehnologia de viziune de calculator, procesare de imagine, procesare de video și detectare de obiecte. Pentru a-l folosi în interiorul a Unity3D, un plugin de la o a treia parte a fost necesar – un plugin care să permită folosirea a OpenCV în interiorul a Unity3D traducând OpenCV în limbajul C# oferit de Enox Software. Cascadele de clasificare AdaBoost sunt bazate pe clasificatori slabi, similari în trăsături cu cele Haar [Delbiaggio (2017)].

4.4.2 Afecțiuni ale pielii

Pentru studiu, 3 tipuri de boli și afecțiuni ale pielii au fost alese, care au caracteristici foarte specifice: xanthelasma, herpes și melanoma malignă.

Xanthelasma apare cel mai adesea în jurul pleoapelor. Această afecțiune a fost aleasă pentru că se găsește de obicei în jurul ochilor, iar culoarea sa gălbuie o face recognoscibilă instantaneu studenților de la medicină.

Melanoma malignă este o tumoră malignă a melanocitelor. Apare în mare parte pe piele.

Virusul herpes simplex 1 e un membru al familiei herpesviridae. Pentru a ilustra boala am ales varianta orală de herpes.



Fig. 4.2 Xanthelasma renderuit

Poze ale maladiilor menționate mai sus, așa cum apar ele în aplicație, pot fi văzute în figura 4.2. Fundalul original a fost setat să fie transparent pentru a elimina aglomerarea imaginii și pentru a fi precisi în condițiile oricărei culori de piele a subiectului. După ce poza a fost decupată și adaptată în conformitate cu nevoile noastre, o hartă normală și o hartă speculară a lor au fost create, folosind ShaderMap4. Modelele 3D ale bolilor au fost create folosind editorul de joc Unity.

4.4.3 UX Avansată: realitate augmentată – soluție și experiment

În timpul proiectării am optat pentru o abordare cu feedback instantaneu, pentru a crea un ciclu de feedback pozitiv, împreună cu un feedback auditoriu. Butoane au fost adăugate la baza ecranului, în așa fel încât jucătorul să poată să aleagă ce boală ar crede că apare pe fata subiectului. Dacă jucătorul ghicește corect, 10 puncte îi sunt adăugate la scorul total. Dacă alege greșit, 5 puncte îi sunt scăzute din scorul său final.

Ca prim ciclu de joc, o boală este cartografiată pe subiect odată ce algoritmul detectează o față în fluxul video, pe viu. Prima boală este aleasă în mod aleatoriu și rămâne până când utilizatorul alege o opțiune. Pentru o competiție mai pronunțată, tabelele cu scoruri ar trebui să fie comune și vizibile pentru toți participanții, laolaltă cu un cronometru. De asemenea, la acestea s-ar putea adăuga și o tehnică de progresie, poate sub formă de avansare în nivel.

Un studiu a fost întreprins cu studenți de la medicină din anul III, cu vârste cuprinse între 21 și 23 de ani. Cantitatea de subiecți a fost mică – doar 9 participanți. Studiul a constat în explicarea studenților care e conceptul aplicației și în permiterea lor să o folosească timp de 5-10 minute. La finalul utilizării lor de probă, au fost rugați să completeze un chestionar. Toți au ghicit aproximativ corect bolile. Rezultatele studiului sunt rezumate în tabelul 4.2.

Table 4.2 Likert scale survey results

Conceptul de interes	Foarte negativ	Negativ	Neutru	Pozitiv	Foarte pozitiv
Precizie vizuală în comparație cu manualul medical	0%	0%	0%	66.67%	33.33%
Vizual precis în comparație cu viața reală	0%	0%	0%	0%	100%
Utilitatea percepută	0%	0%	0%	33.33%	66.67%
Disponibilitatea de a concura cu colegii	0%	0%	0%	66.67%	33.33%
Probabilitate de a recomanda	0%	0%	0%	0%	100%

Ulterior, unii dintre ei au fost interesați să știe dacă și alte elemente de gamification ar putea fi adăugate aplicației, de exemplu conceptul de "combo", secvențe neîntrerupte de câștig sau cronometre.

Întrucât toate răspunsurile au fost pozitive, demonstrarea semnificației statistice nu e justificată.

Rezultatele acestui capitol au fost publicate în următoarele articole: [Zsigmond (2020)] detaliaza ontologia noastră, ontologia care leagă gamification-ul de trăsături psihologice, este descris în secțiunea 4.3. [Zsigmond and Buhai (2021)] rezumă munca noastră în realitatea augmentată și utilizarea ei cu gamification în medicina, descris în secțiunea 4.4.

Referințe

- Abramovich, S., Schunn, C., and Higashi, R. M. (2013). Are badges useful in education?: It depends upon the type of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development*, 61(2):217–232.
- Abrams, S. S. and Walsh, S. (2014). Gamified vocabulary. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 58(1):49–58.
- Al-Towirgi, R. S., Daghestani, L. F., and Ibrahim, L. F. (2018). Increasing students engagement in data structure course using gamification. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning Increasing*, 8(4):193–211.
- Aldemir, T., Celik, B., and Kaplan, G. (2018). A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. *Computers in Human Behavior*, 78:235–254.
- Amriani, A., Aji, A. F., Utomo, A. Y., and Junus, K. M. (2013). An empirical study of gamification impact on e-learning environment. In *Proceedings of 2013 3rd International Conference on Computer Science and Network Technology*, pages 265 – 269. IEEE.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., and Gonçalves, D. (2013). Engaging engineering students with gamification. In *2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, pages 1–8. IEEE.
- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, 1(1):19.
- Bista, S. K., Nepal, S., Colineau, N., and Paris, C. (2012). Using gamification in an online community. In *8th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCom)*, pages 611–618. IEEE.
- Bullón, J. J., Encinas, A. H., Sánchez, M. J. S., and Martínez, V. G. (2018). Analysis of student feedback when using gamification tools in math subjects. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 1818–1823. IEEE.
- Chrysafiadi, K., Troussas, C., and Virvou, M. (2018). A framework for creating automated online adaptive tests using multiple-criteria decision analysis. In *2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, pages 226–231. IEEE.
- Cristea, D.-M., Zsigmond, I., Sima, I., Trofin, B.-G., and Kovács, R. (2019). Neural network adaptability from 2d to 3d chess. In *2019 IEEE 13th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*, pages 201–204. IEEE.
- De-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-de Navarrete, J., and Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75:82–91.
- Delbiaggio, N. (2017). A comparison of facial recognition’s algorithms. *Haaga-Helia ammattikorkeakoulu*.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., Angelova, G., et al. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3):75–88.
- Facey-Shaw, L., Specht, M., and Bartley-Bryan, J. (2018a). Digital badges for motivating introductory programmers: Qualitative findings from focus groups. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–7.

- Facey-Shaw, L., Specht, M., van Rosmalen, P., Brner, D., and Bartley-Bryan, J. (2018b). Educational functions and design of badge systems: A conceptual literature review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(4):536 – 544.
- G Gygax, D. A. (1974). *Dungeons and dragons*. TACTICAL STUDY RULES.
- Goldberg, L. R. (1993). The structure of phenotypic personality traits. *American psychologist*, 48(1):26.
- Hage, J., Rademaker, P., and van Vugt, N. (2010). A comparison of plagiarism detection tools. *Utrecht University. Utrecht, The Netherlands*, 28:1.
- Hakulinen, L., Auvinen, T., and Korhonen, A. (2013). Empirical study on the effect of achievement badges in trakla2 online learning environment. In *2013 Learning and teaching in computing and engineering*, pages 47–54. IEEE.
- Hamari, J. (2013). Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(4):236 – 245. Social Commerce- Part 2.
- Hamari, J. (2017). Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification. *Computers in human behavior*, 71:469 – 478.
- Hilliard, K. (2013). Activision badges - the original gaming achievement (2013, october 23). Retrieved October, 2019, from Game Informer: <https://www.gameinformer.com/b/features/archive/2013/10/26/activision-badges-the-original-gaming-achievement.aspx>.
- Hiltbrand, T. and Burke, M. (2011). How gamification will change business intelligence. *Business Intelligence Journal*, 6.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., and Zubek, R. (2004). Mda: A formal approach to game design and game research. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, volume 4, page 1722.
- Hurd, J. (2005). Formal verification of chess endgame databases. In *Theorem Proving in Higher Order Logics: Emerging Trends Proceedings*, page 85.
- Kiesler, S., Kraut, R. E., Koedinger, K. R., Alevan, V., and McLaren, B. M. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic exchange quarterly*, 15(2):1–5.
- M. Striewe, M. (2014). A review of static analysis approaches for programming exercises. *Computer Assisted Assessment. Research into E-Assessment.*, pages 100–113.
- Majuri, J., Koivisto, J., and Hamari, J. (2018). Gamification of education and learning: A review of empirical literature. In *Proceedings of the 2nd international GamiFIN conference, GamiFIN 2018*. CEUR-WS.
- Nah, F. F.-H., Eschenbrenner, B., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., and Sepehr, S. (2014). Flow in gaming: literature synthesis and framework development. *International Journal of Information Systems and Management*, 1(1-2):83–124.
- Özhan, Ş. Ç. and Kocadere, S. A. (2020). The effects of flow, emotional engagement, and motivation on success in a gamified online learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 57(8):2006–2031.
- Passos, E., Medeiros, D., Neto, P., and Clua, E. (2011). Turning real-world software development into a game. In *2011 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, pages 260–269.
- Q. Zoubi, I. Alsmadi, B. A.-H. (2012). Study the impact of improving source code on software metrics. *2012 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*.
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., and Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69:371–380.
- Tibor, B. and Dávid, K. (2007). *Új Törvénykönyv*. Tuan Kiadó.

- Viola, P., Jones, M., et al. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *CVPR (1)*, 1:511–518.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8:338–353.
- Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. " O'Reilly Media, Inc."
- Zsigmond, I. (2019). Automation and gamification of computer science study. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Informatica*, 64(2).
- Zsigmond, I. (2020). Ontology based ux personalization for gamified education. In *ENASE*, pages 415–422.
- Zsigmond, I., Bocicor, M.-I., and Molnar, A.-J. (2020a). Gamification based learning environment for computer science students. In *ENASE*, pages 556–563.
- Zsigmond, I. and Buhai, A. (2021). Augmented reality in medical education, an empirical study. *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021*, 12958:631–640.
- Zsigmond, I., Lorincz, B., and Molnar, A. (2020b). Review of digital badges in computer science literature and applications. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Informatica*, 65(1):17–32.
- Zsigmond, I. and Pop, H. F. (2021). Linking gamification preferences to personality traits in computer science education. In *Accepted for ICCP 2021*, pages 000–000.
- Zsigmond, I., Zamfirescu, A., and Pop, H. F. (2020c). Automated evaluation and narratives in computer science education. In *ENASE*, pages 430–437.